©Reinhold-Tüxen-Gesellschaft (http://www.reinhold-tuexen-gesellschaft.de/)

Ber. d. Reinh.-Tüxen-Ges. 15, 215-228. Hannover 2003

Habitatnutzung blütenbesuchender Schwebfliegen (Diptera, Syrphidae) in Wald-Offenland-Vegetationsmosaiken

- Axel Ssymank, Bonn -

Summary

Habitat use of flower-visiting hoverflies (Diptera, Syrphidae) in vegetation-mosaics of forests and open habitats: Hoverflies belong together with bees (Apoidea) to the most important insect groups for pollination of flowers in temperate zones. The temporal and spatial availability of flower resources within vegetation units is an important background for habitat preferences of adult hoverflies. The patterns of flower-visiting are discussed: Hoverflies may use up to 60-70% of all existing flower resources in a landscape, but most of the species exhibit specific constant preferences. 12 different basic types of feeding on pollen and nectar are described based on colour, flower type, height and plant family preferences. Within a given species inventory (local fauna and flora) symphenology and flight periods are limiting available flower resources in time. Thus the actual number of plant species visited by a syrphid species is very low and hoverflies often show a high flower constancy and pollination efficiency. Forest margins (up to 100 m from the edge) are concentrating 70-80% of the species inventory of hoverflies in vegetation mosaics of forests and open habitats of cultural landscapes. Many syrphids are using different habitat types as larvae and adults. Most species have specific spatial patterns of habitat use in forest vegetation complexes. Plant communities do have in many cases at least locally characteristic differentiating syrphid species, though syrphid communities may be differing from plant syntaxa groupings in detail. For nature conservation wet forest margins and complexes with open habitats are of major importance, as they are inhabited by many rare and endangered species. Furthermore the most important fields of future basic and applied research for hoverflies and biocoenological work are listed.

Schlüsselwörter: Schwebfliegen (Diptera, Syrphidae), Habitatbindung, Mosaiknutzung, Wälder, Symphänologie, Blütenbesuch.

1. Einleitung

Die Schwebfliegen (Diptera, Syrphidae) stellen mit ca. 1800 paläarktischen Arten (THOMPSON & ROTHERAY 1998) und 458 Arten in Deutschland (DOCZKAL et al. 2002) neben den Bienen (Apoidea) die wichtigste Blütenbesucher und -bestäubergruppe in Mitteleuropa dar. Ein Großteil der Arten in Mitteleuropa ist mit Waldhabitaten, Säumen und Waldmänteln assoziiert, es gibt jedoch auch Spezialisten, zum Beispiel in Halbtrockenrasen, Mooren oder Heiden. Die Imagines sind in der Regel Blütenbesucher. Sie benötigen zur Nahrungsaufnahme Nektar (zum Betriebsstoffwechsel) und Pollen (bei den Weibchen zur Eireifung, z.B. STÜRKEN 1964). Neben morphologisch-physiologischen Anpassungen an den Blütenbesuch, wie zum Beispiel ein trichromatisches Farbsehen (blau, gelb, UV) und einen Tupfrüssel zum Sammeln von Nektar und Pollen mit Rüssellängen von zwei bis > 10 mm (SSYMANK 1991b), gibt es auch spezifische teilweise genetisch festgelegte Verhaltensweisen. Dazu gehören eine spontane angeborene Gelbpräferenz und Rüsseltupfreaktion bei Saftmalen (z.B. LUNAU 1988,

©Reinhold-Tüxen-Gesellschaft (http://www.reinhold-tuexen-gesellschaft.de/)

LUNAU & WACHT 1994) und ein Farblernverhalten einzelner Arten beim Blütenbesuch (*Eristalis pertinax, E. tenax*).

Die meisten Schwebfliegenarten sind trotz ihres guten Flugvermögens relativ ortstreu. Einige wenige Arten zeigen jedoch ein ausgeprägtes Wanderverhalten (AUBERT & GOELDLIN 1981, GATTER & SCHMID 1990). Schwebfliegen vereinen alle wesentlichen Voraussetzungen, die für die Bioindikation von Bedeutung sind (z.B. SPEIGHT 1986). Sie haben ein hohes Indikationspotential für ausgewählte Habitatqualitäten (z.B. verschiedene Formen des Totholzes), Reichtum an Mikrohabitaten, für die Hemerobie sowie insbesondere für die Vernetzung von Biotopen. Während die Imagines weitgehend einheitlich Blütenbesucher sind, haben die Larven oft völlig andere Lebensraumansprüche zum Beispiel Totholz, Saftflüsse von Bäumen oder sie leben in Pilzen, Pflanzen oder in Gewässern. Diese Trennung von Larval- und Imaginalhabitat erfordert je nach Mobilität eine räumliche Vernetzung der Teillebensräume. Daher wurden Schwebfliegen bereits wiederholt für Indikationszwecke v.a. in Wäldern (z.B. SPEIGHT et al. 1999a) aber auch in Auen (z.B. CASTELLA & SPEIGHT 1994, DZIOCK 2001) genutzt und können auch in der naturschutzfachlichen Landschaftsbewertung erfolgversprechend eingesetzt werden (z.B. FINCK et al. 1992, SSYMANK 2001).

Im Folgenden sollen die Wechselbeziehungen zwischen der Vegetation und den Schwebfliegen in den beiden wichtigsten Themenfeldern Blütenbesuchsverhalten und Habitatbindung aufgezeigt werden. Aufbauend auf dem zeitlich begrenzten Ressourcenangebot (Blühphänologie, Kapitel 3) wird erstmalig versucht, aus zahlreichen Einzeluntersuchungen einige allgemeine Grundprinzipien des Blütenbesuchs von Schwebfliegen in den tieferen Lagen Deutschlands abzuleiten (Kapitel 4). Danach wird ein Überblick über den Stand der Kenntnisse über Habitatbindung und biozönologische Zusammenhänge zwischen Schwebfliegen und der Vegetation gegeben (Kapitel 5).

2. Untersuchungsgebiete und Methode

Die nachfolgenden Ergebnisse stützen sich auf langjährige Untersuchungen und systematische Erfassungen im Rahmen von drei Untersuchungsprojekten in Wald-Offenland-Vegetationsmosaiken, wobei neben der allgemeinen Schwebfliegenerfassung und Analyse der Habitatbindung v.a. systematische Angaben zum Blütenbesuch erhoben wurden (Abb. 1).

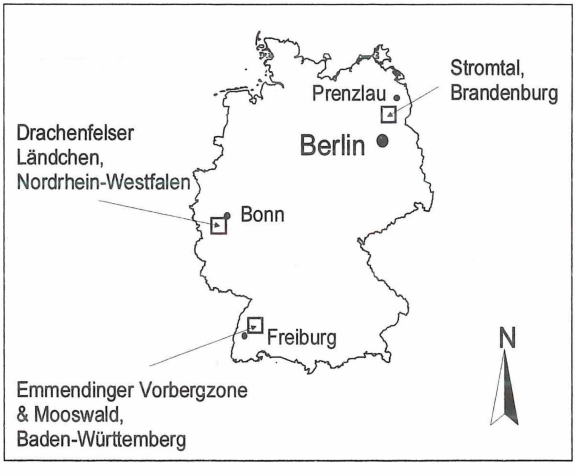


Abb 1: Untersuchungsgebiete mit eigenen systematischen Erhebungen.

©Reinhold-Tüxen-Gesellschaft (http://www.reinhold-tuexen-gesellschaft.de/)

Das Blütenangebot wurde jeweils durch (semi)quantitative Erfassung der Anzahl der Blüheinheiten in regelmäßigen Zeitabständen über die gesamte Vegetationsperiode erfasst. Dabei wurde die Zahl der Blüheinheiten aller blühenden Pflanzenarten pro Flächeneinheit (100 m^2) gezählt bzw. geschätzt. Eine Schätzung der Flächendeckung erwies sich als zu ungenau für Untersuchungen mit Blütenbesuchern, da sich die Flächendeckung meist nur im einstelligen Prozentbereich bewegt und Unterschiede im Blütenangebot nicht ausreichend differenziert werden können.

