LXXIII. Bericht Naturf. Ges. Bamberg (1998)	Seite: 65 - 94	Bamberg 1999

Besiedlung von Windwürfen und abgestorbenen Waldflächen im Nationalpark Bayerischer Wald durch Wildbienen und aculeate Wespen (Hymenoptera Aculeata)[1]

von

Michael Kuhlmann

1 Einleitung

Bevor der Mensch in großem Umfang das Landschaftsbild zu prägen begann, war der größte Teil Mitteleuropas von Wald bedeckt (ELLENBERG 1986). Natürliche oder naturnahe Waldgesellschaften zeichnen sich durch ihr großes Angebot an Totholz verschiedenen Alters und Durchmessers sowie unterschiedlich große und strukturierte Bestandslücken und Lichtungen aus, die durch Sturm, Käferbefall u.ä. gebildet werden (SCHERZINGER 1996). Diese "gestörten" Bereiche besitzen eine eigene, an die besondere Dynamik dieser Standorte angepaßte Insektenfauna (vgl. SCHOWALTER 1985). Über die Bedeutung natürlicher oder naturnaher, großflächiger Waldgesellschaften als Primärlebensraum für Wildbienen und Wespen sind jedoch nur wenige Informationen verfügbar (vgl. WESTRICH 1989). Als ursprünglicher Lebensraum der überwiegenden Mehrzahl dieser Insekten gelten Flußauenlandschaften mit ihrem Angebot an besonnten Sandbänken, Abbruchkanten und anderen vegetationsfreien und -armen Strukturen (KLEMM 1996). Zahlreiche Stechimmenarten, wie Wildbienen und aculeate Wespen auch bezeichnet werden, legen ihre Nester jedoch obligat oder fakultativ in Totholz an. Etwa ein Viertel der rund 1.100 in Deutschland vorkommenden Arten nutzt zur Nestanlage besonntes, morsches Totholz (BRECHTEL 1991, WESTRICH 1991). Es ist daher anzunehmen, daß Waldgebiete zumindest für einen Teil der oberirdisch (hypergäisch) nistenden Stechimmen Bedeutung als Primärlebensraum besitzen. Weniger günstig sind die Lebensbedingungen im Wald dagegen für die Mehrzahl der im Boden (endogäisch) nistenden Arten. Ein Grund dafür ist der Mangel an sonnigen, vegetationsarmen bzw. -freien Stellen, auf die die Mehrheit der thermophilen Stechimmen als Nistplatz angewiesen ist. Die nur unregelmäßig bei Windwurfereignissen entstehenden, temporären offenen Bodenstellen verschwinden im Zuge der natürlichen Sukzession meist rasch wieder. Offenbar sind auch nur wenige Arten in der Lage, diese Stellen innerhalb geschlossener Waldgebiete aufzufinden und dauerhaft zu besiedeln (VÖLKL 1991).

---

[1] Gefördert durch den Stifterverband für die deutsche Wissenschaft.

Ursache für den Mangel an Daten über die Besiedlung naturnaher Wälder durch Stechimmen ist das praktisch vollständige Fehlen entsprechender Waldtypen im Wirtschaftswald (SPELSBERG 1993). Im Nationalpark Bayerischer Wald besteht daher die für Deutschland einzigartige Chance, Erkenntnisse über die Struktur der Stechimmenzönosen naturnaher, dynamischer Waldökosysteme zu gewinnen und so Einblicke in die Existenzbedingungen dieser Tiergruppe in anthropogen kaum beeinflußten (Ur-)Waldlandschaften zu erhalten.

2 Material und Methode

Die Stechimmenfauna wurde mit Hilfe je einer Malaisefalle auf jeder Probefläche erfaßt. Es wurde ein nach TOWNES (1972) modifiziertes Modell in einer verkleinerten Version von 140 cm maximaler Höhe und 200 cm Länge (beiderseits 1,5 m² Öffnungsweite) verwendet. Die Maschenweite des verwendeten Gewebes betrug ca. 1 mm. Als Fang- und Konservierungsflüssigkeit wurde Brennspiritus eingesetzt. Die Fallen wurden nach Möglichkeit jeweils am Südrand linearer Strukturen (Waldrand, Gebüschgruppe) aufgestellt. Der höchste Punkt der Malaisefalle mit dem Fanggefäß wurde in südlicher Richtung ausgerichtet.

Tab. 1: Fangintervalle der Malaisefallen. Die Malaisefalle im Bereich des Bergfichtenwaldes auf der Probefläche 4 Tiefer Tobel konnte aufgrund der Schneelage und wegen des durch umgestürzte Bäume blockierten Zufahrtsweges erst ab dem 3. Juni betrieben werden.

Nr.	Fang-Intervall	Nr.	Fang-Intervall	Nr.	Fang-Intervall
1	24.3. - 24.4.1998	4	03.6. - 10.6.1998	7	23.7 - 07.8.1998
2	24.4. - 25.5.1998	5	10.6. - 03.7 1998	8	07.8. - 09.9.1998
3	25.5. - 03.6.1998	6	03.7. - 23.7 1998		

Handfänge wurden als Ergänzung zu den Fallenfängen mit dem Streifnetz durchgeführt. Dabei sind gezielt Strukturen aufgesucht worden, an denen sich Stechimmen bevorzugt aufhalten und die nicht im näheren Umfeld des Fallenstandortes vorhanden waren. Dazu zählen potentielle Nistplätze (z.B. Totholz, Fels- und Schuttbereiche, offene Bodenflächen), an denen auch die Parasitoide anzutreffen sind, linienhafte Strukturen (z.B. Gebüschränder), an denen entlang die Männchen vieler Arten auf der Suche nach Weibchen patroullieren, und Blütenhorizonte. Wegen der fortgeschrittenen Wiederbewaldung und der in bis zu fünf Lagen quer übereinander liegenden, vom Sturm geworfenen Stämme ist das Fortkommen auf den Probeflächen extem erschwert und bei Wind (stürzendes Totholz!) mitunter lebensgefährlich. Die Durchführung von Sichtfängen mit dem Streifnetz ist daher effektiv kaum möglich gewesen. Auch die

