



# NEUE ENTOMOLOGISCHE NACHRICHTEN

D/58

aus dem Entomologischen Museum  
Dr. Ulf Eitschberger

Beiträge zur Ökologie, Faunistik  
und Systematik von Lepidopteren

---

35. Band

ISSN 0722-3773

Februar 1996

---

THOMAS ESCHE

Konkurrieren Nachschmetterlinge um Blüten?  
Untersuchungen zu Nischentrennung  
und Bestäubungseffektivität  
(Insecta, Lepidoptera)

Verlag: Dr. Ulf Eitschberger, Humboldtstr. 13a, D-95168 Marktleuthen

Einzelpreis: DM 120,-

# NEUE ENTOMOLOGISCHE NACHRICHTEN

aus dem Entomologischen Museum  
Dr. Ulf Eitschberger

Beiträge zur Ökologie, Faunistik  
und Systematik von Lepidopteren

**Herausgeber und Schriftleitung:**

Dr. ULF EITSCHBERGER,

Humboldtstr. 13a, D-95168 Marktleuthen

Die Zeitschrift und alle in ihr enthaltenen einzelnen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen auf fotomechanischem Wege (Fotokopie, Mikrokopie), Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

ISSN 0722-3773



# NEUE ENTOMOLOGISCHE NACHRICHTEN

aus dem Entomologischen Museum  
Dr. Ulf Eitschberger

Beiträge zur Ökologie, Faunistik  
und Systematik von Lepidopteren

---

35. Band

ISSN 0722-3773

Februar 1996

---



THOMAS ESCHE

Konkurrieren Nachtschmetterlinge um Blüten?  
Untersuchungen zu Nischentrennung  
und Bestäubungseffektivität  
(Insecta, Lepidoptera)

# **Konkurrieren Nachtschmetterlinge um Blüten?**

## Untersuchungen zu Nischentrennung und Bestäubungseffektivität (Insecta, Lepidoptera)

von

THOMAS ESCHE

### Inhaltsverzeichnis

Einführung, Hypothese und Programm	7
Teil A	
Die Taxozönose – Beschreibung einer Nachtschmetterlingsgemeinschaft .	9
1.	Einführung und Fragestellung 9
2.	Material und Methoden 9
2.1.	Die Untersuchungsfläche . 9
2.2.	Witterungsverlauf, Wetter und Kleinklima. 13
2.3.	Die Lichtfanganlage 15
2.4.	Sammelmethode und berücksichtigte Arten 16
2.5.	Die Anlockung mit Sexuallockstoff und weitere Parallelbeobachtungen 16
2.6.	Datenverarbeitung 17
2.7.	Dominanzklassen. 17
2.8.	Zusammensetzung der Taxozönose hinsichtlich der Ausbildung der Probosces. 18
2.9.	Zusammensetzung der Taxozönose hinsichtlich der Arealtypen 18
2.10.	Biotoppräferenz und Familiengruppendominanz 19

2.11.	Biotopräferenz und Arealtypus .	19
2.12.	Biotopräferenz und Rüsseltypus.	19
2.13.	Biotopräferenz, Arealtypus und Rüsseltypus	20
2.14.	Tagesphänologie	20
2.15.	Jahresphänologie .	21
2.16.	Jahresphänologie und Rüsseltypen	21
3.	Ergebnisse	22
3.1.	Kleinklima	
	Zum Einfluß des Witterungsablaufs und des Mikroklimas auf die Aktivität der Nachtschmetterlinge und das Fangergebnis	22
3.2.	Die Arten	22
3.3.	Geschlechterverhältnis.	22
3.4.	Artendominanz .	23
3.5.	Familiengruppendominanz .	24
3.6.	Typisierung der Rüssel und Dominanz (Rüsseltypenabundanz)	25
3.7.	Biotopvergleich (I) Die Artenstruktur dreier Nachtschmetterlingsgemeinschaften .	27
3.8.	Biotopvergleich (II) Zwei Nachtschmetterlingsgemeinschaften und die Verbreitungsschwerpunkte ihrer Arten	28
3.9.	Biotopvergleich (III) Rüsseltypen und Artengemeinschaften	29
3.10.	Biotopvergleich (IV) Zu den Beziehungen zwischen Arealtyp und Rüsseltyp	30
3.11.	Die Jahresphänologie.	31
3.12.	Relative Abundanz und „phänologische“ Abundanz im Vergleich	32
3.13.	Die Tagesphänologie	32
3.14.	Jahresphänologie und Artendominanz.	33
3.15.	Jahresphänologie und Rüsseltypen	33
3.15.1.	Rüsseltypenabundanz im Jahresgang	33
3.15.2.	Rüsseltyp-Phänologie und Konkurrenzvermeidung an der Blüte .	34
4.	Diskussion	35
4.1.	Lichtfang – Aussage und Grenzen .	36
4.2.	Zur Errechnung der Dominanzklassen – oder: Die statistische Benachteiligung der Nachtschmetterlinge.	38
4.3.	Phänologie und Konkurrenz .	39
4.3.1.	Zur Bedeutung der Lichtaktivität – Gibt es eine tageszeitliche ökologische Nische?	40
4.3.2.	Gibt es temporäre Teilgemeinschaften? Gedanken zur jahreszeitlichen Isolation	42
4.3.3.	Abschließende Bemerkungen zu den Kapiteln 4.3.1 und 4.3.2 .	43
4.4.	Funktionsmorphologie und Nahrungskonkurrenz.	44
4.4.1.	Morphologische Untersuchungen: Der Rüssel .	44
4.4.2.	Honigtau – die „alternative“ Ressource: Gedanken zum Selektionsvorteil des sekundär (teilweise oder völlig) reduzierten Rüssels .	45
4.5.	Konkurrenzverschärfende Faktoren	46
4.5.1.	Das Mikroklima – in der Gegenwart und in historischer Sicht: Landschaftsge- schichte und Artenwechsel.	47
4.5.2.	Einwirkungen des Menschen .	49
4.5.3.	Unregelmäßiger Artenwechsel.	49
4.5.4.	Wanderschmetterlinge – die unberechenbare Konkurrenz	50
4.5.5.	Der Druck der Generalisten	50
4.6.	Konkurrenzmindernde Faktoren bei der Nahrungssuche .	51

4.7	Zur Frage der aktuellen Konkurrenz um Blütennektar	51
4.8.	Offene Fragen	51
5.	Zusammenfassung (zu Teil A)	52
Teil B	REM-Pollenanalyse – Untersuchungen der Pollenlast zur Ermittlung von Nahrungsspektren	55
1.	Einführung und Fragestellung	55
2.	Material und Methoden	56
2.1.	Die Blüten – Arteninventar, Pollenpräparation, Phänologie, Pollenatlas und Bestimmungsschlüssel.	56
2.2.	Die Tiere – Probenahme, Präparation, Auswahl und Steckbriefe von <i>Autographa gamma</i> und <i>Deilephila porcellus</i> .	57
2.3.	Analyse der Pollenlasten	58
3.	Ergebnisse .	60
3.1.	Pollenatlas und Bestimmungsschlüssel	61
3.2.	Pollenlast und Blütenspektrum .	65
3.2.1.	Die Pollenlast der Gammaeule.	65
3.2.2.	Die Pollenlast des Kleinen Weinschwärmers .	66
3.3.	Die Herkunft der Pollenkörner: Biotoptypen, Blumentypen	72
3.4.	Überschneidung der Blütenspektren verschiedener Arten.	72
4.	Diskussion	72
4.1.	Aufwand und Notwendigkeit.	72
4.2.	Zum Nahrungsspektrum.	73
4.2.1.	Blütennektar	73
4.2.2.	Fehldeutungen bei der Herkunftsbestimmung der Schmetterlings-Pollenlast	76
4.2.3.	Andere Nahrungsressourcen .	76
4.3.	Nahrungspräferenzen – Biotoppräferenzen? Kritische Bemerkungen zur Methode .	78
4.4.	Nischenüberlappung und Konkurrenz	79
4.5.	Pollenhaftungsorte – Gedanken zum Pollenübertragungsmechanismus.	80
4.6.	Geringe Pollenlast – Zufall oder Strategie?	81
4.7	Offene Fragen	81
5.	Zusammenfassung (zu Teil B)	81
Teil C	Experimente zur Pollenübertragung Sind Nachtschmetterlinge Nektardiebe?	83
1.	Einführung und Fragestellung	83
	Material und Methoden	83
3.	Ergebnisse .	85
3.1.	Die Pollenlast .	85
3.2.	Allgemeine Beobachtungen	85
3.3.	Blütenbau, Pollenhaftorte und handling .	85



4.	Diskussion	91
4.1.	Pollenübertragung mit unterschiedlichem Erfolg – Zu den artspezifischen Mechanismen .	91
4.2.	Laborergebnisse vs. Freilandpollenlast	92
4.3.	Labor und Freiland – Grenzen der Übertragbarkeit	93
4.4.	Blütenbesuchende Lepidopteren – eine Gilde von Nektardieben?	94
4.4.1.	Meinungsstreit und Hypothesen.	94
4.4.2.	Schadensbegrenzungen	98
4.4.3.	Schlußbemerkung	99
4.5.	Offene Fragen	99
5.	Zusammenfassung (zu Teil C)	100
Teil D	Strategien beim Blütenbesuch – Feldbeobachtungen bei tagaktiven Nachtschmetterlingen.	101
1.	Einführung und Fragestellung	101
2.	Material und Methoden.	101
3.	Ergebnisse .	102
4.	Diskussion	103
4.1.	Drei Arten – drei Steckbriefe	103
4.2.	Zur Methode .	104
4.3.	Feldbeobachtungen vs. Laborergebnisse und Pollenanalyse	105
4.4.	Offene Fragen	106
5.	Zusammenfassung (zu Teil D)	107
	Zusammenfassung, Summary	108
	Danksagung .	110
	Literaturverzeichnis	111
	Tabellen	121
	Pollenbestimmungsschlüssel .	180

## **Einführung, Hypothese und Programm**

Mit der Veröffentlichung CHRISTIAN KONRAD SPRENGELS beginnt 1793 das wissenschaftliche Schrifttum über die Beziehungen zwischen Insekten und Blüten. CHARLES DARWIN (1809–1882) erkannte die gegenseitigen Anpassungen von bestäubenden Insekten und nektar- und pollenbietenden Blüten als Ergebnis einer langwährenden Entwicklung aufeinander zu. Doch erst EHRlich & RAVEN (1964) prägten allgemein für diesen Vorgang den Terminus Coevolution.

Die Arbeiten von KNOLL (1956), KUGLER (1970) und KARL VON FRISCH (1977) zeugen von der später folgenden Zeit der experimentellen Blütenökologie. Die meisten Wissenschaftler wandten sich den Hymenopteren zu, was die Fülle der Arbeiten über Bienen und Hummeln zeigt.

Lepidopteren fanden und finden – besonders in der Gegenwart und in Europa – deutlich weniger Interesse. Obgleich die klassischen Arbeiten KNOLLS (1922, 1928) und SCHREMMERS (1941) in der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts viele Fragen aufwarfen, interessieren sich Blütenökologen erst in den siebziger und beginnenden achtziger Jahren wieder für die Beziehungen zwischen Lepidopteren und Blüten. In den USA erscheinen autökologische Arbeiten zum Blütenbesuch von Schwärmern, schließlich zur Konkurrenz zwischen Schmetterlingen und Kolibris (etwa CARPENTER 1979, WEBB & BAWA 1983).

Die autökologische Ebene verlassen nur wenige Autoren wie JENNERSTEN (1984, 1985, 1986), COURTNEY (1982, 1983), WIKLUND (1979, 1982), KRATOCHWIL (1983). Naturgemäß lassen sich tagaktive Blütenbesucher leichter als Nachtschmetterling beim Blütenbesuch beobachten. Daher sind diese ersten synökologischen Arbeiten mit Tagschmetterlingen entstanden.

In dieser Untersuchung sollen Aspekte der Konkurrenz, der Einnischung und der Coevolution bei blütenbesuchenden Nachtschmetterling-Imagines (Macroheterocera) erarbeitet werden. Ein Teil der Ergebnisse wurde anhand weniger ausgewählter Arten gewonnen, die jedoch stets als Teil einer Zoozönose verstanden werden.

Angesichts der Bedrohung der Arten durch die Eingriffe des Menschen in seine Umwelt und des Defizits wissenschaftlicher Grundlagen für ihren Schutz sollten die Ergebnisse dieser Arbeit auch praktische Anwendung im Pflegemanagement finden.

## **Konkurrenz unter Nachtschmetterlingen? – Zur Hypothese der aktuellen interspezifischen Konkurrenz:**

Von den Imagines der etwa 1200 Großschmetterlinge (Macrolepidoptera) Mitteleuropas sind knapp 90% nachtaktiv – entgegen üblichen Annahmen spielt sich Schmetterlingsleben also vorwiegend nachts ab. Das hat unter anderem den Vorteil, außer Fledermäusen und Spinnen keinem Räuber zu begegnen; der Raum ist nicht durch Reviere eingengt, wie sie bei Schwebfliegen, bei Tagschmetterlingen (vergleiche etwa BAKER, 1972 und DAVIES, 1968) und Libellen (HEYMER, 1970) beschrieben werden (vergleiche des weiteren FITZPATRICK, 1983 und BAKER, 1983).

Die nektar- oder pollenfressenden Hymenopteren, Dipteren und Coleopteren sind mit wenigen Ausnahmen nur tags aktiv. Allein einige wenige Chrysopiden, Trichopteren und einige Ichneumoniden, die auch am Licht erscheinen, suchen Blüten auf. BRANTJES & LEEMANS (1976c) wiesen Bestäubung von Nelken durch nachtaktive Mücken nach. Insgesamt jedoch gibt es außer Lepidopteren in Europa nur wenige nächtliche Blütenbesucher.

Da jedoch kaum eine Blüte nachts geöffnet ist, kaum eine Blüte nachts Nektar produziert, ist scharfe aktuelle interspezifische Konkurrenz um Nektar unter den Nachtschmetterlingen zu erwarten. Diese Konkurrenz ist nicht immer direkt nachweisbar und wird von einigen Autoren sogar bestritten (vergleiche SCHOENER, 1983 und DEN BOER, 1986).

Die vorliegende Arbeit geht von der Hypothese aus, daß sich bei blütenbesuchenden Nachtschmetterling-Imagines (Macroheterocera) auf mehreren Ebenen („Nischendimensionen“ nach HUTCHINSON, 1959) Nischentrennung zur Vermeidung aktueller interspezifischer Konkurrenz zeigen läßt. Die

in dieser Arbeit im Zusammenhang mit dem Nahrungserwerb beschriebenen artspezifischen Anpassungen werden als Ausdruck sowohl im Laufe der Evolution wie auch aktuell wirksamer Konkurrenz verstanden. Aktuelle Konkurrenz wird als dabei als Bedingung für die (art-)stabilisierende Selektion betrachtet.

Mit dieser Untersuchung soll gezeigt werden, inwieweit die Ebene der „zeitlichen Isolation“ die Begegnungshäufigkeit an der Blüte verringert und welche Möglichkeiten der Nischentrennung darüber hinaus auf den Ebenen „Funktionsmorphologie der Mundwerkzeuge“, „Nahrungspräferenz“ und „Blütenbesuchsstrategie“ von Nachtschmetterlingen genutzt werden.

Dabei wird die Konkurrenz um das Requisit Nektar im Sinne eines „scramble“ (VARLEY et al., 1980) verstanden: die Nahrungsressource wird unter vielen aufgeteilt; infolgedessen ist der Erfolg der Einzeltiere unvollständig, doch gerade noch ausreichend, um jeder Art den Bestand ihrer Population erhalten zu können.

### **Zu dieser Arbeit:**

Teil A dieser Arbeit beschreibt auf der Grundlage von Lichtfängen die Nachtschmetterlings-Gemeinschaft (Taxozönose) eines Wiesen-Hecken-Lebensraumes der südlichen Oberrheinebene.

Artspezifische Flugzeiten und Rüsselformen werden in ihrer Funktion bei der Verminderung aktueller, zwischenartlicher Konkurrenz beim Nahrungserwerb untersucht. Ihnen werden diese Konkurrenz um Nektar möglicherweise verschärfende ökologische Faktoren gegenübergestellt.

Aktuelle Strukturmerkmale der Taxozönose, aber auch ihre historische Entwicklung werden untersucht.

In Teil B werden Nahrungsspektren ausgewählter Nachtschmetterlingsarten der beschriebenen Taxozönose untersucht. Dazu dient die Analyse der Pollenlast von Freilandtieren.

In Teil C, dem dritten Schritt des Untersuchungsprogramms, sollen Experimente im Flugkäfig klären, wieviel Pollen von der Blüte zum Schmetterling gelangen können.

Mit diesen Ergebnissen lassen sich aus den Resultaten des vorangegangenen Teils Nahrungspräferenzen ableiten, aber auch die Rolle der Nachtschmetterlinge als Bestäuber beurteilen.

In Teil D werden Nachtschmetterlinge im Freiland individuell verfolgt, um Aufschluß über Blütenbesuchs-Strategien zu bekommen.

## **Teil A: Die Taxozönose – Beschreibung einer Nachtschmetterlingsgemeinschaft**

### **1. Einführung und Fragestellung**

Auf der Grundlage von Lichtfangergebnissen wird die Schmetterlingsgemeinschaft eines Wiesen-Hecken-Waldrand-Lebensraumes in der südlichen Oberrheinebene beschrieben. Die Taxozönose (die Lebensgemeinschaft des Taxons) „Nachtaktive Großschmetterling-Imagines“, wird auf zwei Anpassungen hin untersucht, die geeignet sind, Konkurrenz um Nektar zu vermeiden:

1. artspezifische Flugzeiten
2. artcharakteristische Rüsselformen

Zur Faunistik des Untersuchungsgebietes und seiner angrenzenden Flächen liegt eine mit den unterschiedlichsten Erfassungsmethoden erstellte „Artenliste Taubergießen“ (ESCHE & GERKEN, 1979; ESCHÉ 1971–1984; ESCHÉ 1981) sowie ein Habitatkatalog der für Nachtschmetterlinge bedeutsamen Lebensräume im Bereich der G'schleder-Wiesen.

In diesem Teil der vorliegenden Arbeit sollen drei Fragenkreise untersucht werden:

#### **1. Zur Struktur der Taxozönose:**

- Welche Strukturmerkmale hat die Taxozönose?

#### **2. Zu nächtlicher Aktivität der Schmetterlinge und methodischen Problemen der Lichtfangmethode:**

- Welche Grenzen setzt uns die Lichtfangmethode?
- Warum erscheinen nachtaktive Lepidopteren am Licht?
- Was bedeutet „Aktivitätszeit“ bei Nachtschmetterlingen?

#### **3. Konkurrenzvermeidung und Begegnungshäufigkeit:**

- Welche Anzeichen für Nischentrennung gibt es
  - (1.) bei den Flugzeiten der Arten und
  - (2.) bei der Ausbildung der Mundwerkzeuge?
- Welche Schmetterlinge dieser Gemeinschaft können in Konkurrenz um Nektar stehen?
- Welche ökologischen Faktoren könnten aktuelle Konkurrenz um die Nektar-Ressource verursachen, welche könnten sie mindern?
- Wie hat der Mensch in historischer Zeit auf das Konkurrenzgefüge der Nachtschmetterlingsgemeinschaft Einfluß genommen?

## **2. Material und Methoden**

### **2.1. Die Untersuchungsfläche**

Die 10ha große Untersuchungsfläche ist ein Wiesen-Hecken-Waldrand-Biotop in der ehemaligen Überflutungsauwe der Furkationszone (SCHÄFER, 1973) des Rheins nördlich des Kaiserstuhls. Sie liegt auf der Gemarkung Rhinau, im Gewinn Buckelkopf, dem südlichen Bereich des G'schleder, und ist Teil des Naturschutzgebietes Taubergießen.

Die geographische Lage in der Nachbarschaft der Ortschaften Kappel und Rust, 13 km südwestlich Lahr gelegen, zeigt Kartenabbildung 1, die Luftbildaufnahme der Abbildung 2 mag vor allem einen Eindruck von den Vegetationsstrukturen geben.





Abbildung 1: Das Taubergießengebiet im Luftbild im Maßstab 1:14000.

Die Geomorphologie paust sich in den Vegetationsstrukturen durch. Zur Lage der Wiesen-Hecken-Landschaft des G'schleder und des Hartholzauwaldes am Rappenkopf vergleiche Karten-Abbildung 2. (Photo: Landesvermessungsamt Baden-Württemberg, Befliegung vom 31. v. 1982, 10.15h)

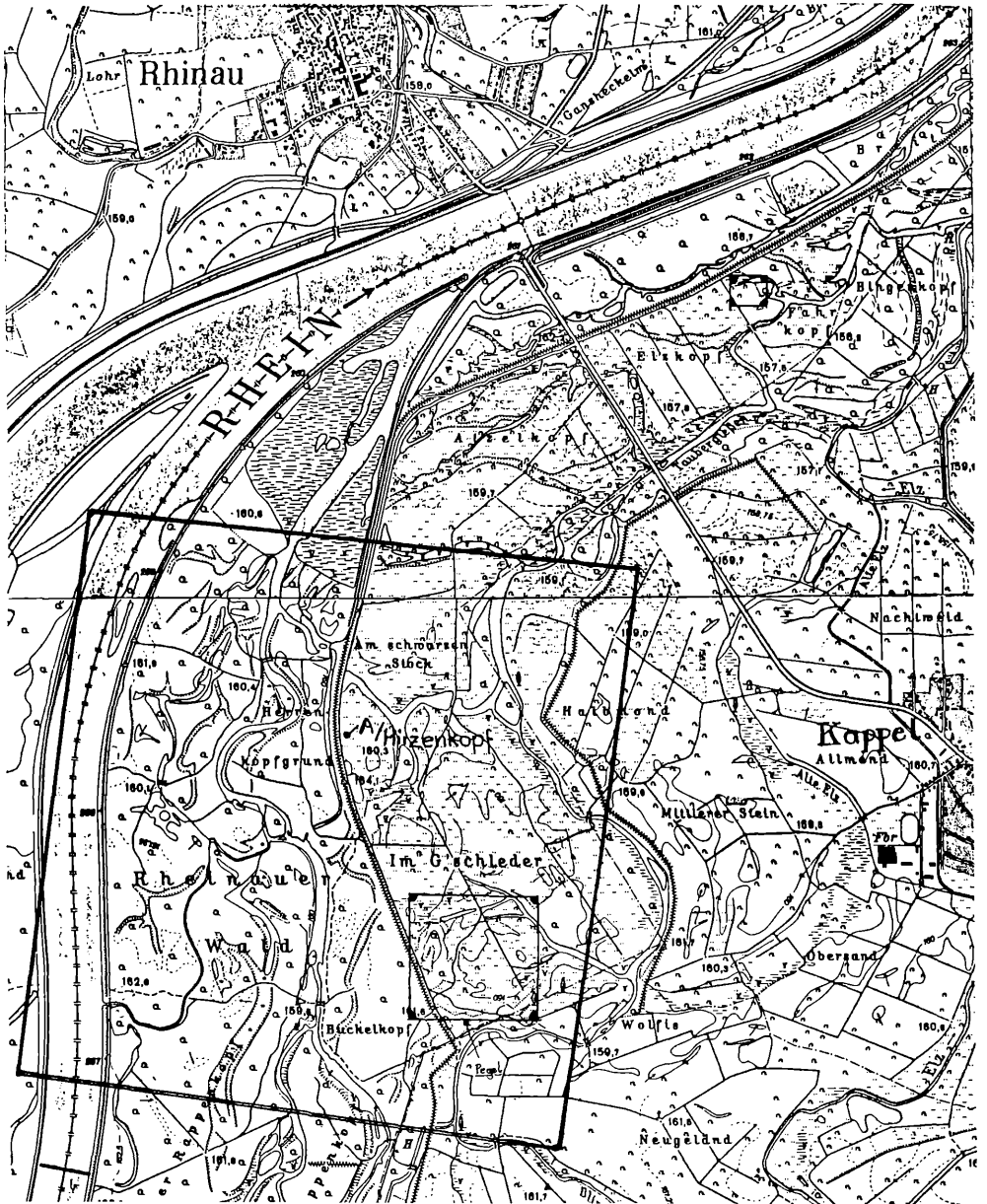


Abbildung 2: Das Taubergießengebiet (160 m ü. NN) im Kartenbild im Maßstab 1:25000 (Darstellung teilweise aus SCHALL & LUTZ 1982; LUTZ, 1983)

I = Die Untersuchungsfläche im südlichen G'schleder. Die Umgrenzung entspricht der Vegetationskarte von SCHALL & LUTZ (1982), LUTZ (1983)

I = Ausschnitt entsprechend Luftbild in Abbildung 1

X = Lichtfangstation in den G'schledewiesen

Y = Lichtfangstation im Hartholzauwald am Rappenkopf



Die Geomorphologie, geschaffen vom ehemaligen Wildstrom Rhein, ist eine Dezimeter-Morphologie. Dem Nebeneinander ehemaliger Wasserrinnen und Sandbänke entspricht das edaphische Mosaik tonigfeuchter Senken, kiesiger oder sandiger, teils mit Lehm überdeckter Rücken.

Folge davon ist im Offenland das Mosaik verschiedenster, oft sehr blütenreicher Rasen-Gesellschaften mit Voll- und Halbtrockenrasen, Glatthafer- und Pfeifengras-Wiesen, durchzogen von Seggenbeständen und Röhrichten in den tieferen Rinnen (Beschreibung und Karte der pflanzensoziologischen Vegetationseinheiten bei SCHALL & LUTZ, 1982; LUTZ, 1983).

Die Arrhenathereten sind zwei- bis dreischürig, die Mesobrometen werden ein-, jahrweise auch zweimal gemäht; einmal jährlich wird im Auftrag des Wasserwirtschaftsamtes der Damm gemäht; der Jagdschutz pflegt (Mahd) die Ruderal- und Saumvegetation entlang der Wege. Ferner gibt es seit über dreißig Jahren nicht mehr gemähte Reservatsflächen.



Abbildung 3: Zweischürige Arrhenathereten (Glatthaferwiesen) und (im Hintergrund) ein Kiefernwald auf sandig-kiesigem Rücken. Quer durch den Bildmittelgrund zieht sich eine Rinne mit einem Schilfbestand. Die Einzelbüsche (blühender Weißdorn) und Waldränder sind für Nachtschmetterlinge wichtige Requisiten.

In den Hecken wechseln Weiden/Schneeball- (*Salici-Viburnetum* [nach ELLENBERG, 1978]) mit Schlehen/Liguster-Beständen (*Pruno-Ligustretum* [nach WILMANN, 1984]).

Saumvegetation, Hochstaudenfluren entlang der Hecken oder Waldränder, gibt es nur in wenigen, der Mahd zufällig entgangenen Stücken (Beschreibung und Karte bei RATTAY, 1983).

Gebüschgruppen (Weiden, Weißdorn) und Einzelbäume (Eiche) im Wiesengelände schaffen das Landschaftsbild prägende Strukturen.

Eine umfassende Beschreibung der Pflanzengesellschaften gibt MÜLLER (1974), die aktuellste Vegetationskarte erstellten SCHALL & LUTZ (1982).

Die räumlichen Strukturen Waldränder, Gebüschinseln, Einzelbäume und Damm erwiesen sich in vorausgegangenen Untersuchungen (ESCHE, 1981) als für Nachtschmetterlinge wichtige Requisiten in der Wiesenlandschaft des G'schleders.

Die Untersuchungsfläche ist gänzlich von Waldstücken und Hecken umschlossen. Im Osten und Süden grenzen Obstbaumwiesen und Felder seiner blütenreichen Pflanzen-Gesellschaften, auch als das Kleinklima bestimmende Struktur.

Die kurze Geschichte der G'schleder-Wiesen begann im vergangenen Jahrhundert. „Im G'schleder“, wie der Name sagt, vormals ein Sumpfgebiet mit seinem topographisch höchsten Teil am Buckel-„kopf“, wurde 1838 gerodet. Äcker wurden angelegt, die 1872 zum größten Teil in Wiese überführt wurden. Die Geschichte des Untersuchungsgebietes beschreibt KRAUSE (1974) und faßt schließlich zusammen: „Das Offenland wie auch die Gehölzformationen prägt in Vergangenheit wie Gegenwart Veränderung“



Abbildung 4: Xerobrometum, seit über zwanzig Jahren ohne Mahd, heute Reservatsfläche; im Bildmittelgrund hinter den Büschen auf der Geländekante 1–schüriges Mesobrometum (Standort der Lichtanlage).

## 2.2. Witterungsverlauf im Lichtfangjahr, Wetter und Kleinklima

Das Klima wird durch die Geomorphologie des Oberrheintalgrabens bestimmt. Die nächtlichen Temperaturen sind typisch für die topographisch tiefste Region eines großen, vom Mittelgebirge gesäumten Tales: Kaltluft-Abfluß von den Mittelgebirgshängen erreicht bis zur zweiten Nachthälfte die Tieflagen und verursacht deutliche Abkühlung, verbunden mit starkem Taufall oder gar Nebel. Über das Klima und seine Phänologie im Gebiet gibt MÜLLER (1974) Auskunft.

Der Überblick über den Witterungsablauf (Abbildung 6) zeigt die Ungunst der Witterung für Nachtschmetterlingsfang im Lichtfangjahr 1984, die durch die besondere geomorphologische Lage ungünstige Situation noch verschärft. Der Fang mußte jede dritte Nacht wegen Starkregen oder Ausstrahlungskälte abgebrochen werden.





Abbildung 5: Standort Weichholzaue am Elzufer: Silberpappel mit Lianen-, Uferstauden- und Schleiergesellschaften

Januar	zu warm und zu naß
Februar	zu kalt, zu naß
März	zu kalt und zu trocken
April	zu kalt, zu trocken
Mai	zu wenig Sonne, zu kalt (zu naß, besonders am Monatsende: Regen)
Juni	überdurchschnittlich viel Sonne, zu kalt (2. Monatshälfte bestimmt von Tiefdruckausläufern, Starkregen etc.)
Juli	überdurchschnittlich viel Sonne, zu kalt (nach 1. Monatsdrittel Fronten, Gewitter etc.)
August	überdurchschnittlich viel Sonne, überdurchschnittlich warm (im 1. Drittel Gewitterperiode, im 2. Drittel Hochdruckperiode mit starker nächtlicher Ausstrahlung, im letzten Monatsdrittel Regenperiode mit Starkregen)
September	zu kalt und zu naß

Abbildung 6: Der Witterungsablauf im Untersuchungsjahr 1984 (nach BIERMANN, 1986)

Parallel zur Beobachtung des Anfluges an die Lampe wurden Beobachtungen und Messungen zum Kleinklima – auch in benachbarten Biotopen – durchgeführt. Niederschläge, Nebelbildung, Bewölkungsgrad wurden protokolliert. Thermohygrograph, Barometer und Schalenkreuz-Anemometer wurden regelmäßig eingesetzt. Die Geräte befanden sich in 2 m Höhe, 20 m von der Lichtenanlage entfernt.

### 2.3. Die Lichtfanganlage

Lampen, deren Spektrum Bereiche der kurzwelligigen Strahlung umfassen, gelten als besonders „fängig“ für Nachtschmetterlinge. So haben sich Mischlichtlampen, von einem Generator betrieben, seit Jahren beim Lichtfang bewährt. Bei den Untersuchungen im G'schleider betrieb ein Generator die Mischlichtlampe Sylvania HSB-BW/160 mit einer Leistung von 160W. Diese Lampe hat Maxima der Strahlungsdichte bei 410 nm, 440 nm, 540 nm, 575 nm, 620 nm, und 700 nm [nach Mitteilung der Herstellerfirma in Erlangen], also auch im kurzwelligigen Bereich, der eine besonders starke Wirkung auf Nachtinsekten ausübt (CLEVE, 1967). Die Leuchte, aufgehängt an einem Holz-Galgen, befand

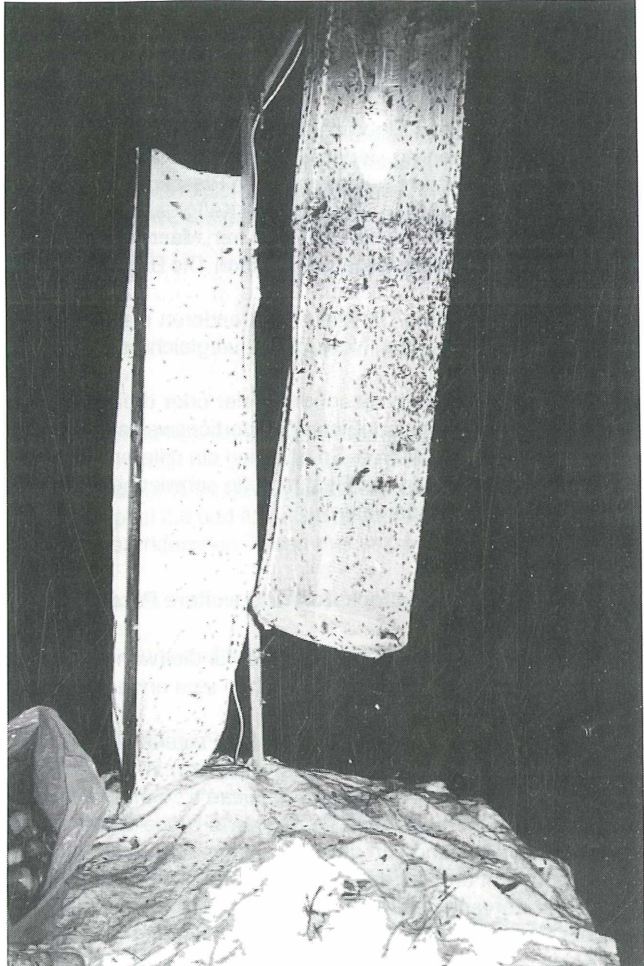


Abbildung 7: Die Leuchtanlage; bei hoher Temperatur und Luftfeuchte nimmt der Anflug der Mücken und Köcherfliegen auch zu vorgerückter Stunde nicht ab: unter ihnen sind die Spätflieger Pappelschwärmer und Pappelspinner zu erkennen.

sich in einer aus weißem Gardinstoff gefertigten Röhre mit 50 cm Durchmesser und 1,5 m Länge. Dieser „Leuchtturm“ reichte von 0,5 m bis 2 m Höhe, die Birne befand sich in etwa 1,9 m Höhe.

Den Standort der Anlage im Gelände zeigen Abbildungen 2 und 4. Die Wahl eines Kiesrückens abseits größerer Senken vermied deren nächtliche Kaltluftseen, die den Anflug möglicherweise gemindert hätten. Die Waldmäntel der Gehölze im Süden und Westen ließen das Licht nicht in den Wald dringen. Aus dem Waldinnern konnten so keine Tiere gelockt werden. Auf der Wiese war das Licht weithin sichtbar.

Die jeweiligen Zeitpunkte für die 17 Lichtfang-Nächte zwischen Anfang Mai und Anfang September 1984 ergaben sich aus der jeweiligen Witterung und den Prognosen der landwirtschaftlichen Wetterberatung des Wetterdienstes Freiburg. Eine für Schmetterlingsanflug optimale Konstellation ist bedeckter Himmel, hohe Temperatur, hohe Luftfeuchte oder leichter warmer Regen und schwacher Wind. Erfüllt wird dies beispielsweise bei Tiefdrucklage vor dem Warmfront-Regen, bei Hochdruckwetterlage in den Stunden vor und während des Gewitters. Sind ein bis zwei solcher Nächte vorausgegangen, sind viele Tiere geschlüpft; dagegen ist nach langen Regen-Kälte-Perioden der Biotop auch bei günstigem Wetter zunächst „schmetterlingsarm“

#### 2.4. Sammelmethode und berücksichtigte Arten

Der Lichtfang begann mit Einbruch der Dunkelheit und dauerte – günstiges Wetter vorausgesetzt – bis zur Morgendämmerung. Jeder Großschmetterling (Macrolepidoptera) wurde sofort bei seinem Erscheinen am Leuchtturm gefangen, in ein Plastikgläschen gesetzt und nach Feststellung von Art, Geschlecht und Anflugzeit in einen großen Käfig gesetzt und am Morgen freigelassen.

Die berücksichtigte Artengruppe läßt sich mit „Macroheterocera“, dem früher üblichen Terminus für „nachtaktive Großschmetterlinge“ bezeichnen. Die Begriffe „Macrolepidoptera“ und „Macroheterocera“ sind jedoch keine systematische Einheiten. Letztere umfassen willkürlich innerhalb der Lepidoptera in der Unterordnung Ditrysia neben anderen die Überfamilien Geometroidea, Bombycoidea, Sphingoidea, Notodontoidea, Noctuoidea (vergleiche die Darstellung des Systems bei SORDANI & FORESTIERO, 1985: 83).

Allein mit der ständigen Anwesenheit zweier oder dreier Helfer war der Anflug zu bewältigen. Die Tiere wurden gleich nach dem Einfangen portionsweise geordnet, um ihren Anflug nach Viertelstunden-Einheiten zu protokollieren. So entstand ein differenziertes Bild ihrer tageszeitlichen Isolation. Einbehalten wurden nur in der Bestimmung schwierige Arten für Genitalpräparate und die für die Pollenanalyse vorgesehenen Tiere.

#### 2.5. Anlockung mit Sexuallockstoff und weitere Parallelbeobachtungen

Mit Pheromonen läßt sich ein anderes Maß für die (wahre) Abundanz der Schmetterlinge gewinnen. Zudem könnte die Anlockung der Männchen eine andere oder differenziertere Sicht der Tagesphänologie der Aktivität herstellen.

Dankenswerter Weise überließ mir Herr Dr. PRIESNER, Max-Planck-Institut Seewiesen, eine Reihe Pheromonpräparate einiger Plusiinae (Noctuidae): *Plusia chrysis* L., *Autographa gamma* L., *Autographa bractea* SCHIFF., *Autographa festucae* L., *Autographa confusa* STEPH. Die Köder, mit dem jeweils artspezifischen Lockstoff imprägnierte runde Gummihütchen von etwa 2 cm Durchmesser, wurden in 300 m Abstand von der Lichtanlage außerhalb des Lichtkreises auf weißen Tüchern von 2x2 m ausgebracht und die ganze Nacht hindurch kontrolliert.

Regelmäßige Larvensuche und Beobachtungen von Schmetterlingen an Blüten abseits des Lichtkreises der Fanganlage dienten zur Vervollständigung der Faunenliste und des Bildes der Autökologie der Arten.

## 2.6. Datenverarbeitung

Die Daten zu Art, Geschlecht, Datum und Anflugs-Viertelstunden wurden mittels EDV ausgewertet. Eigens erstellte EDV-Programme erlaubten, die Anflüge mit Jahreszeit, Tageszeit, Geschlecht, Luftfeuchtigkeit, Temperatur, Nebel, Regen, Wind, allgemeinem Witterungsgang, Mondstand und Tageslänge zu korrelieren.

Steckbriefe zu jeder Schmetterlingsart wurden erstellt mit Angaben zu

Vorzugstemperatur  
 Hauptflugzeit im Jahr  
 Hauptflugzeit in der Nacht  
 Anteil der Geschlechter am Gesamtanflug der Art  
 artspezifische Erscheinungszeit im Jahr/in der Nacht  
 geschlechtsspezifische Erscheinungszeit im Jahr/i.d.Nacht  
 Dominanz bezogen auf Gesamtanflug oder Einzelnächte

Tabelle 1 zeigt ein Ausdruckbeispiel, das die Jahres- und Tages-Phänologie einer Geometride zusammenfassend darstellt.

## 2.7. Dominanzklassen

In Anbetracht der Fangmethode handelt es sich bei den Untersuchungen um eine „Licht-Aktivitätsdominanz“ (vergleiche Teil A, Kapitel 4.1); im folgenden sei der Einfachheit halber von „Dominanz“ die Rede. Wie allgemein üblich, sollen hier die von TISCHLER (1949) und HEYDEMANN (1953) (dargestellt in SCHWERDTFEGER 1975: 119) eingeführten Dominanzklassen Anwendung finden:

eudominante Arten	>	10%
dominante Arten	>	5%
subdominante Arten	>	2%
rezedente Arten	>	1%
subrezedente Arten	≤	1%

Neben der auf den Jahresanflug bezogenen Jahres-Dominanz wurde in Hinblick auf die Beschreibung der tatsächlichen Konkurrenz-Situation auch die „phänologische Dominanz“ (bzw. Abundanz) untersucht. Sie gibt die relative Abundanz einer Art in einer aktuellen Nacht an, bezogen auf den Anflug in dieser Nacht [vergleiche Teil A, Kapitel 2.8 und 4.2]. Die phänologische Abundanz wird der sich von Woche zu Woche grundlegend verändernden Zusammensetzung der Gemeinschaft gerechter.

Dominanz wurde auf vier Ebenen untersucht:

- a – Art- und Familiengruppendominanz, dargestellt als relative Abundanz bezogen auf den Gesamtanflug
- b – Sexilität
- c – Rüsseltypen [vergleiche Teil A, Kapitel 2.8]

Die Darstellung der Dominanz der Rüsseltypen in der Gemeinschaft erfolgte als relative Abundanz jeden Typs (alle Arten mit relativer Abundanz von  $\geq 0,16\%$  [auf die Hinzunahme der selteneren Subrezedenten konnte verzichtet werden] bezogen auf den Gesamtanflug konnten berücksichtigt werden).

Zusätzlich wurde der Jahresgang der Dominanz der Rüsseltypen betrachtet (auf der Grundlage der „phänologischen Dominanz“) (alle Arten mit relativer Abundanz  $\geq 2\%$  [auf die Hinzunahme der selteneren Subrezedenten konnte verzichtet werden] in mindestens einer Anflugsnacht konnten berücksichtigt werden).



d – Arealtypen [vergleiche Teil A, Kapitel 2.9]

Die Zusammensetzung der Taxozönose hinsichtlich ihrer Arealtypen wurde wie bei den Rüsseltypen sowohl auf der Grundlage der relativen Jahres-Abundanz jeden Typs dargestellt wie auch in ihrer jahresphänologischen Dynamik (alle Arten mit relativer Jahres-Abundanz von  $\geq 0,5\%$  konnten berücksichtigt werden).

Die folgenden sechs Kapitel zeigen im einzelnen, wie die oben angeführten Dominanzberechnungen – teilweise im Vergleich mit anderen Lebensräumen – eingesetzt wurden.

## 2.8. Die Zusammensetzung der Taxozönose hinsichtlich der Ausbildung der Probosces

Die Typisierung und Gruppierung der Schmetterlingsarten nach der oft erheblich voneinander abweichenden Ausbildung ihrer Rüssel beruhte auf Untersuchungen mit der Stereolupe.

Abgesehen vom vorübergehenden Aufweichen der Tiere auf Wasser (gegen Zersetzung mittels Thymolkristallen geschützt), um die Rüssel entrollbar zu machen, war keine weitere Präparation notwendig.

Lichtmikroskop und REM wurden zur Beschreibung von Sonderbildungen eingesetzt. Daher liegen für einen großen Teil der Arten Dauerpräparate (Lichtmikroskop) und/oder Präparate für das Rasterelektronenmikroskop vor. Über den Grad der Dunkelfärbung, einem geeigneten Maß für die Festigkeit des Rüssels, lassen diese Präparate auch im Falle der Präparation für das Lichtmikroskop keine Aussage mehr zu, da Milchsäure oder Kalilauge sie oft stark aufhellen.

Angaben zur Beschaffenheit der Rüssel bei einzelnen Arten aus der Literatur fanden Berücksichtigung, betreffen jedoch nur einige wenige Arten (MÖLLER, 1986) oder sind auf Familienebene zu allgemein gehalten (SPULER, 1908; SEITZ, 1906 und 1915).

Für die Typisierung der Galeae wurden folgende Merkmale in Anlehnung an MÖLLER (1986) und STEFFNY (1982) ausgewählt:

- Farbe (Melanisierung entsprechend dem Grad der Sklerotisierung);
- Länge;
- Ausstattung mit Sensillen (relative Anzahl und Länge der im distalen Proboscis-Bereich angeordneten sensilla styloconica);
- Ausbildung von Pinselformen
- Form (abgeplattet, geflügelt, dick)
- Stabilität und Elastizität

Die Abundanzwerte der Rüsseltypen wurden auf zweierlei Weise gewonnen, wobei die Auswahl der berücksichtigten Tiere unterschiedlich getroffen wurde: a) unter Hinzunahme der Arten, die eine relative Jahres-Abundanz, bezogen auf den Gesamtanflug im Untersuchungsjahr, von  $\geq 0,15\%$  erreichten; b) unter Berücksichtigung jener Arten, die in zumindest einer Nacht eine relative („phänologische“) Abundanz 2% erreichten, also in einer aktuellen Situation tatsächlich zumindest subdominant gewesen waren. Der jeweilige Anteil am Gesamtanflug beträgt 88% beziehungsweise 85% der angeflogenen Individuen.

## 2.9. Die Zusammensetzung der Taxozönose hinsichtlich der Arealtypen

Während DUFAY (1975) und BOURSIN (1964, 1965) allein die Noctuidae bearbeiteten, ordnet BERGMANN (1951–1955) sämtliche mitteleuropäischen Nachtschmetterlinge gemäß ihrem aktuellen Verbreitungsmuster verschiedenen Arealtypen zu. Die genannten Autoren bedienen sich verschiedener Kategorien und Begriffe zur Beschreibung der Arealtypen. Die drei folgenden Kategorien waren

geeignet, die Hinweise aller genannter Autoren zusammenzufassen und die Arten des G'schleider und seiner Vergleichshabitate chorologisch zu charakterisieren:

- I nord-europ./eurosibirische aktuelle Verbreitung
- II mitteleuropäische, westeuropäische aktuelle Verbreitung
- III süd-, südost-, osteuropäisch/mediterrane oder vorderasiatische aktuelle Verbreitung

Die Zuordnung der Arten zu Verbreitungstypen sollte die Errechnung einer Arealtypen-Dominanz ermöglichen, mit der die Schmetterlingsgemeinschaft auf der Ebene der zoogeographischen Verbreitung ihrer Arten beschrieben werden könnte.

## **2.10. Biotoppräferenz und Familiengruppendominanz**

Die Beschreibung der Biotopbindung der Artengemeinschaft auf der Ebene der Familiengruppendominanz sollte aus dem Vergleich mit Erhebungen in zwei Wald-Biotopen gewonnen werden. Hier lag umfangreiches Datenmaterial früherer Untersuchungen vor (ESCHE, 1981).

Hierbei wird versucht, eine Beziehung zu zeigen zwischen dem Lebensraum und der Familiengruppenzugehörigkeit als Ausdruck eines Lebensformtypuses mit beispielsweise charakteristischem Thermoregulationstyp. Auch die beiden Vergleichsflächen befinden sich in der Aue des Rheins:

- Die 1. Vergleichsfläche ist ein naturnah bewirtschafteter Eschen-Ulmen-Hartholzauwald (Ulm-Fraxinetum) auf dem „Alten Rappenkopf“ (1100 m südwestlich des G'schleider) bei Rust (Abbildung 8). Auf dieser Fläche herrschen heute noch die für den G'schleider ursprünglich, vor der Zeit der Entwaldung, gegebenen Standortfaktoren.
- Die 2. Vergleichsfläche liegt im durch Grundwasserabsenkung entstandenen Trockenwald bei Grißheim (25 km südlich des Kaiserstuhls). Sie ist, wie Abbildung 9 zeigt, ein Mosaik von Hippohao-Berberidetum, Meso- und Xerobrometen mit Erdflechtengesellschaften und lichten lückigen Waldbeständen. Diese prägen Eiche und Linde sowie einzelne Schwarzpappeln, Zeugen vergangener Zeiten mit höherem Grundwasserstand.

Die Vergleichbarkeit der an den unterschiedlichen Orten erhobenen Daten war gewährleistet durch die nahezu identische Methode (1979 in der Hartholzaue 8 und im Trockenwald 12 Fangnächte; Lichtquelle war hier eine etwas schwächere Petroleum-Hochdrucklampe) [vergleiche ESCHÉ, 1981].

## **2.11. Biotoppräferenz und Arealtypus**

Um die Biotoppräferenz auf der Ebene der Arealtypen zu beschreiben, wurde der Offenlandstandort G'schleider mit dem Waldstandort Rappenkopf verglichen. Hierzu dienten die in Kapitel 2.9 beschriebenen Kategorien zum Verbreitungstypus.

Verglichen wurde der jeweilige Anteil der Arten verschiedener Verbreitungsschwerpunkte. Berücksichtigt wurden alle Arten des jeweiligen Lebensraumes mit relativer Abundanz von  $\geq 0,5\%$  bezogen auf den Gesamtanflug (das sind 67,7% der G'schleider-Individuen, 85,4% der Rappenkopf-Individuen.)

## **2.12. Biotoppräferenz und Rüsseltypus**

Die Korrelation von Biotoppräferenz und Rüsseltypus wurde auf der Grundlage der vier Kategorien der verschiedenen Rüsseltypen untersucht. Analog Kapitel 2.11 wurde der Offenlandstandort G'schleider mit dem Waldstandort Rappenkopf verglichen.

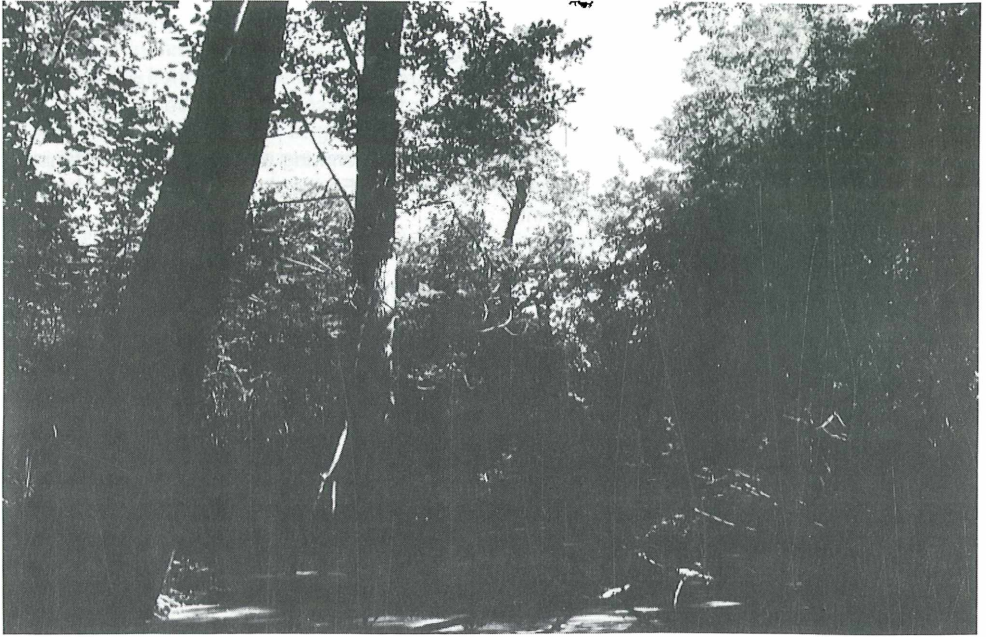


Abbildung 8: Standort Hartholzauwald (TaubergerieBengebiet)

Hierzu waren zusätzlich eine Anzahl Arten dieses Waldstandortes auf ihre Rüsseleigenschaften zu untersuchen.

Berücksichtigt wurden die Arten mit relativer Abundanz des Gesamtanfluges von  $\geq 0,16\%$  (das sind 88% der im Offenlandstandort, 93% der am Waldstandort nachgewiesenen Individuen).

### **2.13. Biotoppräferenz, Arealtypus und Rüsseltypus**

Um die Beziehung zwischen Arealtyp und Rüsseltyp zu untersuchen, wurde die Abweichung der relativen Abundanz der Rüsseltypen vom für den jeweiligen Verbreitungselement charakteristischen Abundanzwert berechnet. Berücksichtigt wurden auch hier alle Arten mit relativer Abundanz  $\geq 0,5\%$  des Gesamtanfluges.

Unterschiedliche Anteile der verschiedenen Rüsseltypen an den Arealtypen in Wald und Offenland sollte die Veränderungen der Schmetterlingsgemeinschaft beschreiben lassen, die die Umwandlung des Waldes in Offenland im vergangenen Jahrhundert zur Folge hatte.

### **2.14. Tagesphänologie**

Das Material zur tageszeitlichen Isolation wird aus Gründen des Umfangs an anderer Stelle veröffentlicht werden. Es war jedoch möglich, wenigstens einen Überblick über die eindrucklichsten Isolationsstrategien zu geben. Die Auswertung erfolgte wie in Kapitel 2.6 beschrieben.



Abbildung 9: Trockenwaldgebiet südlich des Kaiserstuhls

## 2.15. Jahresphänologie

Die Jahresphänologie wurde in Abschnitten von drei Dekaden je Monat für alle Arten mit einer Abundanz  $> 2$  dargestellt. Je Art wurde je Dekade nur ein Abundanzwert, also nur eine Nacht berücksichtigt: die höchste in einer Fangnacht der Dekade erreichte Abundanz. Die niedrigeren Werte der anderen Nächte der Dekade werden dabei als beispielsweise witterungsbedingt suboptimal betrachtet.

Bei einer großen Zahl der Arten ist aus Gründen der wenigen angeflogenen Individuen eine exakte Bestimmung des/der Höhepunktes/Höhepunkte nicht möglich. Daher wurde auf Genauigkeit vor-  
spiegelnde Darstellung der Phänologien in Kurven verzichtet.

Diese Darstellungsweise zeigt nicht wie üblich die Verteilung der Schmetterlingsindividuen über das Jahr und deren Schwerpunkte, sondern die Entwicklung der relativen Abundanz, die für jede Fangnacht von neuem errechnete „Phänologie der Abundanz“!

In Anlehnung an diese Darstellung ergab sich die Berechnung und Darstellung der Artendichte je Dekade unter verschiedenen Gesichtspunkten: die Dichte aller je Dekade anfliegenden Arten, die Dichte allein der je Dekade mit Flugzeithöhepunkt anfliegenden Arten, sowie die Artendichten der den verschiedenen Rüsselkategorien angehörenden Arten.

## 2.16. Jahresphänologie und Rüsseltypen

Die von Monatsdekade zu Monatsdekade wechselnde Artendichte der zu den verschiedenen Kategorien der Rüsseltypen gehörenden Arten wurde für die Darstellung in Tabelle 13 aus Tabelle 12 abgeleitet (siehe Kapitel 2.15).

Bei der Berechnung der von Dekade zu Dekade wechselnden relativen Abundanz der verschiedenen Rüsseltypen fanden allein die Arten mit einer relativen Abundanz von  $\geq 2\%$  in mindestens einer

Anflugnacht Berücksichtigung (d. i. 85% der nachgewiesenen Individuen,  $n = 4648$ ). Von diesen Arten gingen je Art und Dekade allein der höchste erreichte Abundanzwert ein, womit der Anteil der berücksichtigten Individuen 77% ( $n = 4280$ ) des Gesamtanflugs umfaßt.

Die Jahresphänologie der relativen Abundanz der Rüsseltypen wurde auf zweierlei Weise berechnet:

1. der Dekadenwert als Anteil der verschiedenen Rüsseltypen in der Dekade (100% = Summe der in der betreffenden Dekade nachgewiesenen Individuen);
2. der Dekadenwert als Anteil des Jahresanflugs.

### 3. Ergebnisse

#### 3.1. Das Kleinklima

##### **Zum Einfluß des Witterungsablaufs und des Mikroklimas auf die Aktivität der Nachtschmetterlinge und das Fangergebnis**

Die G'schleider-Wiesen liegen in den topographisch tiefsten Bereichen des Oberrheintalgrabens. Die im Laufe der Nacht aus dem Mittelgebirge eintreffenden Kaltluftströme schaffen bis zum Morgen ein von besonders niedrigen Temperaturen geprägtes „Gelände-“ oder „Standortsklima“ [Definition nach BLÜTHGEN, 1966]. Diese für die Aktivität von Nachtinsekten ungünstige Situation wird durch das „Kleinklima“ [Definition nach BLÜTHGEN, 1966] weiter verschärft:

Mit Sonnenuntergang setzt verstärkt Ausstrahlung ein. Bei wolkenfreiem Himmel kühlt die bodennahe Luftschicht des Offenlandes schnell aus. Starker Taufall durchnäßt die Wiesen oft bereits während der Dämmerung. Als Folge der Dezimeter-Geomorphologie entstehen in den Rinnen und Senken Kaltluftseen. Hier beginnen Taufall und Bodennebel besonders früh.

In den Gehölzstrukturen hält das Blattwerk die Wärme des Tages und strahlt sie in die Säume aus. Die Folge ist ein fühlbares Temperaturgefälle Gehölz > Saum > Wiesenkuppen > Wiesensenken mit Temperaturunterschieden zwischen Gehölzinnerem und Offenland von 4 bis 8°Celsius.

Zum ungünstigen Witterungsverlauf des Sommers 1984 treten also weitere Ungunfstaktoren, die im Offenland-Charakter und der topographischen Lage der Fläche begründet liegen. Dies ist nicht allein für den Fang der Tiere bedeutsam – etwa jede dritte Fang-Nacht mußte wegen geringen Anfluges infolge Kälte oder einsetzenden Starkregens abgebrochen werden – sondern beeinflußt offenbar die räumliche und zeitliche Verteilung der Nachtschmetterlinge im Biotop.

#### 3.2. Die Arten

Im Untersuchungsjahr 1984 flogen 312 Arten mit 5.567 Individuen nachtaktiver Macrolepidoptera an die beschriebene Lichtanlage. Tabelle 1 enthält die vollständige Artenliste aus dem Untersuchungsjahr 1984.

Die nachgewiesenen Arten entsprechen etwa 75% der vom Autor seit 1970 mit verschiedenen Methoden im Gebiet nachgewiesenen Arten (GERKEN & ESCHÉ, 1979, unveröffentlicht; ESCHÉ, 1981).

#### 3.3. Das Geschlechterverhältnis

Die Sexilität verschiedener Arten zeigt Tabelle 3.

Beim Geschlechterverhältnis liegt, wie stets beim Lichtfang, das Gewicht auf Seiten der ♂♂: Bei den 3.343 geschlechtsdeterminierten Tieren ist das Verhältnis ♂♂:♀♀ wie 3:1.





Abbildung 10: Der erste Bodennebel weist auf die Orte größten Temperaturabfalls. Im Bildmittelgrund hebt sich die Kante eines Kiesrückens gegen die nebelgefüllte Rinne dahinter deutlich ab. Auch die Säume der Gehölzformationen, Wärmeinseln im Offenland, sind nebefrei.

Bei vielen Arten erscheinen fast nur oder ausschließlich ♂♂ am Licht wie bei:

- *Lymantria dispar* (Lymantriidae, Trägspinner) mit 24 ♂♂, 1 ♀
- *Philudoria potatoria* (Lasiocampidae, Glucken) mit 89 ♂♂, 9 ♀♀

ferner: *Diacrisia sannio* (Arctiidae, Bärenspinner), *Toxocampa pastinum* (Noctuidae, Eulen), *Eclipoptera silaceata* und *Scopula immutata* (Geometridae, Spanner) und viele andere.

Ausnahmen sind:

- *Macrothylacia rubi* (Lasiocampidae, Glucken) tagaktive ♂♂ nachts nicht am Licht, jedoch 11 ♀♀;
- *Hoplodrina blanda* (Noctuidae, Eulen) mit 9 ♂♂, 14 ♀♀;
- *Camptogramma bilineata* (Geometridae, Spanner) mit 2 ♂♂, 14 ♀♀;
- *Chloroclystis v-ata* (Geometridae, Spanner) mit 2 ♂♂, 12 ♀♀.

### 3.4. Artendominanz

Die nach absteigender Artendominanz [vergleiche Bemerkungen zu Licht-Aktivitätsdichte vs. wahre Abundanz Teil A, Kapitel 4.1, 4.2 und 4.3.1] (auf den Jahres-Gesamtanflug bezogene Jahres-Abundanz) geordnete Artenübersicht zeigt Tabelle 4. Die Bildung von Dominanzklassen (nach TISCHLER, 1949 und HEYDEMANN, 1953) beschreibt mit einer relativen Abundanz von

- > 10% als eudominant: keine Art
- > 5% als dominant:
  - 0,3% der Arten mit 7% der Individuen  
(1 Art: *Scotia exclamationis* mit 410 Individuen)
- > 2% als subdominant:
  - 2% der Arten mit 16% der Individuen  
(6 Arten mit 888 Individuen)
- > 1% als rezedent:
  - 7% der Arten mit 28% der Individuen  
(22 Arten mit 1569 Individuen)
- ≤ 1% als subrezedent:
  - 90% der Arten mit 49% der Individuen  
(283 Arten mit 2700 Individuen)

Die nach der „phänologischen“ Abundanz berechneten maximal erreichten Dominanzwerte (Hauptanflugsnacht) zeigt Tabelle 5. Die in einer Hauptanflugsnacht erreichten Abundanzen sind naturgemäß höher als die relative Jahres-Abundanz. Die von Tabelle 4 abweichende Reihenfolge ergibt sich aus dem artspezifischen Verteilungsmuster über das Jahr. Nach der Berechnung der phänologischen Abundanz ergeben sich

- als eudominant
  - 3% der Arten mit 22% der Individuen
- als dominant
  - 9% der Arten mit 50% der Individuen
- als subdominant
  - 12% der Arten mit 13% der Individuen
- als rezedent und subrezedent
  - 76% der Arten mit 15% der Individuen

### 3.5. Familiengruppendominanz

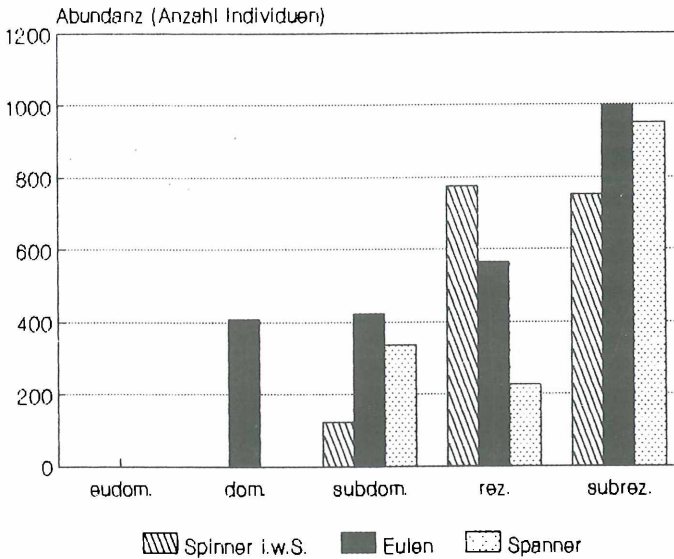
Der Anteil der Familiengruppen am Anflug sowohl hinsichtlich ihrer Individuen wie auch der Arten ist in Tabelle 6 dargestellt.

Die „Eulen“ (Noctuidae) sind nach Arten, vor allem aber nach Individuen, die stärkste, die „Spanner“ (Geometridae) die individuenschwächste Familiengruppe, besonders in Anbetracht ihrer Artenzahl.

Bei den drei Gruppen Spinner, Eulen und Spanner ist

das Artenverhältnis	1	1,6	1,5
das Individuenverhältnis	1	1,4	0,9.

Den Anteil der Familiengruppen an den verschiedenen Dominanzklassen [vergleiche vorangegangenes Kapitel] zeigt die folgende Abbildung.



)\* dom = dominant; rez. = rezedent

Abbildung 11: Familiengruppendominanz im G'schlede.

Hinsichtlich ihrer Arten- und Individuenzahlen überwiegen bei den Dominanten und Subdominanten die Eulen, dicht gefolgt von den Spannern. Damit stellen diese beiden Gruppen den Großteil der häufigen Arten.

Unter Dominanten und Subdominanten befinden sich 2% der Arten mit 23% aller Individuen.

Allein bei den Rezedenten überwiegen mit Arten- wie Individuenzahlen die Spinner.

Bei den Subrezedenten liegen die Artenzahlen der Spinner wieder hinter denen der Eulen und Spinner.

### 3.6. Typisierung der Rüssel und Dominanz (Rüsseltypenabundanz)

Die Rüssel ließen sich mit einer Stereolupe leicht auf ihre Beschaffenheit wie Länge, Farbe und Grad der Sklerotisierung untersuchen. Die Ausstattung mit Sensillen wie auch Pollenbesatz wird jedoch erst bei starker Vergrößerung sichtbar. Pollen besitzen einen durchschnittlichen Durchmesser von  $25\mu$ . Als Pollenkörner erkennbar sind sie in Binokularen allein bei optimaler Auflösung und maximaler Vergrößerung. Einzellige Hefen ( $2-17\mu$ ) und andere Organismen dieser Größenklasse, die sich neben Pollenkörnern auf den Rüsseln finden, lassen sich allein im Lichtmikroskop oder REM nachweisen.

Die Rüssel ließen sich 4 Kategorien zuordnen:

#### 1. Kategorie: „Kräftige Rüssel“ – Gammaeulen-Schwärmer-Typ

Stark sklerotisierte, elastische, oft sehr lange Rüssel mit wenigen sensilla styloconica. Nie bilden sie in distaler Anhäufung eine Pinselstruktur.

Beispiele: *Deilephila porcellus*, *Autographa gamma*.



## 2. Kategorie: „Rüssel mittlerer Stärke“ – „Schilfeulen-Typ“

Hellbraune, teils auch braune Rüssel durchschnittlicher Länge; Spitze oft mit in Anzahl und Größe auffälligen gebündelten sensilla styloconica: „Pinzelstruktur“

Beispiele: *Mythimna pallens*, *Phlogophora meticulosa*.

## 3. Kategorie: „Schwach ausgebildete Rüssel“ – Drepaniden-Typ

Wenig sklerotisierte, daher weißliche oder gelbliche Probosces von spröder Beschaffenheit; teilweise mit vielen und/oder hohen sensilla styloconica besetzt; Galeae einiger Arten (*Diacrisia sannio*) ungleich lang; oft getrennt.

Beispiele: *Drepana binaria*, *Zanclognata tarsicrinalis*.

## 4. Kategorie: „Reduzierte Rüssel“ – Lymantriiden-Typ

Die Galeae sind gänzlich (0 mm) zurückgebildet oder zumindest auf wenige Zehntelmillimeter oder Millimeterlänge verkürzt. Die Galeae sind bei manchen Arten nicht miteinander verbunden und oft ungleich lang („unpaar“).

Beispiele: *Lymantria monacha*, *Philudoria potatoria*.

Eine Reihe Sonderbildungen konnten nachgewiesen werden, die darzustellen jedoch den Rahmen dieser Arbeit sprengen würde. Allein zwei seien kurz angesprochen:

– Sexualdimorphismus der Mundwerkzeuge wurde bisher bei Nachtschmetterlingen nicht beschrieben. Bei zumindest drei Spannern unterscheiden sich die Geschlechter deutlich in Rüssellänge und -härte: *Horisme tersata*, *Lycia hirtaria* und *Peribatodes secundaria* (Geometridae).

– Funktionsmorphologische Sonderbildungen wie Rassel- und Sägestrukturen sind im Lichtmikroskop oder REM darstellbar. In dieser Weise spezialisierte Rüssel zeigen etwa die Noctuide *Scoliopteryx libatrix* (Abbildung 29) oder die Geometride *Scopula ornata* [vergleiche Teil A, Kapitel 4.4.1].

Die Angaben in der Literatur erwiesen sich teilweise als irreführend. So macht SPULER (1908, 1910) für folgende Arten völlig abwegige Angaben zur Ausbildung des Rüssels (mehrfach überprüfte eigene Befunde in [] Klammern):

<i>Apamea sublustris</i>	kräftig	[Rüssel von mittlerer bis schwacher Ausbildung, mit Pinzel]
<i>Bupalus piniarius</i>	normal	[Länge 1,,5 mm]
<i>Tethea ocularis</i>	kräftig	[Länge auf wenige mm reduziert]
<i>Crocallis elinguaris</i>	schwach	[Rüssel auf 0 mm reduziert]

Abweichende Angaben macht auch MÖLLER (1986), die einige am frischen Tier wie am Sammlungsexemplar schwarze und schwarz-braune Rüssel als „ocker“ oder „hellbraun“ einstuft (im Durchlicht?); offenbar führten die Präparationsmethoden zur Aufhellung der Galeae (MÖLLER, 1986, vergleiche: *Amathes c-nigrum*, *Autographa gamma*, *Axylia putris* und andere).

Eine Übersicht der Typisierung der Rüssel der untersuchten Arten aus den Taxozönosen G'schleder (Wiesen-Hecken-Waldrand-Lebensraum) und Rappenkopf (Lebensraum Hartholz-Auwald) geben Tabelle 7 und 8.

Gesicherte Daten zur Rüsselmorphologie liegen zu 98% der nachgewiesenen Individuen bzw. 252 Arten des Untersuchungsgebietes G'schleder sowie zu 98% der Individuen der Fläche Rappenkopf vor.

Die Abundanzwerte zum G'schleder wurden auf zwei verschiedenen Wegen errechnet:

a) unter Bezugnahme auf die Jahres-Dominanz: berücksichtigt wurden alle Arten mit einer relativen Abundanz  $\geq 0,16\%$  (= 88% des Jahresanflugs);

b) unter Bezugnahme auf die „phänologische Dominanz“: berücksichtigt wurden alle Arten, die in zumindest einer Nacht relative Abundanzen von  $\geq 2,0\%$  erreichten, also in einer aktuellen Situation tatsächlich zumindest subdominant gewesen waren (85% des Jahresanflugs).

Die Ergebnisse beider Berechnungen sind nahezu identisch, weshalb in Tabelle 9 allein die auf der Grundlage der Jahres-Abundanz erhaltenen Ergebnisse dargestellt werden. Als einziger Unterschied ergab sich nach der phänologischen Abundanz eine deutlich größere Individuenstärke der Arten der Kategorie I.

Wie Tabelle 9 und Abbildung 14 [vergleiche Teil A, Kapitel 3.9] zeigen, haben die vier Rüsselkategorien an der „Nachtschmetterlingsgemeinschaft G'schleder“ unterschiedliche Anteile: Die meisten Individuen besitzen gut ausgebildete Galeae, vermögen also ungehindert aus Blüten Nektar zu gewinnen. Über ein Drittel der Arten und ein Drittel der Individuen jedoch besitzt schwach oder reduziert ausgebildete Rüssel. Dem größeren Teil dieser Tiere ist nicht nur der Blütenbesuch, sondern die Nahrungsaufnahme überhaupt verwehrt. Die der ersten Kategorie zugehörigen Arten sind individuenstärker, die der dritten Kategorie individuen schwächer als die der restlichen Kategorien.

### 3.7. Biotopvergleich (I) Familiengruppendominanz dreier Nachtschmetterlingsgemeinschaften

Der Vergleich der im Rahmen dieser Arbeit untersuchten Nachtschmetterlingszönose mit den beiden weiteren Gemeinschaften (Hartholz-Auwald und Trockenwald) zeigte deutliche Unterschiede zwischen den Lebensräumen.

Das Wiesen-Hecken-Waldrand-Biotopmosaik im G'schleder mit 312 Arten ist die artenreichste Gemeinschaft. Die Artenzahlen sind dabei jeweils auf eine Fangsaison zu beziehen; vom G'schleder sind mit eigenen Untersuchungen seit 1970 mit verschiedenen Methoden bisher etwa 420 Nachtschmetterlingsarten nachgewiesen.

Das Säulendiagramm der Abbildung 12 zeigt den Anteil der Individuen an den Familiengruppen in den verschiedenen Lebensräumen. Die Werte sind aus der ausführlicheren Tabelle 6b entnommen.

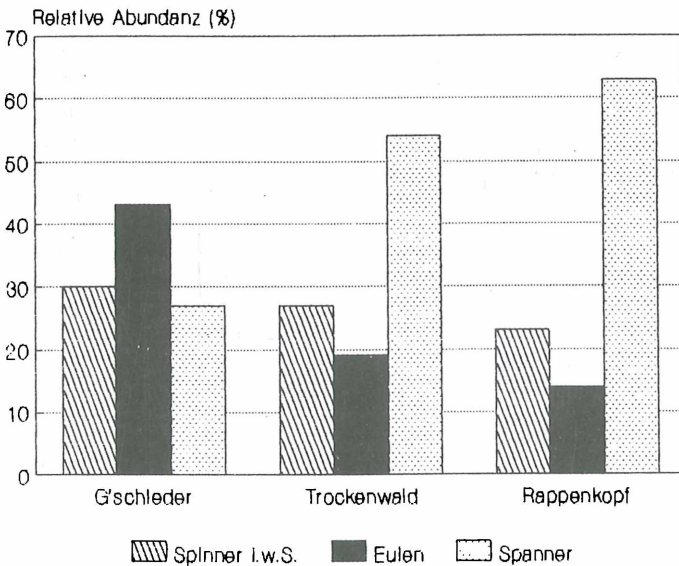


Abbildung 12: Familiengruppendominanz dreier Biotope

Bei den drei Gruppen Spinner, Eulen und Spanner ist

im G'schleder	das Artenverhältnis	1: 1,6 1,5
	das Individuenverhältnis	1: 1,4 : 0,9
im Trockenwald	das Artenverhältnis	1 1 1,7
	das Individuenverhältnis	1 : 0,7 : 2
am Rappenkopf	das Artenverhältnis	1 1 : 2
	das Individuenverhältnis	1 : 0,6 : 2,7

Im Vergleich G'schleder – Rappenkopf erscheinen die Spanner (Geometridae) als die den Wald kennzeichnende Gruppe Gehölzfressern (nur einige Larven der Gattung *Scopula* leben an Gräsern). Deutlich liegt ihre relative Arten- und Individuendichte im G'schleder unter den Werten des Auwaldes am Rappenkopf. Im G'schleder stellen sie nicht allein weniger Arten, auch ihre Abundanz ist beträchtlich geringer. Umgekehrt „verhalten“ sich die Eulen (Noctuidae), unter deren Larven – ganz im Gegensatz zu den Geometriden – eine große Zahl an Gräsern lebender Arten ist. Die Familiengruppe der Spinner i.w.S. zeigt außer einer geringen Zunahme des Verhältnisses Individuenzahl/Artenzahl von der Hartholzauwe über den Trockenwald zum G'schleder keine deutlichen Veränderungen.

Der Trockenwald nimmt eine Mittelstellung ein, wie er sich auch auf der Ebene der Dynamik der Landschaftsveränderung im Zwischenstadium einer nicht abgeschlossenen Entwicklung befindet.

### 3.8. Biotopvergleich (II)

#### Zwei Nachschmetterlingsgemeinschaften und die Verbreitungsschwerpunkte ihrer Arten

Die Typisierung der Arten nach ihrer Verbreitung erlaubte die Zuordnung zu folgenden drei Kategorien von Arealtypen:

- I mitteleuropäisch und westeuropäisch Verbreitete
- II nordeuropäisch-eurosibirische Verbreitete
- III süd-, südost-, osteuropäisch und mediterran oder vorderasiatisch Verbreitete

Die untersuchten Arten und ihre chorologische Zuordnung zeigt Tabelle 10. Die Anteile der Kategorien an den beiden Taxozönosen zeigt die folgende Abbildung:

In Tabelle 11a sind die dieser Abbildung zugrundeliegenden Daten dargestellt. Aus dieser Tabelle sind auch die Unterschiede hinsichtlich Arten- und Individuenverhältnis der drei Arealtypen zu entnehmen.

Bei den drei Kategorien I, II und III ist

im G'schleder:	das Artenverhältnis	1 : 0,4 : 0,6
	das Individuenverhältnis	1 : 0,3 : 0,4
im Rappenkopf:	das Artenverhältnis	1 1,1 : 0,6
	das Individuenverhältnis	1 1,6 1,7

Die Nachschmetterlingsgemeinschaften der beiden Untersuchungsflächen unterscheiden sich deutlich hinsichtlich der aktuellen Verbreitungsschwerpunkte ihrer Mitglieder:

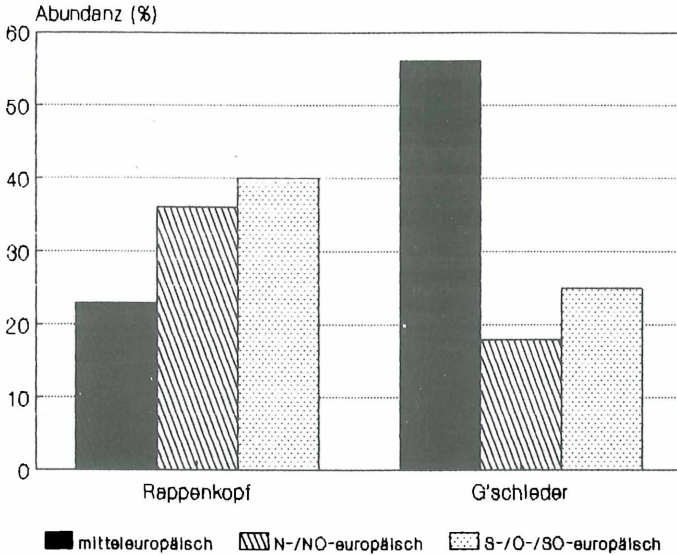


Abbildung 13: Relative Abundanz der Faunenelemente

Die Wiesen-Hecken-Landschaft des G'schledler kennzeichnet eine große Zahl mittel-/westeuropäisch verbreiteter Arten und Individuen. Auch die durchschnittliche Individuenzahl je Art ist bei dieser Gruppe die höchste.

Den Hartholzauwald charakterisieren das südlich-/südöstliche Element (hinsichtlich Artenzahl und Individuenstärke) und das nördlich/nordöstliche Element (Artenzahl).

### 3.9. Biotopvergleich (III) Rüsseltypen und Artengemeinschaften

Die beiden Lebensräume unterscheiden sich deutlich in den Anteilen ihrer Individuen an den vier Rüsseltypen (I = Kräftige Rüssel, II = Rüssel mittlerer Stärke, III = schwach ausgebildete Rüssel, IV = reduzierte Rüssel).

In Tabelle 9 sind die dieser Abbildung zugrundeliegenden Daten dargestellt. Bei den vier Kategorien I, II, III und IV ist

im G'schledler	das Artenverhältnis	1 : 0,6 : 0,3 : 0,6
	Individuenverhältnis	1 : 0,5 : 0,2 : 0,5
im Rappenkopf	das Artenverhältnis	1 : 1,4 : 0,7 : 0,9
	Individuenverhältnis	1 : 1,1 : 0,5 : 0,6

Folgende Unterschiede zwischen beiden Lebensräumen werden deutlich:

Im Wiesen-Hecken-Lebensraum G'schledler sind die Tiere mit „kräftig“ ausgebildetem Rüssel des Gammaeulen-Schwärmer-Typus [vergleiche Kapitel 3.6 (1. Kategorie)] die individuen- und artenstärkste Gruppe. Den geringsten Anteil unter Individuen wie Arten haben die „schwach“ ausgebildeten Rüssel des Drepanidentypus [vergleiche Kapitel 3.6 (3. Kategorie)].

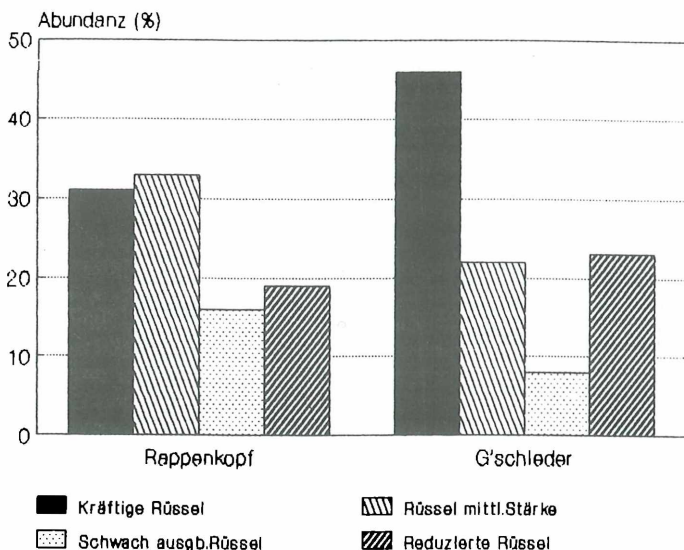


Abbildung 14: Relative Abundanz der Rüsseltypen

Im Hartholzauwald des Rappenkopf ist der Anteil der „Rüssel mittlerer Stärke“ am stärksten vertreten. Dabei sind die Unterschiede in den Anteilen der verschiedenen Kategorien im Auwald-Lebensraum geringer.