Die Erfassungsmethoden und -zeiträume für die Erfassung der Schwebfliegen und des Blütenbesuchs waren in den einzelnen Untersuchungsgebieten wie folgt:

- Emmendinger Vorbergzone und Mooswald in Baden-Württemberg, in den Jahren 1985 bis 1987, Erfassung der Schwebfliegen auf vegetationskundlich definierten Einzelflächen mit Farbschaluntersuchungen und Direktbeobachtungen, ca. 3.200 Blütenbesuche (nur Syrphidae) (SSYMANK 1991a), Pollenanalyse des Magen-Darminhalts (SSYMANK & GILBERT 1993).
- Drachenfelser Ländchen in Nordrhein-Westfalen, in den Jahren 1990 – 2001, Transekte mit Farbschalen, Rasterkartierung mit Direktbeobachtungen, Erfassung von Blütenbesuchergilden ausgewählter Pflanzenarten u.a., > 70.000 Nachweise, davon ca. 22.000 Blütenbesuchsbeobachtungen (u.a. SSYMANK 2000, SSYMANK 2001).
- Stromtal in Brandenburg, in den Jahren 1999 – 2001, Transekte mit Rasterkartierungen, > 5.000 Direktbeobachtungen (SSYMANK 2002), Farbschaluntersuchungen ausgewählter Flächen (unpubliziert).

Allen drei Gebieten ist gemeinsam, dass es sich um Kulturlandschaften des Hügellandes oder des Tieflandes handelt, die kleine Bach- und Flußtäler mit kleinflächigem Landschaftsmosaik von Offenland und Wald aufweisen. Darüber hinaus liegen die Erfahrungen von mehreren Hundert Einzelprotokollen mit Blütenbesuchsangaben nach der Erfassungsmethodik von SSYMANK (1999) vor, die jedoch bislang nicht systematisch ausgewertet sind.

3. Ressourcenangebot für Blütenbesucher – Symphänologie

Das Ressourcenangebot für Blütenbesucher ist eine spezifische Eigenschaft der Vegetation. Daher soll im folgenden zunächst exemplarisch ein Überblick über die zeitliche und räumliche Verteilung des Blütenangebots von Pflanzengesellschaften bzw. Biotoptypen (Symphänologie) sowie im landschaftlichen Kontext von Vegetationskomplexen („Sigma-" oder „Geosymphänologie") gegeben werden. Die Blühphänologie von Pflanzengesellschaften ist bisher in der Vegetationskunde eher vernachlässigt worden. Es gibt zwar inzwischen eine ganze Reihe von Einzeluntersuchungen zur Phänologie (Bibliographien von BALATOVA-TULACKOVA 1970, TÜXEN & WOJTERSKA 1977); systematische Zusammenstellungen über ein breites Spektrum von Pflanzengesellschaften, Handbücher oder Übersichtsauswertungen fehlen jedoch bisher. Lediglich für die Buchenwälder liegen zusammenfassende Arbeiten vor (z.B. DIERSCHKE 1982, 1983, 1989 und LAUSI & PIGNATTI 1973). Die Analyse der quantitativen Blütenmengen pro 100 m^2 ergibt für jeden Bestand bzw. Vegetationstyp einen schnellen Überblick über die Menge und die Dauer des Blütenangebots im Jahresverlauf. Dabei gibt es typische Abfolgen blütenreicher Phasen, dominiert von einer oder von wenigen blühenden Pflanzenarten, sogenannter „Blumenwellen". Für Blütenbesucher mit hoher Mobilität, wie die Schwebfliegen, ist jedoch auch das Zusammenwirken und die räumliche Verteilung der Blühphänologie aller Vegetationseinheiten in einem Landschaftsausschnitt bzw. in einem Vegetationskomplex von Bedeutung. Blühphänologische Arbeiten im landschaftlichen Kontext fehlen bisher weitgehend und erfordern einen hohen Untersuchungsaufwand. Ausgewählte Bei-

©Reinhold-Tüxen-Gesellschaft (http://www.reinhold-tuexen-gesellschaft.de/)

spiele aus den genannten Untersuchungsgebieten sollen zeigen, wie wichtig diese Arbeiten sind: Einen ersten Überblick über die Phänologie eines Gesellschaftsmosaiks ermöglicht die Anzahl der gleichzeitig blühenden Pflanzenarten pro Vegetationseinheit (Abb. 2). Dies gibt die Breite des zur Verfügung stehenden Blütenangebots für Blütenbesucher wieder, bei Kenntnis der Blumentypen und der Ansprüche der Blütenbesucher lassen sich auch Nutzungsmuster der Blütenbesucher daraus ableiten.

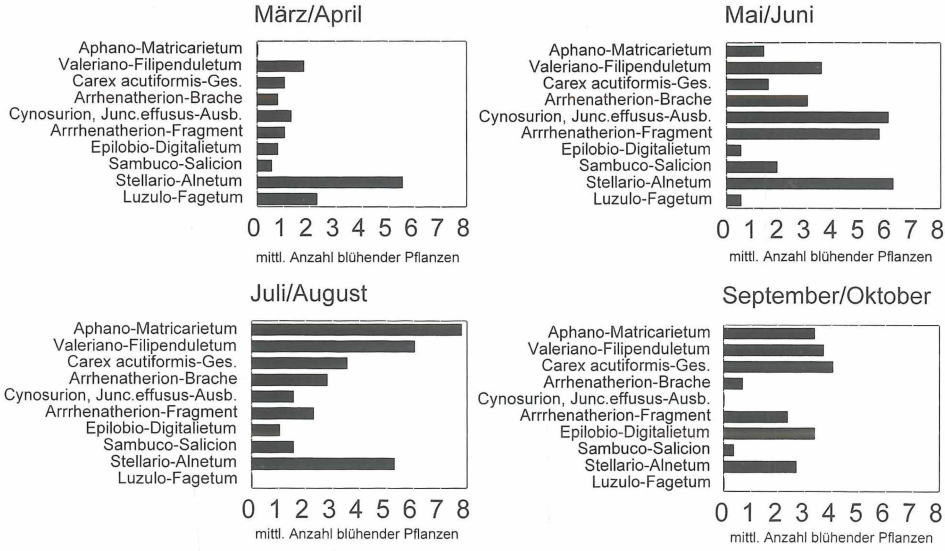


Abb. 2: Anzahl blühender Pflanzen im Gesellschaftsmosaik des Drachenfelser Ländchens (SSYMANK 2001, verändert).

Im Beispiel aus dem Drachenfelser Ländchen wird z.B. deutlich, dass mesophile Laubwälder (hier das *Luzulo-Fagetum*) nur im Frühjahr überhaupt ein Blütenangebot haben, während die Auwälder ein fast ganzjähriges Blütenangebot mit einem Schwerpunkt im Frühsommer (Mai/Juni) aufweisen. Aus der Abb. 2 ist die relative Bedeutung jeder Vegetationseinheit im Jahresverlauf ablesbar. Prinzipiell gibt es für Blütenbesucher mit einer gewissen Spezialisierung auf bestimmte Pflanzenarten oder Blumentypen mehrere Möglichkeiten der zeitlichen Einnischung: entweder die Flugzeit ist mit der Blühzeit der bevorzugten Pflanzenart(en) synchronisiert, oder das Insekt kann bei Generationswechsel oder durch Lernverhalten auf neue Blütenressourcen „umsteigen". Bei den Schwebfliegen sind vermutlich artspezifisch alle genannten Formen der Anpassung durch Coevolution realisiert. Sind quantitative Erfassungen über das ganze Jahr auf definierten Probeflächen aller Vegetationseinheiten eines Gebietes gemacht worden, so lassen sich auch die Blumenwellen vergleichend im Jahresverlauf auswerten. Ein gutes Beispiel ist die halbquantitative Übersicht der Blumenwellen im Waldmosaik der Emmendinger Vorbergzone (SSYMANK 1991). Hier wurde eine auffällige blühphänologische Lücke Ende Mai, Anfang Juni im gesamten Blütenangebot dieser Waldlandschaft deutlich, während kumulativ das Blütenangebot in vielen Vegetationseinheiten im Frühjahr (April/Mai) und im Sommer (Juli/August) am höchsten ist. Die Maxima der Arten- und Individuenzahlen der festgestellten Schwebfliegen wiesen ebenfalls genau diese zweigipflige Flugzeit im Jahresverlauf auf.