Fangeffizienz der Malaisefallen ist in dieser "Wildnis" reduziert, da nur wenige Stellen überhaupt zum Aufstellen der Fallen geeignet sind.
Die gesammelten Tiere wurden genadelt und etikettiert bzw. leicht kenntliche Arten aus der Malaisefalle vorsortiert und in Alkohol (80%ig) belassen und bestimmt. Die Determination erfolgte mit Hilfe eines Binokulares bei 16 - 56 facher Vergrößerung. Zweifelhafte bzw. schwer bestimmbare Arten sind durch Spezialisten überprüft worden. Determination und Nomenklatur richten sich nach folgender Literatur: KUNZ (1994) (Chrysididae), OEHLKE (1974), SCHMID-EGGER & PETERSEN (1993) (Mutillidae), WOLF (1972), OEHLKE & WOLF (1987) (Pompilidae), BLÜTHGEN (1961), SCHMID-EGGER (1994) (Eumenidae), MAUSS & TREIBER (1994) (Vespidae), OEHLKE (1970), LOMHOLDT (1984), JACOBS & OEHLKE (1990), DOLLFUSS (1991) (Sphecidae), ANTROPOV (1992) (*Trypoxylon*), SCHMIEDEKNECHT (1930), SCHEUCHL (1995, 1996), SCHWARZ et al. (1996), SCHMID-EGGER & SCHEUCHL (1997) (Apidae), DYLEWSKA (1987) (*Andrena*), MAUSS (1986), AMIET (1996) (*Bombus*), EBMER (1969 - 1974) (*Halictus, Lasioglossum*), DATHE (1980) (*Hylaeus*), TKALCU (1983) (*Osmia*), SUSTERA (1959), WARNCKE (1992b) (*Sphecodes*). Die systematische Abfolge der Familie folgt GAULD & BOLTON (1988). Nicht berücksichtigt wurden Ameisen (Formicidae). Die Nomenklatur bei den Gefäßpflanzen folgt ROTHMALER (1982). Zusätzlich zur genannten Literatur wurden Angaben zur Lebensweise und Ökologie einzelner Arten entnommen aus: SCHMIDT & SCHMID-EGGER (1991) (Eumenidae), SCHMIDT (1979, 1980, 1981, 1984) (Sphecidae) und WESTRICH (1989) (Apidae).
Beifänge und eine Referenzsammlung der nachgewiesenen Stechimmenarten befinden sich bei der Nationalparkverwaltung, das übrige Material in der Sammlung des Autors. Die Untersuchung ist von der Nationalpark-Verwaltung unter der Projekt-Nr. 501 genehmigt worden.
Zusätzlich zu eigenen Untersuchungen wurde Material aus einer Untersuchung von OTTE (1989a,b) ausgewertet, die 1986 auf den Probeflächen 2 Feistenhäng und 3 Schönort durchgeführt wurden. Das vorsortierte und teilweise bereits ausgewertete Material aus Fensterfallen wurde mir von Herrn Dr Scherzinger zur Bearbeitung zur Verfügung gestellt.

3 Das Untersuchungsgebiet

Der Nationalpark Bayerischer Wald ist Teil eines von Südosten nach Nordwesten streichenden Mittelgebirgszuges im südöstlichen Bayern an der Grenze zur Tschechischen Republik. Die höchsten Erhebung im Nationalpark sind der Große Rachel (1453 m) und der Lusen (1373 m). Der Untergrund des geologisch alten Gebirgsstockes des Bayerischen Waldes besteht überwiegend aus Graniten und Gneisen, die zumeist tiefgründig verwittert sind und zur Entwicklung stark saurer, sandiger bis lehmiger Böden geführt haben (RALL 1995). Klima und Waldvegetation wechseln aufgrund des unterschiedlichen Reliefs und der Höhendifferenzen im Nationalpark kleinräumig. Die für die Untersuchungsgebiete zutreffenden Angaben sind in Tab. 3

enthalten. Deutliche mikroklimatische Unterschiede bestehen jedoch zwischen geräumten und belassenen Windwürfen. So maßen THEOBALD-LEY & HORSTMANN (1990) eine um 0,5 - 1,0 °C höhere Lufttemperatur auf einem geräumten Windwurf in der Bergmischwaldzone. Hier heizte sich bei erhöhter Gesamteinstrahlung auch die freigelegte Bodenoberfläche um 3 - 7 °C stärker auf. Die Temperaturamplitude im Bereich belassener Windwürfe ist dagegen insgesamt niedriger, bei gleichzeitig höherer Luftfeuchtigkeit.
Die vier untersuchten Windwurfflächen werden im folgenden hinsichtlich ihrer für Stechimmen relevanten Strukturen näher beschrieben. Die Lage der Probeflächen ist der Abb. 1 und der Tab. 2 zu entnehmen.

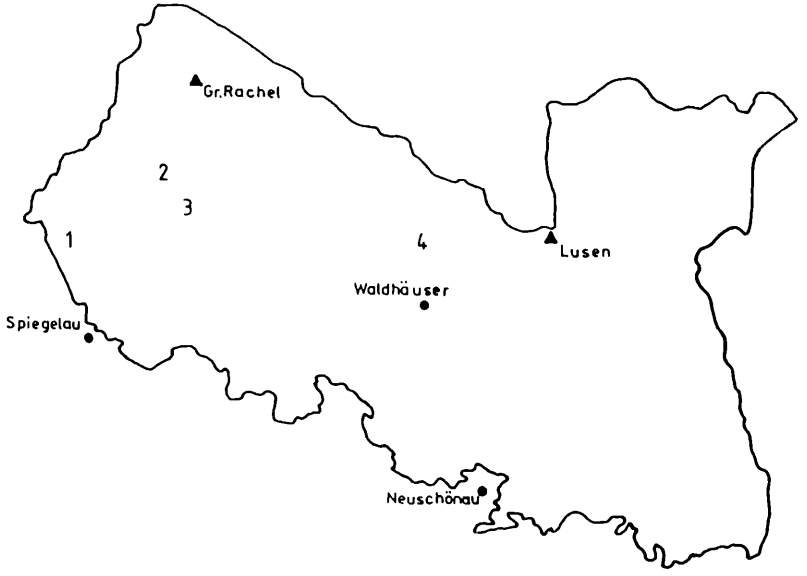

Abb. 1: Nationalpark Bayerischer Wald und Lage der Probeflächen. 1 Hahnenfalz, 2 Feistenhäng, 3 Schönort, 4 Tiefer Tobel.