Kategorie I und II ergeben gemeinsam betrachtet in Wiese wie Wald gleiche Anteile (vergleiche Tabelle 9). Im Auwald ist dabei das Zahlenverhältnis ausgeglichener – zugunsten der „Rüssel mittlerer Stärke“.

Auch Kategorie III und IV zusammengenommen ergeben in beiden Lebensräumen etwa gleiche Anteile, wobei im Auwald das Verhältnis zwischen beiden ausgewogener ist – zugunsten der „schwach ausgebildeten Rüssel“

Bei der Umwandlung des Waldes in Offenland fand also offenbar eine starke Verschiebung zugunsten der kräftigen und zuungunsten der schwach ausgebildeten Rüssel statt.

### 3.10. Biotopvergleich (IV)

#### Zu den Beziehungen zwischen Arealtyp und Rüsseltyp

Die Gegenüberstellung von Rüsseltyp und Arealtyp in Tabelle 11b zeigt die Anteile der Rüsseltypen unter den verschiedenen Verbreitungselementen. Die Rüsseltypen sind unter den verschiedenen Arealtypen unterschiedlich verteilt – im Offenland in anderer Weise als im Auwald:

1. Im G'schleder werden der reduzierte, der mittelstarke und der kräftige Rüssel vom mitteleuropäischen Element getragen. Allein der schwach ausgebildete Rüssel wird von den Individuen, die dem nord-/nordosteuropäischen Element angehören, eingebracht.

2. Im Auwald des Rappenkopfes macht das süd-/südosteuropäische Element die Mehrheit der reduzierten und kräftigen Rüssel aus. Die schwach und mittelstark ausgebildeten Rüssel tragen die Individuen der nord-/nordosteuropäisch verbreiteten Arten.

Für jeden Rüsseltyp wird deutlich, welches chorologische Element für seine Zu- oder Abnahme bei der Überführung des Waldes (Rappenkopf) in Offenland (G'schleder) verantwortlich war. Die Zunahme des Anteils der kräftig ausgebildeten Rüssel mit der Umwandlung des Waldes in Offenland ist offenbar eine Folge der Zunahme des mitteleuropäischen Verbreitungselementes. Dies gilt auch für die Abnahme des Anteils der schwächer ausgebildeten Rüssel.

### 3.11. Die Jahres-Phänologie

Artendichte, Individuen-Dichte und Populationsgröße der verschiedenen Arten verteilen sich ungleich über das Jahr. Eine Übersicht über die Hauptflugzeiten der Arten im Sinne der „phänologischen Abundanz“ gibt Tabelle 12. In Anlehnung an diese wurde Tabelle 13 gebildet, um eine Übersicht über den Jahrgang der Artendichte zu gewinnen. Dieser wird gekennzeichnet durch einen beständigen Anstieg der Artenzahlen bis Ende Juli, unterbrochen durch einen witterungsbedingten Abfall zu Julibeginn.

Ergänzend zu dieser Aufstellung weist Tabelle 5 auf die Hauptanflugsnacht jeder einzelnen Art, in Reihenfolge der in der jeweiligen Nacht erreichten Dominanz. Die Reihenfolge der Arten in dieser Tabelle unterscheidet sich von der auf den Gesamtanflug bezogenen Reihenfolge der Dominanzen in Tabelle 4, die die je nach Art verschieden ausgebildete Jahresphänologie nicht berücksichtigt.

Für die verschiedenen Ausprägungen Formen der Jahresphänologie, wie sie Tabelle 12 demonstriert, seien hier einige Beispiele zusammengestellt und in Tabelle 14 zum besseren Verständnis gesondert zusammengestellt:

Neben Arten ohne ausgesprochene Anflugmaxima wie *Phalera bucephala* gibt es Arten, deren Anflug sich auf wenige Nächte konzentriert wie bei *Comibaena pustulata*, *Ouraapteryx sambucaria*, *Stilpnotia salicis* und *Siona lineata*.

Früh fliegenden Arten wie *Dasychira pudibunda* oder *Scotia cinerea* stehen Spätsommer-Tiere gegenüber: *Amathes xanthographa*, *Talpophila matura*, *Pachygastris trifolii*.

Den ganzen Sommer über aktive „Dauerflieger“ sind *Deilephila porcellus*, *Hoplodrina ambigua* und *Opisthograptis luteolata*. Sie markieren dabei mit jeweils mehreren Anflugmaxima die verschiedenen Generationen.

*Lomaspilis marginata* und *Semiothisa clathrata* schlüpfen offenbar sukzessive während des ganzen Sommers.

Deutlich voneinander geschiedene Generationen zeigen *Mythimna pallens*, *Melanthia procellata* und *Clostera curtula*.

Fliegt eine Art in mehreren Generationen, sind diese oft verschieden stark ausgeprägt:

- Bei *Pareulype berbera* und *Diacrisia sannio* ist die 1. Generation individuenstärker; der letztere flög in der 1. Generation mit der zweifachen Aktivität der 2. Generation ans Licht (1. Gen. = 18 Indiv., 2. Gen. = 9 Indiv.);
- *Amathes c-nigrum* flög in der 2. Generation mit zweifacher Aktivität im Vergleich zur 1. Generation (1. Gen.: 25 Individuen, 2. Gen.: 51 Individuen).

Nah verwandte Arten fliegen meist zur gleichen Jahreszeit; deutlich getrennt fliegen jedoch die Arten der Gattungen *Philereme*, *Cabera* und *Clostera*.

Die Artenzusammensetzung der Nachtschmetterlingsgemeinschaft ändert sich also im Verlauf des Jahres ständig. Dabei ist die zeitliche Beschränkung der Flugzeiten je Art unterschiedlich ausgebildet und ausgeprägt.

Mit Tabelle 13 wird deutlich:

1. Aufgrund der jahreszeitliche Verteilung der Arten begegnen sich in einer Dekade nurmehr durchschnittlich 33% aller Arten (Tabelle 13a).
2. Die meisten Arten besitzen Flugzeithöhepunkte; Begegnungen zwischen Arten mit Flugzeithöhepunkt in der jeweiligen Dekade sind je Dekade allein zwischen durchschnittlich 8% aller Arten möglich (Tabelle 13b).
3. Bei Blütenbesuchern – also bei Arten mit kräftigen Rüsseln und Rüsseln mittlerer Stärke – beschränken sich diese Begegnungen auf 5% aller Arten.

### 3.12. Relative Abundanz und „phänologische“ Abundanz im Vergleich

Die auf den Jahresanflug bezogene relative Abundanz unterscheidet sich deutlich von der auf die Hauptanflugsnacht bezogenen „phänologischen“ Abundanz. In Tabelle 5 werden diese beiden Parameter gegenübergestellt. Von den folgenden Arten wird die relative, dann die phänologische Abundanz genannt [vergleiche Tabelle 5: die genannten Arten sind – als willkürliche Auswahl – die ersten 5 Arten in der Tabelle], hinzugefügt ist die Anzahl der nachgewiesenen Individuen und der Anflugsnächte (x):

<i>Clostera curtula</i>	0,65 %	33 %	n = 36	(10x)
<i>Dasychira pudibunda</i>	0,89 %	13 %	n = 49	(9x)
<i>Malacosoma neustria</i>	1,65 %	13 %	n = 92	(6x)
<i>Diacrisia sannio</i>	0,49 %	9 %	n = 27	(6x)
<i>Phragmatobia fuliginosa</i>	2,25 %	9 %	n = 125	(8x)

Die phänologische Abundanz muß höher sein als die relative Abundanz, da die Bezugsgröße der relativen Abundanz der Jahresanflug ist. Bei den beiden ersten Arten liegen zwei, bei den folgenden zwei Arten zwei Dominanzklassen zwischen den beiden Werten. *Dasychira pudibunda* etwa ist gemessen am Jahresanflug häufiger als *Clostera curtula*, erreicht jedoch in seiner Hauptflugsnacht eine Abundanz von nur 13%, da sein Anflug gleichmäßiger über die artspezifische Flugzeit im Jahr verteilt ist.

### 3.13. Die Tagesphänologie

Der Jahres-Phänologie ist bei vielen Arten eine Tages-Phänologie unterlagert.

Der Anflug von Insekten an Licht setzt gleich zu Ende der Dämmerung mit in warmen Nächten oft unglaublichen Massen von Dipteren und Trichopteren ein. Nachtschmetterlinge finden zunächst nur vereinzelt zum Licht. Erst nach etwa 30 Minuten nimmt der Schmetterlingsflug zu. Ein Großteil der Nachtschmetterlingsarten beginnt seinen Anflug innerhalb der 1. Stunde nach der Dämmerung und erreicht einen Anflughöhepunkt noch vor Mitternacht. Doch gibt es auch Arten mit ausgesprochen spätem Anflugbeginn und spätem Flugmaximum.

- Als Dämmerungsflieger mit einer nur kurzen, prägnanten Licht-Aktivitätszeit von 1–1,5 Stunden erwiesen sich die auch am Tag aktive *Siona lineata* sowie *Deilephila porcellus*, *Deilephila elpenor*, *Axyليا putris*.
- Den mit dem Sonnenstand von Woche zu Woche sich zeitlich verlagernden Sonnenuntergang bzw. Dämmerungsbeginn vollziehen Arten, wie *Autographa gamma* und *Semiothisa clathrata* (die beide auch tagaktiv sind), *Axyليا putris* mit.
- Spätflieger-Arten mit kurzer, prägnanter später Flugzeit sind beispielsweise *Apamea anceps* (24h), *Boarmia punctinalis* (24h), *Malacosoma neustria* (23.30h), *Smerinthus ocellata* (1h), *Loathoe populi* (1.30h) [angegebene Zeiten in MEZ].

- Auf geschlechtsspezifische Jahres-Phänologie weisen die Anflüge von *Cabera exanthemata* und *Eupithecia centaureata*, bei denen die ♀♀ erst nach den ♂♂ erscheinen. Bei *Mythimna albipuncta* erscheinen ganz im Gegensatz zur 1. Generation in der 2. Generation vorwiegend ♀♀ am Licht.
- Viele nahverwandte Arten fliegen nicht miteinander, sondern schließen sich in ihren Erscheinungszeiten aus. Hierbei zeigen jahresphänologische Trennung die Arten *Jaspidea pygarga* und *deceptorica*, *Spilosoma menthastri* und *lubricipeda*, *Deilephila elpenor* und *porcellus*, Arten der Gattung *Mythimna* (weniger deutlich bei Arten der Gattung *Drepana* und *Tethea*).
- Tagesphänologische Trennung zeigen *Deilephila elpenor* und *porcellus*, *Spilosoma menthastri* (22.30–23.00h) und *lubricipeda* (23.30–1.00h), *Apamea sublustris* (22.00h), *Apamea anceps*, *monoglypha* und *sordens* (24.00h).

Viele Nachtschmetterlinge beschränken ihre Aktivität also auf zwei zeitlichen Ebenen – der jahreszeitlichen und der tageszeitlichen – und je nach Art in verschiedener Weise und in verschiedenem Grade.

### 3.14. Jahres-Phänologie und Artendominanz

Bei vielen Autoren folgt an dieser Stelle eine Beschreibung von sich zeitlich ablösenden Nachtschmetterlings-Gemeinschaften, sogenannte Aspekte (siehe REZBANYAI-RESER, 1988; MEINEKE, 1982). Davon wird hier bewußt abgesehen (vergleiche Diskussion in Teil A, Kapitel 4.3.2).

### 3.15. Jahres-Phänologie und Rüsseltyp

#### 3.15.1. Rüsseltypenabundanz im Jahresgang

Wie die Arten- und Individuendichte im allgemeinen unterliegt auch die Abundanz der verschiedenen Rüsseltypen (d. i. die Abundanz der Arten und Individuen mit unterschiedlichen Rüsseltypen) einem Jahresgang. Tabelle 13c, d zeigt den Anteil der Arten mit den unterschiedlichen Rüsselkategorien im Jahresgang. Während Tabelle 13 die Anteile der Arten je Dekade bezogen auf den Gesamtanflug (berücksichtigt wurden alle Arten mit Abundanz > 2, 100% = 225 Arten) im Untersuchungsjahr zeigt, beziehen sich die Werte der Tabelle 15 auf die Individuenzahl des Anflugs der jeweiligen Dekade.

Die Darstellungen zeigen einen unterschiedlichen Jahresgang der Arten mit dem jeweiligen Rüsseltyp (bzw. der „Jahresphänologie der Rüsseltypen“): Nach Tabelle 13c, d entspricht der Jahresgang der Abundanz der verschiedenen Rüsseltypen dem allgemeinen Jahresgang der Artendichte (Tabelle 13a). Die Kombination von jahreszeitlicher Isolation mit Flugzeithöhepunkt und der Ausbildung eines für Blütenbesuch geeigneten Rüssels erfüllen je Dekade nur 5% aller auf der Untersuchungsfläche nachgewiesenen Arten.

Abbildung 15a zeigt die Jahresphänologie der relativen Abundanz der (Arten mit den jeweiligen) Rüsseltypen. Die relative Abundanz eines Rüsseltyps ändert sich mit dem sukzessiven Artenwechsel während des Sommers ständig. Der Individuenanteil der Rüsseltypen am Anflug in der jeweiligen Dekade erscheint nach Tabelle 15 in seinem Verlauf fast das gesamte Jahr über gegenläufig zur vorigen Darstellung. So erreichen die Arten mit schwach oder reduziert ausgebildetem Rüssel Ende Juli einen Höhepunkt. Doch ihr Artenanteil je Dekade erfährt im Mai einen ersten Höhepunkt, um dann bis Ende Juli stetig abzufallen. Ein zweiter Höhepunkt wird im August erreicht. Der Jahresgang bei den Arten mit kräftigem Rüssel und Rüsseln mittlerer Stärke erscheint vor allem zu Anfang und Ende der Vegetationsperiode gegenläufig zum auf die Individuen bezogenen Jahresgang.

Der Vergleich von durchschnittlichem Anteil eines bestimmten Rüsseltyps am Gesamtanflug Dekade für Dekade mit der tatsächlich erreichten phänologischen Abundanz während dieser Dekaden führt



– 34 –

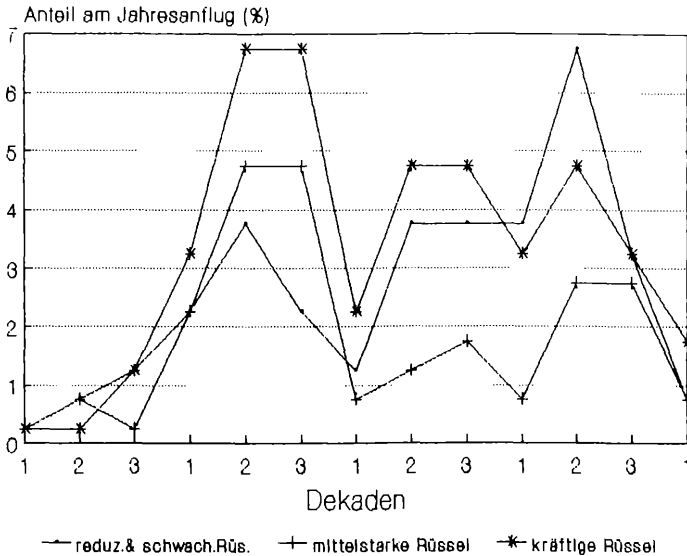


Abbildung 15a: Die Jahresphänologie (der relativen Abundanz) der Rüsseltypen (n = 1467; berücksichtigt sind alle Arten mit relativer phänologischer Abundanz 2% in mindestens einer Anflugsnacht).

zum Jahrgang der Abweichung vom Jahresdurchschnitt: dies zeigt Abbildung 15b für die Rüsseltypen „schwach ausgebildete“ und „reduzierte“ Rüssel (auf den Jahresanflug bezogener Gesamtdurchschnitt [vergleiche Tabelle 9] sind 8% + 23% = 31%).

Der „erwartete“ Wert von 31% wurde im Juni und zu Anfang September deutlich unterschritten. Während der Monate Mai, Juli und August sind Individuen dieser Rüsselkategorien über Erwartungen gut repräsentiert. Umgekehrt fliegen im Juni besonders viele Individuen mit für Blütenbesuch ausgebildeten Rüsseln.

Die entsprechenden Werte für die Arten mit kräftigem Rüssel oder Rüssel mittlerer Stärke sind dem in Abbildung 15b dargestellten Kurvenverlauf gegenläufig. Den Monat charakterisieren besonders viele Arten und Individuen der Rüsselkategorien III und IV, also der für Blütenbesuch gut ausgerüsteten Tiere

Mai und August sind die Monate der höchsten Artendichten und Abundanzen der Arten mit schwach oder reduziert ausgebildetem Rüssel.

### 3.15.2. Rüsseltyp-Phänologie und Konkurrenzvermeidung an der Blüte

Die Darstellungen der Tabellen 13a–e zeigen, wieviele Arten für die Konkurrenz um Nektar überhaupt in Frage kommen können: Nur ein Teil der je Dekade aktiven Arten (vergleiche [a]) hat in der jeweiligen Dekade seinen Flugzeithöhepunkt (vergleiche [b]), und nur ein Teil der Tiere besitzt für den Blütenbesuch geeignete Rüssel (vergleiche [c] und [d]).

Tabelle 13e zeigt den Anteil der Arten mit für den Blütenbesuch geeigneten Rüsseln, die in der jeweiligen Dekade ihren Flugzeithöhepunkt haben. Dies sollten die Arten sein, unter denen zuerst Konkurrenz um Blütennektar zu erwarten wäre. Durchschnittlich 5% aller Arten je Dekade könnten sich also beim Blütenbesuch begegnen.

- 35 -

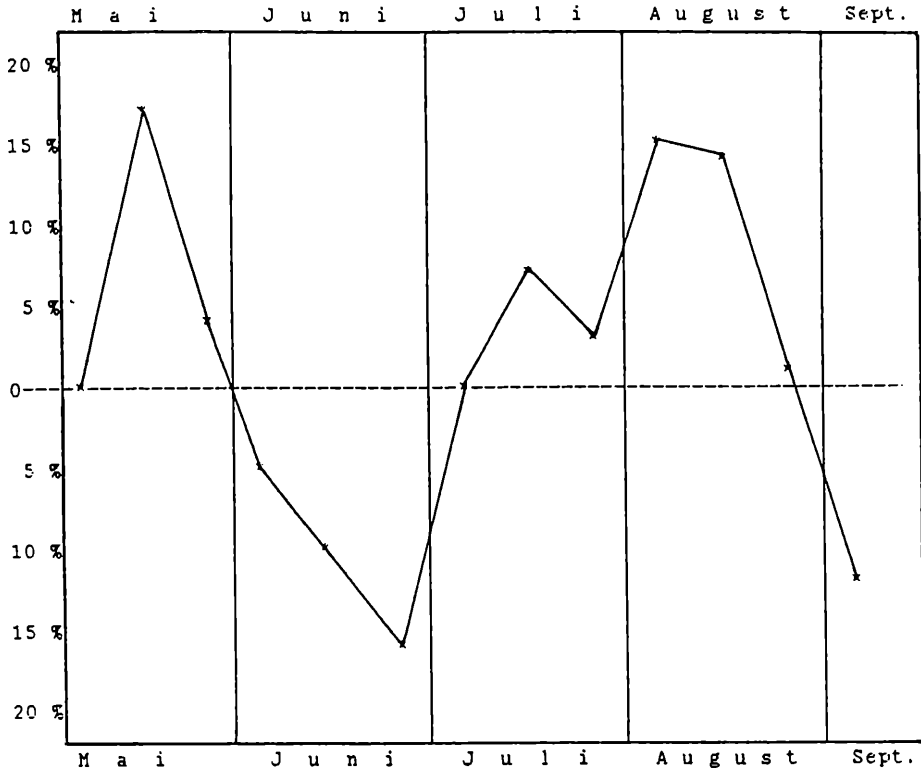


Abbildung 15b: Jahresgang der relativen Abundanz der Arten mit „schwach ausgebildetem“ und „reduziertem“ Rüssel: Abweichung (in%) der relativen Abundanz der Individuen mit „schwach ausgebildetem“ und „reduziertem“ Rüssel je Dekade vom Jahresdurchschnitt. (n = 1467; berücksichtigte Arten vergleiche Abbildung 15a)

#### 4. Diskussion

In diesem Kapitel sollen drei Fragenkreise diskutiert werden: die nächtliche Aktivität der Schmetterlinge im Zusammenhang mit der Methode des Lichtfangs, die Ebenen der Konkurrenzvermeidung im Zusammenhang mit der Nahrungsressource Nektar und die historische Entwicklung der Taxozönose als Folge menschlichen Einwirkens auf das Konkurrenzgeschehen.

Folgende Fragen erscheinen hierfür geeignet:

- Warum erscheinen nachtaktive Lepidopteren am Licht? – und welche Folgerungen sind daraus für die Beurteilung der Lichtfang-Methode zu ziehen?
- Welche ökologischen Faktoren verschärfen aktuelle Konkurrenz um die Nektar-Ressource, welche mindern sie?
- Welche historische Entwicklung hat die beschriebene Lepidopteren-Gemeinschaft hinter sich?

#### 4.1. Lichtfang – Aussage und Grenzen

Die Anlockung nachtaktiver Insekten-Imagines mit Licht ist die für Lepidopteren geeigneteste Methode, binnen kurzer Zeit einen Überblick über die Nachtschmetterlings-Fauna eines Gebietes zu gewinnen – in sowohl quantitativer als auch qualitativer Hinsicht.

REICHHOLF (1988) berechnet zwar als Erfassungsaufwand für eine Auwald-Macrolepidopteren-Zönose sieben Jahre; eine Lichtfalle erbringe während des 1. Jahres gerade 50% des Arteninventars, doch ein Vergleich mit der während 18 Untersuchungsjahren mit den unterschiedlichsten Erfassungsmethoden erstellten „Artenliste Taubergießen“ (ESCHE & GERKEN, 1979; ESCHE, 1971–1984; ESCHE, 1981) zeigt, daß der Sommer 1984 immerhin 75% dieser Arten erfaßt. Frühjahrs-, Herbst- und Winterschmetterlinge miteinbezogen reichte der Anteil über 80%. Sicherlich ergibt sich REICHHOLFS hoher Aufwand von 7 Jahren aus der Benutzung einer mechanischen Falle, während der manuelle Lichtfang im Rahmen der vorliegenden Arbeit jeden ans Licht anfliegenden Großschmetterling berücksichtigen konnte.

Bereits WILLIAMS (1935) beginnt, anhand der Methodenkritik Lichtfang-Ergebnisse zu relativieren. Weiterführende Beiträge lieferten später MALICKY (1965), KURTZE (1974) und DANTHANARAYANA (1986).

Die drei grundsätzlichen Nachteile der Lichtfang-Methode liegen in der:

1. Unkenntnis der Gründe, die nachtaktive Lepidopteren ans Licht fliegen lassen;
2. Unkenntnis der Lebensraumsprüche eines Nachtschmetterlings, seiner Vagilität und der Fernwirkung der Lampe;
3. Unkenntnis der „wahren“ Aktivitätszeiten der Tiere;
4. Unter gewissen Gesichtspunkten ist die Wirkung des Lichtes einer Falle gleichzusetzen. Somit vermindern bereits die methodischen Nachteile von Fallen im Allgemeinen die Interpretierbarkeit der Ergebnisse.

Die drei ersten Kritikpunkte seien im Folgenden diskutiert:

Zu Kritikpunkt 1: Verschiedene Hypothesen suchen die Wirkung des Lichts zu erklären:

- 1. Nachtschmetterlinge sind negativ phototaktisch, geraten zufällig in den Lichtkreis, werden geblendet und zumindest teilweise inaktiviert;
- 2. Nachtschmetterlinge sind positiv phototaktisch, werden vom Licht angelockt, geblendet oder zumindest teilweise inaktiviert;
- 3. Nachtschmetterlinge nutzen die künstliche Lichtquelle anstelle des Mondes als Richtungsweiser und geraten infolgedessen in immer engeren Spiralen an die Lichtquelle.

Hierüber ist noch wenig bekannt. Offenbar treffen die drei Hypothesen bei den Arten in unterschiedlichem Grade zu, abhängig von Alter, Geschlecht und physiologischer Konstitution (FREUNDT et al., 1990).

GAYDECKI (1984) beschreibt arteigene Verhaltensweisen von Nachtschmetterlingen im direkten Umfeld der Lichtquelle.

Träfe die 1. Hypothese für alle Arten gleichermaßen zu, so reichten die Abundanzwerte sicherlich nah an die „wahre Abundanz“

Für die 2. Hypothese sprechen artspezifische Reaktionen auf verschiedene Lichtquellen beziehungsweise auf die je Lichtquelle verschiedenen Wellenlängen. Über UV-phobie, UV-philie und die seitens der Nachtinsekten nur geringe Reaktion auf die Gelb-Bereiche arbeiteten der Autor (ESCHE, 1989), CLEVE (1954, 1964, 1967), STAMM (1958) und MIKKOLA (1972).

Dies führt zu dem am schwersten wägbaren Nachteil der Methode: Infolge unterschiedlicher Lockwirkung bei verschiedenen Arten wird der Vergleich der Anflugdichten erschwert. Dieser Nachteil wäre – wie für alle Lock-Fallen gilt – der für die Auswertung folgenschwerste.

Die Hintergründe zu Hypothese 3 sind weitgehend unklar. Auf der Suche nach einer möglichen Orientierungshilfe der Nachtschmetterlinge diskutieren SOTTHIBANDU & BAKER (1979), NOWINSZKY et al. (1979), BAKER (1987) und DANTHANARAYANA (1986) den Mond, CLEVE (1966, 1967) und SOTTHIBANDU & BAKER (1979) die Sterne als Richtungsweiser. NOWINSZKY (1979) und DANTHANARAYANA (1986) verweisen auf die mögliche Bedeutung polarisierten Lichts.

Zu Kritikpunkt 2: Unkenntnis der Lebensraumsprüche der Arten, ihrer Vaganz und der Fernwirkung der Lampe.

Bei Nachtschmetterlingen beschränkt sich unser Wissen über Lebensraumsprüche meist auf die Kenntnis der Imaginalhabitate und der Nahrungspflanzen der Larven. Für ihre verschiedenen Lebensfunktionen benötigt eine Schmetterlingsart Requisiten aus unter Umständen verschiedenen Biotopen. Ei-, Raupen- und Imaginal-Monotope überdecken einander fast nie.

Häufig bildet ein Biotopkomplex oder, pflanzensoziologisch beschrieben, ein Sigmatum, den Lebensraum einer Art.

MALICKY (1965) schlägt (ernsthaft?) vor, Nachtschmetterlingsgemeinschaften „auf die Gesamtheit der in der betreffenden Landschaft vorhandenen Biotope“ zu beziehen.

Wie groß ist die Vaganz der verschiedenen Arten?

Es erscheinen in fast jeder Fangnacht habitatfremde Tiere, die zumindest nach heutigem Wissensstand einem weit entfernten Biotopkomplex (Sigmatum) angehören. Große Vaganz zumindest dieser Arten ist anzunehmen. Die bis zum Licht tatsächlich zurückgelegte Entfernung der übrigen bleibt in dieser Hinsicht zunächst im dunkeln.

Soweit jedoch Lebensraumsprüche einerseits und Grad der Beweglichkeit andererseits nicht von Art zu Art genau bekannt sind, sollten Aussagen über den Anflug ans Licht nur mit äußerster Behutsamkeit getroffen werden.

ESCHE (1981) hat für einen großen Teil der Nachtschmetterlingsgemeinschaft der Untersuchungsfläche mit anderen Methoden die tatsächlichen Aufenthaltsorte der Imagines während ihrer nächtlichen Aktivitätszeiten gezeigt. Viele dieser Beobachtungen sind vielleicht nur regional gültig.

Die Fernwirkung künstlicher Lichtquellen wird eher gering eingeschätzt (MÖRTTER, 1988). Doch solange die (evtl. artspezifischen) Ursachen des Anfluges ans Licht ungeklärt bleiben, kann diese Frage schwerlich diskutiert werden. Arbeiten über Ortstreue bei Nachtschmetterlingen (BETTMANN, 1986; SMOLIS & GERKEN, 1987) über tagaktive Zygaenidae) kamen bislang zu keinen umfassenden und überzeugenden Aussagen.

Die Fang-Markierung-Wiederauffang-Methode scheint zudem das Verhalten von zumindest Tagschmetterlingen deutlich zu stören, wie MALLETT (1987) ausführt. Beim Markierungsfang mittels Licht ist eine Störung des „normalen“ Verhaltens noch weniger auszuschließen; massiver Einfluß des Lichts auf verhaltensphysiologische Vorgänge bei Nachtschmetterlingen hat PERSSON (1974) nachgewiesen [vergleiche Ausführungen zum Aktionsradius von Nachtschmetterlingen in Teil C, Kapitel 4.4.1, drittelzter Absatz]: Bereits Mondlicht vermochte Noctuiden im Aktgrop zu inaktivieren.

Zu Kritikpunkt 3: Unkenntnis der „wahren“ Aktivitätszeiten

Die Attraktivität des Lichtes könnte in den verschiedenen Lebenssituationen der Tiere unterschiedlich sein, also von Alter, Konstitution, Verhaltensabläufen, Geschlecht abhängen, und dies bei den verschiedenen Arten in Weise und Grad artspezifisch. Die Vergleichbarkeit der Arten wird dadurch gerade im Hinblick auf das so verschiedene tageszeitliche Erscheinen am Licht erschwert.

So groß das Datenmaterial nach Lichtfängen auch sein mag, es ist bei der statistischen Auswertung also äußerst behutsam vorzugehen.

MALICKY (1965) geht zwar so weit, auszuführen: „Es ist nicht möglich, zur Erfassung der Lepidopteren eines Biotops eine der üblichen flächenbezogenen Sammelmethode anzuwenden; dazu ist die Populationsdichte dieser Tiere in der Regel viel zu gering“, schreibt jedoch insbesondere zur Lichtfalle: „für die faunistische Erforschung eines Gebietes ist der Arbeitsaufwand sehr hoch“, doch seien Nachtschmetterlinge „zur ökologischen Kennzeichnung von Landbiotopen gut geeignet“ REICHHOLF (1988) weist darauf hin, daß Lichtfänge „nur relative Anflugaktivitäten liefern“, andererseits sich Lichtfallen „technisch praktisch perfekt machen (einem Meßinstrument vergleichbar)“ ließen, mit dem „Vorteil einer Beobachter-unabhängigen Effizienz“ Taschenlampe, Nachtsichtgerät und Mikrosender sind Instrumente autökologischer Methoden. Lichtfang bleibt die einzige Methode, sich der Nachtschmetterlings-Gemeinschaft als Ganzem zu „nähern“.

Bei diesen Untersuchungen wurde der Nachteil einer beobachterabhängigen Fang-Effizienz in Kauf genommen, um die Ergebnisse nicht durch die „Künstliche Selektion“ einer Fallenkonstruktion noch weiter von der wahren Nachtschmetterlings-Aktivität zu entfernen.

Es fanden sich – und das ist allerdings eine Voraussetzung – stets genügend Helfer, um den Anflug zu bewältigen, den angesprochenen Nachtteil Also mindestens gering zu halten.

Häufig basieren Veröffentlichungen auf manuellen, von nur einer Person betriebenen Lichtfängen, die zudem nur 2–3 Stunden je Nacht betrieben wurden. Die Auswahl der Nächte und Fangstunden ist oft nicht nachvollziehbar. Die Beschreibung der Nachtschmetterlingsgemeinschaft bleibt unvollständig, Fehlerquellen potenzieren sich. Eine solche Selektion von Arten und Individuen erlaubt keine Rückschlüsse auf die Konkurrenzsituation. Auf eine Aufzählung dieser Zitate soll hier verzichtet werden.

Aufgrund methodischer Probleme liegt bei Nachtschmetterlingen vieles „im Dunkel“, was die Bewertung der Anflüge an das Licht erschwert.

#### **4.2. Zur Errechnung der Dominanzklassen – oder: Die statistische Benachteiligung der Nachtschmetterlinge**

Dominanzklassen sind künstliche, statistische Gebilde und sagen nichts unmittelbar über das Durchsetzungsvermögen bestimmter Arten aus. Daher eignen sie sich wenig zur Beschreibung und Benennung von Gemeinschaften. Gerade artenreiche Zönosen lassen sich mit der Dominanz nicht charakterisieren, wie das MÖRTTER (1988) anschaulich ausführt: In vielseitigen Lebensräumen sind „meist die Arten mit großer Reaktionsbreite (euryöke) die häufigsten“ (MÖRTTER, 1988). Mit Recht werten BERGMANN (1951) und TISCHLER (1949) die stenöken und daher stenotopen, zönobionten und zönophilen Arten als Kenn- oder Charakterarten. Auch bei MEINEKE (1982) sind Rezedente Arten, „deren hoher Informationsgehalt über die Vollständigkeit und den ökologischen Zustand der betreffenden Lebensgemeinschaft bei rein quantitativer Betrachtung unterbewertet würde“ Trotzdem kann die vorsichtige Anwendung von Dominanzberechnungen bezogen auf Lebensformtypen zu plausiblen Ergebnissen führen, etwa beim Vergleich der Gemeinschaften verschiedener Biotope oder Zeiträume nach den Parametern Futterpflanzenbindung, Chorologie, Funktionsmorphologie der Mundwerkzeuge und Ökoethologie. In dieser Untersuchung wird dies für die Rüsselmorphologie, für die Arealtypen und die Biotopwahl versucht, soweit dies der Beschreibung der Konkurrenzsituation dienlich ist.

Bei einer im wahren Sinn des Wortes „un-sichtbaren“ Lebensweise bleibt jede Aussage über wahre Abundanzen mit zu vielen Unsicherheiten behaftet [siehe Teil A, Kapitel 4.1]. Auch dies schmälert den Wert von Dominanzberechnungen.



Nur der Vergleichbarkeit mit Ergebnissen anderer Autoren wegen gingen in die Werte für die Abundanz ♂♂ und ♀♀ ein. Im Sinne der in 4.1 geführten Diskussion ist jedoch damit zu rechnen, daß nicht allein jede Art in verschiedener Weise und Grad spezifisch auf Licht reagiert, sondern ebenso jedes Geschlecht [vergleiche in Teil A, Kapitel 4.1 unter „Kritikpunkt 3“].

Leider beschränken sich die meisten Autoren, die auf der Basis von lichtfang-ermittelten Daten arbeiten, auf die Bildung von Dominanzklassen, obgleich diese allein noch nicht zur Einsicht in Kausalzusammenhänge führen. Die relative Seltenheit einer Art am Licht sagt ohne die Kenntnis beispielsweise ihrer Fortpflanzungsstrategie recht wenig aus.

Die eleganteste Methode, der „wahren Abundanz“ zumindest der Männchen nahezukommen, ist deren Anlockung mit Pheromonen. Allerdings ließen sich bisher die Lockstoffe einer nur begrenzten Artenzahl darstellen. Doch wie bereits andernorts erwies sich auch im G'schleider die offenbar nur regionale Wirkung dieser Pheromone: Kein Tier nahm die 300 m abseits vom Licht ausgebrachten Köder an; gleichwohl kamen die betreffenden Arten in den gleichen Nächten ans Licht.

Die Jahres-Abundanz berücksichtigt nicht die aufgrund der artspezifischen Jahresphänologien von Woche zu Woche sich verändernde Zusammensetzung der Gemeinschaft. Daher wurde die „phänologische Dominanz“ eingeführt, der relativen Abundanz einer Art in deren Hauptanflugsnacht [vergleiche Teil A, Kapitel 2.7 und 2.8]. Damit wird die Ebene einer „aktuellen“ Abundanz erreicht, die der sich im Laufe des Jahres ständig ändernden Zusammensetzung der Gemeinschaft gerechter wird. Sie beschreibt die Begegnungshäufigkeit der Arten und damit die Konkurrenzsituation realistischer. Die Berechnung der Artendominanz [vergleiche Teil A, Kapitel 3.4 und 3.12] ergab je Rechengang verschiedene Werte: die Berechnung nach der Jahres-Abundanz beschreibt nur 2,3% der Arten (mit 23% aller Individuen) als dominant und subdominant (eudominante Arten gibt es nicht). Nach der phänologischen Abundanz sind dagegen 24% der Arten (mit 85% der Individuen) eudominant, dominant und subdominant. Offenbar fliegen die aufgrund der üblichen (auf das Jahr bezogenen) Abundanzberechnungen als seltener angesehenen Arten in der aktuellen Situation – insbesondere der Nacht ihrer höchsten Aktivität – eben gerade nicht „selten“ Dies läßt sich als eine Folge der zeitlichen Isolation verstehen. Um wieviel besser die phänologische Abundanz die aktuelle Situation beschreiben, zeigen die großen Unterschiede beim Vergleich der Abundanzwerte einzelner Arten anhand etwa Tabelle 5 [vergleiche auch Teil A, Kapitel 3.12].

Auch bei der Berechnung des Anteils der Dominanz der Rüsseltypen wurden die Ergebnisse der beiden verschiedenen Rechengänge gegenübergestellt. Hier ergab sich ein nur geringfügiger Unterschied zwischen den mit „phänologischer“ und den mit „Jahres“-Abundanz erstellten Werten.

Es bleibe nicht unerwähnt: Der statistischen Absicherung vieler Fragen steht die geringe (Licht-) Abundanz des Großteils der Nachtschmetterlingsarten gegenüber – selbst bei Einsatz optimalster Leucht- oder Geruchsfallen stehen für eine Anzahl Fragestellungen nicht genügend Individuen zur Verfügung. Für Fragen der Konkurrenz verbietet sich das Zusammenziehen von Daten aus mehreren Jahren [vergleiche dazu die Ausführungen in Teil A, Kapitel 4.3.2].

### 4.3. Phänologie und Konkurrenz

Inwieweit lassen sich aus der Phänologie Schlüsse ziehen hinsichtlich Konkurrenz und Konkurrenzvermeidung? Wenn auch die bisher angewandten Methoden noch vieles offen lassen, so erlauben die Ergebnisse doch einige grundlegende Überlegungen.

Zunächst sei – in Anlehnung an den Titel der Arbeit REMMERTS (1976) – die Frage der tageszeitlichen Nische diskutiert. Danach soll untersucht werden, ob der ungleichen Verteilung der imaginalen Aktivität wegen die Betrachtung zeitlich begrenzter Teilgemeinschaften angebracht sei.

### 4.3.1. Zur Bedeutung der Lichtaktivität – Gibt es eine tageszeitliche ökologische Nische?

Bei der Auswertung der Anflug-Aktivität akzeptiert man üblicherweise stillschweigend zum einen, daß am Licht rezedente Arten tatsächlich nicht rezedent sein müssen, und zum anderen, daß die zu bestimmten nächtlichen Stunden nicht licht-aktiven Tiere abseits des Lichtes durchaus aktiv (etwa bei der Begattung) sein könnten.

Wir haben also mit Vorsicht von einer „Lichtaktivität(sdichte)“ zu sprechen.

Was aber zeigt Lichtaktivität an? Inwieweit entspricht ihre zeitliche Phänologie den „wahren“ Aktivitätszeiten der Tiere abseits des Lichtkreises? Welcher Zeitraum der „wahren“ Aktivität deckt sich nicht mit dem der Lichtaktivität?

Die ersten Arbeiten versuchen, allein die artlichen Unterschiede der Lichtaktivitätszeiten zu beschreiben. Nach WILLIAMS' umfangreichen Arbeiten zum tageszeitlichen Erscheinen (1935–1961) hat man nur noch selten versucht, diese Art der Isolation mit der Lichtfang-Methode im Freiland zu untersuchen (Halbstundenfänge bei ROBERT, 1979, 1980, 1982; HITCHEN et al., 1969). Erst spät begannen die Arbeiten unter Laborbedingungen bzw. im Feldexperiment zur Darstellung der Aktivitätszeiten. So ließ etwa PERSSON (1971, 1974) die Zeiten der Flugaktivität eines Tieres mittels eines Aktographen festhalten.

Der Zeitgeber (proximate factor) zur Einhaltung der richtigen Flugzeit scheint üblicherweise die Tagelänge (HOWLADER, 1986; TRUMAN, 1973). Nachtschmetterlinge im arktischen Sommer haben wie Plecopteren-Larven (MÜLLER, 1970), Carabiden (HEMPEL und HEMPEL, 1955) und andere Organismen (REMMERT, 1965) allein während ein bis zwei Mittsommerwochen Probleme mit ihrem Aktivitätsrhythmus (DREISSIG, 1981).

Den Einfluß des Mondes und der Lunarperiodizität diskutierten WILLIAMS (1936, 1951, 1956), KURTZE (1974), BAKER (1987), DANTHANARAYANA (1986), SCHREMMER (1941), TAYLOR (1986). Das Schwarmverhalten von Ephemeropteren scheint mit Lunarperiodizität gekoppelt (HARTLAND-ROWE, 1955).

Erstaunlich in diesem Zusammenhang ist die inaktivierende Wirkung von Mondlicht als ultimate factor auf die Aktivität verschiedener Noctuiden, die etwa durch eine Wolke vor dem Mond sofort wieder aufgehoben wird (Aktograph- und Feldbeobachtungen von PERSSON, 1971 und 1974).

Auf zeitliche Einnischung nah verwandter Arten weisen die Arbeiten von BIWER (1978) bei Tortriciden-Arten, HAYNES & BIRCH (1986) bei Pterophoridae, sowie die Versuche im Aktographen mit zwei Lymantriiden von SCHRÖTER (1981), ferner die Arbeiten von HITCHEN (1969) und EDWARDS (1962).

Auch bei Dipteren ließ sich Isolation nahverwandter Arten zeigen: JONES & GUBBINS (1974) bei Culi-ciden, HARDELAND & STANGE (1973) bei 40 *Drosophila*-Arten im Aktograph.

Arbeiten vor allem neuerer Zeit deckten bruchstückhaft die bisher völlig „im Dunkel“ liegende Tätigkeit der Tiere abseits des Lichtes auf. Erste Deutungen der Lichtaktivität wenigstens einiger weniger Nachtschmetterlingsarten werden möglich.

Eine Korrelation zwischen Lichtaktivität und gleichzeitigem Anflug an Pheromonfallen zeigten STEENWYCK et al. (1978) an *Pectinophora gossypiella* und BATISTE (1970) bei *Laspeyria pomonella* (beides Kleinschmetterlinge). Auch bei Sesiidae, sekundär tagaktiven Nachtschmetterlingen, weiß man um artspezifische Zeiten der Reaktion der Männchen auf Pheromone (DREISSIG, 1986).

Geschlechts-Unterschiede der Tagesphänologie von Nachtschmetterlingen zeigten bereits KUBARAKI & KAMITO (1929, zitiert in WILLIAMS, 1935), WILLIAMS (1935), SHOREY et al. (1962, 1965) an *Trichoplusia ni* und anderen Noctuiden, FATZINGER (1973) an Pyraliden, ROBERT (1980) an Crambiden (Pyralidae), DEBROIS (1977), SANDERS & LUCIUK (1972) an einer Tortricide.

Die Gründe für den geschlechtsspezifisch unterschiedlichen Anflug sucht bereits KUBARAKI (in WILLIAMS, 1935) in der unterschiedlichen Verhaltensphysiologie der Geschlechter. Die Attraktivität der Lichtfalle erreiche ihren Höhepunkt bei Weibchen mit dem Beginn der Suche nach Männchen und der Eiablageaktivität, bei Männchen mit dem Ende des Appetenzverhaltens zur Partnersuche.

Bei Noctuidae (HOWLADER, 1986) und Arctiidae (SCHAL, 1986) kennen wir Lockzeiten (calling-time) der Weibchen in ihrer Abhängigkeit von Innerer Uhr (Tageslänge), Schlupfzeit der Imagines (Alter) und Temperatur. Beispielsweise locken alte Weibchen früher und länger (HOWLADER, 1985). Den Zusammenhang zwischen Tageslänge, Alter, Kopulation mit dem Pheromon-Titer der Weibchen beschreiben RAJNA et al. (1986) bei *Heliothis* (Noctuidae), HOLLOWAY & SMITH (1975) bei *Elasmopalpus* (Phycitidae).

Die Aktivitätszeit eines Nachtschmetterlings ist offenbar in Abschnitte verschiedener Aktivitäten geteilt.

PERSSON (1971) beschreibt wohldefinierte Eiablage-Stunden bei Noctuiden-Weibchen als abhängig von Temperatur und Mondlicht. DREISSIG (1985) unterscheidet die calling-time vom zeitlich vorangehenden Nahrungsflug.

Unklarheit besteht über die Deutung des Befundes von WILLIAMS (1939) (siehe auch DANTHANARAYANA, 1986), daß manche Arten in verschiedenen Flughöhen verschiedene Tagesmaxima zeigen. Windstärke als sekundäre Beeinflussung der calling-time beschreiben KAAE & SHOREY (1972).

Eine umfassende Zusammenstellung unseres heutigen Wissens über tagesphänologische Isolation bei Nachtschmetterlingen gibt uns DREISSIG (1986). Er stellt unter anderem 5 Typen von Aktivitätskurven dar.

Künftige Arbeiten sollten sich methodenkritisch mit dem „Aktographen“ befassen. Bereits bei PERSSON (1971) zeichnen sich Widersprüche zwischen Käfig-Befunden und Feld-Beobachtungen ab. Die Nahrungsflug-Aktivitätszeit ließ sich beispielsweise auch mittels eines auf den angeborenen Auslösemechanismus (AAM) überoptimal wirkenden Reizes überprüfen, etwa mit einem großen, im Freiland angebotenen, Blumenstrauß mit *Saponaria* (Seifenkraut) oder *Silene* (Leinkraut).

Der „Tages“-gang der Verfügbarkeit von Nektar ist oft untersucht worden (KODRÍC-BROWN, 1979; KWAK et al., 1985 und andere). Es bleibt zu klären, welche Blüten nachts Nektar bilden, ob es einen nächtlichen Gang der Nektarproduktion gibt, welche Rolle das Mikroklima dabei spielt und inwieweit Mikroklima, Nektarproduktion sowie die Aktivitätszeiten der Schmetterlingsarten zusammenspielen.

### **Zusammenfassende Bemerkungen:**

Viele Arten besitzen eine artspezifische Aktivitätszeit, eine Jahresphänologie, und oft – zusätzlich oder alternativ – auch eine Tagesphänologie. Beide Isolationsformen sind in der Regel mit mehr oder weniger ausgeprägten Flugzeithöhepunkt(en) verbunden.

Die Aktivitätszeit während der Nacht erscheint in mehrere Abschnitte verschiedener Aktivitäten geteilt.

Die viele Arten voneinander trennende Flugzeit am Licht ist offenbar zumindest ein Teil der Aktivitätszeit der Tiere. Doch ohne nähere Prüfung ist nicht zu beurteilen, ob ein ans Licht fliegendes Weibchen gerade auf Nahrungsflug oder auf Biotopsuche für seine Eier ist, ob ein Männchen gerade Nektar suchte, oder die Duftspur eines Weibchens verfolgte oder ob das Tier anfliegt, weil diese Aktivitäten abgeschlossen sind.

Von den 314 im Untersuchungs-jahr festgestellten Arten flogen aufgrund der jahreszeitlichen Isolation in einer Nacht jeweils im Durchschnitt nur 33% der Arten miteinander.

Der Anteil der während der Nächte einer Monatsdekade miteinander fliegenden Arten, die in dieser selben Monatsdekade ihren Flugzeithöhepunkt haben, beträgt nur 8%. Die tageszeitliche Isolation beläßt etwa 2% dieser Arten in der 1. Nachthälfte, 0,8% in der 2. Nachthälfte unter sich. Die Kombination von jahres- und tageszeitlichem Flugzeithöhepunkt erfüllen unter den blütenbesuchenden Nachtschmetterlingen (Arten mit für Blütenbesuch geeigneten Rüsseln) weniger als 1% der Gesamtartenzahl der Taxozönose.

Die artspezifischen Aktivitätszeiten im Jahres- oder im Tagesverlauf können als durch Selektion evolvierte Spezialisierung betrachtet werden. Für ihre Entstehung wären mehrere Möglichkeiten denkbar:

1. HITCHEN (1969) verweist auf eine mögliche Pheromon-Duft-Konkurrenz bei nahverwandten Weibchen. Unterschiedliche Lockzeiten ihrer Weibchen würden die Männchen in ihrer Entscheidung entlasten, welche von mehreren in der Luft liegenden Duftbahnen die für sie richtigen sind. Visuelle Geschlechterfindung, wie sie MALLETT (1984) bei *Hepialus humuli* (Hepialidae) nachwies, ist bei Nachtschmetterlingen eher die Ausnahme.
2. Vereinfachung der Geschlechterfindung durch Verkürzung der Aktivitätszeit (HITCHEN, 1969)
3. Zeitliche Isolation als Teil eines Art-Trennungs-Mechanismus.
4. Zeitliche Isolation zur Minderung des Konkurrenzdrucks an der Blüte.
5. Zeitliche Isolation zur Minderung der Konkurrenz um Ressourcen der Larvalstadien (dies betrifft nur die jahreszeitliche Nische).

Welche dieser Möglichkeiten auch immer die zeitliche Isolation bedingte, wirksam sein könnte sie auf allen diesen Ebenen.

REMMERT (1969, 1976) beantwortete die Frage „Gibt es eine tageszeitliche ökologische Nische?“ merkwürdigerweise verneinend – auch ohne dabei Schmetterlinge in Betracht zu ziehen. Er diskutiert offenbar weitgehend in Hinblick auf eine Einnischung als Schutz vor Räubern und Parasiten. Nach allen anderen bisher vorliegenden und hier angeführten Arbeiten kann an einer jahres- und tageszeitlichen Nischenbildung bei Nachtschmetterlingen nicht gezweifelt werden. Das Problem der Lichtfangmethode besteht allerdings in der Unkenntnis der vielleicht von Art zu Art verschiedenen zur „Lichtaktivität“ führenden Faktoren

#### **4.3.2. Gibt es temporäre Teilgemeinschaften? – Gedanken zur jahreszeitlichen Isolation**

Immer wieder wird versucht, bei Taxozönosen mit artspezifischen Erscheinungszeiten gewissermaßen „temporäre Teilgemeinschaften“ zu bilden, sogenannte „Aspekte“ (REZBANAYI-RESER, 1988, MEINEKE, 1982). Für Fragen zu Konkurrenz oder Einnischung erscheint es sinnvoll, eine Tierart als Teil jener Artengruppe zu betrachten, der sie tatsächlich „begegnet“. Eine solche für diese Art tatsächlich aktuell „sichtbare“ Gemeinschaft könnte der genannte „Aspekt“ sein. Es gibt jedoch von Jahr zu Jahr deutliche Verschiebungen zwischen diesen „temporären Teilgemeinschaften“. Leider fehlt uns das Verständnis des komplexen Zusammenspiels aller jener proximalen, ultimativen, biotischen und abiotischen Faktoren, die dies verursachen. Und wir wissen angesichts der schwerwiegenden methodischen Probleme beim Lichtfang noch nicht, warum ein „Nachtschmetterlings-Rezedent“ am Licht als selten in Erscheinung tritt – ist er „selten“, ein k-Stratege, ist er ein Lichtflüchtender häufiger r-Stratege oder befindet sich die Art auf einem Tiefpunkt ihres Massenwechselzyklus? Die Dominanzstruktur, zumal wenn ihr (nur) eine methodisch bedingte Aktivitäts-Abundanz zugrunde liegt, beschreibt eine Gemeinschaft, erklärt sie jedoch nicht.

REZBANAYI-RESER (1988) verbindet schließlich nach Langzeitbeobachtungen die Aspekte vieler Lichtfang-Jahre. Rechnerisch lassen sich so die jährlichen Schwankungen in der Zusammensetzung der Lepidopteren-Gemeinschaft ausgleichen und diese damit beschreiben und klassifizieren. Auch dieser „Idealaspekt“ beschreibt keine reale Situation einer aktuellen Leuchtnacht und damit eine tatsächliche Konkurrenzsituation. Die Tiere stehen jahresweise mit einer ständig wechselnden Zahl und Zusammensetzung der anderen Arten der Gemeinschaft in Beziehung, in keiner aktuellen Situation jedoch mit allen diesen Arten. Allerdings haben sich die solcherweise beschriebenen Lebensgemeinschaften im angewandten Naturschutz bewährt und werden dort leider viel zu wenig eingesetzt.

Die tagesphänologische Auswertung in dieser Arbeit erlaubte es, auf ähnliche Weise tages-(bzw. nacht-)zeitliche „Aspekte“ zu bilden.

Im Rahmen dieser Untersuchung wird von einer Darstellungen der einzelne Dekaden oder Tages-(bzw. Nacht-)zeiten kennzeichnende ephemeren „Sozietäten“, temporären Teilgemeinschaften, abgesehen. „Ideale Aspekte“ entspringen auch unserem Bedürfnis nach Kategorisierung, bleiben jedoch statistische, quantitativ geschaffene künstliche Gebilde. Qualitative Gesichtspunkte spielen hier naturgemäß keine Rolle. Vielleicht allerdings wäre die Bildung von Aspekten auf der Ebene von Lebensformtypen und/oder Gilden, etwa auf der Basis der Funktionsmorphologie der Mundwerkzeuge, der Beschreibung der Konkurrenzsituation dienlich.

### 4.3.3. Abschließende Bemerkung zu den Kapiteln 4.3.1 und 4.3.2

Viele Arten einer so artenreichen Taxozönose wie des Wiesen-Hecken-Waldrand-Biotopmosaiks G'schlechter begegnen sich nicht, Fröhsommerarten in aller Regel nicht den Hochsommer- oder Spätsommerarten, die meisten Nachtschmetterlingsarten der ersten Nachtstunde nicht denen der letzten.

Die sich nicht begegnen, konkurrieren nicht um eine Ressource. Es ergeben sich allerdings Ausnahmen:

1. Alljährliche Verschiebungen der Erscheinungszeiten sowie die Wechselbeziehungen mit Räubern und Parasiten lassen nicht zu, daß eine Schmetterlingsart jedes Jahr denselben Arten und mit immer gleichem Massenverhältnis begegnet.

2. Arten mit 2 oder 3 Generationen, Arten ohne klare jahres- oder tageszeitliche Isolation sind Organismen, die auf diese Art der Konkurrenzvermeidung verzichtet haben – es sind nicht wenige. In dieser Hinsicht sind sie Generalisten. Bei ihnen sind Anzeichen der Konkurrenzvermeidung im ethologischen Bereich zu erwarten. Denn Generalisten sind überdurchschnittlich vielen Konkurrenten ausgesetzt und machen umgekehrt jeweils einer verhältnismäßig großen Anzahl Arten Konkurrenz.

Eine Berechnung der Zeit-Nischen-Überlappung steht noch aus; sie könnte die Ausbildung des Rüssels und – soweit bekannt – die Nahrungspflanzen der Imagines einschließen.

In Hinblick auf die Beschreibung der tatsächlichen Konkurrenz-Situation wurde die „phänologische Abundanz/Dominanz“ eingeführt. Nur sie beschreibt eine in aktueller Situation tatsächlich erreichte relative Abundanz. So ist die höchste von *Clostera curtula* erreichte relative (und damit phänologische) Abundanz 33% [vergleiche Tabelle 5] in der Nacht vom 11. V. des Untersuchungsjahres. Die üblicherweise auf den Jahresanflug bezogene Abundanz von 0,65 [vergleiche Tabelle 2 und 5] verweist die Art zu den Subrezedenten! Aber ist *Clostera curtula* wirklich selten zu nennen?

Der Flughöhepunkt einer Art läßt sich nach verschiedenen Gesichtspunkten ermitteln: nach der phänologischen Abundanz oder nach der absoluten Abundanz. Bei einigen Arten ergeben sich je nach Berechnungsgrundlage zwei unterschiedliche, teilweise bis zu zwei Wochen auseinanderliegende Zeitpunkteschiede. Ist für ein ökologisches Gleichgewicht unter anderem zu fordern, daß eine Art in der Nacht höchsten absoluten Abundanz zugleich ihre höchste phänologische Abundanz erreicht, daß sie also dann am „stärksten“ fliegt, wenn die Konkurrenz („relativ“ und lediglich auf der Ebene der Dominanzstruktur betrachtet) am geringsten ist? Dies ist nicht immer der Fall und steht offenbar im Zusammenhang mit der sich von Jahr zu Jahr in Grenzen verändernden Zusammensetzung der Teilgemeinschaften.



#### 4.4. Funktionsmorphologie und Nahrungskonkurrenz

Die Morphologie der Mundwerkzeuge sollte als Produkt der Selektion infolge Konkurrenz gewissermaßen ein Form gewordenem Ausdruck der Konkurrenzvermeidung sein. Die Koexistenz von Hummelarten wird unter anderem auch auf die verschiedenen artspezifischen Rüssellängen zurückgeführt (RANTA, 1983; SOWIG, 1988).

Hier sei von zwei Seiten aus versucht, dies für Nachtschmetterlinge plausibel zu machen:

- 1: welche Strukturen charakterisieren die Rüssel, und wie kann das Tier diese einsetzen?
- 2: Rüsselreduktion (und -"orimention" im Sinne einer Teil-Reduktion) als Antwort auf Nahrungskonkurrenz.

##### 4.4.1. Morphologische Untersuchungen: Der Rüssel

BÖRNER (1939) betont, daß „die Gestaltung des Rüssels und seiner Geschmacksorgane systematisch von großer Bedeutung“ sei.

DEMOLL (1910), PROCTOR & YEO (1973), KIRCHNER (1911), KNOLL (1956), STEFFNY (1982) stellen die artspezifische Rüssellänge bei Lepidopteren in den Kreis der morphologischen Anpassungen bei der Coevolution Blüte/Insekt.

BÄNZIGER (1980), HOFFMANN (1983), MÖLLER (1986) und andere stellen feinste artspezifische Oberflächenstrukturen der Lepidopteren-Galeae dar, die letzteren mit rasterelektronischen Aufnahmen. Leider beschränken sich genannte Autoren auf eine oder wenige Arten; das gilt um so mehr für Arbeiten über Einzelstrukturen wie der Sensillen (ALTNER & ALTNER, 1986).

Für die Glossata unter den Lepidopteren ist der Rüssel Autapomorphie. Nur innerhalb dieser Gruppe gibt es die verlängerten und zum Rüssel verbundenen Galeae (KRISTENSEN & NIELSEN, 1981a). Bei nicht wenigen Arten ist er sekundär reduziert oder nur kurz und schwach ausgebildet (KRISTENSEN, 1984; KERNBACH, 1962), in der untersuchten Taxozönose bei einem knappen Drittel der Individuen und Arten.

Rüsselreduktion heißt nicht immer völliges Verschwinden des Proboscis. Offenbar vermögen manche Arten die Energieaufnahme und/oder Mineralaufnahme nicht ganz aufzugeben. Namentlich letzteres ist für die ♂♂ jener Arten notwendig, deren Spermatophoren viele Mineralstoffe enthalten. Wenig Mineralstoffe enthalten beispielsweise Lymantriiden-Spermatophoren: die Galeae ihrer Imagines sind zumindest äußerlich völlig reduziert.

Wenn im Laufe der Coevolution von Insekt und Pflanze im Zuge der Einnischung infolge inter- und intraspezifischer Konkurrenz die Schmetterlingsrüssel artspezifisch verschiedenen Graden der Spezialisierung und Reduzierung unterworfen waren, sollten wir einem Rüssel „ansehen“ können, wozu er dient. Leichter fällt dies bei den blutstechenden Rüsseln tropischer Noctuidae der Gattung *Calyptra* (BÄNZIGER 1980), den fruchtstechenden Rüsseln der *Eudocima*, *Oraesia*, *Rhytia*, *Ophideres*, *Serroetes*, *Gonodonta*, *Othreis* und der heimischen *Scoliopteryx libatrix* mit ihren Säge- und Raspelkanten (siehe Abbildung 18) (Abbildungen bei SCHREMMER, 1961 [SCHREMMERS Abbildung der *Ophideres*-Rüssel auch in KAESTNER, 1973]; BÄNZIGER, 1980 und 1982). JOHNSON & STAFFORD (1985) leiten den blutstechend/-saugenden Rüssel vom nektarsaugenden über den fruchtstechenden ab und weist auf die mit jeder Stufe gesteigerte Kohlenhydratausbeute. Auch BÄNZIGER (1980 und 1983) argumentiert so, bemerkt dagegen auch, daß vor allem ♂♂ zoophil Nahrung suchen. Das aber spräche für eine Ableitung (auch?) aus der Mineralaufnahme zum Zweck des Spermatophorenaufbaus.

Die Fülle markanter Unterschiede der Rüssel auch der mitteleuropäischen Arten läßt mit einiger Erfahrung Rückschlüsse auch auf deren Nahrungserwerb zu.

Ansatzweise versuchte STEFFNY (1982) Rüsselmorphologie und Nahrungsressource zu korrelieren. Die spärlichen bisherigen Beobachtungen an Nachtschmetterlingen (BERGMANN, 1951–1954; ESCHÉ, unveröffentlicht) bestätigen die Bewertung der Rüsseltypen als für vorwiegend jeweils andere Nahrungsquellen geeignet. Zwei Grundtypen seien hier genannt:

1. Der dicke wenig sklerotisierte und daher hellfarbene Rüssel ist spröde und zerbrechlich. Büschel von sensilla styloconica bilden an seinem distalen Ende einen Pinsel aus, der Feuchtigkeit wie Honigtau, austretende Baumsäfte, Wasser von Blättern oder vom Boden aufzunehmen vermag (wie man dies mit einem Stofflappen tun kann).
2. Der dünne stark sklerotisierte und daher dunkle oder schwarze Rüssel ist fest und elastisch; er besitzt in der Regel wenige Sensillen. Diesen Rüssel vermag ein Schmetterling unschwer in die feine Blütenröhre einer *Silene nutans* einzufädeln. Feuchtigkeit von einer Fläche her aufzunehmen ist mit einem solch feinen pinzettenartigen Rüssel sicherlich kaum möglich.

Die Sonderformen der Rüssel – Säge-Zahn-Rüssel von *Scopula ornata* (Geometridae) und *Scoliopteryx libatrix* (Noctuidae) – weisen auf spezialisierten Einsatz. Über die genannte Noctuide, einen „Früchtestecher“ berichtet und BÄNZIGER (1969): Mit den Säge- und Raspel-Strukturen vermag das Tier reife Früchte anzustechen, das Fruchtfleisch zu verletzen und damit Saft zu gewinnen. [Weitere Beispiele für Sonderformen siehe bei HOFMANN (1983) (Tagfalter) und MÖLLER (1986) (Nachtfalter)].

Die Rüssellänge begrenzt den Blütenbesuch nur in einer Richtung: Zu lange Blütenröhren verwehren den Weg zum Nektar; doch jeder noch so lange Rüssel gelangt auch in die kürzeste Röhre. Zwar muß ein Rüssel beim Einsatz völlig entrollt sein (seine Spitze liegt in der Mitte der eingerollten Spirale), doch hat er nach seinem ersten Drittel ein Knie (KAESTNER, 1973, Abbildung 29.18), das das Tier die Rüsselspitze überallhin dirigieren läßt.

Angaben zu Rüssellängen machen KNUTH (1898), KIRCHNER (1911), KNOLL (1956), STEFFNY (1982) und MÖLLER (1986). Leider beschränken sich diese Autoren auf jeweils nur wenige Arten. Eine Übersicht sowohl über die Länge als auch die weitere Beschaffenheit der Rüssel auf der Ebene der Taxozönose wurde bisher noch nicht gegeben.

Wie alle für den Bestand einer Art maßgeblichen morphologischen Strukturen unterliegen auch die Mundwerkzeuge der Lepidopteren dem Diktat von „Zufall und Notwendigkeit“ Der Zwang zur Bewahrung einer Struktur bedingt (art-)stabilisierende Selektion (OSCHE, 1972) und damit die Schaffung und Erhaltung der Vielfalt funktionsmorphologischer Formen des Schmetterlingsrüssels. Diese werden also als Resultat nicht allein vorausgegangener sondern auch aktueller Konkurrenz, der Rüssel als ein „dynamisches“ Gebilde, betrachtet.

Auf innerartliche Isolation weisen bei den Geschlechtern unterschiedliche Rüssel dreier Geometriden [vergleiche Teil A, Kapitel 3.6].

Die Korrelation der Erscheinungszeiten der Rüsseltypen mit der Phänologie der von Nachtschmetterlingen besuchten Blüten, insbesondere der Phänologie der Nektarproduktion steht aus, solange nicht geklärt ist, welche Blüten überhaupt besucht werden. Dies soll Gegenstand des Teils dieser Arbeit sein.

#### **4.4.2. Honigtau – die „alternative“ Ressource: Gedanken zum Selektionsvorteil des sekundär (teilweise oder völlig) reduzierten Rüssels**

Die für den winterlichen Wald der gemäßigten Zone typischen Frostspanner und Frostspinner haben ihre Galeae völlig zurückgebildet. Solange kondensiertes Wasser und gelöste Mineralien die nahezu einzige verfügbare flüssige Nahrung bleiben, erscheint dies sinnvoll. Warum aber bildeten sommeraktive Schmetterlingsarten ihre Galeae ganz oder teilweise zurück? Für die schwach ausgebildeten wie für die höchstens auf wenige Millimeter reduzierten Rüssel sei an dieser Stelle die Hypothese

diskutiert, Honigtau sei eine für Nachtschmetterlinge geeignete Ressource vor allem unter dem Gesichtspunkt der Konkurrenzvermeidung an der Blüte.

Die Zunahme der mittel-starken und wenig ("oriment") reduzierten Rüssel ab Anfang Juli fällt in die Zeit großen Angebots von Honigtau. Alte Sammlererfahrung lehrt, daß jetzt der Köderfang mit in gärenden Sirup getauchten Wollschnüren deutlich weniger lohnend ist als im Früh- oder Spätsommer – offenbar ist der Honigtau das attraktivere Angebot.

Honigtau zu nutzen, sich auf ihn zu spezialisieren, hat den Nachteil, vom oft dramatisch verlaufenden Massenwechsel der Aphiden oder von sommerlichen Starkregen beziehungsweise dem Ausbleiben ihrer das Laub reinigenden Wirkung abhängig zu sein. Dagegen steht jedoch seine praktisch unbegrenzte Menge während der Schönwetterperioden der sommerlichen Hochdruckwetterlagen. Zudem sind von Honigtau im Gegensatz zu vielen Nektaren keine potentiell toxischen Substanzen wie Alkaloide und Glykoside bekannt. Honigtau enthält eine Vielzahl für Schmetterlinge wichtige Stoffe, die nicht allein von den Läusen bzw. der Pflanze stammen: mikrobielle Zersetzung reichert ihn zusätzlich an.

Mit der Methode von HEIMBACH (1985) zur Quantifizierung der Honigtauproduktion in ihrem Tages- und Jahresgang müßte es in weiterführenden Untersuchungen möglich sein, die Beziehung zwischen dieser Ressource und den sie nutzenden Nachtschmetterlingen zu belegen.

„Feeding on homopterous honeydew is a logical extension of the typical nectar-feeding habit of adult Lepidoptera“ (JOHNSON, 1985). Tatsächlich nutzen unter den Tagschmetterlingen nur wenige Lycaenidae und Nymphalidae regelmäßig Honigtau (STEFFNY, 1982; LEDERER, 1951) – ganz im Gegensatz zu den Nachtschmetterlingen, worauf bereits der Bau ihrer Galeae hinweist und was die vielen Beobachtungen an Honigtau saugender Nachtschmetterlinge belegen [vergleiche Abbildung 40 in Teil B, Kapitel 4.2.2] (ESCHE, unveröffentlicht; BERGMANN, 1954). Einzelbäume, Weidengebüsche, die Mantelgesellschaften der Waldränder und Schilfbestände bieten ein beträchtliches Angebot an Honigtau. Wie eigene Beobachtungen gezeigt haben, sind gerade diese Strukturen nachts die für Nachtschmetterlinge kleinklimatisch günstigsten Orte im Offenland.

Nicht in jedem Falle weist Rüsselverkürzung auf Honigtau: Der kurze Rüssel des Totenopfschwärmers (*Acherontia atropos*) ist eine Anpassung an die Aufnahme von Honig in Bienenstöcken (HEINIG, 1978).

Gibt es eine Beziehung zwischen späterem Erscheinen in der Nacht und der Abundanz von Tieren mit für die Aufnahme von Honigtau geeigneten Rüsseln? Eine positive Korrelation ist insofern zu erwarten, als zu Beginn der Nacht Nektar auch aus jenen Blüten zu gewinnen sein müßte, die nachts zwar keinen Nektar produzieren, ihn jedoch noch vom Tage her in Resten enthalten. Mit seinem allmählichen Verbrauch könnte sich im Laufe der Nacht die Konkurrenz um Nektar verschärfen und der Anteil der verschiedenen Rüsseltypen entsprechend verändern [zur Aufnahme von Honigtau vergleiche auch die Ausführungen in Teil B, Kapitel 4.2.2 und 4.2.3].

Gemeinhin wird die Reduktion von Lepidopterenrüssel als sekundäre Entwicklung angesehen (KRISTENSEN & NIELSEN, 1981b). Ihr sei die Ausbildung kräftiger Rüssel etwa des Gammaeulentypus im Verlauf der Evolution der Blüten vorangegangen. Zwar gab es sicher austretende Pflanzensäfte etwa aus extrafloralen Nektarien, Verwundungen an Baumstämmen und von Aphiden ausgeschiedene Pflanzensäfte bereits vor der Ausdifferenzierung kräftiger, langer Schmetterlingsrüssel. Trotzdem soll der Charakter der heute schwach ausgebildeten oder völlig reduzierten Rüssel als abgeleitet, also „reduziert“, nicht bezweifelt werden.

#### 4.5. Konkurrenzverschärfende Faktoren

Biotische und abiotische Faktoren wirken über das Beziehungsgefüge der Konkurrenz auf die Zusammensetzung einer Lebensgemeinschaft.

In diesem Kapitel seien einige auf die untersuchte Schmetterlingsgemeinschaft auf diese Weise wirkenden Einflüsse genannt. Sie sind zum Teil historischen Charakters wie die Verwandlung des Waldes in Wiesen; die einen wirken konstant, andere, wie der Gang des Wettergeschehens, erfolgen unregelmäßig.

#### **4.5.1. Das Mikroklima – in der Gegenwart und in historischer Sicht: Landschaftsgeschichte und Artenwechsel**

Der Einfluß der relativen Luftfeuchte, des Windes (BRANTJES, 1976a, 1976b, 1981; KURTZE, 1974; KAAE, 1972) und vor allem der Temperatur (TAYLOR, 1963; PERSSON, 1974 und ROBERT, 1980) auf den Nachtschmetterlingsflug ist schon oft beschrieben worden.

Im Gegensatz zu KURTZE (1974) konnte ROBERT (1980b) keinen, TAYLOR (1963) nur einen geringen Einfluß der Temperatur auf die Tagesphänologie nachweisen.

Die drei genannten Klimafaktoren wirken offenbar komplex miteinander. Nachtschmetterlinge reagieren in verschiedener Weise auf plötzlichen Temperaturanstieg oder -abfall, auf letzteren im allgemeinen mit Einstellen ihrer Aktivität zunächst am Licht, später auch an den Blüten.

In Lebensräumen wie den Hochmooren des Schwarzwalds ist die Tagesphänologie der Tiere durch Höhenlage und Geomorphologie (Kältesee nach rascher Ausstrahlung) vorgegeben: Bereits zwei Stunden nach der Dämmerung stellen die Nachtschmetterlinge den Anflug an das Licht ein (ESCHE, 1984, unveröffentlicht). In diesen Mittelgebirgs-Hochmooren sind selbst im Hochsommer Nachtfroste zu erwarten.

Der Vergleich eines Waldes der Rheinaue mit dem Extremitop Hochmoor (ESCHE, 1984, unveröffentlicht) ist noch nicht abgeschlossen. Doch zeichnen sich erste Zusammenhänge zwischen Phänologie, Mikroklima und Energiehaushalt ab. Offenbar bestimmen zwei Ungunsthänge das nächtliche Schmetterlingsleben:

1. die starke Auskühlung auch nach heißen Sommertagen
2. die eminente Blütenarmut besonders der ökologisch wenig gestörten Hochmoore.

Die Folge davon ist eine nur kurze Aktivitätszeit der nachtaktiven Insekten bis zwei Stunden nach Einbruch der Nacht und der geringe Anteil obligatorisch blütenbesuchender Arten.

Auch auf den G'schleider-Wiesen zeichnet sich eine im Vergleich zu anderen Lebensräumen in vielen Nächten deutlich gedämpfte Aktivität der Lepidopteren nach Mitternacht ab. Allein wenn während starker zyklonaler Tätigkeit die überregional wirksame Wetterlage Warmluft heranzführt, bleibt der Anflug die ganze Nacht hindurch gleichbleibend stark. Bei kontinentalen Hochdrucklagen dagegen setzt sich durch die örtlichen Gegebenheiten geprägtes „Regional“-Klima durch: Bei klarem Himmel kühlt gerade das Offenland der tieferen Lagen durch Ausstrahlung aus. In solchen Strahlungsnächten kommen allein die Säume der Gehölzstrukturen als Nahrungshabitat in Frage.

Die Lage des Taubergießengebiets im topographisch tiefsten Bereich des Oberrheintalgrabens verschärft die Situation (siehe Kapitel 4.3.2). Ein solches Kleinklima bedeutet mindere Verfügbarkeit des Raumes und damit mindere Verfügbarkeit der vorhandenen Blüten. Das Offenland wird damit zu einem suboptimalen Lebensraum für Nachtschmetterlinge.

Dabei ist die Situation der Tagschmetterlinge entgegengesetzt der der Nachtschmetterlinge: Am Tage sind die Gehölze die schattenspendenden Requisiten für die rasch in Wasserstreß geratenden Tagschmetterlings-Weibchen – das Offenland bietet mit den Blüten die Nektarressource.

Die Landschaftsgeschichte Mitteleuropas der vergangenen Jahrtausende ist auch die Geschichte eines Artenwechsels. Von der Landnahmezeit an bis ins letzte Jahrhundert nahm die naturräumliche Vielfalt des mitteleuropäischen Naturraumes ständig zu. Dies war verbunden mit Auflichtung und Zurückdrängung der Wälder, mit der Zunahme offener Lebensräume.

Mit dem Biotopvergleich zwischen Hartholzauwald und Wiesen/Hecken-Landschaft läßt sich die Faunenverschiebung nach der Überführung von Wald in Offenland beispielhaft nachvollziehen.

Die unterschiedlichen Anteile der Faunenelemente [vergleiche Teil A, Kapitel 3.8] der G'schleider-Wiesen und des Rappenkopf-Auwaldes zeigen einen deutlichen „Verlust“ des wärmeliebenden Elements bei der Überführung des Waldes zur Wiese. Bei den Nachtschmetterlingen der G'schleider-Wiesen ist der Anteil der Arten mit Verbreitungsschwerpunkt im südeuropäisch-vorderasiatisch-südrussischen Raum hinsichtlich Arten- und Individuendichte deutlich geringer geworden. Dies gilt jedoch nicht für die absolute Artenzahl; der Grund hierfür wie für die größere Artenvielfalt der Nachtschmetterlinge überhaupt, könnte in der erhöhten Lebensraumvielfalt, also einem größeren Nischenangebot liegen.

Die Beziehung zwischen Biotop und Thermoregulation zeigte UTRIO (1983) auf: Kleinklima wirkt über Thermoregulation und Energiebedarf auf den Energieaufwand, der getrieben werden muß, um Nektarquellen auszubeuten. Im je nach Biotop vorherrschenden Nachtschmetterlings-Typ wird dies deutlich. So erfolgt der dramatische „Rückgang“ der zartgebauten, wie Tagschmetterlinge flatternden Geometriden bei der Verwandlung des Waldes in Wiesenland zugunsten der bepelzten, dickleibigen Spinner, der gedrunghenen im leisen Schwirflug dahinhuschenden Schwärmer und Eulen [vergleiche Teil A, Kapitel 3.7]. Eulen und Schwärmer sind „warme Flieger“ (UTRIO, 1983), die sich vor dem Abflug mittels Muskelzittern aufwärmen (HEINRICH, 1987). Dadurch sind sie prädestiniert für das Fliegen im mikroklimatisch ungünstigen Offenland, zumindest aber entlang seiner Randstrukturen. Sie konnten diesen vom Mensch geschaffenen Raum besiedeln und sich dessen im Vergleich zum Wald ungleich größeres Blütenangebot erschließen. In den Gebüschgruppen und Einzelbäumen finden Arten im Honigtau eine zusätzliche nährstoffreiche, kaum begrenzte Nahrung, sofern der Bau ihres Rüssels sie dazu befähigt.

Wie die Verbreitungselemente dokumentieren auch die habituellen Typen den kontinentalen Charakter der G'schleider-Wiesen. In dieser Eigenschaft gleicht dieses Offenlandbiotop dem anderen in kleinklimatischer Hinsicht „kontinentalen“ Lebensraum unserer Landschaft, dem Hochmoor (zum „kontinentalen“ Kleinklima der Hochmoore vergleiche ELLENBERG, 1978: 463).

Im Biotopvergleich unterschieden sich Offenland und Wald deutlich hinsichtlich der relativen Abundanz ihrer Rüsseltypen.

Auch dies läßt sich der historischen Entwicklung der Landschaft folgend beschreiben: Mit der Umwandlung des Waldes zur Wiese hat sich das Gewicht gewissermaßen auf Kosten des Mittelfeldes, der „schwach ausgebildeten Rüssel“ und der „Rüssel mittlerer Stärke“ auf die „kräftigen Rüssel“ verlagert. Zu deren höheren Abundanz hatten vor allem die Arten mit mitteleuropäischem Verbreitungsschwerpunkt beigetragen [vergleiche Teil A, Kapitel 3.10].

Aufschlußreich wäre die Untersuchung des Verhaltens der rüssellosen Arten im Vergleich zu den übrigen: Sie unternehmen keinen Nahrungsflug; daher könnte ihr tageszeitliches Verhalten der Deutung der Aktivität am Licht näher führen. Insbesondere aber wird bei diesen Tieren die Rolle der habituellen Konstitution wie Körpergröße, Habitus, Flügelfläche und -form deutlicher zum Tragen kommen.

Zusätzlich zu Merkmalen des Rüssels auch morphologische Eigenschaften wie Körpergröße oder den Habitus einzubeziehen, berührt mit der Ebene des Energiehaushaltes das Zusammenspiel zwischen Energiebedarf, Nahrungsqualität und Thermoregulation (McLACHLAN, 1986; UTRIO, 1983). Auch auf diese Weise sollten Vergemeinschaftungen von Nachtschmetterlingen beschrieben werden können.

Des Zusammenspiels zwischen physiologischer Konstitution der Arten einer Gemeinschaft und der Strukturmerkmale einer Landschaft ist für den praktischen Naturschutz von Bedeutung. Auf dieser Ebene sind die folgenden Fragen zu diskutieren und von aktuellem Interesse:

Wie reagieren Schmetterlingsgemeinschaften von Biotopen im mesophilen Bereich auf die Veränderung von Mikroklima und Nektarangebot infolge der steten Veränderung der Bewirtschaftungsweisen in Grünland, Ackerland und Forst?

Wie reagiert eine Schmetterlingsgemeinschaft auf die Entnahme von Strukturelementen (Hecken, Gebüsche, Einzelbäume) im Offenland, also auf teilweise oder gänzliche Entfernung der Requisiten „Wärme-Insel“ und „Honigtau-Ressource“?

Indem der Mensch die Landschaft veränderte, verfügte er über Ressourcen der Tiergemeinschaften. Über die Vernichtung alter und die Schaffung neuer Ressourcen griff er, selbst ein Konkurrent, in das Konkurrenzgefüge auch der Nachtschmetterlingsgemeinschaften ein. So läßt sich die Veränderung der Faunenzusammensetzung als ein durch aktuelle Konkurrenz herbeigeführter Vorgang verstehen.

#### 4.5.2. Einwirkungen des Menschen

Ohne die vielgestaltige Nutzung und Bewirtschaftung während der beiden vergangenen Jahrtausende wären viele Lebensgemeinschaften kaum denkbar. Indem der Mensch seine Umwelt veränderte, griff er in das Beziehungsgefüge der Konkurrenz von Arten ein. Er ist selbst ein Konkurrent dieser Organismen: durch seine tiefgreifende Umwandlung von Strukturen, durch seine Bewirtschaftungs- und Pflegemaßnahmen. So wirkt die von Jahr zu Jahr wiederkehrende Mahd der Wiesen oder der Wegränder stabilisierend oder verändernd auf die Lebensgemeinschaften, je nachdem ob dadurch das Konkurrenzgefüge immer gleichen Bedingungen oder ständig wechselnden Einflüssen unterworfen ist.