Für flächenbezogene quantitative Analysen ist jedoch auch die Erfassung der genauen räumlichen Verteilung des Blütenangebots erforderlich. Diese lassen sich prinzipiell in GIS-Systemen flächenbezogen analysieren. Die Untersuchungen zur Blühphänologie in einem Tal-

©Reinhold-Tüxen-Gesellschaft (http://www.reinhold-tuexen-gesellschaft.de/)
ausschnitt des oberen Pecher Tälchens in acht Zeitschnitten (SSYMANK 2001) zeigen, wie schnell und grundlegend sich das Blütenangebot räumlich in Ausdehnung, Menge und Blütenfarben schon innerhalb kurzer Zeiträume von wenigen Wochen ändern kann.

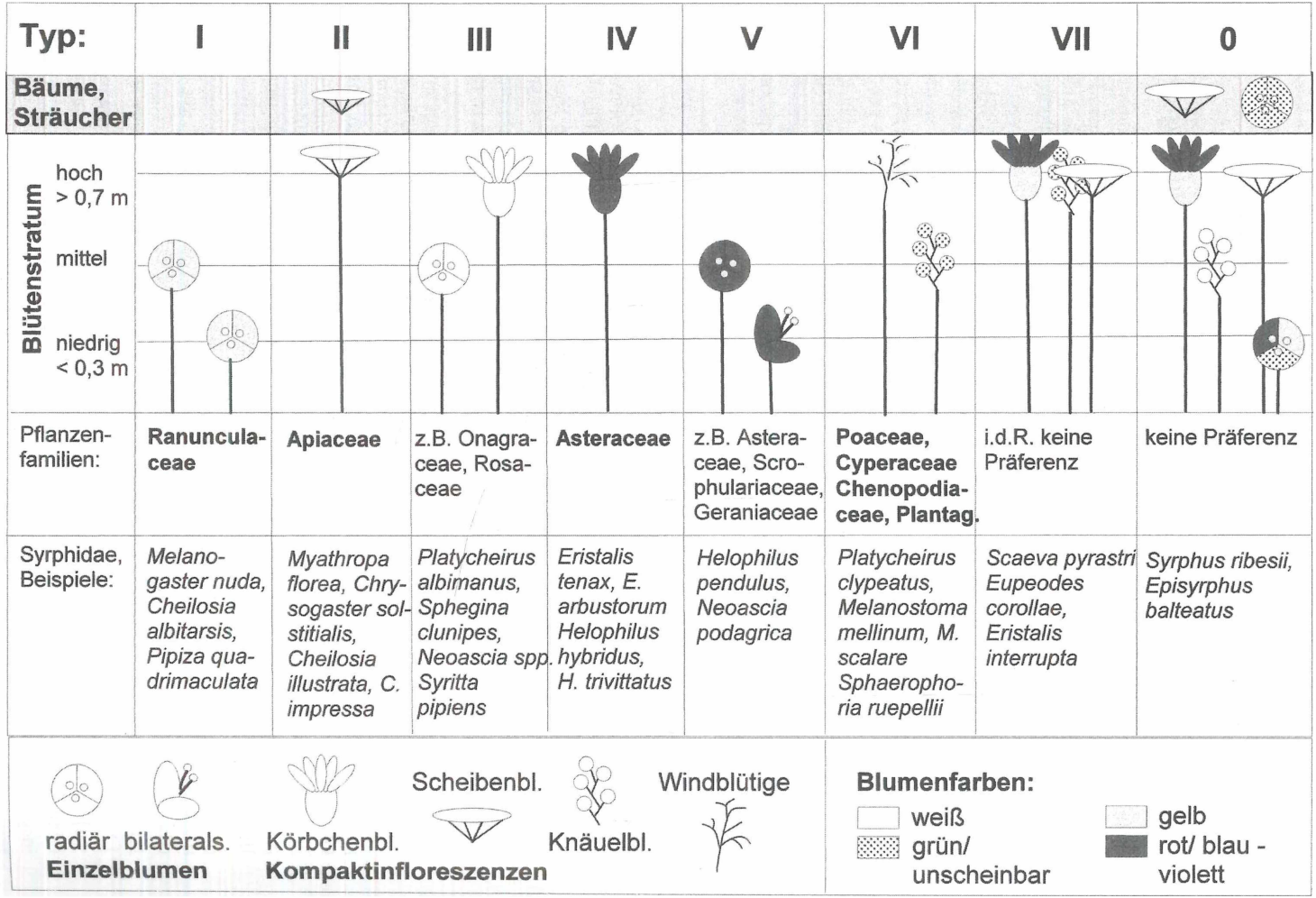
4. Musterbildung beim Blütenbesuchsverhalten und Blumenstetigkeit

In der Literatur finden sich einige Einzelarbeiten über Blütenbesuch an bestimmten Pflanzenarten sowie Zusammenfassungen mit umfangreicheren Listen zu den besuchten Pflanzenarten (KORMANN 2002, BARKEMEYER 1994 und aus Belgien DE BUCK 1990). Die Analyse der umfangreichen eigenen Daten zeigt, dass das Blütenbesuchsverhalten der Schwebfliegen artspezifisch ausgebildet ist, regional variieren kann und jahreszeitlichen Veränderungen unterliegt. Im Frühjahr werden überwiegend radiäre Einzelblumen mit gelber oder weißer Blütenfarbe besucht, die wichtigste Pflanzenfamilie waren im Stromtal die Ranunculaceae, gefolgt von Brassicaceae und Poaceae (SSYMANK 2002). Im Sommer dagegen werden überwiegend Kompaktinfloreszenzen des Scheibenblumen- und Körbchenblumentyps bevorzugt, der Anteil weißer Blumen dominiert und zu den bevorzugten Pflanzenfamilien gehören nun Asteraceae und Apiaceae. Im Herbst wird die Selektivität der Blütenbesucher bei geringem noch zur Verfügung stehenden Blumenangebot schwächer. Das Farbspektrum ist relativ ausgewogen, die starke scheinbare Bevorzugung der Köpfchenblumen der Asteraceae ist stark blühphänologisch bedingt, da v.a. diese Pflanzenarten im Herbst das Blütenangebot ausmachen. Anemophile Pflanzenarten werden ganzjährig von den Schwebfliegen mit einem Anteil von 10-20% besucht.

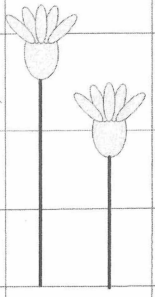
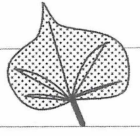
Ein sehr breites Spektrum von Blütenpflanzen ohne erkennbare Präferenz zeigen nur sehr wenige Schwebfliegenarten (z.B. *Episyrphus balteatus* und *Sphaerophoria scripta*). Diese Arten nutzen entsprechend der Zugänglichkeit der Blüten „alles was ihnen zur Verfügung steht", können aber insgesamt trotzdem maximal ca. 2/3 des vorhandenen Blütenangebots nutzen, da z.B. viele Fabaceae oder Arten mit sehr tiefen Kronröhren nur von Bienen oder Schmetterlingen genutzt werden können. Monophage Schwebfliegenarten sind beim Blütenbesuch zumindestens in Mitteleuropa bisher nicht bekannt, wohl aber treten viele oligophage Arten auf, die fast ausschließlich wenige Pflanzenarten einer Pflanzenfamilie (z.B. Ranunculaceae, Apiaceae) besuchen.