Tab. 2: Lage, Alter und ursprüngliche Vegetation der untersuchten Windwurfflächen bzw. durch Borkenkäferbefall abgestorbenen Waldbereiche (z.T nach JEHL 1995).

Nr.	Abteilung	Windwurf	Entstehungsjahr	Größe	Höhe ü.NN	Höhenstufe	natürliche Waldgesellschaft
1	Hahnenfalz	belassen	1983	ca. 2 ha	760 m	Tallage mit Kaltluftstau	Au-Fichtenwald (*Calamagrosti villosae-Piceetum bazzanietosum*)
2	Feistenhäng	geräumt	1983	ca. 2 ha	880 m	Untere Hanglage	bodensaurer Bergmischwald (*Luzulo-Fagion*)
3	Schönort	belassen	1983	ca. 4 ha	900 m	Untere Hanglage	bodensaurer Bergmischwald (*Luzulo-Fagion*)
4	Tiefer Tobel	belassen	1988/89		1150 m	Hochlage	Berg-Fichtenwald (*Calamagrosti villosae-Piceetum barbilophozietosum*)

** Teil des gegenwärtig ca. 20 km² großen, durch Borkenkäfer zum Absterben gebrachten Berg-Fichtenwaldareals.

Tab. 3: Ausgewählte klimatische Kenngrößen in den Höhenstufen (aus PETERMANN & SEIBERT 1979).

Höhenstufe	Höhenbereich ü.NN	Jahresmitteltemperatur °C	Spätfrostgefahr	Jahresniederschlag	mittlere Dauer der Schneedecke
Tallage mit Kaltluftstau	unter 690 - 1120 m	5,0 - 6,0	hoch	1100 - 1300	ca. 5 - 6 Monate
Untere Hanglage	690 - 900 m	5,5 - 6,5	gering	1100 - 1400	ca. 5 Monate
Hochlage	über 1060 - 1250 m	3,0 - 4,5	gering	1300 - 1800	ca. 7 Monate

Probefläche 1 Hahnenfalz

Durch das Sturmereignis 1983 und anschließenden Befall durch Borkenkäfer hat sich auf diesem nicht geräumten Windwurf ein großer Vorrat an liegendem und stehendem Totholz (ausschließlich Fichte) gebildet. Ein großer Teil der Fläche wird von Fichten- und mehrere Meter hohem Birkenaufwuchs eingenommen. Die Malaisefalle wurde am Rand eines südexponierten Waldrandes im Übergangsbereich zum geschlossenen Aufichtenwald auf einer nur spärlich mit Gehölzen bestandenen Stelle positioniert. Die Vegetation besteht hier überwiegend aus Gräsern und nur am Waldrand befinden sich an einigen Stellen vegetationsfreie oder -arme Bereiche, die als potentielle Nistplätze für im Boden (endogäisch) nistende Stechimmenarten infrage kommen. Auf der Fläche selber stehen vereinzelt blühende Ebereschen (*Sorbus aucuparia*) und am Waldrand

Blaubeeren (*Vaccinium myrtillus*). Entlang der 50 m südlich verlaufenden Straße ist das Blütenangebot durch zerstreute Vorkommen folgender Arten größer: Weiden (*Salix* spec.), Kriech-Günsel (*Ajuga reptans*), Frauenmantel (*Alchemilla* spec.), Hornkraut (*Cerastium* spec.), Wald-Erdbeere (*Fragaria vesca*), Hornklee (*Lotus corniculatus*), Gemeine Pestwurz (*Petasites hybridus*), Teufelskralle (*Phyteuma* spec.), Fingerkraut (*Potentilla* spec.), Hahnenfuß (*Ranunculus* spec.), Ehrenpreis (*Veronica* spec.), Vogel-Wicke (*Vicia cracca*), sowie vereinzelt verschiedene Doldenblütler (Apiaceae).

Probefläche 2 Feistenhäng

Auf dieser an einem feuchten bis nassen, südexponierten und steilen Hang gelegenen Probefläche wurden alle vom Sturm umgeworfenen Bäume, fast ausschließlich Fichten, abgeräumt. An Totholz stehen daher überwiegend nur Stubben (teilweise über 2 m hoch) sowie nachträglich durch Borkenkäferbefall abgestorbene Fichten zur Verfügung, die im Bestand belassen worden sind. Liegendes Totholz fehlt weitgehend. Gehölzaufwuchs ist im Vergleich mit den belassenen Windwürfen spärlicher entwickelt und besteht überwiegend aus Birken. Vegetationsfreier bzw. -armer, trockener Untergrund, der sich als Nistplatz für endogäisch nistende Arten eignet, ist praktisch nicht vorhanden. Die Malaisefalle wurde am Rand eines kleinen Gebüschkomplexes im Bereich einer größeren gehölzarmen Fläche plaziert. Im unmittelbaren Umfeld der Falle stehen als Pollen- und Nektarquelle nur wenige Ebereschen (*Sorbus aucuparia*), Weidenbüsche (*Salix* spec.), Holunder (*Sambucus nigra*) und Sumpfdotterblume (*Caltha palustris*). Darüber hinaus treten an einigen Stellen zusätzlich Brombeere (*Rubus* spec.), Kriech-Günsel (*Ajuga reptans*), Hornkraut (*Cerastium* spec.), Habichtskraut (*Hieracium* spec.), Hain-Gilbweiderich (*Lysimachia nemorum*), Vergißmeinnicht (*Myosotis* spec.) und Hahnenfuß (*Ranunculus* spec.) auf.

Probefläche 3 Schönort/Schachtenriegel

Diese Fläche ist ein belassener Windwurf und ähnlich wie die Fläche 1 Hahnenfalz strukturiert, liegt jedoch an einem flach nach Südwesten abfallenden Hang. Das Angebot an vegetationsfreien Bodenstellen ist hier, bedingt durch die zahlreichen aufgeklappten Wurzelteller, jedoch erheblich höher. Die Malaisefalle wurde im unteren Hangabschnitt in einem offeneren, locker mit jungen Fichten und Birken bestandenen Bereich aufgestellt. Auch diese Fläche ist arm an Blüten, regelmäßig anzutreffen sind Ebereschen (*Sorbus aucuparia*), Brombeere (*Rubus* spec.), Holunder (*Sambucus nigra*) und Blaubeere (*Vaccinium myrtillus*).