Bei regelmäßiger Mahd blühen die Pflanzen der Mähwiesen vor dem Wiesenschnitt ab und setzen Frucht an – auf Dauer setzen sich nur die Arten durch, deren Lebenszyklus in die Mahdtermine „passen“ Pflanzengesellschaften sind von längerer Dauer als Insektengemeinschaften, die schneller reagieren. Jahrweise Schwankungen der Eingriffstermine bedingen ein ständiges Auf und Ab mal der einen, mal der anderen Population. So erklärt sich die Artenarmut vieler Entomozönosen als Folge anthropogener Selektion unter ständig wechselnden Bedingungen. VESTER beschreibt dies treffend als „Werteverfall der Evolution“

Verfrühte Mahd kann eine Nachtschmetterlingsgemeinschaft über die Limitierung ihrer Nahrungsressource Blütennektar oder des Requisites Schlafplatz (STEFFNY et al., 1984) berauben; Eier, Raupen oder Puppen können mit dem Mähgut abtransportiert werden.

Wieweit können die bestehenden Lebensgemeinschaften die Mahd ertragen, auf sie reagieren? STEFFNY et al. (1984) zeigen für die Gilde der Blütenbesucher temporäre Abwanderung an die Blüten angrenzender Biotope. Doch welche Arten können dies nicht?

Im Untersuchungsgebiet fällt die Mahd der Wegränder durch den Jagdschutz häufig zusammen mit der 2. Mahd der Wiesen. In dieser Situation bleiben nurmehr die Wiesenränder als Ausweichhabitat. Da jedoch die Landwirte im Gebiet bis an die Stämme der Gebüsche, der Hecken und Waldränder zu mähen pflegen (РАТТАУ, 1983), sind die Säume im Gebiet nur schwach ausgebildet. Dieser Situation stärkster Konkurrenz um wenige verbliebene Blüten entgehen allein die vaganten Arten, die guten Flieger, die andere Biotope ausfindig machen können, wo sie ihrerseits sporadisch die Konkurrenz verschärfen werden. Für schwache Flieger, nicht vagante Arten mit kleinem home-range oder an ihre Nester gebundene Hymenopteren ist diese Situation jedoch weit bedrohlicher.

#### 4.5.3. Unregelmäßiger Artenwechsel

Der Massenwechsel in der Gemeinschaft verläuft von Jahr zu Jahr in unterschiedlicher Weise, da beispielsweise die Wetterlagen nicht jedes Jahr zur gleichen Zeit eintreffen, oder die Schmetterlinge durch die Wechselbeziehungen mit ihren Räubern und Parasiten auch von deren Massenwechsel beeinflusst werden. Direkt davon betroffen ist der Artenwechsel in der Gemeinschaft in seinem



Jahresgang, wodurch die Zusammensetzung der Taxozönose von Jahr zu Jahr nie gleich ist. Erscheinungszeiten, Artenverhältnis, Abundanzen ändern sich jahweise. Keine Art begegnet jedes Jahr denselben Arten in gleichem Massenverhältnis. Die Arten befinden sich somit in einem innerhalb gewisser Grenzen ständig wechselnden Beziehungsnetz der Konkurrenz.

#### 4.5.4. Wanderschmetterlinge – die unberechenbare Konkurrenz

In ihrem Grade nicht voraussagbar, doch alljährlich mehrfach und mit Sicherheit eintreffend sind Einwanderung und Durchzug von Wanderschmetterlingen in oft unglaublichen Massen. Was des Nachts nur als Invasion am Licht erscheint, können wir allein bei den Tagschmetterlingen wirklich beobachten: Läßt sich ein solcher Wanderzug nieder, werden die Blüten von Schmetterlingen geradezu überschwemmt; seien es blühende Stauden am Waldrand, Blumenrabatten in Parks, oder blütenreiche Alpenmatten vor einem verschneiten Paß. Die Individuenstärke der nächtlichen Wanderer ist um ein vielfaches höher, wovon die regelmäßigen Berichte der Beobachtungsstationen für Insektenwanderungen auf den schweizerischen Alpenpässen zeugen (siehe Jahresberichte in der Zeitschrift ATALANTA). Eine Zusammenstellung der mitteleuropäischen Wanderschmetterlinge geben EITSCHBERGER et al. (1991).

Auf das Konkurrenzgefüge der Zönosen im Bereich der Zugstraßen und der „Ziel“-Gebiete kann der Energiebedarf der Wanderzüge nicht folgenlos bleiben. In der untersuchten Zönose kam es zumindest während der Felduntersuchungen am Licht nicht zu Migrationen, diese setzen meist erst Mitte September ein.

#### 4.5.5. Der Druck der Generalisten

Rasch wechselnde Nutzungssysteme in der Land- und Forstwirtschaft führen zu einer Verarmung der natürlichen und naturnahen Lebensgemeinschaften. Der Anteil der Spezialisten nimmt dabei drastisch ab. Endlich herrschen Ubiquisten und Generalisten, die sogenannten „Allerweltsarten“, vor. Ihre Zunahme bedeutet für die verbliebenen Spezialisten der Gemeinschaft eine Verschärfung der Konkurrenz um Ressourcen.

Es liegt im „Wesen“ des Generalisten, nicht allein die Konkurrenz vieler anderer Organismen meistern zu müssen. Er seinerseits ist für eine große Zahl anderer Arten ein ernstzunehmender Konkurrent; denn ohne selbst Schaden zu nehmen, vermag er gewisse Ressourcen bis zu deren Erschöpfung zu nutzen, wenn er nicht von ihnen allein abhängt.

Mit der mittelbaren Bedrohung von Spezialisten als indirekter Folge anthropogener Einflüsse wird in den Lebensgemeinschaften des G'schleider wie anderswo auch stets zu rechnen sein. Allein im G'schleider bedeuten Nichteinhalten von Mahdterminen und die oben genannte Mahd der Wegränder Störungen, die in der beschriebenen Weise wirken können.

Von den Beispielen für Generalismus in einer der die Nahrungsnische betreffenden Nischendimensionen sei allein die lange Erscheinungszeit genannt. Die Imagines von *Lomaspilis marginata* und *Semiothisa clathrata* schlüpfen offenbar sukzessive über sämtliche Sommermonate. Sukzessiver Schlupf ist bei dem Tagschmetterling *Maniola jurtina* durch STEFFNY (1982) nachgewiesen. Die Art *Semiothisa clathrata* ist zudem – wie *Autographa gamma* auch – rund um die Uhr aktiv und damit in jeder Hinsicht ein Zeit-Generalist.

*Autographa gamma*, *Deilephila porcellus* und *Opisthograptis luteolata* fliegen in zwei langandauernden Generationen. Alle diese Tiere begegnen überdurchschnittlich vielen weiteren Arten. Die sehr vagante Gammaeule ist zugleich noch ein Wanderschmetterling, der Blüten verschiedener Landschaftsgürtel und verschiedenster Biotope auszubeuten vermag [zum Nahrungsspektrum der Gammaeule vergleiche Teil B].

Die meisten der anderen mittelbar oder unmittelbar auf Konkurrenzbeziehungen wirkenden Faktoren werden im Rahmen dieser Arbeit nicht untersucht und sollen daher nicht weiter angesprochen werden wie etwa der Druck von Parasiten und Räubern auf Eier, Raupen, Puppen und Imagines.

#### 4.6. Konkurrenzmindernde Faktoren bei der Nahrungssuche

Die zeitliche Isolation erscheint geeignet, allein auf der Ebene der jahreszeitlichen und tageszeitlichen Isolation die Arten zeitlich zu isolieren und damit die Begegnungshäufigkeit stark herabzusetzen. Unter den im G'schleider tatsächlich am gleichen Tag zur selben Stunde „miteinander“ fliegenden Tieren beschränkt sich die Konkurrenz um Nektar zunächst auf jene Individuen, die fähig sind, den Nektar einer Blüte zu gewinnen: Die je Dekade mit Flugzeithöhepunkt aktiven Arten mit für den Blütenbesuch ausgestatteten (mittelstark oder kräftig ausgebildeten) Rüssel machen je Dekade durchschnittlich 5% aller auf der Fläche nachgewiesenen Arten aus [vergleiche Teil A, Kapitel 3.14. und 3.15] (d. i. ein Viertel bis ein Sechstel der je Dekade insgesamt aktiven Arten).

Die wenigen für Konkurrenz an der Blüte in einer aktuellen Flugnacht zwischen Mai und September überhaupt noch in Frage kommenden Arten stehen allerdings einer nur geringen Arten- und Individuenzahl von Blütenpflanzen mit nachts geöffneten Blüten gegenüber.

#### 4.7. Zur Frage der aktuellen Konkurrenz um Blütennektar

Zur Zeit ihres Flugzeithöhepunktes begegnet eine in Dekade und Tageszeit spezialisierte Art mit für den Blütenbesuch geeignetem Rüssel nie mehr als 2 in dieser Weise spezialisierten Arten. Die etwa 90 Arten, mit denen diese drei Arten eine Flugnacht teilen müssen, sind entweder Flugzeit-Generalisten, sind nur auf einer Ebene (jahreszeitlich oder tageszeitlich) isoliert oder befinden sich nur im peripheren (suboptimalen?) Bereich „ihrer“ Flugzeiten oder besitzen keinen für Blütenbesuch geeigneten Rüssel.

Trotzdem darf nicht außer acht gelassen werden: Sobald in der Versorgung mit Ressourcen Engpässe entstehen, können Generalisten und individuenstarke Migratoren durchaus Druck auf die Spezialisten ausüben.

Ein ökologisches Nadelöhr ist der auf der Untersuchungsfläche in den vergangenen Jahren wiederholt veränderte Mahdrhythmus. Jahrweise schwankt ebenso die Verteilung und Dauer der Austrahlungsperioden. Beide Faktoren beschränken die Verfügbarkeit des Nektars.

Bei teilweiser Nischenüberlappung mag ein Engpaß durch gegenläufige Massenwechsel der fakultativen Konkurrenten entstehen.

Trotz der Spezialisierungen der meisten der Arten auf einer oder mehrerer Ebenen bleibt Raum genug für Konkurrenz. Aktuelle Konkurrenz ist allein mit zeitlicher Isolation kaum auszuschließen. Es sind daher über die beschriebenen Nischenbildungen hinaus auch beim Blütenbesuch selbst Strategien der Konkurrenzvermeidung zu erwarten.

#### 4.8. Offene Fragen

Doch bleibt die tatsächliche Konkurrenzsituation um Blütennektar unklar, solange nicht geklärt ist, wie groß das Angebot der Ressource selbst ist und ob im Falle eines Engpasses auch Mechanismen zum Tragen kommen, die die Nahrungsnischenüberlappung möglichst gering halten.

Es ergeben sich somit zwei Fragenkomplexe, von denen der zweite in den folgenden Teilen dieser Ausführungen weiter verfolgt werden soll:

1. – Wie groß ist das Nektarangebot für Nachtschmetterlinge?  
– Welche Blüten können besucht werden, sind also geöffnet? An welchen Blüten kann ein Schmetterlingsrüssel den Nektar erreichen, obgleich sie geschlossen sind?

- Wie ist der Gang der nächtlichen Nektarproduktion?
  - Welche Nektarmenge bietet die Untersuchungsfläche?
  - Wie groß ist der Bedarf seitens der Schmetterlinge? (Wie groß ist die „wahre Abundanz“?)
2. – Gibt es artspezifische Blütenpräferenzen?
- Gibt es artspezifische Blütenbesuchsstrategien?

## 5. Zusammenfassung (zu Teil A)

Die Taxozönose „Nachtaktive Großschmetterlinge“ eines Wiesen-Hecken-Waldrand-Lebensraumes und in ihr wirkende ökologische Faktoren wurden mit Blick auf die Frage „Gibt es Konkurrenz um Nektar bei Nachtschmetterlingen?“ untersucht.

Der Darstellung der Taxozönose ging eine umfassende Diskussion der Lichtfangmethode voraus. Ihre Möglichkeiten aber auch die Grenzen der aus ihr gewonnenen Aussagen werden genannt. Die Diskussion um die Lichtfangmethode war zugleich eine Diskussion um die Hypothesen der möglichen Gründe für den Anflug nachtaktiver Schmetterlinge am Licht. Solange diese Gründe unverstanden sind, ist der Falterflug an Licht lediglich eine relative, je nach Art spezifische Licht-Aktivität. Der Vorteil der Methode liegt in ihrer Normierbarkeit und Effizienz, in kürzester Zeit einen sehr umfassenden Überblick über die Nachtschmetterlingsgemeinschaft zu liefern. In 17 Fangnächten nur einer Vegetationsperiode konnten 75% aller auf der Fläche lebenden Arten nachgewiesen werden.

Die Arten konnten nach ihrem aktuellen Verbreitungsschwerpunkt chorologischen Elementen und – aufgrund umfangreicher Untersuchungen der Rüssel – funktionsmorphologischen Kategorien zugeordnet werden. Arten- und Familiengruppendominanz sowie Sexilität wurden berechnet. Jahres- und tageszeitliche Isolation sowie artspezifische Spezialisierung der Schmetterlingsrüssel konnten gezeigt werden.

Diesen Phänomenen der Nischentrennung bei Nachtschmetterlingsarten wurden auf blütenökologischer Ebene konkurrenzverschärfende ökologische Faktoren gegenübergestellt.

### Zur allgemeinen Charakterisierung der Nachtschmetterlingsgemeinschaft:

Die Taxozönose der Untersuchungsfläche umfaßt etwa 420 Arten. Im Untersuchungsjahr 1984 konnten 312 davon mit der Lichtfangmethode nachgewiesen werden.

Die Artengemeinschaft erreichte das Licht mit einem durchschnittlichen Geschlechterverhältnis von ♂♂:♀♀ wie 3:1.

Unter die Dominanzklassen eudominant, dominant und subdominant fallen nur 2% der Arten mit 23% der Individuen; den Großteil dieser 1298 Individuen stellen die Eulen. Die meisten Arten des Gebiets sind subrezent: 90% der Arten mit 49% der Individuen.

Durch Vergleich mit einem Hartholzauwald, einer Fläche mit den für den am Ort des G'schleider ursprünglich gegebenen Standortfaktoren, ließ sich die untersuchte Gemeinschaft weiter charakterisieren:

- hoher Anteil der Eulen (Spannerlebensraum Wald gegenüber Eulenlebensraum Offenland)
- hoher Anteil von Arten mit mitteleuropäischem Verbreitungsschwerpunkt;
- geringer Anteil von Individuen mit südlich, südöstlich oder östlich Mitteleuropas gelegener Verbreitungsschwerpunkt;
- hoher Anteil an kräftig ausgebildeten Rüsseln

Die jüngste Geschichte der Taxozönose, die faunistische Veränderung infolge der Umwandlung des auf der Untersuchungsfläche ursprünglichen Auwaldes in Offenland, konnte mittels des Biotopver-

gleichs mit dem Hartholzauwald nachvollzogen werden:

- Der Lebensformtypus der Spanner wich dem der Eulen;
- der hohe Anteil der mit Schwerpunkt südlich, südöstlich und östlich Mitteleuropas verbreiteten Arten verringerte sich zugunsten des mitteleuropäischen Elements;
- der Anteil der schwach ausgebildeten Rüssel und der Rüssel mittlerer Stärke verringert sich zugunsten des kräftigen Rüsseltyps.

Diesen Vorgängen liegen Veränderungen unter anderem der ökologischen Faktoren Kleinklima und Nektarangebot zugrunde.

Indem der Mensch die Landschaft veränderte, hatte er das Nischenangebot, die Ressourcen qualitativ und quantitativ verändert, damit in das Konkurrenzgefüge der Nachtschmetterlingsgemeinschaften eingegriffen. Die Veränderung der Faunenzusammensetzung läßt sich als ein durch aktueller Konkurrenz herbeigeführter Vorgang verstehen.

Nischentrennung auf zeitlicher wie auf morphologischer Ebene verringert die Anzahl der Arten, die sich zu aktueller Stunde an der Blüte begegnen:

Aufgrund artspezifischen jahreszeitlichen Auftretens begegnen sich in den Nächten einer Monatsdekade durchschnittlich nur 33% der Arten. Die meisten Arten besitzen darüber hinaus jedoch einen (oder mehrere) Flugzeithöhepunkt(e).

Viele Arten beschränken ihre Flugzeit auf je nach Art bestimmte Stunden der Nacht – eine weitere Ebene zeitlicher Isolation. Manche Arten verwirklichen nur einen der beiden, viele Arten jedoch beide Modi.

Einen für Blütenbesuch geeigneten Rüssel besitzen nur zwei Drittel der 312 Arten wie auch zwei Drittel der Individuen – allein diese Arten sind an den Blüten zu erwarten.

Die Artenzahl der Blütenbesucher, die sich zugleich jahres- wie tageszeitlich einnischen, liegt in aktueller Dekade und Nachthälfte unter 1% aller auf der Untersuchungsfläche nachgewiesenen Arten.

Die übrigen zu diesem Zeitpunkt fliegenden Arten sind entweder Flugzeit-Generalisten, sind nur auf einer Ebene (jahreszeitlich oder tageszeitlich) isoliert, befinden sich nur im peripheren (suboptimalen?) Bereich „ihrer“ Flugzeiten oder besitzen teilweise oder völlig reduzierte Rüssel.

Die Spezialisierung auf Honigtau wurde von der Morphologie der Rüssel abgeleitet und auch durch Feldbeobachtungen bestätigt.

Sie ist ein weiterer, die Konkurrenz um Blüten mindernder Faktor. Um Nektar konkurrieren nur mehr die Arten mit für Blütenbesuch geeignetem Rüssel und in Dekade und/oder Stunde gemeinsamem Flugzeithöhepunkt. Weitere Möglichkeiten der Nahrungsgewinnung wie das Anstechen von Früchten und die Aufnahme von Pollen werden diskutiert.

Die „phänologische“ Abundanz wurde eingeführt. Sie ist definiert als die relative Abundanz einer Art in der Nacht ihres individuenstärksten Anfluges. Sie beschreibt die Begegnungshäufigkeit von Arten realistischer als die auf den Jahresanflug bezogene relative Abundanz.

Die artspezifischen Flugzeiten wie auch die arteigene Ausbildung der Rüssel werden als „Antwort“ auf Konkurrenz betrachtet.

Konkurrenzverschärfende Faktoren stehen den konkurrenz mindernden Spezialisierungen gegenüber:

1. das Kleinklima mit der extremen „nächtlichen Kontinentalität“ des Offenlandes aufgrund der Ausstrahlung und der klimatischen Ungunst des topographisch tiefsten Teils der Landschaft durch die Bildung von Kälteseen (in dieser Situation erwiesen sich Gehölzstrukturen wie Einzelbäume und -büsche, Buschgruppen, Hecken und Waldränder als wichtige Requisiten).

2. von Jahr zu Jahr in Ausmaß und Zeitpunkt ständig veränderte Einwirkungen wie Mahdrhythmus, austrahlungsgünstige Wetterlagen, sporadisches Eindringen von Biotopflüchtern und Migratoren.

3. die Generalisten; diese können, sofern sie außer hinsichtlich ihres zeitlichen Erscheinens und/oder ihrer Mundwerkzeuge auch in ihrer Blütenwahl wenig spezialisiert sind, den „Spezialisten“ an den Blüten begegnen; sie vermögen bestimmte Nektarressourcen bis zu deren Erschöpfung zu nutzen, sofern sie nicht von diesen allein abhängen.

Trotz der Spezialisierungen der meisten der Arten auf einer oder mehrerer Ebenen ist offenbar aktuelle Konkurrenz nie auszuschließen. Es sind daher über die beschriebenen Nischenbildungen hinaus auch beim Blütenbesuch selbst Strategien der Konkurrenzvermeidung zu erwarten. Dies sollen die folgenden Teile der vorliegenden Arbeit klären.

## Teil B REM-Pollenanalyse –

### Untersuchungen der Pollenlast zur Ermittlung von Nahrungsspektren

#### 1. Einführung und Fragestellung

Lepidopteren haben eine Fülle von Rüsselformen geschaffen. Inwieweit spiegelt artspezifische Ausbildung des Rüssels artspezifische Nutzung der Ressource Nektar wider? Haben Nachfalterarten ähnlich wie Tagfalter, solitäre Bienen, Hummeln oder Schwebfliegen Blütenpräferenzen, unterschiedliche Strategien im Sinne des „optimal foraging“? STEFFNY (1982, 1984), WOLF (1983), SCHANOWSKI (1985) und KOHL (1988) haben über diese Taxa und die Nahrungspräferenzen deren Arten von derselben Untersuchungsfläche berichtet.

Unser Wissen über das von Nachfaltern genutzte Blütenspektrum ist gering. Die Literatur gibt nur spärlich Auskunft. BERGMANN (1951–1955) notiert in seinem Werk, der einzigen ökologisch ausgerichteten, alle mitteleuropäischen Lepidopteren umfassenden Schrift, wenigstens bei einigen wenigen Arten Blütenbesuche. KNOLL gibt kommentarlos eine Aufstellung der Blüten, an denen die Gammaeule (*Autographa gamma*) beobachtet werden kann. Erst SCHREMMER (1941) beschreibt in einer Arbeit über diese Art Blütenwahl und -stetigkeit während des Tages und der Dämmerung und stellt dies zum aktuellen Blütenangebot seiner Untersuchungsfläche in Beziehung.

Über Jahrzehnte erschienen nur wenige autökologische Arbeiten, meist über Nachtschmetterlinge mit ungewöhnlich ausgebildetem Rüssel, (zum Beispiel NILSSON et al., 1985 über einen langrüsseligen madagassischen Schwärmer; BÄNZIGER, 1969–1983 über blutsaugende Eulen). Mit dem zunehmenden Interesse an Schmetterlingen und ihrer Rolle bei der Coevolution von Blüte und Insekt begann im vergangenen Jahrzehnt eine Reihe synökologischer Untersuchungen vollständiger Tagfaltergemeinschaften und der unterschiedlichen Blütenwahl ihrer Arten (COURTNEY, 1983; JENNERSTEN, 1984, 1985, 1986; KISER, 1987; WEIDNER, 1990; STEFFNY, 1984).

Dieser zweite Teil der vorliegenden Arbeit soll Nahrungsbreite und -präferenz ausgewählter Nachfalterarten untersuchen, nachdem mit dem ersten Teil dieser Arbeit versucht wurde, die Möglichkeit auch aktueller Konkurrenz um die Nektarressource plausibel zu machen.

Die Beobachtung von Nachfaltern beim Blütenbesuch ist naturgemäß schwierig und meist zufällig. Daher wurde die Pollenlast auf den verschiedenen Nachfalterarten untersucht. Über die Determination gefundener Pollenkörner kann dann auf Blütenbesuch geschlossen werden.

Die folgenden Fragen sollten beantwortet werden:

- Welche Pflanzenarten lassen sich in der Pollenlast einiger ausgewählter Nachfalterarten der in Teil A dieser Arbeit beschriebenen Taxozönose nachweisen?
- Gibt es Hinweise für Nahrungsnischen-Trennung bei der Blütenwahl?

Von ersten Versuchen, Schmetterlings-Pollenlasten mit dem Raster-Elektronen-Mikroskop (REM) zu bestimmen, berichten KISLEV et al. (1972) und TURNOCK & CHONG (1978). Sie untersuchten versuchsweise Museumstiere, Tiere aus Laborversuchen und einzelne Freilandexemplare. Auf der Analyse von Corbicularpollen bei Hymenopteren, teilweise bereits im Rahmen synökologischer Felduntersuchungen, beruhen die Arbeiten etwa von STRIE (1980), KOHL (1988), WESTRICH & SCHMIDT (1986, 1987).

Mit der Literatur zur Pollenbestimmung lassen sich Pollenkörner allerdings kaum bis zur Art, meist nur bis zu einer Artengruppe oder Gattung bestimmen. Im Gegensatz zu tagaktiven Insekten können mangels ausreichender Beobachtungen nur wenige Pollenarten für Nachtschmetterlinge sicher vorausgesagt werden.

Dies erschwert die Pollendetermination zusätzlich. Unumgänglich war daher die Anlage eines umfangreichen Pollenherbars, das von den mutmaßlich nektarspendenden Blüten im Untersuchungsgebiet gesammelt wurde.

## 2. Material und Methoden

### 2.1 Die Blüten – Arteninventar, Pollenpräparation, Phänologie, Pollenatlas und Bestimmungsschlüssel

#### Arteninventar

Von der Untersuchungsfläche und ihrer näheren Umgebung sind bisher 702 Farn- und Blütenpflanzen bekannt geworden (GÖRS & MÜLLER, 1974).

Zur Anlage eines Pollenherbars wurden folgende Taxa nicht berücksichtigt, da sie Faltern keinen Nektar bieten: Schachtelhalmgewächse (8 Arten), Farne (1 Art), Nadelgehölze (3 Arten), Seggen (48 Arten), Süßgräser (66 Arten), Weiden (16 Arten), Birkengewächse (6 Arten), Knöterich-/Gänsefuß-/Fuchsschwanz-Gewächse (28 Arten) sowie die mit Sicherheit nicht insektenblütigen Pflanzen wie etwa 20 Wasserpflanzen. Weiterhin wurden die hochseltenen sowie die weitab von der Untersuchungsfläche in nur kleinen Beständen nachgewiesenen Arten vernachlässigt. Hinzuzunehmen waren Nachtschmetterlings-verdächtige Nutz- und Gartenpflanzen der nahen Ackerflur und der Gärten der nahegelegenen Ortschaft Rust, wie z. B. Tabak und Phlox. Es verblieben 218 Arten. Diese wurden mit 368 Proben in das Pollenherbar aufgenommen.

Einer Pollenprobe des Pollenherbars entsprechen einige hundert bis tausend Pollenkörner aus einer oder mehreren Blüten.

Durch Rassenbildung bedingte Probleme bei der Determination (aufgrund verschiedener Pollenmorphen) sollten ausgeschlossen werden. Daher wurden nur einige wenige Proben in Baden-Württemberg seltener oder besonders geschützter Arten dem umfangreichen Herbar von J. LEONHARD (Bentheim) entnommen. Alle übrigen Proben entstammen im Gebiet gesammelten Blüten.

#### Zur Blühphänologie:

Eine Liste der 84 entomophilen Blütenpflanzen mit einer Deckung von > 1 in den pflanzensoziologischen Aufnahmen legt KOHL (1988) vor. Die Blühphänologie dieser Arten wurde im Rahmen des „Blütenökologischen Untersuchungsprogramms Taubergießen“ mittels wöchentlicher Blütenzählungen auf repräsentativen Dauerbeobachtungsflächen beobachtet. Die während dreier Jahre gewonnenen Ergebnisse finden sich bei WOLF (1983), STEFFNY (1984), NEUMANN (1985), SCHANOWSKI (1985) und KOHL (1988).

#### Präparation für das Rasterelektronenmikroskop:

Pollen bedürfen keiner besonderen Behandlung außer einer 24h dauernden Trocknung im Trockenschrank und der 5minütigen Bedampfung mit Platin oder Gold. Als Unterlage für die Pollenproben wird üblicherweise eine mit leitfähigem Kleber beschichtete Silberfolie verwendet, die mit Silber-Kolloid-Lösung auf einem Aluminium-Tischchen befestigt wurde. Eine beidseitig klebende Tesafolie (Tesaakrepp) erzielte jedoch die gleichen Ergebnisse.

#### Pollenatlas und Bestimmungsschlüssel:

Den Pollenpräparaten für die REM-Analyse entspricht ein Pollenatlas mit Schwarz-Weiß-Photographien.

Der Dokumentation diene zunächst 6x6 cm Negativmaterial (ILFORD PanF), doch erwies sich normaler Kleinbildfilm (18 DIN, AGFA) als ausreichend. Jede Pollenart wurde in verschiedenen Vergrößerungen und Ansichten festgehalten. Um den je nach Ausrichtung des Pollenkorns verschiedenen Erscheinungsbildern Rechnung zu tragen, wurden Pol-, Äquator- und Colpi-(Keimspalten oder -poren)regionen abgebildet. Für die Auswahl und Benennung der Merkmale für die Pollenunterscheidung wurden die maßgeblichen Ausführungen von REITSMA (1970), ferner auch PUNT (1976–1984) und СТРАКА (1975) hinzugezogen.

Die am REM abgeleiteten morphologischen Merkmale wurden in einem Bestimmungsschlüssel zusammengefaßt. Dieser ermöglichte zusammen mit dem Pollenatlas die Determination der Nachtfalter-Pollenlasten.



## 2.2. Die Tiere – Probennahme, Präparation, Auswahl und Steckbriefe von *Autographa gamma* und *Deilephila porcellus*

### Probennahme:

Die für die Pollenanalysen bestimmten Tiere wurden direkt nach ihrem Fang getötet. Die meisten Tiere stammen vom Anflug an die Lichtenanlage. Einige wenige wurden beim Blütenbesuch unweit des Lichtkreises gefangen. Verlust von Pollen oder Kontamination mit Fremdpollen war durch sorgfältige Reinigung der Tötungsgläser zu verhindern. Um die Entnahme lebender Tiere aus der Natur in Grenzen zu halten (im Sinne der Bundesartenschutzverordnung vom 30. viii. 1980), wurde eine Auswahl getroffen: 1. Der Fang von Arten mit reduziertem Rüssel entfiel; 2. In größerer Anzahl wurden allein Tiere mit hoher Abundanz gefangen.

### Präparation:

Um Pollenverluste, aber auch Kontamination mit „Fremdpollen“ zu vermeiden, waren vor allem Rüssel, Fühler, Palpen und Beine als die in erster Linie pollentragenden Organe vor Berührung zu schützen. Daher wurden die Tiere von ventral genadelt. Jede weitere Präparation des Tieres unterblieb.

Pollen lassen sich unter Stereolupen nur bei höchster Auflösung und mindestens 80facher Vergrößerung sicher als solche erkennen.

Die Körner sind leicht mit einer Präpariernadel aufzunehmen, an deren Spitze eine winzige Portion von Klebstoff etwa einer Klebefolie sitzt. Hiermit wurden die Körner vom Tier genommen und auf ein REM-Präparate-Tischchen abgesetzt. Durch Ritzung seiner Oberfläche läßt sich ein Tischchen in 16 Felder aufteilen, um die Anordnung der Pollenkörner – etwa nach den Körperteilen, denen sie anhafteten – zu erleichtern. Trugen Rüssel, Palpen, Beine und Fühler besonders viele Pollen, wurden sie als Ganzes auf dem Tischchen aufgebracht, um die Pollen in situ zu dokumentieren. Es ist nicht möglich, mit vollständigen Individuen in dieser Weise zu verfahren, da regelmäßige, tiefgründige Bedampfung des Schuppenkleides nicht möglich ist. Trocknung und Bedampfung erfolgten in gleicher Weise wie bei der Anlage des Pollenherbars.

### Auswahl:

Vierzehn Nachfalterarten wurden auf ihr Pollenspektrum untersucht. Doch die Pollenanalyse erwies sich wegen der unerwartet hohen Anzahl von Pollenkörnern und Pollenarten je untersuchtem Tier als sehr aufwendig. Daher beschränken sich die REM-Untersuchungen im wesentlichen auf zwei Arten:

1. *Autographa gamma* (Gammaeule)  
(sämtliche im Untersuchungsjahr am Licht gefangene und einige abseits des Lichtkreises an Blüten beobachtete Tiere: 65 Individuen)
2. *Deilephila porcellus*, Kleiner Weinschwärmer  
(17 im Untersuchungsjahr an der Lichtenanlage gefangene Tiere)

Beide Arten lassen sich mit einem kurzen Steckbrief charakterisieren.

Die Gammaeule (*Autographa gamma* L., Noctuidae) ist ein ubiquitärer kosmopolitischer Generalist. Als Saisonwanderer 1. Ordnung (Klassifizierung nach EITSCHBERGER et al., 1991) ist sie ein ausgesprochener Wanderfalter. Die eurasiatisch verbreitete Art zieht mit den Vegetationsperioden durch die Landschaftsgürtel zwischen nördlicher Sahelzone und Skandinavien. Bei der alljährlich periodisch wiederkehrenden Einwanderung werden die Ursprungsgebiete nahezu von der gesamten Population verlassen. An allen Orten ihres Auftretens besiedelt sie im Offenland Pionier- und Ruderalstandorte und Grünland. Nach BERGMANN (1954) ist der Falter „Leitart frischer Hochstaudenfluren auf Ruderalboden auf Acker- und Gartenland fliegt tagsüber und nachts an Blüten und kommt gern ans Licht, aber selten an den Köder.“ Er ist obligatorischer Blütenbesucher mit wohlausgebildetem Rüssel. Die Tagaktivität ist allerdings beschränkt: im Hochsommer meidet die Art direkte Sonne, sucht jedoch nicht schattige Habitate auf, sondern ruht im Offenland bis in die Abendstunden; an



Abbildung 16: Die Gammaeule besucht wie in freier Flur auch in Gärten eine Vielzahl Blütenarten – hier zwei Tiere zusammen mit einem Tagpfauenauge auf *Buddleja davidii*.

diesigen oder trüben Tagen ist sie tagaktiv. Von Spätsommer bis Herbst sucht sie im hellen Sonnenschein nach Nektar. Die Art erscheint nach dem Ende der Dämmerung für 2 Stunden am Licht.

Der Kleine Weinschwärmer (*Deilephila porcellus* L., Spingidae) bevorzugt kleinklimatisch wärmebegünstigte offene Orte und „ist Leitart der Labkrautsteppe in offenen Fluren“. Er schwärmt mit Einbruch der Dunkelheit an stark duftenden Blüten“ (BERGMANN, 1953). Er erscheint bereits während der Dämmerung am Licht, fliegt jedoch nur während der folgenden 1 bis 1,5 Stunden an. Wanderverhalten wurde bisher nicht beschrieben. Die Art ist obligatorischer Blütenbesucher mit wohl ausgebildetem Rüssel. Er ist dämmerungsaktiv und entgeht damit der mit fortschreitender Nacht zunehmenden Ausstrahlungskälte seiner offenen Habitate.

### 2.3. Analyse der Pollenlasten

Die Pollen wurden mit Hilfe des Pollenatlas und des Bestimmungsschlüssels direkt am Bildschirm determiniert. Die Befunde wurden geordnet nach Pollenart und „Fundort“ (Tier und Pollenhaftort) auf

Abbildung 17: Der  
Kleine Weinschwärmer



Formblätter übertragen. Dadurch ließ sich rasch ein Überblick über die Verteilung der Pollenarten auf dem Falterleib gewinnen.

Zunächst nicht eindeutig zugeordnete Pollenkörner wurden zur Nachbestimmung photographiert. Einige Problemfälle konnten an Herrn Dr. W. PUNT, Utrecht verschickt werden.

Aus der durchschnittlichen Pollenzahl je Pollenart und Falterindividuum ergab sich die durchschnittliche Pollendominanz je Probe (Individuum). Für jede der beiden Falterarten wurde zusätzlich eine Artenliste der in den Proben nach drei verschiedenen Gesichtspunkten häufigsten Pollenarten zusammengestellt: durchschnittliche Pollendominanz, Anzahl in positiven Proben (d.h. auf Individuen mit der betreffenden Pollenart), Anzahl positiver Proben. Mittels Proben-Artenkurven wurde unter anderem die Repräsentativität der Proben dargestellt.

Die Überlappung der Nahrungsspektren der Gemmaeule und des Kleinen Weinschwärmers wurde sowohl für die beiden Arten untereinander wie auch mit den am Tage auf der Untersuchungsfläche aktiven Blütenbesuchern untersucht. Zu diesem Vergleich mit tagaktiven Taxozönosen wurden Ergebnisse anderer, auf derselben Fläche arbeitenden, Autoren hinzugezogen: zur Besuchshäufigkeit bei Tagfaltern (STEFFNY, 1984), Hummeln (WOLF, 1983) und Schwebfliegen (SCHANOWSKI, 1985) sowie der Pollendominanz in den Proben der Corbicularpollen bei Hummeln (KOHL, 1988).

Die Beziehung zwischen Pollenlast und Nahrungshabitat sowie der Blütenkronröhrenlänge wurde untersucht. Hierzu ist in einigen Tabellen nach dem Pflanzennamen sowohl der Habitat angegeben, in dem die Art vornehmlich im Untersuchungsgebiet aufzufinden ist, wie auch eine Charakterisierung der Blütenkronröhrenlänge. Aus methodischen Gründen [vergleiche dazu die kritischen Anmerkungen in Teil B, Kapitel 4.3] konnten diese Beziehungen nur teilweise ausgewertet werden. Daher wurden die beiden Variablen nur versuchsweise und grob charakterisiert: „w“ und „k“ bezeichnen den Habitat einer Pflanze als „warm“ (mikroklimatisch für Noctuiden und Sphingiden optimal aufgrund der Nähe zu nachts Wärme speichernden Gehölzen) oder „kalt“ (Ungunsthabitat aufgrund nächtlicher Ausstrahlung) [zum Kleinklima der Untersuchungsfläche vergleiche Teil A, Kapitel 2.2, 3.1 und 4.5.1]; an Blüten mit der Blütenkronröhrenlänge „l“ (lang) vermögen nur Insekten mit langem Rüssel Nektar zu saugen, die Blütenkronröhrenlänge „kurz“ bezeichnet Pflanzenarten, deren Nektar von nahezu allen Blütenbesuchern erreicht werden kann.

### 3. Ergebnisse

#### 3.1. Pollenatlas und Bestimmungsschlüssel

Ein 218 Arten umfassender Pollenatlas mit einem Bestimmungsschlüssel (siehe Ende des Tabellentils) konnte erstellt werden. Der Artenreichtum der im Gebiet für Nachtfalterbesuche zu erwartenden Blütenpflanzen ist so groß, daß der Schlüssel die meisten der jedem mitteleuropäischen Wiesen-Waldrand-Hecken-Biotop eigenen Blütenpflanzen umfaßt.

Im Gegensatz zur Lichtmikroskopie erlaubt das REM die sichere Determination bis zur Art in den meisten Fällen.

Der Schlüssel ist in der üblichen dichotomen Form aufgebaut und arbeitet mit den folgenden morphologischen Merkmalen

- Formtypus
- Zahl der Keimfurchen oder -poren
- Größe
- Sonderbildungen der Oberfläche (Exine).

Abbildung 18:

*Impatiens glandulifera*-Pollen  
(Indisches Springkraut) auf dem  
Rüssel von *Autographa gamma*,  
vom 31. VII. 84, 21.30h MEZ.

Wie auf diesem Präparat sind Pollenkörner oft von Nektar oder Ölen bis zur Unkenntlichkeit verklebt [REM-Präparat 152].

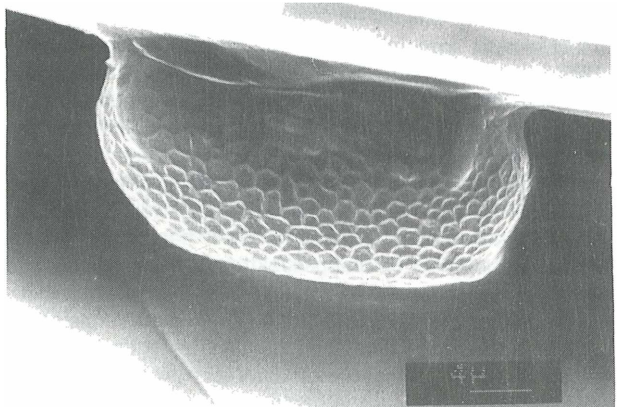




Abbildung 19:  
*Viburnum lantana*-Pollen (Wolliger  
Schneeball) auf dem Rüssel von  
*Scoliopteryx libatrix*,  
vom 11. VII. 84, 24h MEZ  
[REM-Präparat 164].

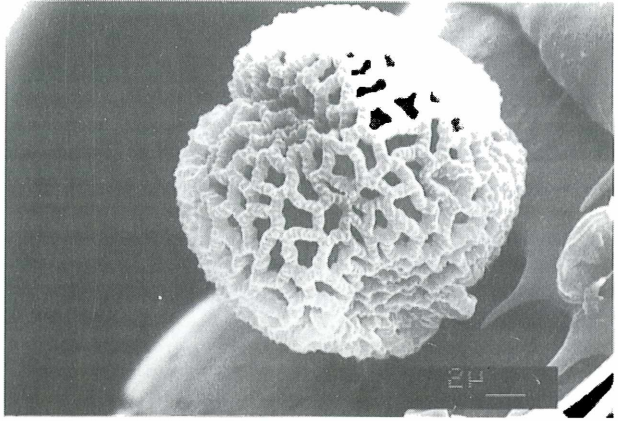


Abbildung 20:  
Nadelbaumpollen mit Luftsäcken auf  
dem Rüssel von *Autographa gamma*,  
vom 11. VII. 84, 24h MEZ  
[REM-Präparat 165].

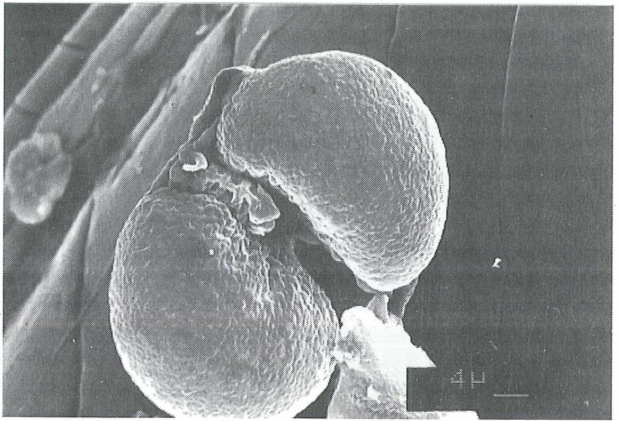


Abbildung 21:  
*Lythrum salicaria*-Pollen (Blut-  
weiderich) auf dem Rüssel von  
*Autographa gamma*,  
vom 31. VII. 84, 21.30h MEZ  
[REM-Präparat 144I].



Abbildung 22:

*Melandrium rubrum*-Pollen (Rote Lichtnelke) auf dem Rüssel von *Autographa gamma*, vom 31. VII. 84, 21.50h MEZ [REM-Präparat 145].

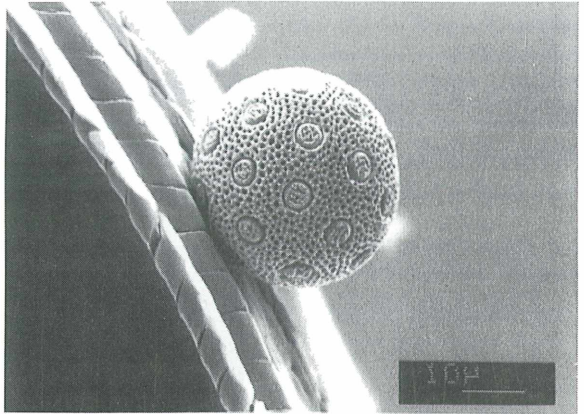


Abbildung 23:

*Lysimachia vulgaris*-Pollen (Gilbweiderich) auf dem Rüssel von *Autographa gamma*, vom 31. VII. 84, 21.50h MEZ [REM-Präparat 145].

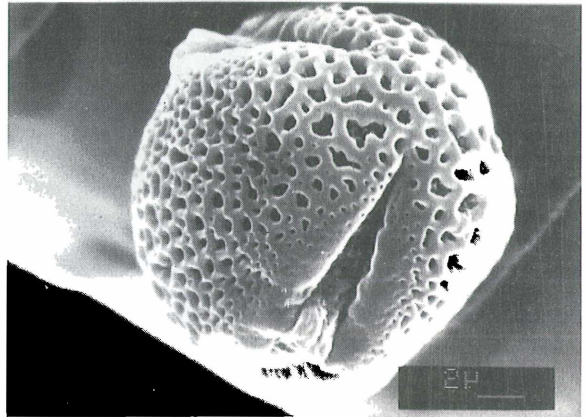


Abbildung 24:

*Plantago lanceolata*-Pollen (Spitzwegerich) auf dem Rüssel von *Autographa gamma*, vom 31. VII. 84 [REM-Präparat 152].

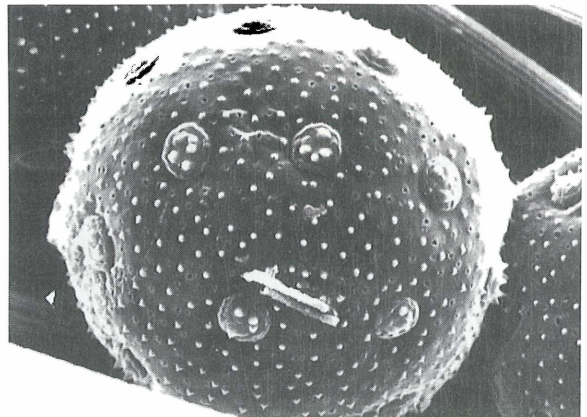


Abbildung 25:

*Echium vulgare*-Pollen (Natterkopf)  
auf dem Rüssel von  
*Autographa gamma*,  
vom 3. VIII. 84, 22.50h MEZ  
[REM-Präparat 224b].

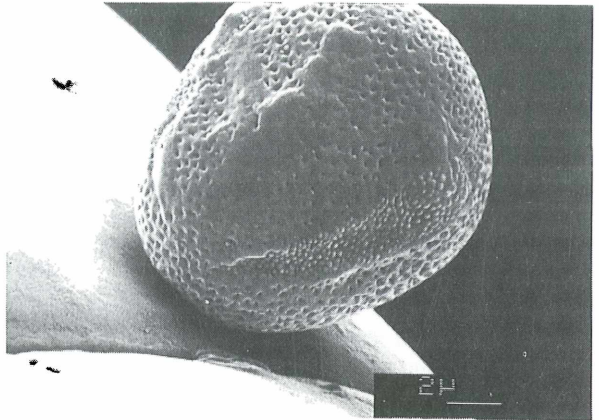


Abbildung 26:

*Lotus corniculatus*-Pollen (Wiesen-  
hornklee) auf der Palpus-Innen-Seite,  
*Autographa gamma*,  
vom 3. VIII. 84, 23.35h MEZ  
[REM-Präparat 179].



Abbildung 27:

*Ustilago*-Zellen auf dem Rüssel von  
*Autographa gamma*,  
leg. 3. IX. 84, 20.30h MEZ  
[REM-Präparat 206].

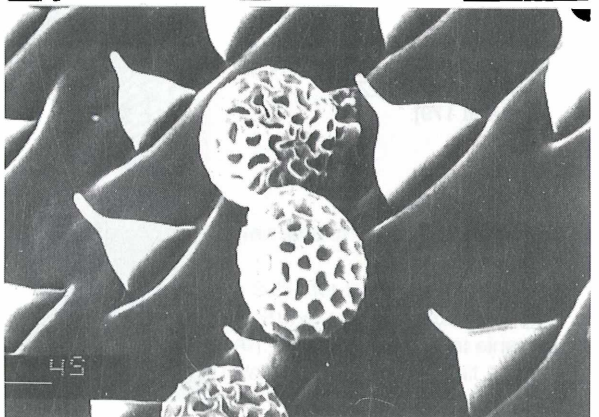




Abbildung 28:

*Tilia*-Pollen (Linde) auf dem Rüssel  
von *Autographa gamma*,  
leg. 11. VII. 84, 22.15h MEZ  
[REM-Präparat 252a].

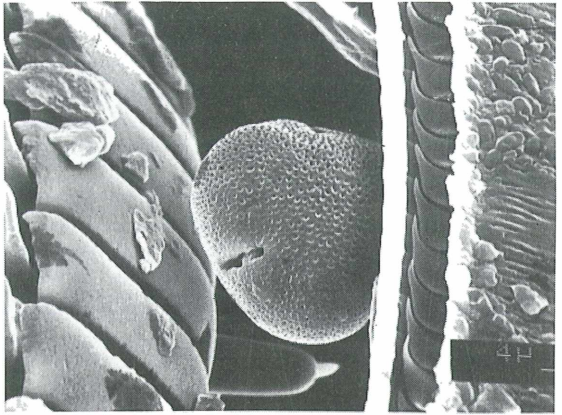


Abbildung 29:

Rüssel mit Sägestrukturen von  
*Scoliopteryx libatrix*,  
leg. 11. VII. 84, 24h MEZ  
[REM-Präparat 164x].

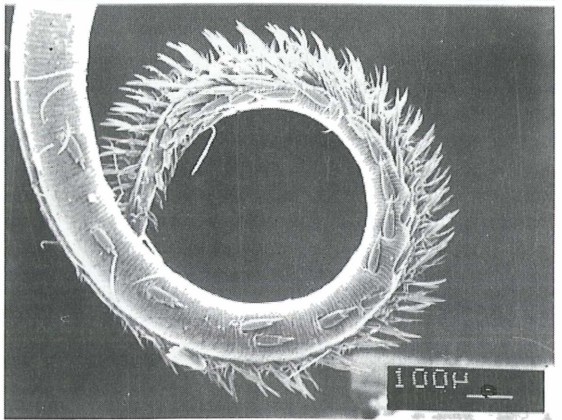
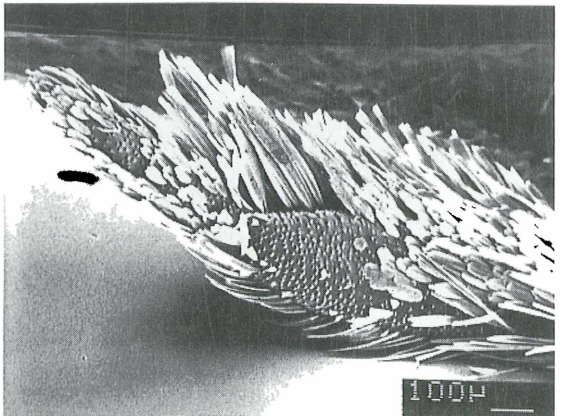


Abbildung 30:

Palpus-Innenfläche als Trägerstruktur,  
*Autographa gamma*,  
leg 3. VIII. 84, 23.35h MEZ  
[REM-Präparat 179].



Ein Typen-Schlüssel führt zu 11 Tabellen. In diesen sind die Größen-Durchschnittswerte für Polachse und Äquatorachse (mitunter zusätzlich in Klammern die Variationsbreite der Pollenlänge) angegeben. Strichzeichnungen zu den schwerer bestimmbareren Pollentypen erlauben die Benutzung des Schlüssels auch ohne den Pollenatlas.

Der Vergleich mit lichtmikroskopischen Präparaten zeigte, daß weder Größe noch Form der im REM dargestellten Pollenkörner auch für die Lichtmikroskopie gelten: Die Trocknungsmethode der Präparation für das REM macht aus kugeligen Pollenarten ovale oder gar lang spitz-spindelige Formen. Dagegen werden in Glyceringelatine eingeschlossene Pollen gewöhnlich rund aufgetrieben.

### 3.2. Pollenlast und Blütenspektrum

Das Nahrungsspektrum von 14 Nachtfalterarten wird in Tabelle 16 dargestellt. Im Folgenden werden die Ergebnisse von *Autographa gamma* und *Deilephila porcellus* eingehender betrachtet.

Die im Untersuchungs-jahr im G'schleider am Licht nachgewiesenen 65 Gammaeulen (*Autographa gamma*) sowie 17 der 69 ans Licht angeflogenen Kleinen Weinschwärmer (*Deilephila porcellus*) trugen folgende Pollenlasten:

*Autographa gamma* (n = 65):  
29.460 Pollenkörner, davon 26.941 von 64 Blütenpflanzenarten;

*Deilephila porcellus* (n = 17):  
10154 Pollenkörner, davon 10.086 von 34 Blütenpflanzenarten.

Neben den Pollen entomo- oder anemogamer Pflanzen finden sich auf den Tieren eine Vielzahl Bakterien, einzelne oder verkettete Zellen von Hefen oder Ciliaten (vergleiche Tabelle 17 und 18). Die Rüssel mancher Tiere sind von zäher Flüssigkeit verklebt; offenbar nehmen sie in manchen Blüten eine beträchtliche Nektar- oder Öllast auf. Insbesondere *Impatiens-glandulifera*-Pollen liegen nicht wie zum Beispiel Nelkenpollen frei und wie geputzt auf der Rüsseloberfläche auf, sondern „schwimmen“ bis zur Unkenntlichkeit verklebt in einem Nektar- oder Ölüberzug (vergleiche Abbildung 18). Einige Pollenkörner blieben daher unbestimmt.

Die nachstehenden Abbildungen mögen einen Eindruck von den Pollenlasten, von der Mannigfaltigkeit der Pollenformen geben:

#### 3.2.1. Die Pollenlast der Gammaeule

Die auf *Autographa gamma* nachgewiesenen Pollen und Sporen sind in Tabelle 17 zusammengestellt.

Nach der Proben-Pollenartenkurve (Tabelle 19) konnten etwa 90% der besuchten Nektarpflanzen nachgewiesen werden. Der von Beginn an flache Anstieg der Kurve verweist auf das verhältnismäßig enge Pollenspektrum der Individuen im Vergleich zur Art. Die Kurve biegt bei einer deutlich höheren Pollenartenzahl in die Waagerechte ein, als bei *Deilephila porcellus*. Damit trägt die Art *Autographa gamma* mehr Pollenarten als *Deilephila porcellus*.

Die auf der Gammaeule nach drei unterschiedlichen Gesichtspunkten häufigsten Pollenarten sind gesondert in Tabelle 20 zusammengestellt. Es sind die Pflanzenarten, die „pollendominant“ sind (gemittelt über sämtliche untersuchten Proben bzw. Individuen), deren Pollen in den Einzelproben die häufigsten oder auf besonders vielen Tieren zu finden sind. Diese 19 Arten machen 97% der nachgewiesenen Pollen aus. Pollen der Fabaceen und der Gattung *Ranunculus* sind die häufigsten

(sowohl insgesamt wie auch in den jeweils für die betreffende Blütenart positiven Proben) und die von den meisten Tieren getragenen. Nur zwei Tiere trugen *Solanum dulcamara*-Pollen, eines davon jedoch 648. Umgekehrt trugen 2/3 der untersuchten Tiere Pollen von *Melandrium rubrum*, jedoch enthalten deren (positive) Einzelproben jeweils nur etwa 4 Pollenkörner.

Unter den genannten 19 Arten sind als bekannte Nachtfalterblumen die weißblühenden *Silene*-, *Asperula*- und *Galium*-Arten, ferner *Tilia* und *Echium*. Besonders bemerkenswert erscheint jedoch der Nachweis der folgenden Arten: *Melandrium rubrum* als einer rotblühenden und damit als Nachtfalterblume nicht erwarteten Nelke, *Plantago lanceolata* als anemogamer Pflanze, die von dem tagaktiven Nahrungsspezialisten *Macropis europaea* (Apoidea, Melittidae) besuchte Ölblume *Lysimachia vulgaris*, die Gattung *Ranunculus* als bisher nicht bekannte Nachtfalterblume, *Impatiens glandulifera* als in unserer Flora seit etwa 60 Jahren heimischer Neophyt.

Dagegen sind die klassischen Nachtfalterblumen wie *Lonicera xylosteum* und *Oenothera biennis* nur Rezedente.

Nur 13 der Arten haften (durchschnittlich und in positiven Proben) mit mehr als 20 Körnern an den Tieren, nur 5 Arten an mehr als einem Viertel der untersuchten Individuen.

Die wichtigsten Körperteile für den Pollentransport sind – wie Abbildung 32 zeigt – Rüssel, Beine und Hinterflügel-Unterseite.

Auch der Nahrungskanal des Rüssels führte Pollen, insgesamt 50 Körner [vergleiche Abbildung 41 in Teil B, Kapitel 4.2.3] (0,2% der auf der Gammaeule nachgewiesenen):

- *Ranunculus* 32 Pollenkörner
- *Tilia* 14 Pollenkörner
- *Impatiens* 2 Pollenkörner

Dem unterschiedlichen Blütenbau der besuchten Blüten entsprechen unterschiedliche Haftorte der Pollen auf den Faltern. 8 Pflanzenarten wurden ausgewählt, um die Pollenorte auf den Tieren in Abbildung 34 getrennt nach Pollenarten darzustellen. Abbildung 36a gibt eine Übersicht über die „Pollenlandkarte“ auf einer Gammaeule.

Die Gammaeule ist nicht allein als Art polylektisch; die Individuen tragen Pollen von durchschnittlich 5 (1–9) verschiedenen Blütenpflanzen – bis zu 14 Pollenarten je Tier wurden nachgewiesen. Die Pollendiversität der Pollenlast der einzelnen Individuen ist in Abbildung 31 dargestellt.

### 3.2.2. Die Pollenlast des Kleinen Weinschwärmers

Die auf *Deilephila porcellus* nachgewiesenen Pollen und Sporen sind in Tabelle 18 zusammengestellt.

Nach der Proben-Pollenartenkurve (Tabelle 19) über die Individuen und die auf ihnen nachgewiesenen Pollenarten konnten etwa 95% der besuchten Nektarpflanzen nachgewiesen werden (bei der Gammaeule waren mit der gleichen Proben(Individuen-)zahl etwa 60% der Pflanzen nachzuweisen. Damit ist die auf den Schwärmerindividuen nachweisbare Pollenartenzahl geringer als auf den Eulen. Der Unterschied in der zu erwartenden Pollenartenzahl auf Individuums- und Art-Ebene ist geringer als bei der Gammaeule.

Die auf dem Kleinen Weinschwärmer nach drei verschiedenen Gesichtspunkten 11 häufigsten Pollenarten sind gesondert in Tabelle 20 zusammengestellt. Diese Pflanzen sind „pollendominant“ (gemittelt über sämtliche untersuchten Proben bzw. Individuen), ihre Pollen in den Einzelproben die häufigsten oder auf besonders vielen Tieren zu finden. Diese 11 Arten machen etwa 95% der nachgewiesenen Pollenkörner aus. Pollen von *Nicotiana tabacum* und *Impatiens glandulifera* sind die häufigsten (sowohl insgesamt wie auch in den für die verschiedenen Pollenarten jeweils positiven Proben). Die von den meisten Tieren getragenen sind dagegen *Lotus corniculatus* und die Gattung

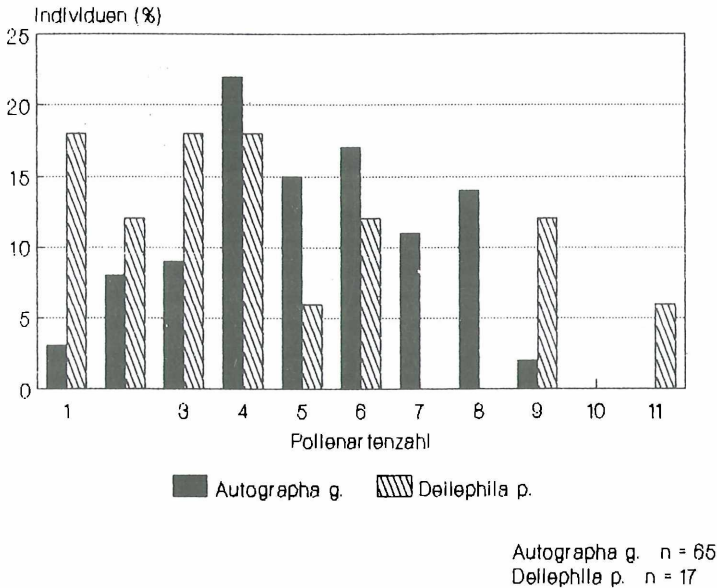


Abbildung 31: Pollendiversität: Pollenartenzahl je Probe (Individuum), *Autographa gamma* und *Deilephila porcellus*

*Ranunculus*. Eine große Anzahl Körner in Einzelproben erreicht auch *Melandrium rubrum* mit 77 Pollenkörnern auf einem Tier.

Unter den genannten 11 häufigen Pollenarten ist als üblicherweise von Nachtschmetterlingen besuchte Blüte nur *Echium vulgare* bekannt, die am Tage von mehreren Insektenordnungen genutzt wird. Die weißblühenden Nachtfalterblumen, *Silene*-, *Lonicera*-, *Asperula*- und *Galium*-Arten, finden sich erst unter den selteneren Rezedenten.

Bemerkenswert auch beim Kleinen Weinschwärmer ist der Nachweis der rotblühenden *Melandrium rubrum*, des anemogamen *Plantago lanceolata*, der Ölblume *Lysimachia vulgaris*, der Gattung *Ranunculus*.

Klassische Nachtfalterblumen wie *Lonicera xylosteum* und *Oenothera biennis* sind dagegen nur Rezedente.

Nur 4 Arten haften (durchschnittlich und in den positiven Proben) mit mehr als 20 Körnern an einem Falterindividuum, nur 3 Arten an mehr als einem Viertel der untersuchten Tiere.

Pollenhaftorte sind, wie Abbildung 33 zeigt, vor allem Rüssel, Beine, Palpen und Fühler. Der Nahrungskanal führte keine Pollen.

Die verschiedenen Pollenarten sind gemäß dem unterschiedlichen Bau der Herkunftsblüten an jeweils verschiedenen Körperteilen zu finden. Für 6 ausgewählte Pollenarten stellt dies Abbildung 35 dar. Eine „Pollenlandkarte“ des Kleinen Weinschwärmers gibt Abbildung 35b wieder.

Der Kleine Weinschwärmer ist nicht allein als Art polylectisch; die Individuen tragen Pollen von durchschnittlich 4 (1–11) verschiedenen Blütenpflanzen, wie Abbildung 31 zeigt.

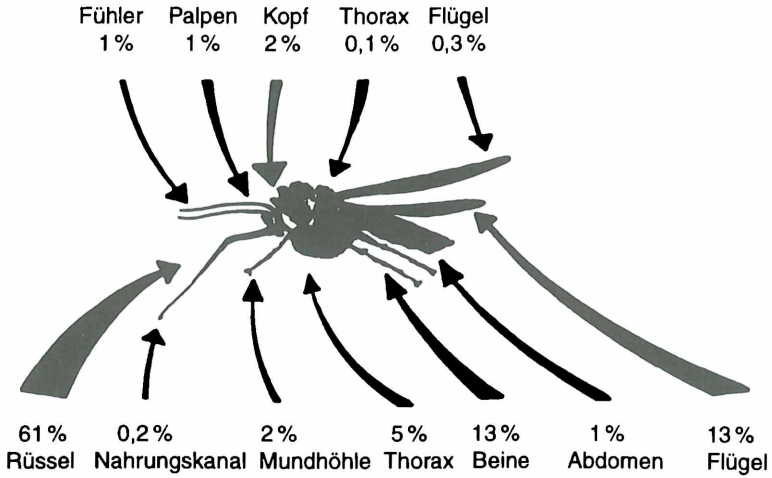


Abbildung 32: Haftungsorte der Pollen auf *Autographa gamma* (Angaben in % der auf *Autographa gamma* nachgewiesenen Pollen)

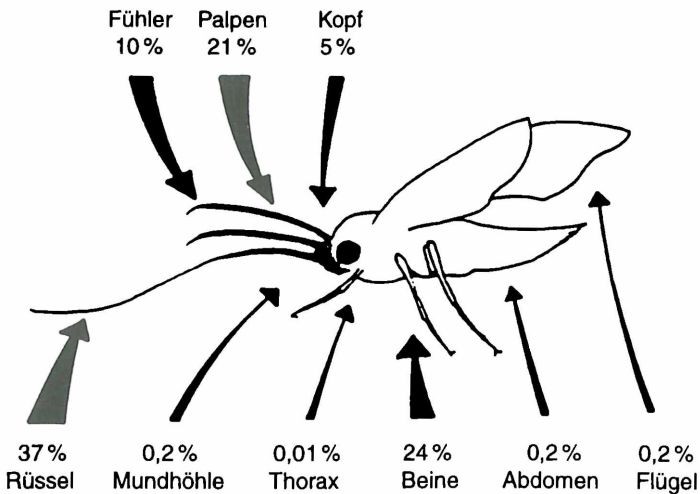


Abbildung 33: Haftungsorte der Pollen auf *Deilephila porcellus* (Angaben in % der auf *Deilephila porcellus* nachgewiesenen Pollen)

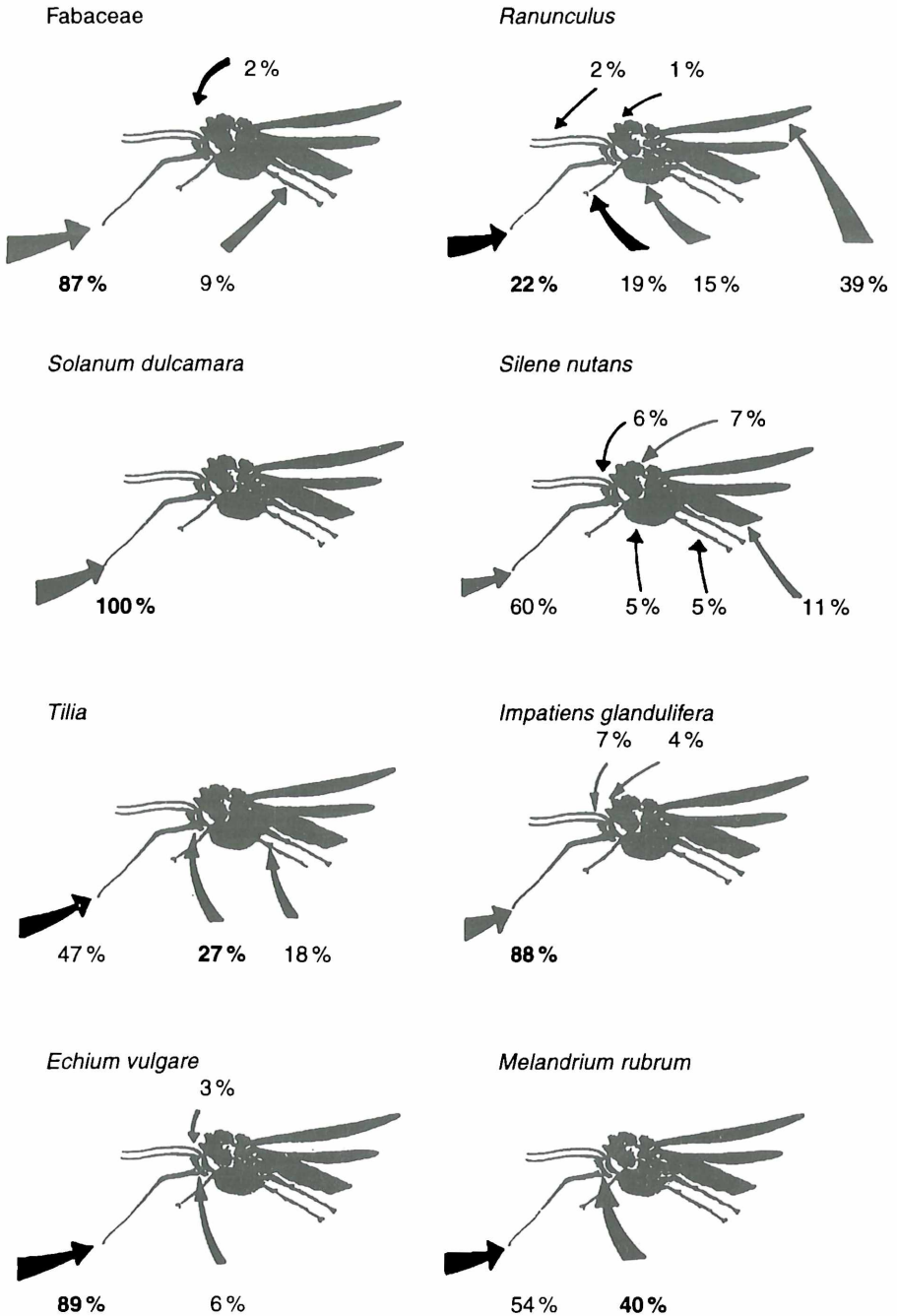


Abbildung 34: Haupt-Pollenhaftungsorte ausgewählter Pflanzenarten auf *Autographa gamma* (Angaben in % = Anteil an der von der jeweiligen Pflanzenart nachgewiesenen Pollenmenge; fette Werte = Ort mit den meisten für diese Pollenart positiven Proben [Pollenlasten])

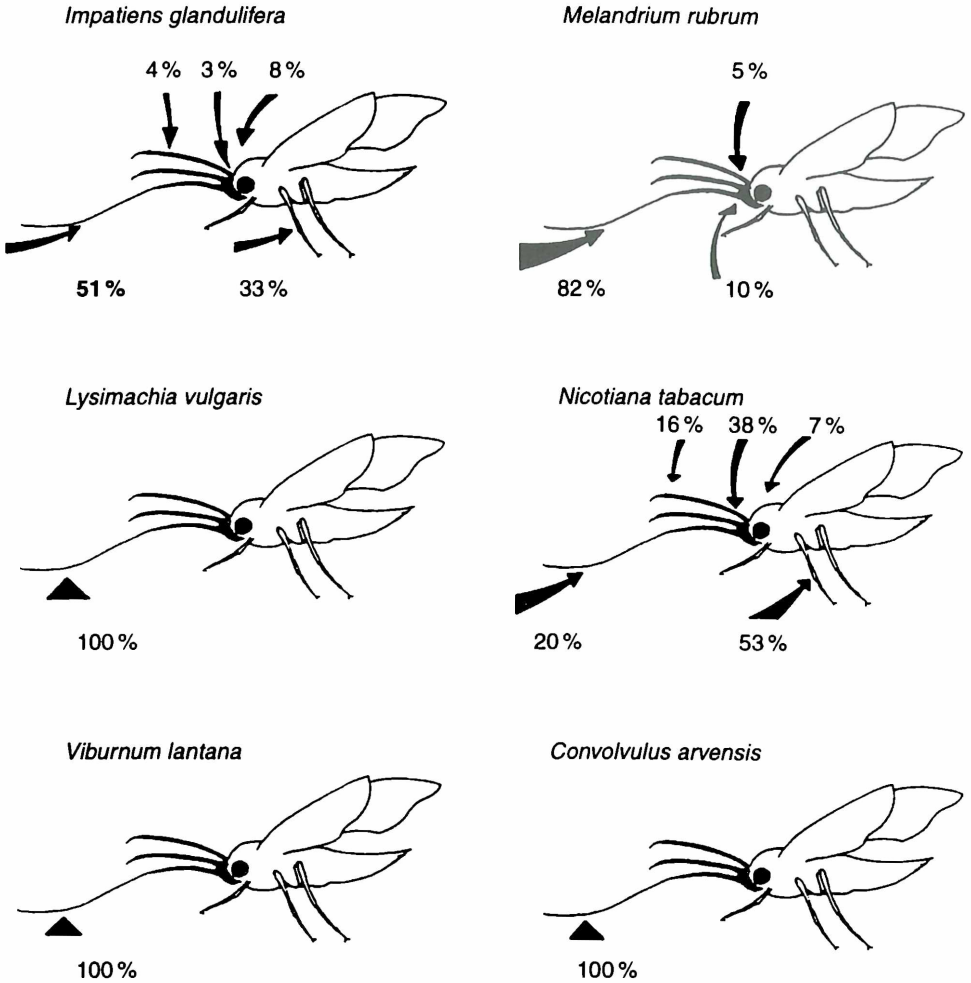


Abbildung 35: Haupt-Pollenhaftungsorte ausgewählter Pflanzenarten auf *Deilephila porcellus* (Angaben in % = Anteil an der von der jeweiligen Pflanzenart nachgewiesenen Pollenmenge; fette Werte = Ort mit den meisten für diese Pollenart positiven Proben [Pollenlasten])



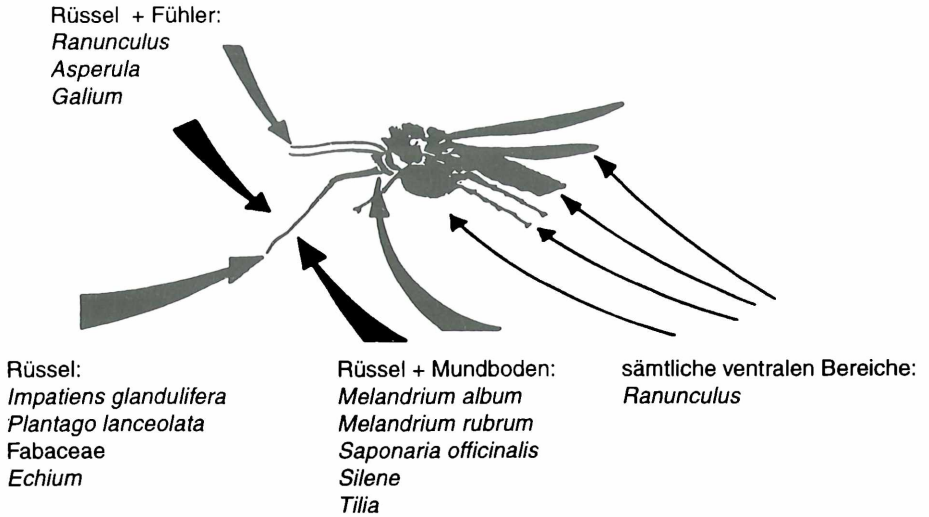


Abbildung 36a: Haftungsorte ausgewählter Pollenarten auf *Autographa gamma*

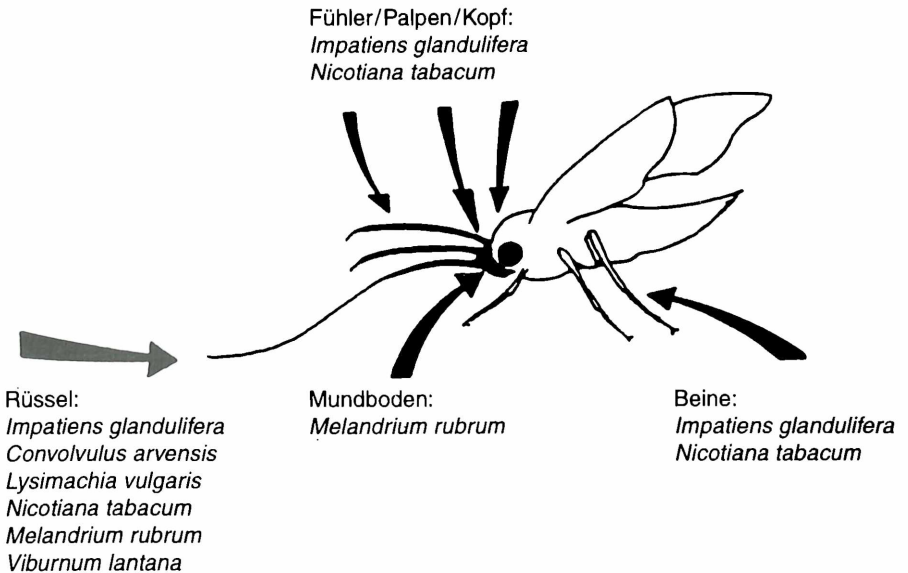


Abbildung 36b: Haftungsorte ausgewählter Pollenarten auf *Deilephila porcellus*

### 3.3. Die Herkunft der Pollenkörner: Biotoptypen, Blütentypen

Die grobe Zuordnung der in den Pollenlasten nachgewiesenen Blütenarten zu den Blütentypen „langröhrlige“ und „kurzröhrlige Blütenkronen“, sowie zu den Biotoptypen „suboptimaler“ (Ungunst-Biotop) und „optimaler“ Biotop (mikroklimatisch hinsichtlich der Temperatur „warmer Biotop“) ergab folgende Befunde, die in Tabelle 21 dargestellt sind:

Die Gammaeule trägt verhältnismäßig mehr Pollen langröhrliger Blüten (etwa 1,5 mal mehr als von kurzröhrligen Blüten) und mehr Pollenarten aus kleinklimatisch suboptimalen Lebensräumen (5 mal mehr als aus kleinklimatisch optimalen Lebensräumen) [zum Kleinklima vergleiche Teil A, Kapitel 2.2, 3.1 und 4.5.1].

Der Kleine Weinschwärmer dagegen trägt vor allem (nach der Anzahl nachweisbarer Pflanzenarten sowie nach der Anzahl positiver Proben) Pollenkörner aus „warmen“, kleinklimatisch günstigen Lebensräumen [zum Kleinklima vergleiche Teil A, Kapitel 2.2, 3.1 und 4.5.1]. Er trägt 42 mal soviel Pollen von langröhrligen wie von kurzröhrligen Blüten.

### 3.4. Überschneidung der Pollenspektren

Die Nahrungsspektren von Gammaeule und Kleinem Weinschwärmer überschneiden sich teilweise (Tabelle 22). Pollendominante Pollenarten sind jedoch pollendominant allein für eine der beiden Arten.

Ein ähnliches Bild ergibt sich beim Vergleich der von den Nachtfaltern besuchten Blüten mit dem Blütenspektrum der tagaktiven Taxozönosen Schwebfliegen, Hummeln und Tagfalter (Tabelle 23).

Die meisten der Hauptnahrungspflanzen (besser: Hauptpollenpflanzen) haben die verschiedenen Gruppen für sich. Doch fünf teilweise dominante Arten werden von mehreren Taxozönosen beansprucht. Unter ihnen ist *Impatiens glandulifera*, welches tags und nachts besucht wird.

## 4. Diskussion

### 4.1. Aufwand und Notwendigkeit

Das menschliche Auge macht auch in wolkenlosen Mondnächten nur schwer die Bewegung eines fliegenden Nachtschmetterlings aus. Auf Licht reagieren saugende Tiere meist mit Flucht. Die Transektmethode verbietet sich unter diesen Umständen völlig.

Der über seltene Einzelbeobachtungen hinausgehende Nachweis des Blütenbesuchs kann also allein über die Untersuchung der Pollenlast erbracht werden.

Aufwendig wird dieses Verfahren durch die Pollendetermination. Das Lichtmikroskop, das bei kaum zwei Dritteln der Blütenpollen bis zur Art führt, erschließt oftmals kaum die Gattung; die meisten Werke sind auf die Bedürfnisse der Paläontologie oder der Herkunftsbestimmung von Honig zugeschnitten. Literatur zur Pollenanalyse am REM liegt nur lückenhaft vor; das umfangreiche Werk von PUNT (1976–1984) ist noch nicht abgeschlossen; sogenannte Pollenatlanten eignen sich mehr zum Staunen über Kunstformen der Natur als zur wissenschaftlichen Bestimmung.

Zusätzlich erschwert wird die Pollenanalyse durch die geringe Anzahl der in den Proben vorliegenden Pollen: Ein Schmetterling trägt von den meisten Pollenarten selten mehr als 2 Körner. Für die Bestimmung bis zur Art ist jedoch die Kenntnis der oft starken Größenvariation zumindest hilfreich. Ein Pollenherbar kann also nicht umfangreich genug angelegt werden, bevor man die Pollenlast des ersten Schmetterlings zu untersuchen beginnt. Es ist ja nicht bekannt, welche Pollenarten über die der als „Nachtschmetterlingsblumen“ bekannten hinaus zu erwarten sind. Fehler bei der Bestimmung des Nahrungsspektrums durch im Schlüssel eventuell fehlende Pollenarten sind kaum abzuschätzen. Die große Zahl der dann tatsächlich nachgewiesenen Arten war nicht erwartet worden.

Einfacher gestaltet sich die Bestimmung der Corbicularpollen von Hummeln: STRIE (1980), JOHNSON (1984), WESTRICH & SCHMIDT (1986, 1987), KOHL (1988) und andere Autoren konnten sich in ihren Pollenherbaren von vornherein auf die tatsächlich besuchten Blüten, die ihnen von vorausgegangenen Transekten bekannt waren, beschränken. Zudem liefert der Inhalt eines Hummel-„Höschens“ zehntausende von Körnern derselben Art; auch dies erleichtert die Bestimmung. Hier ist die Lichtmikroskopie die angemessene, ausreichende, Methode.

Bei der Analyse der Nachtschmetterlings-Pollenlasten erwies sich das REM als das sicherere Instrument bei allerdings hohem Aufwand an Zeit wie Mitteln.

Der immense floristische Artenreichtum des untersuchten Lebensraumes wurde bei der Erstellung des Pollenherbars zunächst in gewissem Sinne zum Problem (Aufwand). Schließlich entstand jedoch ein gerade durch seinen Umfang wertvoller Bestimmungsschlüssel und Pollenatlas. Damit liegt ein Hilfsmittel für einschlägige pollenanalytische Arbeiten vor. Er ist in den meisten mitteleuropäischen Offenland-Lebensräumen mit Grünlandnutzung, Gehölzrändern, Säumen und Ruderalia anwendbar und verlangt je nach Ort nur geringfügige Erweiterung. Die Herausgabe des umfangreichen Bildmaterials (bisher nur STRASBURGER, 1991: 169) wird an anderer Stelle erfolgen.