Für das individuelle Blütenbesuchsverhalten einzelner Schwebfliegenarten konnte sowohl für das Drachenfelser Ländchen (SSYMANK 2001) als auch im Stromtal (SSYMANK 2002) gezeigt werden, dass es in jedem Untersuchungsgebiet nur eine relativ geringe Anzahl von Grundtypen des Blütenbesuchsverhaltens gibt. Basierend auf Blumenfarbe, Blumentyp, Höhenpräferenz (Blütenstratum) und bestimmten Präferenzen für Pflanzenfamilien konnten z.B. im Drachenfelser Ländchen 7 Grundtypen des Blütenbesuchs festgestellt werden, im Brandenburger Untersuchungsgebiet für das Transekt Kröchelndorff ebenfalls 7 Grundtypen. Einzelauswertungen für bestimmte blühphänologische Perioden zeigen, dass nicht immer alle diese Typen zur selben Zeit realisiert sein müssen, sondern bestimmte Typen z.B. nur im Frühjahr auftreten, andere nur im Sommer und Herbst. Bereits in SSYMANK (2002) wurde die Hypothese aufgestellt, daß man die Schwebfliegenarten in Deutschland insgesamt in ca. 10-12 distinkte Grundtypen des Blütenbesuchs einteilen kann. Vergleichende Auswertungen aller vorhandenen Daten zum Blütenbesuch der drei Untersuchungsräume Stromtal, Drachenfelser Ländchen und Emmendinger Vorbergzone bestätigen diese Hypothese: danach lassen sich insgesamt tatsächlich 12 Grundtypen der Nutzung von Blütenressourcen (Nahrungserwerb bzw. Blütenbesuchsverhalten) adulter Schwebfliegen unterscheiden, die schematisch in Abb. 3 a/b dargestellt sind:

Abb 3a/b: Grundtypen der Nutzung von Blütenressourcen. Weitere Erläuterungen siehe Text.



©Reinhold-Tüxen-Gesellschaft (http://www.reinhold-tuexen-gesellschaft.de/)

Typ:	VIII	IX	X	XI	XII	Sonderformen
Bäume, Sträucher						
Blütenstratum hoch > 0,7 m / mittel / niedrig < 0,3 m						**Nahrungs- und Flüssigkeitsaufnahme ohne Blütenprodukte** *kommt nur vereinzelt vor* **reine Flüssigkeitsaufnahme:** - Tautrinken - Gewässer - feuchte Erde **Kohlenhydrate, außer Nektar:** - Blattlausexsudate von Blattoberflächen
Pflanzenfamilien:	**Lamiaceae, Ajuga, ... Lythrum, Pulmonaria**	**Betulaceae, Alnus, Corylus, Salix**	**Rosaceae,** z.B. Prunus, Sorbus Anemone	**Asteraceae: Cichorioideae: z.B. Hieracium**	**Blattpollenniederschlag** horizontale, glatte Blätter	
Syrphidae, Beispiele:	*Rhingia spp.* (zeitweise oder regional)	*Melangyna barbata,* frühfliegende *Cheilosia* - Arten.	*Melangyna lasiophthalma* *M. quadrimaculata* *Brachyopa vitt., testacea*	*Cheilosia canicularis, Pelecocera tricincta*	*Xylota segnis, X. sylvarum, Chalcosyrphus nemorum*	

radiär bilaterals. Körbchenbl.
Einzelblumen **Kompaktinflor.**

Windblütige Bäume & Sträucher

Blätter: Pollenniederschlag

Blumenfarben:

- weiß
- grün/ unscheinbar
- gelb
- rot/ blau - violett

©Reinhold-Tüxen-Gesellschaft (http://www.reinhold-tuexen-gesellschaft.de/)

©Reinhold-Tüxen-Gesellschaft (http://www.reinhold-tuexen-gesellschaft.de/)

Grundtypen der Nutzung von Blütenressourcen durch Schwebfliegen:

I: gelbe solitäre Einzelblumen im mittleren Blütenstratum (Ranunculaceae)
II: weiße Kompaktinfloreszenzen, Scheibenblumen im oberen Blütenstratum (Apiaceae), einschließlich der Strauchschicht
III: weiße Blumenfarbe, Kompaktinfloreszenzen und radiärsymmetrische Einzelblumen im mittleren und oberen Blütenstratum
IV: rote oder violette Blumen des Körbchentyps im oberen Blütenstratum (Asteraceae)
V: rote oder violette Blumen im mittleren und unteren Stratum, unabhängig vom Blumentyp
VI: Anemophile Blumen mit grünen oder unscheinbaren Blüten in der Krautschicht
VII: Präferenz für das obere Blütenstratum, jedoch Nutzung aller Blumenfarben und Blumentypen
VIII: blaue bis rote bilateralsymmetrische Einzelblumen im mittleren bis unteren Stratum (bisher nur von der Gattung *Rhingia* bekannt)
IX: Baum- und Strauchpollen windblütiger Arten (Betulaceae, Salicaceae)
X: weiße Blumen in der Baum- und Strauchschicht, radiäre Einzelblumen und Kompaktinfloreszenzen (selten auch in der Krautschicht), Rosaceae
XI: gelbe Kompaktinfloreszenzen des Körbchentyps im mittleren bis oberen Stratum (Cichorioideae)
XII: Blattpollenniederschlag auf horizontalen Blattoberflächen (Mischung aus windblütigem Pollen und „verschüttetem" Pollen von darüber blühenden entomophilen Hochstauden)
0: keine Präferenzen, Nutzung des gesamten Blütenangebots soweit erreichbar für Schwebfliegen

Bisher liegen für die meisten häufigeren Schwebfliegenarten ausreichend vergleichbare Daten vor, um diese sicher in die Grundtypen der Nutzung von Blütenressourcen einordnen zu können. Für seltene Arten mit oft nur wenigen Einzelbeobachtungen in der Literatur können allenfalls begrenzt Analogieschlüsse gezogen werden, basierend auf Blütenbesuchslisten über große Räume. Die Grundtypen der Nutzung von Blütenressourcen müssen je nach blühphänologischem Zeitpunkt sowie der floristischen und faunistischen Ausstattung des Untersuchungsgebiets nicht alle parallel realisiert sein (vgl. SSYMANK 2002). Sie sind aber weitgehend artspezifisch konstant. Bei Schwebfliegenarten mit langer Flugzeit können sich die tatsächlich besuchten Pflanzenarten ändern, im Regelfall bleibt jedoch der Grundtyp des Blütenbesuchs erhalten (gleiche Farb-, Blumentyppräferenz). Eine zeitliche Änderung des Grundtyps ist nach bisherigen Daten eine seltene Ausnahme bei wenigen Schwebfliegenarten, wobei noch unklar ist, inwieweit Lernverhalten und Generationswechsel eine Rolle spielen (z.B. *Rhingia*).

Die im Vergleich zu manchen monophagen Bienenarten eher geringen Präferenzen oligophager Schwebfliegenarten führen im Zusammenhang mit einem räumlich und zeitlich begrenzten Blütenspektrum eines bestimmten Landschaftsausschnitts im Regelfall zu hoher Blumenstetigkeit (vgl. SSYMANK 2002). Damit ist die Bestäuberleistung der Schwebfliegen deutlich höher, als sich aus Listen der besuchten Pflanzenarten ableiten läßt.