Probefläche 4 Tiefer Tobel

Durch einen lokalen Windwurf in der Nachbarschaft der Probefläche im Winter 1988/89 wurde ein Befall durch den Borkenkäfer initiiert, der den Berg-Fichtenwald großflächig absterben ließ. Wegen des im Vergleich mit den anderen Flächen geringeren Alters und der erst einsetzenden Wiederbewaldung ist der Vorrat an besonntem, stehenden und liegenden Totholz erheblich größer als auf den anderen Probeflächen. Die Fläche liegt im Übergangsbereich zum Bergmischwald, so daß es zu einer engen Verzahnung abgestorbener bzw. absterbender Fichtenbestände und übrig gebliebener Laubwaldinseln kommt. Die Malaisefalle wurde an einem südwestexponierten steilen und felsigen Hang im Bereich einer etwa 100 m breiten, in den Bergmischwald hineinreichenden Zunge des abgestorbenen Berg-Fichtenwaldes positioniert. Rohbodenbereiche fehlen fast ganz, oft ist der Untergrund mit einer dicken Schicht aus Fichtennadeln bedeckt. Auf dieser sehr blütenarmen Fläche kommen nur an wenigen Stellen Eberesche (*Sorbus aucuparia*), Brombeere (*Rubus* spec.), Blaubeere (*Vaccinium myrtillus*) und Weidenröschen (*Epilobium* spec.) vor, die von Bienen als Pollenquelle genutzt werden können.

4 Ergebnisse

Insgesamt konnten im Rahmen der vorliegenden Untersuchung 77 Stechimmenarten in 1057 Individuen nachgewiesen werden. Über die Verteilung und Häufigkeit der Arten auf den jeweiligen Flächen unterrichtet Tab. 4. Bei der nachträglichen Auswertung der von OTTE (1989a,b) im Jahr 1986 durchgeführten Untersuchungen mit Fensterfallen auf den Probeflächen 2 Feistenhäng und 3 Schönort wurden 54 Stechimmenarten in 1102 Individuen festgestellt (vgl. Tab. 5). Insgesamt kamen damit 97 Stechimmenarten in 2159 Individuen zur Auswertung. Mit Ausnahme einiger sozialer Faltenwespen- und Hummelarten, die z.T in mehreren hundert Tieren gefangen wurden, konnte die Mehrzahl der Stechimmen auf den einzelnen Probeflächen nur in weniger als 10 Exemplaren, häufig auch nur als Einzelstücke nachgewiesen werden. Ausnahmen bilden hier auf einigen Flächen nur die Wegwespe *Priocnemis perturbator*, die Furchenbienen *Lasioglossum fratellum* und *L. rufitarse* sowie die Wespenbiene *Nomada panzeri*. Die Zahl der auf den Flächen in den verschiedenen Jahren nachgewiesenen Stechimmenarten ist, z.T methodisch bedingt (Position und Typ der Falle, Expositionsdauer) sehr unterschiedlich und liegt zwischen 56 (1 Hahnenfalz 1998) und 18 (4 Tiefer Tobel 1998). Die Probeflächen 2 Feistenhäng (1986: 35 Arten; 1998 39 Arten) und 3 Schönort (1986: 42 Arten; 1998: 39 Arten) nehmen eine Zwischenposition ein. Das auf allen Flächen deutlich zugunsten der Weibchen verschobene Geschlechterverhältnis ist auf die längere Lebensdauer der Weibchen und insbesondere die hohe Individuendominanz der sozialen Arten zurück zu führen, da

die Arbeiterinnen als Weibchen gewertet wurden.

Unter den nachgewiesenen Stechimmen befinden sich einige faunistisch bemerkenswerte Arten (Angaben aus WICKL 1994, WEBER pers. Mitt.). Dazu gehören die Bienenameise *Mutilla europaea*, die Wegwespe *Evagetes sahlbergi*, die Faltenwespe *Dolichovespula media*, die Grabwespen *Crossocerus barbipes*, *C. cinxius*, *Ectemnius lituratus*, *E. ruficornis* und *Passaloecus borealis*, die allgemein selten gefangen werden und teilweise einen Verbreitungsschwerpunkt in Waldgebieten und höheren Lagen besitzen. Aufgrund ihrer klimatischen Ansprüche sind von der Wegwespe *Anoplius tenuicornis* und der Faltenwespe *Symmorphus allobrogus* in Bayern nur wenige isolierte Vorkommen in den höchsten Lagen der Mittelgebirge bekannt. Außerhalb der Alpen nur sehr zerstreut gefunden wurde bisher die Mauerbiene *Osmia mitis*. Sie gilt nach der Roten Liste der Bundesrepublik Deutschland als stark gefährdet (BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ 1998). Der Nachweis zweier Männchen der Maskenbiene *Hylaeus annulatus* auf der Probefläche Schönort im Jahr 1986 ist von besonderer faunistischer Bedeutung. Die Art ist hier nach WESTRICH (1989) in Deutschland bislang nur aus den Alpen bekannt geworden und wird in Bayern als vom Aussterben bedroht eingestuft (WARNCKE 1992a). Die Sandbiene *Andrena bucephala* gilt nach WARNCKE (1992) für Bayern als ausgestorben. Die Gründe für die Seltenheit und die bundesweit nur zerstreuten Nachweise dieser Art sind nicht klar. Möglicherweise ist sie aufgrund ihrer Präferenz für Bäume und Sträucher als Pollenquelle (WESTRICH 1989) schwerer nachweisbar als verwandte Arten und daher möglicherweise häufiger als bisher angenommen. Interessant ist der Fund eines Weibchens der oligolektisch an Weidenröschen (*Epilobium* spec.) Pollen sammelnden Blattschneiderbiene *Megachile lapponica* auf der Probefläche 3 Schönort. Nach KRAUS (1997) ist diese in Bayern als vom Aussterben bedroht geltende Art bislang nur in Nordbayern gefunden worden und scheint aktuell in Ausbreitung begriffen zu sein. Der vorliegende Nachweis von *M. lapponica* ist damit der bislang südlichste in Bayern.