## 4.2. Zum Nahrungsspektrum

### 4.2.1. Blütennektar

Vorbemerkung: Aus der Pollenlast ist sicher auf Blütenbesuch und der Aufnahme von Nektar zu schließen [zur Pollenaufnahme vergleiche Teil A, Kapitel 4.2.3]. Mit den auf direktem Wege aus den Pollenlasten ermittelten Pollendominanzen soll in diesem Kapitel nur behutsam umgegangen werden. Sie können keinesfalls als Abbild einer Blütenpräferenz betrachtet werden. Pollenartenspektrum und Nahrungsspektrum decken sich sicherlich, doch ist auch hier Vorsicht angebracht [vergleiche kritische Bemerkungen zur Methode in Teil B, Kapitel 4.3].

Das Pollenspektrum sowohl der Gammaeule wie auch des Kleinen Weinschwärmers erscheint groß. Gerade bei der Gammaeule ist kaum eine Pflanzenfamilie nicht vertreten. Zwar ist diese letztere Art auch (bedingt) tagaktiv, doch ist auch mit immensem Aufwand von Transekten oder Einzelverfolgung kaum der Nachweis so vieler Nahrungspflanzen zu erbringen.

Die Probensummenkurven (Tabelle 19) legen nahe, daß die erstellten Nahrungsspektren nahezu vollständig sind. Bei beiden wurde über 90% der zumindest auf dieser Untersuchungsfläche möglichen Pollenarten erreicht. Der Verlauf der Kurven legt ein geringeres Artenspektrum des Weinschwärmers nahe. Die durchschnittliche Pollenartenzahl je Individuum ist bei beiden Arten etwa gleich, wenn sie auch beim Weinschwärmer stark schwankt. Doch auf Art-Ebene gilt: Die Gammaeule trägt deutlich mehr Pollen; und soweit Pollenspektrum und Nahrungsspektrum deckungsgleich sind, ist die Gammaeule in höherem Grade polylektisch als der kleine Weinschwärmer.

Allein unter den in Tabelle 20 zusammengestellten am häufigsten nachweisbaren Pollenarten befinden sich einige Überraschungen. Die Gattung *Ranunculus* war als Nachtschmetterlingsblüte bisher nicht bekannt, zumal nicht in dem Ausmaß, das die Pollenmassen auf den Tieren nahelegen möchten. Die Rote Lichtnelke *Melandrium rubrum* erfüllt mit ihrer dunkelroten Krone und dem zumindest für den Menschen sehr schwachen nächtlichen Duft eigentlich nicht die „Anforderungen“ einer Nachtschmetterlingsblume.

Die vielen „Windblüter“-Pollen von Gräsern, Nadelbäumen, aber auch Brennnessel werden weniger während ihrer Verdriftung aufgenommen worden sein; denn sie besitzen keinen Pollenkitt und vermögen daher kaum auf den Tieren zu kleben. Mehr spricht für die Aufnahme aus den mit ihnen

Abbildung 37: *Silene cucubalus*, der Taubenkropf, blüht und duftet als klassische Nachtschmetterlingsblume nur nachts; man beachte: Das Bild wurde in den Vormittagsstunden aufgenommen – keine Blüte blüht, die Blüten sind verblüht oder noch nicht geöffnet.



kontaminierten Nektaren der angiospermen Blütenpflanzen, denn oft haften diese Körner von Nektar verklebt am Rüssel. Auch eine Aufnahme aus Honigtau wäre denkbar, auf dessen Nutzung Ketten von Hefezellen und Massen von Bakterien verweisen.

Die Pollen des als anemogam bekannten *Plantago lanceolata* jedoch treten zu häufig auf, um Folge von Windverdriftung und Verunreinigung des Nektars sein zu können. Doch *Plantago media* galt als einziger obligatorisch Entomophiler seiner Gattung. HAMMER (1978) beschreibt die Pollenkörner von *Plantago lanceolata* als dagegen besonders weitgehend wieder für die Windverdriftung umgebildet. Und doch gelang es STELLEMANN (1978, 1981, 1982) [vergleiche auch STELLEMANN & MEUSE, 1976], im Feldexperiment die pollenfressenden Syrphiden als wichtige Bestäuber von *Plantago lanceolata* nachzuweisen. *Plantago lanceolata* jedoch als Nektarlieferant? *Plantago lanceolata* wird tatsächlich seines Nektars wegen aufgesucht! Der Blütenbesuch durch den Kleinen Weinschwärmer konnte in der Dämmerung sogar direkt beobachtet werden! Wie findet ein Nachtschmetterling eine Blüte, der ein auffälliger Schauapparat ebenso fehlt wie das den Duft der Nachtschmetterlingsblumen kennzeichnende „Nachtschmetterlings-Parfüm“?

Beruht der Nachweis von Pollen der Ölblume *Lysimachia vulgaris* auf einem Bestimmungsfehler? Die Pollen der einzigen Nektarpflanze der Gattung, des bei uns nur im Garten kultivierten weißblü-



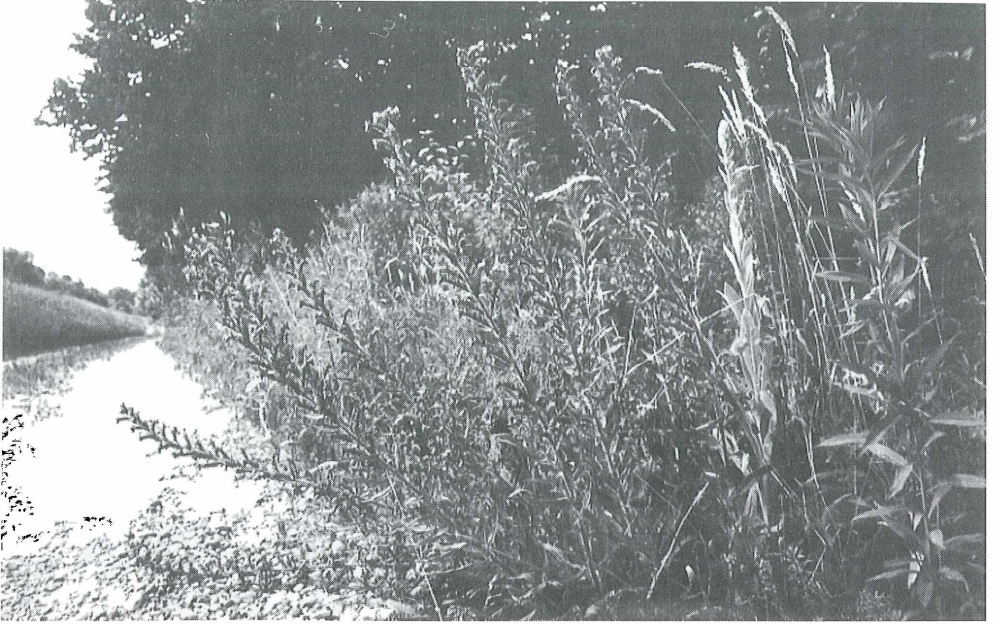


Abbildung 38: *Echium vulgare*, der Natterkopf, wird tags und nachts von Bestäubern besucht.

henden *Lysimachia ephemereum*, lagen zur Determination nicht vor. Die Tiere sind vagil genug, auch Äcker und Gärten der weiteren Umgebung aufzusuchen, wie der Pollen von Tabak und Kartoffel nahelegt. Doch ist es auszuschließen, daß Nachtschmetterlinge Öl als Nahrungsressource nutzen oder vielleicht brauchen?

*Clematis vitalba*, eine laut Literatur (WESTRICH, 1989) reine Pollenpflanze, zeichnet schwerer Duft und blendend weiße Farbe aus, Attribute einer Nachtschmetterlingsblume! Tatsächlich hatte ein Tier 13 Pollen dieser Art. Möglich ist eine Übertragung von Pollen auch während „Fehlanflügen“ eines getäuschten Schmetterlings – eine obligatorische Täuschung? Dies erklärte auch den Nachweis einiger weniger Pollenkörner von *Ononis spinosa*, die ebenfalls reine Pollenpflanze sein soll (WESTRICH, 1989).

*Impatiens glandulifera* ist ein vor nahezu 60 Jahren aus dem Himalaya nach Deutschland eingeführter Neophyt. Es ist wie bei den tagaktiven Hymenopteren auch bei Nachtschmetterlingen eine offenbar beliebte Blüte geworden.

Asteraceen-Pollen konnten auf mehreren Nachtschmetterlingsarten nachgewiesen werden. Die Blüten (Infloreszenzen) der meisten sind nachts jedoch geschlossen! Die im Körbchen randständigen Zungenblüten klappen ihre Kronblätter hoch und über den übrigen Blüten zusammen. Offenbar vermögen die Nachtschmetterlinge ihre Rüssel zwischen diesen Blütenblättern hindurchzufädeln. Allein *Solidago canadensis* und *gigantea* schließen ihre Blüten nicht und produzieren offenbar auch nachts Nektar – also rund um die Uhr. Am Tage lassen sich Tagschmetterlinge, Zygaeniden (Widderchen), Syrphiden, Hymenopteren und viele andere auf ihnen nieder. Auch nachts ließen sich wiederholt Noctuiden und Geometriden beim Blütenbesuch an *Solidago* beobachten. Über die große Zahl von Körbchen, der unglaublichen Zahl von Einzelblüten, berichtet RATTAY (1983).

*Oenothera* und *Lonicera* – klassische Nachtschmetterlingsblumen – erscheinen nur als Subrezedente mit einer Pollendominanz von knapp 0,2%.

Die typischen weißblühenden und nachts duftenden Nachtschmetterlingsblumen wie die *Silene*-, *Asperula*-, *Galium*- und *Tilia*-Arten finden sich allein bei der Gammaeule unter den häufig nachgewiesenen Pollenarten. Beim Kleinen Weinschwärmer bleiben sie unter den Subrezedenten.

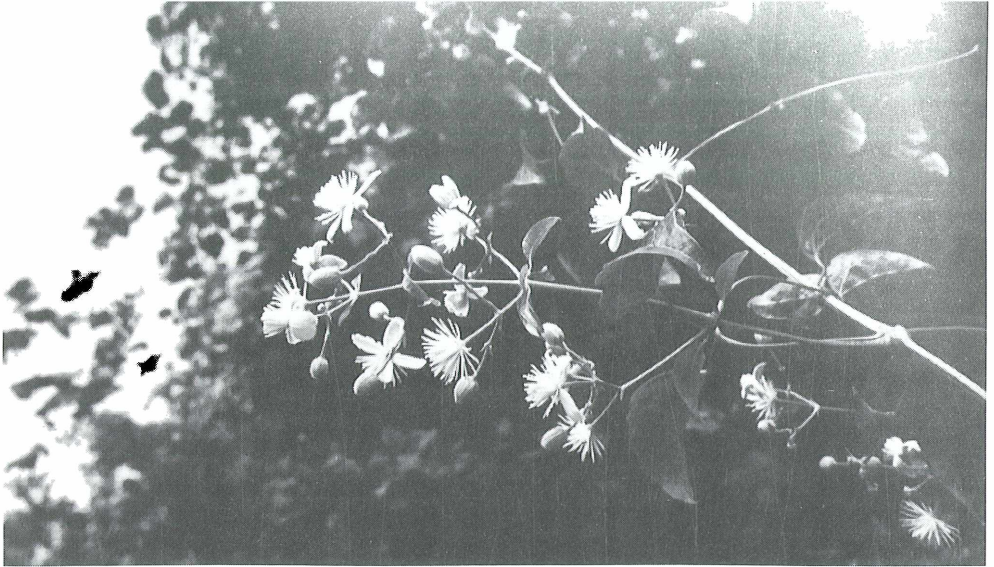


Abbildung 39: *Clematis vitalba*, die Weiße Waldrebe, als reine Pollenpflanze bekannt, wird außer von Bienen und Schwebfliegen auch von Nachtschmetterlingen besucht.

#### 4.2.2. Fehldeutungen bei der Herkunftsbestimmung der Schmetterlings-Pollenlast

Könnten Schmetterlinge Pollen auch von solchen Pflanzen tragen, die nicht zu ihrem Nahrungsspektrum gehören?

Die Nachweise von *Lysimachia*- und *Clematis*-Pollen legen diese Frage nahe.

Könnten die strahlend-hellen Blüten von *Lysimachia* und *Clematis* die Nachtfalter zu Fehlanflügen veranlassen? Die Fernerkundung der Blüten ist olfaktorisch, die Naherkundung visuell (BRANTJES & LINSKENS, 1973; BRANTJES, 1976a, 1976b, 1978, 1981).

Denkbar wäre auch die „Kontaminierung“ mit „fremden“ Pollen bei der Aufnahme von Honigtau: Tatsächlich kleben auf Blättern ausreichend Pollenkörner, um etwa als Nahrung für hierauf spezialisierte *Xylota*-Arten (Diptera, Syrphidae) zu dienen (BUCK, 1985). Allerdings zeigten die *Lysimachia*- und *Clematis*-Pollen auf den Rüsseln keine deutlichen Spuren von Honigtau.

Warum tragen Nachtschmetterlinge so viele Pollen von am Tage geöffneten Blüten?

Die Gammaeule ist nur bedingt tagaktiv – im Sommer flüchtet sie die Sonne, der Kleine Weinschwärmer erscheint erst im letzten Tageslicht, und die übrigen untersuchten Nachtschmetterlinge erscheinen erst weit nach Einbruch der Dunkelheit. Bilden diese Blüten auch nachts – auch ohne gleichzeitige Photosynthese – Nektar? Oder beuten die Tiere Nektarreste vom Tage aus? [vergleiche Anmerkungen zur nächtlichen Nektarproduktion in Teil B, Kapitel 4.4]

#### 4.2.3. Andere Nahrungsressourcen

Über die Herkunft der verschiedenen Organismen wie Hefen, Bakterien und Ciliaten können nur vorsichtig Vermutungen angestellt werden. Während *Ustilago*-Zellen aus Nektaren bereits bekannt



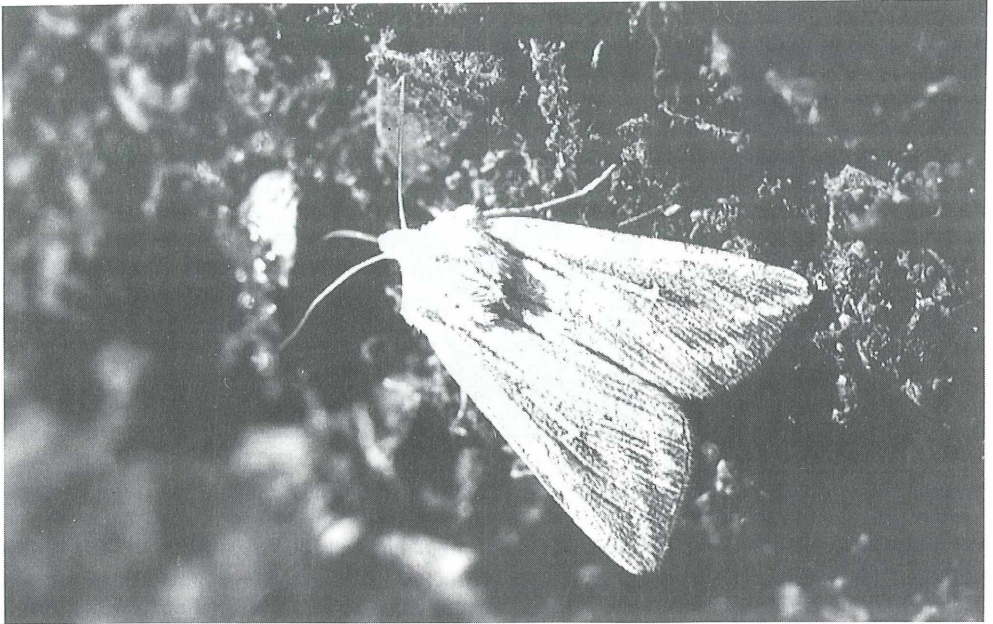


Abbildung 40: *Mythimna l-album*, eine Noctuide aus der für die Rüsselkategorie II namengebenden Gattung, ist nachts des öfteren bei der Aufnahme von Honigtau anzutreffen (Kategorie II = *Mythimna*-Typ [vergleiche Teil A, Kapitel 3.6] = Rüssel mittlerer Stärke, schwach sklerotisiert, mit Pinselstrukturen)

sind (JENNERSTEN, 1985, 1986), legen die anderen Hefearten, vor allem aber die großen Mengen Bakterien, sofern diese nicht als Bakterienrasen auf den Schmetterlingsrüsseln selbst heranwachsen, die Aufnahme aus Honigtau nahe [vergleiche Teil A, Kapitel 4.4.2].

Funde von Ciliaten lassen auf die Aufnahme von Wasser aus Pfützen oder Phytohelmen wie etwa Blattscheiden der großen *Dipsacus*- oder *Apiaceen*-Arten schließen.

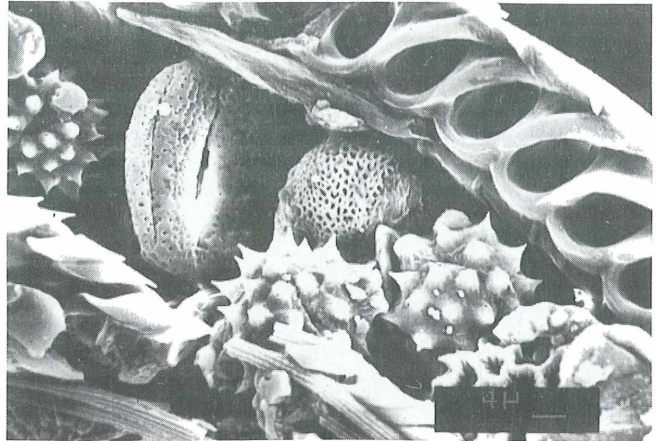
Sind die 50 Pollenkörner in den Nahrungskanälen von 7 *Gammaeulen* nur zufällig aufgenommen worden? Gerade bei den offenen Scheibenblüten der *Ranunculus*- und *Tilia*-Arten können leicht Pollen in den Nektar geraten. Tatsächlich legt das Bild eines von Pollenkörnern verstopften Rüssels (Abbildung 41) die Frage nahe, ob Pollen nicht vielleicht regelmäßiger Bestandteil der Schmetterlingsnahrung sein könnte.

MÖLLER (1986) maß den Durchmesser des Nahrungskanals von *Autographa gamma* ab der Rüsselspitze nach 0,2 mm, 0,5 mm und 2–3 mm und gibt 18 $\mu$ , 36 $\mu$  und 98 $\mu$  an. Die meisten Pollenarten der Untersuchungsfläche messen an ihrer breitesten Stelle zwischen 15 $\mu$  und 25 $\mu$ . Viele Pollenarten könnten also von der *Gammaeule* aufgenommen werden.

Gerade für langlebige hochaktive Wanderschmetterlinge wie die *Gammaeule* könnten Pollen wie auch Bakterien und Hefen als Nahrungsanreicherung unverzichtbar sein. Allerdings wäre zu überprüfen, ob Schmetterlinge Pollenkörner vollständig verdauen können; die Honigbiene *Apis mellifera* L. nimmt zwar Pollen auf, vermag jedoch nach PENG et al. (1985) nicht alle vollständig zu verdauen.

Ob, wie im vorigen Abschnitt angedeutet, auch das Öl mancher *Lysimachia*-Arten von Nachtschmetterlingen genutzt wird, bedarf ebenfalls näherer Überprüfung.

Abbildung 41: Pollen verstopfen den Rüssel der Eule *Abrostola trigemina* – ein „Unfall“? Wiederholt ließen sich Pollen im Nahrungskanälen nachweisen. Sind Pollen obligate Nachtfalter-Nahrung? (*Abrostola trigemina*, Freiburg/im Breisgau, Gartengelände, REM-Präparat 136).



Rüssel mit Rassel- und Sägestrukturen erlauben, Früchte anzustechen und damit eine weitere von Nektar sehr verschiedene Ressource zu erschließen. Sicherlich ist erst der geringere Teil dieser „Früchtestecher“ bekannt geworden; bereits die erste probeweise Überprüfung vermehrte die Zahl der bisher für Mitteleuropa bekannten [zu Früchtestechern vergleiche die Ausführungen in Teil A, Kapitel 4.4.1].

### 4.3. Nahrungspräferenzen – Biotoppräferenzen?

#### Kritische Bemerkungen zur Methode

Lassen sich Nahrungspräferenzen aus den Pollenfunden ableiten? Es bieten sich mehrere Wege an, die jedoch mit Vorsicht zu beschreiten sind:

1. Die Pollendominanz gibt den durchschnittlichen Wert von Pollen-körnern einer Pflanze an, den wir auf einem Individuum erwarten dürfen, und scheint so auf die Vorlieben des Tieres hinzuweisen. Allerdings könnte es sich im Falle der *Nicotiana-tabacum*-Pollen auf *Deilephila porcellus* (5272 Körner auf dem einzigen Individuum mit Pollen von Tabak) um ein Einzeltier unter Hunderten anderer gehandelt haben – die Vorliebe für Tabak gälte dann allein für dieses eine Tier, nicht jedoch für die Art. Ja es könnte sich sogar um einen einmaligen Besuch gehandelt haben, während dessen die Blüte besonders viele Pollen übertragen konnte. Eine Präferenz dieses einen untersuchten Individuums für Tabakblüten behaupten zu können, setzt also die Kenntnis des Pollenübertragungsmechanismus Blüte/Nachtschmetterling voraus.

2. Über Nahrungspräferenzen auf Artebene gibt uns die Zahl der Individuen mit Pollen einer bestimmten Pflanzenart Auskunft. Was aber bedeutet dann eine geringe Pollendominanz? Haben die Tiere andere Blüten häufiger aufgesucht oder gibt der Pollenübertragungsmechanismus der betreffenden Blütenart stets nur wenige Pollen je Besuch an den Schmetterling ab. Um dies entscheiden zu können, ist wiederum die Kenntnis des Pollenübertragungsmechanismus Blüte/Nachtschmetterling notwendig.

Jeder Versuch, die Nahrungspräferenzen zu beschreiben, stößt auf das Problem der Unkenntnis des Pollenübertragungsmechanismus. Nicht bei jeder besuchten Pflanzenart haftet nach einem Besuch die gleiche Menge Pollen. Auch die Verweildauer der Körner ist unbekannt. Sie mag je nach Pollenmorphologie, je nach Typ des Übertragungsvorganges und je nach dem Ort der Körner auf dem





Schmetterlingsleib verschieden sein. Da jede Schmetterlingsart anders mit den Blüten umgeht, lassen sich auch die Pollenspektren der verschiedenen Arten nur bedingt als Nahrungsspektren miteinander vergleichen.

Pollenspektren spiegeln also noch weniger zwingend Nahrungspräferenzen wieder.

Mit Sicherheit läßt sich sagen: Beide untersuchten Arten fliegen eine große Zahl von Arten an. Gemessen an Hummeln und Bienen tragen Nachtschmetterlinge nur wenig Pollenkörner. Ein Schmetterling trägt zumeist weniger als 5 Körner einer bestimmten Pollenart. Es drängt sich die Frage auf, wie gering unter diesen Umständen die Chancen einer Bestäubung sind. Sind Nachtschmetterlinge sichere Bestäuber nur der wenigen Pflanzen, deren Pollen pollendominant sind und zugleich an vielen Individuen haften? Es mag jedoch auch Mechanismen der Pollenübertragung geben, die auf dem Wege der Coevolution Blüte/Nachtschmetterling besonders wirksam wurden und nicht großer Pollenmengen bedürfen.

Eine Beschreibung von Haupt- und Neben-Nektarpflanzen im Zusammenhang mit „majoring and minoring“ im Sinne HEINRICHS (1979) steht ebenfalls aus genannten Gründen aus.

Der Rückschluß von Pollenarten auf die von den Tieren beflogenen Lebensräume ist bei ausreichender Kenntnis der Pflanzengesellschaften der Untersuchungsfläche und ihrer angrenzenden Gebiete leicht möglich. Ein Schmetterling mit Phlox-Pollen muß einen Garten aufgesucht haben, *Nicotiana*-Pollen können nur aus der Ackerflur stammen – möglicherweise aus den Tabakpflanzungen der umliegenden Gemeinden.

Nicht möglich ist die Ableitung der Biotoppräferenz direkt aus der Pollendominanz, wie dies STRIE (1980) und KOHL (1988) bei Hummeln unternahmen. Leider untersuchte keiner der beiden Autoren die Übertragungseffektivität Hummel/Blüte. Abhängigkeiten von Größe, Art und Fitness (Alter, Lernphase) der Hummel sowie Art und Blühzustand (Uhrzeit, Pollendarbietung, Standort) der Pflanze sind zusätzlich zu erwarten. In Teil C der vorliegenden Arbeit soll dieser Problemkreis anhand der Nachtschmetterlinge aufgegriffen werden.

Die Darstellung der Herkunft der Pollenlast bezogen auf bestimmte Blütentypen und Lebensräume in Kapitel 3.3 ist also keine Ableitung von Präferenzen! Allerdings bestätigen die in Tabelle 21 zusammengestellten Befunde die laut Literatur bisherige Einschätzung der beiden Arten: Der Kleine Weinschwärmer ist thermophiler als die Gammaeule. Allerdings könnte ein Teil der Pollen der letzteren aus dem „Ungunst-Lebensraum“ Wiese auf die Tagesaktivität zurückzuführen sein. Während dieser ist umgekehrt die Wiese ein Optimal-Lebensraum hinsichtlich Wärme und sicher auch hinsichtlich verfügbarer Blüten [vergleiche Teil A, Kapitel 3.1 und 4.5.1]. Für die ausreichende Klärung dieser Frage fehlen gesicherte Erkenntnisse unter anderem zu der Verweildauer der verschiedenen Pollenarten auf den Tieren und den Pollenübertragungsmechanismen [vergleiche dazu die kritischen Anmerkungen in Teil B, Kapitel 4.5 sowie in Teil C, Kapitel 4.2 und 4.5.].

#### 4.4. Nischenüberlappung und Konkurrenz

Auch die Nischenüberlappung ist ohne die Kenntnis der Pollenübertragungsmechanismen nicht darstellbar. Daher kann mit Tabelle 22 allein der Überlappungsbereich der Pollenspektren gezeigt werden. In diesem Bereich liegen 6 der Pollendominanz nach häufigsten Pollenarten des Kleinen Weinschwärmers, jedoch nur einer der 7 häufigsten der Gammaeule. Pollendominante Pollenarten bleiben jedoch pollendominant allein für eine der beiden Arten.

Die Darstellung der Überlappung der Pollenspektren mit anderen Insektentaxozönosen der Gilde der Blütenbesucher wird mit Tabelle 23 versucht. In der je nach Taxozönose unterschiedlichen Methode liegen allerdings die Grenzen der möglichen Aussagen: WOLF (1983), STEFFNY (1984) und SCHANOWSKI (1985) arbeiten mit Besuchshäufigkeit, also mit Blütenpräferenzen, KOHL (1988) und ESCHÉ mit Pollendominanz der Corbicularpollen bzw. der Körper-Pollenlast.

Warum decken sich die Ergebnisse von WOLF (1983) und KOHL nicht?! Allein aus der unterschiedlichen Methode der beiden Autoren ist das sicher nicht zu erklären. Die drei von KOHL untersuchten Hummelarten präferieren (Besuchshäufigkeit bei Transektbegehungen) nach WOLF *Vicia cracca*. In den Corbicularpollenlasten von KOHL erscheint *Vicia cracca* unter den Subrezedenten (Pollen-Dominanz).

Inwieweit die in Tabelle 22 beschriebene Pollenüberlappung die Konkurrenzsituation zwischen Gammaeule und Kleinem Weinschwärmer widerspiegelt, ist ohne Kenntnis der Pollenübertragungsmechanismen nicht endgültig zu entscheiden. Diese sind bei einem vor den Blüten schwebenden Schwärmer wahrscheinlich andere als bei einer Eule, die sich – wenn auch im Falle der Gammaeule nur flüchtig – auf den Blüten niederläßt. Auf die Berechnung der Nischenüberlappung wird daher noch verzichtet.

Das Indische Springkraut, *Impatiens glandulifera*, muß sich der Kleine Weinschwärmer mit Hummeln teilen. Doch Konkurrenz zwischen Tag- und Nachtaktiven besteht nicht, soweit tags wie nachts Nektar produziert wird. Dies gilt sicher für andere, nicht hier aufgeführte Arten wie *Lonicera xylosteum*, das tagsüber von Hummeln besucht wird, nachts jedoch einen starken Duft ausströmt und Nachtschmetterlinge anlockt. OTTOSEN (1986, 1987) beschreibt dementsprechend die Bestäubung von *Lonicera periclymenum* durch langrüsselige Hummeln am Tage, durch Schwärmer in der Nacht. EISIKOVITCH (1986) beschreibt tagaktive Holzbienen und Hummeln, dämmerungs- und nachtaktive Holzbienen und dämmerungsaktive Schwärmer an Blüten von *Capparis*-Arten; in einer weiteren Arbeit (1987) beschreibt er die nächtlichen Besucher der nachts weißen Blüten von *Quisqualis indica*, einem Strandmandelgewächs (Combretaceae), sowie den Farbwechsel der Kronblätter über rosa zu rot, was die tagaktiven Bienen, Hummeln und Vögel lockt.

Leider brechen alle über Nektarangebote mitteleuropäischer Pflanzen arbeitenden Autoren ihre Messungen zur Nektarproduktion in den Abendstunden ab. Daher ist selbst vom gut untersuchten *Echium vulgare* (CORBET, 1978) nicht bekannt, ob und wieviel Nektar nachts gebildet wird. Vielleicht gilt die in den Abendstunden ansteigende Nektarbildung, die etwa von KWAK et al. (1985) für *Rhinanthus minor* (im Gegensatz zu *Rhinanthus serotinus*) beschrieben wird, dem Besuch von Nachtschmetterlingen? Die im Vergleich zu *Rhinanthus serotinus* geringere Zuckerkonzentration spricht ebenfalls für die Zielgruppe Nachtschmetterlinge (eine Zusammenstellung der für Bienen und Schwärmer optimalen Nektarqualitäten nach verschiedenen Autoren gibt beispielsweise EISIKOVITCH et al., 1986). Auch die Messungen anderer Autoren wie etwa KODRIC-BROWN & BROWN (1979) lassen einen Anstieg des Nektarstandes in den Abendstunden vermuten, der von nachlassender Aktivität der Tagaktiven, aber auch von nicht nachlassender Nektarbildung zeugt.

Nur von wenigen Blüten ist bekannt, daß sie tags wie nachts Nektar bieten und einen viele Arten umfassenden Bestäuberkreis besitzen (vergleiche OTTOSEN, 1986; EISIKOVITCH et al., 1986 und EISIKOVITCH & ROTEM, 1987).

#### 4.5. Die Pollen-Haftungsorte – Gedanken zum Pollen-Übertragungsmechanismus

Das Erstaunliche der Haftungsorte der Pollen: Rüssel, Palpen, Fühler und Beine sind die exponiertesten Körperteile des Schmetterlings mit einer für das Befestigen von Pollenkörnern denkbar ungünstigen, da kleinen und ohne Hafthilfen versehenen Oberfläche. Dies bestätigt teilweise die Ergebnisse von JENNERSTEN (1984), dessen Tagschmetterlinge allerdings vermehrt Pollen auch ventral an Thorax und Abdomen tragen. Gerade bei den dichter beschuppten Nachtschmetterlingen sitzt die Hauptlast der Pollen aber gerade nicht im Schuppenkleid. Dementsprechend gering im Vergleich zur Pollenlast etwa pollensammelnder Bienen oder einer Vielzahl pollenfressender Käfer ist die Zahl der Pollenkörner je Schmetterling. Können Schmetterlinge mit dieser geringen, auf „dünne“ (anstatt flächige) Körperteile verteilten Pollenlast Blüten bestäuben?

#### 4.6. Geringe Pollenlast – Zufall oder Strategie?

Warum tragen die Tiere von den meisten Blütenarten eine so verschwindend kleine Menge von Pollenkörnern? Bei häufigerem Besuch der gleichen Blütenart sollte sich doch eine größere Menge ansammeln können. Also besuchten die Tiere die meisten Blüten nur wenige Male? Handelt es sich um Fehlanflüge [vergleiche Teil B, Kapitel 4.2.2 ] während suboptimaler Lichtverhältnisse? Da viele der mit geringer Pollendominanz auf den Nachtschmetterlingen nachgewiesenen Pflanzen nachts ihre Blüten schließen, sind nicht nur Nektar und Pollen nicht frei verfügbar; wahrscheinlich duften die Blüten auch für Nachtschmetterlinge nicht mehr wahrnehmbar. So ist eine sichere Fernerkundung nicht möglich. Werden die Blüten dann aus der Nähe visuell erkannt, und stellen sie sich erst nach dem Anflug als nur unter Mühe zugänglich heraus, so wird das Tier an Blüten dieser Art nicht wieder zu saugen versuchen.

Die wichtigste pollentragende Struktur nicht nur für Pollen klassischer Nachtschmetterlingsblumen ist offenbar der Rüssel. Gemessen an der inneren Oberfläche des Schuppenkleids, kann die Pollenlast eines Rüssels nur gering sein.

Wiederholt konnten Tiere an Blüten gefangen werden, die sie zwar mehrfach besucht hatten, deren Pollen am Tier jedoch nicht nachweisbar waren.

Sollten Nachtschmetterlinge jedoch auch von jenen Blüten wenig Pollen tragen, die sie häufig besuchen, und diese dennoch kaum zu bestäuben vermögen, so wäre dies ein Fall von Nektardiebstahl [vergleiche Teil C, Kapitel 4.4].

#### 4.7. Offene Fragen

Die Ausführungen der Kapitel 4.3 und 4.4 dieses Teils machten die Grenzen der aus der Auswertung von Pollenlasten gewonnenen Daten deutlich.

Ohne Kenntnis des Pollenübertragungsmechanismus von der Blüte zum Tier und der damit verbundenen Anzahl übertragener Pollenkörner können weder Nahrungs- noch Biotoppräferenzen abgeleitet werden.

Auch die zu Ende des Kapitels 4.5 aufgeworfene Frage der Bestäuberrolle der Schmetterlinge kann ohne das Verständnis der Übertragung Blüte/Schmetterling/Blüte nicht beantwortet werden.

Die dringlichsten Fragen sind:

- Nach welchem Mechanismus übertragen die verschiedenen Blütenarten ihre Pollen auf Nachtschmetterlinge?
- Wieviele Pollen werden bei einem Besuch übertragen?
- Wie lange haften Pollenkörner an Nachtschmetterlingen?
- Warum tragen Nachtschmetterlinge von den meisten Blütenarten so wenig Pollenkörner?

### 5. Zusammenfassung (zu Teil B)

Das Blütenspektrum einiger ausgewählter Nachtschmetterlingsarten, insbesondere der Gammaeule (*Autographa gamma*) und des Kleinen Weinschwärmers (*Deilephila porcellus*) wurde auf der Grundlage von Untersuchungen der Pollenlast von Freilandtieren erfaßt. Dazu wurden über 45.000 Pollenkörner bis zur Art bestimmt.

Voraussetzung für die Pollenanalyse war der Aufbau eines umfassenden Pollenherbars und Bestimmungsschlüssels für die Arbeit am REM. Dieser Schlüssel erlaubt auch dem wenig Erfahrenen in den meisten Fällen die sichere Bestimmung eines Pollenkorns bis zur Art. Sein Umfang erlaubt ähnlich geartete Untersuchungen in verschiedensten Offenlandlebensräumen.

Insbesondere für zwei Nachtschmetterlinge konnten jeweils über 90% ihrer Nektarpflanzen nachgewiesen werden: 64 Arten für die Gammaeule, 33 Blütenpflanzen für den Kleinen Weinschwärmer. Damit erscheint der Kleine Weinschwärmer als in geringerem Maße polylektisch. Die Pollenlast beider Arten bot neben Pollen bekannter klassischer Nachtschmetterlingsblumen wie der *Silene*-Arten auch Überraschungen. Unerwartet waren die zahlreichen Pollen der Gattung *Ranunculus*, der Arten *Lysimachia vulgaris* (einer Ölblume), *Plantago lanceolata* (der wenigsten zum Teil von Wind bestäubt wird), *Melandrium rubrum* (mit der auf Tagschmetterlinge gemünzten Signalfarbe Rot), *Clematis vitalba* (einer Pollenpflanze ohne Nektar) und vieler Asteraceen (deren Blüten nachts geschlossen sind).

Die Pollenspektren beider Nachtschmetterlinge überschneiden sich in weiten Bereichen, doch gibt es keine für beide Arten pollendominante Blütenart.

Die Haftorte der verschiedenen Pollenarten auf den Tieren sind je Pflanzenart verschieden. Vor allen anderen Strukturen spielen Rüssel, Fühler, Beine und Palpen, nicht jedoch das Schuppenkleid der Nachtschmetterlinge die Hauptrolle als pollentragende Struktur. Die Pollenkörner der klassischen Nachtschmetterlingsblumen sind fast ausschließlich am Rüssel zu finden.

Im Nahrungskanal von Gammaeulen wurden neben Bakterien und Hefen auch Pollenkörner nachgewiesen. Vermutlich stellen diese eine regelmäßige, wenn nicht gar notwendige Anreicherung des Nektars dar.

Auf Honigtau als Nahrungsressource weisen zahlreiche Pilzsporen, Bakterienzellen und Windblüter-Pollen an Rüssel und Beinen der untersuchten Schmetterlinge.

Die Gammaeule trägt verhältnismäßig mehr Pollen langröhriger als kurzröhriger Blüten und mehr Pollenarten aus kleinklimatisch suboptimalen als optimalen Lebensräumen.

Dagegen trägt der Kleine Weinschwärmer vor allem Pollenkörner langröhriger Blüten; seine Pollen stammen vorwiegend von Pflanzen der im Untersuchungsgebiet kleinklimatisch günstigen Lebensräumen.

Der Versuch, Pollenlasten nachtaktiver Schmetterlinge zu deuten, führte auch zur Frage, welche Rolle Nachtschmetterlinge als Bestäuber haben könnten. Die geringe Pollenlast je Pollenart und untersuchtem Individuum stützt die unter einigen Autoren verbreitete Hypothese, Schmetterlinge seien Nektardiebe.

Die Diskussion der Methode der Pollenanalyse aus Pollenlasten zur Bestimmung der Nahrungsressourcen führt zu dem Ergebnis, daß Pollenspektren zwar nicht zwingend Nahrungspräferenzen widerspiegeln. Somit können auch Nahrungsrischenüberlappung und Biotoppräferenz nicht direkt abgeleitet werden. Dennoch ist zur Beschreibung der Nahrungsspektren von Nachtschmetterlingen die Pollenlast der erste wichtige Ansatzpunkt zur Beschreibung des Konkurrenzgefüges an der Blüte. Eine weitergehende Auswertung der hier gewonnenen Daten setzt die Kenntnis der Sammelstrategien, vor allem aber des Pollenübertragungsmechanismus voraus. Dieser wird Gegenstand des dritten Teils der vorliegenden Arbeit sein.

## Teil C Experimente zur Pollenübertragung – Sind Nachtschmetterlinge Nektardiebe?

### 1. Einführung und Fragestellung

Zielgruppe der Pollenübertragungsmechanismen der meisten in Teil B für Nachtschmetterlinge nachgewiesenen Blüten sind nach unserem heutigen Kenntnisstand nicht Schmetterlinge.

Wenn auch Schmetterlinge Nektar stehlen sollten, so ist prinzipiell auch bei ihnen die Gewinnung von Nektar mit der Aufnahme und Weitergabe von Pollen verbunden. Gleichgültig, wie (wenig?) erfolgreich die verschiedenen Blüten Schmetterlinge mit Pollen bestäuben, sollte die je Besuch durchschnittlich übertragene Pollenmenge mit Schmetterlings- und Blütenart in einer engen Beziehung stehen.

JENNERSTEN (1984) setzt zur Beschreibung der Pollenübertragungseffektivität bei Tagschmetterlingen die im Freiland beobachtete Blütenstetigkeit und Pollenlast in Beziehung. Weitere Berechnungen zur Pollenübertragungseffektivität bei Tagschmetterlingen liegen bislang von LEVIN & BERUBE (1972) und WEBB & BAWA (1983) vor – allerdings nur bei außereuropäischen Schmetterlingsblumen. Bei Nachtschmetterlingen wurde bisher nur ansatzweise das handling von *Autographa gamma* (bei SCHREMMER, 1941), *Deilephila elpenor* und *Hadena bicurris* (bei BRANTJES, 1981 und andere Arbeiten) und *Macroglossum stellatarum* beschrieben, nicht jedoch die Pollenlast der Tiere berechnet.

Nachdem mit dem vorigen Teil dieser Arbeit damit begonnen wurde, Pollenlasten ausgewählter Nachtschmetterlinge zu analysieren, stellte sich bald heraus, daß zwar Nahrungsspektren recht sicher zu ermitteln sind, jedoch in Unkenntnis der Anzahl der von verschiedenen Blütenarten jeweils übertragenen Pollenkörner Nahrungspräferenzen und aus ihnen abgeleitet Biotoppräferenzen nicht gezeigt werden können.

Dieser dritte Teil der vorliegenden Arbeit soll

1. Aufschluß über die Repräsentativität der in Teil B gewonnenen Ergebnisse gewinnen und
2. die Gründe für die geringe Pollenlast untersuchen und diskutieren.

Hierzu wurden pollenreinen Gammaeulen im Flugkäfig Blüten angeboten, um die Pollenübertragungseffektivität von der Pflanze zum Schmetterling im Labor experimentell zu betrachten. Folgende Fragen seien vorangestellt:

- Wie verhalten sich Besuchszeit, übertragene Pollenmenge, Schmetterlingsart und Blütenart zueinander?
- Welches sind die Übertragungsmechanismen?
- Wie wirken Blütenmorphologie und Verhalten des Besuchers zusammen?
- Lassen sich mit den Ergebnissen dieser Experimente aus den in Teil B analysierten Pollenlasten Nahrungspräferenzen ableiten?
- Welche Rolle spielen Schmetterlinge als Bestäuber?

### 2. Material und Methoden

Zucht und Vorbereitung der Tiere:

Aus den Eiern vierer bereits befruchteter Freilandweibchen der im Juni/Juli 1987 zugewanderten Generation wurden einige hundert pollenreine Versuchstiere gezogen. Die Weibchen stammten von Rotkleeäckern der ehemaligen Freiburger Rieselfelder. Die Raupen wurden mit gewöhnlichem Hohlzahn (*Galeopsis tetrahit*) gefüttert und entwickelten sich synchron mit den Freilandpopulationen, so daß vom Fang der Weibchen bis zum Schlupf der Imagines keine 8 Wochen vergingen.

Die frischgeschlüpften Imagines verbrachten vor den Versuchen zwei Tage in Gaze Käfigen und konnten dort Zuckerwasser trinken. Zu den Beobachtungen an den Blüten wurden sie einzeln in

einen gazebespannten Flugkasten umgesetzt. Dieser hatte mit einer Grundfläche von 35 x 35 cm und einer Höhe von 55 cm das Volumen der von SCHREMMER (1941) verwandten Flugkästen. Alle Versuche liefen in einem abgedunkelten Raum bei schwachem Rotlicht am Spätnachmittag und frühen Abend.

Die Gammaeule, wie alle Noctuiden äußerst geräuschempfindlich, erwies sich besonders in den ersten Minuten nach dem Umsetzen in den Flugkäfig als empfindlich gegen akustische Störungen wie in der Ferne schlagende Türen, Schritte, das Klicken der Stoppuhr und anderes mehr. Die offensichtlich in dieser Weise beeinflussten Tiere schieden für die Auswertung der Beobachtungen aus. Infolgedessen werden von den über 200 in den Experimenten verwandten Tieren nur 72 für die Darstellung der Ergebnisse berücksichtigt.

Auswahl und Vorbereitung der Blüten:

Folgende Blütenarten gingen in die Versuche ein: *Centaurea jacea* (Wiesen-Flockenblume), *Impatiens glandulifera* (Indisches Springkraut), *Echium vulgare* (Natterkopf), *Trifolium pratense* (Roter Wiesenklees), *Lotus corniculatus* (Hornklee).

Die Blüten wurden in Blumensträußen zu 20 Blüten (bei *Impatiens*, *Echium*, *Lotus*) beziehungsweise Blütenständen (bei *Centaurea* und *Trifolium*) von jeweils nur einer Pflanzenart angeboten. Um maximalen Nektarstand zu erreichen, befanden sich die Pflanzen mit einem Gazeschleier vor Insektenbesuch geschützt zwei Tage im Halbschatten im Freien und wurden den Pflanzen, die aus der Umgebung Freiburgs stammten, erst direkt vor den Versuchen entnommen. Für die Blumensträuße wurden Blüten mit maximalem Pollenangebot ausgewählt.

Bereits nach wenigen Anflügen wurden die Blüten ausgetauscht, um mehrfachen Besuch derselben Blüte zu vermeiden.

Zur genaueren zeichnerischen Darstellung der Schmetterlinge an den Blüten wurden diese vermessen.

Die Versuche:

Während des Blütenbesuchs wurden protokolliert:

- die Besuchszeit je Blüte oder Blütenstand [bei *Centaurea jacea* und *Trifolium pratense* wurde das Blütenköpfchen als Einheit betrachtet; ein Besuch bedeutet hier in der Regel die Nutzung zweier oder dreier Einzelblüten] (Stoppuhr)
- die Flugzeit zwischen zwei Blütenbesuchen
- die Stellung des Schmetterlings zur Blüte, die Haltung von Thorax und Abdomen, der Beine, Flügel, Fühler und des Rüssels.

Als Besuch einer Blüte zählte der Besuch einer Einzelblüte bei *Impatiens*, *Echium* und *Lotus*, eines Blütenstandes bei *Centaurea* und *Trifolium*.

Spätestens nach 10 Besuchen wurde das Experiment abgebrochen, um den Pollenverlust durch die Flugbewegungen gering zu halten und Zweifachbesuche einer Blüte zu vermeiden. Das Versuchstier wurde sofort getötet und genadelt. Jede weitere Präparation unterblieb.

Die Analyse der Pollenlasten:

Ort und Anzahl der Pollen auf den einzelnen Tieren ließen sich mit einem Binokular hoher Auflösung feststellen. Dabei wurden die folgenden Körperbereiche unterschieden:

Kopf mit: Fühler, Palpen außen/innen, Rüssel, Rüsselhöhle, Augen, Stirn, Scheitel;

Thorax: ventral, dorsal;

Beine;

Flügel: ventral, dorsal

Abdomen: ventral, dorsal

Die Präsentation der Ergebnisse erfolgt weitgehend auf zeichnerischem Wege. Dabei sind die Schmetterlinge maßstabsgetreu in ihrer charakteristischen Stellung an den Blüten dargestellt. Zum besseren Verständnis des handling wurden zur Morphologie einiger Blüten Zeichnungen angefertigt.

### 3. Ergebnisse

#### 3.1. Die Pollenlast

Auf die 72 Versuchstiere wurden während 644 Blütenbesuchen 30.965 Pollen übertragen. Die Zeit je Blütenbesuch, die Anzahl der je Besuch und je Besuchssekunde auf das Tier gelangten Pollen war bei den 5 Blütenarten verschieden:

	Besuche	Zeit pro Besuch (sek)	Pollen pro Besuch	Pollen pro Besuch
<i>Centaurea jacea</i>	107	25	34	1,3
<i>Impatiens glandulifera</i>	305	16	58	4,7
<i>Echium vulgare</i>	104	6	91	14,2
<i>Trifolium pratense</i>	43	27	2,4	0,1
<i>Lotus corniculatus</i>	85	5	0,2	0,03

Die Werte dieser Tabelle sind in Tabelle 24 differenzierter dargestellt, insbesondere der Schwankungsbereich der je Besuch oder Sekunde übertragenen Pollenmengen. Eine direkte Beziehung zwischen übertragener Pollenmenge und Besuchszeit konnte bei keiner der untersuchten Pflanzenarten gezeigt werden. An *Impatiens glandulifera* trug beispielsweise ein Tier nach 4 Besuchen 960 Pollenkörner, ein anderes Tier nach 42 Besuchen nur 520 Körner.

#### 3.2. Allgemeine Beobachtungen während der Versuche

Die in den Flugkäfig gesetzten Tiere begannen sogleich, mit ruhigem Suchflug den Käfig zu erkunden. Oft fanden sie nach wenigen Sekunden die erste Blüte, an der sie sofort zu saugen begannen. Die Tiere, die (als Imagines) nie zuvor eine Blüte gesehen hatten, vermittelten dem Beobachter den Eindruck, als müßten sie nicht erst lernen, mit den Blüten umzugehen. Sie „verstanden“ offenbar bereits bei der ersten Begegnung mit einer Blüte deren Bedeutung als Nektarressource und deren Handhabung.

Die Tiere setzten sich selten ganz auf eine Blüte ab; meist schwirrten sie vor der Blüte, mit Vorderbeinen und Mittelbeinen Fühlung mit der Blüte haltend. Der lange Rüssel erlaubt der Gammaeule die Nektargewinnung auch ohne direkt vor oder auf der Blüte zu schweben oder zu sitzen.

Viele Versuchstiere beendeten ihren Nahrungsflug nach wenigen Blütenbesuchen, setzten sich in Ruhestellung in eine Käfigecke und waren nicht mehr zum Blütenbesuch zu bewegen. Bei Beunruhigung jagten sie ziellos umher und müßten, um Verletzungen zu vermeiden, aus dem Käfig entlassen werden.

#### 3.3. Blütenbau, Pollenhaftorte und handling

Die Pollen wurden nicht gleichmäßig über die Versuchstiere verteilt. Die Schwerpunkte waren je nach Blütenart verschieden. Auf den folgenden Seiten zeigen Abbildungen den prozentualen Anteil der verschiedenen Pollenhaftorte an der Gesamtpollenlast jeder einzelner der untersuchten Pflanzenarten.

Die maßstabsgerechten Zeichnungen der Schmetterlinge an den Blüten zeigen die Tiere in ihrer charakteristischen Haltung während der Nektaraufnahme.

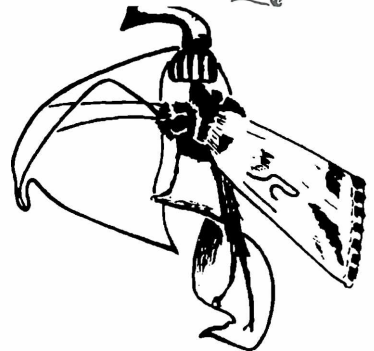
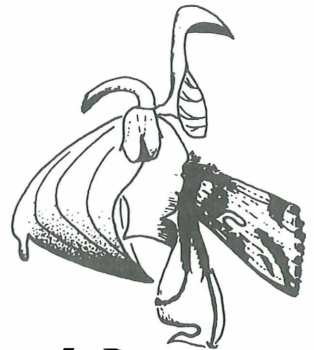
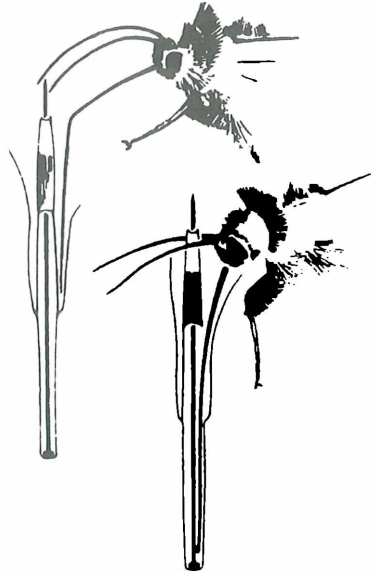
Die bildliche Gegenüberstellung von Pollenhaftorten und Blütenbesuchssituation mit den beigefügten Kommentaren zum Mechanismus der Pollenübertragung soll die Einsicht in die Zusammenhänge zwischen Blütenbau, handling und Pollenhaftorten erleichtern.

#### *Centaurea jacea*, Wiesenflockenblume

Die Staubblätter und die Filamente (a) in ihrem oberen Teil sind um den haarigen Griffel herum zu einer Röhre (b) verwachsen. Dadurch erscheinen die Staubblätter als eine Röhre auf Füßchen, in der der Griffel (c) wie ein Stab steht. Die Pollen werden auf die Innenseite der Röhre abgegeben. Ohne äußere Einwirkung gelangen sie nicht auf ein Insekt; denn weder Lepidopteren noch Hymenopteren führen ihren Rüssel direkt an den Pollen vorbei. Die Blütenbesucher umgehen das schwierige Einfädeln des Rüssels in die Staubblattröhre und führen den Rüssel zwischen den „Füßchen“ der Röhre hindurch zum Nektar auf dem Grund der Kronröhre. Nur selten steht der Nektarspiegel über den Verwachsungspunkten der Filamente mit den Kronblättern.

Der Pollen tritt aus der Röhre aus, sobald ein Insekt mit Fühlern, Rüssel oder Beinen die auf der Oberfläche der Köpfchenblüte exponierten Staubblattröhren berührt.

Die Bewegung der Röhren auf ihren Füßchen reizt deren Gewebe, welches sich daraufhin zusammenzieht. Die Verkürzung der „Füßchen“ zieht die Röhre herab. Dabei bürstet der haarige Griffel (passiv) die Pollen heraus [vergleiche Abbildung 42 zur Verteilung der Pollen auf den Versuchstieren].



#### *Imaptiens glandulifera*, Indisches Springkraut

Unterlippe, Oberlippe und Sporn der roten Blüten des Indischen Springkrauts werden aus Kelchblättern aufgebaut. Die 5 Staubblätter und der Fruchtknoten sind zu einer „Genitalsäule“ verwachsen.

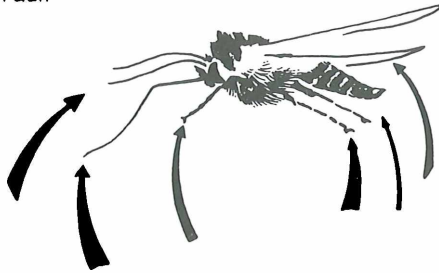
Wie Hymenopteren auch muß die Gammaeule tief in die Blüte hineinkriechen, um an den Nektar im Sporn zu gelangen. Sichtlich mit Kraftanwendung zwingt sie sich zwischen die Blütenblätter und unter die Staubgefäße. Dieser Druck auf die Staubbeutel löst das rhythmische Auspressen der Pollenmassen aus, das die Besucher dieser Blüten von dorsal dick mit weißlichen Pollen bestäubt. In dieser Stellung vermag das Tier gerade noch das Rüsselknie zu nutzen und den Rüssel damit zu dirigieren. Große Pollenpakete gelangen während des Besuchs auf den Kopf der Versuchstiere, gehen jedoch beim Abflug sogleich wieder verloren [zur Verteilung der Pollen auf den Versuchstieren vergleiche Abbildung 42].



*Centaurea jacea*

3593 Pollenkörner  
nach 107 Besuchen

95 % der Pollen auf:



Rüssel:

Rüssel 36 %  
Palpen, innen 4 %  
Rüsselhöhle 2 %

Kopf:

Fühler 21 %  
Pappen, außen 2 %

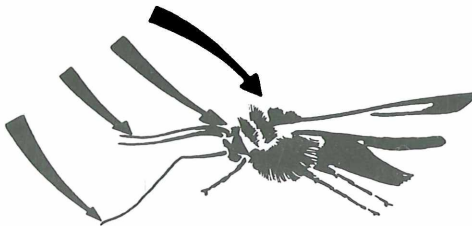
Beine und Körper, ventral:

Beine 21 %  
Thorax 6 %  
Abdomen 3 %

*Impatiens glandulifera*

17831 Pollenkörner  
nach 305 Besuchen

95 % der Pollen auf:



Rüssel:

Rüssel 48 %  
Pappen, innen 3 %

Kopf:

Augen 12 %  
Stirn 7 %  
Fühler 6 %  
Pappen, außen 4 %

Rücken:

Thorax 14 %

Abbildung 42: Die Verteilung der Pollen auf den Versuchstieren nach dem Besuch an den Blüten von *Centaurea jacea* und *Impatiens glandulifera* im Flugkäfig.

*Echium vulgare*, Natternkopf

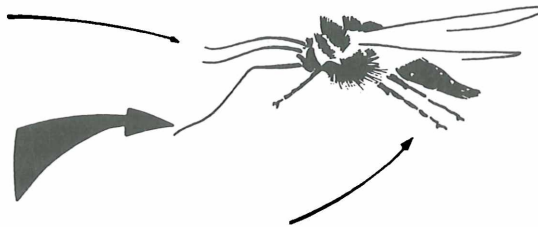
Der Nektar der offenen Natternkopf-Blüte ist für die langrüsselige Gammaeule mühelos zu erreichen. Einen besonderen Mechanismus für die Pollenübertragung hat diese Pflanzenart nicht entwickelt. Beim Besuch dieser offenen Blüte berührt allein die Kopfregion mit Fühler, Palpen und Rüssel die Staubgefäße direkt, da die Länge des Rüssels den Besucher in einen gewissen Abstand von der Blüte hält.



*Echium vulgare*

9425 Pollenkörner  
nach 104 Besuchen

99 % der Pollen auf:



Rüssel:

Rüssel 82 %  
Palpen, innen 8 %  
Rüsselhöhle 2 %

Kopf:

Fühler 3 %

Beine:

Beine 5 %

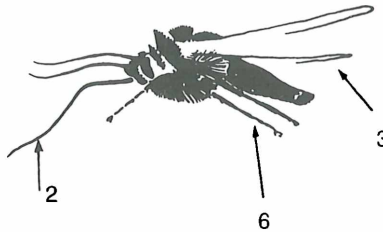
Abbildung 43: Die Verteilung der Pollen auf den Versuchstieren nach dem Besuch an Blüten von *Echium vulgare* im Flugkäfig.

*Lotus corniculatus*, Hornklee

Die Fahne bildet keine lange Röhre wie beim Roten Wiesenklee. Daher ist der Nektar am Grunde der Fahne leicht erreichbar. Die Möglichkeit, die Staubgefäße zu berühren, ist hier besonders gering, da der Schmetterling seine Stellung auf der Blüte frei wählen kann. Der Mechanismus der Pollenübertragung ist auf Hymenopteren abgestimmt: Das Schiffchen muß vom Körpergewicht des Besuchers niedergedrückt werden, damit sich die kolbenartig verdickten Filamente in dessen Spitze schieben und so die Pollen herauspumpen. Diesen Pumpmechanismus besitzen auch Hauhechel (*Ononis*) und Hufeisenklee (*Hippocrepis*).

*Lotus corniculatus*

15 Pollenkörner  
nach 85 Besuchen

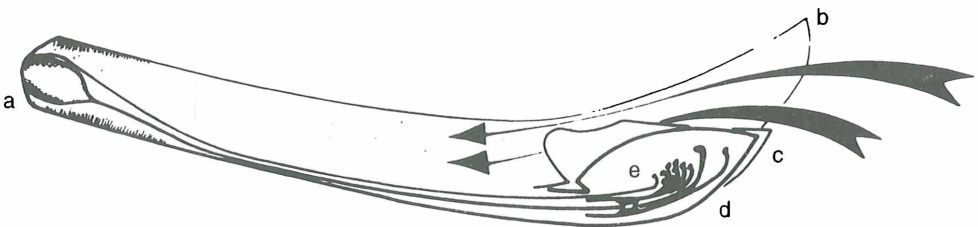


- Beine: 6 Pollenkörner
- Flügel, ventral: 3 Pollenkörner
- Rüssel: 2 Pollenkörner
- Fühler, Palpen, Abdomen und Flügel (dorsal) je 1 Pollenkorn

Abbildung 44: Die Verteilung der Pollen auf den Versuchstieren nach dem Besuch der Blüten von *Lotus corniculatus*.

*Trifolium pratense*, Roter Wiesenklee

Beim Roten Wiesenklee sind viele Einzelblüten zu einem Köpfchen vereint. Im Gegensatz zu einer Reihe anderer Fabaceen umschließt die Fahne als lange Röhre die Flügel. Auf diese Weise sind Staubgefäße und Narbe dreifach umschlossen: von Schiffchen, Flügeln und Fahne.



a = Fruchtknoten mit Nektardrüsen, b = Fahne, c = Flügel, d = Schiffchen, e = Staubgefäße und Narbe

Der Weg zu den Nektardrüsen am Fruchtknoten durch die Röhre der Fahne an den Flügeln vorbei ist der direkte, müheloseste und daher der offenbar übliche Weg des Rüssels. Er ist auf zweifache Weise begänglich:

- durch die Röhre der Fahne, doch oberhalb am Komplex Flügel/Schiffchen vorbei;
- durch die Röhre der Fahne, jedoch seitlich an den Flügeln vorbei:

Der Weg durch die Flügel ist versperrt, da die Schiffchenspitze fest in die Mündung der zusammengepreßten Flügel geklemmt ist und sie ausfüllt. Es erscheint daher unwahrscheinlich, daß der Rüssel durch den engen Doppelverschluß Flügel/Schiffchen mühsam eingefädelt wird, sich dann seinen Weg durch Staubfäden und Griffel hindurch bahnt (vergleiche Abbildung rechts: die Schiffchenmündung ist klaffend dargestellt, um die doppelte Öffnung von Flügel und Schiffchen sichtbar zu machen). Der Weg des Rüssels an Flügel und Schiffchen vorbei schließt die direkte Berührung mit den Staubgefäßen aus. Noch weniger vermögen andere Körperteile Pollen aufzunehmen.



Der Pollenübertragungsmechanismus ist auf Hymenopteren abgestimmt. Allein deren kräftige Rüssel klappen beim Eindringen in die Fahnen-Röhre das Schiffchen weg, wodurch Staubgefäße und Narbe aus der Öffnung der Flügel und des Schiffchens herausgedrückt werden. Diesen Klappmechanismus besitzen auch Esparsette (*Onobrychis*) und Steinklee (*Mellilotus*).

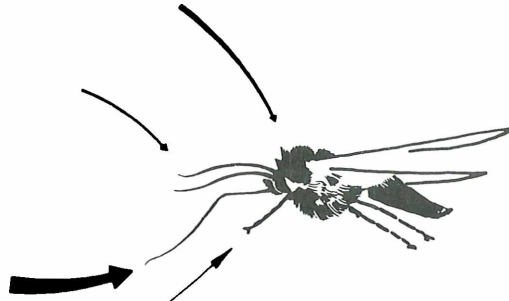


Die lange Röhre der Fahne dirigiert den Schmetterling wie die anderen Blütenbesucher auch in die dargestellte Körperhaltung. Doch da die aufgenommenen Pollen nicht vom direkten Kontakt mit den Staubgefäßen stammen können, müssen sie von den obligaten Bestäubern verloren worden sein.

*Trifolium pratense*

102 Pollenkörner  
nach 43 Besuchen

99 % der Pollen auf:



Rüssel:	Kopf:	Rücken:	Beine:
Rüssel 83 % Rüsselhöhle 8 %	Fühler 2 %	Thorax 3 %	Beine 3 %

Abbildung 45: Die Verteilung der Pollen auf den Versuchstieren nach dem Besuch der Blüten von *Trifolium pratense* im Flugkäfig.

**4. Diskussion**

**4.1. Pollenübertragung mit unterschiedlichem Erfolg – Zu den artspezifischen Mechanismen**

Bei der Pollenübertragung von der Blüte zum Schmetterling wirken Blütenbau und in der Blüte angebotener Pollenvorrat, Rüssellänge, handling und Besuchsdauer zusammen. Zu diesen bei den beschriebenen Versuchen berücksichtigten Faktoren kommen im Freiland eine Vielzahl weiterer hinzu [vergleiche Teil C, Kapitel 4.2].

Die Beobachtungen zum handling entsprechen weitgehend denen von SCHREMMER (1941) im Freiland.

Die Ergebnisse haben gezeigt, daß die bei einem Blütenbesuch auf die Gammaeule übertragenen Pollenmengen von Pflanzenart zu Pflanzenart sehr unterschiedlich sein können.

Allerdings sind dies auch die von Besuch zu Besuch übertragenen Pollenmengen an derselben Blütenart, wie die Standardabweichungen in Tabelle 24 zeigen. Dies kann ein Hinweis darauf sein, daß nicht Schmetterlinge die Zielgruppe dieser Blütenarten sind.

An *Centaurea jacea* vermögen Schmetterlinge wie alle anderen Blütenbesucher auch den Übertragungsmechanismus auszulösen. Allerdings sind Schmetterlinge langbeiniger als beispielsweise Hummeln und tragen daher nach einem Besuch mehr Pollen an Extremitäten als ventral an Thorax oder Abdomen. Die Besuchszeit ist länger als bei *Impatiens glandulifera* oder *Echium vulgare*, trotzdem werden je Besuch weniger Pollen auf das Tier übertragen.

An *Impatiens glandulifera* wird die Gammaeule wie Hymenopteren auch vom besonderen Bau der Blüte gezwungen, sich zumindest mit Kopf und Thorax in das Blüteninnere zu zwängen. Die Tiere werden von dorsal, nototrib, „bestäubt“

Im weiblichen Zustand wirft die Blüte die kapuzenförmig verwachsenen Staubblätter ab. Damit wird die Narbe freigelegt und ist direkt den auf dem Rücken auflastenden Pollenpaketen der Besucher exponiert.

Einige wenige der Blütenbesuche erfolgten von lateral, das heißt direkt vom Rand der Spornkapuze. Die vom Grund der Unterlippen gebildeten Seitenwände des Blüteneingangs werden dabei seitlich umgangen. Sicherlich werden dabei weniger Pollen aufgenommen. Diese Anflüge wurden nicht gesondert ausgewertet. Es ist zu erwarten, daß ihr Anteil in freier Natur desto höher wird, je öfter ein Schmetterling diese Blüte besucht, denn auf diesem Wege ist der Kraftaufwand zur Gewinnung des Nektars sichtlich geringer.

Im Vergleich zu *Centaurea jacea* nimmt die Gammaeule hier während weniger Besuche mehr Pollen auf; denn die Besuche sind kürzer, die je Sekunde übertragene Pollenmenge ist zudem größer.

In *Echium vulgare*-Blüten ist der Nektar auf kurzem Weg mühelos erreichbar. Ein Besuch der Gammaeule an Natterkopf ist daher deutlich kürzer als am Indischen Springkraut. Doch außer dem Rüssel kommt kein Körperteil mit nennenswerten Mengen Pollen in Berührung, da der lange Rüssel den Besucher auf Abstand hält. Die Natterkopf besuchenden Hymenopteren besitzen deutlich kürzere Rüssel und nehmen Pollen auch mit dem Haarkleid von Thorax und Abdomen auf.

Erstaunlicherweise übertrug der Natterkopf im Vergleich zum Indischen Springkraut dennoch je Besuch die 1,5fache, je Besuchssekunde sogar die 3fache Pollenmenge. Zwar vermochte letzteres auch große Pakete von Tausender Pollenkörner auf die Versuchstiere zu schütteln, doch blieben diese nicht haften und gingen bereits beim Abflug von der Blüte verloren. Noch besser schnitt *Echium* im Vergleich mit *Centaurea jacea* ab: dort verbrachte die Gammaeule je Besuch 4 mal so viel Zeit, nahm jedoch nur ein Drittel der Pollenmenge je Besuch auf; *Echium vulgare* überträgt sogar die 11fache Pollenmenge je Besuchssekunde.

Bei *Trifolium pratense* und *Lotus corniculatus* haben Schmetterlinge kaum eine Möglichkeit, Pollen aufzunehmen. Die feinen und beweglichen Rüssel lassen sich durch feinste Spalten einfädeln. Sie müssen also keine Blütenteile wegklappen, vermögen dies auch nicht. Die Tiere sitzen oft nicht einmal im Kronblattbereich, sondern auf Kelch- oder Hochblättern.

Warum übertragen die Blüten von *Trifolium pratense* Pollen deutlich effektiver als *Lotus corniculatus*? Seine Blütenröhre ist 10 mm lang geschlossen und schreibt dem Tier doch eine gewisse Stellung zur Blüte vor. Offenbar wird so die Möglichkeit, zumindest von anderen Insekten verlorenen Pollen aufzunehmen, größer. So beschreibt etwa Buck (1985) die obligate Ernährung zweier nicht Blüten besuchenden Schwebfliegen durch „von andern, blumenbesuchenden Insekten auf niedrige Blätter gekleckerten“ Pollen.

## 4.2. Laborergebnisse vs. Freilandpollenlast

Nach der Analyse der Pollenlast auf Freilandtieren von *Autographa gamma* steht seiner Pollenmenge nach *Impatiens glandulifera* (0,9% der determinierten Blütenpollen) vor *Echium vulgare* (0,8%); es folgen *Centaurea jacea* (0,3%) und *Lotus corniculatus* (0,1%). Die Werte stehen in einem Verhältnis von 9 : 8 : 3 : 1.

Kann hieraus eine Präferenz des Indischen Springkrauts vor Natterkopf, Wiesen-Flockenblume und Hornklee abgeleitet werden?

Die folgende Aufstellung vergleicht dieses Verhältnis mit den Ergebnissen aus dem Labor:

	<i>Imp. gland.</i>	<i>Ech. vul.</i>	<i>Cent. jac.</i>	<i>Lot. corn.</i>
Verhältnis i.d. Pollenlast (542 Pollenkörner von 65 Freilandtieren)	9	8	3	1
Verhältnis nach Pollen/Besuch (30.965 Pollenkörner von 72 Versuchstieren)	3	4,5	2	0,01

Die Laboruntersuchungen bestätigen den aus den Freiland-Pollenlasten gewonnenen Eindruck. Im Falle zumindest der untersuchten Blütenarten werden die Unterschiede noch stärker: *Impatiens glandulifera* wurde im Vergleich zu *Echium vulgare* von den Freilandtieren offenbar noch häufiger besucht, als die Freilandpollenlasten vermuten ließen, *Centaurea jacea* im Vergleich zu jenen beiden deutlich weniger. *Lotus corniculatus* bleibt die am wenigsten besuchte Blüte.

Damit ist aber auch gezeigt, daß aus Freilandpollenlasten sowohl Nahrungspräferenzen als auch Biotoppräferenzen ableitbar sind. Die Tabellen mit den Pollendominanzen (Tabellen 17 und 18), die Darstellung zur Nahrungs-Nischenüberlappung (Tabelle 22) sowie die Tabellen zur Biotop-Herkunft der Pollenlasten (Tabelle 21) beschreiben in gewissen Grenzen tatsächlich auch Präferenzen.

Beide Arten sind also in der Wahl der Blütenarten, der Blütentypen (insoweit die Kronröhrenlänge berücksichtigt wurde) und ihrer Lebensräume spezialisiert und dies in verschiedenem Maße [vergleiche Teil B, Kapitel 3.2.1 und 3.2.2].

Die Grenzen dieser Aussage liegen etwa im nur teilweise berechtigten Schluß weniger überprüfter Pollenarten auf die übrigen oder im unterschiedlichen Haftvermögen der Pollen.

Weitere im Freiland möglicherweise hinzukommende Faktoren sollen im folgenden Kapitel diskutiert werden.

### 4.3. Labor und Freiland – Grenzen der Übertragbarkeit

Die in diesem Teil der Untersuchung dargestellten Ergebnisse sind nicht ohne weiteres auf die Vorgänge im Freiland übertragbar.

Für die Menge übertragener Pollenkörner im Freiland spielen folgende Gesichtspunkte eine Rolle: Seitens der Pflanze die Menge und Dichte der angebotenen Blüten, das aktuelle Nektar- und Pollenangebot. Diese sind beide unter anderem von Konkurrenten, Mikroklima, Tageszeit und dem Alter der Pflanze abhängig. Im Experiment wurden den Tieren stets maximal gefüllte Blüten angeboten. Seitens der Schmetterlinge beeinflussen die Übertragungseffektivität unter anderem von Art zu Art unterschiedlicher Thermoregulationstyp und damit Körpergröße und Mikroklima, Lernfähigkeit, Verhalten im weiteren Sinne (Vagilität und Migration, art- oder individualspezifische Blütenstetigkeit).

Ein Gedankenspiel mag zeigen, wie sehr Labor- und Feldbedingungen differieren können. Im Freiland ist der Nektarstand üblicherweise niedrig bis sehr niedrig, viele Blütenbesuche macht der Schmetterling gänzlich umsonst. Daher sind die meisten Besuche kürzer als die Laborergebnisse nahelegen. Kürzere Besuche aber bedeuten größeren Umschlag von Pollen je Flugstunde und damit höhere Bestäubungschance – ein Vorteil für die Pflanze.

Doch nicht alle Blüten erlauben Kurzbesuche im Sinne einer „kurzen Besuchszeit“ Je größer der Anteil der handling-time an der Besuchszeit, desto weniger läßt sich die Besuchszeit verkürzen. An *Centaurea jacea* werden daher im gleichen Zeitraum mehr Kurzbesuche möglich sein, als an *Impatiens glandulifera*.

In einem Blütenbestand mit hohem Nektarstand (aufgrund etwa geringer Bestäuberdichte) wird eine Gammaeule dagegen den einzelnen Blüten lange Besuche abstaten. Der Pollen wird so nur langsam umgesetzt, die Übertragung der Pollen zur nächsten Blüte dadurch sicherer. Doch es verringert sich der Eintrag von Pollen anderer Populationen dieser Pflanze, da der Bestäuber des optimalen Angebots wegen die Fläche nicht sogleich verlassen wird. Die genetische Durchmischung erscheint dadurch eingeschränkt.

Vielleicht ist die Pollenmenge, die ein Schmetterling während eines Besuches erhält, nicht so sehr von der Länge des einzelnen Besuchs abhängig. Um so mehr läge ein Vorteil für die Pflanze darin, daß der Besucher aufgrund geringen Nektarstandes zu vielen Kurzbesuchen gezwungen ist.

Es ist durchaus denkbar, daß sich Befunde aus dem Laborexperiment im Freiland umkehren. Dies schmälert jedoch nicht die beschriebenen Ergebnisse, die, wie das vorige Kapitel zeigte, im Feld gewonnene Befunde (hier die Pollenlasten von Freilandtieren) vergleichbar und bewertbar machen.



## 4.4. Blütenbesuchende Lepidopteren – eine Gilde von Nektardieben?

### 4.4.1. Meinungsstreit und Hypothesen

Schmetterlinge als Diebe an Blüten – eine faszinierende Vorstellung nach 200jähriger Tradition der Blütenökologie, des Nachdenkens über Coevolution. Überschwenglich sprechen WIKLUND et al. (1979) bereits von „parasitism“; treffender würde das Delikt mit VENABLES & BARROWS (1985) mit „Diebstahl“ bezeichnet. Bei Tagsschmetterlingen ist dies von JENNERSTEN (1984) für Bläulinge (Lycaenidae), von WIKLUND et al. (1979) für den Senfweißling (*Leptidea sinapis*) und von VENABLES & BARROWS (1985) für Dickkopf-Arten (Hesperiidae) plausibel gemacht worden. Wie zutreffend aber sind diese Einschätzungen, denen COURTNEY (1982) und COURTNEY & HILL (1983) vehement mit ihrer „longdistance-pollinator“-Hypothese widersprechen? [vergleiche Teil B, Kapitel 4.6]. Bereits MIKKOLA (1974) hatte vorgeschlagen, mit der Determination der von Wanderschmetterlingen transportierten Pollen die Herkunft der Tiere zu bestimmen.

Von Diebstahl zu sprechen setzt den Beweis des Deliktes voraus: Nutzen Schmetterlinge Nektar ohne Gegenleistung? Was bestimmt die Bestäubungsleistung von Schmetterlingen und was ist bisher über sie bekannt?

Der Bestäubungserfolg eines Blütenbesuchers kann vom Umfang der Pollenlast und/oder von der Qualität des Übertragungsmechanismus abhängig sein. Beide werden bestimmt unter anderem durch die Kondition von Falter (Alter, Erfahrung, Geschlecht) und Pflanze (Alter, Blühzustand [zu Arbeiten zur Tages- und Jahresphänologie der Pollenpräsentation vergleiche z. B. PERCIVAL, 1949 und PARRISH & BAZZAZ, 1979], Pollenhafffähigkeit), diese beiden wiederum von abiotischen Faktoren wie dem Mikroklima und biotischen Faktoren auf synökologischer Ebene wie der Art und der Dichte der Blüten und der Nektarkonkurrenten.

Zum Bestäubungserfolg von Schmetterlingen liegen nur wenige Arbeiten vor: Auf mikroklimatische Faktoren konnten CRUDEN et al. (1976) die negative Korrelation von Fruchtansatz und Fruchtbarkeit der schwärmerblütigen Nachtschmetterlingsblumen *Calliandra* und *Yucca* mit der Meereshöhe zurückführen. Die Höhengrenze dieser Pflanzen ist offenbar von den Temperaturen begrenzt, die deren Bestäuber in ihrer Aktivität begrenzen. MILLER (1981) beschreibt Bildung von Variationen bei *Aquilegia caerulea* in den Rocky Mountains als Antwort auf durch ungünstiges Mikroklima verringerte fitness von Schwärmern: Die var. *ochroleuca* und *pinetorum* locken offenbar andere Bestäuber als die Stammart.

CRUDEN & MILLER-WARD (1981) wiesen auf die Beziehungen 1. zwischen Pollenzahl und Anzahl der Samenanlagen, sowie 2. der Oberflächengröße der Narbe und der pollentragenden Bereiche auf dem Bestäuber. WILLSON & BURLEY (1983) beschreiben anschaulich mit „male-male-competition and female choice“ die Rolle der Herkunft, Physiologie und genetischen Verwandtschaft der Pollenkörner für ihre Keimchancen.

HEITHAUS (1974), DIERSCHKE (1977), FÜLLEKRUG (1969) wie auch die Arbeiten von KRATOCHWIL (1983 und andere) geben einen Einblick in die Bedeutung der räumlich-zeitlichen Struktur der Pflanzengemeinschaft, insbesondere der Blühwellen in Grünland.

Die meisten der im folgenden genannten Autoren arbeiteten über den Fragenkomplex Pollenlast und Pollenübertragungsmechanismus. Die weitere Diskussion soll sich – nicht zuletzt unseres geringen gesicherten Wissens wegen – auf diese Ebene beschränken.

Was spricht gegen die Aufnahme reichlicher Pollenmengen durch Schmetterlinge? Da sind einmal die Mechanismen der Blüten, die alle auf einen Auslöser warten – den zarte Schmetterlinge kaum in Gang zu setzen vermögen. HOWE (1986) beschreibt für *Trichostema lanceolata*, einen Lippenblütler, das Gewicht eines Dickkopfes (Lepidoptera, Hesperidae) mit 88 mg als nur gerade noch ausreichend im Gegensatz zu den dort bestäubenden Honigbienen mit 223 mg. Das Gewicht der untersuchten *Anthophora urbana*-♂♂ (55 mg) vermag im Gegensatz zu deren ♀♀ (98 mg) den Mechanismus nicht mehr auszulösen. Tatsächlich sind die meisten der in Teil B dieser Untersuchung mit

Pollenlasten von Freilandtieren nachgewiesenen Blütenarten nicht auf Schmetterlinge hin evoluiert worden. Hierin könnte die Ursache für die große Streuung der je Besuch und Besuchs-Sekunde übertragenen Pollenmenge sein. Allerdings berichtet auch HEINRICH (1979) von großer Streuung der Menge gesammelter Pollen bei Hummeln – auch optimal foraging gezielt pollensammelnder Arten ist keine Gewähr für gleichmäßigen Erfolg – der Erfolg bleibt unberechenbar für den Beobachter wie für das Insekt.

Wie das geringe Körpergewicht, die langen Beine und der Besitz eines langen, dünnen, durch das Knie sehr beweglichen Rüssels die Pollenübertragung einschränken, zeigen die Abbildungen 46–49.

Schmetterlinge tragen naturgemäß kleinere Pollenmengen als eigens mit Strukturen für Pollensammeln ausgestattete Hymenopteren. Allerdings sind die Pollen in den Pollenkörbchen der Hinterchenkel von *Lasiglossum lineare* [vergleiche REM-Aufnahmen des Verfassers in KRATOCHWIL, 1988], oder des abdominalen Haarkleids der *Osmia* und vieler anderer Bienenarten für die Bestäubung verloren. Zu vergleichen sind mit den Pollenlasten der Schmetterlinge also nur die Pollenmengen jener Körperbereiche, aus denen pollensammelnde Hymenopteren Pollen auskämmen. Leider galt das Interesse der bisherigen Autoren allein den Corbicularpollen.