Die Blütenbesuchergilde einzelner Pflanzenarten kann bei den Schwebfliegen von Standort und Umgebung der untersuchten Pflanze unabhängig sein (z.B. *Cirsium arvense, Cirsium palustre*). Es gibt aber auch Pflanzenarten wie *Heracleum sphondylium*, deren Blütenbesuchergilde in hohem Maße vom Standort bzw. Biotop- oder Vegetationsmosaik abhängig ist (SSYMANK 1993, 2001). So besucht z.B. *Episyrphus cinctellus* nur *Heracleum sphondylium*-Blüten in (halb)schattigen Innensäumen, während *Pipizella viduata, Myathropa florea* und *Cheilosia illustrata* v.a. in vollsonnigen Bereichen der Außensäume und in waldnahem Grünland anzutreffen sind. Systematische Untersuchungen für eine größere Anzahl von Pflanzenarten fehlen bislang.

©Reinhold-Tüxen-Gesellschaft (http://www.reinhold-tuexen-gesellschaft.de/)

5. Formen der Habitatbindung, Waldrandeffekte und Raumnutzung

Raumnutzungsmuster und Habitatbindung von Schwebfliegen hängen von den verschiedenen Entwicklungsstadien und den Funktionen der Teillebensräume ab und sind daher artspezifisch zu betrachten. Der Larvalhabitat dient für die drei Larvenstadien als Nahrungshabitat, Verpuppungsort, oft auch zur Überwinterung und Diapause. Der Imaginalhabitat muß im Regelfall Blütenbesuch ermöglichen, geeignete Teilhabitate für Paarung und ggf. Eiablage beinhalten, wobei für die Eiablage im Regelfall von den Weibchen aktiv das geeignete Larvalhabitat aufgesucht wird. Zeitliche Muster (tages- und jahreszeitliche Aktivität, Fluktuationen und Wanderungen) und räumliche Muster (Kleinstukturen im Biotop, Vegetations- bzw. Biotopkomplexe) erschweren das Studium der Habitatbindung. In Wald-Offenland-Vegetationsmosaiken kann man je nach räumlicher Verteilung von Larval- und Imaginalhabitat und der Mobilität der Schwebfliegenarten folgende Grundtypen unterscheiden (vgl. SSYMANK 1991):

- Ganzsiedler im Wald: z. B. *Cheilosia fasciata* (Larve phytophag in *Allium ursinum*),
- Ganzsiedler im Innensaum: z. B. *Cheilosia illustrata* (an *Heracleum sphondylium*),
- Teilsiedler Wald (Totholz) und Innensaum (Blütenbesuch): *Sphegina*-Artem,
- Teilsiedler Kronenschicht (Larve) und Außensaum (z.B. *Syrphus, Epistrophe grossulariae*),
- ubiquitär lebende Arten mit aphidophagen Larven: *Episyrphus balteatus.*
- Fernwanderer, Säume als „Rast- und Auftankstation": *Eristalis tenax*, *Volucella zonaria.*

Insgesamt ergibt sich im Regelfall eine lineare Korrelation zwischen der Artenzahl der Syrphidae und der Zahl der Biotoptypen / Pflanzengesellschaften unter Einschluss linearer Biotope / Pflanzengesellschaften pro Flächeneinheit (vgl. z.B. SSYMANK 2001 für das Drachenfelser Ländchen). Mit der Zahl der flächig ausgebildeten Typen besteht hingegen keine Korrelation. Daraus folgt, dass gerade Ökotone (Ausbildung und Anteil von Grenzlinien) einen wichtigen Einfluss auf die Artenzahl der Schwebfliegen haben (z.B. auch HASLETT 1994 zur „fraktalen Dimension"). In Wald-Offenland-Mosaiken ist dies in den Landschaftstransekten des Pecher Tälchens (Drachenfelser Ländchen, SSYMANK 2001) deutlich zu sehen: Artenzahlen und Individuenzahlen sind in den linearen feuchten Schwarzerlengalerie-Wäldern entlang der kleinen Bäche am höchsten. Gleichzeitig ist hier der Anteil seltener Arten sowie der gefährdeten Arten (Rote Liste) in der Regionalfauna am höchsten.

Aus Rastererfassungen im Drachenfelser Ländchen in den Jahren 1993 und 1994 ließ sich für die dortige Schwebfliegenfauna feststellen, dass sich 70 - 80% des Arteninventars von Wald-Offenlandkomplexen im Waldrandbereich (SSYMANK 2001, n = 47.216) aufhalten. Der bevorzugte Aufenthalt der Imagines liegt unmittelbar am Waldrand bis maximal ca. 100 m Entfernung. Dagegen waren trotz geringerer Artenzahlen die Gesamtindividuenzahlen im Offenland höher. Inwieweit dies wegen der schlechten Erfassbarkeit der Kronenfauna auch methodisch bedingt ist, lässt sich nicht abschätzen. Alle hier untersuchten Schwebfliegenarten zeigten spezifische Verteilungsmuster von „Waldarten" über „Waldrandarten" bis hin zu reinen Offenlandarten (ausgewählte Beispiele vgl. Abb. 4). Bei typischen „Waldrandarten" fliegt der Imago weder im geschlossenen Wald noch im Offenland weitab vom Wald (z.B. *Cheilosia illustrata*, *Volucella pellucens*). Es handelt sich entweder um Ganzsiedler im Waldrandbereich oder um Teilsiedler mit Larvalhabitat im Wald. Typische Waldarten (z.B. *Baccha elongata*, *Sphegina clunipes*), bei denen der Imago regelmäßig auch im geschlossenen Wald auftritt, sind Ganzsiedler im Wald. Waldränder sind durch ihre symphänologische Einnischung für Blütenbesucher Attraktionspunkte im Sommer und Spätsommer in Wald-Offenland-Vegetationsmosaiken. Gleichzeitig dienen sie wandernden Schwebfliegenarten als Wanderstrecken.

©Reinhold-Tüxen-Gesellschaft (http://www.reinhold-tuexen-gesellschaft.de/)

Die Frage, inwieweit es spezifische überregional gültige Schwebfliegenzönosen auf der Ebene von Pflanzengesellschaften gibt, lässt sich bis heute nicht abschließend allgemeingültig beantworten. Jedenfalls haben alle auf vegetationskundlichen Einheiten oder auf Biotoptypen basierenden Untersuchungen mit Schwebfliegen gezeigt, dass es zu mindestens lokal oder regional ein gesellschaftsspezifisches Arteninventar gibt. Die Zahl dieser interdisziplinär ausgerichteten Arbeiten ist angesichts des methodisch und zeitlich hohen Untersuchungsaufwandes gering geblieben, gute Beispiele finden sich bei KRATOCHWIL (1989) für Grünlandmosaiken des Taubergiessen, BUCHHOLZ (1989) für Vegetationstypen der Hochlagen des Feldbergs, LENNARTZ (2003) für Borstgrasrasen der Eifel, BARKEMEYER (1984) für nordwestdeutsche Moore sowie in einigen Untersuchungen aus Waldvegetationsmosaiken (CHEMINI et al. 1983, SSYMANK 1991, 2001, 2002). Auf Beispieltabellen und ausführliche bibliographische Angaben zu weiteren Einzelarbeiten muss hier aus Platzgründen verzichtet werden.

Bei den Schwebfliegenspezialisten ist darüber hinaus ein großes Expertenwissen vorhanden, welches in eine umfangreiche Datenbank europäischer Schwebfliegen der atlantischen und „kontinentalen"(mitteleuropäischen) Zone, bekannt als „Syrph-the-Net" (SPEIGHT et al. 1999a, 1999b) eingegangen ist. Hier werden auf der Basis von Experteneinschätzungen Habitatbindungen in 3 Stufen für sogenannte „Macrohabitats" und „Microhabitats" angegeben.