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung ist auch das 1986 von Otte gesammelte Material von mir überprüft worden. In der Auswertung OTTE (1989b) wird angegeben, daß er die Grabwespen seiner Aufsammlungen vollständig in die Auswertung übernommen hat und führt *Ammophila sabulosa*, *Crabro cribrarius*, *Crossocerus styrius*, *Ectemnius lapidarius* und *Pemphredon lugubris* auf. Bis auf ein Exemplar von *Pemphredon lugubris* konnte keine der von ihm gemeldeten Grabwespen bestätigt werden. Dieser Umstand, sowie die Tatsache, daß z.B. die häufige und auffällige *Ectemnius ruficornis* nicht genannt wird und der Nachweis von insgesamt 12 anstelle der 5 aufgeführten Grabwespenarten in diesem Material legt den Verdacht nahe, daß es zu umfangreichen Fehlbestimmungen gekommen ist bzw. das Fallenmaterial nicht sorgfältig ausgewertet wurde. Aus diesem Grund muß auch die Meldung von vier Exemplaren der sehr seltenen *Crossocerus styrius*, deren Fund faunistisch bedeutsam wäre, bezweifelt werden, zumal mit der Identifikation der Arten dieser Gattung einige taxonomische Schwierigkeiten verbunden sind.

Tab. 4: Gesamtarten-Tabelle mit Angaben zur Ökologie. **NW Nistweise**: e endogäisch, h hypergäisch, P Parasit(oid), F Freibauten, H Hohlräume aller Art, M markhaltige Stengel, St unter Steinen, SW Steilwände, T in Totholz, **LN Larvennahrung**: As Asteraceae (Korbblütler), B Bienen, BKL Blattkäferlarven, BL Blattläuse, Ca *Campanula* (Glockenblumen), Ep *Epilobium* (Weidenröschen), Er Ericaceae (Heidekrautgewächse), Fa Fabaceae (Schmetterlingsblütler), Fl Fliegen, FW Faltenwespen, GW Grabwespen, HS Heuschrecken, Hu Hummeln, o oligolektisch, p polylektisch, R (Klein-)Schmetterlingsraupen, Räu Räuber, Sa *Salix* (Weiden), Sp Spinnen, Zi Zikaden, **ÖT ökologische Typisierung**: EE euryök-eremophil, HI hypereuryök-intermediär, EH euryök-hylophil, SH stenök-hylophil, W "Waldart" und Gefährdungsgrad (BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ 1998, WARNCKE 1992a, WEBER 1992a,b, WICKL 1992a). Probeflächen: 1 Hahnenfalz, 2 Feistenhäng, 3 Schönort, 4 Tiefer Tobel.

	Probeflächen												
	1		2		3		4					RL	
Art	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	NW	LN	ÖT	Bay	D
CHRYSIDIDAE (Goldwespen)													
Chrysis cyanea LINNAEUS						1		-	P	GW	HI		
Chrysis ignita LINNAEUS	4		2	-	2	-	-		P	FW	HI		-
Omalus aeneus (FABRICIUS)	1	-	-				-	-	P	GW	EH	-	-
Omalus auratus (LINNAEUS)	-		-		-	-	2	-	P	GW	EH		-
Omalus puncticollis (MOCSARY)	-	-	-	-	-	-	1	-	P	GW	EH?		
MUTILLIDAE (Bienenameisen)													
Mutilla europaea LINNAEUS		1	-	-		-		-	P	Hu	EE?	4S	
Myrmosa atra PANZER		2				-	-		P	GW	HI	-	
POMPILIDAE (Wegwespen)													
Anoplius tenuicornis TOURNIER	-	2	-	-	7	4	4		e,St	Sp	EH	4S	G
Arachnospila anceps (WESMAEL)			2	-	1				e	Sp	HI		-
Arachnospila spissa (SCHIÖDTE)	-	1	-	-	-	-			eh	Sp	HI	-	-
Dipogon bifasciatus (GEOFFROY)	6	3	2		1	-	-		h,T	Sp	HI/W		
Dipogon subintermedius (MAGRETTI)			1				-		h,T	Sp	HI/W		
Priocnemis exaltata (FABRICIUS)	-	1	-	1				-	e	Sp	HI		
Priocnemis perturbator (HARRIS)	-	24	-	27		5			e	Sp	HI		-
Priocnemis schioedtei HAUPT	1	-	-	-	1	-	-	-	e	Sp	HI	-	-

	Probeflächen												
	1		2		3		4					RL	
Art	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	NW	LN	ÖT	Bay	D
EUMENIDAE (Solitäre Faltenwespen)													
Ancistrocerus claripennis THOMSON		-	1	-				-	h,T	R	HI?	-	
Ancistrocerus nigricornis (CURTIS)	1	-			1		-		h,T	R	HI		
Ancistrocerus parietinus (LINNAEUS)	1	1	1	-					h,H	R	HI?		
Ancistrocerus trifasciatus (MÜLLER)	1		1	-				-	h,T	R	EH	-	
Odynerus spinipes (LINNAEUS)	1					1	-		e,SW	BKL	HI?	3	
Symmorphus allobrogus (SAUSSURE)	2	-	2	1	3	2	-		h,T	BKL	SH?W		
VESPIDAE (Soziale Faltenwespen)													
Dolichovespula adulterina (BUYSSON)		-	1	-				-	P	FW	EH	-	
Dolichovespula media (RETZIUS)	1			-		2		-	h,F	Räu	EH	4R	
Dolichovespula norwegica (FABRICIUS)	9	1	4		2	1	5	4	h,F	Räu	EH	-	
Dolichovespula saxonica (FABRICIUS)	7	-	3	1	5	-	1	4	h,F	Räu	EH		-
Dolichovespula sylvestris (SCOPOLI)		1			1	2	-		h,F	Räu	EH	-	
Vespula germanica (FABRICIUS)	1		1			1	-	-	e	Räu	HI		
Vespula rufa (LINNAEUS)	21	2	21	1	8	-	3		e	Räu	EH	-	
Vespula vulgaris (LINNAEUS)	22	-	9	-	59				eh	Räu	HI		
SPHECIDAE (Grabwespen)													
Argogorytes mystaceus (LINNAEUS)	3		4	-	1	-			e	Zi	EH	-	
Crossocerus cinxius (DAHLBOM)	2	-	2	-	-			-	h,M	Fl	SH/W	-	
Crossocerus leucostomus (LINNAEUS)	6	-	4	3	2			5	h,T	Fl	EH/W	-	
Crossocerus nigritus (LEP. & BRULLÉ)	-	-	-	1	-				h,T	Fl	EH		
Crossocerus pusillus LEP. & BRULLE	1		-		-	-			e	Fl	HI	-	
Ectemnius borealis (ZETTERSTEDT)	3	2	1	1	5	1	2	-	h,T	?	SH?W		
Ectemnius cavifrons (THOMSON)						-	-	1	h,T	Fl	EH/W		
Ectemnius dives (LEP. & BRULLÉ)	-	-	-	1	-	-	-	-	h,T	Fl	HI	-	-