Es hätte nahegelegen, das Schuppenkleid der Schmetterlinge mit seiner großen inneren Oberfläche als die pollentragende Struktur vorzuschlagen. Doch gerade dieses trägt nicht die Hauptlast der Pollen, obgleich Schmetterlinge keine spezialisierten Putz-Kämme zur Verfügung haben.

Auch die Länge von Rüssel und Beinen verhindert die Pollenaufnahme von Thorax oder Abdomen: Bei der einen Blüte sind es die langen Beine der Tiere, die die Berührung der Pollen mit dem dichten Schuppenkleid von Thorax und Abdomen verhindern, bei einer anderen Blüte sind es der lange Rüssel oder die kurze Blütenkronröhre, die den Besucher soweit auf Abstand halten, daß er noch nicht einmal auf der Blüte zu sitzen vermag. Eulen und Schwärmer setzen sich nicht einmal zum Nektarsaugen auf die Blüte. Auch SCHREMMER (1941) berichtet, daß die Gammaeule halb sitzend halb schwirrend die Blüten ausbeutet, was bereits eine geringe Pollenübertragung erwarten läßt. Es sind wie an den Freilandtieren im ersten Teil dieser Arbeit also auch im Experiment vornehmlich die „oberflächen-ungünstigen“ Extremitäten, die die Pollenlast transportieren.

Aber die Pollen haften an diesen Orten offenbar gut! Oft sind Rüssel und Beine von Nektar verklebt. Die Leistung des dünnen Rüssels als Pollentransportvehikel ist erstaunlich; das bestätigen auch die Ergebnisse von LEVIN & BERUBE (1972). Die von der Gammaeule an *Echium vulgare* aufgenommenen Pollen haften zu 82% allein am Rüssel! In dieser Bedeutung der Mundwerkzeuge für die Bestäubung könnten sich Lepidopteren von Hymenopteren und Käfern unterscheiden (zu Strukturen im Dienst der Pollenaufnahme bei Käfern vergleiche FUCHS, 1974).

Doch wenn Schmetterlinge auch wenig Pollen tragen, so ist dies noch kein ausreichender Beweis für einen Diebstahl. Immerhin konnte gezeigt werden, daß sie die Pollen an für die Übertragung auf die entsprechenden Narben günstiger Stelle tragen. Allein für Fabaceen bleibt das Problem der Übertragung vom Schmetterling auf die Blüten zurück bestehen.

COURTNEYS Überlegungen sprechen für eine Bestäuberrolle der Tagschmetterlinge (COURTNEY, 1982). Diese läge vornehmlich in der Fernbestäubung (longdistance-pollinator). Nach dieser Vorstellung transportieren vor allem die vagilen Arten Pollen über größere Entfernungen als die an ein Nest gebundenen Hymenopteren. Die „Halbwertszeit“ („half-life“, Verweildauer) eines Pollenkorns auf dem Tier betrage mehr als zwei Tage. Über große Entfernung verfrachteter, also genetisch „fremder“ Pollen kann auf den Narben im Selektionsvorteil bei der Entscheidung sein, welches Pollenkorn schließlich mit Erfolg auskeimt (WILLSON & BURLEY, 1983). Diese Betrachtungsweise, die teilweise gegen die Ergebnisse WIKLUNDS et al. steht, rief eine rege Diskussion mit Darstellung seitens WIKLUND et al. (1982) und Gegendarstellungen von TREPEDINO (1983) und dann COURTNEY & HILL (1983) hervor.

Nach LEVIN & BERUBE (1972) transportiert der Tagschmetterling *Colias eurytheme* (Lepidoptera, Pieridae) 1% der von einer Blüte produzierten Pollenkörner auf die Narbe einer anderen Pflanze derselben Art. Eine Verallgemeinerung dieser Ergebnisse dürfte die Leistung der Schmetterlinge



Abbildung 46: Honigbienen landen „richtig“ auf Flügeln und Schiffchen – hier an *Hippocrepis comosa* – und setzen den Pollenübertragungsmechanismus in Gang (Kaiserstuhl, Scheibenbuck, 12. V. 88).

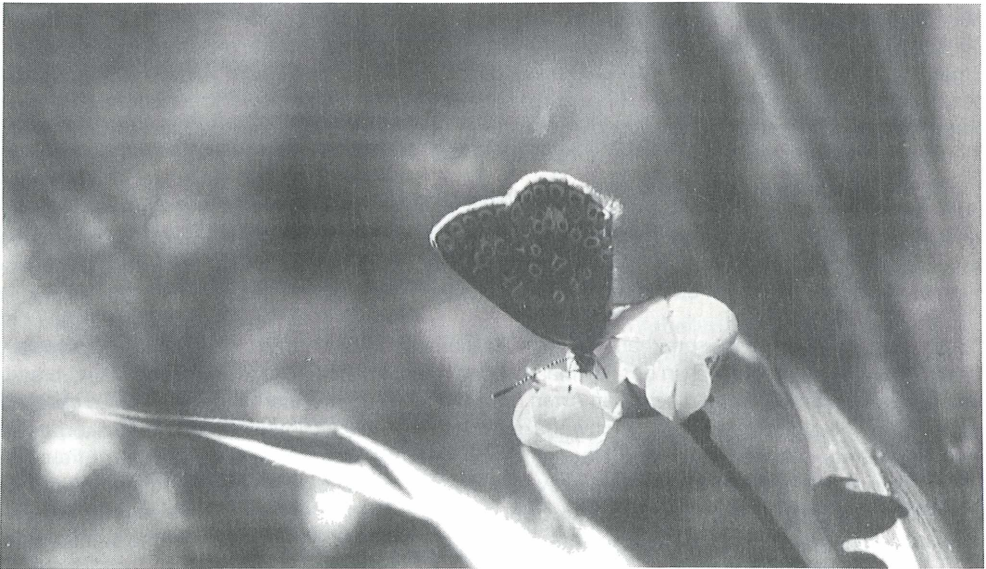


Abbildung 47: Bläulinge sitzen meist („verkehrt“) auf der Fahne und führen den Rüssel an der Ansatzstelle der Kronblätter zu den Nektarien. Pollen werden so nicht übertragen. Auf diese Weise nutzen Schmetterlinge Nektar ohne Gegenleistung durch Bestäubung.



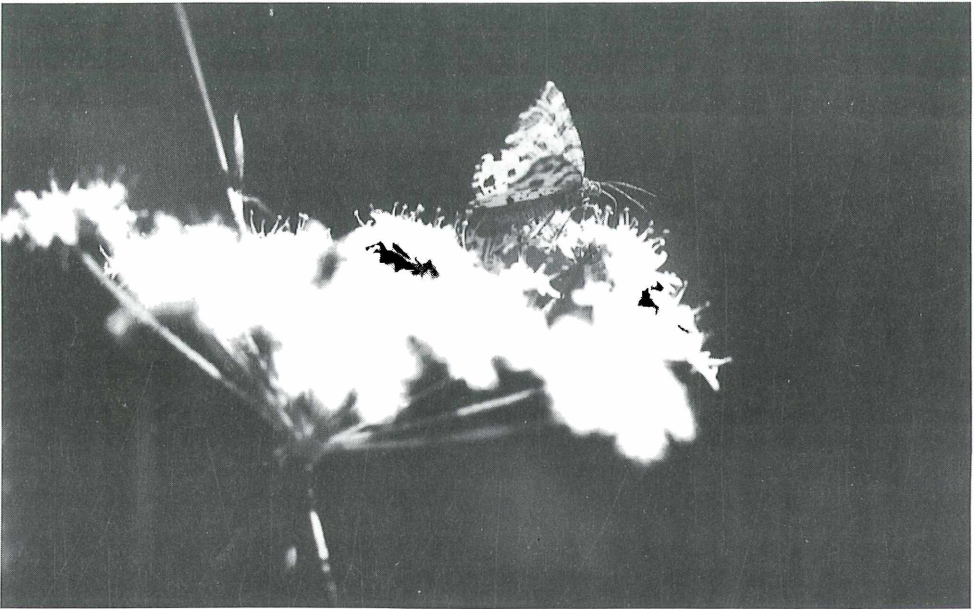


Abbildung 48: Auch kleine Schmetterlinge wie dieser *Pseudopanthera maculata* (Geometridae) berühren die Staubgefäße allein mit Beinen, Fühlern und Rüssel. Auch an offenen Blüten erreicht kaum ein Pollenkorn das Schuppenkleid von Thorax oder Abdomen.

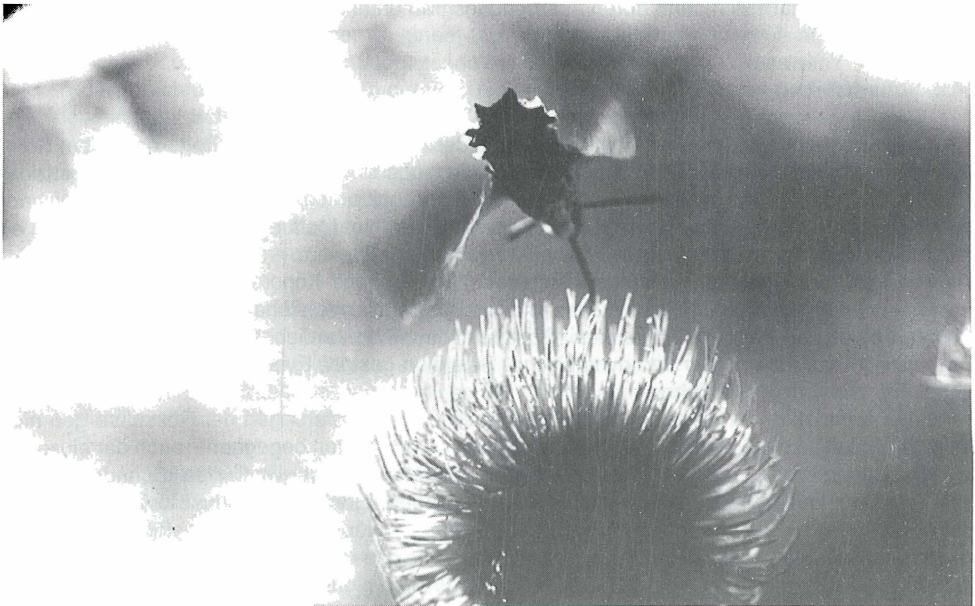


Abbildung 49: Schwärmer wie dieses Taubenschwänzchen (*Macroglossum stellatarum*) landen nicht auf Blüten. Sie tragen Pollen fast ausschließlich auf dem Rüssel.

überschätzen. Die Autoren untersuchten an zwei Phlox-Arten, ausgesprochenen Schmetterlingsblumen, teils im Labor teils im Freiland in Herdenbeständen(!) – unter für die Pollenübertragung optimalen Bedingungen.

Zur Verweildauer von Pollenkörnern auf Schmetterlingen wie auch zur long-distance-pollinators-Theorie sind jedoch unbedingt Untersuchungen im Freiland zum Pollenfluß von Nachtschmetterlingsblumen notwendig – etwa mit Pollenmarkierungen wie bei den Arbeiten von REINKE & BLOOM (1979), WEBB & BAWA (1983), GALEN & PLOWRIGHT (1984) oder NICHOLLS (1985).

„Pollen walls as adaptive systems“ (HESLOP-HARRISON, 1979) wurden bislang allein von Botanikern auf der Ebene der Zellphysiologie (Zellwand und Wasserhaushalt, Pollenkeimung) oder der Systematik (etwa NOWICKE & SKVARLA, 1979; MULLER, 1979), weniger mit dem Blick auf optimale Haftung am angepaßten Bestäuber betrachtet.

Wahrscheinlich haften die Pollen an Thorax und Abdomen, an Flügeln und Beinen der Schmetterlinge nicht sehr lange. Gerade große Pollenpakete werden rasch verloren, wie im Flugkäfig beobachtet werden konnte. Auch beseitigen die Schmetterlinge Pollen durch Putzen.

LEVIN & BERUBE (1972) schätzen den Pollenverlust auf dem Rüssel durch einmaliges Einrollen desselben auf 10–17%.

Am längsten werden die mit Nektar am Rüssel festklebenden Pollen haften. Die Rüsselhöhle verzeichnete die größte Pollenarten-Diversität und ist offenbar eine Fundgrube für die Pollenarten, die auf den anderen Körperteilen bereits wieder verschwunden wären, doch für die Bestäubung sind diese „kryptischen“ Pollen verloren.

Allerdings kann die Verweildauer von Pollenkörnern auf den Schmetterlingen nicht getrennt vom Aktionsradius der Tiere betrachtet werden. Mit der direkten Markierung von Freiland-Imagines (WALKER & WINERTER, 1981) scheint dieser allerdings kaum zu ermitteln (vergleiche Ergebnisse BETTMANN, 1986; SMOLIS & GERKEN, 1987) [vergleiche Teil A, Kapitel 4.1, Ausführungen zu Kritikpunkt 3]. Die Markierung über den Nektar gelang CULIN & ALVERSON (1986). Auch über die Larvennahrung lassen sich Farbstoffe aufnehmen und die Imagines indirekt färben. Über eine Großzahl freigesetzter gezüchteter Falter läßt sich dann deren Ausbreitungsgrad untersuchen.

#### 4.4.2. Schadensbegrenzungen

Unter der Annahme eines Pollendiebstahls seitens der Lepidopteren ist die Frage nach dem Schadensausmaß zu stellen. Im Freiland scheint sie allerdings in einer Zeit des auch auf Pestiziden beruhenden Falterschwundes schwer zu lösen. Wo fände sich noch eine Fläche mit ausreichend großen Populationen und über Jahrzehnte gleichbleibenden Bearbeitungsmaßnahmen, wo sich ein eventueller „Schaden“ des Nektardiebstahls berechnen ließe?

Wie weit kann der Diebstahl seitens der Schmetterlinge gehen? Könnten sich die Blütenpflanzen eine Gilde von Nektardieben leisten? Zumindest verlangt unser Verständnis der Mechanismen von Evolution einen nur begrenzt wirkenden „Schaden“ durch Nektardiebstahl. Andernfalls wäre das Gleichgewicht stabilisierender und dynamischer Selektion gestört, Evolution, die immer auch Coevolution ist, nicht mehr möglich.

Die zeitliche Isolation der Nachtschmetterlinge und die Spezialisierungen der Rüssel sorgen nicht allein dafür, daß sich möglichst wenig Schmetterlinge an den Blüten begegnen – auch der einzelnen Blüte begegnen damit – nachts – wenig Besucher. Dies mag einen eventuellen „Schaden“ verhindern. Tagsüber – die Tagsschmetterlinge zeigen keine ausgeprägte tageszeitliche Einnischung – sorgt zumindest eine Vielzahl Blütenbesucher anderer Ordnungen für die „sichere“ Bestäubung der entomogamen Blüten.

Einige Nachtfalterblumen wie *Lonicera periclymenum* (OTTOSEN, 1986, 1987) werden auch von tagaktiven Besuchern bestäubt. Andere wechselt nach einer oder wenigen Nächten die Blütenfarbe und locken so tagaktive Besucher anderer Ordnungen an (EISIKOVITCH & ROTEM, 1987). Ist dies eine

Antwort auf „unzureichende“ Bestäubung durch Lepidopteren? Der umgekehrte Fall mag bei *Ipomopsis aggregata* vorliegen: Diese von Kolibris bestäubte Polemoniacee wechselt die Farbe von dunkel zu hell, und wird dann von Schwärmern bestäubt (PAIGE & WITHAM, 1985).

#### 4.4.3. Schlußbemerkung

Die Wahrheit liegt wahrscheinlich in der Mitte: Schmetterlinge nehmen wenige Pollenkörner auf, können daher auch wenig übertragen, doch die Übertragung ist so sparsam wie effektiv: die wenigen Pollen sitzen an für die Weitergabe an die Narben „richtiger“ Stelle. Die Rolle der Lepidopteren fällt, wenn auch nur als long-distance-pollinators, sofern nicht quantitativ, so aber qualitativ ins Gewicht.

#### 4.5. Offene Fragen

Die Analyse von Pollenlasten in Teil B und C dieser Arbeit ergab allein zur Deutung der auf den Tieren gefundenen Pollenmengen mehr neue Fragen als beantwortet werden konnten.

Ziel weiterer Untersuchungen müßte sein, einen jeder Pollenart eigenen Faktor zu finden, der die je Besuch übertragene durchschnittliche Pollenmenge beschreibt, so daß aus der Pollenlast tatsächlich auf die Aktivität des Tieres an den Blüten rückgeschlossen werden kann.

Die im Folgenden unter (1) aufgeführten Fragen zielen vor allem auf die Probleme bei der Analyse der Pollenlasten zur Klärung der Nahrungsniischen-Trennung bei Nachtschmetterlingen, die Fragen unter (2) auf die Rolle der (Nacht-) Schmetterlinge als Bestäuber:

- 1)
  - Welchen Zusammenhang gibt es zwischen Anzahl der Pollen in der Blüte, Besuchsdauer, Zahl der auf dem Tier gefundenen Pollen, Schmetterlingsart? Gibt es eine „optimale Last“, über die hinaus auch bei weiteren Besuchen und länger andauernder Besuchszeit keine Pollen mehr aufgenommen werden?
  - Wie lange haften Pollenkörner an einem Schmetterling, und gibt es etwa auf der Pollenmorphologie beruhende Haftungsunterschiede bei den verschiedenen Pollenarten?
  - Erklären sich die Schwankungen der von Besuch zu Besuch übertragenen Pollenmengen aus den nicht auf Schmetterlinge „passenden“ Pollenübertragungsmechanismen?
  - Welchen Einfluß hat die Besuchszeit auf die Anzahl übertragener Pollenkörner?
  - Sind diese Schwankungen bei den klassischen Schmetterlingsblumen geringer?
  - Wie groß ist das Pollenangebot einer Blütenart bzw. eines Bestandes?
  - In welcher Beziehung stehen die in gewissen Grenzen artspezifische Bestandsdichte der Pflanzen, die Konkurrenzsituation unter den Nachtschmetterlingen, die Nektarstände und die Besuchsdauer?
  - Bei welchen Blüten erklärt sich die niedrige Pollendominanz in den Pollenlasten der Freilandtiere aus nächtlichem Blütenschluß, bei dem die Pollenübertragung, nicht jedoch die Nektargewinnung ausgeschlossen ist?
  - Welche Rolle spielt die Besuchsstrategie für die Zusammensetzung der Pollenlast und die Pollenübertragung Blüte-Schmetterling-Blüte?
- 2)
  - Welchen Pollenbedarf hat eine Blüte?
  - Welche Beziehung besteht zwischen der Anzahl der Pollen und der Samenanlagen, der Oberflächengröße der Narbe und der pollenträgenden Bereiche auf dem Bestäuber?
  - Welche Bedeutung hat der Besuch eines oligolektischen oder eines polylektischen Schmetterlings auf den Bestäubungserfolg der Blüte?
  - Inwieweit bestimmt die Pollenlast den Bestäubungserfolg?
  - Bedeutet – analog den Fabaceen – geringe Pollenlast geringe Bestäubungschance auch bei Caryophyllaceen, den klassischen Nachtschmetterlingsblüten?

Zumindest einige wenige Fragen sind im Labor zu lösen, etwa die Klärung der „optimalen Pollenlast“, der Haftungsunterschiede der Pollenarten oder des unter anderem von der Anzahl der Samenanlagen abhängigen Pollenbedarfs einer Blüte.

Im letzten Teil dieser Arbeit soll im Freiland ansatzweise die Frage nach artspezifischen Blütenbesuchsstrategien untersucht werden, die geeignet, ist Beiträge zum 1. wie auch zum 2. Fragenkreis zu leisten.

## 5. Zusammenfassung (Teil C)

Im dritten Teil der vorliegenden Arbeit wurde die Pollenübertragungseffektivität von der Pflanze zum Schmetterling im Labor experimentell betrachtet. Hierzu wurden pollenreinen Gammaeulen im flugfähig Blüten angeboten. Das Verhalten der Tiere an der Blüte, der Blütenbau und der Pollenübertragungsmechanismus wurden beschrieben und in Beziehung gesetzt zu den an 5 untersuchten Pflanzenarten jeweils übertragenen Pollenlasten.

Der Erfolg der Pollenübertragung, gemessen an der übertragenen Pollenmenge je Besuch ist von Pflanze zu Pflanze sehr unterschiedlich.

Die längste Zeit je Besuch verbringt die Gammaeule auf *Trifolium pratense*, die kürzeste Zeit auf den Blüten mit dem am einfachsten zugänglichen Nektar, *Lotus corniculatus* und *Echium vulgare*. Trotzdem ist gerade letztere Art die erfolgreichste hinsichtlich der Menge übertragener Pollen.

Bei *Lotus corniculatus* und *Trifolium pratense* berührt der Schmetterlingsrüssel die Staubgefäße nicht. Hier werden nur kleinste Pollenmengen aufgenommen. Bei den übrigen Arten sorgt der übliche, auch bei Hymenopteren wirksame Mechanismus für die Übertragung von Pollen an Orte, die bei einem späteren Besuch mit einer Narbe in Kontakt kommen können.

Auch im Experiment trägt bei Schmetterlingen im Gegensatz zu Hymenopteren nicht das Schuppenkleid des Körpers die Hauptlast der Pollen, sondern Rüssel, Fühler und Beine. Beachtlich ist dabei vor allem die Leistung des „oberflächen-ungünstigen“ Rüssels.

Sind Schmetterlinge eine Gilde von Nektardieben? – Die geringen Mengen übertragener Pollen insbesondere an Fabaceen führten zu der Diskussion der Rolle der Schmetterlinge als Bestäuber. Die Vorstellung der Schmetterlinge als einer Gilde und Taxozönose von Nektardieben nach JENNERSTEN (1984), WIKLUND (1979) und anderen Autoren erscheint schlüssig bisher nur für den Besuch an Fabaceen. Insbesondere von den Blüten dieser Familie nehmen Schmetterlinge kaum Pollen auf. Doch auch die Laborversuche zeigten – und bestätigten damit die Ergebnisse der REM-Analyse der Freilandpollen – , daß die Pollen der verschiedenen Blütenarten an den Körperteilen haften, die beim weiteren Blütenbesuch die Narben berühren können.

Die Laboruntersuchungen bestätigen die mittels der REM-Pollenanalyse gewonnenen Ergebnisse. Damit konnte für ausgewählte Pflanzenarten nachgewiesen werden, daß Pollenlasten von Freilandtieren nicht allein Nahrungsspektren, sondern auch Nahrungspräferenzen und Lebensraum erschließen können.

Damit wird die in Teil A und B dieser Arbeit aufgeworfene Frage nach Nischentrennung als Konkurrenzvermeidungsmechanismen über die zeitliche und rüsselmorphologische Ebene hinaus positiv beantwortet.

Die Grenzen der Übertragbarkeit der Laborergebnisse auf das Freiland schaffen neue Fragen. Vor allem dem Einfluß der Besuchsstrategie könnte eine große Bedeutung zukommen: sei es auf der Ebene des Bestäubungserfolges für die Pflanze, sei es für die interspezifische Konkurrenzvermeidung unter den Nachtschmetterlingsarten. Diese Frage soll Gegenstand des folgenden Teils dieser Untersuchung sein.



## Teil D Strategien beim Blütenbesuch – Feldbeobachtungen bei tagaktiven Nachtschmetterlingen

### 1. Einführung und Fragestellung

Im Folgenden werden Ergebnisse eines zunächst als eher „versuchsweise“ aufgefaßten Ansatzes dargestellt: die Verfolgung einzelner Schmetterlingsindividuen beim Blütenbesuch als Methode zur Beschreibung von Blütenbesuchsstrategien. Die Beobachtungen wiesen jedoch schließlich in eine so interessante Richtung, daß sie als vierter Teil der vorliegenden Arbeit angefügt werden sollen. Eine große Rolle spielte das Glück bei der Auswahl von Arten mit unerwartet großen Unterschieden in ihrem Verhalten an den Blüten.

Dem „optimal foraging“, einer im Sinne optimaler Nektargewinnung angepaßter Blütenbesuchstrategie, ist ein weitläufiges Schrifttum gewidmet worden. Mit den Arbeiten an Kolibris und Hummeln (z. B. CHARNOV, 1976; PYKE, 1978; HEINRICH, 1979; CORBET et al., 1981) wurden tiefe Einsichten in die Bedingungen gewonnen, unter denen Bestäuber untereinander und mit den Pflanzen kooperieren. Doch mit Lepidopteren ist über diese Frage des „optimal foraging“ bisher wenig gearbeitet worden (DREISSIG, 1985), weder unter dem Gesichtspunkt des Energiehaushaltes noch dem der Konkurrenzvermeidung durch unterschiedliche Strategien bei der Nektarsuche.

Im Rahmen dieser Untersuchung wurden drei auch am Tage aktive Nachtschmetterlingsarten in ihrem Nahrungshabitat individuell jeweils möglichst lange verfolgt und beobachtet. Im Mittelpunkt stand die Frage:

- Lassen sich nach den Gesichtspunkten der Blütenwahl, der Besuchsdauer und des handling Strategien bei der Ausbeutung der Nektarressource beschreiben?

### 2. Material und Methoden

Die Beobachtungen wurden auf der in Teil A, Kapitel 2.1 beschriebenen Untersuchungsfläche, also den Wiesen des südlichen G'schleder in nächster Umgebung der Lichtanlage durchgeführt. Die untersuchten Arten sind die auf der Fläche häufigsten tagaktiven Nachtschmetterlinge:

1. *Autographa gamma* (Noctuidae), Vorderflügelänge Ø 18 mm, eine Noctuide mittlerer Größe, aber kräftigem Bau: ein guter Flieger (Wanderschmetterling)
2. *Ectypa glyphica* (Noctuidae), Vorderflügelänge Ø 13 mm, eine eher zart gebaute Noctuide von deutlich geringerer Größe als die Gammaeule
3. *Semiothisa clathrata* (Geometridae), Vorderflügelänge Ø 12 mm, eine Geometride von unterdurchschnittlicher Größe und dem Spannern eigenen zarten Körperbau.

Die Tiere wurden im August und nur bei für die jeweilige Art optimaler Witterung während der Voroder Nachmittagsstunden beobachtet. *Autographa gamma* mied während der heißen Augustwochen im Gegensatz zu *Ectypa glyphica* und *Semiothisa clathrata* den Sonnenschein, wartete auf diesige oder bewölkte Stunden und war bei einsetzendem leichtem Warmfrontregen besonders aktiv. Die beiden anderen Arten, besonders *Ectypa glyphica*, ziehen offenbar die erste Tageshälfte vor allem jedoch sonniges Wetter vor.

Der Darstellung der Ergebnisse dienen allein die Tiere, die ungestört beim Blütenbesuch angetroffen und verfolgt werden konnten. Das Protokoll zum Blütenbesuch berücksichtigte die Blütenart, die mit

Stoppuhr gestoppte Besuchszeit und den Abstand zur nächsten Blüte – ein Beispiel-Protokoll sei mit Tabelle 25 wiedergegeben.

Alle drei Arten besuchten nur Pflanzen mit Blütenständen (racemösen, cymösen, und zusammengesetzt racemösen oder cymösen Infloreszenzen). Daher gilt als Besuch 1 Blüte der Besuch eines Blütenstandes. Tatsächlich besucht die Gammaeule nur etwa 1 bis 3 Einzelblüten einer Wiesen-Flockenblume oder einer Vogelwicke.

*Ectypa glyphica* und *Semiothisa clathrata* besuchen an Brunelle und Pastinak allerdings häufig jede Einzelblüte eines Blütenstandes.

Die Auswertung der Daten umfaßt im Rahmen dieser Darstellungen zur Frage der Nahrungspräferenz die Berechnungen des Anteils der verschiedenen Blütenarten an den Besuchen sowie die durchschnittliche Besuchszeit je Blütenart.

### 3. Ergebnisse

*Autographa gamma*, *Ectypa glyphica* und *Semiothisa clathrata* wurden bei 396 Besuchen mit insgesamt 7222 sec gestoppter Zeit (reine Besuchsdauer) beobachtet. Es entfallen hierbei auf:

*Autographa gamma* 351 Besuche mit 2845 sec,  
*Ectypa glyphica* 37 Besuche mit 3442 sec,  
*Semiothisa clathrata* 8 Besuche mit 935 sec.

Die ungleiche Zahl protokollierter Besuche ist eine Folge der geringeren Häufigkeit bei *Ectypa glyphica* und *Semiothisa clathrata*. Sowohl *Autographa gamma* als auch *Semiothisa clathrata* sind akustisch äußerst sensibel und reagieren auf den leisesten Schritt des Verfolgers. Dies „verringerte“ die Zahl beobachtbarer ungestörter Tiere.

Die Individuen wurden so lange wie möglich bei der Nektarsuche beobachtet. Abgebrochen wurden die Beobachtungsreihen entweder durch eine Ruhepause des Tiers oder durch eine Störung des Falters seitens anderer Blütenbesucher oder des Beobachters.

Die drei Falter besuchten ein Spektrum von 14 (*Autographa gamma*), 11 (*Ectypa glyphica*) und 4 (*Semiothisa clathrata*) Blütenarten. Die in Tabelle 25 zusammengestellten Daten zeigen, daß *Autographa gamma* vorwiegend an *Centaurea jacea* beobachtet wurde; danach folgen *Vicia cracca*, *Trifolium pratense* und *Brunella vulgaris*. *Ectypa glyphica* wurde vor allem an *Lathyrus pratense*, dann – wie die Gammaeule – an *Trifolium pratense* und *Brunella vulgaris* angetroffen. Die Beobachtungen von *Semiothisa clathrata* erfolgten vor allem an *Pastinaca sativa*.

Die durchschnittlichen Besuchszeiten je Blüte waren sehr unterschiedlich; sie betragen bei *Autographa gamma* 11 sec, bei *Ectypa glyphica* 81 sec, *Semiothisa clathrata* 140 sec.

Auch die Besuche des einzelnen Individuums sind unterschiedlich lang, neben einer überwiegenden Zahl von „Kurzbesuchen“ gibt es eine geringe Zahl Besuche längerer Dauer. Bei *Autographa gamma* sind 50% der Besuche kürzer als 6 Sekunden, 15% länger als 20 Sekunden.

Zum Vergleich mit den Ergebnissen in Teil C dieser Arbeit wurden die Besuchslängen von *Autographa gamma* an *Centaurea jacea* näher betrachtet: Unter der durchschnittlichen Besuchszeit von 13 Sekunden [vergleiche Tabelle 25] liegen 74% der Besuche, 11% sind länger als 20 Sekunden.

*Autographa gamma* flog in raschem Flug von Blüte zu Blüte. Die Tiere ließen sich nur selten auf die Pflanzen nieder, schwebten fast vor ihnen und berührten sie meist nur mit den Vordertarsen; das Flügelschwirren wurde nie unterbrochen.

Die Individuen zeigten jeweils die Tendenz, nur eine Blütenart viele Male hintereinander zu besuchen, zwar wie probeweise wenige Male andere Arten anzufliegen, dann jedoch zu den zuerst vorgezogenen Blüten zurückzukehren. Dies macht Tabelle 25 mit dem Auszug aus einem Beobachtungsprotokoll deutlich.

Bei diesem Verhalten bevorzugten verschiedene Individuen verschiedene Arten, meist die, die in nächster Nähe in großer Dichte wuchsen. Die Blüten waren nicht gleichmäßig über die Wiese verteilt, sondern in kleinen Herden (patches). Gammaeulen, die sich innerhalb solcher Bestände befinden, wählen offenbar diese in kleinem Umkreis häufigen Blütenarten. Besuchszeiten an Blüten wechseln mit stundenlangen Ruhepausen: Spätestens nach einer dreiviertel Stunde, meist bereits nach 15 Minuten setzen sich die Tiere kopfüber an ein Blatt, offen und völlig ungeschützt, oft im direkten Sonnenlicht, und ruhen für einige Stunden.

*Ectypa glyphica* unterscheidet sich in ihrem Suchverhalten deutlich von *Autographa gamma*, da sie seltener fliegt und üblicherweise zu Fuß ihre Blüten aufsucht. Dabei benutzt sie geschickt weitausladende Gräser oder Ranken verschiedener Fabaceen und muß daher selten bis auf den Grund der Vegetation hinabsteigen. Hat das Tier eine Blüte oder Blütenstand erreicht, besucht es dort über Minuten hin nacheinander alle Einzelblüten, an denen das Tier oft auch ein zweites oder drittes Mal saugt. Daraus erklärt sich die lange Dauer der Blütenbesuche dieser Art vor allem an *Vicia cracca* und *Brunella vulgaris*.

Während ihrer langdauernden „Besetzung“ der Blüten wurden diese wiederholt gleichzeitig von der Gammaeule besucht.

*Semiothisa clathrata* verhielt sich wie *Ectypa glyphica*.

#### 4. Diskussion

Die Beobachtungen dieses Teils der vorliegenden Arbeit tragen eher den Charakter eines Versuchs denn einer breit angelegten Untersuchung. Doch obgleich die Zahl der Beobachtungen nur begrenzt Aussagen zuläßt, geben die so unterschiedlichen Verhaltensweisen der drei Arten Einblicke in Möglichkeiten zwischenartlicher Konkurrenzvermeidung.

Das Bild, das die Ergebnisse von den drei Nachtschmetterlingsarten bieten, sei in Form dreier Hypothesen dargestellt – als drei Steckbriefe der drei Arten. Im Falle der Gammaeule ist dies nach den Teilen B [vergleiche Teil B, Kapitel 2.2 und 3.2.1] und C der zweite Teil einer ökologischen Artbeschreibung.

##### 4.1. Drei Arten – drei Steckbriefe

*Autographa gamma* ist hinsichtlich der Blütenwahl ein Generalist. Die Individuen allerdings sind blütenstet, wie bereits SCHREMMER (1941) berichtet – blütenstet insoweit, als sie vorwiegend die Blütenart aufsuchen, deren Bestandsdichte möglichst langwährenden Besuch verspricht. Dies hat den Vorteil, sich auf diese eine Blütenart gewissermaßen „einschießen“ und so mit besonders geringem Zeitverlust beim handling eine Blüte nach der anderen rasch „absolvieren“ zu können. Dieses Vorgehen setzt große Lernfähigkeit voraus und ist energieaufwendig, erschließt jedoch in kürzester Zeit die dünn gesäten Blütenkelche mit hohem Nektarstand (bonanza) (zur Rolle der „bonanza“ bei Schwärmen vergleiche DREISSIG, 1985). Die meisten Besuche sind Kurzbesuche von 1 bis 3 Sekunden. Sind die Langbesuche die erfolgreichen Besuche? Offenbar lohnt nur jeder siebte Anflug (15% der Blütenbesuche) einen Besuch von 20 Sekunden oder mehr. Die Gammaeule erscheint als ein „intelligenter“ Energieverschwender und Opportunist, dessen Agilität in jedem Lebensraum des Offenlandes rasch die weit verstreuten gefüllten Blüten erschließt. Diese Eigenschaften machen sie zu einem Wanderfalter par excellence in allen Landschaftsgürteln der Welt.

*Ectypa glyphica* nutzt in der gleichen Zeit, in der die Gammaeule Hunderte von Blüten besucht, weniger Blüten und entsprechend weniger Nektar. Doch dabei bewegt sie sich mit bedeutend geringerem Energieeinsatz. Statt die Blüte nach dem Nektarsaugen zu verlassen, „besetzt“ das Tier die

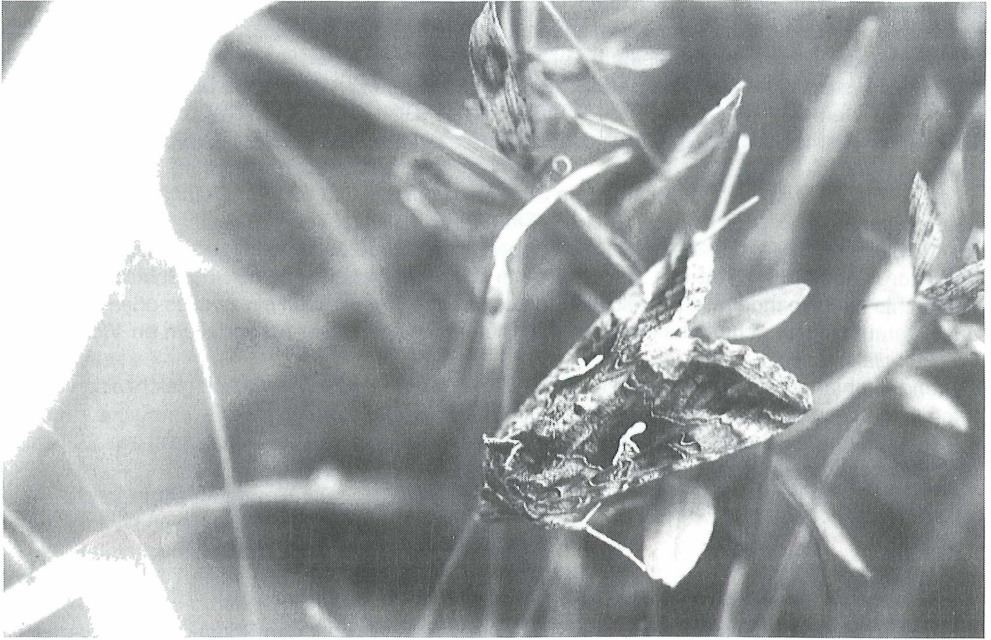


Abbildung 50: *Autographa gamma*, die Gammaeule (Vorderflügelänge  $\varnothing$  18mm) während einer auf den Blütenbesuch folgenden mehrstündigen Ruhepause

Blüte minutenlang und sucht noch mehrmals in allen Einzelblüten nach Nektar. Ob der Rüssel durch mehrmaliges Betasten das Nektardrüsengewebe zu neuerlicher Nektarproduktion reizen kann? Im Vergleich zur Gammaeule erscheint diese Art als Energiesparer, der nicht viel Nektar gewinnt, jedoch auch wenig Energie verbraucht.

*Semiothisa clathrata* hat eine der vorigen Art ähnliche Blütenbesuchsstrategie. Beim Saugen von Nektar führt diese Art ihre Fühler beständig parallel des Rüssels nach vorn und berührt zum Beispiel auf Pastinak immer wieder die Staubbeutel oder, sofern die Blüte im weiblichen Blühzustand ist, die Narben.

#### 4.2. Zur Methode

Störungen seitens des Beobachters sind nicht auszuschließen. Die Fluchtdistanz einer Gammaeule liegt prinzipiell bei 10–15m. Einmal aufgestört, bleibt diese Fluchtdistanz bestehen, jede Annäherung und damit Beobachtung bleibt unmöglich. Auf vorsichtigste, d.h. langsame und leise Annäherung reagieren die Tiere nur mit kurzem, kaum merklichen Innehalten der Bewegung bei geringstem Geräusch. Nach etwa 10minütiger Beobachtung zeigen die Tiere keine sichtbare Reaktion mehr, nach 30minütiger Beobachtung lassen sie sich mit der Hand fangen. Sicherlich ist der Einfluß eines erfahrenen und vorsichtigen, also auf Abstand bedachten, Beobachters ohne Einfluß auf die Blüten-suchstrategie, doch bleibt hierin eine kleine Unsicherheit in der Methode bestehen.

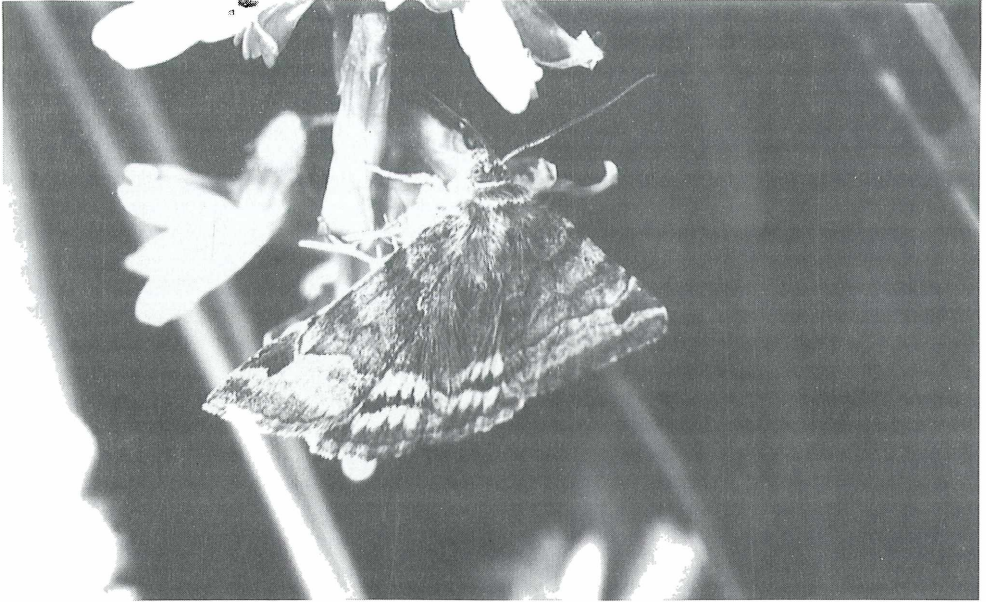


Abbildung 51: Die Eule *Ectypa glyphica* (Vorderflügelänge Ø 13mm) beim Blütenbesuch

Leider konnten im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht weitere Versuche angeschlossen werden. Daher bedürfen die über die qualitativ faßbaren Befunde wie Flugverhalten und handling hinausgehenden Beobachtungen zur statistischen Absicherung weiterer Beobachtungen.

#### 4.3. Feldbeobachtungen vs. Laborergebnisse und Pollenanalyse

Flugverhalten und handling der im Freiland beobachteten Gammaeulen unterscheiden sich nicht von dem der Tiere im Flugkäfig in Teil C dieser Arbeit. Die Blüten werden angefliegen, ohne daß der Schmetterling sich auf ihnen niederläßt. Je Blütenstand wird in der Regel nur eine Blüte besucht. Die durchschnittliche Besuchsdauer im Labor lag bei *Centaurea jacea* knapp doppelt, bei *Trifolium pratense* 1,5 mal so hoch wie im Freiland [vergleiche Tabellen 24 und 26]. Dies stützte die Vorstellung der Langbesuche als der „lohnenden“ Besuche; die Kurzbesuche zeigten dann Blüten mit geringen Nektarmengen an. Dafür spricht insbesondere, daß die Dauer der langen Besuche – nur 11% der Besuche an *Centaurea jacea* im Freiland waren länger als 20 Sekunden – der mit den Experimenten ermittelten Zeit an Blüten mit maximalem Pollenstand entspricht. Daß 74% der Besuche im Freiland an *Centaurea jacea* unter 13% (dem Durchschnitt für diese Blüte) lagen, entspricht der üblichen Einschätzung, daß Nektar in den Blüten selten reichlich vorhanden sei – unter anderem ein Mittel der Blüten, regen Besuch durch Insekten zu sichern.

Blütenstetigkeit der Gammaeulen-Individuen [vergleiche Teil B, Kapitel 3.2.1 und 4.2.1] bei gleichzeitigem Generalismus bei Betrachtung auf Artebene, bereits von SCHREMMER (1941) berichtet,



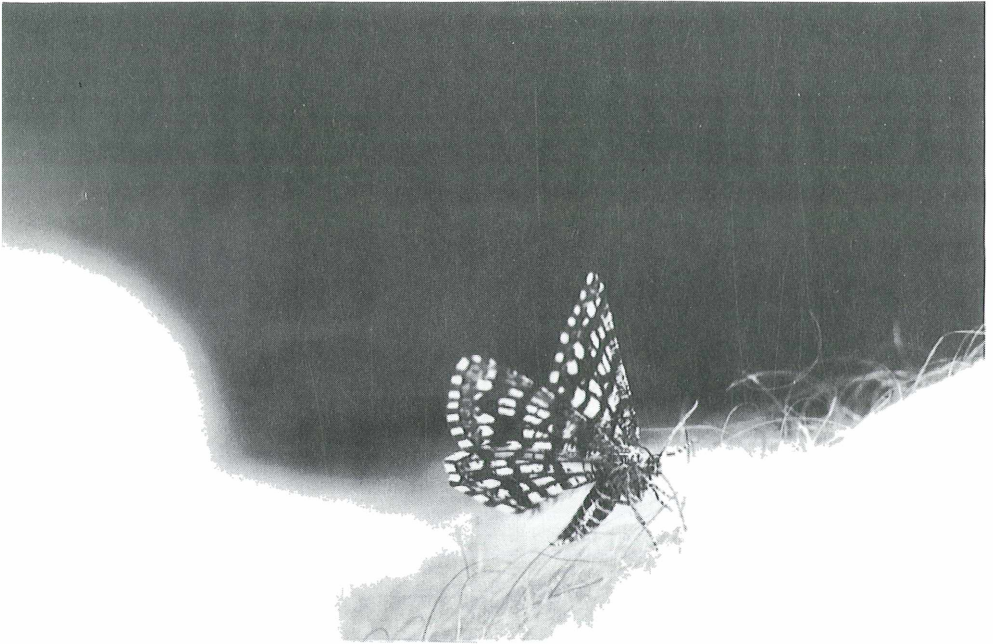


Abbildung 52: Der Spanner *Semiothisa clathrata* (Vorderflügelänge Ø 12 mm) bei der Aufnahme von Mineralien

wurde auch aufgrund der Freilandpollen-Analyse in Teil B angenommen und wird hier wiederum bestätigt.

Für die Frage nach der Bestäuberrolle der Schmetterlinge ist der Befund der blütensteten Nektarsuche ein Argument gegen die Hypothese, Schmetterlinge seien Nektardiebe. Denn die Chance der Bestäubung auch bei geringer Pollenlast erhöht sich durch den häufigen Besuch derselben Blütenart. Bleiben blütenstete Blütenbesucher länger auf einer Fläche, als nicht blütenstete? Dann gälte die Vorstellung der Schmetterlinge als „long-distance-pollinators“ nach COURTNEY (1982) nicht oder nur in Grenzen für die Gammaeule. Hier könnten allein die mark-and-recapture-Methode (vergleiche etwa MÜHLENBERG, 1976) Klarheit schaffen.

Im Zusammenhang mit der Diskussion um Konkurrenzvermeidung bei Nachtschmetterlingen ist festzustellen, daß also prinzipiell bei Nachtschmetterlingen auch auf Verhaltensebene beim Blütenbesuch selbst Strategien entwickelt worden sind. Diese erlauben, wie beobachtet werden konnte, den zeitgleichen Besuch derselben Einzelblüten und – soweit die Datengrundlage dieses Abschnitts Deutungen zulassen – ohne gegenseitige Einschränkung.

#### 4.4. Offene Fragen

Kommen artspezifisch entwickelte Verhaltensweisen erst in der Situation starker aktueller Konkurrenz zum Tragen, so könnte aus den beschriebenen Feldbeobachtungen auf Konkurrenz geschlossen werden. In diesem Zusammenhang wäre das Nektarangebot sowie die Ressourcennutzung

seitens der Blütenbesucher der anderen Ordnungen zu beschreiben, um zu klären, wie begrenzt das Nektarangebot ist.

Die Deutung der Kurzbesuche und Langbesuche als Besuche an wenig bzw. viel Nektar spendenden Blüten sollte durch Experimente im Flugkäfig ähnlich den Versuchen LÜTZENKIRCHENS (1983) an Hummeln gesichert werden. Daraufhin könnten Untersuchungen im Freiland zu Fragen der Wahl und des Wechsels der Blütenart folgen.

- Besteht eine Beziehung zwischen Besuchslänge und Nektarstand in der Blüte?
- Besteht eine Beziehung zwischen Besuchslängen, Nektarangebot oder Blütendichte und Wechsel der Blütenpflanzenart?

## 5. Zusammenfassung (zu Teil D)

Feldbeobachtungen dienten dem Versuch, mit der Methode der individuellen Verfolgung von Schmetterlingen Strategien beim Blütenbesuch zu beschreiben.

Drei Arten wurden ausgewählt: *Autographa gamma* und *Ectypa glyphica*, zwei Noctuiden, und *Semiothisa clathrata*, eine Geometride.

Die Beobachtungen zu Blütenart, Besuchsdauer je Blüte, Flugverhalten und handling waren geeignet, zwei verschiedene Strategien der Nektarsuche zu beschreiben.

Die Ergebnisse wurden in Steckbriefen der drei Arten dargestellt:

1. *Autographa gamma* fliegt rasch von Blütenstand zu Blütenstand, an jeweils nur 1, höchstens 2 Blüten saugend. Die Individuen zeigen dabei jeweils oft lange Besuchssequenzen anhaltende Blütenpräferenzen. Sie wählen offenbar die im jeweiligen Umkreis häufigste Blütenart. Die Besuchslängen schwanken stark; nur 15% der Besuche sind länger als 20 Sekunden. Nach 2–3 Viertelstunden ruhen die Tiere für mehrere Stunden, offen in der Vegetation der Wiese sitzend.

Dieses Verhalten wurde gedeutet als eine Strategie der „schnellen Besuche“ und der Blütenstetigkeit, die energieaufwendig ist, hohes Lernvermögen voraussetzt, in kürzester Zeit jedoch die dünn gesäten Blütenkelche mit hohem Nektarstand (bonanza) zu erschließen vermag.

2. *Ectypa glyphica* fliegt selten, sucht häufig zu Fuß ihre Blütenstände auf, in denen sie über Minuten hin nacheinander alle Einzelblüten – oft mehrmals – besucht. Daraus resultiert eine lange Dauer der Blütenbesuche dieser Art. Während ihrer langdauernden „Besetzung“ der Blüten wurden diese wiederholt gleichzeitig von der Gammaeule besucht.

Das Verhalten dieser Art wurde als Strategie eines Energiesparers gedeutet, der (vielleicht) nicht viel Nektar gewinnt, jedoch auch wenig Energie verbraucht.

3. *Semiothisa clathrata* verhielt sich wie *Ectypa glyphica* und besuchte Blüten nach der gleichen Strategie.

Bei der Gammaeule bestätigen diese Ergebnisse die Befunde aus den Analysen der Freiland-Pollenlasten, insbesondere die Blütenstetigkeit der Individuen einerseits wie auch die Polyλεκtie der Art. Die über 20 Sekunden hinausgehenden Besuche – hinsichtlich der erlangten Nektarmenge als „erfolgreiche“ Besuche gedeutet – entsprechen in ihrer Dauer den Besuchen im Flugkäfig (vergleiche Teil C dieser Arbeit), bei denen allein Blüten mit maximalem Nektarstand zur Verfügung standen.



## Zusammenfassung

In dieser Untersuchung wurden Aspekte der Konkurrenz, der Einnischung und der Coevolution bei blütenbesuchenden Nachtschmetterling-Imagines (Macroheterocera) diskutiert.

Knapp 90% der Imagines der etwa 1200 Großschmetterlinge (Macrolepidoptera) Mitteleuropas sind nachtaktiv. In vielen Lebensräumen stehen einer großen Artenzahl Nachtschmetterlinge eine nur geringe Anzahl nachts geöffneter Blüten gegenüber. Eine bisher nicht untersuchte Fragestellung ist: Gibt es aktuelle interspezifische Konkurrenz um Blüten?

Die vorliegende Arbeit versuchte, bei Nachtschmetterlingen Nischentrennung zur Vermeidung aktueller interspezifischer Konkurrenz um Blüten zu zeigen.

Vier Nischendimensionen werden untersucht:

1. – Jahres- und tageszeitliche Isolation
2. – Funktionsmorphologie der Mundwerkzeuge
3. – Blütenpräferenz
4. – Blütenbesuchsstrategie

Die Untersuchung gliedert sich in 4 Teile, deren Ergebnisse jeweils abschließend diskutiert werden.

### 1. Die Taxozönose

Auf der Grundlage von Lichtfängen wurden die Strukturmerkmale der Nachtschmetterlingsgemeinschaft (Taxozönose) eines Wiesen-Hecken-Lebensraumes in der südlichen Oberrheinebene untersucht:

Artenstruktur, Familiengruppendominanz, Arealtypen, Biotoppräferenz, Erscheinungszeiten und Rüsselformen. Die historische Entwicklung der Taxozönose wurde abgeleitet.

Folgende ökologische Faktoren können in der beschriebenen Taxozönose die Konkurrenz um Blüten verschärfen:

- die klimatische Ungunst des Offenlandbiotops,
- Intensivierungen der Grünlandnutzung,
- unregelmäßig einfallende Migrantengruppen,
- die Nahrungsnischen-Generalisten.

Konkurrenzvermeidung wird möglich durch:

- Beschränkung der Flugzeiten:  
Artspezifische Flugzeiten beschränken den Großteil der Arten auf bestimmte Jahres- und/oder Tageszeiten.
- Ausbildung verschiedener Rüsseltypen:  
Ein Drittel der nachgewiesenen Individuen besucht keine Blüten: Ihr Rüssel ist weitgehend oder völlig reduziert.  
Die artcharakteristische Ausbildung der Mundwerkzeuge der übrigen Arten befähigt diese zur Nutzung unterschiedlicher Nahrungsressourcen.

Ein besonderer Schwerpunkt bei der Diskussion der Lichtfangmethode war die Erörterung der Gründe für die Attraktivität des Lichtes für Nachtschmetterlinge.

## 2. REM-Pollenanalyse

Mit der Analyse der Pollenlast von Freilandtieren konnten artspezifische Nahrungsspektren bei Nachtfaltern nachgewiesen werden, darunter einige für Nachtfalter bisher unbekannte Nektarpflanzen. Methodische Voraussetzung war die Anlage eines Pollenherbars sowie eines umfangreichen Bestimmungsschlüssels.

## 3. Experimente zur Pollenübertragung – Sind Schmetterlinge Nektardiebe?

In Laborversuchen zur Pollenübertragung Blüte/Schmetterling wurden die übertragenen Pollenmengen ausgewählter Blütenarten auf den Tieren kartiert und ausgezählt. Die Beziehung zwischen übertragener Pollenmenge je Besuch und Besuchszeit, das Verhalten der Tiere an der Blüte und der Mechanismus der Pollenübertragung wurden dargestellt.

Die je Besuch übertragene Pollenmenge war bei den untersuchten Pflanzenarten sehr unterschiedlich. Erstaunlicherweise berührt bei *Lotus corniculatus* und *Trifolium pratense* der Schmetterlingsrüssel weder Staubgefäße und noch Narben. Hier werden nur kleinste Pollenmengen aufgenommen und weitergegeben. Die Blüten von *Echium vulgare*, *Centaurea jacea* und *Impatiens glandulifera* übertragen die Pollen auf Körperteile, die bei einem späteren Besuch mit einer Narbe in Kontakt kommen können.

Die Ergebnisse zeigten, daß zumindest bei der Gammaeule Blütenpräferenzen und Biotoppräferenzen direkt aus der Pollendominanz in den Pollenlasten abzuleiten ist.

Die Nachtschmetterlinge trugen eine im Vergleich zu vielen anderen Blütenbesuchern geringe Pollenlast. Daher wurde die Rolle der Nachtschmetterlinge als Bestäuber diskutiert: Als „Nektardiebe“ erschienen sie nur beim Besuch an Leguminosenblüten. Andere Pflanzen übertrugen ausreichend Pollen, um eine Bestäubung zu ermöglichen. Nachtschmetterlinge tragen Pollen auch aus weit entfernt gelegenen Lebensräumen. Dies unterstützt die Hypothese, Nachtschmetterlinge seien „long-distance-pollinators“

## 4. Strategien beim Blütenbesuch

Die individuelle Verfolgung tagaktiver Nachtschmetterlinge im Freiland gab Aufschluß über artspezifische Blütenbesuchsstrategien.

Aus den Pollenlasten der Freilandtiere abgeleitete Ergebnisse bei der Gammaeule konnten bestätigt werden.

Die Beobachtungen ließen 2 Strategien erkennen:

- Suche nach Blüten mit möglichst hohem Nektarstand in schnellem Flug und raschem Blütenwechsel, eine Strategie der großen Ausbeute unter großem Energieeinsatz
- langes Verweilen auch auf nicht mit Nektar gefüllten Blüten, eine Strategie der geringen Ausbeute unter geringem Energieaufwand.

## Summary

The aspects of competition, furnishing of niches and coevolution by flower-visiting moths (Macroheterocera) in a coenosis of moth with 420 species were investigated.

The abundance of the following categories of live form was used to describe the taxocoenosis: areal distribution, habitat-choice, morphology of proboscis.

Four strategies among moths to avoid competition for nectar were stressed:

### **1. The isolation by time:**

A maximum of activity during certain decades of the year was clearly shown by 30%, during the nighttime by more than 30% of the species. During a specific decade and half of night not more than 1% of these species are on wings during the same time period. The others are "generalists in time"

### **2. The isolation by the morphology of the proboscis:**

37% of the species do not visit flowers because of a totally reduced proboscis. 12% of the species are able to suckle honey-dew. Two more categories of proboscis morphology were described.

### **3. Preference of certain flower-species:**

For determination of pollen grains by scanning electron microscope (SEM) a key was issued. The determination of the pollengrains on moths demonstrated the specific flowerspectrum of some species of moths.

### **4. The isolation by sampling-strategies:**

Field-observations showed specific sampling-strategies, which enable other species of moths to visit the same flowers during the same time without any competition.

Experiments on flowers of four taxonomic families demonstrated the amount of pollen grains given by the flowers to visiting moths. The load of pollen per visit and time was measured. On Leguminosae moths are nectar-thieves.

The SEM-key of pollen-grain-determination was added. It allows the identification of 218 species of insect-visited flowers by SEM.

### **Danksagung**

Besonderer Dank gilt vor allen meinen Eltern für ihre so weitreichende Unterstützung.

Herr Prof. HANNES PAULUS überließ mir das Thema, war ständig diskussionsbereit und unterstützte mich fachlich und menschlich in jeder Weise.

Ich danke Frau Prof. OTTI WILMANNS und PD Dr. A. KRATOCHWIL für das, was ich von ihnen lernen durfte, ihre wertvollen Anregungen und ihre weitreichende Unterstützung auch auf der profanen Seite der Dissertation, der Kunst der Finanzierung.

Ganz herzlich danke ich THOMAS DUNZ für seine Hilfe am Computer.

Unentbehrlich beim nächtlichen Lichtfang waren meine damalige Frau und die vielen Freunde und Kollegen: MARTINA ESCHÉ und Dr. INGRID HOPP, ARNO SCHANOWSKI und CHRISTOPH TRZEBITZKY, SABINE, GUDRUN, MARTINA, ANGELIKA, RUDOLF, ALOIS, RAINER, JÖRG, STEFAN, EKKEHARD und HENNING. BRIGITTA ESCHÉ, SABINE SCHMIDT-HALEWICZ, WINRICH MERTENS und RAINER LUICK halfen bei den Korrekturen des Manuskripts.

Dank sei auch all den Mitbenutzern des Rasterelektronenmikroskops ausgesprochen für ihre Geduld mit der auch ihnen Zeit raubenden Fleißarbeit der Pollendetermination.

Weiterhin danke ich JOHANNES LEONHARD und ANDREAS KOHL, die mir Pflanzenherbare überließen, Frau CHRISTINE GUTMANN und Frau GUDRUN MAHLKE im Labor PAULUS, Herrn Dr. v. ALVENSLEBEN im Kiepenheuer-Institut, den Angehörigen der Werkstätten der Zoologie und Herrn Dr. W. PUNT vom Laboratory of Palaeobotany and Palynology in Utrecht.

Der Badische Landesverein für Naturkunde und Naturschutz gewährte ein Stipendium, womit Geräte für die Feldarbeit beschafft werden konnten.

## Literaturverzeichnis

- ALTNER, H. & I. ALTNER (1986): Sensilla with both, terminal pore and wall pores on the proboscis of the moth *Rhodogastria bubo* WALKER (Lepidoptera: Arctiidae). – Zool. Anzeiger **216** (3–4): 129–150.
- BAKER, R. R. (1972): Territorial behaviour of the nymphalid butterflies, *Aglais urticae* (L.) and *Inachis io* (L.). – J. Anim. Ecol. **41**: 453–469.
- BÄNZIGER, H. (1969): Erste Beobachtungen über fruchtstechende Noctuiden in Europa. – Mitt. Schweiz. Ent. Ges. **42**: 1–10.
- BÄNZIGER, H. (1980): Skin-Piercing blood-sucking moths III: Feeding act and piercing mechanism of *Calyptra eustrigata* (HMPS.) (Lep., Noct.). – Mitt. Schweiz. Ent. Ges. **53**: 127–142.
- BÄNZIGER, H. (1982): Fruit-piercing moths (Lep., Noctuidae) in Thailand: A general survey and some new perspectives. – Mitt. Schweiz. Ent. Ges. **55**: 213–240.
- BÄNZIGER, H. (1983): A taxonomic reversion of the fruit-piercing and blood-sucking moth genus *Calyptra* OCHSENHEIMER (= *Calpe* TREITSCHKE) (Lep., Noctuidae). – Ent. scand. **14**: 467ff.
- BAKER, R. R. (1983): Insect territoriality. – Ann. Rev. Entomol. **28**: 65–89.
- BAKER, R. R. (1987): Integrated use of moon and magnetic compasses by the heart-and-dart moth, *Agrotis exclamationis*. – Anim. Behav. **35**: 94–101.
- BATISTE, W. C. (1970): A timing sex-pheromone trap with special reference to codling moth collections. – J. Econ. Entomol. **63**: 915–918.
- BETTMANN, H. (1986): Über die Ortstreue einiger Großschmetterlinge. – Ent. Z. **96** (4): 45–48.
- BERGMANN, A. (1951): Die Großschmetterlinge Mitteldeutschlands – Band 1: Die Natur Mitteldeutschlands und ihre Schmetterlinge. – Urania Verlag Jena. 631 Seiten.
- BERGMANN, A. (1953): Die Großschmetterlinge Mitteldeutschlands – Band 3: Spinner und Schwärmer – Verbreitung, Formen und Lebensgemeinschaften. – Urania Verlag, Jena. 552 Seiten.
- BERGMANN, A. (1954): Die Großschmetterlinge Mitteldeutschlands – Band 4: Eulen – Verbreitung, Formen und Lebensgemeinschaften. – Urania Verlag, Jena. 1060 Seiten.
- BERGMANN, A. (1955): Die Großschmetterlinge Mitteldeutschlands – Band 5: Spanner – Verbreitung, Formen und Lebensgemeinschaften – Urania Verlag, Jena. 1267 Seiten.
- BIERMANN, H. (1986): Überblick über den Witterungsablauf in der Bundesrepublik Deutschland im Jahr 1984. – Atalanta **16** (3–4): 204–212.
- BIWER, G. & CH. DESCOINS (1978): Approche d'une mecanisme d'isolement sexual entre quatre espèces de Tortricidae du genre *Grapholita*. – C. R. Acad. Sci. Paris **286** (serie D): 875–877.
- BLÜTHGEN, J. (1966): Allgemeine Klimatologie. – Walter de Gruyter & Co., Berlin. 720 Seiten.
- BÖRNER, C. (1939): Die Grundlagen meines Lepidopterensystems. – Verh. VII. Internat. Kongr. Ent. Berlin 1938.
- BOURSIN, C. (1964): Les Noctuidae Trifinae de France et de Belgique (Contributions à l'Etude des Noctuidae Trifinae). – Bull. Soc. Linn. Lyon **33** (6): 204–240.
- BOURSIN, C. (1965): Errata et addendea a mon travail „Les Noctuidae Trifinae de France et de Belgique“ paru dans ce même Bulletin, 1964, n°6, p. 204. – Bull. Soc. Linn. Lyon **34** (6): 182–187.
- BRANTJES, N. B. (1973): Sphingophilous flowers, function of their scent. – in: BRANTJES, N. B. & H. F. LINSKENS (eds.): Pollination and dispersal. – Publ. Dept. Botany, Nijmegen: 26–46.
- BRANTJES, N. B. M. (1976a): Senses involved in the visiting of flowers by *Cucullia umbratica* (Noctuidae, Lepidoptera). – Ent. Exp. Appl. **20**: 1–7.
- BRANTJES, N. B. M. (1976b1): Riddles around the pollination of *Melandrium album* (MILL.) GARCKE (Caryophyllaceae) during the oviposition by *Hadena bicruris* HUFN. (Noctuidae, Lepidoptera), I. – Proc. Kon. Ned. Akad. Wet. ser. C, **79**: 1–12.
- BRANTJES, N. B. M. (1976b1): Riddles around the pollination of *Melandrium album* (MILL.) GARCKE (Caryophyllaceae) during the oviposition by *Hadena bicruris* HUFN. (Noctuidae, Lepidoptera), II. – Proc. Kon. Ned. Akad. Wet. ser. C, **79**: 125–141–12.
- BRANTJES, N. B. M. (1978): Sensory responses to flowers in night-flying moths. – Linn. Soc. Symp., Academic Press, London. **6**: 13–19.

- BRANTJES, N. B. M. (1981): Wind as a factor influencing flower-visiting by *Hadena bicurris* (Noctuidae) and *Deilephila elpenor* (Sphingidae). – Ecol. Ent. **6**(4): 361–364.
- BRANTJES, N. B. M. & J. J. BOS (1980): Hawkmoth behaviour and flower adaption reducing self pollination in two Liliiflorae. – New Phytol. **84**: 139–143.
- BRANTJES, N. B. M. & J. A. A. M. LEEMANS (1976c): *Silene otites* (Caryophyllaceae) pollinated by nocturnal lepidoptera and mosquitos. – Acta. Bot. Neerl. **25**(4): 281–295.
- BUCK, N. (1985): Waarnemingen over het voedsel van twee *Xylota*-species (Diptera, Syrphidae). – Bull. Annis Soc. r. belge Ent. **121**: 385–390.
- CARPENTER, F. L. (1979): Competition between Hummingbirds and insects for nectar. – Amer. Zool. **19**: 1105–1114.
- CHARNOV, E. L. (1976): Optimal foraging: The marginal value theorem. – Theor. Pop. Biol. **9**: 129–136.
- CLEVE, K. (1954): Einfluß der Wellenlänge des Lichts auf den Lichtfang der Schmetterlinge. – Deutscher Entomologentag in Hamburg 1953. Gustav Fischer Verlag, Jena: 107–113.
- CLEVE, K. (1964): Der Anflug der Schmetterlinge an künstliche Lichtquellen. – Mitt. dtsh. ent. Ges. **23**: 66–76.
- CLEVE, K. (1966): Das Sternenlicht und dessen vermutliche Wahrnehmung durch nachts fliegende Schmetterlinge. – Dtsch. Ent. Z., N.F. **13** (IV/V): 359–375.
- CLEVE, K. (1967): Das spektrale Wahrnehmungsvermögen nachts fliegender Schmetterlinge (Lep.). – NachrBl. bayer. Ent. **16** (5/6): 33–53.
- CORBET, S. A. (1978): Bee visits and the nectar of *Echium vulgare* L. and *Sinapis alba* L. – Ecol. Ent. **3**: 25–37.
- CORBET, S. A. et al. (1981): Why do nectar-foraging bees and wasps work upwards on inflorescences? – Oecologia **51**: 79–83.
- COURTNEY, S. P. et al. (1982): Pollen carried for long periods by butterflies. – Oikos **38**: 260–263.
- COURTNEY, S. P. & C. J. HILL (1983): Butterflies as pollinators: reply to TREPEDINO. – Oikos **41**: 145–146.
- CRUDEN, et al. (1976): Pollination, fecundity, and the distribution of moth-flowered plants. – Biotropica **8**(3): 204–210.
- CRUDEN, R. W. & S. MILLER-WARD (1981): Pollen-ovule ratio, pollen size, and the ratio of stigmatic area to the pollen-bearing area of the pollinator: an hypothesis. – Evolution **35** (5): 964–974.
- CULIN, J. D. & D. R. ALVERSON (1986): A technique to mark adult *Heliothis zea* using rubidium chloride-spiked artificial nectar sources. – J. Agric. Entomol. **3** (1): 56–60.
- DANTHANARAYANA, W. (1986): Lunar periodicity of insect flight and migration. – in: DANTHANARAYANA, W. (ed.): Insect flight. Dispersal and migration. – Springer Verlag, Berlin.
- DAVIES, N. B. (1978): Territorial defence in the Speckled Wood Butterfly (*Pararge aegeria*): The resident always wins. – Anim. Behav. **26**: 138–147.
- DEBROISE, C. (1977): Recherches écologiques sur les lepidoptères hétérocères de la Lande. Étude de la dynamique de population de *Lycophotia porphyrea* (Lepidoptera, Noctuidae). – Thèse 3e cycle, Université de Rennes.
- DEMOLL, R. (1910): Über die Beziehungen zwischen der Ausdehnung des binokularen Sehraumes und dem Nahrungserwerb bei einigen Insekten. – Zool. Jb. Syst. **28**: 523–530.
- DEN BOER, P. J. (1986): The present status of the competitive exclusion principle. – Tree **1**: 25–28.
- DIERSCHKE, H. (1977): Zur Aufnahme und Darstellung phänologischer Erscheinungen in Pflanzengesellschaften. – in: MAAREL, E. v. & R. TÜXEN (eds.): Grundlagen und Methoden in der Pflanzensoziologie. – Ber. internat. Sympos. internat. Ver. Vegetationskde. [Rinteln 1970]: 291–311.
- DREISSIG, H. (1981): Daily flight activity of moths in the continuous daylight of the arctic summer. – Holarctic ecology **4**: 36–42.
- DREISSIG, H. (1985): Movement patterns of a clear-wing hawkmoth, *Hemaris fuciformis*, foraging at red catchfly, *Viscaria vulgaris*. – Oecologia **67** (3): 360–366.
- DREISSIG, H. (1986): Timing daily activities in adult Lepidoptera. – Entomol. Gener. **12** (1): 25–43.
- DUFAY, C. (1975): Mise a jour de la liste des Lepidoptères Noctuidae de France. – Entomops **37**: 134ff.
- DUFAY, C. (1977): Addenda et corrections. – Entomops **40**: 225.

- DUFAY, C. (1977): Corrigenda. – Entomops **42**: 34.
- EDWARDS, J. S. (1962): Laboratory determination of daily flight times of separate sexes of some moths in naturally changing light. – Can. J. Zool. **40**: 511–530.
- EISIKOVITCH, D. et al. (1986): Reward partitioning in *Capparis* ssp. along ecological gradient. – *Oecologia* **71**: 47–50.
- EISIKOVITCH, D. & R. ROTEM (1987): Flower orientation and color change in *Quisqualis indica* and their possible role in pollinator partitioning. – Bot. Gaz. **148** (2): 175–179.
- EITSCHBERGER et al. (1991): Wanderfalter in Europa. – *Atalanta* **22** (1): 1–67
- ELLENBERG, H. (1978): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. – Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. 982 Seiten.
- ESCHE, T. (1981): Nachtfalter der Rheinauen und ihre Bindung an die Vegetation. – Staatsexamensarbeit. Albert-Ludwigs-Universität, Freiburg im Breisgau. 60 Seiten.
- ESCHE, T. (1984): Zur Tagesphänologie der nachtaktiven Großschmetterlinge im Eschengrundmoos bei Hinterzarten im Schwarzwald. – unveröffentlichtes Manuskript.
- ESCHE, T. (1989): Konkurrenzvermeidung bei Nachtschmetterlings-imagines – Sammelverhalten und Bestäubungseffektivität. – Verh. Westd. Entom. Tag **1988**: 285–286.
- ESCHE, T. et al. (1989): Untersuchung zur Auswirkung verschiedener Lichtquellen auf nachtaktive Großschmetterlinge (Macrolepidoptera). – Unveröffentlichtes Gutachten, Institut für Ökologie und Artenschutz im DBV, Fachbereich Waldökologie. 32 Seiten.
- FATZINGER, C.W. (1973): Circadian rhythmicity of sex pheromonerelease by *Dioryctria arbietella* (Lepidoptera, Pyralidae, [Phycitinae]) and the effect of a dial light cycle on its precopulatory behaviour. – Ann. Ent. Soc. Am. **66** (5): 1147–1153.
- FITZPATRICK, S. M. & W. G. WELLINGTON (1983): Insect territoriality. – Can. J. Zool. **61** (3): 471–486.
- FRISCH, K. v. (1977): Aus dem Leben der Bienen. – 9. Auflage. Springer, Berlin.
- FREUNDT, S. & A. SCHANOWSKI (1990): Überbelichtet. – Naturschutzverband DBV, Landesverband Baden-Württemberg (Hrsg.), Stuttgart.
- FUCHS, G.-V. (1974): Die Gewinnung von Pollen und Nektar bei Käfern. – Natur u. Museum **104** (2): 45–54.
- FÜLLEKRUG, E. (1969): Phänologische Diagramme von Glatthaferwiesen und Halbtrockenrasen. – Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem. N.F. (14): 255–273.
- GALEN, C. & R. C. PLOWRIGHT (1984): The effects of nectar level and flower development on pollen carry-over in inflorescences of fireweed (*Epilobium angustifolium*) (Onagraceae). – Can. J. Bot. **63**: 488–491.
- GAYDECKI, P. A. (1984): A quantification of the behavioural dynamics of certain Lepidoptera in response to light. – Doctoral Dissertation, Cranfield Institut of Technology. 22 Seiten (Zusfassg. in: Diss. Abstr. Internat. C **47** (3) Fall 1986).
- GERKEN, B. & T. ESCHÉ (1979): Zur Lepidopterenfauna des „G'schleders“ im künftigen NSG „Rheinaue Taubergießen“. Folgerungen für die Abgrenzung des Schutzgebietes und die Pflege der G'schledenwiesen. – Vervielfältigtes Manuskript, Freiburg im Breisgau. 25 Seiten.
- GÖRS, S. & T. MÜLLER (1974): Flora der Farn- und Blütenpflanzen des Taubergießengebietes. – in: Das Taubergießengebiet, eine Rheinauelandschaft – Die Natur- und Landschaftsschutzgebiete Baden-Württembergs. Ungeheuer und Ulmer, Ludwigsburg. **7**: 209–283.
- HAMMER, K. (1978): Entwicklungstendenzen blütenökologischer Merkmale bei *Plantago*. – Flora **167**: 41–56.
- HARDELAND, R. & G. STANGE (1973): Comparative studies on the circadian rhythm of locomotor activity of 40 *Drosophila* species. – J. Interdispl. Cycle Res. **4**: 353–359.
- HARTLAND-ROWE, R. (1955): Lunar rhythm in the emergence of an Ephemeropteran. – Nature **167**: 657.
- HAYNES, K. F. & M. C. BIRCH (1986): Temporal reproductive isolation between two species of plume moths (Lepidoptera: Pterophoridae). – Ann. Entomol. Soc. Am. **79** (1): 210–215.



- HEIMBACH, U. (1985): Eine Methode zur Quantifizierung der Honigtauproduktion von Lauspopulationen an Laubbäumen. – Mitt. Dtsch. Ges. allg. angew. Ent. **4**: 296–298.
- HEINIG, S. (1978): Der Totenkopfschwärmer (*Acherontia atropos*) im Bienenstock (Lep.: Sphingidae). – Ent. Z. **88** (21): 237–243.
- HEINRICH, B. (1979): Bumblebee economics. – Harvard Univ. Press. 246 Seiten.
- HEINRICH, B. (1987): Thermoregulation in wintermoths. – Scientific American (3): 82–89.
- HEITHAUS, E.R. (1974): The role of plant-pollinator interactions in determining community structure. – Ann. Missouri Bot. Gard. **61**: 675–691.
- HEMPEL, G. & I. HEMPEL (1955): Über die tägliche Verteilung der Laufaktivität von Käfern des hohen Nordens. – Naturwissenschaften **42**: 77–78.
- HESLOP-HARRISON, J. (1979): Pollen walls as adaptive systems. – Ann. Miss. Bot. Gard. **66**: 813–829.
- HESSE, M. (1979): Entwicklungsgeschichte und Ultrastruktur von Pollenkitt und Exine bei nahe verwandten entomo- und anemophilen Angiospermen: Salicaceae, Tiliaceae und Ericaceae. – Flora **168**: 540–557.
- HEYDEMANN, B. (1953): Agrarökologische Problematik, dargestellt an Untersuchungen über die Tierwelt der Bodenoberfläche der Kulturfelder. – Dissertation, Kiel.
- HEYMER, A. (1970): Optische Reviermarkierung bei Libellen. – Umschau (21): 684.
- HITCHEN, J. M. et al. (1969): The flight times of some nocturnal moths. – Entomologist **102**: 80–85.
- HOFMANN, K. (1983): Vergleichend-morphologische Untersuchung der Tagfalterrüssel. – Diplomarbeit, Albert-Ludwigs-Universität, Freiburg im Breisgau. 117 Seiten.
- HOLLOWAY, R. L. & J. W. SMITH JR. (1975): Locomotor activity of adult lesser Cornstalk borer. – Ann. Ent. Soc. Am. **68** (5): 885–887.
- HOWE, G. F. (1986): A note on the trigger pollination mechanism in the Camphor Weed (*Trichostema lanceolatum*) as related to pollinator weight and behavior. – Bull. Southern California Acad. Sci. **85** (3): 117–179.
- HOWLADER, M. M. A. (1985): The biology of calling behavior in the Bertha Armyworm, *Mamestra configurata* (Lepidoptera: Noctuidae). – Ph. D. thesis, Univ. Manitoba, Winnipeg. 108 pp.
- HOWLADER, M. M. A. (1986): Calling behavior of the Bertha Armyworm, *Mamestra configurata* (Lepidoptera: Noctuidae). – Can. Ent. **118** (8): 735–743.
- HUTCHINSON, G. E. (1959): Homage to Santa Rosalia or why are there so many kinds of animals? – Am. Nat. **93**: 145–159.
- JENNERSTEN, O. (1984): Flower visitation and pollination efficiency of some North European butterflies. – Oecologia **63**: 80–89.
- JENNERSTEN, O. (1985): Pollination and fungal disease transmission: interactions between *Viscaria vulgaris*, *Ustilago* and insects. – Doctoral thesis at Uppsala University, in: Acta universitatis upsaliensis **793**, Uppsala.
- JENNERSTEN, O. (1986): Pollination and fungal disease transmission: interactions between *Viscaria vulgaris*, *Ustilago* and Insects. – Diss. Abstr. Internat. C **47** (2): 379–380.
- JOHNSON, J. B. & M. P. STAFFORD (1985): Adult noctuidae feeding on aphid honeydew and a discussion of honeydew feeding by adult lepidoptera. – J. Lep. Soc. **39** (4): 321–327.
- JOHNSON, M. D. (1984): The pollen preferences of *Andrena (Melandrena) dunningi* COCKERELL (Hymenoptera: Andrenidae). – J. Kansas Entomol. Soc. **57** (1): 34–43.
- JONES, M. D. R. & S. G. GUBBINS (1974): Circadian flight activity in four sibling species of the *Anopheles gambiae* complex (Diptera, Culicidae). – Bull. ent. Res. **64**: 241–246.
- KAAE, R. S. & H. H. SHOREY (1972): Sex pheromones of noctuid moths. XXVII. Influence of wind velocity on sex pheromone releasing behavior of *Trichoplusia ni* females. – Ann. Ent. Soc. Am. **65** (2): 436–440.
- KAESTNER, A. (1973): Lehrbuch der speziellen Zoologie, Band I. Wirbellose, 3. Teil. Insecta: B, Spezieller Teil. – Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. 907 Seiten.
- KERNBACH, K. (1962): Schwärmer mit kurzem Rüssel. – Dtsch. Ent. Z., N.F. **9** (3/4): 297–303.
- KIRCHNER, O. v. (1911): Blumen und Insekten. – Teubner, Leipzig und Berlin. 436 Seiten.