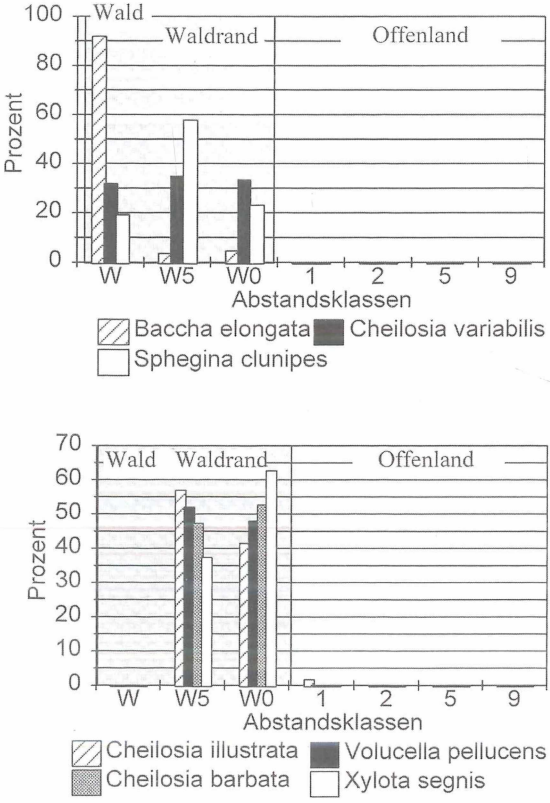


Abb. 4: Wald- und Waldrandarten im Drachenfelser Ländchen
Legende für die Abstandsklassen der Rasterkartierung:

W	ganz im Wald (100 m² Raster)	2	Abstand zum Wald 100 – 199 m
W5	mind. 50 % Waldanteil	5	Abstand zum Wald 200 – 499 m
W0	< 50 % Waldanteil	9	Abstand zum Wald > 500 m
1	Abstand zum Wald < 100 m		

©Reinhold-Tüxen-Gesellschaft (http://www.reinhold-tuexen-gesellschaft.de/)
Microhabitats sind Biotopelemente, wie z.B. Sickerquellen oder Totholz, die in mehreren der Macrohabitats auftreten können. Dieses System ist nicht so fein wie Vegetationseinheiten des Assoziationsranges, zeigt aber, dass für viele Schwebfliegenarten eine relativ enge Bindung an Biotoptypen oder Vegetationseinheiten besteht.

Für die Charakterisierung von Schwebfliegenzönosen kommen positive wie negative Differentialartengruppen in Betracht (Präsenzanalysen und begrenzt Artenidentität), während die in der Zoologie häufig verwendeten Dominanzanalysen und Domiantenvergleiche wenig hilfreich sind. Dies liegt daran, daß es bei den Schwebfliegen einige in vielen Biotoptypen eudominant auftretende Arten gibt, die hohe Fluktuationen aufweisen können. Die Kenn- und Differentizialarten hingegen haben häufig mittlere bis niedrige Abundanzen. Somit können Schwebfliegenzönosen ähnlich wie pflanzensoziologische Einheiten prinzipiell durch Merkmale der Präsenz/Absenz von Artengruppen, der Stetigkeit ihres Auftretens und auffällige Unterschiede in der Abundanz (soweit die Fluktuationen geringer sind) beschrieben werden. Wichtige ökologische Merkmale neben rein deskriptiven Merkmalen dieser Schwebfliegenzönosen sind z.B. der Anteil wandernder Arten, die Verteilung der Larvalernährungstypen und ökologischer Anspruchstypen. Die Gliederung der Schwebfliegenzönosen muss nicht vollständig mit den Vegetationseinheiten übereinstimmen. Wie fein die Differenzierung der Schwebfliegenzönosen unterschiedlicher Vegetationseinheiten im Waldvegetationsmosaik sein kann, zeigen schon die Untersuchungen von SSYMANK (1991): So unterscheiden sich *Galio-Fagetum* und *Galio-Fagetum allietosum* durch das Auftreten von zwei Schwebfliegenarten, *Portevinia maculata* und *Cheilosia fasciata*, die beide an das Auftreten ihrer Fraßpflanze *Allium ursinum* für die Larven gebunden sind. Schon kleine Sickerquellen im Feuchtgrünland, die sich pflanzensoziologisch kaum fassen lassen (manchmal als lineare Fazies einer Pflanzenart erkennbar), können bei den Schwebfliegen zu Artenkombinationen mit *Pyrophaena granditarsa*, *Pyrophaena rosarum* und *Neoascia*-Arten führen. Gleichermaßen unterscheiden sich Wälder gleicher vegetationskundlicher Typisierung in ihren Schwebfliegenzönosen je nach Alter, Qualität und Menge des zur Verfügung stehenden Totholzes, z.B. durch das Auftreten von *Temnostoma*-, *Callicera*- oder *Xylota*-Arten. LENNARTZ (2003) schlägt eine Vereinheitlichung der Erfassungs- und Analysemethoden vor, um konsequent den biozönologischen Gliederungsansatz zu verfolgen.

Da die Mobilität der Schwebfliegen durch ihr gutes Flugvermögen theoretisch sehr hoch ist, stellt sich die Frage, wie weit z.B. Randeffekte wirken und ob diese einen substanziellen Einfluss auf die Habitatbindung haben. Aus Rastererfassungen zeigt sich jedoch eindeutig, dass viele Schwebfliegenarten relativ ortstreu sind und nur wenig „streuen". Dies wurde sowohl im Stromtal (z.B. *Cheilosia pubera* in Schwarzerlenau- und -sumpfwäldern der Talniederung; (SSYMANK 2002) als auch im Drachenfelser Ländchen (SSYMANK 2001) bestätigt. In Rasterfeldern, die an die Optimalhabitate einer Art angrenzen, kommen bereits deutlich geringere Abundanzen vor. In über 100 m Abstand davon waren nur ausnahmensweise Einzelfunde festzustellen.

Für die Schwebfliegenzönosen in Wäldern lassen sich als Kennartengruppen im wesentlichen folgende Artengruppen herauskristallisieren:
- xylobionte Arten, v.a. Totholzbewohner und Bewohner von Saftflüssen,
- arboricol aphidophage Arten mit eingeengtem Beutetierspektrum der Larven,
- phytophage Arten (oligo- bis monophag an bestimmte Pflanzenarten gebunden),
- aquatisch saprophage Arten in begrenztem Umfang zur Differenzierung von Feuchtigkeitsstufen.

Bei einer integrativen biozönologischen Auswertung bringen dabei v.a. die beiden erstgenannten Artengruppen eine Gliederungskomponente der Biozönosen ins Spiel, die über die

©Reinhold-Tüxen-Gesellschaft (http://www.reinhold-tuexen-gesellschaft.de/)
rein pflanzensoziologischen Ansätze nur bedingt fassbar ist, aber naturschutzfachlich für die Biodiversität in Wäldern eine sehr hohe Bedeutung hat.

6. Zusammenfassung und Ausblick

Zusammenfassend lässt sich zum Blütenbesuch und Resourcenangebot von Schwebfliegen in Wald-Offenlandmosaiken folgendes sagen:

- Schwebfliegen können ca. 60 - 70 % des Blütenangebots einer Landschaft ausnutzen, viele Arten sind oligo- bis polyphag.
- Schwebfliegen nutzen artspezifisch nur bestimmte Pflanzenarten, nur selten wechselt dies im Jahresverlauf.
- Jede Pflanzenart hat ihre spezifische Besuchergilde. Diese kann überregional konstant oder vom Biotopmosaik abhängig sein.
- Es gibt ca. 12 Grundtypen des Blütenbesuchsverhaltens (Blumenfarbe, -typen, Stratum und Pflanzenfamilien), in die sich die Schwebfliegenarten einteilen lassen. Darunter gibt es Spezialisierungen auf anemophile Baum- und Straucharten sowie das Sammeln von Pollenniederschlag (meist im Waldrandbereich).
- Die potentielle Bandbreite des Blütenbesuchs (das nutzbare Pflanzenartenspektrum) einer Schwebfliege wird zeitlich durch die Symphänologie (Verfügbarkeit) und die Flugzeiten (Nutzungszeitraum) eingeschränkt. Gleichzeitig bestimmen die regionale Flora und Syrphidenfauna welche Blütenbesuche räumlich überhaupt möglich sind. Viele Schwebfliegenarten zeigen daher trotz vehältnismäßig geringer Spezialisierung beim Blütenbesuchsverhalten lokal hohe Blumenstetigkeit und Bestäuberleistung.
- Waldränder, Innen- und Außensäume haben eine besondere Bedeutung für Schwebfliegen, da ihre Hauptblüte in eine blütenarme Zeit fällt .