	Probeflächen												
	1		2		3		4					RL	
Art	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	NW	LN	ÖT	Bay	D
Ectemnius ruficornis (ZETTERSTEDT)	9	2	1		5		-	-	h,T	Fl	EH/W		-
Mimumesa dahlbomi (WESMAEL)	5	1	1	-		-		-	h,T	Zi	EH		-
Nysson spinosus (FORSTER)	7			-	-		-		P	GW	EH	-	
Passaloecus corniger SHUCKARD	-		1	-			-		h,T	BL	HI		
Passaloecus insignis (VANDER LINDEN)	-	-	-				1	-	h,T	BL	EH		
Pemphredon lethifera (SHUCKARD)		-			1	-		-	h,T	BL	EH		-
Pemphredon lugubris (FABRICIUS)	2		-	-		-	1	-	h,T	BL	EH		
Pemphredon shuckardi (A. MORAWITZ)	1	1	1	-					h,T	BL	EH	-	
Psenulus concolor DAHLBOM			-		1		-		h,M	BL	EH		
Trypoxylon minus BEAUMONT	1	1		1	1	-	1		h,T	Sp	HI		
APIDAE (Bienen)													
Andrena bicolor FABRICIUS	-	1	-	-	-				e	p	EH	-	
Andrena carantonica PÉREZ	-		1	-	-	-			e	p	EH	-	
Andrena clarkella (KIRBY)	2	1			1	-	-		e	o, Sa	SH/W	4	
Andrena fucata SMITH			1		1	1	-		e	p	SH/W	4	
Andrena fulva (MÜLLER)			-	-		1			e	p	EH	-	
Andrena haemorrhoa (FABRICIUS)			-	-	-	2			e	p	HI	-	
Andrena lapponica ZETTERSTEDT	2			-	2				e	o, Er	SH	4	V
Andrena ruficrus NYLANDER	-	1				-	-	-	e	o, Sa		SH	3-
Andrena subopaca NYLANDER	2		2			-			e	p	EH		
Bombus bohemicus (SEIDL)		7	1	1		-	-	-	P	B	EH		
Bombus hortorum (LINNAEUS)	-	2		-	-	-		1	eh,H	p	EH		
Bombus jonellus (KIRBY)	5		5		19		2		eh,H	p	SH	4	3
Bombus pascuorum (SCOPOLI)	36	-	37	-	6		9	-	eh,H	p	EH		
Bombus pratorum (LINNAEUS)	75	14	62	10	22	8	7	-	eh,H	p	EH	-	-

	Probeflächen												
	1		2		3		4					RL	
Art	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	NW	LN	ÖT	Bay	D
Bombus soroeensis (FABRICIUS)	13		12		1				e,H	p	SH	-	V
Bombus terrestris-Gruppe	46	2	38	-	65	1	12	-	eh,H	p			
Chelostoma rapunculi (LEPELETIER)	-	1	-	-	-	-		-	h,T	o,Ca	EH		-
Hylaeus confusus NYLANDER	-	-	3	-	-			-	h, M	p	EH		
Lasioglossum fratellum (PÉREZ)	30	14	1	1	12	1	2		e	p	SH?	-	
Megachile lapponica THOMSON	-	-	-	-	1		-	-	h,T	o,Ep	SH?	1	-
Megachile ligniseca (KIRBY)	-	-	-	-		1			h,T	p	EH/W	4	3
Melitta haemorrhoidalis (FABRICIUS)		1	-	-	-				e	o,Ca	HI	4	
Nomada fabriciana (LINNAEUS)	1	-	-	-	-	-		-	P	B	EH	-	
Nomada panzeri LEPELETIER	1				-	-	-	-	P	B	EH	-	
Osmia mitis NYLANDER		1	-	-	-				e,H	o,Ca	EE?	2	2
Osmia parietina CURTIS				-	1	-			h,T	p	SH/W	2	3
Osmia rufa (LINNAEUS)		1	-	4	1	6			eh,H	p	HI		
Panurgus banksianus (KIRBY)	1	-	-	-	-				e	o,As	EH	3	
Sphecodes ephippius (LINNAEUS)	1					-	-	-	P	B	EH	-	-
Sphecodes geoffrellus HAGENS	-	1	-	-	-	-			P	B	EH		
Sphecodes miniatus HAGENS	1			-			-	-	P	B	EH	-	
Individuenzahl	333	93	229	54	239	41	53	15					
Gesamtartenzahl	56		39		39		18						

* Untersuchung auf der Probefläche Tiefer Tobel erst ab dem 3. Juni 1998.

Tab. 5: Gesamtarten-Tabelle der 1986 auf den Probeflächen 2 Feistenhäng und 3 Schönort durch Fensterfallen nachgewiesenen Stechimmen (vgl. OTTE 1989a, b) mit Angaben zur Ökologie (Abkürzungen s. Tab. 4).