- KISER, K. (1987): Tagaktive Großschmetterlinge als Bioindikatoren für landwirtschaftliche Nutzflächen der Zentralschweizer Voralpen. – Ent. Ber. Luzern, Suppl. 138 Seiten.
- KISLEV, M. E. et al. (1972): A study of hawkmoth pollination by a palynological analysis of the proboscis. – Isr. J. Bot. **21**:55–75.
- KNOLL, F. (1922): Der Tierversuch im Dienste der Blütenökologie. – Ber. dtsh. bot. Ges. **40**.
- KNOLL, F. (1925): Lichtsinn und Blütenbesuch des Falters von *Deilephila livornica*. – Z. vergl. Physiol. **2**(4): 329–380.
- KNOLL, F. (1956): Die Biologie der Blüte. – Springer, Berlin. 164 Seiten.
- KNUTH, P. (1898): Handbuch der Blütenbiologie. Band 2. – Verlag W. Engelmann Leipzig.
- KODRIC-BROWN, A. & J. H. BROWN (1979): Competition between distantly related taxa in the coevolution of plants and pollinators. – Amer. Zool. **19**: 1115–1127
- KOHL, A. (1988): Der Corbicularpollen von Hummelarten (*Bombus*, Hymenoptera, Apoidea) als Nachweis der im Jahreslauf besuchten Pflanzenarten und Phytozönosen. – Dissertation, Albert-Ludwigs-Universität, Freiburg im Breisgau. 180 S.
- KRATOCHWIL, A. (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. – Dissertation, Albert-Ludwigs-Universität, Freiburg im Breisgau. 597 Seiten.
- KRATOCHWIL, A. (1988): Zur Bestäubungsstrategie von *Pulsatilla vulgaris* MILL. – Flora **181** (5/6): 261–324.
- KRAUSE (1974): Das Taubergießegebiet, Beispiel jüngster Standortsgeschichte in der Oberrheinaue. In: Das Taubergießegebiet, eine Rheinauelandschaft. – Die Natur- und Landschaftsschutzgebiete Baden-Württembergs **7**: 147–176.
- KRISTENSEN, N. P. & E. S. NIELSEN (1981a): Double tube proboscis configuration in neopseustid moths (Lepidoptera, Neopseustidae). – Int. J. Insect Morph. Embryol. **10**: 483–486.
- KRISTENSEN, N. P. & E. S. NIELSEN (1981b): Intrinsic proboscis musculature in non-ditrysian Lepidoptera-Glossata: structure and phylogenetic significance. In: CEDERHOLM, L. (ed.): Advances in insect systematics and phylogeny. – Ent. scand. Suppl. **5**: 299–304.
- KRISTENSEN, N. P. (1984): Studies on the morphology and systematics of primitive Lepidoptera (Insecta). – Steenstrupia **10**(5): 141–191.
- KUBARAKI, T. & A. KAMITO (1929): Attraction of rice borer moth to lights at disserent periods. – J. Coll. Agric. Tokyo **10**: 151–158.
- KUGLER, H. (1970): Einführung in die Blütenökologie. – Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. 2. Auflage. 345 Seiten.
- KURTZE, W. (1974): Synökologische und experimentelle Untersuchungen zur Nachtaktivität von Insekten. – Zool. Jb. Syst. **101**: 297–344.
- KWAK, M. M. et al. (1985): A comparison of nectar characteristics of the bumblebee-pollinated *Rhinanthus minor* and *R. serotinus*. – Oikos **44**: 123–126.
- LEDERER, G. (1951): Biologie der Nahrungsaufnahme der Imagines von *Apatura* und *Limenitis*, sowie Versuche zur Feststellung der Gustorezeption durch die Mittel- und Hinterfußtarsen dieser Lepidopteren. – Z. Tierpsychol. **8**: 41–61.
- LEVIN, D. A. & D. BERUBE (1972): Phlox and *Colias*: the efficiency of a Pollination system. – Evolution **26**: 242–250.
- LUTZ, P. (1983): Untersuchungen zum Bodenwasserhaushalt von Wiesengesellschaften im Natur-schutzgebiet Taubergiessen. – Staatsexamensarbeit, Albert-Ludwigs-Universität, Freiburg im Breisgau. 86 Seiten.
- LÜTZENKIRCHEN, G. (1983): Optimal Foraging und Konkurrenzvermeidung – Labor und Freilandbeobachtungen an nektarsammelnden Hummeln. – Dissertation, Albert-Ludwigs-Universität, Freiburg im Breisgau. 126 Seiten.
- MALICKY, H. (1965): Freilandversuche an Lepidopterenpopulationen mit Hilfe der JERMYSchen Lichtfalle, mit Diskussion biozöologischer Gesichtspunkte. – Z. Angew. Ent. **50**: 558–577

- MALLET, J. (1984): Sex roles in the ghost moth *Hepialus humuli* (L.) and a review of mating in the Hepialidae (Lepidoptera). – Zool. J. Linn. Soc. **79**: 67–82.
- MALLET, J. (1987): J. Anim. Ecol. **56**: 377. – Kurzfassung von: ANONYMUS (1987): Butterflies are not so dump. – in: New Scientist **115** (1578): 47.
- MCLACHLAN, A. (1986): Survival of the smallest: advantages and costs of small size in flying animals. – Ecol. Ent. **11**: 237–240.
- MEINEKE, J.-U. (1982): Die Großschmetterlinge (Macrolepidoptera) der Verlandungsmoore des württembergischen Alpenvorlandes. Faunistisch-ökologische Untersuchungen im Komplex Niedermoor-Übergangsmoor-Hochmoor. – Dissertation, Eberhard-Karls-Universität, Tübingen. 498 Seiten.
- MIKKOLA, K. (1971): Pollen analysis as a means of studying the migration of Lepidoptera. – Ann. Ent. Fenn. **37**: 136–139.
- MIKKOLA, K. (1972): Behavioural and electrophysiological responses of nightflying insects, especially Lepidoptera, to near-ultraviolet and visible light. – Ann. Zool. Fenn. **9**: 225–254.
- MILLER, R. B. (1981): Hawkmoths and the geographic patterns of floral Variation in *Aquilegia caerulea*. – Evolution, **35** (4): 763–774.
- MÖLLER, U. (1986): Vergleichend-morphologische Untersuchungen der Feinstrukturen am Rüssel der mitteleuropäischen Hesperidae und Nachtfalter. – Diplomarbeit, Albert-Ludwigs-Universität, Freiburg im Breisgau. 169 Seiten.
- MÖRTTER, R. (1988): Vergleichende Untersuchungen zur Faunistik und Ökologie der Lepidopteren in unterschiedlich strukturierten Waldflächen im Kottenforst bei Bonn. – Dissertation, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität, Bonn. in: Neue Ent. Nachr. **21**: 1–183.
- MÜHLENBERG, M. (1976): Freilandökologie. – Quelle und Meyer, Heidelberg. 214 Seiten.
- MÜLLER, K. (1970): Die Tagesperiode der Driftaktivität von Plecopterenlarven am Polarkreis. – Ent. Scand. **1**: 55–62.
- MÜLLER, T. (1974): Die naturräumliche Lage und Klimadaten des Taubergießengebiets. in: Das Taubergießengebiet, eine Rheinauelandschaft. – Die Natur- und Landschaftsschutzgebiete Baden-Württembergs **7**: 142–146.
- MÜLLER, T. (1974): Gebäuschgesellschaften im Taubergießengebiet. In: Das Taubergießengebiet, eine Rheinauelandschaft. – Die Natur- und Landschaftsschutzgebiete Baden-Württembergs **7**: 400–421.
- MULLER, J. (1979): Form and function in angiosperm pollen. – Ann. Missouri Bot. Gard. **66**: 593–632.
- NEUMANN, E. (1985): Analyse des Corbicularpollens von *Bombus terrestris*-Völkern (Apidae, Hymenoptera) im Naturschutzgebiet Taubergießen und Rückschlüsse auf die besuchten Pflanzengesellschaften. – Staatsexamensarbeit, Albert-Ludwig-Universität, Freiburg im Breisgau. 107 Seiten.
- NICHOLLS, M. S. (1985): Pollen flow, population composition, and the adaptive significance of distyly in *Linum tenuifolium* L. (Linaceae). – Biol. J. Linn. Soc. **25**: 235–242.
- NILSSON, L. A. et al. (1985): Monophily and pollination mechanisms in *Angraecum arachnites* SCHLTR. (Orchidaceae) in a guild of long-tongued hawk-moths (Sphingidae) in Madagascar. – Biol. J. Linn. Soc. **26**: 1–19.
- NOWICKE, J. W. & J. J. SKVARLA (1979): Pollen morphologie: the potential influence in higher order systematics. – Ann. Missouri Bot. Gard. **66**: 633–700.
- NOWINSZKY et al. (1979): The effect of the moonphases and of the intensity of polarized moonlight on the light-trap catches. – Z. angew. Ent. **88**: 337–353.
- OSCHE, G. (1972): Evolution. Grundlagen – Erkenntnisse – Entwicklungen der Abstammungslehre. – Herder, Freiburg. 116 Seiten.
- OTTOSEN, C.-O. (1986): Pollination ecology of *Lonicera periclymenum* L. in NE.-Zealand, Denmark: floral development, nectar production and insect visits. – Flora **178**: 271–279.
- OTTOSEN, C.-O. (1987): Male bumblebees (*Bombus hortorum* L.) as pollinators of *Lonicera periclymenum* L. in N.E.-Zealand, Denmark. – Flora **179**: 155–161.

- PAIGE, K. P. & T. G. WITHAM (1985): Individual and population shifts in flower color by Scarlet Gilia: a mechanism for pollinator tracking. – *Science* **227**: 315–317.
- PARRISH, J. A. D. & F. A. BAZZAZ (1979): Difference in pollination niche relationships in early and late successional plant communities. – *Ecology* **60** (3): 597–610.
- PENG, Y.-S. et al. (1985): The digestion of dandelion pollen by adult worker honeybees. – *Phys. Ent.* **10**: 75–82.
- PERCIVAL, M. (1949): Pollen presentation and pollen collection. – *New Phytol.*: 40–63.
- PERSSON, B. (1971): Influence of light on flight activity of noctuids (Lepidoptera) in South Sweden. – *Ent. scand.* **2**: 215–232.
- PERSSON, B. (1974): Diel distribution of oviposition in *Agrotis ipsilon* (HUFN.), *Agrotis munda* (WALK.), and *Heliothis armigera* (HBN.), (Lep. Noctuidae), in relation to temperature and moonlight. – *Ent. scand.* **5**: 196–208.
- PROCTOR, M. & P. YEO (1975): The pollination of flowers. – Collins, London. 418 Seiten.
- PUNT, W. (ed.) (1976, 1980, 1981, 1984): The Northwest European pollen flora. Bände 1–4. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam. 145, 265, 138 und 369 Seiten.
- PYKE, G.H. (1978): Optimal foraging in hummingbirds: testing the marginal value theorem. – *Amer. Zool.* **18**: 739–752.
- RAINA, et al. (1986): Diel periodicity and effect of age and mating on female sex pheromone titer in *Heliothis zea* (Lepidoptera: Noctuidae). – *Ann. Entomol. Soc.* **79**: 128–131.
- RANTA, E. (1983): Proboscis length and the coexistence of bumble-bee species. – *Oikos* **43**: 189–196.
- RATTAY, R. (1983): Wichtige Randstrukturen im Untersuchungsgebiet Taubergießen, eine pflanzensoziologische Charakterisierung. – Unveröffentlichtes Manuskript.
- REICHHOLF, J. (1988): Quantitative Faunistik und Biozönologie: Methoden, Ergebnisse und Probleme (Schmetterlinge und Singvögel). – Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz N.F. **14** (3): 557–565.
- REINKE, D. C. & W. L. BLOOM (1979): Pollen dispersal in natural populations: a method for tracking individual pollen grains. – *Syst. Bot.* **4** (3): 223–229.
- REITSMA, T. (1970): Suggestions towards unification of descriptive terminology of angiosperm pollen grains. – *Rev. Palaeobotan. Palynol.* **10**: 39–60.
- REMMERT, H. (1965): Über den Tagesrhythmus arktischer Tiere. – *Z. Morph. Ökol. Tiere* **55**: 142–160.
- REMMERT, H. (1969): Tageszeitliche Verzahnung der Aktivität verschiedener Organismen. – *Oecologia* **3**: 214–226.
- REMMERT, H. (1976): Gibt es eine tageszeitliche ökologische Nische? – *Verh. Dtsch. Zool. Ges.*: 29–45.
- REZBANYAI-RESER, L. (1988): Zur Insektenfauna von Airolo, Lüvina, 1200 m, Kanton Tessin II. Lepidoptera 1: „Macroheterocera“ (“Nachtgroßfalter”). – *Ent. Ber. Luzern*.
- ROBERT, J. C. (1979): Les caractéristiques spécifiques du vol nocturne de lépidoptères géométrides: heures, rythme, quantité d'activité. – *Ann. Sci. Univ. Besançon, 3e série* **15**: 65–69.
- ROBERT, J. C. (1980a): L'activité de vol nocturne de lépidoptères appartenant à diverses familles. – *Ann. Sci. Univ. Besançon, 4e série* **1**: 3–20.
- ROBERT, J. C. (1980b): Chronologie et intensité des activités de vol nocturne chez huit espèces de lépidoptères Crambinae. – *Oecol. Gener.* **1** (3): 267–291.
- ROBERT, J. C. (1982): Rythmes et heures d'activité de vol nocturne des Arctiidae (Lepidoptera) européens. – *Mitt. Schweiz. Ent. Ges.* **55**: 187–207.
- SANDERS, C. J. & G. S. LUCIUK (1972): Factors effecting calling by female Eastern Spruce Budworm *Christoneura fumiferana* (Lepidoptera, Tortricidae). – *Can. Ent.* **104**: 1751–1762.
- SBORDONI, V. & S. FORESTIERO (1985): *Weltencyklopädie der Schmetterlinge. Arten, Verhalten, Lebensräume.* – Südwest Verlag, München. 312 Seiten.
- SCHÄFER, W. (1973–1980): *Der Oberrhein, sterbende Landschaft?* – Natur und Museum. Jg. 103ff.
- SCHAL, C. & R. T. CARDÉ (1986): Effects of temperature and light on calling in the tiger moth *Holomelina lamae* (FREEMAN) (Lepidoptera: Arctiidae). – *Phys. Ent.* **11** (1): 75–87.

- SCHALL, B. & P. LUTZ (1982): Naturschutzgebiet Taubergießen – die Wiesengesellschaften der Gemarkung Rhinau. – Vegetationskarte, hrsg. v. d. Landesanst. Umweltsch. Bad.-Württ. Karlsruhe.
- SCHANOWSKI, A. (1985): Zur Syrphidenfauna verschiedener Rasengesellschaften des Naturschutzgebietes Taubergießen: Phänologie, Habitatpräferenzen und Blütenbesuchverhalten. – Diplomarbeit, Albert-Ludwigs-Universität, Freiburg im Breisgau. 133 Seiten.
- SCHOENER, T. W. (1983): Field experiments on interspecific competition. – *Am. Nat.* **122**: 240–285.
- SCHREMMER, F. (1941): Sinnesphysiologie und Blumenbesuch des Falters von *Plusia gamma* L. – *Zool. Jb. (Syst.)* **74**: 375–434.
- SCHRÖTER, H. (1981): Untersuchungen zur Tagesperiodik der Bewegungsaktivität von *Lymantria monacha* L.- und *Lymantria dispar* L.-Männchen (Lepidoptera, Lymantriidae). – *Mitt. dtsh. Ges. angew. Ent.* **3**: 268–274.
- SCHWERDTFEGER, F. (1975): Ökologie der Tiere, Bd. III: Synökologie. – Verlag Paul Parey. Hamburg und Berlin (1975). 451 Seiten.
- SEITZ, A. (1906) Die Großschmetterlinge der Erde. III. Band: Eulenartige Nachtfalter. Text. – Fritz Lehmann Verlag, Stuttgart. 511 Seiten.
- SEITZ, A. (1912–1916): Die Großschmetterlinge der Erde. Band 4: Spannerartige Nachtfalter. Von L. B. PROUT. – Stuttgart.
- SHOREY, H. H. et al. (1962): The biology of *Trichoplusia ni* (Lepidoptera, Noctuidae) I. Life history and behavior. – *Ann. Ent. Soc. Am.* **55** (5): 591–597.
- SHOREY, H. H. & L. K. GASTON (1965): Sex pheromones of noctuid moths. V. Circadian rhythm of pheromone-responsiveness in males of *Autographa californica*, *Heliothis virescens*, *Spodoptera exigua*, *Trichoplusia ni* (Lepidoptera, Noctuidae). – *Ann. Ent. Soc. Am.* **58** (5): 597–600.
- SMOLIS, M. & B. GERKEN (1987): Zur Frage der Populationsgröße und der intrapopularen Mobilität von tagfliegenden Schmetterlingen, untersucht am Beispiel der Zygaenidenarten (Lepidoptera: Zygaenidae) eines Halbtrockenrasens. – *Decheniana* **140**: 102–117.
- SOTTHIBANDU, S. & R. R. BAKER (1979): Celestial orientation by the large yellow underwing moth, *Noctua pronuba* L. – *Anim. Behav.* **27**: 786–800.
- SPRENGEL, C. K. (1793): Das entdeckte Geheimnis der Natur im Bau und in der Befruchtung der Blumen. – Vieweg, Berlin 1793; Nachdruck Verlag J. Cramer, Lehre 1972.
- SPULER, A. (1908): Die Schmetterlinge Europas. I. Band Allgemeiner Teil-Spezieller Teil. – E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart. 3. Auflage. 385 Seiten.
- SPULER, A. (1910): Die Schmetterlinge Europas. II. Band des speziellen Teiles. – E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart. 3. Auflage. 523 Seiten.
- STAMM, K. (1958): Lichtfang mit UV-Licht und optischen Aufhellern. – *Dtsch. Ent. Z. N.F.* **5** (5): 471–475.
- STEENWYCK, R. A. et al. (1978): Nocturnal trap catches of the Pink Bollworm. – *Ann. Entomol. Soc. Am.* **71** (3): 354–356.
- STEFFNY, H. (1982): Biotopansprüche, Biotopbindung und Populationsstudien an tagfliegenden Schmetterlingen am Schönberg bei Freiburg. – Diplomarbeit, Albert-Ludwigs-Universität, Freiburg im Breisgau. 180 Seiten.
- STEFFNY, H. et al. (1984): Zur Bedeutung verschiedener Rasengesellschaften für Schmetterlinge (Rhopalocera, Hesperidae, Zygaenidae) und Hummeln (Apidae, Bombus) im Naturschutzgebiet Taubergießen (Oberrheinebene). – *Natur und Landschaft* **59** (11): 435–443.
- STELLEMANN, P. & A. D. J. MEEUSE (1976): Anthecological relations between reputedly anemophilous flowers and syrphid flies. I. The possible role of syrphid flies as pollinators of *Plantago*. – *Tijdschrift voor Entomology*, deel **119**, afl. 2, 7.7.1976.
- STELLEMANN, P. (1978): The possible role of insect visits in pollination reputedly anemophilous plants, exemplified by *Plantago lanceolata*, and syrphid flies. In: RICHARDS (ed.): The pollination of flowers by insects. – *Linn. Soc. Symp. Ser.* **6**.
- STELLEMANN, P. (1981): Anthecological relations between reputedly anemophilous flowers and syrphid flies. V. Some special aspects of the visiting of *Plantago media* and *P. lanceolata* by insects. – *Beitr. Biol. Pflanzen*.

- STELLEMANN, P. (1982): De betekenin van de biotische bestuiving bij *Plantago lanceolata*. – Dissertation, Universiteit van Amsterdam. 175 Seiten.
- STRAKA, H. (1975): Pollen- und Sporenkunde. – Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. 238 Seiten.
- STRASBURGER, E. et al. (1991): Lehrbuch der Botanik für Hochschulen. – 33. Auflage neubearbeitet von SITTE et al., Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. 1033 Seiten.
- STRIE, B. (1980): Die Zusammensetzung der Pollenhörschen verschiedener Hummelarten in einem Halbtrockenrasen im Kaiserstuhl. – Diplomarbeit, Albert-Ludwigs-Universität, Freiburg im Breisgau. 104 Seiten.
- TAYLOR, L. R. (1963): Analysis of the effect of temperature on insects in flight. – J. Anim. Ecol. **32**: 99–117
- TAYLOR, L. R. (1986): Time series analyses of numbers of Lepidoptera caught at light traps in East Africa, and the effect of moonlight on trap efficiency. – Bull. ent. Res. **76**: 593–606.
- TISCHLER, W. (1949): Grundzüge der terrestrischen Tierökologie. – Friedrich Vieweg & Sohn, Braunschweig. 220 Seiten.
- TREPEDINO, V. J. (1983): Pollen carried for long periods by butterflies: some comments. – Oikos **41**: 144–145.
- TRUMAN, J. W. (1973): Temperature sensitive programming of the silkmoth flight clock: a mechanism for adapting to the seasons. – Science **182**: 727–729.
- TURNOCK, W. J. & J. CHONG (1978): Scanning electron microscopy: a direct method of identifying pollen grains on moths (Noctuidae: Lepidoptera). – Can. J. Zool. **56**: 2050–2054.
- UTRIO, P. (1983): Sugaring for moths: why are noctuids attracted more than geometrids? – Ecol. Ent. **8**: 437–445.
- VARLEY, G. C. et al. (1980): Populationsökologie der Insekten. – Thieme Verlag Stuttgart. 211 Seiten.
- VENABLES, B. A. & E. M. BARROWS (1985): Skippers: pollinators or nectar thieves? – J. Lepid. Soc. **39** (4): 299–312.
- WALKER, T. J. & S. A. WINERITER (1981): Marking techniques for recognizing individual insects. – Fla. Ent. **64**(1): 18–29.
- WEBB, C. J. & K. S. BAWA (1983): Pollen dispersal by hummingbirds and butterflies: a comparative study of two lowland tropical plants. – Evolution **37**: 1258–1270.
- WEIDNER, A. (1990): Beziehung zwischen Vegetation und tagaktiven Schmetterlingen im Gebiet des NSG Seidenbachtal/Froschberg (Gemeinde Blankenheim/Eifel) – Ein Beitrag zur Biotoppflegeplanung. – Diplomarbeit, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität, Bonn. 289 Seiten.
- WESTRICH, P. & K. SCHMIDT (1986): Methoden und Anwendungsgebiete der Pollenanalyse bei Wildbienen (Hymenoptera, Apoidea). – Linzer biol. Beiträge **18**(2): 341–360.
- WESTRICH, P. & K. SCHMIDT (1987): Pollenanalyse, ein Hilfsmittel des Sammelverhaltens von Wildbienen (Hymenoptera, Apoidea). – Apidologie **8**(2): 199–214.
- WESTRICH, P. (1989): Die Wildbienen Baden-Württembergs. 2 Bände. – Verlag Ulmer, Stuttgart. 972 Seiten.
- WIKLUND, C. et al. (1979): The wood white butterfly *Leptidea sinapis* and its nectar plants: a case of mutualism or parasitism? – Oikos **33**: 358–362.
- WIKLUND, C. et al. (1982): On the pollination efficiency of butterflies: a replay to COURTNEY et al. – Oikos **38**: 263.
- WILLIAMS, C. B. (1935): The times of activity of certain nocturnal insects chiefly Lepidoptera, as indicated by a light-trap. – Trans. R. Ent. Soc. Lond. **83**: 523–555.
- WILLIAMS, C. B. (1936): The influence of moonlight on the activity of certain nocturnal insects, particularly of the family Noctuidae, as indicated by a light trap. – Phil. Trans. Roy. Soc. London B **226**: 337–389.
- WILLIAMS, C. B. (1939): An analyses of four years captures of insects in a light trap. Part I. General survey; sex propotion; phenology; and time of flight. – Trans. R. Ent. Soc. Lond. **89**: 79–131.

- WILLIAMS, C. B. (1951): Effect of moonlight on insect activity. – *Nature* **167**: 853.
- WILLIAMS, C. B. (1956): An investigation into the possible effects of moonlight on the activity of insects in the field. – *Proc. R. Ent. Soc. Lond. A* **31**: 135–144.
- WILLIAMS, C. B. (1961): Studies in the effect of weather conditions on the activity and abundance of insect populations. – *Phil. Trans. Roy. Soc. Lond. B* **244**: 331–378.
- WILLSON, M. F. & N. BURLEY (1983): Mate choice in plants: Tactics, mechanisms, and consequences. – *Monographs in Population Biology* **19**, Princeton University Press, New Jersey. 251 Seiten.
- WILMANS, O. (1984): Ökologische Pflanzensoziologie. – Quelle & Meyer, Heidelberg. 372 Seiten.
- WOLF, A. (1983): Transekt-Untersuchungen zum Blütenbesuch von Hummelarten (Hymenoptera, Apidae, *Bombus*) in Rasen-Vegetationskomplexen des Naturschutzgebietes „Taubergießen“ – Staatsexamensarbeit, Albert-Ludwigs-Universität, Freiburg im Breisgau. 160 Seiten.



## **Tabellenübersicht**

**Tabelle 1:**

Ausdrucksbeispiel für Nachtschmetterlings-Steckbriefe hier: Darstellung der Jahres- und Tages-Phänologie einer Geometride

**Tabelle 2:**

Die Familiengruppen der nachtaktiven Großschmetterlinge (Macrolepidoptera) des G'schleider und ihre Arten beim Anflug am Licht 1984

**Tabelle 3:**

Das Geschlechterverhältnis

**Tabelle 4:**

Die relative Jahres-Abundanz der nachtaktiven Großschmetterlinge (Macrolepidoptera) des G'schleider beim Anflug am Licht 1984

**Tabelle 5:**

Die Arten und ihre Hauptanflugsnacht

**Tabelle 6:**

Die Anteile der verschiedenen Nachtfalterfamilien am Gesamtanflug in Dominanzklassen

**Tabelle 7:**

Übersicht über die Rüsseleigenschaften der im G'schleider nachgewiesenen Nachtschmetterlinge

**Tabelle 8:**

Übersicht über die Rüsseltypen der Arten des Rappenkopf – Arten mit relativer Jahres-Abundanz  $\geq 0,16\%$

**Tabelle 9:**

Relative Abundanz der Rüsseltypen: Offenlandbiotop „G'schleider“ und Waldbiotop „Rappenkopf“ im Vergleich.

**Tabelle 10:**

Offenland- und Waldbiotop im Vergleich: Verbreitungsschwerpunkte der Arten mit relativer Jahres-Abundanz  $\geq 0,5\%$

**Tabelle 11a:**

Biotopvergleich: Relative Abundanz der Faunenelemente Offenlandbiotop „G'schleider“ und Waldbiotop „Rappenkopf“

**Tabelle 11b:**

Die Anteile der Rüsseltypen je Arealtyp im Habitatvergleich

**Tabelle 12:**

Übersicht über die Jahresphänologie und der Ausbildung der Rüssel der im Untersuchungsgebiet nachgewiesenen Nachtfalter (Heterocera, Macrolepidoptera)

**Tabelle 13:**

Übersicht über die Artendichte in den Dekaden

Tabelle 14:

Beispiele zur Jahresphänologie zu Kapitel 3.11

Tabelle 15:

Anteil der Rüsseltypen (relative Abundanz) am Anflug in den verschiedenen Dekaden

Tabelle 16:

Übersicht über die Pollen- und Sporenlasten ausgewählter Nachtfalterarten

Tabelle 17:

Auf der Gammaeule (*Autographa gamma*) nachgewiesene Blütenpollen und Sporen

Tabelle 18:

Auf dem Kleinen Weinschwärmer (*Deilephila porcellus*) nachgewiesene Blütenpollen und Sporen

Tabelle 19:

Proben-(Pollen)Artenkurve zu den Pollenproben von *Autographa gamma* und *Deilephila porcellus*

Tabelle 20:

Die Hauptpollenpflanzen von *Autographa gamma* und *Deilephila porcellus* nach der Auswertung der Pollenlasten

Tabelle 21:

Kronröhrenlänge und Mikroklima: Herkunft-Biotope und Blütentypen der auf *Autographa gamma* und *Deilephila porcellus* aufgefundenen Pollenkörner

Tabelle 22:

Überlappung der Pollenspektren der Gammaeule (*Autographa gamma*) und des Kleinen Weinschwärmers (*Deilephila porcellus*)

Tabelle 23:

Die Hauptfutterpflanzen (und Hauptpollenpflanzen) einiger Taxocoenosen tag- und nachtaktiver Blütenbesucher

Tabelle 24:

Blütenbesuche der Gammaeule im Flugkäfig

Tabelle 25:

Protokollausschnitt zur Beobachtung des Blütenbesuchs von *Autographa gamma* im Freiland

Tabelle 26:

Nektarpflanzen und Besuchsdauer individuell verfolgter tagaktiver Nachtfalter

Tabelle Seite 85:

Die im Flugkäfig von den Blüten auf die Falter übertragenen Pollen

Tabelle Seite 92:

Zur Repräsentativität der Freiland-Pollenlasten – Freiland/Labor im Vergleich

Bestimmungstabellen für die REM-Pollenanalyse

(Basistabelle mit Abbildungsbeispielen und Tabellen A–N)

Tabelle 1:  
Ausdruckbeispiel für Nachtschmetterlings-Steckbriefe  
hier: Darstellung der Jahres- und Tages-Phänologie einer Geometride

Boar.punctin		19.00	21.00	23.00	01.00	03.00	05.00	TEM	GES/	M%	frei	
16.05.84				9				8.90	1	2	100	0
22.05.84								0.00				
								6.80				
								0.00				
06.84				2				13.10		100		0
								0.00				
								3.30		100		0
								0.00				
06.84				2	2	22		12.70	5	3	100	0
06.84				4	32	1		16.30	10	16	100	0
								0.00				0
21.06.84				0	0	111011	10000	14.30	29	47	76	
								0.00				
								0.00				
								0.00				
06.07.84				5				9.60	2	3	100	0
11.07.84								21.20	1	2	100	0
								0.00				0
								0.00				
								0.00				
23.07.84				1	1	21	2	11.70		100		0
								0.00				
								0.00				
07.84								21.60				
08.84								17.10				
								0.00				
								0.00				
								0.00				
15.08.84								13.30				
								0.00				
								0.00				
08.84								15.20	1	2	100	0

Erklärungen:

- I = Fangdatum
- II = Fangstunden (Angaben der Verteilung der Individuen über die Fangstunden in 10-Prozent-Stufen)
- III = Durchschnittstemperatur der jeweiligen Fangnacht
- IV = absolute Abundanz
- V = Anteil des Anflugs am Jahresanflug
- VI = Anteil der ♂♂ am Anflug der Nacht
- VII = Anteil der ♀♀ am Anflug der Nacht
- VIII = Anteil der nicht geschlechts-bestimmten Tiere am Anflug der Nacht

Tabelle 2:

Die Familiengruppen der nachtaktiven Großschmetterlinge (Macrolepidoptera) des G'schleider und ihre Arten beim Anflug am Licht 1984

n = Gesamtzahl der angeflogenen Individuen

% = relative Jahres-Abundanz

Anmerkung: in dieser Tabelle wurden bei einigen Arten Unterarten unterschieden

### Bombyces et Sphingides (Spinner im weitesten Sinne)

Artname	n	%	Artname	n	%
<i>Apodes limacodes</i>	28	0,50	<i>Lymantria dispar</i>	25	0,45
<i>Arctia caja</i>	5	0,09	<i>Lymantria monacha</i>	2	0,04
<i>Arctium l-nigrum</i>	2	0,04	<i>Macrothylacia rubi</i>	11	0,20
<i>Cerura erminea</i>	2	0,04	<i>Malacosoma neustria</i>	92	1,65
<i>Clostera anachoreta</i>	11	0,20	<i>Mitochondria miniata</i>	34	0,61
<i>Clostera anastomosis</i>	13	0,25	<i>Mimas tiliae</i>	3	0,05
<i>Clostera curtula</i>	36	0,65	<i>Nola cuculatella</i>	1	0,02
<i>Clostera pigra</i>	14	0,25	<i>Notodonta dromedarius</i>	1	0,02
<i>Comacla senex</i>	22	0,40	<i>Notodonta ziczac</i>	6	0,11
<i>Cybosia mesomella</i>	15	0,27	<i>Ochrostigma querna</i>	2	0,04
<i>Cynica mendica</i>	2	0,04	<i>Odonestis pruni</i>	5	0,09
<i>Dasychira pudibunda concolor</i>	0	0,18	<i>Orgyia recens</i>	1	0,02
<i>Dasychira pudibunda pudibunda</i>	17	0,31	<i>Pachygastris trifolii</i>	22	0,40
<i>Dasychira pudibunda</i>	22	0,40	<i>Pelosia muscerda</i>	27	0,49
<i>Deilephila elpenor</i>	17	0,31	<i>Peridea anceps</i>	7	0,13
<i>Deilephila porcellus</i>	69	1,24	<i>Phalera bucephala</i>	11	0,20
<i>Diacrisia sannio</i>	27	0,49	<i>Pheosia tremula</i>	22	0,40
<i>Drepana binaria</i>	5	0,09	<i>Philudoria potatoria</i>	92	1,65
<i>Drepana cultraria</i>	1	0,02	<i>Phragmataecia castaneae</i>	60	1,08
<i>Drepana curvatula</i>	43	0,77	<i>Phragmatobia fuliginosa</i>	125	2,25
<i>Drepana falcata</i>	1	0,02	<i>Porthesia similis</i>	58	1,04
<i>Drepana harpagula</i>	5	0,09	<i>Pterostoma palpina</i>	31	0,56
<i>Drepana lacertinaria</i>	8	0,14	<i>Ptilophora capucina</i>	9	0,16
<i>Drymonia trimacula dodonea</i>	17	0,31	<i>Roeselia albula</i>	1	0,02
<i>Eilema complana</i>	5	0,09	<i>Roeselia strigula</i>	1	0,02
<i>Eilema griseola</i>	74	1,33	<i>Smerinthus ocellata</i>	25	0,45
<i>Eilema pygmaeola</i>	1	0,02	<i>Sphinx ligustri</i>	9	0,16
<i>Euproctis chrysorrhoea</i>	14	0,25	<i>Spilosoma lubricipeda</i>	63	1,13
<i>Furcula bicuspis</i>	1	0,02	<i>Spilosoma menthastri</i>	39	0,70
<i>Furcula furcula</i>	5	0,09	<i>Stauropus fagi</i>	5	0,09
<i>Gluphisia crenata</i>	72	1,30	<i>Stilponotia salicis</i>	8	0,14
<i>Habrosyne pyritoides</i>	18	0,32	<i>Tethea duplaris</i>	38	0,68
<i>Harpyia milhauseri</i>	3	0,05	<i>Tethea ocularis</i>	14	0,25
<i>Hepialus lupulinus</i>	3	0,05	<i>Tethea or</i>	13	0,23
<i>Hepialus sylvinus</i>	1	0,02	<i>Thaum. processionea</i>	60	1,08
<i>Laothoe populi</i>	76	1,37	<i>Thyatira batis</i>	38	0,68
<i>Leucoma salicis</i>	2	0,04	<i>Wittia sororcula</i>	8	0,14
<i>Lithosia quadra</i>	2	0,04	<i>Zeuzera pyrina</i>	1	0,02

## Noctuidae (Eulen)

Artname	n	%	Artname	n	%
<i>Actinotia polyodon</i>	7	0,13	<i>Emmelia trabealis</i>	5	0,09
<i>Agrostis venustula</i>	2	0,04	<i>Enargia paleacea</i>	10	0,18
<i>Amathes baja</i>	3	0,05	<i>Enargia ypsilon</i>	3	0,05
<i>Amathes c-nigrum</i>	76	1,37	<i>Ephesia fulminea</i>	1	0,02
<i>Amathes ditrapezium</i>	2	0,04	<i>Eucarta amethystina</i>	29	0,52
<i>Amathes triangulum</i>	1	0,02	<i>Euplexia lucipara</i>	8	0,14
<i>Amathes xanthographa</i>	42	0,76	<i>Eustrotia olivana</i>	11	0,20
<i>Amphipyra pyramidea</i>	2	0,04	<i>Eustrotia uncula</i>	2	0,04
<i>Amphipyra tragopogon</i>	6	0,11	<i>Euxoa nigricans</i>	1	0,02
<i>Apamea anceps</i>	6	0,11	<i>Hada nana</i>	10	0,18
<i>Apamea caracterea</i>	3	0,05	<i>Hadena bicruris</i>	2	0,04
<i>Apamea monoglypha</i>	28	0,50	<i>Hadena lithoxylea</i>	3	0,05
<i>Apamea ophiogramma</i>	12	0,22	<i>Hadena rivularis</i>	2	0,04
<i>Apamea scolopacina</i>	7	0,13	<i>Heliophobus reticulata</i>	3	0,05
<i>Apamea sordens</i>	8	0,14	<i>Hoplodrina alsines</i>	14	0,25
<i>Apamea subultrix</i>	125	2,25	<i>Hoplodrina ambigua</i>	47	0,85
<i>Apamea unanimitis</i>	1	0,02	<i>Hoplodrina blanda</i>	23	0,41
<i>Apatele cuspis</i>	1	0,02	<i>Hydraecia micacea</i>	3	0,05
<i>Apatele leporina</i>	2	0,04	<i>Hypena proboscidalis</i>	24	0,43
<i>Apatele megacephala</i>	12	0,22	<i>Ipimorpha retusa</i>	6	0,11
<i>Apatele rumicis</i>	4	0,07	<i>Ipimorpha subtusa</i>	8	0,14
<i>Apatele strigosa</i>	1	0,02	<i>Jaspidia deceptoris</i>	66	1,19
<i>Apatele tridens</i>	1	0,02	<i>Jaspidia pygarga</i>	33	0,59
<i>Archanara dissoluta</i>	4	0,07	<i>Laspeyria flexula</i>	11	0,20
<i>Atethis centrigo</i>	5	0,09	<i>Luperina testacea</i>	1	0,02
<i>Atypha pulmonaris</i>	2	0,04	<i>Mamestra brassica</i>	2	0,04
<i>Autographa confusa</i>	7	0,13	<i>Mamestra oleracea</i>	4	0,07
<i>Autographa festuca</i>	7	0,13	<i>Mamestra persicariae</i>	1	0,02
<i>Autographa gamma</i>	55	0,99	<i>Mamestra suasa</i>	4	0,07
<i>Autographa pulchrina</i>	1	0,02	<i>Mamestra w-latinum</i>	44	0,79
<i>Axylia putris</i>	86	1,55	<i>Mesapamea secalis</i>	36	0,65
<i>Bena prasinana</i>	7	0,13	<i>Moma alpium</i>	3	0,05
<i>Catephia alchymista</i>	1	0,02	<i>Mythimna albipuncta</i>	132	2,37
<i>Celana leucostigma</i>	11	0,20	<i>Mythimna conigera</i>	24	0,43
<i>Charanyca trigrammica</i>	167	3,00	<i>Mythimna ferrago</i>	4	0,07
<i>Chryspidia c-aureum</i>	1	0,02	<i>Mythimna impura</i>	71	1,28
<i>Colocasia coryli</i>	24	0,43	<i>Mythimna l-album</i>	3	0,05
<i>Colobochola salicalis</i>	4	0,07	<i>Mythimna obsoleta</i>	31	0,56
<i>Cosmia affinis</i>	10	0,18	<i>Mythimna pallens</i>	78	1,40
<i>Cosmia pyralina</i>	13	0,23	<i>Mythimna pudorina</i>	24	0,43
<i>Cosmia trapezina</i>	11	0,20	<i>Mythimna straminea</i>	7	0,13
<i>Craniophora ligustri</i>	3	0,05	<i>Noctua cornes</i>	1	0,02
<i>Cryphia algae</i>	4	0,07	<i>Noctua fimbria</i>	1	0,02
<i>Cucullia umbratica</i>	1	0,02	<i>Noctua janthina</i>	3	0,05
<i>Diarsia brunnea</i>	3	0,05	<i>Noctua pronuba</i>	8	0,14
<i>Discestra trifolii</i>	1	0,02	<i>Ochropleura plecta</i>	59	1,06
<i>Earias chlorana</i>	72	1,30	<i>Orthosia incerta</i>	1	0,02
<i>Earias vernana</i>	3	0,05	<i>Pachetra sagittigera</i>	1	0,02

- 126 -

Artname	n	%	Artname	n	%
<i>Parascotia fuliginaria</i>	2	0,04	<i>Scotia exclamationis</i>	410	7,38
<i>Phlogophora meticulosa</i>	3	0,05	<i>Scotia segetum</i>	8	0,15
<i>Photedes extrema</i>	16	0,29	<i>Simyra albovenosa</i>	1	0,02
<i>Photedes pygmina</i>	4	0,07	<i>Talpophila matura</i>	59	1,06
<i>Phytometra viridaria</i>	45	0,81	<i>Tholera decimalis</i>	4	0,07
<i>Plusia chrysitis</i>	11	0,20	<i>Toxocampa pastinum</i>	14	0,25
<i>Plusia tutti</i>	9	0,16	<i>Trisateles emortualis</i>	1	0,02
<i>Pseudoips bicoloria</i>	2	0,02	<i>Unca candidula</i>	8	0,14
<i>Pyrrhia umbra</i>	5	0,09	<i>Zanclognatha grisealis</i>	6	0,11
<i>Rivula sericealis</i>	36	0,65	<i>Zanclognatha tarsicrinalis</i>	2	0,04
<i>Rusina ferruginea</i>	12	0,22	<i>Zanclognatha tarsipennalis</i>	4	0,07
<i>Scoliopteryx libatrix</i>	1	0,02	<i>Zanclognatha tenuialis</i>	9	0,16
<i>Scotia cinerea</i>	10	0,18			

## Geometridae (Spanner)

Artname	n	%	Artname	n	%
<i>Abraxas grossulariata</i>	5	0,09	<i>Cyclophora ruficiliaria</i>	6	0,11
<i>Alcis repandata</i>	5	0,09	<i>Ecliptopera silaceata</i>	11	0,20
<i>Angerona prunaria corylaria</i>	5	0,09	<i>Ectropis bistortata</i>	3	0,05
<i>Angerona prunaria prunaria</i>	3	0,05	<i>Ectropis extersaria</i>	3	0,05
<i>Anticollix sparsata</i>	2	0,04	<i>Electrophaes corylata</i>	2	0,04
<i>Apeira syringaria</i>	1	0,02	<i>Ematurga atomaria</i>	7	0,13
<i>Aplocera plagiata</i>	4	0,07	<i>Ennomos alniaria</i>	1	0,02
<i>Asthena albulata</i>	2	0,04	<i>Ennomos erosaria</i>	8	0,14
<i>Biston betularia betularia</i>	3	0,05	<i>Epione repandaria</i>	3	0,05
<i>Biston betularia carbonaria</i>	1	0,02	<i>Epirrhoe alternata</i>	11	0,20
<i>Biston betularia insularia</i>	3	0,05	<i>Epirrhoe rivata</i>	1	0,02
<i>Boarmia punctinalis</i>	62	1,12	<i>Epirrhoe tristata</i>	2	0,04
<i>Bupalus piniarius</i>	1	0,02	<i>Euchoeca nebulata</i>	2	0,04
<i>Cabera exanthemata</i>	26	0,47	<i>Eulithis pyraliata</i>	5	0,09
<i>Cabera pusaria</i>	17	0,31	<i>Eulithis testata</i>	3	0,05
<i>Calliclystis rectangulata</i>	14	0,25	<i>Eupithecia centaureata</i>	15	0,27
<i>Campaea bilineata</i>	16	0,29	<i>Eupithecia haworthiata</i>	21	0,38
<i>Campaea margaritata</i>	12	0,22	<i>Eupithecia satyrata</i>	1	0,02
<i>Catarhoe cuculata</i>	8	0,14	<i>Eupithecia venosata</i>	1	0,02
<i>Chloroclystis v-ata</i>	14	0,25	<i>Geometra papilionaria</i>	2	0,04
<i>Chloroclystis viridata</i>	1	0,02	<i>Hemitha aestivaria</i>	26	0,47
<i>Cleora cinctaria</i>	3	0,05	<i>Hemitha chrysoprasaria</i>	7	0,13
<i>Colostygia pectinataria</i>	26	0,47	<i>Horsime tersata</i>	34	0,61
<i>Comibaena pustulata</i>	6	0,11	<i>Horisme vitalbata</i>	6	0,11
<i>Cosmorhoe ocellata</i>	3	0,05	<i>Hydrelia impluviata</i>	8	0,14
<i>Crocallis elinguaris</i>	8	0,14	<i>Idaea aversata</i>	18	0,32
<i>Cyclophora linearia</i>	4	0,07	<i>Idaea biselata</i>	30	0,54
<i>Cyclophora punctaria</i>	3	0,05	<i>Idaea deversaria</i>	1	0,02

– 127 –

Artname	n	%	Artname	n	%
<i>Idaea dimidiata</i>	3	0,05	<i>Rheumaptera cervicalis</i>	2	0,04
<i>Idaea fuscovenosa</i>	1	0,02	<i>Scopula caricaria</i>	51	0,92
<i>Idaea humiliata</i>	16	0,29	<i>Scopula immorata</i>	27	0,47
<i>Idaea macilentaria</i>	1	0,02	<i>Scopula immutata</i>	15	0,27
<i>Idaea moniliata</i>	1	0,02	<i>Scopula marginepunctata</i>	2	0,04
<i>Idaea muricata</i>	3	0,05	<i>Scopula nigropunctata</i>	6	0,11
<i>Idaea ochrata</i>	4	0,07	<i>Scopula ornata</i>	52	0,94
<i>Idaea serpentata</i>	2	0,04	<i>Scopula virgulata</i>	90	1,62
<i>Idaea straminata</i>	10	0,18	<i>Scotopteryx chenopodiata</i>	8	0,14
<i>Jodis lactearia</i>	9	0,16	<i>Selenia dentaria</i>	5	0,09
<i>Ligdia adustata</i>	19	0,32	<i>Selenia lunularia</i>	1	0,02
<i>Lobophora halterata</i>	1	0,02	<i>Selenia tetralunaria</i>	1	0,02
<i>Lobophora sexalata</i>	7	0,13	<i>Semiothisa alternaria</i>	30	0,54
<i>Lomaspilis marginata</i>	142	2,55	<i>Semiothisa artesiaris</i>	3	0,05
<i>Lomographa bimaculata</i>	4	0,07	<i>Semiothisa clathrata</i>	197	3,54
<i>Lomographa temerata</i>	18	0,32	<i>Semiothisa liturata</i>	1	0,02
<i>Melanthia procellata</i>	14	0,25	<i>Semiothisa notata</i>	3	0,05
<i>Opisthograptis luteolata</i>	75	1,35	<i>Siona lineata</i>	25	0,45
<i>Ourapteryx sambucaria</i>	9	0,16	<i>Stegania cararia</i>	15	0,27
<i>Pareulype berberata</i>	27	0,49	<i>Stegania trimaculata</i>	7	0,13
<i>Perizoma affinitatum</i>	1	0,02	<i>Thalera fimbriata</i>	26	0,47
<i>Perizoma albulata</i>	1	0,02	<i>Thera firmata</i>	1	0,02
<i>Perizoma alchemillata</i>	2	0,04	<i>Thera variata</i>	3	0,05
<i>Peribatodes rhomboidarius</i>	7	0,13	<i>Timandra griseata</i>	7	0,13
<i>Peribatodes secundaria</i>	1	0,02	<i>Trichopteryx carpinata</i>	1	0,02
<i>Petrophora chlorosata</i>	1	0,02	<i>Trichopteryx viretata</i>	6	0,11
<i>Philereme transversata</i>	9	0,16	<i>Xanthorhoe designata</i>	1	0,02
<i>Philereme vetulata</i>	4	0,07	<i>Xanthorhoe ferrugata</i>	8	0,14
<i>Plagodis dolabraria</i>	4	0,07	<i>Xanthorhoe montanata</i>	1	0,02
<i>Plagodis pulveraria</i>	13	0,23	<i>Xanthorhoe spadicearia</i>	2	0,04
<i>Plemyra rubiginata</i>	6	0,11			



Tabelle 3:

## Das Geschlechterverhältnis

Anteil der Männchen (♂♂) und Weibchen (♀♀) beim Anflug ans Licht (absteigend geordnet nach der Abundanz der Männchen)

Angegeben sind

- der Artname nach der Nomenklatur von KOCH (Spinner), BOURSIN (Noctuidae) und HERBULOT (Geometridae)
- die Familiengruppenzugehörigkeit (Bombyces & Sphinges; Noctuidae; Geometridae)
- Prozent-Anteil der Männchen (♂♂) und der Weibchen (♀♀) der Art am Gesamtanflug des jeweiligen Geschlechts
- Anzahl der Flugnächte der Männchen (♂♂) und Weibchen (♀♀)
- relative Jahres-Abundanz der Art
- Anzahl (n) der ans Licht geflogenen Individuen
- Anzahl je Geschlecht geschlechtsdeterminierten Tiere (n ♂♂) und (n ♀♀)
- Berücksichtigt sind Arten mit mindestens 10 geschlechtsdeterminierten Tieren.

Artname	Familie	♂♂%	♀♀%	Flug- nächte ♂♂	Flug- nächte ♀♀	relative Jahres- abundanz	n	♂♂	♀♀
<i>Phil. potatoia</i>	Bo & Sph	3,83	1,33	5	4	1,65	92	83	9
<i>Scot. exclamatoris</i>	Noct	3,83	2,07	7	7	7,38	410	83	14
<i>Scop. virgulata</i>	Geo	3,31	0,74	9	2	1,62	90	72	5
<i>Mala. neustria</i>	Bo & Sph	3,27	0,00	6	0	1,65	92	71	0
<i>Loma. marginata</i>	Geo	3,27	2,07	11	5	2,55	142	71	14
<i>Semi. clathrata</i>	Geo	2,91	0,74	14	2	3,54	197	63	5
<i>Eile. griseola</i>	Bo & Sph	2,53	2,81	7	5	1,33	74	55	19
<i>Boar. punctinalis</i>	Geo	2,53	0,00	10	0	1,12	62	55	0
<i>Axyl. putris</i>	Noct	2,26	2,36	9	5	1,55	86	49	16
<i>Talp. matura</i>	Noct	2,21	0,45	2	2	1,06	59	48	3
<i>Ochr. plecta</i>	Noct	2,21	0,74	8	3	1,06	59	48	5
<i>Myth. albipuncta</i>	Noct	2,07	5,76	7	6	2,37	132	45	39
<i>Myth. impura</i>	Noct	2,02	2,81	5	6	1,28	71	44	19
<i>Deil. porcellata</i>	Bo & Sph	1,98	0,15	11	1	1,24	69	43	1
<i>Scop. caricaria</i>	Geo	1,98	1,03	6	3	0,92	51	43	7
<i>Myth. pallens</i>	Noct	1,98	3,24	5	3	1,40	78	43	22
<i>Dasy. pudibunda</i>	Bo & Sph	1,93	0,00	7	0	0,89	49	47	0
<i>Auto. gamma</i>	Noct	1,90	1,33	8	6	0,99	55	41	9
<i>Phra. castaneae</i>	Bo & Sph	1,71	1,48	8	4	1,08	60	37	10
<i>Char. trigrammica</i>	Noct	1,62	1,03	3	3	3,00	167	35	7
<i>Apam. sublustris</i>	Noct	1,62	1,77	5	4	2,25	125	35	12
<i>Amat. xanthographa</i>	Noct	1,62	1,03	2	1	0,76	42	35	7
<i>Opis. luteolata</i>	Geo	1,57	0,74	14	4	1,35	75	34	5
<i>Thau. processionea</i>	Bo & Sph	1,57	0,29	2	2	1,08	60	34	2
<i>Amat. c-nigrum</i>	Noct	1,52	4,57	9	6	1,37	76	33	31
<i>Port. similis</i>	Bo & Sph	1,52	1,48	6	4	1,04	58	33	10
<i>Phyt. viridaria</i>	Noct	1,38	0,00	5	0	0,81	45	30	0
<i>Jasp. deceptoris</i>	Noct	1,29	1,19	4	3	1,19	66	28	8
<i>Scop. ornata</i>	Geo	1,24	0,74	9	3	0,94	52	27	5
<i>Diac. sannio</i>	Bo & Sph	1,24	0,00	6	0	0,49	27	27	0

- 129 -

Artname	Familie	♂♂%	♀♀%	Flug- nächte ♂♂	Flug- nächte ♀♀	relative Jahres- abundanz	n	♂♂	♀♀
<i>Teth. duplaris</i>	Bo & Sph	1,15	0,45	3	3	0,68	38	25	3
<i>Semi. alternata</i>	Geo	1,15	0,59	5	3	0,54	30	25	4
<i>Rivu. sericealis</i>	Noct	1,10	1,48	6	4	0,65	36	24	10
<i>Lyma. dispar</i>	Bo & Sph	1,10	0,15	4	1	0,45	25	24	1
<i>Hori. tersata</i>	Geo	1,10	1,33	8	5	0,61	34	24	9
<i>Scop. immorata</i>	Geo	1,10	0,00	7	0	0,47	27	25	0
<i>Mame. w-latinum</i>	Noct	1,06	1,48	5	3	0,79	44	23	10
<i>Euca. amethystina</i>	Noct	1,01	0,00	5	0	0,52	29	22	0
<i>Hopl. ambigua</i>	Noct	1,01	3,54	9	6	0,85	47	22	24
<i>Hemi. aestivaria</i>	Geo	0,97	0,00	5	0	0,47	26	21	0
<i>Milt. miniata</i>	Bo & Sph	0,87	0,29	4	2	0,61	34	19	2
<i>Myth. pudorina</i>	Noct	0,87	0,74	3	2	0,43	24	19	5
<i>Eari. chlorana</i>	Noct	0,83	2,95	5	7	1,30	72	18	20
<i>Myth. conigera</i>	Noct	0,83	0,74	3	2	0,43	24	18	5
<i>Myth. obsoleta</i>	Noct	0,83	1,62	4	3	0,56	31	18	11
<i>Pach. trifolii</i>	Bo & Sph	0,83	0,59	2	1	0,40	22	18	4
<i>Idae. biselata</i>	Geo	0,78	1,19	2	2	0,54	30	17	8
<i>Jasp. pygarga</i>	Noct	0,78	2,07	6	5	0,59	33	17	14
<i>Thal. fimbrialis</i>	Geo	0,73	1,19	2	3	0,47	26	16	8
<i>Scop. immutata</i>	Geo	0,69	0,00	5	0	0,27	15	15	0
<i>Apod. limacodes</i>	Bo & Sph	0,64	1,62	4	3	0,50	28	14	11
<i>Toxo. pastinum</i>	Noct	0,64	0,00	3	0	0,25	14	14	0
<i>Cybo. mesomella</i>	Bo & Sph	0,64	0,15	2	1	0,27	15	14	1
<i>Deil. elpenor</i>	Bo & Sph	0,60	0,29	5	2	0,31	17	13	2
<i>Drep. curvatula</i>	Bo & Sph	0,60	0,29	7	2	0,77	43	13	2
<i>Hype. proboscidalis</i>	Noct	0,56	1,77	3	4	0,43	24	12	12
<i>Mela. procellata</i>	Geo	0,51	0,29	8	2	0,25	14	11	2
<i>Pare. berberata</i>	Geo	0,51	1,48	8	3	0,49	27	11	10
<i>Call. rectangulata</i>	Geo	0,51	0,45	3	1	0,25	14	11	3
<i>Apam. monoglypha</i>	Noct	0,51	1,62	6	5	0,50	28	11	11
<i>Ecli. silaceata</i>	Geo	0,51	0,00	5	0	0,20	11	11	0
<i>Apat. megacephala</i>	Noct	0,51	0,00	6	0	0,22	12	11	0
<i>Cabe. pusaria</i>	Geo	0,51	0,74	7	2	0,31	17	11	5
<i>Cabe. exanthemata</i>	Geo	0,51	1,62	6	3	0,47	26	11	11
<i>Enar. paleacea</i>	Noct	0,47	0,00	3	0	0,18	10	10	0
<i>Colo. pectinataria</i>	Geo	0,47	0,88	5	4	0,47	26	10	6
<i>Clos. curtula</i>	Bo & Sph	0,47	0,45	3	2	0,65	36	10	3
<i>Lomo. tenerata</i>	Geo	0,47	0,88	4	2	0,32	18	10	6
<i>Idae. humiliata</i>	Geo	0,47	0,88	2	2	0,29	16	10	6
<i>Colo. coryli</i>	Noct	0,47	0,00	1	0	0,43	24	10	0
<i>Eust. olivana</i>	Noct	0,47	0,15	8	1	0,20	11	10	1
<i>Cosm. pyralina</i>	Noct	0,47	0,45	3	2	0,23	13	10	3
<i>Plus. chrysitis</i>	Noct	0,47	0,15	5	1	0,20	11	10	1
<i>Hopl. blanda</i>	Noct	0,42	2,07	4	3	0,41	23	9	14
<i>Ligd. adustata</i>	Geo	0,42	1,33	8	5	0,32	19	10	9
<i>Idae. straminata</i>	Geo	0,42	0,15	4	1	0,18	10	9	1
<i>Spil. menthastri</i>	Bo & Sph	0,42	0,15	4	1	0,70	39	9	1
<i>Cela. leucostigma</i>	Noct	0,37	0,29	4	2	0,20	11	8	2

– 130 –

Artname	Familie	♂♂%	♀♀%	Flug- nächte ♂♂	Flug- nächte ♀♀	relative Jahres- abundanz	n	♂♂	♀♀
<i>Rusi. ferruginea</i>	Noct	0,37	0,45	4	1	0,22	12	8	3
<i>Lasp. flexula</i>	Noct	0,37	0,29	5	2	0,20	11	8	2
<i>Hopl. alsines</i>	Noct	0,37	0,88	4	3	0,25	14	8	6
<i>Cosm. trapezina</i>	Noct	0,33	0,59	3	2	0,20	11	7	4
<i>Mesa. secalis</i>	Noct	0,33	0,88	2	2	0,65	36	7	6
<i>Steg. cararia</i>	Geo	0,33	1,19	3	3	0,27	15	7	8
<i>Apam. ophiogramma</i>	Noct	0,23	1,03	4	4	0,22	12	5	7
<i>Epir. alternata</i>	Geo	0,19	1,03	4	1	0,20	11	4	7
<i>Plag. pulveraria</i>	Geo	0,19	1,19	3	3	0,23	13	4	8
<i>Coma. senex</i>	Bo & Sph	0,14	2,50	2	4	0,40	22	3	17
<i>Pelo. muscerda</i>	Bo & Sph	0,14	2,50	2	4	0,49	27	3	17
<i>Eupi. centaureata</i>	Geo	0,14	1,62	3	3	0,27	15	3	11
<i>Camp. bilineatum</i>	Geo	0,09	2,07	1	4	0,29	16	2	14
<i>Chlo. v-ata</i>	Geo	0,09	1,77	2	4	0,25	14	2	12
<i>Macr. rubi</i>	Bo & Sph	0,00	1,62	0	6	0,20	11	0	11
Σ		100%	100%			74,93%	4165	2176	678

Tabelle 4:

Die relative Jahres-Abundanz der nachtaktiven Großschmetterlinge (Macrolepidoptera) des G'schle-  
der beim Anflug am Licht 1984

n = Gesamtzahl der angeflogenen Individuen,

% = relative (auf den Gesamtanflug bezogene Jahres-) Abundanz,

Fam. = Familiengruppenzugehörigkeit

Bo & Sph = Bombyces et Sphinges, Spinner i.w.S.

Noct = Noctuidae, Eulen

Geo = Geometridae, Spinner

Artname	n	%	Fam.	Artname	n	%	Fam.
<i>Scot. exclamationis</i>	410	7,38	Noct	<i>Teth. duplaris</i>	38	0,68	Bo & Sph
<i>Semi. clathrata</i>	197	3,54	Geo	<i>Thya. batis</i>	38	0,68	Bo & Sph
<i>Char. trigrammica</i>	167	3,00	Noct	<i>Clos. curtula</i>	36	0,65	Bo & Sph
<i>Loma. marginata</i>	142	2,55	Geo	<i>Mesa. secalis</i>	36	0,65	Noct
<i>Myth. albipuncta</i>	132	2,37	Noct	<i>Rivu. sericealis</i>	36	0,65	Noct
<i>Phra. fuliginosa</i>	125	2,25	Bo & Sph	<i>Milt. miniata</i>	34	0,61	Bo & Sph
<i>Apam. sublustris</i>	125	2,25	Noct	<i>Hori. tersata</i>	34	0,61	Geo
<i>Mala. neustria</i>	92	1,65	Bo & Sph	<i>Jasp. pygarga</i>	33	0,59	Noct
<i>Phil. potatoria</i>	92	1,65	Bo & Sph	<i>Pter. palpina</i>	31	0,56	Bo & Sph
<i>Scop. virgulata</i>	90	1,62	Geo	<i>Myth. obsoleta</i>	31	0,56	Noct
<i>Axyl. putris</i>	86	1,55	Noct	<i>Idae. biselata</i>	30	0,54	Geo
<i>Myth. pallens</i>	78	1,40	Noct	<i>Semi. alternata</i>	30	0,54	Geo
<i>Laot. populi</i>	76	1,37	Bo & Sph	<i>Euca. amethystina</i>	29	0,52	Noct
<i>Amat. c-nigrum</i>	76	1,37	Noct	<i>Apod. limacodes</i>	28	0,50	Bo & Sph
<i>Opis. luteolata</i>	75	1,35	Geo	<i>Apam. monoglypha</i>	28	0,50	Noct
<i>Eile. griseola</i>	74	1,33	Bo & Sph	<i>Diac. sannio</i>	27	0,49	Bo & Sph
<i>Glup. crenata</i>	72	1,30	Bo & Sph	<i>Pelo. muscerda</i>	27	0,49	Bo & Sph
<i>Eari. chlorana</i>	72	1,30	Noct	<i>Pare. berberata</i>	27	0,49	Geo
<i>Myth. impura</i>	71	1,28	Noct	<i>Scop. immorata</i>	27	0,47	Geo
<i>Deil. porcellus</i>	69	1,24	Bo & Sph	<i>Cabe. exanthemata</i>	26	0,47	Geo
<i>Jasp. deceptoria</i>	66	1,19	Noct	<i>Colo. pectinataria</i>	26	0,47	Geo
<i>Spil. lubricipedum</i>	63	1,13	Bo & Sph	<i>Hemi. aestivaria</i>	26	0,47	Geo
<i>Boar. punctinalis</i>	62	1,12	Geo	<i>Thal. fimbrialis</i>	26	0,47	Geo
<i>Phra. castaneae</i>	60	1,08	Bo & Sph	<i>Lyma. dispar</i>	25	0,45	Bo & Sph
<i>Thau. process.</i>	60	1,08	Bo & Sph	<i>Smer. ocellata</i>	25	0,45	Bo & Sph
<i>Ochr. plecta</i>	59	1,06	Noct	<i>Sion. lineata</i>	25	0,45	Geo
<i>Talp. matura</i>	59	1,06	Noct	<i>Colo. coryli</i>	24	0,43	Noct
<i>Port. similis</i>	58	1,04	Bo & Sph	<i>Hype. proboscidalis</i>	24	0,43	Noct
<i>Auto. gamma</i>	55	0,99	Noct	<i>Myth. conigera</i>	24	0,43	Noct
<i>Scop. ornata</i>	52	0,94	Geo	<i>Myth. pudorina</i>	24	0,43	Noct
<i>Scop. caricaria</i>	51	0,92	Geo	<i>Hopl. blanda</i>	23	0,41	Noct
<i>Dasy. pudibunda</i>	49	0,89	Bo & Sph	<i>Coma. senex</i>	22	0,40	Bo & Sph
<i>Hopl. ambigua</i>	47	0,85	Noct	<i>Pach. trifolii</i>	22	0,40	Bo & Sph
<i>Phyt. viridaria</i>	45	0,81	Noct	<i>Pheo. tremula</i>	22	0,40	Bo & Sph
<i>Mame. w-latinum</i>	44	0,79	Noct	<i>Eupi. haworthiata</i>	21	0,38	Geo
<i>Drep. curvatula</i>	43	0,77	Bo & Sph	<i>Ligd. adustata</i>	19	0,32	Geo
<i>Amat. xanthogr.</i>	42	0,76	Noct	<i>Habr. pyritoides</i>	18	0,32	Bo & Sph
<i>Spil. menthastri</i>	39	0,70	Bo & Sph	<i>Idae. aversata</i>	18	0,32	Geo

Artname	n	%	Fam.	Artname	n	%	Fam.
<i>Lomo. temerata</i>	18	0,32	Geo	<i>Drep. lacertinaria</i>	8	0,14	Bo & Sph
<i>Deil. elpenor</i>	17	0,31	Bo & Sph	<i>Stil. salicis</i>	8	0,14	Bo & Sph
<i>Drym. tri. dodonea</i>	17	0,31	Bo & Sph	<i>Witt. sororcula</i>	8	0,14	Bo & Sph
<i>Cabe. pusaria</i>	17	0,31	Geo	<i>Ange. prunaria</i>	8	0,14	Geo
<i>Camp. bilineatum</i>	16	0,29	Geo	<i>Cata. cuculata</i>	8	0,14	Geo
<i>Idae. humiliata</i>	16	0,29	Geo	<i>Croc. elinguaris</i>	8	0,14	Geo
<i>Phot. extrema</i>	16	0,29	Noct	<i>Enno. erosaria</i>	8	0,14	Geo
<i>Cybo. mesomella</i>	15	0,27	Bo & Sph	<i>Hydr. impluviata</i>	8	0,14	Geo
<i>Eup. centaureata</i>	15	0,27	Geo	<i>Scot. chenopodiata</i>	8	0,14	Geo
<i>Scop. immutata</i>	15	0,27	Geo	<i>Xant. ferrugata</i>	8	0,14	Geo
<i>Steg. cararia</i>	15	0,27	Geo	<i>Apam. sordens</i>	8	0,14	Noct
<i>Clos. pigra</i>	14	0,25	Bo & Sph	<i>Eupl. lucipara</i>	8	0,14	Noct
<i>Eupr. chrysorrhoea</i>	14	0,25	Bo & Sph	<i>Ipim. subtusa</i>	8	0,14	Noct
<i>Teth. ocularis</i>	14	0,25	Bo & Sph	Noct. pronuba	8	0,14	Noct
<i>Call. rectangulata</i>	14	0,25	Geo	<i>Unca candidula</i>	8	0,14	Noct
<i>Chlo. v-ata</i>	14	0,25	Geo	<i>Peri. anceps</i>	7	0,13	Bo & Sph
<i>Mela. procellata</i>	14	0,25	Geo	<i>Emat. atomaria</i>	7	0,13	Geo
<i>Hopl. alsines</i>	14	0,25	Noct	<i>Hemi. chrysopras.</i>	7	0,13	Geo
<i>Toxo. pastinum</i>	14	0,25	Noct	<i>Lobo. sexualata</i>	7	0,13	Geo
<i>Clos. anastomosis</i>	13	0,23	Bo & Sph	<i>Peri. rhomboidarius</i>	7	0,13	Geo
<i>Teth. or</i>	13	0,23	Bo & Sph	<i>Steg. trimaculata</i>	7	0,13	Geo
<i>Plag. pulveraria</i>	13	0,23	Geo	<i>Tima. griseata</i>	7	0,13	Geo
<i>Cosm. pyralina</i>	13	0,23	Noct	<i>Acti. polyodon</i>	7	0,13	Noct
<i>Camp. margaritata</i>	12	0,22	Geo	<i>Apam. scolopacina</i>	7	0,13	Noct
<i>Apam. ophiogram.</i>	12	0,22	Noct	<i>Auto. confusa</i>	7	0,13	Noct
<i>Apat. megacephala</i>	12	0,22	Noct	<i>Auto. festucae</i>	7	0,13	Noct
<i>Rusi. ferruginea</i>	12	0,22	Noct	<i>Bena. prasina</i>	7	0,13	Noct
<i>Clos. anachoreta</i>	11	0,20	Bo & Sph	<i>Myth. straminata</i>	7	0,13	Noct
<i>Macr. rubi</i>	11	0,20	Bo & Sph	<i>Bist. betularius</i>	7	0,12	Geo
<i>Phal. megacephala</i>	11	0,20	Bo & Sph	<i>Noto. ziczac</i>	6	0,11	Bo & Sph
<i>Ecli. silaceata</i>	11	0,20	Geo	<i>Comi. pustulata</i>	6	0,11	Geo
<i>Epir. alternata</i>	11	0,20	Geo	<i>Cycl. ruficiliaria</i>	6	0,11	Geo
<i>Cela. leucostigma</i>	11	0,20	Noct	<i>Hori. vitalbata</i>	6	0,11	Geo
<i>Cosm. trapezina</i>	11	0,20	Noct	<i>Plem. rubiginata</i>	6	0,11	Geo
<i>Eust. olivana</i>	11	0,20	Noct	<i>Scop. nigropunct.</i>	6	0,11	Geo
<i>Lasp. flexula</i>	11	0,20	Noct	<i>Scip. viretata</i>	6	0,11	Geo
<i>Plus. chrysitis</i>	11	0,20	Noct	<i>Amph. tragopoginis</i>	6	0,11	Noct
<i>Idae. straminata</i>	10	0,18	Geo	<i>Apam. anceps</i>	6	0,11	Noct
<i>Cosm. affinis</i>	10	0,18	Noct	<i>Ipim. retusa</i>	6	0,11	Noct
<i>Enar. paleacea</i>	10	0,18	Noct	<i>Zanc. grisealis</i>	6	0,11	Noct
<i>Hada. nana</i>	10	0,18	Noct	<i>Arct. caja</i>	5	0,09	Bo & Sph
<i>Scot. cinerea</i>	10	0,18	Noct	<i>Drep. binaria</i>	5	0,09	Bo & Sph
<i>Ptil. capucina</i>	9	0,16	Bo & Sph	<i>Drep. harpagula</i>	5	0,09	Bo & Sph
<i>Sphi. ligustri</i>	9	0,16	Bo & Sph	<i>Eile. complana</i>	5	0,09	Bo & Sph
<i>Jodi. lactearia</i>	9	0,16	Geo	<i>Furc. furcula</i>	5	0,09	Bo & Sph
<i>Oura. sambucaria</i>	9	0,16	Geo	<i>Odon. pruni</i>	5	0,09	Bo & Sph
<i>Phil. transversata</i>	9	0,16	Geo	<i>Stau. fagi</i>	5	0,09	Bo & Sph
<i>Plus. tutti</i>	9	0,16	Noct	<i>Abra. grossulariata</i>	5	0,09	Geo
<i>Zanc. tenuialis</i>	9	0,16	Noct	<i>Alci. repandata</i>	5	0,09	Geo
<i>Scot. segetum</i>	8	0,15	Noct	<i>Euli. pyraliata</i>	5	0,09	Geo

Artname	n	%	Fam.	Artname	n	%	Fam.
<i>Sele. dentaria</i>	5	0,09	Geo	<i>Ceru. erminea</i>	2	0,04	Bo & Sph
<i>Atet. centrago</i>	5	0,09	Noct	<i>Cygn. mendica</i>	2	0,04	Bo & Sph
<i>Emme. trabecalis</i>	5	0,09	Noct	<i>Leuc. salicis</i>	2	0,04	Bo & Sph
<i>Pyrr. umbra</i>	5	0,09	Noct	<i>Lith. quadra</i>	2	0,04	Bo & Sph
<i>Aplo. plagiata</i>	4	0,07	Geo	<i>Lyra. monacha</i>	2	0,04	Bo & Sph
<i>Cycl. lineariata</i>	4	0,07	Geo	<i>Ochr. querna</i>	2	0,04	Bo & Sph
<i>Idae. ochrata</i>	4	0,07	Geo	<i>Anti. sparsatus</i>	2	0,04	Geo
<i>Lomo. bimaculata</i>	4	0,07	Geo	<i>Asth. albulata</i>	2	0,04	Geo
<i>Phil. vetulata</i>	4	0,07	Geo	<i>Elec. corylata</i>	2	0,04	Geo
<i>Plag. dolabraria</i>	4	0,07	Geo	<i>Epir. tristata</i>	2	0,04	Geo
<i>Apat. rumicis</i>	4	0,07	Noct	<i>Euch. nebulata</i>	2	0,04	Geo
<i>Arch. dissoluta</i>	4	0,07	Noct	<i>Geom. papilionaria</i>	2	0,04	Geo
<i>Colo. salicalis</i>	4	0,07	Noct	<i>Idae. serpentata</i>	2	0,04	Geo
<i>Cryp. algae</i>	4	0,07	Noct	<i>Lyci. hirtaria</i>	2	0,04	Geo
<i>Mame. oleracea</i>	4	0,07	Noct	<i>Peri. alchemillatum</i>	2	0,04	Geo
<i>Mame. suasa</i>	4	0,07	Noct	<i>Rheu. cervicalis</i>	2	0,04	Geo
<i>Myth. ferrago</i>	4	0,07	Noct	<i>Scop. marginep.</i>	2	0,04	Geo
<i>Phot. pygmina</i>	4	0,07	Noct	<i>Xant. spadicearia</i>	2	0,04	Geo
<i>Thol. decimalis</i>	4	0,07	Noct	<i>Agro. venustula</i>	2	0,04	Noct
<i>Zanc. tarsipennalis</i>	4	0,07	Noct	<i>Amat. ditrapezium</i>	2	0,04	Noct
<i>Harp. milhauseri</i>	3	0,05	Bo & Sph	<i>Amph. pyramidea</i>	2	0,04	Noct
<i>Hepi. lupulinus</i>	3	0,05	Bo & Sph	<i>Apat. leporina</i>	2	0,04	Noct
<i>Mima. tiliae</i>	3	0,05	Bo & Sph	<i>Atyp. pulmonaris</i>	2	0,04	Noct
<i>Cleo. cinctaria</i>	3	0,05	Geo	<i>Eust. uncula</i>	2	0,04	Noct
<i>Cosm. ocellata</i>	3	0,05	Geo	<i>Hade. bicruris</i>	2	0,04	Noct
<i>Cycl. punctaria</i>	3	0,05	Geo	<i>Hade. rivularis</i>	2	0,04	Noct
<i>Ectr. bistortata</i>	3	0,05	Geo	<i>Mame. brassicae</i>	2	0,04	Noct
<i>Ectr. extersaria</i>	3	0,05	Geo	<i>Para. fuliginosa</i>	2	0,04	Noct
<i>Epio. repandata</i>	3	0,05	Geo	<i>Zanc. tarsicrinalis</i>	2	0,04	Noct
<i>Euli. testata</i>	3	0,05	Geo	<i>Pseu. bicolorana</i>	2	0,02	Noct
<i>Idae. dimidiata</i>	3	0,05	Geo	<i>Drep. cultraria</i>	1	0,02	Bo & Sph
<i>Idae. muricata</i>	3	0,05	Geo	<i>Drep. falcataria</i>	1	0,02	Bo & Sph
<i>Semi. artesiaria</i>	3	0,05	Geo	<i>Eile. pygmaeola</i>	1	0,02	Bo & Sph
<i>Semi. notata</i>	3	0,05	Geo	<i>Furc. bicuspis</i>	1	0,02	Bo & Sph
<i>Ther. variata</i>	3	0,05	Geo	<i>Hepi. sylvinus</i>	1	0,02	Bo & Sph
<i>Amat. baja</i>	3	0,05	Noct	<i>Nola cuculatella</i>	1	0,02	Bo & Sph
<i>Apam. charactera</i>	3	0,05	Noct	<i>Noto. dromedarius</i>	1	0,02	Bo & Sph
<i>Cran. ligustri</i>	3	0,05	Noct	<i>Orgy. recens</i>	1	0,02	Bo & Sph
<i>Diar. brunnea</i>	3	0,05	Noct	<i>Roes. albula</i>	1	0,02	Bo & Sph
<i>Eari. vernana</i>	3	0,05	Noct	<i>Roes. strigula</i>	1	0,02	Bo & Sph
<i>Enar. ypsillon</i>	3	0,05	Noct	<i>Zeuz. pyrina</i>	1	0,02	Bo & Sph
<i>Hade. lithoxylea</i>	3	0,05	Noct	<i>Apei. syringaria</i>	1	0,02	Geo
<i>Heli. reticulata</i>	3	0,05	Noct	<i>Bupa. piniarius</i>	1	0,02	Geo
<i>Hydr. micacea</i>	3	0,05	Noct	<i>Chlo. viridata</i>	1	0,02	Geo
<i>Moma. alpium</i>	3	0,05	Noct	<i>Enno. alniaria</i>	1	0,02	Geo
<i>Myth. l-album</i>	3	0,05	Noct	<i>Epir. rivata</i>	1	0,02	Geo
<i>Noct. janthina</i>	3	0,05	Noct	<i>Eupi. satyrata</i>	1	0,02	Geo
<i>Phlo. meticulosa</i>	3	0,05	Noct	<i>Eupi. venosata</i>	1	0,02	Geo
<i>Arct. l-nigrum</i>	2	0,04	Bo & Sph	<i>Idae. deversaria</i>	1	0,02	Geo
<i>Zanc. grisealis</i>	2	0,04	Noct	<i>Idae. fuscovenosa</i>	1	0,02	Geo

– 134 –

Artname	n	%	Fam.	Artname	n	%	Fam.
<i>Idae. macilentaria</i>	1	0,02	Geo	<i>Auto. pulchrina</i>	1	0,02	Noct
<i>Idae. moniliata</i>	1	0,02	Geo	<i>Cate. alchymista</i>	1	0,02	Noct
<i>Lobo. halterata</i>	1	0,02	Geo	<i>Chry. c-aureum</i>	1	0,02	Noct
<i>Peri. affinitatum</i>	1	0,02	Geo	<i>Cucu. umbratica</i>	1	0,02	Noct
<i>Peri. albulatum</i>	1	0,02	Geo	<i>Disc. trifolii</i>	1	0,02	Noct
<i>Peri. secundarius</i>	1	0,02	Geo	<i>Ephe. fulminea</i>	1	0,02	Noct
<i>Petr. chlorosata</i>	1	0,02	Geo	<i>Euxo. nigricans</i>	1	0,02	Noct
<i>Sele. lunularia</i>	1	0,02	Geo	<i>Lupe. testacea</i>	1	0,02	Noct
<i>Sele. tetralunaria</i>	1	0,02	Geo	<i>Mame. persicariae</i>	1	0,02	Noct
<i>Semi. liturata</i>	1	0,02	Geo	<i>Noct. comes</i>	1	0,02	Noct
<i>Ther. firmata</i>	1	0,02	Geo	<i>Noct. fimbriata</i>	1	0,02	Noct
<i>Tric. carpinata</i>	1	0,02	Geo	<i>Orth. incerta</i>	1	0,02	Noct
<i>Xant. designata</i>	1	0,02	Geo	<i>Pach. sagittigera</i>	1	0,02	Noct
<i>Xant. montanata</i>	1	0,02	Geo	<i>Scol. libatrix</i>	1	0,02	Noct
<i>Amat. triangulum</i>	1	0,02	Noct	<i>Simy. albovenosa</i>	1	0,02	Noct
<i>Apam. unanimitis</i>	1	0,02	Noct	<i>Tris. emortualis</i>	1	0,02	Noct
<i>Apat. cuspis</i>	1	0,02	Noct	<i>Apat. tridens</i>	1	0,02	Noct
<i>Apat. strigosa</i>	1	0,02	Noct				



Tabelle 5:  
Die Arten und ihre Hauptanflugsnacht

Angegeben sind

- Artname
- Rüsseltyp (k = kräftig, m = Rüssel mittlerer Stärke, r = reduziert, s = schwach)
- Familiengruppenzugehörigkeit (2 = Bombyces & Sphinges; 3 = Noctuidae; 4 = Geometridae)
- die in der Hauptanflugsnacht erreichte relative „phänologische“ Abundanz und Dominanzklasse
- die relative Jahres-Abundanz
- Berücksichtigt sind die Arten mit relativer „phänologischer“ Abundanz  $\geq 2\%$  in mindestens 1 Anflugsnacht.