Zur Habitatbindung und Raumnutzung in Wald-Offenland-Vegetationsmosaiken:

- 70 % - 80% des Arteninventars von Wald-Offenlandkomplexen ist im Waldrandbereich konzentriert. Ein Großteil der mitteleuropäischen Arten ist an Waldhabitate gebunden: typische Larvalhabitate des Waldes sind z.B.: Totholz, Saftflüsse, Baumhöhlen und Phytotlemen, ferner kommen viele phytophage Arten im Wald vor.
- Es gibt eine Reihe typischer „Waldrandarten“ (Ganzsiedler im Waldrandbereich oder Teilsiedler mit Larvalhabitat im Wald).
- Schwebfliegen sind oft Teilsiedler, wobei Larval- und Imaginalhabitate räumlich voneinander getrennt sind (Wald-Offenland-Mosaike).
- Pflanzengesellschaften weisen im Regelfall (zu mindestens lokal) Differentialarten mit hoher Präsenz auf.
- Schwebfliegen weisen in Wald-Offenlandmosaiken artspezifische Raumnutzungsmuster auf, Ubiquisten sind Einzelfälle.
- Für den Naturschutz besonders wertvolle Bereiche sind Wälder und Wald-Offenland-Kontaktbereiche im feuchten Biotopspektrum.

Schwebfliegen sind gute Indikatoren für die Vernetzung von Biotopen und Ökosystemen, sie reagieren schnell und empfindlich auf Veränderungen in der Landschaft. Sie eignen sich als Qualitätsindikatoren im Naturschutz und zur Prognose von Landschaftsveränderungen. Umsomehr ist es erforderlich, systematisch einige Forschungsdefizite zu beheben und ihr Indikationspotential im angewandten Naturschutz nutzbar zu machen. So fehlen - trotz der für Insektengruppen vergleichsweise guten Kenntnisse - deutschlandweite faunistische, arealkundliche und taxonomisch-systematische Grundlagenarbeiten. Die Larvalbiologie einiger Arten ist unbekannt, und es gibt bisher keine umfangreichen parallelen Vergleichsuntersuchungen zur Raumnutzung von Imagines und Larven.

©Reinhold-Tüxen-Gesellschaft (http://www.reinhold-tuexen-gesellschaft.de/)

Blütenbesuchsbeobachtungen und Verhaltensbeobachtungen, und damit die spannenden Fragen der Beziehungen zwischen Vegetation und Fauna, werden immer noch zu wenig bearbeitet - oft begnügt man sich mit „Exkursionslisten". Weitere biozönologische Arbeiten mit Schwebfliegen, einer Schlüsselartengruppe für die Bestäubung, und damit Wechselbeziehungen zwischen Fauna und Flora in Ökosystemen, sind über ein breiteres Spektrum von Vegetationstypen in allen Regionen Deutschlands dringend erforderlich. Wenngleich erste Prognosemodelle vorhanden sind, müssen anwendungsbezogene Indikationssysteme für die Naturschutzpraxis entwickelt werden, zumal die Anforderungen an naturschutzfachliche Flächenbewertungen ständig steigen (z.B. mit der Verträglichkeitsprüfung nach Art. 6 der Fauna-Flora Habitatrichtline der Europäischen Union, 92/43/EWG).

Danksagung

Diese vergleichende Auswertung einiger blütenökologischer und biozönologischer Forschungsprojekte ist Frau Prof. O. Wilmanns anlässlich der Rheinhold-Tüxen-Preisverleihung gewidmet, der ich meine Ausbildung an der Universität Freiburg i.Br. verdanke und die die biozönologische Forschungsrichtung wesentlich mitgetragen hat. Ferner danke ich zahlreichen Kollegen und Kolleginnen, die mich in den Projekten begleitet oder unterstützt haben oder im Bundesamt für Naturschutz für Diskussionen zur Verfügung standen.

7. Literatur

AUBERT, J. & GOELDLIN DE TIEFENAU, P. (1981): Observations sur les migrations de Syrphides (Dipt.) dans les Alpes de Suisse occidentale. - Bull. Soc. entomol. Suisse **54**: 377-388.

BALÁTOVA-TULÁCKOVÁ, E. (1970): Bibliographie der Phänospektren-Diagramme von Pflanzengesellschaften. - Excerpta botanica Sect. B **10**(4): 243-255.

BARKEMEYER, W. (1984): Über die Syrphiden (Diptera, Syrphidae) in den Hochmoorresten der nordwestlichen Bundesrepublik Deutschland. - Zool. Jb. (Syst.) **111**: 43-67.

BARKEMEYER, W. (1994): Untersuchung zum Vorkommen der Schwebfliegen in Niedersachsen und Bremen (Diptera: Syrphidae). - Natursch. Landschaftspfl. Niedersachsen **31**: 1-514.

CASTELLA, E., SPEIGHT, M.C.D., OBRDLIK, P., SCHNEIDER, E. & LAVERY, T. (1994): A methodological approach to the use of terrestrial invertebrates for the assessment of alluvial wetlands. - Wetlands Ecology & Management **3**: 17-36.

BUCHHOLZ, U. (1989): Blütenbesucher-Gemeinschaften hochstaudenreicher Pflanzengesellschaften der subalpinen Stufe (Syrphidae: Diptera, Apoidea: Hymenoptera, Rhopalocera, Lepidoptera) - Das Beispiel Feldberg im Schwarzwald. - Dipl.arb., 104 S., Freiburg i.Br..

DE BUCK, N. (1990): Bloembezoek en bestuivingsecologie van Zweefvliegen (Diptera, Syrphidae) in het bijzonder voor Belgie. - Studiendoc. K.B.I.N. **60**: 1-167.

CHEMINI, C., DACCORDI, M. & MASON, F. (1983): Ditteri Sirfidi raccolti in due siti forestali presso Ala (Prov. di Trento) (Insecta: Diptera: Syrphidae). - Studi trent. Sci. nat. „Acta Biol." **60**: 125-135.

DIERSCHKE, H. (1982): Pflanzensoziologische und ökologische Untersuchungen in Wäldern Süd-Niedersachsens. I. Phänologischer Jahresrhythmus sommergrüner Laubwälder. - Tuexenia **2**: 173-194, Göttingen.

DIERSCHKE, H. (1983): Symphänlologische Artengruppen sommergrüner Laubwälder und verwandter Gesellschaften Mitteleuropas. - Verh. Geselllschaft f. Ökologie **XI**: 71-87.

DIERSCHKE, H. (1989): Symphänologische Aufnahme- und Bestimmungsschlüssel für Blütenpflanzen und ihre Gesellschaften in Mitteleuropa. - Tuexenia **9**: 477-484, Göttingen.

DOCZKAL, D., CLAUßEN, C. & SSYMANK, A. (2002): Erster Nachtrag und Korrekturen zur Checkliste der Schwebfliegen Deutschlands (Diptera, Syrphidae). - Volucella **6**: 167-173.