	Probeflächen								
	2		3					RL	
Art	♀	♂	♀	♂	NW	LN	ÖT	Bay	D
CHRYSIDIDAE (Goldwespen)									
Chrysis cyanea LINNAEUS			3		P	GW	HI	-	-
Chrysis ignita LINNAEUS	-	1	1		P	FW	HI	-	-
POMPILIDAE (Wegwespen)									
Anoplius tenuicornis TOURNIER			2	1	e	Sp	EH	4S	G
Evagetes sahlbergi (MORAWITZ)			1		P	?	?	4S	G
EUMENIDAE (Solitäre Faltenwespen)									
Odynerus spinipes (LINNAEUS)		-	1		e, SW	BKL	HI?	3	
Symmorphus allobrogus (SAUSSURE)		-	-	1	h, T	BKL	SH?	-	-
VESPIDAE (Soziale Faltenwespen)									
Dolichovespula media (RETZIUS)*			1		h, F	Räu	EH	4R	
Dolichovespula norwegica (FABRICIUS)*	13		35		h, F	Räu	EH		
Dolichovespula saxonica (FABRICIUS)*		-	4		h, F	Räu	EH		
SPHECIDAE (Grabwespen)**									
Crossocerus barbipes (DAHLBOM)	3	1	2	2	h, T	Fl	SH	-	
Crossocerus cinxius (DAHLBOM)		1			h, M	Fl	SH/W		
Crossocerus distinguendus (A. MORAWITZ)	1				eh, H	Fl	EH		
Crossocerus leucostomus (LINNAEUS)	1		1	1	h, T	Fl	EH/W		
Crossocerus pusillus LEP & BRULLE			2	1	e	Fl	HI		
Ectemnius borealis (ZETTERSTEDT)			-	1	h, T	?	SH?		-
Ectemnius lituratus (PANZER)				1	h, T	Fl	EH	4S	
Ectemnius ruficornis (ZETTERSTEDT)	6		6	5	h, T	Fl	EH/W		-
Passaloecus borealis DAHLBOM	1				h, T	BL	EH		
Pemphredon lugubris (FABRICIUS)		1			h, T	BL	EH		
Pemphredon montanus DAHLBOM			1		h, T	BL	EH/W		
Tachysphex pompiliformis (PANZER)	1				e	HS	HI		
APIDAE (Bienen)									
Andrena bucephala STEPHENS	-		1		e	p	HI?	0	3
Andrena carantonica PÉREZ	5		8	-	e	p	EH		-
Andrena cineraria (LINNAEUS)	1				e	p	HI		
Andrena clarkella (KIRBY)	1	-			e	o, Sa	SH/W	4	-
Andrena fucata SMITH	4	2	2	6	e	p	SH	4	
Andrena haemorrhoa (FABRICIUS)	3	1	3		e	p	HI		
Andrena helvola (LINNAEUS)				5	e	p	EH		
Andrena lapponica ZETTERSTEDT	1		7	3	e	o, Er	SH	4	V
Andrena subopaca NYLANDER	-	1	-	1	e	p	EH	-	-
Andrena wilkella (KIRBY)				5	e	o, Fa	EE		
Bombus hortorum (LINNAEUS)***	-	-	2	-	eh, H	p	EH	-	-

	Probeflächen								
	2		3					RL	
Art	♀	♂	♀	♂	NW	LN	ÖT	Bay	D
Bombus jonellus (KIRBY)***	7	-	1		eh, H	p	SH	4	3
Bombus lapidarius (LINNAEUS)***	1				eh, H	p	HI		
Bombus pascuorum (SCOPOLI)***	13		1		eh, H	p	EH		
Bombus pratorum (LINNAEUS)***	7	-	12		eh, H	p	EH		-
Bombus soroeensis (FABRICIUS)***	1	-	-	-	e, H	p	SH		V
Bombus terrestris-Gruppe***	452		295		eh, H	p			
B. wurfleini mastrucatus (GERSTÄCKER)***	-	-	1		e, H	p	SH	4	-
Halictus rubicundus (CHRIST)	1	-	-		e	p	HI		-
Hylaeus annulatus (LINNAEUS)	-	-	-	2	?	p	EH?	1	R
Hylaeus communis NYLANDER	1		2	2	h, M	p	HI		
Hylaeus confusus NYLANDER	2		3	1	h, M	p	EH	-	-
Hylaeus sinuatus (SCHENCK)		-		1	h	p	HI		
Lasioglossum calceatum (SCOPOLI)	1	-	2	-	e	p	HI		-
Lasioglossum fratellum (PÉREZ)	5	11	15	30	e	p	SH?		
Lasioglossum lativentre (SCHENCK)		1		4	e	p	EE?	3	3
Lasioglossum morio (FABRICIUS)				1	e	p	EE	-	-
Lasioglossum rufitarse (ZETTERSTEDT)	3		22	-	e	p	EH	-	-
Megachile iigniseca (KIRBY)	1		-	-	h, T	p	EH/W	4	3
Nomada panzeri LEPELETIER	1		3	10	P	B	EH		
Osmia rufa (LINNAEUS)		1		6	eh, H	p	HI		
Sphecodes geoffrellus HAGENS		4		8	P	B	EH	-	
Sphecodes miniatus HAGENS	1		-	-	P	B	EH	-	
Individuenzahl	538	25	441	98					
Gesamtartenzahl	35		42						

Angaben aus OTTE (1989b); dort nicht alle vorkommenden Arten genannt und Geschlechter nicht unterschieden.
nur überprüfte Funde, da nach Sichtung des Materials bei OTTE (1989b) mehrfach offensichtliche Fehlbestimmungen vorliegen.

*** Angaben aus Otte (1989a), Geschlechter nicht unterschieden.

Faunenähnlichkeit der Probeflächen

Um Aufschluß über die Ähnlichkeit der Stechimmenfaunen auf den einzelnen Probeflächen im Jahr 1998 zu erhalten, wurde der SÖRENSEN-Index ermittelt (MÜHLENBERG 1989). Artidentitäten von mehr als 65 % gelten nach SCHMID-EGGER (1995) bei Stechimmenzönosen als 'hoch', Werte zwischen 50 % und 65 % als 'mittel' und Ähnlichkeiten von unter 50 % als 'niedrig' Die drei tiefer gelegenen Untersuchungsgebiete weisen demnach untereinander mittlere Ähnlichkeit auf, die um 60 % liegen (Tab. 6). Die Probefläche Tiefer Tobel zeigt mit rund 40 % die geringste Faunenähnlichkeit zu

den übrigen Untersuchungsgebieten. Ursache dafür ist allerdings nicht die geringe Zahl gemeinsamer Arten – zwei Drittel bis drei Viertel der am Tiefen Tobel nachgewiesenen Arten treten jeweils auch auf den anderen Flächen auf – sondern die im Vergleich mit den anderen Flächen niedrige Gesamtartenzahl. Bei der Berechnung des SÖRENSEN-Index schlägt sich dieser Unterschied in einer niedrigeren als der tatsächlich vorhandenen Artenidentität nieder