Artname	Familie	Rüssel- typ	Haupt- anflug	Phäno- logische Abundanz	Dominanz- klasse	relative Jahresabundanz
<i>Semi. clathrata</i>	4	k	06.05.84	38,00	= eudominant	3,54 = subdominant
<i>Clos. curtula</i>	2	r	11.05.84	33,00	= eudominant	0,65 = subrezedent
<i>Loma. marginata</i>	4	k	22.05.84	28,00	= eudominant	2,55 = subdominant
<i>Scot. exclamationis</i>	3	k	13.06.84	28,00	= eudominant	7,38 = dominant
<i>Opis. luteolata</i>	4	m	16.05.84	19,00	= eudominant	1,35 = rezedent
<i>Amat. xanthographa</i>	3	k	03.09.84	18,00	= eudominant	0,76 = subrezedent
<i>Lyci. hirtaria</i>	4	r	06.05.84	15,00	= eudominant	0,04 = subrezedent
<i>Dasy. pudibunda</i>	2	r	22.05.84	13,00	= eudominant	0,89 = subrezedent
<i>Mala. neustria</i>	2	r	06.07.84	13,00	= eudominant	1,65 = rezedent
<i>Char. trigrammica</i>	3	m	07.06.84	12,00	= eudominant	3,00 = subdominant
<i>Apam. sublustris</i>	3	m	14.06.84	9,00	= dominant	2,25 = subdominant
<i>Diac. sannio</i>	2	s	07.06.84	9,00	= dominant	0,49 = subrezedent
<i>Phra. fuliginosa</i>	2	r	15.08.84	9,00	= dominant	2,25 = subdominant
<i>Drym. tri. dodonea</i>	2	r	06.05.84	8,00	= dominant	0,31 = subrezedent
<i>Ligd. adustata</i>	4	m	06.05.84	8,00	= dominant	0,32 = subrezedent
<i>Mima. tiliae</i>	2	r	06.05.84	8,00	= dominant	0,05 = subrezedent
<i>Myth. albipuncta</i>	3	m	24.08.84	8,00	= dominant	2,37 = subdominant
<i>Myth. conigera</i>	3	k	06.07.84	8,00	= dominant	0,43 = subrezedent
<i>Eari. chlorana</i>	3	k	31.07.84	7,00	= dominant	1,30 = rezedent
<i>Mame. w-latinum</i>	3	k	22.05.84	7,00	= dominant	0,79 = subrezedent
<i>Myth. impura</i>	3	k	06.07.84	7,00	= dominant	1,28 = rezedent
<i>Phil. potatoaria</i>	2	r	15.08.84	7,00	= dominant	1,65 = rezedent
<i>Scop. caricaria</i>	4	m	23.07.84	7,00	= dominant	0,92 = subrezedent
<i>Scot. cinerea</i>	3	k	22.05.84	7,00	= dominant	0,18 = subrezedent
<i>Amat. c-nigrum</i>	3	k	03.09.84	6,00	= dominant	1,37 = rezedent
<i>Cleo. cinctaria</i>	4	m	11.05.84	6,00	= dominant	0,05 = subrezedent
<i>Hopl. ambigua</i>	3	k	03.09.84	6,00	= dominant	0,85 = subrezedent
<i>Hori. tersata</i>	4	m	11.05.84	6,00	= dominant	0,61 = subrezedent
<i>Hype. proboscidalis</i>	3	s	03.09.84	6,00	= dominant	0,43 = subrezedent
<i>Jasp. deceptoraria</i>	3	s	14.06.84	6,00	= dominant	1,19 = rezedent
<i>Lobo. halterata</i>	4	m	11.05.84	6,00	= dominant	0,02 = subrezedent
<i>Orth. incerta</i>	3	m	11.05.84	6,00	= dominant	0,02 = subrezedent
<i>Peri. anceps</i>	2	r	11.05.84	6,00	= dominant	0,13 = subrezedent
<i>Pheo. tremula</i>	2	r	11.05.84	6,00	= dominant	0,40 = subrezedent

Artname	Familie	Rüssel- typ	Haupt- anflug	Phänolo- gische Abundanz	Dominanz- klasse	relative Jahresabundanz
<i>Scop. virgulata</i>	4	k	13.06.84	6,00 = dominant	1,62 = rezedent	
<i>Sele. dentaria</i>	4	s	11.05.84	6,00 = dominant	0,09 = subrezedent	
<i>Spil. lubricipedum</i>	2	r	06.07.84	6,00 = dominant	1,13 = rezedent	
<i>Teth. or</i>	2	m	11.05.84	6,00 = dominant	0,23 = subrezedent	
<i>Cabe. exanthemata</i>	4	s	16.05.84	5,00 = subdominant	0,47 = subrezedent	
<i>Cybo. mesomella</i>	2	r	06.07.84	5,00 = subdominant	0,27 = subrezedent	
<i>Laot. populi</i>	2	r	11.07.84	5,00 = subdominant	1,37 = rezedent	
<i>Myth. pallens</i>	3	m	24.08.84	5,00 = subdominant	1,40 = rezedent	
<i>Phot. extrema</i>	3	m	06.07.84	5,00 = subdominant	0,29 = subrezedent	
<i>Phyt. viridaria</i>	3	k	03.08.84	5,00 = subdominant	0,81 = subrezedent	
<i>Scop. ornata</i>	4	k	07.06.84	5,00 = subdominant	0,94 = subrezedent	
<i>Sion. lineata</i>	4	k	07.06.84	5,00 = subdominant	0,45 = subrezedent	
<i>Talp. matura</i>	3	k	15.08.84	5,00 = subdominant	1,06 = rezedent	
<i>Thau. processionea</i>	2	r	15.08.84	5,00 = subdominant	1,08 = rezedent	
<i>Axyl. putris</i>	3	k	21.06.84	4,00 = subdominant	1,55 = rezedent	
<i>Boar. punctinalis</i>	4	k	21.06.84	4,00 = subdominant	1,12 = rezedent	
<i>Eile. griseola</i>	2	k	03.08.84	4,00 = subdominant	1,33 = rezedent	
<i>Idae. biselata</i>	4	k	23.07.84	4,00 = subdominant	0,54 = subrezedent	
<i>Pach. trifolii</i>	2	r	24.08.84	4,00 = subdominant	0,40 = subrezedent	
<i>Pare. berberata</i>	4	m	01.06.84	4,00 = subdominant	0,49 = subrezedent	
<i>Port. similis</i>	2	r	06.07.84	4,00 = subdominant	1,04 = rezedent	
<i>Thal. fimbrialis</i>	4	s	23.07.84	4,00 = subdominant	0,47 = subrezedent	
<i>Acti. polyodon</i>	3	m	22.05.84	3,00 = subdominant	0,13 = subrezedent	
<i>Atet. centrago</i>	3	m	03.09.84	3,00 = subdominant	0,09 = subrezedent	
<i>Auto. gamma</i>	3	k	03.08.84	3,00 = subdominant	0,99 = subrezedent	
<i>Colo. coryli</i>	3	r	23.07.84	3,00 = subdominant	0,43 = subrezedent	
<i>Colo. pectinataria</i>	4	s	01.06.84	3,00 = subdominant	0,47 = subrezedent	
<i>Deil. porcellus</i>	2	k	13.06.84	3,00 = subdominant	1,24 = rezedent	
<i>Euca. amethystina</i>	3	k	11.07.84	3,00 = subdominant	0,52 = subrezedent	
<i>Glup. crenata</i>	2	r	14.06.84	3,00 = subdominant	1,30 = rezedent	
<i>Hemi. aestivaria</i>	4	m	23.07.84	3,00 = subdominant	0,47 = subrezedent	
<i>Hopl. blanda</i>	3	k	31.07.84	3,00 = subdominant	0,41 = subrezedent	
<i>Jasp. pygarga</i>	3	r	11.07.84	3,00 = subdominant	0,59 = subrezedent	
<i>Jodi. lactearia</i>	4	s	16.05.84	3,00 = subdominant	0,16 = subrezedent	
<i>Milt. miniata</i>	2	m	03.09.84	3,00 = subdominant	0,61 = subrezedent	
<i>Ochr. plecta</i>	3	m	07.06.84	3,00 = subdominant	1,06 = rezedent	
<i>Phra. castaneae</i>	2	r	13.06.84	3,00 = subdominant	1,08 = rezedent	
<i>Pter. palpina</i>	2	m	16.05.84	3,00 = subdominant	0,56 = subrezedent	
<i>Spil. menthastri</i>	2	r	01.06.84	3,00 = subdominant	0,70 = subrezedent	
<i>Teth. duplaris</i>	2	s	15.08.84	3,00 = subdominant	0,68 = subrezedent	
<i>Thya. batis</i>	2	s	01.06.84	3,00 = subdominant	0,68 = subrezedent	
<i>Apam. monoglypha</i>	3	k	13.06.84	2,00 = rezedent	0,50 = subrezedent	
<i>Apam. ophiogram.</i>	3	m	31.07.84	2,00 = rezedent	0,22 = subrezedent	
<i>Apod. limacodes</i>	2	r	23.07.84	2,00 = rezedent	0,50 = subrezedent	
<i>Asth. albulata</i>	4	s	22.05.84	2,00 = rezedent	0,04 = subrezedent	
<i>Call. rectangulata</i>	4	m	06.07.84	2,00 = rezedent	0,25 = subrezedent	
<i>Camp. bilineatum</i>	4	m	15.08.84	2,00 = rezedent	0,29 = subrezedent	
<i>Camp. margaritata</i>	4	m	03.09.84	2,00 = rezedent	0,22 = subrezedent	

– 137 –

Artname	Familie	Rüssel- typ	Haupt- anflug	Phänolo- gische Abundanz	Dominanz- klasse	relative Jahresabundanz
<i>Cela. leucostigma</i>	3	m	16.05.84	2,00 = rezedent		0,20 = subrezedent
<i>Clos. pigra</i>	2	r	03.08.84	2,00 = rezedent		0,25 = subrezedent
<i>Coma. senex</i>	2	r	03.08.84	2,00 = rezedent		0,40 = subrezedent
<i>Cosm. affinis</i>	3	k	31.07.84	2,00 = rezedent		0,18 = subrezedent
<i>Cychn. mendica</i>	2	r	22.05.84	2,00 = rezedent		0,04 = subrezedent
<i>Drep. curvatula</i>	2	s	03.08.84	2,00 = rezedent		0,77 = subrezedent
<i>Enar. paleacea</i>	3	m	23.07.84	2,00 = rezedent		0,18 = subrezedent
<i>Eupi. haworthiata</i>	4	m	13.06.84	2,00 = rezedent		0,38 = subrezedent
<i>Eupr. chrysorrhoea</i>	2	r	23.07.84	2,00 = rezedent		0,25 = subrezedent
<i>Eust. uncula</i>	3	r	16.05.84	2,00 = rezedent		0,04 = subrezedent
<i>Habr. pyritoides</i>	2	k	23.07.84	2,00 = rezedent		0,32 = subrezedent
<i>Hada. nana</i>	3	k	16.05.84	2,00 = rezedent		0,18 = subrezedent
<i>Hori. vitalbata</i>	4	m	16.05.84	2,00 = rezedent		0,11 = subrezedent
<i>Hydr. impluviata</i>	4	m	16.05.84	2,00 = rezedent		0,14 = subrezedent
<i>Idae. humiliata</i>	4	k	06.07.84	2,00 = rezedent		0,29 = subrezedent
<i>Lyma. dispar</i>	2	r	24.08.84	2,00 = rezedent		0,45 = subrezedent
<i>Macr. rubi</i>	2	r	07.06.84	2,00 = rezedent		0,20 = subrezedent
<i>Mesa. secalis</i>	3	k	21.06.84	2,00 = rezedent		0,65 = subrezedent
<i>Myth. obsoleta</i>	3	k	06.07.84	2,00 = rezedent		0,56 = subrezedent
<i>Myth. pudorina</i>	3	m	06.07.84	2,00 = rezedent		0,43 = subrezedent
<i>Oura. sambucaria</i>	4	m	06.07.84	2,00 = rezedent		0,16 = subrezedent
<i>Pelo. muscerda</i>	2	s	15.08.84	2,00 = rezedent		0,49 = subrezedent
<i>Peri. rhomboidarius</i>	4	k	06.07.84	2,00 = rezedent		0,13 = subrezedent
<i>Phlo. meticulosa</i>	3	m	16.05.84	2,00 = rezedent		0,05 = subrezedent
<i>Plag. pulveraria</i>	4	k	16.05.84	2,00 = rezedent		0,23 = subrezedent
<i>Ptil. capucina</i>	2	r	22.05.84	2,00 = rezedent		0,16 = subrezedent
<i>Rivu. sericealis</i>	3	m	21.06.84	2,00 = rezedent		0,65 = subrezedent
<i>Scop. immorat</i>	4	k	13.06.84	2,00 = rezedent		0,47 = subrezedent
<i>Semi. alternata</i>	4	k	24.08.84	2,00 = rezedent		0,54 = subrezedent
<i>Smer. ocellata</i>	2	r	16.05.84	2,00 = rezedent		0,45 = subrezedent
<i>Steg. cararia</i>	4	r	11.07.84	2,00 = rezedent		0,27 = subrezedent
<i>Thol. decimalis</i>	3	s	03.09.84	2,00 = rezedent		0,07 = subrezedent
<i>Toxo. pastinum</i>	3	k	21.06.84	2,00 = rezedent		0,25 = subrezedent
<i>Witt. sororcula</i>	2	s	07.06.84	2,00 = rezedent		0,14 = subrezedent
Σ				84,78		

Tabelle 6:

Die Anteile der verschiedenen Nachfalterfamilien am Gesamtanflug in Dominanzklassen

	Spinner i. w. S.	Eulen	Spanner
Eudominante (> 10%)	—	—	—
Dominante (> 5%)	—	410 Ind. / 1 Art	—
Subdominante (> 2%)	125 Ind. / 1 Art	424 Ind. / 3 Arten	339 Ind. / 2 Arten
Rezedente (> 1%)	775 Ind. / 11 Arten	567 Ind. / 8 Arten	227 Ind. / 3 Arten
Subrezedente ( $\leq$ 1%)	752 Ind./63 Arten	997 Ind. / 109 Arten	951 Ind. / 111 Arten
$\Sigma$	2398 Ind. / 121 Arten	1652 Ind. / 75 Arten	1517 Ind. / 116 Arten
Anteil in Prozent	30% / 24%	43% / 39%	27% / 37%

Tabelle 6b:

Familiengruppendominanz dreier Biotope im Vergleich

	Spinner i. w. S. Dominanz/Arten	Eulen Dominanz/Arten	Spanner Dominanz/Arten	Gesamt- Artenzahl
G'schleider	30% / 24%	43% / 39%	27% / 37%	314
Trockenwald	27% / 27%	19% / 27%	54% / 46%	183
Rappenkopf	23% / 25%	14% / 25%	63% / 50%	143

Tabelle 7:

Übersicht über die Rüsseleigenschaften der im G'schleider nachgewiesenen Nachtschmetterlinge

Abkürzungen: rel. Abdz. = relative Jahresabundanz

Rüsseltyp: k = kräftig, m = Rüssel mittlerer Stärke, s = schwach, r = reduziert, \* = mittlerer Stärke oder kräftig

Rüselfarbe: w = weiß, g = gelb, hb = hellbraun, b = braun, db = dunkelbraun, sb = schwarzbraun, s = schwarz

Ausrüstung mit sensilla styloconica: o = ohne s.s., w = wenige s.s., + = s.s. vorhanden, ++ = mit zahlreichen s.s.

Autoren: ES = ESCHÉ, KE = KERNBACH, MÖ = MÖLLER, SE = SEITZ, SK = SKINNER, SP = SPULER, ST = STEFFNY

## Bombyces et Spingides (Spinner im weitesten Sinne)

Art	relative Abundanz (%)	Rüsseltyp	Länge (mm)	Farbe	Sensilla styloconica	Pinself	Pollensporen (= P, S)	Bemerkungen (S = Sensillen)	Autoren
<i>Apod. limacodes</i>	0,50	r	0,0						ES
<i>Arct. caja</i>	0,09	r							ST
<i>Arct. l-nigrum</i>	0,04	r	0,0					kurz oder stark reduziert	ES
<i>Ceru. erminea</i>	0,04								
<i>Clos. anachoreta</i>	0,20	r							SP
<i>Clos. anastomosis</i>	0,23	r							SP
<i>Clos. curtula</i>	0,65	r	1,0					1 mm dick	ES
<i>Clos. pigra</i>	0,25	r	0,5	db	o				ES
<i>Coma. senex</i>	0,40	r	1,1	w	o			spröde	ES
<i>Cybo. mesomella</i>	0,27	r	2,8	g	o			geflügelt, spröde, ohne S ?	ES
<i>Cycn. mendica</i>	0,04	r	0,4	w					ES
<i>Dasy. pudibunda</i>	0,89	r	0,5	w					ES
<i>Deil. elpenor</i>	0,31	k	23,0	hb			+		ES, MÖ,ST
<i>Deil. porcellus</i>	1,24	k	19,0	b			P		ES, MÖ
<i>Diac. sannio</i>	0,49	s		b	o			kurz, RüSpitze gelb, unpaar	ES
<i>Drep. binaria</i>	0,09	s						kurz, aber fest	SP
<i>Drep. cultraria</i>	0,02	s						kurz, aber fest	SP
<i>Drep. curvatula</i>	0,77	s		hb	+	+			ES
<i>Drep. falcataria</i>	0,02	s						kurz, aber fest	SP
<i>Drep. harpagula</i>	0,09	s						kurz, aber fest	SP
<i>Drep. lacertinaria</i>	0,14	s						kurz, aber fest	SP
<i>Drym. tri. dodonea</i>	0,31	r	0,8	w				„schrumpelig“	ES
<i>Eile. complana</i>	0,09	*							
<i>Eile. griseola</i>	1,33	k	4,1	b				dünn	ES
<i>Eile. pygmaeola</i>	0,02								
<i>Eupr. chrysorrhoea</i>	0,25	r	0,0						ES

- 140 -

Art	relative Abundanz (%)	Rüsseltyp	Länge (mm)	Farbe	Sensilla styloconica	Pinself	Pollensporen (= P, S)	Bemerkungen (S = Sensillen)	Autoren
<i>Furc. bicuspis</i>	0,02	r							SK
<i>Furc. furcula</i>	0,09	r	1,0	w					ES
<i>Glup. crenata</i>	1,30	r	0,8	b					ES
<i>Habr. pyritoides</i>	0,32	k	db	+	+				ES
<i>Harp. milhauseri</i>	0,05	r							SK, SP
<i>Hepi. lupulinus</i>	0,05	r							ES
<i>Hepi. sylvinus</i>	0,02	r							ES
<i>Laot. populi</i>	1,37	r	3,3	hb					ST, MÖ, KE
<i>Leuc. salicis</i>	0,04								
<i>Lith. quadra</i>	0,04						ziemlich lang		SP
<i>Lyma. dispar</i>	0,45	r	0,0						ES
<i>Lyma. monacha</i>	0,04	r	0,0						ES
<i>Macr. rubi</i>	0,20	r	0,0						ES
<i>Mala. neustria</i>	1,65	r	0,0						ES
<i>Milt. miniata</i>	0,61	m			+		geflügelt, kurz, S an Rüstspitze		ES
<i>Mima. tiliae</i>	0,05	r	4,5	g	o		reduziert ?		ES
<i>Nola. cuculatella</i>	0,02								
<i>Noto. dromedarius</i>	0,02	r							SP
<i>Noto. ziczac</i>	0,11	r	1,5	w	+				ES
<i>Ochr. querna</i>	0,04								
<i>Odon. pruni</i>	0,09	r					spröde, kurz oder reduziert		SP
<i>Orgy. recens</i>	0,02	r							SP
<i>Pach. trifolii</i>	0,40	r	0,0						ES
<i>Pelo. muscerda</i>	0,49	s	6,1	g			lang, doch spröde und abgeflacht		ES
<i>Peri. anceps</i>	0,13	r	0,5	w					ES
<i>Phal. bucephala</i>	0,20	r	1,5	hb	o				ES
<i>Pheo. tremula</i>	0,40	r	1,0	g					
<i>Phil. potatoria</i>	1,65	r	0,0						ES
<i>Phra. castaneae</i>	1,08	r	0,0						ES
<i>Phra. fuliginosa</i>	2,25	r	1,7	hb			spröde		ES
<i>Port. similis</i>	1,04	r	0,3	g	o		dünn, paarig bis Rüstspitze		ES
<i>Pter. palpina</i>	0,56	m		hb			RüLänge durchschn		ES
<i>Ptil. capucina</i>	0,16	r	1,8	b					ES, ST
<i>Roes. albula</i>	0,02								
<i>Roes. strigula</i>	0,02								
<i>Smer. ocellata</i>	0,45	r	3,0	hb					MÖ, KE
<i>Sphi. ligustri</i>	0,16	k	29,0	db					ST, MÖ
<i>Spil. lubricipedum</i>	1,13	r	3,0	w	o		galeae rund		ES
<i>Spil. menthastri</i>	0,70	r	2,7	g					ES
<i>Stau. fagi</i>	0,09	r							SP
<i>Stil. salicis</i>	0,14	r	1,3	w	o		paarig, rauh		ES
<i>Teth. duplaris</i>	0,68	s	4,0	b	+	+	S ab 2,8 mm		ES





- 142 -

Art	relative Abundanz (%)	Rüsseltyp	Länge (mm)	Farbe	Sensilla styloconica	Pinsel	Pollensporen (= P, S)	Bemerkungen (S = Sensillen)	Autoren
<i>Cela. leucostigma</i>	0,20	m			+				ES
<i>Char. trigrammica</i>	3,00	m		b	+	+	P	auffallend große S	ES
<i>Chry. c-aureum</i>	0,02	k						gut entwickelt	ES
<i>Colo. coryli</i>	0,43	r	0,5	hb	o			steif	ES
<i>Colo. salicalis</i>	0,07	*						vorhanden	SE
<i>Cosm. affinis</i>	0,18	k		db	+	+		RüLänge durchschnittlich (SP: am Köder)	ES, SP
<i>Cosm. pyralina</i>	0,23	k	5,3	b	+			S ab 4,5 mm (SP: am Köder)	ES
<i>Cosm. trapezina</i>	0,20	m	8,0	b	+			S ab 6,9 mm (SP: am Köder)	ES
<i>Cran. ligustri</i>	0,05	k	7,3	db	+			S nur an RüSpitze	ES, MÖ
<i>Cryp. algae</i>	0,07	m	4,2	hb					ES
<i>Cucu. umbratica</i>	0,02	k						kräftig	SP
<i>Diar. brunnea</i>	0,05	k						lang, fest	SP
<i>Disc. trifolii</i>	0,02	m		hb				mit Pinsel?	ES
<i>Eari. chlorana</i>	1,30	k	3,8	b	o				ES
<i>Eari. vernana</i>	0,05	*						entwickelt (s. <i>chloranaa</i> )	SE
<i>Emme. trabealis</i>	0,09	k		s					ES
<i>Enar. paleacea</i>	0,18	m	7,5	hb	+	+			ES
<i>Enar. ypsilon</i>	0,05	*						gut entwickelt	SE
<i>Ephe. fulminea</i>	0,02								
<i>Euca. amethystina</i>	0,52	k		db	+	+		RüLänge durchschnittlich	ES
<i>Eupl. lucipara</i>	0,14	k						kräftig	SP
<i>Eust. olivana</i>	0,20	s		hb	+	+		abgeflacht	ES
<i>Eust. uncula</i>	0,04	r	0,0	g	+				ES
<i>Euxo. nigricans</i>	0,02								
<i>Hada. nana</i>	0,18	k		db	+	+		stark sklerotisiert, doch mit Pinsel	ES
<i>Hade. bicruris</i>	0,04	k		db			P		ES
<i>Hade. lithoxylea</i>	0,05	*						vorhanden	ES, SE
<i>Hade. rivularis</i>	0,04							vorhanden	ES, SE
<i>Heli. reticulata</i>	0,05								ES
<i>Hopl. alsines</i>	0,25	k		db				lang	ES
<i>Hopl. ambigua</i>	0,85	k	7,5	b	+			S ab 5,4 mm	ES
<i>Hopl. blanda</i>	0,41	k	7,3	db	+			S ab 6,2 mm	ES
<i>Hydr. micacea</i>	0,05	*						vorhanden	SE
<i>Hype. proboscidalis</i>	0,43	s	5,3	hb	+				ES, MÖ
<i>Ipim. retusa</i>	0,11	m	4,2	hb	+	+		S ab 2,3 mm	ES
<i>Ipim. subtusa</i>	0,14	m		b	+	+			ES
<i>Jasp. deceptor</i>	1,19	s	3,3	sb	+	+	S	RüSpitze hellbraun	ES
<i>Jasp. pygarga</i>	0,59	r	2,5	g	+			fest, große S	ES
<i>Lasp. flexula</i>	0,20	k	4,2	b	+			S nur an RüSpitze	ES
<i>Lupe. testacea</i>	0,02	r	3,5	g	w			dick	ES
<i>Mame. brassicae</i>	0,04	k	10,1	b					MÖ
<i>Mame. oleracea</i>	0,07	*						vorhanden	SE

Art	relative Abundanz (%)	Rüsseltyp	Länge (mm)	Farbe	Sensilla styloconica	Pinself	Pollensporen (= P, S)	Bemerkungen (S = Sensillen)	Autoren
<i>Mame. persicariae</i>	0,02	k	9,5	b					ES
<i>Mame. suasa</i>	0,07	*					vorhanden		SE
<i>Mame. w-latinum</i>	0,79	k	8,8	db	+	+	+	S ab 7,7 mm	ES
<i>Mesa. secalis</i>	0,65	k	6,8	b	+			S ab 6,3 mm	ES
<i>Moma. alpium</i>	0,05	m		hb	+			RüLänge durchschnittl.	ES
<i>Myth. albipuncta</i>	2,37	m	8,3	hb	+	+	P		ES
<i>Myth. conigera</i>	0,43	k	9,5	db	+			S ab 8,4 mm	ES
<i>Myth. ferrago</i>	0,07	*	8,5					dick	ES
<i>Myth. impura</i>	1,28	k	7,7	b					ES
<i>Myth. l-album</i>	0,05	*	7,9		+				MÖ,ES
<i>Myth. obsolata</i>	0,56	k	8,0	b					ES
<i>Myth. pallens</i>	1,40	m	8,3	hb	+	+	P		ES
<i>Myth. pudorina</i>	0,43	m	7,0	hb					ES
<i>Myth. straminata</i>	0,13							lang	SP
<i>Noct. comes</i>	0,02	k	14,0	b					MÖ
<i>Noct. fimbriata</i>	0,02	k						fest und lang	SP
<i>Noct. janthina</i>	0,05	k						fest und lang	SP
<i>Noct. pronuba</i>	0,14	k	14,6	b	+				ES
<i>Ochr. plecta</i>	1,06	m	6,0	db	+		P	S ab 4,5 mm	ES
<i>Orth. incerta</i>	0,02	m	7,5	b	+	+			ES
<i>Pach. sagittigera</i>	0,02	m	9,5	b	+	+			ES
<i>Para. fuliginosa</i>	0,04	k						kräftig und lang	SP
<i>Phlo. meticulosa</i>	0,05	m	10,8	hb					ES
<i>Phot. extrema</i>	0,29	m	5,5	g	+		P		ES
<i>Phot. pygmina</i>	0,07	m		g	+	+			ES
<i>Phyt. viridaria</i>	0,81	k	6,0	db	o				ES
<i>Plus. chrysitis</i>	0,20	k	17,0	b	o			RüLänge über Durchschnitt	ES
<i>Plus. tutti</i>	0,16	k		b	o			RüLänge über Durchschnitt	ES
<i>Pseu. bicolorana</i>	0,02								
<i>Pyrr. umbra</i>	0,09							sehr gut entwickelt	SE
<i>Rivu. sericealis</i>	0,65	m	4,5	hb	o				ES
<i>Rusi. ferruginea</i>	0,22	k		b	+	+	P		ES
<i>Scol. libatrix</i>	0,02	k	8,0	b				mit Säge- und Raspelstrukturen	MÖ
<i>Scot. cinerea</i>	0,18	k		sb			P	lang	ES
<i>Scot. exclamationis</i>	7,38	k	11,0	db					ES
<i>Scot. segetum</i>	0,15	k						lang und fest	SP
<i>Simy. albovenosa</i>	0,02	s						kurz	SP
<i>Talp. matura</i>	1,06	k		sb				RüLänge über Durchschnitt	ES
<i>Thol. decimalis</i>	0,07	s	5,5	g					ES
<i>Toxo. pastinum</i>	0,25	k	9,2	b	+			S ab 8,4 mm	ES
<i>Tris. emortualis</i>	0,02								
<i>Unca candidula</i>	0,14	s		g				RüLänge ≥ Durchschnitt	ES
<i>Zanc. grisealis</i>	0,11	m	5,5	hb	+			S ab 4,7 mm	ES

- 144 -

Art	relative Abundanz (%)	Rüsseltyp	Länge (mm)	Farbe	Sensilla styloconica	Pinsel	Pollensporen (= P, S)	Bemerkungen (S = Sensillen)	Autoren
<i>Zanc. tarsicrinalis</i>	0,04	s	5,5	hb	+				ES
<i>Zanc. tarsipennalis</i>	0,07	s	4,0	hb	+	+		galeae getrennt, Pinsel schwach entwickelt	ES
<i>Zanc. tenuialis</i>	0,16	s		b				spröde	ES

## Geometridae (Spanner)

<i>Abra. grossulariata</i>	0,09	m	4,0	hb	+				ES
<i>Alci. repandata</i>	0,09	m	8,4	b	+	+			ES
<i>Ange. prunaria</i>	0,14	m		hb					ES
<i>Anti. sparsatus</i>	0,04	w							ES
<i>Apei. syringaria</i>	0,02	r		g	o			Rü auf wenige mm reduziert	ES
<i>Aplo. plagiata</i>	0,07	k						sehr lang	SP
<i>Asth. albulata</i>	0,04	s	3,0	w	o			spröde	ES
<i>Bist. betularius</i>	0,12	r	3,5	b					ES
<i>Boar. punctinalis</i>	1,12	k		b	+			Raspelstrukturen ?	ES
<i>Bupa. piniarius</i>	0,02	r	1,5	b				grau	ES
<i>Cabe. exanthemata</i>	0,47	s		g	+		P		ES
<i>Cabe. pusaria</i>	0,31	s	4,7	g	+		P	S ab 3,4 mm	ES
<i>Call. rectangulata</i>	0,25	m	2,8	hb	o			steif	ES
<i>Camp. bilineatum</i>	0,29	m		hb				RüLänge durchschnittlich	ES
<i>Camp. margaritata</i>	0,22	m	5,5	g	+			S ab 5 mm	ES
<i>Cata. cuculata</i>	0,14							Pollen am Genital	ES
<i>Chlo. v-ata</i>	0,25	k	3,0	b	o				ES
<i>Chlo. viridata</i>	0,02								
<i>Cleo. cinctaria</i>	0,05	m		b			P		ES
<i>Colo. pectinataria</i>	0,47	s	5,2	hb	+		P	spröde, S ab 4,6 mm	ES
<i>Comi. pustulata</i>	0,11								
<i>Cosm. ocellata</i>	0,05	s	4,2	hb					ES
<i>Croc. elinguaria</i>	0,14	r	0,0						ES
<i>Cycl. lineariata</i>	0,07	m	4,7	g	o				ES
<i>Cycl. punctaria</i>	0,05	m	4,5	g	w			S nur an RüSpitze	ES
<i>Cycl. ruficliaria</i>	0,11								
<i>Ecli. silaceata</i>	0,20	k	5,3	db	+			S ab 4,7 mm	ES
<i>Ectr. bistortata</i>	0,05	k	6,2	b					ES
<i>Ectr. extersaria</i>	0,05	*						gut entwickelt	SP
<i>Elec. corylata</i>	0,04								
<i>Emat. atomaria</i>	0,13	k	4,8	s	o				ES
<i>Enno. alniaria</i>	0,02								
<i>Enno. erosaria</i>	0,14	r	0,0						ES
<i>Epio. repandata</i>	0,05	m		hb				RüLänge durchschnittlich	ES
<i>Epir. alternata</i>	0,20	k	5,0	sb	w			dünn, S ab 4,5 mm	ES
<i>Epir. rivata</i>	0,02	k	5,6	b	+				ES

Art	relative Abundanz (%)	Rüsseltyp	Länge (mm)	Farbe	Sensilla styloconica	Pinself	Pollensporen (= P; S)	Bemerkungen (S = Sensillen)	Autoren
<i>Epir. tristata</i>	0,04	k	5,0	s	o			ES	
<i>Euch. nebulata</i>	0,04	r	2,3	hb	o			ES	
<i>Euli. pyrallata</i>	0,09	m	7,0	hb				ES	
<i>Euli. testata</i>	0,05	s	6,9	g				ES	
<i>Eupi. centaureata</i>	0,27	k	4,8	sb	o			ES	
<i>Eupi. haworthiata</i>	0,38	m		b				ES	
<i>Eupi. satyrata</i>	0,02								
<i>Eupi. venosata</i>	0,02								
<i>Geom. papilionaria</i>	0,04	m	9,5	g	w			ES	
<i>Hemi. aestivaria</i>	0,47	m	6,7	g	w		S nur an RüSpitze	ES	
<i>Hemi. chrysopariata</i>	0,13	s		g			Länge < Durchschnitt, spröde, galeae getrennt	ES	
<i>Hori. tersata</i>	0,61	m	5,7	hb	o		Sexual-Dimorphismus: ♂♂: k / 7,2 mm / b	ES	
<i>Hori. vitalbata</i>	0,11	m		b				ES	
<i>Hydr. impluviata</i>	0,14	m	4,5	db			dick, spröde	ES	
<i>Idae. aversata</i>	0,32	s		g	+		dick	ES	
<i>Idae. biselata</i>	0,54	k	5,4	hb	o		spröde	ES	
<i>Idae. deversaria</i>	0,02	s		g			flach, eingedrückt	ES	
<i>Idae. dimidiata</i>	0,05	k	4,0	db			steif	ES	
<i>Idae. fuscovenosa</i>	0,02	m		hb			Länge durchschnittl., spröde, galeae getrennt	ES	
<i>Idae. humiliata</i>	0,29	k	3,5	db	o			ES	
<i>Idae. macilentaria</i>	0,02								
<i>Idae. moniliata</i>	0,02								
<i>Idae. muricata</i>	0,05	s	2,3	g	o		spröde	ES	
<i>Idae. ochrata</i>	0,07								
<i>Idae. serpentata</i>	0,04								
<i>Idae. straminata</i>	0,18	m		hb			dick	ES	
<i>Jodi. lactearia</i>	0,16	s	4,2	g	o			ES	
<i>Ligd. adustata</i>	0,32	m	4,0	hb	+			ES	
<i>Lobo. halterata</i>	0,02	m		sb			hochkantig, flach	ES	
<i>Lobo. sexalata</i>	0,13	m		b	+		Länge < Durchschnitt	ES	
<i>Loma. marginata</i>	2,55	k	3,5	b	+	P		ES	
<i>Lomo. bimaculata</i>	0,07	s	5,2	g			spröde	ES	
<i>Lomo. temerata</i>	0,32	k	5,2	b	+		S nur an RüSpitze	ES	
<i>Lyci. hirtaria</i>	0,04	r	0,4	w			unpaar, Sexualdimorphie betreffend Rülänge	ES	
<i>Mela. procellata</i>	0,25	k	7,0	sb	+		S ab 6,4 mm	ES	
<i>Opis. luteolata</i>	1,35	m		hb	+	P	a E geflügelt + S	ES	
<i>Oura. sambucaria</i>	0,16	m		hb			dick	ES	
<i>Pare. berberata</i>	0,49	m	5,0	hb	+	P	S ab 3,9 mm	ES	
<i>Peri. affinitatum</i>	0,02								
<i>Peri. albulatum</i>	0,02								

Art	relative Abundanz (%)	Rüsseltyp	Länge (mm)	Farbe	Sensilla styloconica	Pinsel	Pollensporen (= P, S)	Bemerkungen (S = Sensillen)	Autoren
<i>Peri. alchemillatum</i>	0,04								
<i>Peri. rhomboidarius</i>	0,13	k		db	+	+	lang	ES	
<i>Peri. secundarius</i>	0,02	*	8,2				Sexual-Dimorphismus in Länge u. Sklerotisierung	ES	
<i>Petr. chlorosata</i>	0,02								
<i>Phil. transversata</i>	0,16	k	5,8	b	+		S ab 5,3 mm	ES	
<i>Phil. vetulata</i>	0,07	s		g	+			ES	
<i>Plag. dolabraria</i>	0,07	s	4,5	hb	+	+	spröde, abgeflacht, Pinsel schwach ausgebild.	ES	
<i>Plag. pulveraria</i>	0,23	k	8,0	b				ES	
<i>Plem. rubiginata</i>	0,11	s	3,5	hb	+		S nur an RüSpitze	ES	
<i>Rheu. cervicalis</i>	0,04	m		hb	+	+	RüLänge durchschnittlich	ES	
<i>Scop. caricaria</i>	0,92	m	5,0	hb				ES	
<i>Scop. immorat</i>	0,47	k	4,0	sb				ES	
<i>Scop. immutata</i>	0,27	m		b			breit geflügelt	ES	
<i>Scop. marginep.</i>	0,04								
<i>Scop. nigropunctata</i>	0,11	s		g			RüLänge durchschnittlich	ES	
<i>Scop. ornata</i>	0,94	k		s	+		lang	ES	
<i>Scop. virgulata</i>	1,62	k	4,0	b	o			ES	
<i>Scot. chenopodiata</i>	0,14	k	8,5	b	w		S nur a Spitze	ES	
<i>Sele. dentaria</i>	0,09	s		b			spröde, RüLänge unter Durchschnitt	ES	
<i>Sele. lunularia</i>	0,02								
<i>Sele. tetralunaria</i>	0,02	s	5,0	hb	o		spröde, abgeflacht	ES	
<i>Semi. alternata</i>	0,54	k	5,2	b	w		S. ab 4,2 mm	ES	
<i>Semi. artesiaria</i>	0,05	*						ES	
<i>Semi. clathrata</i>	3,54	k	5,0	sb	w		P	ES	
<i>Semi. liturata</i>	0,02	*						ES	
<i>Semi. notata</i>	0,05	m		hb	+			ES	
<i>Sion. lineata</i>	0,45	k	10,0	sb			breit, geflügelt	ES	
<i>Steg. cararia</i>	0,27	r	2,0	g				ES	
<i>Steg. trimaculata</i>	0,13	s	2,5	hb	+	+	abgeflacht	ES	
<i>Thal. fimbrialis</i>	0,47	s						ES	
<i>Ther. firmata</i>	0,02								
<i>Ther. variata</i>	0,05	k	5,0	b	w			ES	
<i>Tima. griseata</i>	0,13	k		b	+		P	ES	
<i>Tric. carpinata</i>	0,02								
<i>Tric. viretata</i>	0,11	k		sb			RüLänge durchschnittlich	ES	
<i>Xant. designata</i>	0,02								
<i>Xant. ferrugata</i>	0,14	k	4,5	b				ES	
<i>Xant. montanata</i>	0,02								
<i>Xant. spadicearia</i>	0,04								

Tabelle 8:

Übersicht über die Rüsseltypen der Arten des Rappenkopf – Arten mit relativer Jahres-Abundanz  $\geq 0,16\%$

Abkürzungen:

Rüsseltyp: k = kräftig, m = Rüssel mittlerer Stärke, r = reduziert, s = schwach

Familie: Bo & Sph = Bombyces et Sphingides (Spinner i. w. S.), Noct = Noctuidae (Eulen), Geo = Geometridae (Spanner)

Art	relative Abundanz (%)	Rüsseltyp	Familie
<i>Port. similis</i>	10,41	r	Bo & Sph
<i>Mela. procellata</i>	9,68	k	Geo
<i>Hemi. aestivaria</i>	6,84	m	Geo
<i>Ectr. bistortata</i>	6,18	k	Geo
<i>Abra. grossulariata</i>	6,07	m	Geo
<i>Ange. prunaria</i>	4,01	m	Geo
<i>Sele. dentaria</i>	3,34	s	Geo
<i>Loma. marginata</i>	2,84	k	Geo
<i>Plag. pulveraria</i>	2,34	k	Geo
<i>Plem. rubiginata</i>	2,34	s	Geo
<i>Apam. scolopacina</i>	2,23	m	Noct
<i>Hype. proboscidalis</i>	2,23	s	Noct
<i>Boar. punctinalis</i>	1,78	k	Geo
<i>Cosm. trapezina</i>	1,61	m	Noct
<i>Drep. curvatula</i>	1,61	s	Bo & Sph
<i>Dasy. pudibunda</i>	1,56	r	Bo & Sph
<i>Idae. biselata</i>	1,50	k	Geo
<i>Zanc. grisealis</i>	1,39	m	Noct
<i>Cabe. exanthemata</i>	1,28	s	Geo
<i>Xant. birivia</i>	1,28	s	Geo
<i>Pheo. tremula</i>	1,17	r	Bo & Sph
<i>Pter. palpina</i>	1,11	m	Bo & Sph
<i>Clos. curtula</i>	1,06	r	Bo & Sph
<i>Rivu. sericealis</i>	0,95	m	Noct
<i>Ipim. retusa</i>	0,89	m	Noct
<i>Euli. pyraliata</i>	0,78	m	Geo
<i>Semi. notata</i>	0,78	m	Geo
<i>Spil. lubricipedum</i>	0,78	r	Bo & Sph
<i>Abra. sylvata</i>	0,00	m	Geo
<i>Cosm. pyralina</i>	0,72	k	Noct
<i>Lomo. temerata</i>	0,72	k	Geo
<i>Loph. camelina</i>	0,72	r	Bo & Sph
<i>Cabe. pusaria</i>	0,67	s	Geo
<i>Sele. tetralunaria</i>	0,67	s	Geo
<i>Teth. or</i>	0,61	m	Bo & Sph
<i>Phil. potatoaria</i>	0,56	r	Bo & Sph
<i>Diar. brunnea</i>	0,50	k	Noct
<i>Ipim. subtusa</i>	0,50	m	Noct
<i>Lomo. bimaculata</i>	0,50	s	Geo
<i>Scol. libatrix</i>	0,50	k	Noct

- 148 -

Art	relative Abundanz (%)	Rüsseltyp	Familie
<i>Drym. trimacula</i>	0,39	r	Bo & Sph
<i>Pelo. muscerda</i>	0,39	s	Bo & Sph
<i>Laot. populi</i>	0,39	r	Bo & Sph
<i>Hori. tersata</i>	0,39	m	Geo
<i>Call. rectangulata</i>	0,39	m	Geo
<i>Zanc. tarsicrinalis</i>	0,39	s	Noct
<i>Ecli. capitata</i>	0,33	s	Geo
<i>Xant. ferrugata</i>	0,33	k	Geo
<i>Alci. repandata</i>	0,33	m	Geo
<i>Eile. griseola</i>	0,33	k	Bo & Sph
<i>Glup. crenata</i>	0,33	r	Bo & Sph
<i>Teth. duplaris</i>	0,33	r	Bo & Sph
<i>Epir. alternata</i>	0,28	k	Geo
<i>Euch. nebulata</i>	0,28	k	Geo
<i>Noct. janthina</i>	0,22	k	Noct
<i>Asth. anseraria</i>	0,22	s	Geo
<i>Tima. griseata</i>	0,22	k	Geo
<i>Semi. alternata</i>	0,22	k	Geo
<i>Apei. syringaria</i>	0,22	r	Geo
<i>Croc. elinguarua</i>	0,22	r	Geo
<i>Milt. miniata</i>	0,22	m	Bo & Sph
<i>Lyma. monacha</i>	0,22	r	Bo & Sph
<i>Ectr. extersaria</i>	0,17	m	Geo
<i>Ligd. adustata</i>	0,17	m	Geo
<i>Steg. cararia</i>	0,17	r	Geo
<i>Epio. repandata</i>	0,17	m	Geo
<i>Chlo. truncata</i>	0,17	m	Geo
<i>Rheu. cervinalis</i>	0,17	m	Geo
<i>Phil. transversata</i>	0,17	k	Geo
<i>Xant. quadrifasiata</i>	0,17	m	Geo
<i>Asth. albulata</i>	0,17	m	Geo
<i>Jasp. pygarga</i>	0,17	r	Noct

Tabelle 9:

Relative Abundanz der Rüsseltypen: Offenlandbiotop „G'schleider“ und Waldbiotop „Rappenkopf“ im Vergleich.

Berücksichtigt sind die Arten mit relativer Jahresabundanz  $\geq 0,16\%$  (d. i. im G'schleider 88%, im Rappenkopf 93% der nachgewiesenen Individuen)

G'schleider		Individuen-Anteil (%)	Arten-Anteil (%)
Kategorie I	Kräftige Rüssel	46	40
Kategorie II	Rüssel mittlerer Stärke	22	23
Kategorie III	Schwach ausgebildete Rüssel	8	12
Kategorie IV	Reduzierte Rüssel	23	25
Rappenkopf			
Kategorie I	Kräftige Rüssel	31	25
Kategorie II	Rüssel mittlerer Stärke	33	35
Kategorie III	Schwach ausgebildete Rüssel	16	18
Kategorie IV	Reduzierte Rüssel	19	22



Tabelle 10:

Offenland- und Waldbiotop im Vergleich: Verbreitungsschwerpunkte der Arten mit relativer Jahres-Abundanz  $\geq 0.5\%$

(angegeben sind Art, Familiengruppe, relative Jahres-Abundanz linke Kolonne: Wiesen-Hecken-Landschaft G'schleider, rechte Kolonne: Hartholzauewald Rappenkopf)

G'schleider			Rappenkopf		
Kategorie I: mitteleuropäisch/westeuropäisch					
<i>Scot. exclamationis</i>	Noct	7,38	<i>Ange. prunaria</i>	Geo	4,01
<i>Semi. clathrata</i>	Geo	3,54	<i>Hype. proboscidalis</i>	Noct	2,23
<i>Char. trigrammica</i>	Noct	3,00	<i>Cosm. trapezina</i>	Noct	1,61
<i>Phra. fuliginosa</i>	Bo & Sph	2,25	<i>Dasy. pudi. pudibunda</i>	Bo & Sph	1,56
<i>Apam. sublustris</i>	Noct	2,25	<i>Idae. biselata</i>	Geo	1,50
<i>Mala. neustria</i>	Bo & Sph	1,65	<i>Zanc. grisealis</i>	Noct	1,39
<i>Phil. potatoria</i>	Bo & Sph	1,65	<i>Cabe. exanthemata</i>	Geo	1,28
<i>Laot. populi</i>	Bo & Sph	1,37	<i>Pheo. tremula</i>	Bo & Sph	1,17
<i>Amat. c-nigrum</i>	Noct	1,37	<i>Pter. palpina</i>	Bo & Sph	1,11
<i>Eile. griseola</i>	Bo & Sph	1,33	<i>Clos. curtula</i>	Bo & Sph	1,06
<i>Eari. chlorana</i>	Noct	1,30	<i>Lomo. tenerata</i>	Geo	0,72
<i>Deil. porcellus</i>	Bo & Sph	1,24	<i>Cabe. pusaria</i>	Geo	0,67
<i>Talp. matura</i>	Noct	1,06	<i>Teth. or</i>	Bo & Sph	0,61
<i>Auto. gamma</i>	Noct	0,99	<i>Phil. potatoria</i>	Bo & Sph	0,56
<i>Dasy. pudibunda</i>	Bo & Sph	0,89	<i>Lomo. bimaculata</i>	Geo	0,50
<i>Phyt. viridaria</i>	Noct	0,81			
<i>Mame. w-latinum</i>	Noct	0,79			
<i>Spil. menthastris</i>	Bo & Sph	0,70			
<i>Clos. curtula</i>	Bo & Sph	0,65			
<i>Mesa. secalis</i>	Noct	0,65			
<i>Milt. miniata</i>	Bo & Sph	0,61			
<i>Hori. tersata</i>	Geo	0,61			
<i>Jasp. pygarga</i>	Noct	0,59			
<i>Pter. palpina</i>	Bo & Sph	0,56			
<i>Idae. biselata</i>	Geo	0,54			
<i>Apam. monoglypha</i>	Noct	0,50			

## G'schleider

## Rappenkopf

## Kategorie II: nordeuröpaïsch/eurosisirisch/boreal

<i>Loma. marginata</i>	Geo	2,55	<i>Ectr. bistortata</i>	Geo	6,18
<i>Axyl. putris</i>	Noct	1,55	<i>Abra. grossulariata</i>	Geo	6,07
<i>Myth. pallens</i>	Noct	1,40	<i>Sele. dentaria</i>	Geo	3,34
<i>Myth. impura</i>	Noct	1,28	<i>Loma. marginata</i>	Geo	2,84
<i>Spil. lubricipedum</i>	Bo & Sph	1,13	<i>Plag. pulveraria</i>	Geo	2,34
<i>Ochr. plecta</i>	Noct	1,06	<i>Apam. scolopacina</i>	Noct	2,23
<i>Drep. curvatula</i>	Bo & Sph	0,77	<i>Drep. curvatula</i>	Bo & Sph	1,61
<i>Teth. duplaris</i>	Bo & Sph	0,68	<i>Xant. biriviata</i>	Geo	1,28
<i>Thya. batis</i>	Bo & Sph	0,68	<i>Spil. lubricipedum</i>	Bo & Sph	0,78
<i>Myth. obsoleta</i>	Noct	0,56	<i>Euli. pyralata</i>	Geo	0,78
<i>Semi. alternata</i>	Geo	0,54	<i>Semi. notata</i>	Geo	0,78
<i>Loph. camelina</i>	Bo & Sph	0,72			
<i>Abra. sylvatus</i>	Geo	0,72			
<i>Scol. libatrix</i>	Noct	0,50			
<i>Ipim. subtusá</i>	Noct	0,50			
<i>Diar. brunnea</i>	Noct	0,50			

## G'schleider

## Rappenkopf

## Kategorie III: süd-, südost-, osteuropäisch/mediterran/pontisch/vorderasiatisch

<i>Myth. albipuncta</i>	Noct	2,37	<i>Mela. procellata</i>	Geo	9,68
<i>Scop. virgulata</i>	Geo	1,62	<i>Hemi. aestivaria</i>	Geo	6,84
<i>Opis. luteolata</i>	Geo	1,35	<i>Plem. rubiginata</i>	Geo	2,34
<i>Glup. crenata</i>	Bo & Sph	1,30	<i>Port. similis</i>	Bo & Sph	10,40
<i>Jasp. deceptoris</i>	Noct	1,19	<i>Boar. punctinalis</i>	Geo	1,78
<i>Boar. punctinalis</i>	Geo	1,12	<i>Rivu. sericealis</i>	Noct	0,95
<i>Phra. castaneae</i>	Bo & Sph	1,08	<i>Ipim. retusa</i>	Noct	0,89
<i>Thau. processionea</i>	Bo & Sph	1,08	<i>Cosm. pyralina</i>	Noct	0,72
<i>Port. similis</i>	Bo & Sph	1,04	<i>Sele. tetralunaria</i>	Geo	0,67
<i>Scop. ornata</i>	Geo	0,94			
<i>Scop. caricaria</i>	Geo	0,92			
<i>Hopl. ambigua</i>	Noct	0,85			
<i>Amat. xanthographa</i>	Noct	0,76			
<i>Rivu. sericealis</i>	Noct	0,65			
<i>Euca. amethystina</i>	Noct	0,52			
<i>Apod. limacodes</i>	Bo & Sph	0,50			

– 152 –

Tabelle 11a:

Biotopvergleich: Relative Abundanz der Faunenelemente Offenlandbiotop „G'schleider“ und Waldbiotop „Rappenkopf“

Berücksichtigt sind die Arten mit relativer Jahres-Abundanz  $\geq 0,5$ , d. i. im G'schleider 68%, am Rappenkopf 85% der nachgewiesenen Individuen

Abkürzungen:

r/s/m/k = Rüssel reduziert/schwach/mittelstark/kräftig

G'schleider	Individuen-Anteil (%)	Arten-Anteil (%)	Arten	Individuen/Art
mitteleuropäisches Element	56	49	26	80
nord/nordosteurop. Element	18	21	11	68
süd/ost/südosteurop. Element	25	30	16	60

## Rappenkopf

mitteleuropäisches Element	23	38	15	24
nord/nordosteurop. Element	36	40	16	35
süd/ost/südosteurop. Element	40	23	9	68

Tabelle 11b:

Die Anteile der Rüsseltypen je Arealtyp im Habitatvergleich

G'schleider	Anteil der Individuen an Rüssel- und Arealtyp				Anteil jedes Rüsseltyps an den Arealtypen			
	k	m	s	r	k	m	s	r
mitteleuropäisches Element	32%	10%	0%	15%	63%	45%	0%	63%
nord/nordosteurop. Element	10%	4%	3%	2%	20%	18%	60%	8%
süd/ost/südosteurop. Element	9%	8%	2%	7%	18%	36%	40%	29%
					100%	100%	100%	100%

## Rappenkopf

mitteleuropäisches Element	3%	10%	5%	5%	10%	30%	33%	26%
nord/nordosteurop. Element	14%	13%	7%	2%	45%	39%	47%	11%
süd/ost/südosteurop. Element	14%	10%	3%	12%	45%	30%	20%	63%
					100%	100%	100%	100%



- 154 -

Art	Rüssel- typ	n	Die Dekaden der Monate																
			Mai			Juni			Juli			August			Sep.				
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1				
<i>Drym. tri. dodonea</i>	r	17	-	-	-	-	█					-							
<i>Ligd. adustata</i>	m	19	-	-			█			-	-	█	-	-					
<i>Deil. porcellus</i>	k	69			-	-	█	-			-	-	-	█	-	-			
<i>Colo. coryli</i>	r	24			-		█						█	-	-				
<i>Teth. or</i>	m	13			-			█		-		-							
<i>Smer. ocellata</i>	r	25			-		█				-	-							
<i>Phra. castaneae</i>	r	60			-		█			-	-	-							
<i>Hori. tersata</i>	m	34			-		█							█	-	-			
<i>Macr. rubi</i>	r	11			-		-	█		-									
<i>Char. trigrammica</i>	m	167			-		-	█											
<i>Ochr. plecta</i>	m	59			-		-	█				-	-	█	-				
<i>Myth. albipuncta</i>	m	132			-		-	█				-	-	-		█			
<i>Spil. menthastri</i>	r	39			-		-	█		-		-		-					
<i>Jasp. deceptoris</i>	s	66			-		-	█											
<i>Apam. sublustris</i>	m	125			-		-	█											
<i>Sion. lineata</i>	k	25			-		-	█											
<i>Eupl. lucipara</i>	k	8			-		-	█		-									
<i>Moma. alpium</i>	m	3			-		-	-											
<i>Ectr. extersaria</i>	*	3			-		-	-											
<i>Lomo. bimaculata</i>		4			-		-	-											
<i>Colo. salicalis</i>		4			-		-	-											
<i>Harp. milhauseri</i>	r	3			-		-	-											
<i>Scot. exclamationis</i>	k	410			-		-	█	█	-	-	-							
<i>Phal. bucephala</i>	r	11			-		-	-		-	-	-							
<i>Apat. megacephala</i>	m	12			-		-	-				-							
<i>Plag. dolabraria</i>	s	4			-		-	-											
<i>Eust. olivana</i>	s	11			-		-	-		-	-	-							
<i>Semi. alternata</i>	k	30			-		-	█	█						-		█		
<i>Mela. procellata</i>	k	14			-		-	█				-		█					
<i>Scop. immorat</i>	k	27			-		-	█				-		-		█			
<i>Glup. crenata</i>	r	72			-		-	█				-		-		█			
<i>Hopl. ambigua</i>	k	47			-		-	█				-		-		-			█
<i>Heli. reticulata</i>	*	3			-		-	-				-							
<i>Eari. vernana</i>		3			-		-	-				-							
<i>Emme. trabealis</i>	k	5			-		-	-				-		-					
<i>Semi. notata</i>	m	3			-		-	-				-		-					
<i>Cycl. punctaria</i>	m	3			-		-	-				-		-					
<i>Cosm. ocellata</i>	s	3			-		-	-				-		-					
<i>Hydr. impluviata</i>	m	8			-		-	█											
<i>Boar. punctinalis</i>	k	62			-		-	█	█	-	-	-							
<i>Pter. palpina</i>	m	31			-		-	█	█	-	-	-			█				
<i>Spil. lubricipedum</i>	r	63			-		-	█	█	-	-	█	-						
<i>Apam. sordens</i>	k	8			-		-	█	█										
<i>Lomo. temerata</i>	k	18			-		-	█	█			-							
<i>Plus. tutti</i>	k	9			-		-	█	█					█					
<i>Axyl. putris</i>	k	86			-		-	█	█			-	-	-	█				

- 155 -

Art	Rüssel- typ	n	Die Dekaden der Monate															
			Mai			Juni			Juli			August			Sept.			
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1			
<i>Camp. margaritata</i>	m	12				-	-	█									█	-
<i>Myth. pallens</i>	m	78				-	-	█									█	-
<i>Apam. anceps</i>	*	6				-	-	█										
<i>Eupi. haworthiata</i>	m	21				-	-	█		-								
<i>Plus. chrysitis</i>	k	11				-	-	█				-						-
<i>Pyrr. umbra</i>	*	5				-	-	█		-	-							
<i>Ange. prunaria</i>	m	7				-	-	█		█	-							
<i>Rivu. sericealis</i>	m	36				-	-	█						-			█	-
<i>Mesa. secalis</i>	k	36				-	-	█					-				█	-
<i>Scop. immutata</i>	m	15				-	-	█									█	-
<i>Scop. virgulata</i>	k	90				-	-	█		-	-	-		-			█	-
<i>Hype. proboscidalis</i>	s	24				-	-	█		-	-						-	█
<i>Comi. pustulata</i>	*	6				-	-	█										
<i>Stil. salicis</i>	r	8				-	-	█										
<i>Zanc. tarsipennalis</i>	s	4				-	-	█		-								
<i>Bist. betularius</i>	r	7				-	-	█		-	-	-						
<i>Mame. oleracea</i>	*	4				-	-	█		-	-	-						
<i>Toxo. pastinum</i>	k	14				-	-	█		-	-							
<i>Apam. caracterea</i>	m	3				-	-	█					-					
<i>Ther. variata</i>	k	3				-	-	█						-				
<i>Noct. pronuba</i>	k	8				-	-	█		-	-	-					-	-
<i>Mame. suasa</i>	*	4				-	-	█					-	-			-	-
<i>Idae. straminata</i>	m	10				-	-	█		-				-			-	-
<i>Semi. artesiaria</i>	*	3				-	-	█									-	-
<i>Myth. l-album</i>		3				-	-	█										-
<i>Phot. extrema</i>	m	16				-	-	█		█								
<i>Peri. rhomboidarius</i>	k	7				-	-	█		█				-			-	
<i>Cybo. mesomella</i>	r	15				-	-	█		█								
<i>Myth. conigera</i>	k	24				-	-	█		█				-				
<i>Myth. straminata</i>	*	7				-	-	█		█								
<i>Laot. populi</i>	r	76		-		-	-	█		█							-	
<i>Cabe. pusaria</i>	s	17		-		-	-	█		█					█		-	
<i>Myth. impura</i>	k	71		-		-	-	█		█					█		-	
<i>Deil. elpenor</i>	k	17				-	-	█		█							-	-
<i>Steg. cararia</i>	r	15				-	-	█		█								
<i>Sphi. ligustri</i>	k	9				-	-	█		█				-				
<i>Myth. obsoleta</i>	k	31				-	-	█		█				-				
<i>Lasp. flexula</i>	k	11				-	-	█		█							█	█
<i>Call. rectangulata</i>	m	14				-	-	█		█								
<i>Rusi. ferruginea</i>	k	12				-	-	█		█								
<i>Apod. limacodes</i>	r	28				-	-	█		█				-				
<i>Hopl. alsines</i>	k	14				-	-	█		█				-				
<i>Euca. amethystina</i>	k	29				-	-	█		█				-				
<i>Jasp. pygarga</i>	r	33				-	-	█		█				-				
<i>Auto. gamma</i>	k	55				-	-	█		█				-				-
<i>Myth. pudorina</i>	m	24				-	-	█		█				-				-



- 157 -

Art	Rüssel- typ	n	Die Dekaden der Monate													
			Mai			Juni			Juli			August			Sep.	
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	
<i>Abra. grossulariata</i>	m	5										-	-			
<i>Idae. ochrata</i>	*	4										-	-			
<i>Noct. janthina</i>	k	3										-		-		
<i>Apat. rumicis</i>	k	4										-		-	-	
<i>Ipim. retusa</i>	m	6										-	-	-	-	
<i>Diar. brunnea</i>	k	3										-				-
<i>Amat. baja</i>	*	3											-			
<i>Hydr. micacea</i>		3										-				-
<i>Pheo. tremula</i>	r	22	-	-	-		-		-	-		█		-		
<i>Drep. lacertinaria</i>	s	8				-						-	█			
<i>Phyt. viridaria</i>	k	45					-					-	█			
<i>Coma. senex</i>	r	22							-	-	-	-	█	-	-	
<i>Enno. erosaria</i>	r	8								-		-	█			
<i>Ipim. subtusa</i>	m	8								-		-	█			
<i>Drep. binaria</i>	s	5										-	█			
<i>Odon. pruni</i>	r	5										-	█			
<i>Auto. confusa</i>	k	7										-	█		-	
<i>Clos. anachoreta</i>	r	11										-	█		-	
<i>Clos. pigra</i>	r	14										-	█		-	
<i>Euli. pyraliata</i>	m	5											-			
<i>Euli. testata</i>	s	3											-	-	-	
<i>Cela. leucostigma</i>	m	11	-									-		█		-
<i>Cabe. exanthemata</i>	s	26	-	-	-	-				-	-		█	█		-
<i>Phra. fuliginosa</i>	r	125	-			-	-					-	█	█		-
<i>Auto. festucae</i>	k	7					-	-					-	█	█	-
<i>Steg. trimaculata</i>	s	7					-						-	█		-
<i>Stau. fagi</i>	r	5								-						█
<i>Port. similis</i>	r	58								-	-	-	-	█		-
<i>Eile. griseola</i>	k	74									-	-	-	█		-
<i>Phil. potatoaria</i>	r	92									-	-	-	█		-
<i>Camp. bilineatum</i>	m	16												█		-
<i>Furc. furcula</i>	r	5												█		-
<i>Pelo. muscerda</i>	s	27										-	-	█		-
<i>Arch. dissoluta</i>	m	4												-		-
<i>Phot. pygmina</i>	m	4												-		-
<i>Talp. matura</i>	k	59												█		-
<i>Thau. processionea</i>	r	60												█		-
<i>Unca. candidula</i>	s	8					-							█		█
<i>Lyma. dispar</i>	r	25											-	█		█
<i>Epir. alternata</i>	k	11					-						-	█		█
<i>Clos. anastomosis</i>	r	13											-	█		█
<i>Zanc. grisealis</i>	*	6												█		█
<i>Drep. harpagula</i>	s	5												█		█
<i>Cycl. lineariata</i>	m	4									-	-		-		-
<i>Cryp. algae</i>	m	4											-	-		-
<i>Milt. miniata</i>	m	34												-		-





Tabelle 13:

Übersicht über die Artendichte in den Dekaden

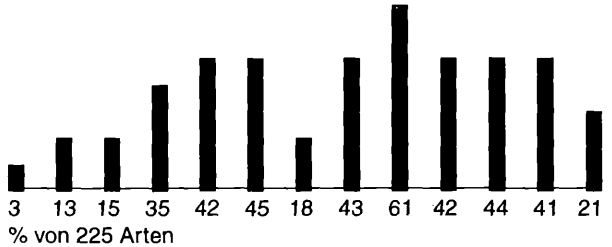
(Die Darstellung wurde aus Tabelle 12 entwickelt, zur Auswahl der Arten siehe dort)

Höhe der Säulen: 1–9,10–19... usf.

Die Dekaden der Monate Mai-September

51 52 53 61 62 63 71 72 73 81 82 83 91

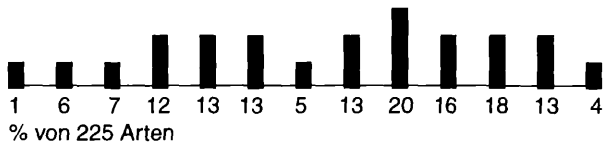
a)  
Anteil der je Dekade anfliegenden Arten an der Gesamtartenzahl



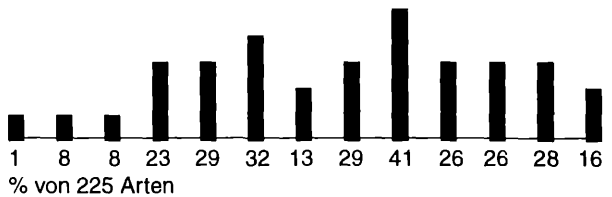
b)  
Anteil (an der Gesamtartenzahl) der je Dekade mit Flugzeithöhepunkt anfliegenden Arten; berücksichtigt sind allein die Dekaden mit deren Flugzeithöhepunkt



c)  
Anteil (an der Gesamtartenzahl) der je Dekade anfliegenden Arten mit reduziertem oder schwach ausgebildetem Rüssel



d)  
Anteil (an der Gesamtartenzahl) der je Dekade anfliegenden Arten mit Rüsseln mittlerer Stärke und kräftigem Rüssel



e)  
Anteil (an der Gesamtartenzahl) der je Dekade mit Flugzeithöhepunkt anfliegenden Arten exclusive der Arten mit reduziertem oder schwach ausgebildetem Rüssel



Tabelle 14:  
Beispiele zur Jahresphänologie zu Kapitel 3.11

Art	Die Dekaden der Monate												
	Mai			Juni			Juli			August			Sep.
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1
<i>Phalera bucephala</i>				-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Comibaena pustulata</i>						-							
<i>Ourarapteryx sambucaria</i>									-	■			
<i>Stilpnotia salicis</i>									■				
<i>Siona lineata</i>				-	■	-							
<i>Dasychira pudibunda</i>		-	■	-	-	-							
<i>Scotia cinerea</i>			■	-									
<i>Amathes xanthographa</i>													-
<i>Talpophila matura</i>												■	-
<i>Pachygastris trifoli</i>													-
<i>Deilephila porcellus</i>		-	-	-	■	-			-	-	-	-	■
<i>Hoplodrina ambigua</i>				-	■	-			-	-	-	-	-
<i>Opisthograptis luteolata</i>	-	-	-	■	-	-			-	-	-	-	■
<i>Lomaspilis marginata</i>		-	■	-	-	-	■	-	-	-	-	-	■
<i>Semiothisa clathrata</i>	-	-	-	■	-	-	-	■	-	-	-	-	-
<i>Mythimna pallens</i>				-	-	■							■
<i>Melanthia procellata</i>				-	■	-			-			■	-
<i>Clostera curtula</i>	-	■	-	-						-	■	-	
<i>Pareulype berberata</i>				■	-	-							-
<i>Diacrisia sannio</i>			-	■	-							■	-
<i>Amathes c-nigrum</i>				■	-	-	-			-	■	-	-
<i>Philereme transversata</i>		-	■	-									
<i>Philereme vetulata</i>									■				
<i>Cabera pusaria</i>			-		-	-			■			■	-
<i>Cabera exanthemata</i>		-	-	-	-		-	-			■	-	-
<i>Clostera curtula</i>	-	■	-	-						-	■	-	-
<i>Clostera anachoreta</i>										-	■	-	-
<i>Clostera pigra</i>										-	■	-	-
<i>Clostera anastomosis</i>						-						-	■

Tabelle 15:

Anteil der Rüsseltypen (relative Abundanz) am Anflug in den verschiedenen Dekaden

berücksichtigt sind die Arten mit relativer „phänologischer“ Abundanz  $\geq 2\%$  in mindestens einer Anflugnacht und bei jeder Art je Dekade (allein) die Nacht mit maximalem Anflug (d.i. 77% der im Untersuchungsjahr angeflogenen Individuen)

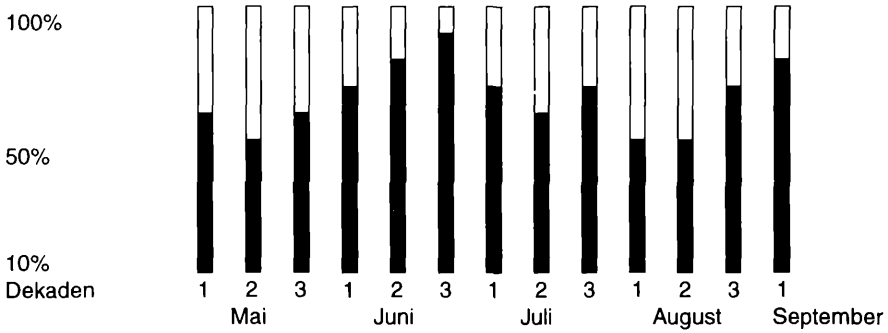








Tabelle 17:

Auf der Gammaeule (*Autographa gamma*) nachgewiesene Blütenpollen und Sporen

Erklärungen:

- i = Habitattyp: G = Grünland, S = Saum, W = Wald, D = Damm, A = Acker;  
 — ii = je nach Biotop mikroklimatische Gunst/Ungunst: relative nächtliche Temperatur: w = warm, k = kühl  
 — k = Blütenkronröhre kurz,  
 — l = Blütenkronröhre lang (vorwiegend von langrüsseligen Schmetterlingen besucht)  
 1 „Probe“ = die Pollenlast 1es Schmetterlingindividuum  
 1 „positive Probe“ = Pollenlast mit Körnern der jew. Pollenart

Pollenarten/Sporen u.a. Organismen	Familie	Biotop		Kronröhrenlänge	Pollenzahl* absolut n #	je Individuum	relativ (%)	Anteil je Probe	Anteil je pos. Probe	absolut (n =)	Falter- relativ (%)	individuen
		i	ii									
Bakterien	Bacteriophyta	—	—	—	[1000 <sup>2</sup> ]	—	—	—	—	1	2	
<i>Ustilago</i>	Mycophyta	—	—	—	[17000]	—	—	—	—	27	—	
nicht diff. Fabaceen	Fabaceae	GD	K l		12898	133	48	32,0	496	26	40	
<i>Ranunculus</i> -Arten	Ranunculaceae	GD	K k		8625	86	32	21,0	216	40	61	
<i>Filipendula ulmaria</i>	Rosaceae	S	W k		875	13	3	3,1	219	4	6	
<i>Silene cucubalus</i>	Caryophyllaceae	GSD	W l		716	11	3	2,7	34	21	32	
<i>Solanum dulcamara</i>	Solanaceae	S	W l		649	10	2	2,4	325	2	3	
<i>Silene nutans</i>	Caryophyllaceae	GSD	W l		544	8	2	1,9	181	3	5	
<i>Viburnum opulus</i>	Caprifoliaceae	SW	W k		513	8	2	1,9	64	8	12	
nicht determ. Pollen	Angiospermae	—	—	—	370	6	1	1,4	12	32	49	
<i>Tilia</i> -Arten	Tiliaceae	W	W k		348	5	1	1,2	22	16	25	
<i>Impatiens glandulifera</i>	Balsaminaceae	SWD	W l		246	4	1	1,0	21	12	18	
<i>Echium vulgare</i>	Boraginaceae	GSD	W k		204	3	1	0,7	15	14	22	
<i>Lychnis flos-cuculi</i>	Caryophyllaceae	G	K l		165	3	1	0,7	55	3	5	
nicht diff. <i>Silene</i>	Caryophyllaceae	GSD	W l		123	2	< 1	0,5	21	6	9	
<i>Melandrium rubrum</i>	Caryophyllaceae	GD	K l		104	2	< 1	0,5	4	28	43	
Hefen	Mycophyta	—	—	—	[100]	—	—	—	—	5	—	
<i>Asperula-Galium</i>	Rubiaceae	GSD	W k		73	1	< 1	0,2	6	12	18	
<i>Centaurea jacea</i>	Asteraceae	GD	K l		72	1	< 1	< 0,2	36	2	3	
<i>Plantago lanceolata</i>	Plantaginaceae	GD	K k		62	1	< 1	< 0,2	9	7	11	
Gräser-Pollen	Graminaceae	GSWD	W k		[40]	—	—	< 0,2	—	3	—	
<i>Globularia elongata</i>	Globulariaceae	D	W k		37	1	< 1	< 0,2	37	1	2	
<i>Solanum tuberosum</i>	Solanaceae	—	K l		31	1	< 1	< 0,2	15	2	3	
<i>Viburnum lantana</i>	Caprifoliaceae	S	W k		23	1	< 1	< 0,2	8	3	5	
<i>Lysimachia vulgaris</i>	Primulaceae	S	W k		21	1	< 1	< 0,2	4	6	9	
<i>Solidago</i> -Arten	Asteraceae	SD	W k		20	1	< 1	< 0,2	20	1	2	
<i>Lotus corniculatus</i>	Fabaceae	GD	K k		20	1	< 1	< 0,2	7	3	5	
nicht diff. Windblütige	—	GSWD	W —		[19]	—	—	—	—	9	—	
<i>Verbena officinalis</i>	Verbenaceae	D	W k		16	1	< 1	< 0,2	16	1	2	
<i>Hippocrepis comosa</i>	Fabaceae	GD	K k		16	1	< 1	< 0,2	3	6	9	



Pollenarten/Sporen u.a. Organismen	Familie	Biotop		Kronröhrenlänge Pollenzahl* absolut n =	je Individuum	relativ (%)	Anteil je Probe	Anteil je pos. Probe	Falter- individuen	
		i	ii						absolut (n =)	relativ (%)
<i>Centaureum erythraea</i>	Gentianaceae	G	K I	15	1	< 1	< 0,2	15	1	2
<i>Dianthus carthusian.</i>	Caryophyllaceae	GD	K I	14	1	< 1	< 0,2	4	4	6
<i>Clematis vitalba</i>	Ranunculaceae	SD	W k	13	1	< 1	< 0,2	13	1	2
<i>Melandrium album</i>	Caryophyllaceae	GD	K I	12	1	< 1	< 0,2	2	5	8
<i>Symphytum officin.</i>	Boraginaceae	G	K I	10	1	< 1	< 0,2	5	2	3
<i>Lonicera xylosteum</i>	Caprifoliaceae	W	W I	10	1	< 1	< 0,2	10	1	2
<i>Valeriana officinalis</i>	Valerianaceae	GD	K k	10	1	< 1	< 0,2	5	2	3
<i>Thymus pulegioides</i>	Lamiaceae	GD	K k	8	1	< 1	< 0,2	3	3	5
<i>Erig. acris/annuus</i>	Asteraceae	D	W k	7	1	< 1	< 0,2	1	5	8
Arabis-Arten	Brassicaceae	GD	K I	5	1	< 1	< 0,2	1	4	6
Lamiaceen-Arten	Lamiaceae	GWD	W I	5	1	< 1	< 0,2	2	3	5
<i>Lythrum salicaria</i>	Lythraceae	S	W I	5	1	< 1	< 0,2	3	2	3
Acer-Arten	Aceraceae	W	W k	4	1	< 1	< 0,2	1	3	5
<i>Eupatorium cannabinum</i>	Asteraceae	D	W I	4	1	< 1	< 0,2	4	1	2
<i>Verb. thapsus/nigrum</i>	Scrophulariac.	D	W k	4	1	< 1	< 0,2	2	2	3
Koniferen-Pollen	Pinaceae	W	W —	[4]	—	—	< 0,2	—	3	—
Asteroiden-Arten	Asteraceae	GSD	W I	4	1	< 1	< 0,2	2	3	5
Rosaceen-Arten	Rosaceae	S	W k	4	1	< 1	< 0,2	1	3	5
<i>Sambucus nigra</i>	Caprifoliaceae	S	W k	3	1	< 1	< 0,2	2	2	3
<i>Reseda lutea</i>	Resedaceae	D	W k	3	1	< 1	< 0,2	3	1	2
Ciliat	—	DS	W —	[3]	—	< 1	< 0,2	—	3	—
<i>Daucus-Pimpinella</i>	Apiaceae	GD	K k	2	1	< 1	< 0,2	1	2	3
<i>Lathyrus pratensis</i>	Fabaceae	G	K I	2	1	< 1	< 0,2	2	1	2
<i>Vicia sativa</i>	Fabaceae	G	K k	2	1	< 1	< 0,2	2	1	2
<i>Saponaria officinalis</i>	Caryophyllaceae	D	W I	2	1	< 1	< 0,2	1	2	3
<i>Tetragon. maritimus</i>	Fabaceae	G	K I	2	1	< 1	< 0,2	2	1	2
<i>Cirsium eriophorum/tuberosum</i>	Asteraceae	G	K I	2	1	< 1	< 0,2	2	1	2
<i>Chrysanthemum leucanthemum</i>	Asteraceae	GD	K k	2	1	< 1	< 0,2	1	2	3
<i>Achillea millefolium</i>	Asteraceae	GD	K k	2	1	< 1	< 0,2	1	2	3
<i>Oenothera/Epilobium</i>	Onagraceae	S	W I	2	1	< 1	< 0,2	2	1	2
Stellaria-Arten	Caryophyllaceae	GD	K I	1	1	< 1	< 0,2	1	1	2
Phlox-Arten	Polemoniaceae	—	W I	1	1	< 1	< 0,2	1	1	2
<i>Convolvulus arvensis</i>	Convolvulaceae	D	W I	1	1	< 1	< 0,2	1	1	2
<i>Prunella vulgaris</i>	Lamiaceae	GD	K k	1	1	< 1	< 0,2	1	1	2
Fumaria-Arten	Papaveraceae	D	W I	1	1	< 1	< 0,2	1	1	2
<i>Ononis spinosa</i>	Fabaceae	S	W I	1	1	< 1	< 0,2	1	1	2
<i>Pastinaca sativa</i>	Apiaceae	GD	K k	1	1	< 1	< 0,2	1	1	2

- 167 -

Pollenarten/Sporen u.a. Organismen	Familie	Biotop		Kronröhrenlänge	Pollenzahl* absolut n =	je Individuum	relativ (%)	Anteil je Probe	Anteil je pos. Probe	absolut (n =)	Falter- relativ (%) individuen
		i	ii								
<i>Impatiens parviflora</i>	Balsaminaceae	W	w l	l	1	< 1	< 1	< 0,2	1	1	6
<i>Campanula rotundifolia</i>	Campanulaceae	GD	K l	l	1	1	< 1	< 0,2	1	1	2
<i>Salvia pratensis</i>	Lamiaceae	GD	K l	l	1	1	< 1	< 0,2	1	1	2
<i>Senecio jacobæa</i>	Asteraceae	GD	K k	k	1	1	< 1	< 0,2	1	2	3
<i>Philadelphus coronarius</i>	Saxifragaceae	—	W k	k	1	1	< 1	< 0,2	1	1	2
<i>Plantago media</i>	Plantaginaceae	GD	K k	k	1	1	< 1	< 0,2	1	1	2
Kristalle ( <i>Nicotiana</i> )	Solanaceae	A	K l	l	x	—	—,-	—,-	—	3	—
Nektarreste	Angiospermae	—	— —	—	—	—	—,-	—,-	—	1	—

\*) ohne Windblüter, Hefen, Bakterien, Ciliaten (oder Zahlen in Klammer)

Tabelle 18:

Auf dem Kleinen Weinschwärmer (*Deilephila porcellus*) nachgewiesene Blütenpollen und Sporen

Erklärungen:

- i = Habitattyp: G = Grünland, S = Saum, W = Wald, D = Damm, A = Acker;
- ii = je nach Biotop mikroklimatische Gunst/Ungunst: relative nächtliche Temperatur: w = warm, k = kühl
- k = Blütenkronröhre kurz,
- l = Blütenkronröhre lang (vorwiegend von langrüsseligen Schmetterlingen besucht)

1 „Probe“ = die Pollenlast 1-es Schmetterlingindividuum

1 „positive Probe“ = Pollenlast mit Körnern der jew. Pollenart

Pollenarten/Sporen u.a. Organismen	Familie	Biotop		Kronröhrenlänge	Pollenzahl* absolut n =	je Individuum	relativ (%)	Anteil je Probe	Anteil je pos. Probe	absolut (n =)	Falter- relativ (%) individuen
		i	ii								
<i>Nicotiana tabacum</i>	Solanaceae	A	k l		5272	310	52	52	5272	1	6
<i>Impatiens gland.</i>	Balsaminaceae	SWD	w l		4262	250	42	42	1066	4	24
nicht diff. Pollenarten	Angiospermae	—	—		171	10	2	0,8	14	12	70
<i>Melandrium rubrum</i>	Caryophyllaceae	GD	k l		77	5	< 1	0,5	77	1	6
<i>Lysimachia vulgaris</i>	Primulaceae	S	w k		55	3	< 1	0,5	27	2	12
<i>Convolvulus arven.</i>	Convolvulaceae	D	w l		51	3	< 1	0,3	17	3	18
Gräserpollen	Poaceae	—	—		[48]	—	—	—	—	—	—
<i>Viburnum lantana</i>	Caprifoliaceae	S	w k		35	2	< 1	0,3	18	2	12
<i>Thymus pulegioides</i>	Lamiaceae	GD	k k		33	2	< 1	0,7	11	3	18
Ranunculus-Arten	Ranunculaceae	GD	k k		22	4	< 1	0,7	4	5	29
<i>Echium vulgare</i>	Raginaceae	GSD	w k		18	1	< 1	0,2	18	1	6
<i>Plantago lanceolata</i>	Plantaginaceae	GD	k k		18	1	< 1	0,2	6	3	18
<i>Lotus corniculatus</i>	Fabaceae	GD	k k		17	1	< 1	0,2	4	4	24
Nadelbaum-Pollen	Coniferae	—	—		[12]	—	—	—	—	—	—
<i>Senecio jacobaea</i>	Asteraceae	GD	k k		9	1	< 1	0,2	9	1	6
Asteroideen-Arten	Asteraceae	GSD	w l		6	< 1	< 1	< 0,2	3	2	12
nicht diff. Windblütige	—	—	—		[5]	—	—	—	—	—	—
<i>Solanum tuberosum</i>	Solanaceae	A	k l		4	< 1	< 1	< 0,2	4	1	6
<i>Lonicera xylosteum</i>	Caprifoliaceae	W	w l		4	< 1	< 1	< 0,2	2	2	12
Lamiaceen-Arten	Lamiaceae	GWD	w l		3	< 1	< 1	< 0,2	2	2	12
<i>Chrysant. leucanth.</i>	Asteraceae	GD	k k		3	< 1	< 1	< 0,2	2	2	12
<i>Tetragon. maritimus</i>	Fabaceae	G	k l		3	< 1	< 1	< 0,2	3	1	6
nicht diff. <i>Silene</i> - Arten	Caryophyllaceae	GSD	w l		2	< 1	< 1	< 0,2	1	2	12
<i>Asperula-Galium</i>	Rubiaceae	GSD	w k		2	< 1	< 1	< 0,2	1	2	12
<i>Polygala comosa</i>	Polygalaceae	GD	k k		2	< 1	< 1	< 0,2	1	2	12
<i>Ononis spinosa</i>	Fabaceae	S	w l		2	< 1	< 1	< 0,2	1	2	12
<i>Cornus sanguineum</i>	Cornaceae	SW	w k		2	< 1	< 1	< 0,2	1	2	12
<i>Globularia elongata</i>	Globulariaceae	D	w k		2	< 1	< 1	< 0,2	2	1	6
<i>Stachys palustris</i>	Lamiaceae	G	k k		2	< 1	< 1	< 0,2	2	1	6

- 169 -

Pollenarten/Sporen u.a. Organismen	Familie	Biotop		Kronröhrenlänge	Pollenzahl* absolut n =	je Individuum	relativ (%)	Anteil je Probe	Anteil je pos. Probe	absolut (n =)	Falter- relativ (%) individuen
		i	ii								
Ciliat	—————	—	—	—	[1]	—	—	—	—	—	—
<i>Jasione montana</i>	Campanulaceae	D	w k	—	1	< 1	< 1	< 0,2	1	1	6
<i>Lamium maculatum</i>	Lamiaceae	W	w l	—	1	< 1	< 1	< 0,2	1	1	6
<i>Solidago</i> -Arten	Asteraceae	SD	w k	—	1	< 1	< 1	< 0,2	1	1	6
<i>Myosotis</i> -Arten	Boraginaceae	G	k k	—	1	< 1	< 1	< 0,2	1	1	6
<i>Eupatorium cannab.</i>	Asteraceae	D	w l	—	1	< 1	< 1	< 0,2	1	1	6
<i>Trifolium repens</i>	Fabaceae	GD	k l	—	1	< 1	< 1	< 0,2	1	1	6
<i>Scabiosa columb.</i>	Dipsacaceae	D	w l	—	1	< 1	< 1	< 0,2	1	1	6
<i>Saponaria officinalis</i>	Caryophyllaceae	D	w l	—	1	< 1	< 1	< 0,2	1	1	6

\*) ohne Windblütler, Hefen, Bakterien, Ciliaten (oder Zahlen in Klammer)

Tabelle 19:

Proben-(Pollen)Artenkurve zu den Pollenproben von *Autographa gamma* und *Deilephila porcellus*  
(Jedem Individuum [= Probe] ist die Zahl der mit seiner Analyse neu hinzukommenden Pollenarten  
zugeordnet.)