DZIOCK, F. (2001): Beziehungen zwischen Umweltvariablen, Schwebfliegen (Diptera, Syrphidae) und ihren biologischen Eigenschaften im Auengrünland. In: SCHOLZ, M, STAB, S. & HENLE, K. (Hrsg.): Indikation in Auen. Präsentation der Ergebnisse aus dem UFZ-Bericht 8/2001: 107-114

FINCK, P. HAMMER, D., KLEIN, M., KOHL, A., RIECKEN, U., SCHRÖDER, E., SSYMANK, A. & VÖLKL, W. (1992): Empfehlungen für faunistisch-ökologische Datenerhebungen und ihre naturschutzfachliche Bewertung im Rahmen von Pflege- und Entwicklungsplänen für Naturschutzgroßprojekte des Bundes. - Natur u. Landschaft **67**(7/8): 329-340.

GATTER, W. & SCHMID, U. (1990): Wanderungen der Schwebfliegen (Diptera, Syrphidae) am Randecker Maar.

©Reinhold-Tüxen-Gesellschaft (http://www.reinhold-tuexen-gesellschaft.de/)
(Festschrift 20 Jahre Station Randecker Maar). - Spixiana, Supplement **15**: 1-100.

HASLETT, J.R. (1994): Community structure and the fractal dimensions of mountain habitats. - J. Theoret. Biol. **167**(4): 407-411

KORMANN, K. (2002): Schwebfliegen und Blasenkopffliegen Mitteleuropas. 270 S., Nottuln (Deutschland)

KRATOCHWIL, A. (1989): Erfassung von Blütenbesuchergemeinschaften verschiedener Rasengesellschaften im Naturschutzgebiet Taubergiessen (Oberrheinebene). - Verh. Ges. f. Ökologie **XVII**: 701-711, Göttingen.

KRATOCHWIL, A. & SCHWABE, A. (2001): Ökologie der Lebensgemeinschaften. Biozönologie. 756 S., Reihe UTB für Wissenschaft, Eugen Ulmer, Stuttgart.

LAUSI, D. & PIGNATTI, S. (1973): Die Phänologie der europäischen Buchenwälder auf pflanzensoziologischer Grundlage. - Phytocoenologia **1** (1): 1-63, Stuttgart-Lehre.

LENNARTZ, G. (2003): Der biozönologisch-soziologische Klassifikationsansatz und dessen Anwendung in der Naturschutzpraxis. – dargestellt am Beispiel der Borstgrasrasen (Violion) der Eifel unter Berücksichtigung der Laufkäfer, Spinnen, Heuschrecken, Tagfalter und Schwebfliegen. - Akadem. Edition Umweltforschung, Bd. **25**, Diss. RTHW Aachen, 272 S. & Tabellananhang, Shaker-Verlag.

LUNAU, K. (1988): Angeborenes und erlerntes Verhalten beim Blütenbesuch von Schwebfliegen - Attrappenversuche mit *Eristalis pertinax* (Scopoli)(Diptera, Syrphidae). - Zool. Jb. (Physiol.) **92**: 487-499.

Lunau, K. & Wacht, S. (1994): Optical releasers of the innate proboscis extension in the hoverfly *Eristalis tenax* L.(Syrphidae, Diptera). - J. Comp. Physiol. A **174**(5): 575-579.

SPEIGHT, M.C.D. (1986): Criteria for the selection of insects to be used as bio-indicators in nature conservation research. - Proc. 3rd Eur. Congress. Entomology Amsterdam pt.3: 485-488.

SPEIGHT, M.C.D., CASTELLA, E. & OBRDLIK, P. (1999a): Macrohabitat preferences of European Syrphidae (Diptera): species of the Atlantic and Continental Regions. In: SPEIGHT, M.C.D., CASTELLA, E. OBRDLIK, P. & BALL, S. (eds.) Syrph the Net, the database of European Syrphidae, Vol. **13**, 437 pp., Syrph the Net publications, Dublin.

SPEIGHT, M.C.D., CASTELLA, E. & OBRDLIK, P. (1999b): Use of the Syrph the Net database, 1999. In: SPEIGHT, M.C.D., CASTELLA, E. OBRDLIK, P. & BALL, S. (eds.) Syrph the Net, the database of European Syrphidae, Vol. **17**, 100 pp., Syrph the Net publications, Dublin.

SSYMANK, A. (1991a): Die funktionale Bedeutung des Vegetationsmosaiks eines Waldgebietes der Schwarzwaldvorbergzone für blütenbesuchende Insekten - untersucht am Beispiel der Schwebfliegen (Diptera, Syrphidae). - Phytocoenologia (Stuttgart-Lehre) **19** (3): 307-390.

SSYMANK, A. (1991 b): Rüssel- und Körperlängen von Schwebfliegen (Syrphidae, Diptera) unter Berücksichtigung der Verwendung von Alkoholmaterial. - Mitt. schweiz. ent. Ges. **64** (1-2): 67-80.

SSYMANK, A. (1993): Konstanz und Variabilität von Blütenbesuchergilden (Diptera, Syrphidae u.a.) am Beispiel von *Heracleum sphondylium* L. (Apiaceae), *Cirsium arvense* (L.) Scop. und *Cirsium palustre* (L.) Scop. (Asteraceae). - Mitt. Dtsch. Ges. Allg. Angew. Ent. **8** (4-6): 405-409.

SSYMANK, A. & GILBERT, F. (1993): Anemophilous pollen in the diet of Syrphid flies with special reference to the leaf feeding strategy occurring in Xylotini (Diptera, Syrphidae). - Deutsch. Entomol. Z. N.F. **40** (2): 245-258.

SSYMANK, A. (1999): Ein bewährter Standard-Erhebungsbogen für Schwebfliegen und erster Beitrag zur Schwebfliegenfauna (Diptera, Syrphidae) der Bonner Umgebung. - Volucella **4** (1/2): 127-144.

SSYMANK, A. (2000): Streuobst- und Intensivobstbestände: Vegetation, Blühphänologie und Syrphidendiversität (Diptera, Syrphidae) im Drachenfelser Ländchen. - Decheniana **153**: 109-128, Bonn.

SSYMANK, A. (2001): Vegetation und blütenbesuchende Insekten in der Kulturlandschaft. - Pflanzengesellschaften, Blühphänologie, Biotopbindung und Raumnutzung von Schwebfliegen (Diptera, Syrphidae) im Drachenfelser Ländchen sowie Methodenoptimierung und Landschaftsbewertung. - Tierwelt in der Zivilisationslandschaft, Teil V. - Schriftenr. Landschaftspfl. u. Naturschutz **64**, Bonn-Bad Godesberg, 513 S.

SSYMANK, A. (2002): Patterns of habitat use by Syrphidae (Diptera) in the valley of the river Strom in northeast Brandenburg. – Volucella **6** (2002): 81-124.

STÜRKEN, K. (1964): Die Bedeutung der Imaginalernährung für das Reproduktionsvermögen der Syrphiden. - Z. ang. Ent. **51**: 385-417.

THOMPSON, F.C. & ROTHERAY, G. (1998): Syrphidae. - In: PAPP, L. & DARVAS, B. (eds.): Contributions to a Manual of Palaearctic Diptera (with special reference to flies of economic importance). - Volume 3: Higher Brachycera. Budapest, pp.: 81-139.

TÜXEN, R. & WOJTERSKA, M. (1977): Bibliographie der Phänospektren-Diagramme von Pflanzengesellschaften. Pars II. - Excerpta botanica Sect. B **16** (4): 306-317.

Anschrift des Verfassers:
Dr. Axel Ssymank, Bundesamt für Naturschutz (I.2.2), Konstantinstraße 110, D-53179 Bonn.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte der Reinhold-Tüxen-Gesellschaft

Jahr/Year: 2003

Band/Volume: 15

Autor(en)/Author(s): Ssymank Axel

Artikel/Article: Habitatnutzung blütenbesuchender Schwebfliegen (Diptera, Syrphidae) in Wald-Offenland- Vegetationsmosaiken 215-228