Anzahl  
Pflanzenarten

*Autographa gamma* (n = 65)

-----  
Individuen

Anzahl  
Pflanzenarten

*Deilephila porcellus* (n = 17)

Tabelle 20: Die Hauptpollenpflanzen von *Autographa gamma* und *Deilephila porcellus* nach der Auswertung der Pollenlasten

Erläuterung:

+ = die nach den verschiedenen Gesichtspunkten jeweils häufigsten Arten

Die nach den jeweiligen Parametern häufigsten Pollenarten wurden aus den Tabellen 18 und 19 übertragen. Dabei wurden bei *Autographa gamma* die 12 (13), bei *Deilephila porcellus* die 7 (8) häufigsten Pollenarten berücksichtigt.

Manche Arten gehören hinsichtlich nicht nur eines Gesichtspunktes zu den häufigsten Pollenarten.

Parameter	Arten mit besonders hoher Pollendominanz (gemittelt über sämtliche untersuchten Tiere)	In den Einzelproben häufigste Pollenarten	auf besonders vielen Tieren haftende Pollen
<i>Autographa gamma</i>			
Fabaceen-Arten	+	+	+
<i>Ranunculus</i> -Arten	+	+	+
<i>Filipendula ulmaria</i>	+	+	
<i>Silene cucubalus</i>	+	+	+
<i>Solanum dulcamara</i>	+	+	
<i>Silene nutans</i>	+	+	
<i>Viburnum opulus</i>	+	+	+
<i>Tilia</i> -Arten	+	+	+
<i>Impatiens gland.</i>	+	+	+
<i>Echium vulgare</i>	+		+
<i>Lychnis flos-cuculi</i>	+	+	
<i>Silene spec.</i>	+	+	+
<i>Centaurea jacea</i>		+	
<i>Globularia elongata</i>		+	+
<i>Melandrium rubrum</i>			+
<i>Asperula/Galium</i>			+
<i>Plantago lanceolata</i>			+
<i>Lysimachia vulgaris</i>			
<i>Hippocrepis comosa</i>			+
<i>Deilephila porcellus</i>			
<i>Nicotiana tabacum</i>	+	+	
<i>Impatiens glandulifera</i>	+	+	+
<i>Ranunculus</i> -Arten	+		+
<i>Melandrium rubrum</i>	+	+	
<i>Lysimachia vulgaris</i>	+	+	
<i>Convolvulus arvensis</i>	+	+	+
<i>Viburnum lantana</i>	+	+	
<i>Thymus pulegioides</i>		+	+
<i>Echium vulgare</i>		+	
<i>Plantago lanceolata</i>			+
<i>Lotus corniculatus</i>			+

Tabelle 21:  
Kronröhrenlänge und Mikroklima:

Herkunft-Biotope und Blütentypen der auf *Autographa gamma* und *Deilephila porcellus* aufgefundenen Pollenkörner

Erklärungen:

- Berücksichtigt sind Pollen von Blütenpflanzen, nicht jedoch Sporen von Windblütern und nicht determinierbare Pollen)
- Eine „Probe“ ist die Pollenlast eines Schmetterlingsindividuums
- „Positive Proben“ sind Pollenlasten mit Körnern der betreffenden Pollenart

	Blüten mit langer Kronröhre	Blüten mit kurzer Kronröhre	Σ
<i>Autographa gamma</i>			
Biotop suboptimal	17 Arten	14 Arten	31 Arten
(„Kälte-Biotop“)	13.335 Pollenkörner	8.753 Pollenkörner	22.088 Pollenkörner
	83 positive Proben	73 positive Proben	156 positive Proben
Biotop optimal	16 Arten	16 Arten	18 Arten
(„Wärme-Biotop“)	2.314 Pollenkörner	2.169 Pollenkörner	4.483 Pollenkörner
	61 positive Proben	84 positive Proben	145 positive Proben
Σ	33 Arten	32 Arten	
	15.649 Pollenkörner	10.922 Pollenkörner	
	144 positive Proben	157 positive Proben	
<i>Deilephila porcellus</i>			
Biotop suboptimal	5 Arten	9 Arten	14 Arten
(„Kälte-Biotop“)	5.357 Pollenkörner	107 Pollenkörner	5.464 Pollenkörner
	5 positive Proben	22 positive Proben	27 positive Proben
Biotop optimal	12 Arten	8 Arten	20 Arten
(„Wärme-Biotop“)	4.335 Pollenkörner	116 Pollenkörner	4.451 Pollenkörner
	22 positive Proben	12 positive Proben	32 positive Proben
Σ	17 Arten	17 Arten	
	9.692 Pollenkörner	223 Pollenkörner	
	27 positive Proben	34 positive Proben	

Tabelle 22:

Überlappung der Pollenspektren der Gammaeule (*Autographa gamma*) und des Kleinen Weinschwärmers (*Deilephila porcellus*)

## Erklärungen:

- i = Biotoptyp: G = Grünland, S = Saum, W = Wald, D = Damm, A = Acker
- ii = je nach Biotop mikroklimatische Gunst oder Ungunst: relative nächtliche Temperatur:  
w = warm, k = kühl
- k = Blütenkronröhre kurz
- l = Blütenkronröhre lang
- (vorwiegend von langrüsseligen Schmetterlingen besucht)
- „dom“ = dominante Arten mit Pollendominanz  $\geq 5\%$
- „+ +“ = die 5 häufigsten Arten mit Abundanz  $< 5\%$
- „+“ = die übrigen nachgewiesenen Arten

Pollenart	Familie	Habitat		Kelch- länge	<i>gamma</i>	<i>porcellus</i>
		i	ii			
nicht diff. Fabaceen-Arten	Fabaceae	GD	k	l	dom	
<i>Solanum dulcamara</i>	Solanaceae	S	w	l	++	
<i>Silene cucubalus</i>	Caryophyllaceae	GSD	w	l	++	
<i>Silene nutans</i>	Caryophyllaceae	GSD	w	l	++	
<i>Filipendula ulmaria</i>	Rosaceae	S	w	k	++	
<i>Viburnum opulus</i>	Caprifoliaceae	SW	w	k	++	
Acer-Arten	Aceraceae	W	w	k	+	
<i>Achillea millefolium</i>	Asteraceae	GD	k	k	+	
Arabis-Arten	Brassicaceae	GD	k	l	+	
<i>Campanula rotundifolia</i>	Campanulaceae	GD	k	l	+	
<i>Centaurea jacea</i>	Asteraceae	GD	k	l	+	
<i>Centaureum erythraea</i>	Gentianaceae	G	k	l	+	
<i>Cirsium erioph./tuberosum</i>	Asteraceae	G	k	l	+	
<i>Clematis vitalba</i>	Ranunculaceae	SD	w	k	+	
<i>Dianthus carthusianorum</i>	Caryophyllaceae	GD	k	l	+	
<i>Erigeron acris</i> und <i>annuus</i>	Asteraceae	D	w	k	+	
Fumaria-Arten	Papaveraceae	D	w	l	+	
<i>Hippocrepis comosa</i>	Fabaceae	GD	k	k	+	
<i>Lythrum salicaria</i>	Lythraceae	S	w	l	+	
<i>Melandrium album</i>	Caryophyllaceae	GD	k	l	+	
<i>Oenothera</i> o. <i>Epilobium</i> -Arten	Onagraceae	S	w	l	+	
<i>Pastinaca sativa</i>	Apiaceae	GD	k	k	+	
<i>Lathyrus pratensis</i>	Fabaceae	G	k	l	+	
<i>Prunella vulgaris</i>	Lamiaceae	GD	k	k	+	
<i>Plantago media</i>	Plantaginaceae	GD	k	k	+	
<i>Symphytum officinale</i>	Boraginaceae	G	k	l	+	
Tilia-Arten	Tiliaceae	W	w	k	+	
<i>Daucus-Pimpinella</i>	Apiaceae	GD	k	k	+	
<i>Philadelphus coronarius</i>	Saxifragaceae	S	w	k	+	
Phlox-Arten	Polemoniaceae	S	w	l	+	
Stellaria-Arten	Caryophyllaceae	GD	k	l	+	
<i>Valeriana officinalis</i>	Valerianaceae	GD	k	k	+	
<i>Verbascum thapsus/nigrum</i>	Scrophulariaceae	D	w	k	+	



Pollenart	Familie	Habitat		Kelch- länge	<i>gamma</i>	<i>porcellus</i>
		i	ii			
<i>Verbena officinalis</i>	Verbenaceae	D	w	k		
<i>Vicia sativa</i>	Fabaceae	G	k	k		
<i>Reseda lutea</i>	Resedaceae	D	w	k	+	
Rosaceen-Arten	Rosaceae	S	w	k	+	
<i>Salvia pratensis</i>	Lamiaceae	GD	k	l	+	
<i>Sambucus nigra</i>	Caprifoliaceae	S	w	k	+	
<i>Lychnis flos-cuculi</i>	Caryophyllaceae	G	k	l	+	
Ranunculus-Arten	Ranunculaceae	GD	k	k	dom	+
nicht diff. <i>Silene</i> -Arten	Caryophyllaceae	GSD	w	l	+	+
<i>Asperula-Galium</i>	Rubiaceae	GSD	w	k	+	+
<i>Echium vulgare</i>	Boraginaceae	GSD	w	k	+	+
<i>Ononis spinosa</i>	Fabaceae	S	w	i	+	+
<i>Lotus corniculatus</i>	Fabaceae	GD	k	k	+	+
Asteroiden-Arten	Asteraceae	GSD	w	l	+	+
<i>Chrysanthemum leucan.</i>	Asteraceae	GD	k	k	+	+
<i>Eupatorium cannabinum</i>	Asteraceae	D	w	l	+	+
<i>Globularia elongata</i>	Globulariaceae	D	w	k	+	+
Lamiaceen-Arten	Lamiaceae	GWD	w	l	+	+
<i>Lonicera xylosteum</i>	Caprifoliaceae	W	w	l	+	+
<i>Plantago lanceolata</i>	Plantaginaceae	GD	k	k	+	+
<i>Saponaria officinalis</i>	Caryophyllaceae	D	w	l	+	+
<i>Senecio jacobaea</i>	Asteraceae	GD	k	k	+	+
<i>Solanum tuberosum</i>	Solanaceae	A	k	l	+	+
<i>Solidago</i> -Arten	Asteraceae	SD	w	k	+	+
<i>Tetragonolobus maritimus</i>	Fabaceae	G	k	l	+	+
<i>Impatiens glandulifera</i>	Balsaminaceae	SWD	w	l	+	dom
<i>Thymus pulegioides</i>	Lamiaceae	GD	k	k	+	++
<i>Viburnum lantana</i>	Caprifoliaceae	S	w	k	+	++
<i>Convolvulus arvensis</i>	Convolvulaceae	D	w	l	+	++
<i>Lysimachia vulgaris</i>	Primulaceae	S	w	k	+	++
<i>Melandrium rubrum</i>	Caryophyllaceae	GD	k	l	+	++
<i>Nicotiana tabacum</i>	Solanaceae	A	k	l		dom
<i>Trifolium repens</i>	Fabaceae	GD	k	l		+
<i>Scabiosa columbaria</i>	Dipsacaceae	D	w	l		+
<i>Cornus sanguineum</i>	Cornaceae	SW	w	k		+
<i>Impatiens parviflora</i>	Balsaminaceae	W	w	l		+
<i>Jasione montana</i>	Campanulaceae	D	w	k		+
<i>Myosotis</i> -Arten	Boraginaceae	G	k	k		+
<i>Lamium maculatum</i>	Lamiaceae	W	w	l		+
<i>Stachys palustris</i>	Lamiaceae	G	k	k		+
<i>Polygala comosa</i>	Polygalaceae	GD	k	k		+
<i>Plantago major</i>	Plantaginaceae	GD	k	k		
<i>Achillea ptarnica</i>	Asteraceae	G	k	k		

Tabelle 23:

Die Hauptfutterpflanzen (und Hauptpollenpflanzen) einiger Taxocoenosen tag- und nachtaktiver Blütenbesucher

## Erklärungen:

Bei diesem Vergleich von Ergebnissen verschiedener Autoren sind die jeweils verschiedenen Methoden zu berücksichtigen: Die Daten von WOLF (1983: Hummeln), SCHANOWSKI (1985: Schwebfliegen) und STEFFNY (1984: Tagschmetterlinge) beruhen auf Freilandbeobachtungen, geben also die tatsächlich am häufigsten besuchten Pflanzen wieder. Die Angaben nach KOHL (1988: Hummel-Corbicularpollen) und ESCHE (Nachtfalter) beruhen auf Pollendominanzen in den Pollenlasten.

— i = Biotoptyp: G = Grünland, S = Saum, W = Wald, D = Damm, A = Acker;

— k = Blütenkronröhre kurz,

— l = Blütenkronröhre lang (vorwiegend von Langrüsslern besucht)

— \*: dom = Besuchshäufigkeit  $\geq 5\%$ ; + = Besuchshäufigkeit  $< 5\%$  nach WOLF (1983), SCHANOWSKI (1985) und STEFFNY (1984)

— \*\*: dom = Pollendominanz  $\geq 5\%$ ; + = Pollendominanz  $< 5\%$  Pollendominanz aus gemitteltem Anteil der Pollenarten in den Proben nach KOHL (1988) und ESCHE

Berücksichtigt wurden die bei den Autoren jeweils häufigsten 7 (8) Pflanzenarten

Pollenart	Familie	Habitat i	Kronlänge	SCHANOWSKI*	WOLF*	KOHL**	STEFFNY*	gamma ESCHE**	porcellus
<i>Asperula-Galium</i>	Rubiaceae	GSD	k	dom					
<i>Daucus-Pimpinella</i>	Apiaceae	GD	k	dom					
<i>Helianthemum numm.</i>	Cistaceae	GD	k	dom					
<i>Hypericum perforatum</i>	Hypericaceae	D	k	dom					
<i>Picris hieracioides</i>	Cichoriaceae	GD	l	dom					
<i>Potentilla tabernemontani</i>	Rosaceae	GD	k	dom					
<i>Vicia cracca</i>	Fabaceae	G	k		dom				
<i>Trifolium pratensis</i>	Fabaceae	GD	l		dom				
<i>Lathyrus pratensis</i>	Fabaceae	G	l		dom				
<i>Ononis spinosa</i>	Fabaceae	S	l		dom				
<i>Anthyllis vulneraria</i>	Fabaceae	GD	l		+				
<i>Plantago media</i>	Plantaginaceae	GD	k			dom			
<i>Symphytum officinale</i>	Boraginaceae	G	l			dom			
Tilia-Arten	Tiliaceae	W	k			dom			
<i>Trifolium repens</i>	Fabaceae	GD	l			dom			
<i>Cirsium tuberosum</i>	Asteraceae	G	l				dom		
<i>Scabiosa columbaria</i>	Dipsacaceae	D	l				dom		
<i>Knautia arvensis</i>	Dipsacaceae	GD	k				+		
nicht diff. Fabaceen-Arten	Fabaceae	GD	l						dom
<i>Ranunculus</i> -Arten	Ranunculaceae	GD	k						dom

- 176 -

Pollenart	Familie	Habitat i	Kronlänge	SCHANOWSKI*	WOLF*	KOHL**	STEFFNY*	ESCHE**	
								gamma	porcellus
<i>Solanum dulcamara</i>	Solanaceae	S	l					+	
<i>Silene cucubalus</i>	Caryophyllaceae	GSD	l					+	
<i>Silene nutans</i>	Caryophyllaceae	GSD	l					+	
nicht diff. <i>Silene</i> -Arten	Caryophyllaceae	GSD	l					+	
<i>Filipendula ulmaria</i>	Rosaceae	S	k					+	
<i>Viburnum opulus</i>	Caprifoliaceae	SW	k					+	
<i>Nicotiana tabacum</i>	Solanaceae	A	l						dom
<i>Thymus pulegioides</i>	Lamiaceae	GD	k						+
<i>Viburnum lantana</i>	Caprifoliaceae	S	k						+
<i>Convolvulus arvensis</i>	Convolvulaceae	D	l						+
<i>Lysimachia vulgaris</i>	Primulaceae	S	k						+
<i>Melandrium rubrum</i>	Caryophyllaceae	GD	l						+
<i>Centaurea jacea</i>	Asteraceae	GD	l	dom	+		dom		
<i>Echium vulgare</i>	Boraginaceae	GSD	k		dom		dom		
<i>Prunella vulgaris</i>	Lamiaceae	GD	k			dom	dom		
<i>Lotus corniculatus</i>	Fabaceae	GD	k			dom	dom		
<i>Impatiens glandulifera</i>	Balsaminaceae	SWD	l			dom			dom

Tabelle 24:  
Blütenbesuche der Gammaeule im Flugkäfig

	Tiere	Be- suche	Besuchs- zeit (gesamt)	Zeit/ Besuch (sec)	Pollenlast	Pollen/Besuch			Pollen/Sekunde		
						Ø	Bereich	s	Ø	Bereich	s
<i>Centaurea jacea</i>	19	107	2669	25	3593	34	6–279	43,1	1,3	> 1–5,2	1,2
<i>Impatiens glandulifera</i>	14	305	1990	16	17831	58	7–1599	156,7	4,7	1–48	10,3
<i>Echium vulgare</i>	19	104	663	6	9425	91	3–1080	119,9	14,2	1,3–216	23,8
<i>Trifolium pratense</i>	13	43	1140	27	102	2,4	0,4–22	6,1	0,1	0,03–0,6	0,17
<i>Lotus corniculatus</i>	7	85	414	5	14	0,2	0,07–0,75	0,2	0,03	0,02–0,2	0,05
Σ	72	644	6811	11	30965	48			4,6		

- 178 -

Tabelle 25:

Protokollausschnitt zur Beobachtung des Blütenbesuchs von *Autographa gamma* im Freiland*Autographa gamma* ♀, Individuum-Nr.: 12 vom 16.8.83, 15 h; bewölkt

Blütenart	Besuchsdauer	Weg zur nächsten Blüte
<i>Vicia cracca</i>	15 sec	5 cm
<i>Vicia cracca</i>	5 sec	30 cm
<i>Vicia cracca</i>	10 sec	10 cm
<i>Vicia cracca</i>	9 sec	50 cm
<i>Vicia cracca</i>	6 sec	10 cm
<i>Vicia cracca</i>	3 sec	100 cm
<i>Centaurea jacea</i>	13 sec	50 cm
<i>Centaurea jacea</i>	0 sec	25 cm
<i>Centaurea jacea</i>	2 sec	50 cm
<i>Vicia cracca</i>	3 sec	100 cm
<i>Vicia cracca</i>	4 sec	25 cm
<i>Knautia arvensis</i>	14 sec	10 cm
<i>Knautia arvensis</i>	11 sec	50 cm
<i>Vicia cracca</i>	2 sec	10 cm
<i>Vicia cracca</i>	12 sec	10 cm
<i>Vicia cracca</i>	4 sec	10 cm
<i>Vicia cracca</i>	12 sec	10 cm
<i>Vicia cracca</i>	5 sec	10 cm
<i>Vicia cracca</i>	9 sec	10 cm
<i>Vicia cracca</i>	8 sec	30 cm
<i>Vicia cracca</i>	0 sec	30 cm
<i>Vicia cracca</i>	1 sec	20 cm
<i>Vicia cracca</i>	8 sec	5 cm
<i>Vicia cracca</i>	3 sec	20 cm
<i>Vicia cracca</i>	9 sec	10 cm
<i>Vicia cracca</i>	6 sec	50 cm
<i>Vicia cracca</i>	2 sec	10 cm
		(zu Fuß zurückgelegt)
<i>Vicia cracca</i>	3 sec	5 cm
<i>Vicia cracca</i>	3 sec	30 cm
<i>Vicia cracca</i>	9 sec	30 cm
<i>Vicia cracca</i>	11 sec	50 cm
<i>Vicia cracca</i>	20 sec	10 cm
<i>Vicia cracca</i>	5 sec	50 cm
<i>Vicia cracca</i>	17 sec	5 cm

Falter in Ruhestellung

– 179 –

Tabelle 26:  
Nektarpflanzen und Besuchsdauer individuell verfolgter tagaktiver Nachtfalter

	Anteil an den Besuchen (in %)	Besuchsdauer (Durchschnitt, in sec)
<i>Autographa gamma</i>		
<i>Centaurea jacea</i>	55	13
<i>Vicia cracca</i>	16	9
<i>Trifolium pratense</i>	14	11
<i>Brunella vulgaris</i>	11	4
<i>Lathyrus pratensis</i>	< 1	15
<i>Knautia arvensis</i>	< 1	13
<i>Pimpinella saxifraga</i>	< 1	10
<i>Cirsium spec.</i>	< 1	10
<i>Picris hieracioides</i>	< 1	5
<i>Hieracium</i>	< 1	5
<i>Thymus pulegioides</i>	< 1	5
<i>Daucus carota</i>	< 1	—
<i>Trifolium montanum</i>	< 1	—
<i>Plantago spec.</i>	< 1	—
<i>Ectypa glyphica</i>		
<i>Lathyrus pratensis</i>	27	48
<i>Brunella vulgaris</i>	24	144
<i>Trifolium pratense</i>	11	18
<i>Centaurea jacea</i>	8	39
<i>Vicia cracca</i>	5	240
<i>Picris hieracioides</i>	5	80
<i>Pimpinella saxifraga</i>	5	15
<i>Daucus carota</i>	5	10
<i>Senecio jacobaea</i>	3	120
<i>Chrysanthemum leucanthemum</i>	3	60
<i>Hieracium</i>	3	—
<i>Semiothisa clathrata</i>		
<i>Pastinaca sativa</i>	63	178
<i>Vicia cracca</i>	13	180
<i>Daucus carota</i>	13	30
<i>Galium verum</i>	13	20

**REM-Pollenanalyse, Basisschlüssel**

Basisschlüssel:

Übergeordnete Bestimmungstabelle – Pollen-Formengruppen\*

- |     |   |                              |   |
|-----|---|------------------------------|---|
| 1   | Für Pollen ungewöhnliche Formen (Abb. siehe dort)   |                              |   |
|     | Mycophyta/Orchidaceae/Onagraceae/Asclepiadaceae   | Tab. A                       |   |
| 1*  | Normale Pollenformen: rund, walzlich oder länglich; Keimspalten oder Keimporen  |                              |   |
| 2   | länglich-spindelig  | Brassicaceen-Typ             | Tab. B  |
| 2*  | kurz, gedrunge bis kugelig  |                              |   |
| 3   | Pollenkorn in der Längsachse zu einer flachen Scheibe gestaucht; Keimspalten seitlich, sehr kurz                            |                              |   |
| 4   | 3 Keimspalten, einfache Netzstruktur  | 32µ (23–37µ)<br>36µ (35–36µ) | <i>Tilia europaea</i><br><i>Tilia tomentosa</i> |
| 4*  | 4 Keimspalten; Netzstruktur mit Warzen in den Netzmaschen   |                              |   |
|     | in den Netzmaschen 24 Warzen  | 21/15µ (20–25µ)              | <i>Impatiens noli-tangere</i>                   |
|     | in den Netzmaschen 12 Warzen  | 23/14µ (22–23µ)              | <i>Impatiens glandulifera</i>                   |
|     | in den Netzmaschen 8–14 Warzen  | 31/18µ (28–34µ)              | <i>Impatiens parviflora</i>                     |
| 3*  | Pollen nicht in dieser Weise gestaucht  |                              |   |
| 5   | ohne auffällige Bestachelung  |                              |   |
| 6   | gedrunge, aber nicht kugelig (unausgereifte oder gealterte Pollenkörner können zusammengedrückt-ovale Form annehmen)        |                              |   |
| 7   | 3 (4) Keimspalten   |                              |   |
| 8   | Oberfläche grob bis sehr fein genetzt, fein scharfkantig gerunzelt oder mit Punkt- oder Turmwarzen; 3 Keimspalten (Abb. 59) | Lysimachia-Typ               | Tab. C  |
| 8*  | Oberfläche glatt bis runzelig, mitunter fein perforiert   | Fabaceen-Typ                 | Tab. D  |
| 7*  | 4, 6 oder mehr Keimspalten  |                              |   |
| 9   | hantelförmig  |                              |   |
| 10  | kurzhantelig, im Querschnitt 6–12-eckig   | Boraginaceen-Typ             | Tab. E  |
| 10* | langhantelig, Oberfläche stets mit diskordanter Kreuzstruktur   | Apiaceen-Typ                 | Tab. F  |
| 9*  | nicht hantelförmig  |                              |   |
| 11  | Oberfläche mit Netzstruktur   | Salvia-Typ                   | Tab. G  |
| 11* | Oberfläche perforiert, Pusteln oder Längsrippen   |                              |   |
| 12  | pustelig, mitunter perforiert, 6–7 Keimspalten (Abb. 56)  | Galium-Typ                   | Tab. H  |
|     |   | 17/12µ (15–18µ)              | <i>Asperula cynanchica</i>                      |
|     |   | 20/15µ (15–21µ)              | <i>Galium mollugo</i>                           |
|     |   | 22/16µ (20–25µ)              | <i>Galium verum</i>                             |
| 12* | Längsrundeln, dazwischen spaltig perforiert; 3–6 Keimspalten  |                              |   |
|     |   | Lythraceen-Typ               |   |
|     | (gelber Pollen von kurzen Staubfäden)   | 19µ (19/17µ)                 | <i>Lythrum salicaria</i>                        |
|     | (brauner Pollen von langen Staubfäden)  | 29µ (29/26µ)                 | <i>Lythrum salicaria</i>                        |
|     |   | 3–6 Keimfurchen, 32µ         | <i>Nicotiana tabacum</i>                        |
| 6*  | kugelig   |                              |   |
| 13  | mit Keimspalten   |                              |   |
| 14  | 6 Keimspalten   |                              | 10* a–c   |
| 14* | 3 Keimspalten   |                              |   |
| 15  | Oberfläche genetzt (Abb. 54)  | Verbascum-Typ                | Tab. H  |
| 15* | Oberfläche glatt, pustelig, warzig oder gerippt; mitunter perforiert  |                              |   |
| 16  | Oberfläche glatt, pustelig oder warzig; mitunter perforiert (Abb. 57)   | Ranunculus-Typ               | Tab. K  |

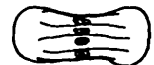
- 16\* Oberfläche gerippt, mitunter perforiert  
 17 4 Keimspalten 32µ *Nicotiana tabacum*  
 17\* 3 Keimspalten Aceraceen-Rosaceen-Typ:  
 26µ *Acer pseudoplatanus*  
 28µ (12-30µ) *Rosa*  
 32µ *Helianthemum nummularium*
- 13\* mit runden Keimporen  
 18 Oberfläche mit hohen schmalen Graten genetzt, 25µ *Phlox*  
 18\* Oberfläche mit Pusteln, Warzen oder Stacheln  
 19 1 Keimpore Gramineen-Typ  
 19\* 2 oder mehr Keimporen  
 20 Oberfläche mit verstreut stehenden dünnen, kegel- bis turmförmigen  
 Warzen; weniger als 12 Keimporen Campanulaceen-Typ:  
 17µ *Jasione montana*  
 30µ *Campanula rotundifolia*  
 70-94µ *Knautia arvensis*
- 20\* Oberfläche anders  
 21 Das Pollenkorn besitzt 2-6 Keimporen; rauhe Oberfläche mit feinen,  
 unregelmäßig angeordneten Pusteln Urticales-Typ:  
 12-17µ; 2-5 Keimporen *Urtica dioica*  
 18-28µ; 2-4 Keimporen *Humulus lupulus*  
 31-34µ; 4-6 Keimporen *Ulmus campestris*
- 21\* Das Pollenkorn zeigt in situ 2-16 Keimporen; die glatte Oberfläche  
 mit in Kreisen angeordneten Perforationen oder Pusteln; Exine oft in  
 Netzstruktur aufgelöst (Abb. 58+60) Caryophyllaceen-Typ Tab. L  
 5\* Pollenkorn igelförmig (vergleiche Abb. 55)  
 22 die über 500 Stacheln dünn, kegelförmig, entfernt stehend; 100µ  
 Malvaceen-Typ *Malva moschata*
- 22\* Stacheln mit breitem Sockel, die Sockel sich berührend (Abb. 55)  
 23 Stacheln auf Stegen zwischen Lakunen (Keimporen und -spalten)  
 Cichorioideen-Typ Tab. M  
 23\* (Abb. 55) Asteroideen-Typ Tab. N

\*) - Größenangaben: Beispiel: 17/12µ (15-18µ), d.h.: Polachse 17µ/Äquatorachse 12µ, Variationsbreite der Länge der Polachse 15-18µ

- Pollenform länglich-spindelig, hantelig:



- Colpi = Keimspalten, Keimporen:



- Oberfläche mit Pusteln oder Warzen, gerunzelt, genetzt, perforiert:



[Charakteristische Formen: siehe Abbildungen am Ende des Schlüssels]



Tabelle A: Für Pollen ungewöhnliche Formen

1	zusammengesetzte Formen		
2	Kristalle		<i>Nicotiana tabacum</i>
2*	aus Zellen zusammengesetzte Form		
3	Zellreihe; ovale Einzelzelle	8 x 6µ	Hefezellen aus Honigtau
3*	aus Pollenkörnern zusammengesetzt		
3	Tetrade		<i>Epipactis palustris</i>
3*	Einzel- oder Doppel-Pollinium		
4	Klemmapparat mit zwei Pollinien		<i>Vincetoxicum hierundinaria</i>
4*	Einzelpollinium		<i>Orchis militaris</i> <i>Orchis ustulata</i> <i>Platanthera bifolia</i> <i>Gymnadenia conopea</i>
1*	Einzelformen		
5	Dreiecksformen mit Klebfäden		
		47µ	<i>Circaea lutetiana</i>
		68µ	<i>Epilobium parviflorum</i>
		69µ	<i>Epilobium hirsutum</i>
		105µ	<i>Oenothera biennis</i>
5*	Trapezform (Abb. 53)		
	Oberfläche mit Punktkerben	19 x 12µ	<i>Echium vulgare</i>

Tabelle B: Brassicaceen-Typ

1	1 oder 6 Keimspalten	Tab. B1
1*	3 oder 4 Keimspalten	
2	Oberfläche genetzt oder mit Runzeln, Rippen oder Stegen	
3	Oberfläche mit Netzstruktur aus Runzeln, Rippen oder Stegen	Tab. B2
3*	Oberfläche mit Runzeln, Rippen oder Stegen; nicht genetzt	Tab. B5
2*	Oberfläche glatt oder gekörnt, mit Pusteln oder Warzen, mitunter zusätzlich perforiert	
4	Oberfläche glatt, perforiert	Tab. B3
4*	Oberfläche gekörnt, mit Pusteln oder Warzen (Abb. 61), mitunter zusätzlich perforiert	Tab. B4

Tabelle B1: Brassicaceen-Typ mit 1 oder 6 Keimfurchen

1	1 Keimspalte	unregelmäßig fein perforiert; 29/13 $\mu$ (25–36 $\mu$ )	<i>Convallaria majalis</i>
		fein netzig perforiert; 40/21 $\mu$ * (24–48 $\mu$ )	<i>Allium carinatum</i>
		Netz aus Kugelwarzen; 112/35 $\mu$ (80–125 $\mu$ )	<i>Lilium</i> (Gartenlilie)
1*	3–6 Keimspalten		
2	3–6 Keimspalten, mit sehr feinen Pusteln gekörnt;	14/9 oder 28/28 $\mu$ (12–39 $\mu$ )	<i>Solanum</i> (s. Tab. B4)
2*	6 Keimspalten		
3	Oberfläche mit Netzstruktur	31/24 $\mu$	<i>Prunella vulgaris</i>
		41/28 $\mu$ (40–42 $\mu$ )	<i>Glechoma hederacea</i>
		fein netzig perforiert; 28/13 $\mu$ (26–30 $\mu$ )	<i>Phacelia tanacetifolia</i>
3*	Oberfläche anders	fein perforiert; Pusteln; 37/20 $\mu$ (20–42 $\mu$ )	<i>Sanguisorba officinalis</i>
		feine Längsrünzeln; 29/13 $\mu$ (29–31 $\mu$ )	<i>Lythrum salicaria</i>
		feine Längsrünzeln; 42/20 $\mu$	<i>Lythrum salicaria</i>

Tabelle B2: Brassicaceen-Typ mit genetzter Oberfläche, 3 oder 4 Keimspalten

19/10 $\mu$	(17–21 $\mu$ )		<i>Philadelphus coronarius</i>
20/18 $\mu$	(20–22 $\mu$ )		<i>Reseda lutea</i>
20/11 $\mu$	(18–22 $\mu$ )		<i>Linaria vulgaris</i>
22/12 $\mu$	(21–23 $\mu$ )		<i>Sambucus nigra</i>
23/14 $\mu$	(22–24 $\mu$ )		<i>Linaria elatine</i>
24/11 $\mu$	(23–25 $\mu$ )		<i>Arabis pauciflora</i>
28/14 $\mu$	(26–30 $\mu$ )		<i>Parnassia palustris</i>
29/14 $\mu$	(26–32 $\mu$ )		<i>Arabis hirsuta</i>
31/19 $\mu$	(30–32 $\mu$ )		<i>Cardaminopsis</i>
33/18 $\mu$	(31–38 $\mu$ )		<i>Scrophularia nodosa</i>
37/19 $\mu$	(37–39 $\mu$ )	weitmaschig genetzt	<i>Rorippa amphibia</i>
37/20 $\mu$	(28–40 $\mu$ )	zwischen Stegen perforiert	<i>Stachys palustris</i>
38/17 $\mu$	(35–43 $\mu$ )		<i>Reseda lutea</i>
40/20 $\mu$		weitmaschig genetzt	<i>Sinapis arvensis</i>
40/22 $\mu$	(38–42 $\mu$ )	zwischen Stegen perforiert	<i>Stachys recta</i>
42/26 $\mu$		weitmaschig genetzt	<i>Ligustrum vulgare</i>
42/20 $\mu$	(22–48 $\mu$ )	Netz feiner Runzeln	<i>Veronica chamaedrys</i>
43/20 $\mu$	(37–49 $\mu$ )	zwischen Stegen perforiert	<i>Stachys officinale</i>
46/28 $\mu$	(45–47 $\mu$ )	zwischen Stegen perforiert	<i>Galeopsis angustifolia</i>
53/28 $\mu$	(26–55 $\mu$ )	zwischen Längsrippen grob perforiert	<i>Helianthemum nummularium</i>
50/24 $\mu$		dichtes Netz feiner verzweigter Runzeln	<i>Crataegus monogyna</i>
60/27 $\mu$	(48–63 $\mu$ )		<i>Bryonia</i>

\*) Art mit zusätzlicher kleinerer Größenklasse

Tabelle B3: Brassicaceen-Typ mit perforierter Oberfläche (3 oder 4 Keimspalten)

22/11 $\mu$	(22–24 $\mu$ )	sehr fein (unauffällig) perforiert	<i>Buddleja davidii</i>
25/11 $\mu$	(22–30 $\mu$ )		<i>Hypericum perforatum</i>
35/18 $\mu$	(32–38 $\mu$ )		<i>Onobrychis viciaefolia</i>
37/17 $\mu$	(30–39 $\mu$ )		<i>Ajuga reptans</i>
37/15 $\mu$	(36–39 $\mu$ )		<i>Genista germanica</i>
39/24 $\mu$	(34–44 $\mu$ )	Perforation grob, fast netzig	<i>Euphorbia dulcis</i>
41/24 $\mu$	(38–43 $\mu$ )		<i>Trifolium pratense</i>
41/22 $\mu$	(29–49 $\mu$ )		<i>Medicago falcata</i>
43/28 $\mu$	(40–45 $\mu$ )		<i>Euphorbia seguierana</i>
42/20 $\mu$	(22–48 $\mu$ )	Netz feiner Runzeln	<i>Veronica chamaedrys</i>
45/21 $\mu$	(40–48 $\mu$ )		<i>Genista tinctoria</i>
45/27 $\mu^*$	(30–50 $\mu$ )		<i>Euphorbia cyparissias</i>

Tabelle B4: Brassicaceen-Typ, Oberfläche gekörnt, mit Pusteln oder Warzen; 3 oder 4 Keimspalten

14/9 $\mu$	(12–15 $\mu$ )	fein gekörnt	<i>Solanum dulcamara</i>
21/12 $\mu$	(18–22 $\mu$ )	kleine spitze Warzen (Abb. 61)	<i>Filipendula ulmaria</i>
22/13 $\mu$	(22–25 $\mu$ )	Pusteln	<i>Filipendula vulgaris</i>
28/28 $\mu$	(19–39 $\mu$ )	fein gekörnt; 3–6 Keimspalten	<i>Solanum tuberosum/nigrum</i>
28/18 $\mu$	(25–33 $\mu$ )	nicht immer durchbrochenes Netzwerk mit Pusteln	<i>Mercurialis perennis</i>
32/21 $\mu^*$	(19–34 $\mu$ )	warzig (Abb. 57)	<i>Ranunculus bulbosus</i>
34/17 $\mu^*$	(23–36 $\mu$ )	mit Pusteln, perforiert	<i>Globularia elongata</i>
43/24 $\mu$	(39–50 $\mu$ )	warzig, fein perforiert	<i>Centaurea jacea</i>
43/29 $\mu$	(41–43 $\mu$ )	warzig	<i>Valeriana officinalis</i>
46/22 $\mu$	(43–47 $\mu$ )	feine Pusteln, fein perforiert	<i>Viola riviniana</i>
47/22 $\mu$	(45–49 $\mu$ )	feine Pusteln, fein perforiert	<i>Viola hirta</i>
47/27 $\mu$	(45–50 $\mu$ )	dichtes Netz kleinster Kugelwarzen	<i>Euphrasia</i>
53/31 $\mu^*$	(45–72 $\mu$ )	kleine Warzen	<i>Centaurea scabiosa</i>

Tabelle B5: Brassicaceen-Typ mit gerippter Oberfläche, 3 oder 4 Keimspalten

23/10 $\mu$		Längsrippen	<i>Potentilla reptans</i>
27/13 $\mu$	(20–31 $\mu$ )	Längsrippen	<i>Potentilla aurea</i>
27/16 $\mu$	(20–27 $\mu$ )	Rippen diskordant gekreuzt	<i>Sedum sexangulare</i>
27/15 $\mu$		Rippen diskordant gekreuzt	<i>Sedum acre</i>
27/17 $\mu$	(23–34 $\mu$ )	Längsrippen	<i>Potentilla erecta</i>
30/14 $\mu$	(19–30 $\mu$ )	Längsrippen	<i>Potentilla tabernemontanum</i>
33/17 $\mu$		zwischen Längsrippen grob perforiert	<i>Rubus fruticosus</i>
37/23 $\mu$	(36–38 $\mu$ )	undeutliche Längsrippen	<i>Agrimonia eupatoria</i>
38/17 $\mu$	(34–43 $\mu$ )	zwischen feinen Längsrippen grob perforiert	<i>Rubus caesius</i>
42/20 $\mu$	(22–48 $\mu$ )	girlandenartiges Netz feiner Runzeln, dazwischen fein perforiert	<i>Veronica chamaedrys</i>
48/21 $\mu$	(44–50 $\mu$ )	dichtes Netz feiner verzweigter Runzeln	<i>Veronica teucrium</i>
48/21 $\mu$	(44–50 $\mu$ )	dichtes Netz feiner, verzweigter Runzeln	<i>Crataegus monogyna</i>
53/28 $\mu$	(26–55 $\mu$ )	zwischen Längsrippen grob perforiert	<i>Helianthemum nummularium</i>

\*) Art mit zusätzlicher kleinerer Größenklasse

Tabelle C: *Lysimachia*-Typ

1	Oberfläche mit (meist feiner) Netzstruktur		
	19/16 $\mu$	(18–21 $\mu$ )	netzig grob perforiert (vgl. <i>Echium</i> Tab. A)
	21/16 $\mu$	(19–24 $\mu$ )	
	25/18 $\mu$	(15–16 $\mu$ )	
	30/17 $\mu$	(30–31 $\mu$ )	sehr fein genetzt
	30/18 $\mu$	(30 $\mu$ )	fein genetzt
	30/20 $\mu$	(28–32 $\mu$ )	sehr fein genetzt, auf den Stegen kleine Kugelwarzen
	33/19 $\mu$	(33 $\mu$ )	sehr fein genetzt
	35/18 $\mu$	(25–36 $\mu$ )	
	35/21 $\mu$	(31–41 $\mu$ )	
	38/23 $\mu$	(36–39 $\mu$ )	sehr fein genetzt
	38/23 $\mu$	(36–42 $\mu$ )	fein genetzt
	40/24 $\mu$	(33–47 $\mu$ )	sehr fein genetzt
1*	ohne Netzstruktur		
2 $\mu$	mit Pusteln oder Warzen		
	26/17 $\mu$	(24–27 $\mu$ )	Warzen (Abb. 59)
	43/29 $\mu$	(41–43 $\mu$ )	Warzen
	60/40 $\mu$	(60 $\mu$ )	turmförmige Warzen
	65/42 $\mu$	(61–73 $\mu$ )	kleine Pusteln, fein perforiert
	75/60 $\mu$	(60–80 $\mu$ )	kleine kegelförmige Warzen
2*	ohne Pusteln oder Warzen; mit Rippen, Stegen oder Furchen (diese mitunter netzartig perforiert)		
	22/20 $\mu$	(20–27 $\mu$ )	hohe, scharfe Stege
	44/27 $\mu$	(44 $\mu$ )	zwischen den Rippen netzig perforiert

*Ononis spinosa**Lysimachia vulgare**Viburnum opulus**Lamium galeobdolon**Onobrychis viciaefolia**Lamium maculatum**Euphrasia rostkoviana**Hedera helix**Lysimachia nummularia**Rhinanthus alectorolophus**Stachys silvatica**Rhinanthus minor**Clematis vitalba**Valeriana officinalis**Plumbago auriculata**Cornus sanguinea**Scabiosa columbaria**Centaurium erythrea**Acer pseudoplatanus*

Tabelle D: Fabaceen-Typ

1	Gestalt kurz, eckig, im Querschnitt 6-eckig (Abb. 8), 3 Keimspalten, glatt		
2	Querschnitt deutlich 6-eckig [1] (vergleiche Boraginaceae, Tab. E), glatt	33µ	<i>Anthyllis vulneraria</i>
2*	Querschnitt undeutlich 6-eckig		
3	verstreut fein perforiert (s. <i>Berberis</i> )	25µ	<i>Verbena officinalis</i>
3*	feine diskordante Runzeln	32µ	<i>Coronilla varia</i>
1*	Gestalt abgerundet, höchstens schwach 3-eckig		
4	Keimspalten lang, erreichen die Enden des Pollenkorns		
5	mit Runzeln		
6	Runzeln grob, diskordant	16µ [2]	<i>Lotus corniculatus</i>
6*	Runzeln sehr grob	17–21µ [3]	<i>Tetragonolobus maritimus</i>
5*	mit Punktkerben	18–25µ [4]	<i>Hippocrepis comosa</i>
		19µ [5]	<i>Echium vulgare</i>
		25–31µ [6]	<i>Melilotus alba</i>
		26µ [7]	<i>Melilotus altissimus</i>
		27µ [8]	<i>Laburnum anagyroides</i>
		27µ [8]	<i>Astragalus glycyphyllos</i>
		28µ [9]	<i>Rhamnus frangula</i>
		30µ [10]	<i>Robinia pseudoacacia</i>
		31µ [11]	<i>Genista tinctoria</i>
		33µ [12]	<i>Melilotus officinalis</i>
		34µ [8]	<i>Trifolium montanum</i>
		30–50µ [8]	<i>Medicago sativa</i>
		43µ [11]	<i>Euphorbia dulcis</i>
4*	Keimspalten kurz, erreichen nicht das Ende des Pollenkorns		
	Punktkerben	25µ [13]	<i>Trifolium hybridum/repens</i>
	Punktkerben	26µ [14]	<i>Trifolium campestre</i>
	kaum runzelig	27µ [15]	<i>Vicia cracca</i>
	Runzeln	29µ [17]	<i>Medicago lupulinus</i>
		33µ [15]	<i>Vicia sativa</i>
	Punktkerben	33µ [16]	<i>Lathyrus pratensis</i>
		34µ [15]	<i>Vicia sepium</i>

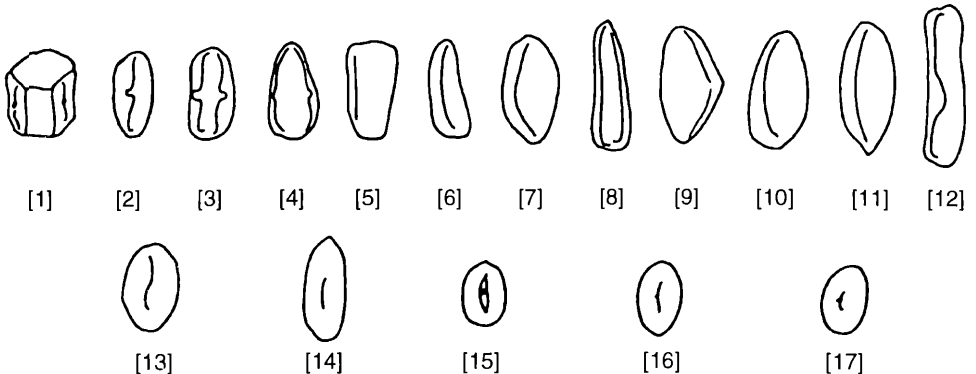
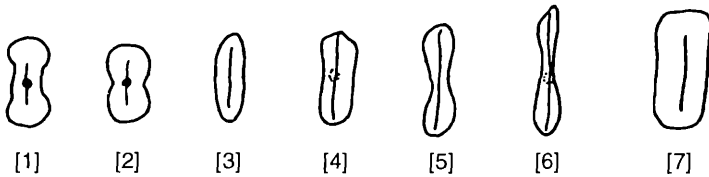


Tabelle E: Boraginaceen-Typ

1	3–6 Keimspalten	
2	< 15µ	
3		7µ <i>Myosotis arvensis</i>
3*		11µ <i>Lithospermum</i>
2*	> 15µ	
4	glatt	
5	fein perforiert	25µ <i>Verbena officinalis</i> (siehe Tab. D)
5*	ohne Perforation	33µ <i>Anthyllis vulneraria</i> (siehe Tab. D)
4*	mit feinen diskordanten Runzeln	32µ <i>Coronilla varia</i> (siehe Tab. D)
1*	9–12 Keimspalten	
6	mit zahlreichen kleinen Pusteln	25µ <i>Symphytum officinale</i>
6*	glatt	35µ <i>Polygala comosa</i>

Tabelle F: Apiaceen-Typ

Keimspalte	Fastigium	Oberfläche	Polachse/ Äquatorachse	Länge		
kurz	(++)	diskordant-runzelig	1,97	27,5µ	[1]	<i>Pimpinella saxifraga</i>
kurz	+	streifig- bis diskordant-runzelig	2,05	28,5µ	[2]	<i>Daucus carota</i>
lang	-	streifig- bis diskordant runzelig	2,06	29µ	[3]	<i>Anthriscus silvestris</i>
sehr lang	(++)	streifig- bis diskordant runzelig	> 2	29,5µ	[4]	<i>Selinum carvifolia</i>
lang	-	diskordant-runzelig	2,01	32µ	[5]	<i>Pastinaca sativa</i>



sehr lang	(-)	diskordant-runzelig	2,20	33µ	[6]	<i>Angelica silvestris</i>
mittel	-	diskordant-runzelig; perforiert	2,00	41,5µ	[7]	<i>Heracleum spondylium</i>

Tabelle G: *Salvia*-Typ

1	Pollenkorn im Querschnitt rundlich	20/12 $\mu$ (18–20 $\mu$ ) 35/27 $\mu$	<i>Primula veris</i> <i>Mentha aquatica</i>
1*	Pollenkorn scheibenförmig flach	43/32 $\mu$ (33–46 $\mu$ ) 36/27 $\mu$ (26–38 $\mu$ ) 40/27 $\mu$ (38–42 $\mu$ ) 60/40 $\mu$ (60–62 $\mu$ )	<i>Origanum vulgare</i> <i>Thymus pulegioides</i> <i>Mentha arvensis</i> <i>Salvia pratensis</i>

Tabelle H: *Verbascum*-Typ (3 Keimspalten, Netzstruktur)

1	Netzmaschen mit Kugelwarzen		
2	Netzmaschen aus Reihen kleiner Kugelwarzen (vergleiche Abb. 54)	20 $\mu$ (19–24 $\mu$ ) 22 $\mu$ (21–26 $\mu$ ) 25 $\mu$ 27 $\mu$ (23–29 $\mu$ )	<i>Lamium maculatum</i> <i>Viburnum lantana</i> <i>Lamium album</i> <i>Galeopsis tetrahit</i>
2*	Netzmaschen mit großen gestielten Kugelwarzen	65 $\mu$ (63–67 $\mu$ ) 97 $\mu$ (90–105 $\mu$ ) 105 $\mu$	<i>Geranium macrorhizum</i> <i>Geranium robertianum</i> <i>Geranium sanguineum</i>
1*	Netz aus glatten Stegen (ohne Kugelwarzen) fein genetzt	20 $\mu$ (16–21 $\mu$ )	<i>Verbascum thapsus/thapsiforme</i>
	grob genetzt	22 $\mu$ (19–24 $\mu$ ) 32 $\mu$ (30–36 $\mu$ )	<i>Cardaminopsis</i> <i>Berberis vulgaris</i>

Tabelle K: *Ranunculus*-Typ

1	Oberfläche glatt, ohne Pusteln oder Warzen; Keimspalten sehr kurz		
2	Keimspalten sehr kurz glatt, fein perforiert	22 $\mu$	<i>Coronilla emerus</i>
2*	Keimspalten von durchschnittlicher Länge glatt, verstreut fein perforiert	24 $\mu$ (23–24 $\mu$ )	<i>Verbena officinalis</i>
	ohne Warzen, perforiert	30 $\mu$	<i>Trifolium pratense</i>
1*	Oberfläche mit Pusteln oder Warzen		
3	Keimspalten sehr kurz; kräftige Pusteln oder kleine Warzen		
	verstreute kegel- bis turmförmige Warzen	40 $\mu$ (35–50 $\mu$ )	<i>Lonicera xylosteum</i>
	verstreute kleine Kegelwarzen	69 $\mu$ (63–73 $\mu$ )	<i>Lonicera periclymenum</i>
	Kegelwarzen	75 $\mu$ (66–80 $\mu$ )	<i>Succisa pratensis</i>
3*	Keimspalten von durchschnittlicher Länge		
4	feine Pusteln	21 $\mu$	<i>Solanum tuberosum</i>
	sehr feine Pusteln in Reihen, fein spaltförmige Perforation; Pustelreihen und Spalten parallel verlaufend	30 $\mu$ (29–32 $\mu$ )	<i>Sanguisorba minor</i>
	feine Pusteln, feine Perforation	39 $\mu$ (36–42 $\mu$ )	<i>Convolvulus arvensis</i>
4*	sehr kräftige Pusteln, mitunter auf breiten Warzen stehend		
5	Pusteln dünn, lang, turmförmig Pusteln sehr hoch, schmal, eng stehend	35 $\mu$ (30–40 $\mu$ )	<i>Linum catharticum</i>
		26 $\mu$ (20–32 $\mu$ )	<i>Valeriana dioica</i>
5*	Pusteln kräftig, jedoch nicht lang, turmförmig; auf breiter warziger Erhebung stehend	36 $\mu$ (33–40 $\mu$ )	<i>Ranunculus nemorosus</i>
	(Abb. 57)	31 $\mu$ * (29–36 $\mu$ )	<i>Ranunculus bulbosus</i>
		41 $\mu$ (36–44 $\mu$ )	<i>Valeriana officinale</i>

\*) Art mit zusätzlicher kleinerer Größenklasse



Tabelle L: Caryophyllaceen-Typ (die Zahl der Keimporen gibt die Anzahl in situ sichtbaren Keimporen wieder)

1	Pollen über 50 $\mu$ Durchmesser	<i>Convolvulus sepium</i>
1*	Pollen kleiner als 50 $\mu$ Durchmesser	
2	Pollenoberfläche mit Netz	
3	Netzstege so schmal oder schmäler als Löcher	
4	< 8 Keimporen, Netzstege mit langen, unregelmäßigen Zacken	<i>Melandrium album</i>
4*	> 8 Keimporen, Netzstege mit Pusteln	<i>Melandrium rubrum</i>
3*	Netzstege breiter als Durchmesser der Löcher	
	> 16 Keimporen, Netzstege mit Pusteln	<i>Lychnis flos-cuculi</i>
2*	ohne Netz	
5	Keimporen von niederem Wall umgeben	
	< 2 Keimporen, Blühzeit VI–X,	
	Keimporen mit gezackten Pusteln besetzt	<i>Plantago major</i>
	< 5 Keimporen, Blühzeit V–VII,	
	Keimporen mit gezackten Pusteln besetzt	<i>Plantago media</i>
	< 6 Keimporen, Blühzeit IV–IX, (Abb. 60),	
	Keimporen mit feinen Pusteln besetzt	<i>Plantago lanceolata</i>
5*	ohne Wall um die Keimporen	
6	Blühzeit bis Ende Mai; 10–13 Keimporen sichtbar	
7	20 Pusteln im Dreieck zwischen 3 Keimporen	<i>Cerastium</i>
7*	20–25 Pusteln im Dreieck zwischen drei Keimporen	<i>Stellaria</i>
6*	Blühzeit ab Mai	
	5–6 Keimporen, Blühzeit VI–VIII,	
	20 Pusteln im Dreieck zwischen drei Poren	<i>Saponaria officinalis</i>
	5–7 (12) Keimporen, Blühzeit VI–IX,	
	20–30 Pusteln im Dreieck zwischen drei Poren	<i>Dianthus carthusianorum</i>
	10–14 Keimporen, Blühzeit VI–VIII, (Abb. 58),	
	30 Pusteln im Dreieck zwischen drei Poren	<i>Silene nutans</i>
	12–16 Keimporen, Blühzeit V–IX,	
	15–20 Pusteln im Dreieck zwischen drei Poren	<i>Silene cucubalus</i>

Tabelle M: Cichorioideen-Typ

1	Pollen ohne äquatorialen Steg; 46 $\mu$	<i>Tragopogon pratensis</i>
1*	mit äquatorial verlaufendem, einreihig bestacheltem Steg	
	1–3 Polstacheln*, 33–41 $\mu$	<i>Crepis biennis</i>
	1–4 Polstacheln, 28–38 $\mu$	<i>Lapsana communis</i>
	2–6 Polstacheln, 18–34 $\mu$	<i>Hieracium pilosella</i>
	4–8 Polstacheln, 31–41 $\mu$	<i>Picris hieracioides</i>
	6–12 Polstacheln, 33–52 $\mu$	<i>Taraxacum officinale</i>
	8–11 Polstacheln, 38–46 $\mu$	<i>Leontodon hispidus</i>

\*) Art mit zusätzlicher kleinerer Größenklasse

Tabelle N: Asteroideen-Typ

19 $\mu$	<i>Erigeron annuus</i>
(vergleiche Abb. 55) 22 $\mu$ (20–23 $\mu$ )	<i>Eupatorium cannabinum</i>
21 $\mu$ (18–24 $\mu$ )	<i>Solidago canadensis</i>
23 $\mu$ (18–24 $\mu$ )	<i>Achillea ptarnica</i>
23 $\mu$ (22–25 $\mu$ )	<i>Senecio jacobaea</i>
30 $\mu$ (22–36 $\mu$ )	<i>Chrysanthemum</i> <i>leucanthemum</i>
24 $\mu$ (21–25 $\mu$ )	<i>Tanacetum vulgare</i>
25 $\mu$	<i>Senecio erucifolius</i>
25 $\mu$ (24–25 $\mu$ )	<i>Senecio viscosus</i>
26 $\mu$	<i>Achillea millefolium</i>
27 $\mu$ (22–29 $\mu$ )	<i>Inula salicina</i>
28 $\mu$ (27–30 $\mu$ )	<i>Erigeron aceris</i>
40 $\mu$ * (18–42 $\mu$ )	<i>Cirsium tuberosum</i>
39 $\mu$ (35–40 $\mu$ )	<i>Cirsium eriophorum</i>
40 $\mu$	<i>Aster linosyris</i>
43 $\mu$ (40–45 $\mu$ )	<i>Carduus crispus</i>
40 $\mu$	<i>Cirsium arvense</i>

---

\*) Art mit zusätzlicher kleinerer Größenklasse

Abbildung 53:

*Echium vulgare*

für Pollen ungewöhnliche Trapezform;  
Oberfläche mit Punktkerben; nur  
einer der 3 Colpi ist sichtbar

[REM-Präparat 14]

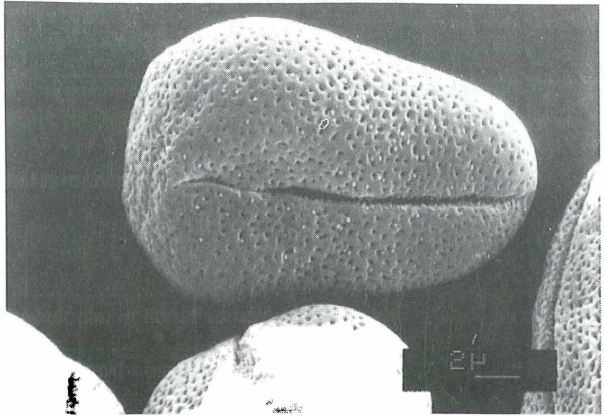


Abbildung 54:

*Viburnum lantana*

*Verbascum*-Typ: 3 Colpi, Netzstruktur;  
Netzmaschen aus Reihen kleiner  
Kugelwarzen

[REM-Präparat 74]

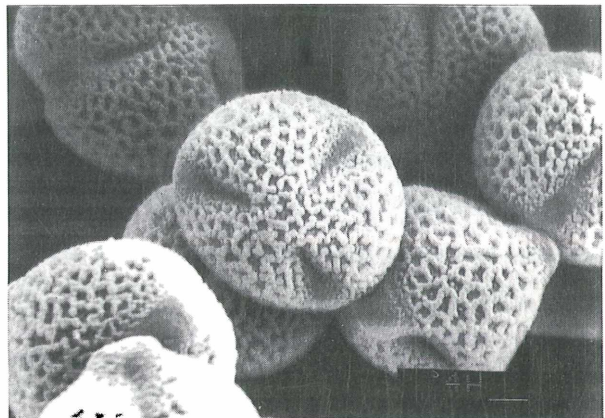


Abbildung 55:

*Eupatorium cannabinum*

Asteroideen-Typ: Stacheln auf breiten  
sich berührenden Sockeln, 3 Colpi

[REM-Präparat 127]

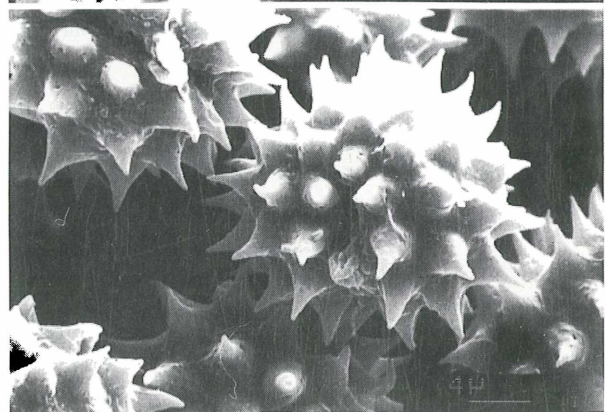


Abbildung 56:

*Asperula cynanchica*

Oberfläche pustelig, mitunter perforiert; 6 Colpi

[REM-Präparat 100]

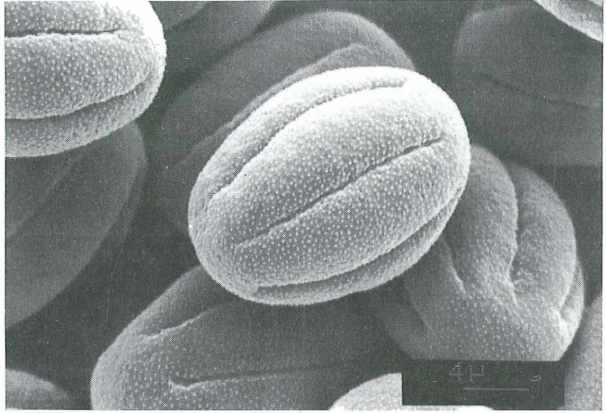


Abbildung 57:

*Ranunculus bulbosus*

Ranunculus-Typ: hier die Oberfläche warzig, 3 Colpi

[REM-Präparat 66]

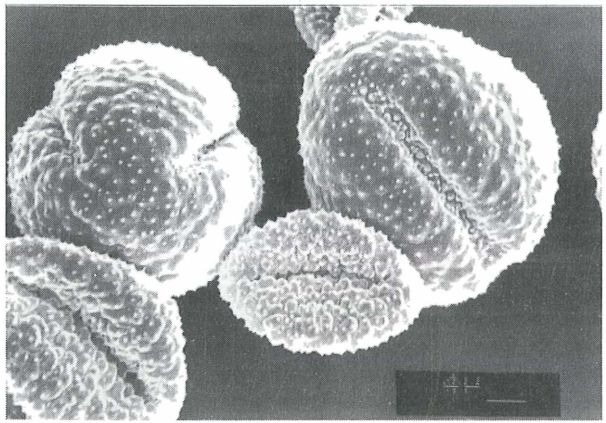


Abbildung 58:

*Silene nutans*

Caryophyllaceen-Typ: hier 14 in situ sichtbare Keimporen, 30 Pusteln im Raum zwischen 3 Keimporen

[REM-Präparat 58]

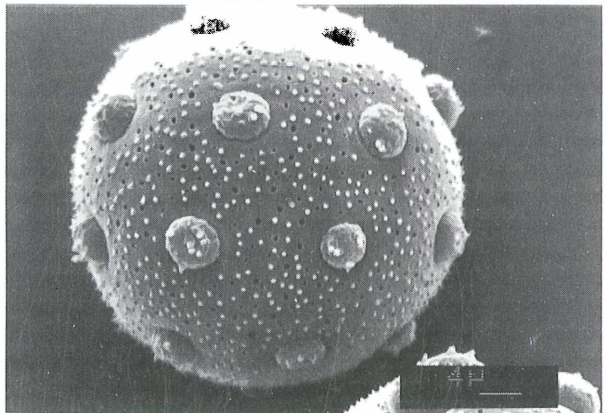




Abbildung 59:

*Clematis vitalba*

*Lysimachia*-Typ: hier mit kleinen  
Warzen und 3 Colpi

[REM-Präparat 119]

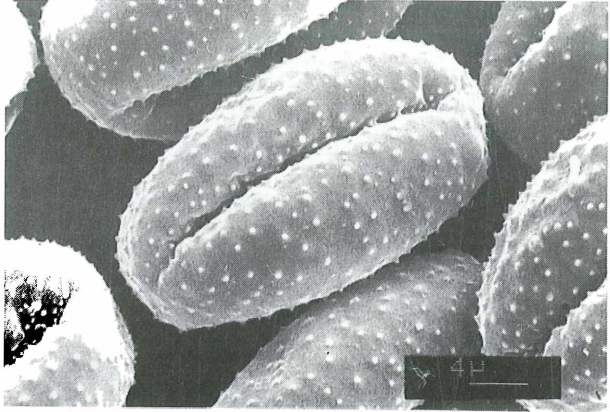


Abbildung 60:

*Plantago lanceolata*

Caryophyllaceen-Typ: hier mit  
weniger als 6 in situ sichtbaren  
Keimporen, diese mit feinen Pusteln  
besetzt

[REM-Präparat 96]

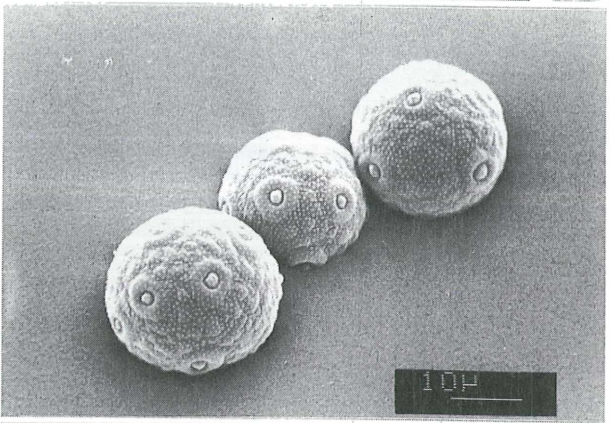
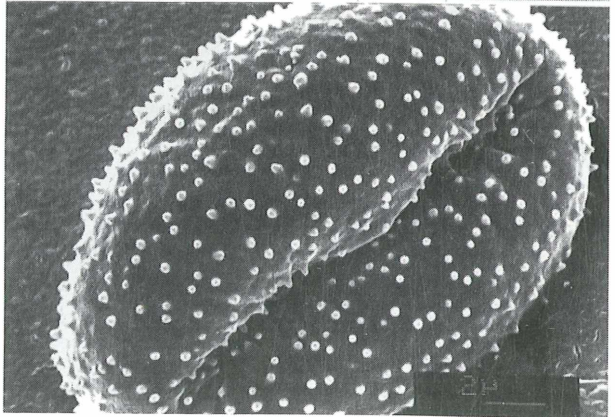


Abbildung 61:

*Filipendula ulmaria*

Brassicaceen-Typ: hier mit 3 Colpi,  
die Oberfläche mit kleinen spitzen  
Warzen

[REM-Präparat 191]



## **Demokratie in Deutschland oder Diktatur der Bürokraten**

Jeder Verleger in Bayern ist gezwungen, zwei Freiemplare von jedem Druckerzeugnis kostenfrei an die Bayerische Staatsbibliothek in München und ein weiteres an die Deutsche Bibliothek in Frankfurt am Main zu senden. Dies habe ich als gerade noch tragbar empfunden. Seit der Vereinigung gibt es jetzt zwei nationale Bibliotheken: Eine in Frankfurt/Main und eine in Leipzig. Diese in Leipzig ist nun zusätzlich mit einem Pflichtexemplar zu beschenken. Dies halte ich für unannehmbar, untragbar und für Unrecht. Das gesamte deutsche Schrifttum kann durch eine "Deutsche Nationalbibliographie" schnell und zuverlässig angezeigt werden. Im Zeitalter der Datenverarbeitung und Computer kann auch von beiden Bibliotheken eine gemeinsame Datenbank aufgebaut und genutzt werden. Es existieren ja auch nicht gleichzeitig BND und STASI (oder doch?! ) oder zwei Verteidigungsministerien nebeneinander. Statt mit Sparmaßnahmen voranzugehen, fordern Staat und Politiker nur, um sich gleichzeitig selbst maßlos zu bedienen. Gegen das Unrecht vorzugehen ist nun fast aussichtslos, schließlich leben wir in einem Rechtsstaat. Bevor Verfassungsbeschwerden erhoben werden kann, muß der Instanzenweg erschöpft sein, d.h. das Verwaltungsverfahren muß durchlaufen werden. Nach Erfolglosigkeit hat die Verwaltungsgerichtsbarkeit über die Rechtmäßigkeit der Ablieferungspflicht des Pflichtexemplares zu entscheiden. Erst dann ist eine Verfassungsbeschwerde möglich. Bis dahin wären allerdings Prozeßkosten von etwa DM 10 000,- zu bezahlen. Das jedoch kann ich mir finanziell nicht leisten. Somit wird der Weg, Recht zu bekommen, blockiert, weil wir ja in einem Rechtsstaat leben.

Aus diesem Grund veröffentliche ich obige Zeilen solange, bis man mir verbietet, meine Meinung über diese Demokratie und diesen Rechtsstaat zu äußern, oder bis sich couragierte, vermögende Leute finden, die gegen das Unrechtsgesetz ankämpfen bis es zurückgenommen wird.

## **Democracy in Germany or dictatorial beaurocracy**

Every publisher in Bavaria is made to give two free examples of each publication to the Bavarian State Library (Munich) and a further example to the German Library (Frankfurt/Main). This was just about acceptable for me.

Since the joining of East and West Germany, we now have two national libraries, one in Frankfurt and one in Leipzig. Now the library in Leipzig is to be additionally provided with one. This I find totally unacceptable and unjust. All German literary works could be quickly gattered together in the form of a "German National Bibliography". We live in the age of data processing and computer technology, and it would be possible to build up a data base from both libraries. The BND (Germany's "Secret Service") and the "STASI" (former East Germany's "Secret Service") do not exist side by side, or do they? Two Ministries of Defence also do not exist next to one another, so why two State Libraries? The State and politicians should be setting an example to the people, and yet all they seem to do is serve themselves.

Although we live in a state where the people has the rights, it is pointless to fight such injustice. Through the beaurocracy of our state and in our society, we must go from one stage to the next a bit like an obstacle course. Unless we have a good case it is pointless to spend appr. DM 10,000 required to get to the finish. The chance is there naturally for those with a good case and the finance, but who has this? Those that have the money would rarely attempt this anyway. Our democracy gives us the opportunity, but our beaurocracy hinders our attempts.

On these grounds I'm publishing the above statement until someone refuses to let me speak my mind or until someone with the finance makes it possible to fight the injustice.



## HERBIPOLIANA

Buchreihe zur Lepidoptero-logie (Herausgeber: Dr. ULF EITSCHBERGER)

Bd. 1: EITSCHBERGER, U.: Systematische Untersuchungen am *Pieris napi-bryoniae*-Komplex (s. l.) (Pieridae). 1984. Textband: 504 S., Tafelband 601 S. mit 110 Farbtafeln. Ungewöhnlich umfangreiche und sehr gut ausgestattete Monographie. Die Farbtafeln zeigen die Tiere in Originalgröße. Format DIN A4. DM 520,— Subskriptionspreis DM 450,— (gilt bei Abnahme aller erscheinenden Teile).

Bd. 2: HACKER, H.: Die Noctuidae Griechenlands. Mit einer Übersicht über die Fauna des Balkanraumes. Die Arbeit behandelt alle 787 am Balkan vorkommenden Noctuidae-Arten. Die griechische Fauna mit 619 Arten wird detailliert dargestellt. Weiterhin erfolgt eine ausführliche Behandlung der Faunen Jugoslawiens (ohne Alpengebiete; 640 Arten), Albaniens (285 Arten), Bulgariens (621 Arten) und Rumäniens (südlicher Teil; 536 Arten) nach modernen taxonomischen und nomenklatorischen Gesichtspunkten. 37 Tafeln, davon 13 in Farbe. Verbreitungskarten für alle in Griechenland vorkommenden Arten. 590 S. Ganzleinenband. DM 450,—

Bd. 3: LUKHTANOV, V. & A.: Die Tagfalter Nordwestasiens. Butterflies of North-West Asia. Die erste und sehr umfassende Darstellung der in diesem Gebiet Rußlands vorkommenden über 400 Tagfalterarten. Sehr viele neue oder bisher nie publizierte Daten auch zur Biologie. Das Standardwerk auf viele Jahre hinaus. Englische Zusammenfassung bei jedem Taxon. 51 Strichzeichnungen von Genitalpräparaten im Text, 19 Karten zur landschaftlichen Untergliederung des Gebietes, 52 Farbtafeln mit den vergrößert abgebildeten Arten, 4 Farbtafeln mit Biotopaufnahmen, 400 Verbreitungskarten. 440 S. Fadenheftung, fester Einband. DM 248,—

## NEUE ENTOMOLOGISCHE NACHRICHTEN

Bd. 22/23: WOLF, W.: Systematische und synonymische Liste der Spanner Deutschlands unter besonderer Berücksichtigung der DENIS & SCHIFFERMÜLLERSchen Taxa (Lepidoptera: Geometridae). 5 Tabellen, 82 S., Kommentare in deutsch und englisch. ARBEITSGEMEINSCHAFT NORDBAYERISCHER ENTOMOLOGEN: Prodromus der Lepidopterenfauna Nordbayerns. 1 Karte, 161 S., umfangreiche Tabellen und Verzeichnis der faunistischen Literatur Nordbayerns. 1988. DM 50,— (Doppelband)

Bd. 25: SCHINTLMEISTER, A.: Zoogeographie der palaearktischen Notodontidae (Lepidoptera). 1989. 20 z. T. ganzseitige Abbildungen, umfangreiche Tabellen, 116 S. DM 42,—

Bd. 26: REISSINGER, E.: Die geographisch-subspezifische Gliederung von *Colias alfacariensis* RIBBE, 1905 unter Berücksichtigung der Migrationsverhältnisse (Lepidoptera: Pieridae). 1989. 82 Tafeln, davon 14 in Farbe, 351 S. DM 145,—

Bd. 27: HACKER, H.: Die Noctuidae Vorderasiens. 1990. 18 Tafeln, davon 6 in Farbe, 740 S. DM 170,—

Bd. 28: PENNER, F.: Neue Untersuchungsergebnisse aus der *Pyrgus alveus* HÜBNER-Gruppe in der Palaearktis unter besonderer Berücksichtigung von Süddeutschland (Lepidoptera: Hesperidae). 1991. 30 S/W-Tafeln, zahlreiche Textfiguren und Tabellen, 157 S. DM 85,—

Bd. 29: JOHNSON, K.: The Palaeartic "Elfin" Butterflies (Lycaenidae, Theclinae). 1992. 12 S/W-Tafeln, zahlreiche Strichzeichnungen und Verbreitungskarten, 141 S. DM 65,—

Bd. 30: REINHARDT, R. & R. THUST: Zur Entwicklung der Tagfalterfauna 1981–1990 in den ostdeutschen Ländern mit einer Bibliographie der Tagfalterliteratur 1949–1990 (Lepidoptera, Diurna). 1993. Verbreitungskarten für jede Art, 285 S. DM 110,—

Bd. 31: EBERT, K.: Die Großschmetterlinge des Vogtlandes (Insecta, Lepidoptera). 1993. 8 Seiten mit S/W-Abbildungen von Biotopen, 172 S. DM 96,—

Bd. 32: BINDER, A.: Beitrag zur Schmetterlingsfauna Böhmens (Insecta, Lepidoptera). 1994. 137 S. DM 72,—

Bd. 33: FETZ, R.: Larvalmorphologische Beiträge zum phylogenetischen System der ehemaligen Oecophoridae (Lepidoptera, Gelechioidea). 1994. 166 Strichzeichnungen im Text, 270 S. DM 95,—

Bd. 34: HÜBNER, J.: Index Larvarum europaeorum Lepidopterorum earumque nutrimentum quae in Opera Jacobi Hübner effigiatae sunt, adjectis denominationibus auctorum verorum. Verzeichnis europäischer Schmetterlinge in ihren verlarvten Ständen. 1995. 20 S. + 24 S. Faksimilie, 3 S/W- und 5 Farbtafeln. DM 115,—

Die Bände 20: HUEMER (Kleinschmetterlinge an Rosaceae unter besonderer Berücksichtigung ihrer Vertikalverbreitung), 21: MÖRTTER (Vergleichende Untersuchungen zur Faunistik und Ökologie der Lepidopteren in unterschiedlich strukturierten Waldflächen im Kottenforst bei Bonn) und 24: SCHURIAN (Revision der *Lysandra*-Gruppe des Genus *Polyommatus* LATR.) sind vergriffen.

Die Subskriptionspreise liegen deutlich unter den angegebenen Einzelheft-Preisen!

Zu beziehen durch: Verlag Dr. ULF EITSCHBERGER, Humboldtstr. 13a, D-95168 Marktleuthen





# **Ihr Spezialist für Entomologiebedarf**

**Zu günstigen Preisen erhalten Sie  
bei uns:**

## **Für die Zucht**

Zuchtkästen, Puppenkästen,  
Infrarotstrahler, Zuchtbehälter u. a.

## **Für den Tag- und Nachtfang**

Netze, Gläser, Transportkästen,  
Stromaggregate, Lampen, Leuchtröhren  
u. a.

## **Für das Präparieren und Bestimmen**

Präparierbestecke, Spannbretter,  
Chemikalien, Lupen, Mikroskope und  
Binokulare

## **Für die Sammlung**

Insektenkästen in allen Größen mit der  
bewährten Moll- oder  
Schaumstoffeinlage, Insektenschränke  
aller Art u. a.

## **Literatur**

Ein umfangreiches Angebot an neuer und  
antiquarischer Literatur ist vorhanden.

Schreiben Sie uns oder rufen Sie uns an.  
Wir beraten Sie gern.

**- Katalog kostenlos -**



**icb**  
**bioform**  
**Erzeugnisse**

Entomologie • Biologie  
Geräte • Lehrmittel  
Sammlungen  
Institutsmobiliar  
Fachbuchhandlung

**bioform-Handelsgesell-  
schaft Meiser & Co.**

**Bittlmairstraße 4  
D-85051 Ingolstadt  
Telefon 08 41 / 7 55 83**