Tab. 6: Artenidentitäten nach SÖRENSEN (SI, in %) der Fauna in den Untersuchungsgebieten im Jahr 1998

	SI (%)
Hahnenfalz - Feistenhäng	58,9
Hahnenfalz - Schönort	61,1
Hahnenfalz - Tiefer Tobel	37,8
Feistenhäng - Schönort	59,0
Feistenhäng - Tiefer Tobel	38,6
Schönort - Tiefer Tobel	42,1

Die ermittelten niedrigen bis mittleren Faunenähnlichkeiten lassen jedoch nicht unbedingt auf deutliche reale Unterschiede in der Zusammensetzung der Zönosen schließen. Da die Mehrzahl der Arten offenbar in nur geringer Dichte auf den Probeflächen auftritt (s.o.), ist deren Fangwahrscheinlichkeit verringert. Dadurch und aufgrund der standörtlich bedingten Schwierigkeiten, die Malaisefallen optimal zu positionieren, konnte auf jeder der Probeflächen nur ein Teil der tatsächlich vorkommenden Arten erfaßt werden. Unter diesen Umständen und unter Berücksichtigung der Gesamtartenzahl ist es darum wahrscheinlich, daß jeweils nur rund die Hälfte der Stechimmenfauna erfaßt wurde (vgl. SCHMID-EGGER 1995, KUHLMANN 1998).
Die Faunenähnlichkeit auf der Probefläche 2 Feistenhäng zwischen den Jahren 1986 und 1998 ist bei etwa gleicher Gesamtartenzahl (1986: 35 Arten; 1998: 39 Arten) mit 43,2 % niedrig. Ein nur wenig höherer SÖRENSEN-Index von 54,1 %, bei ebenfalls fast konstanter Artenzahl (1986: 42 Arten; 1998: 39 Arten), wurde für die Probefläche 3 Schönort zwischen 1986 und 1998 ermittelt. Rein rechnerisch kam es auf beiden Flächen somit zu einem Austausch von rund der Hälfte aller Arten. Die Faunenähnlichkeit liegt damit in einer vergleichbaren Größenordnung wie zwischen den vier 1998 untersuchten Probeflächen.
Als Konsequenz der insgesamt relativ geringen Faunenähnlichkeiten zwischen den Probeflächen und aufgrund der skizzierten methodischen Probleme bei der Artenerfassung wird im folgenden einer Auswertung bzgl. ökologischer Gruppen der Vorzug vor einer Einzelartendiskussion gegeben.

Ökologische Typisierung

Der Versuch, Stechimmen einem von fünf ökologischen Verbreitungstypen zuzuordnen (ökologische Typisierung), geht auf PITTIONI & SCHMIDT (1942, 1943) zurück. Die Bindung an bestimmte Lebensraumtypen, von der Steppe bis zum Wald, läßt Rückschlüsse auf die (mikro-)klimatischen Ansprüche der Stechimmenarten zu. Die Zuordnung der Arten folgt den für Bayern regionalisierten Angaben von WEBER (1988). Die Definition der ökologischen Typen folgt SCHMID-EGGER & WOLF (1992).
Arten mit Bindung an klimatische Gunstlagen (stenök-eremophil) konnten auf keiner der Probeflächen nachgewiesen werden. Euryök-eremophile Stechimmenarten mit geringeren Ansprüchen an das (Mikro-)Klima traten nur 1986 auf den Probeflächen 2 Feistenhäng (eine Art) und 3 Schönort (drei Arten) auf (Tab. 7). Die meisten Arten der mitteleuropäischen Fauna haben eine weite ökologische Amplitude ohne erkennbare klimatische Präferenzen in ihren Vorkommen (hypereuryök-intermediär). Auf den Probeflächen liegt ihr Anteil zwischen einem Drittel und einem Viertel der Fauna. Auf der Fläche 4 Tiefer Tobel konnte jedoch nur eine Art dieses Typs (5,6 %) nachgewiesen werden. Die Mehrheit der auf den einzelnen Flächen festgestellten Bienen- und Wespenarten zeigt eine Präferenz für kühlere und feuchtere Standorte (euryök-hylophil). Rund die Hälfte aller Arten gehört diesem ökologischen Typ an. Ausnahmen bilden hier die Probefläche 3 Schönort mit einem Anteil euryök-hylophiler Arten von nur 38,5 % und das Gebiet 4 Tiefer Tobel, wo diesem ökologischen Typ fast zwei Drittel der Fauna angehören. Stechimmen mit einem Verbreitungsschwerpunkt oder ausschließlichem Vorkommen in feucht-kalten Lebensräumen (stenök-hylophil) sind auf den Flächen auffallend häufig. Dieser Gruppe gehören zwischen 16,1 % und 25,6 % der Arten in den Untersuchungsgebieten an.
Insgesamt liegt der Prozentsatz euryök-hylophiler und stenök-hylophiler Stechimmenarten zusammen in den Untersuchungsgebieten zwischen 61,6 % und 88,8 %. Dieser ungewöhnlich hohe Anteil ist angesichts der Tatsache bemerkenswert, daß die große Mehrzahl der mitteleuropäischen Arten als mehr oder weniger thermophil gelten muß. Ein großer Teil der Bienen- und Wespenarten mit Präferenz für feucht-kühle Standorte hat einen Verbreitungsschwerpunkt in Waldgebieten (9,8 % bis 18,0 % der Fauna) bzw. gilt als boreoalpines bzw. boreomontanes Faunenelement (10,3 % bis 22,9 % der Fauna). Es fällt auf, daß der Anteil boreoalpiner bzw. boreomontaner Arten auf den Flächen 2 Feistenhäng und 3 Schönort zwischen 1986 und 1998 um ein Drittel bzw. die Hälfte reduziert war. Unter den nachgewiesenen Stechimmen befinden sich zehn Arten mit boreoalpiner und zwei Arten mit boreomontaner Verbreitung. Als boreomontan gelten *Crossocerus barbipes* und *Bombus wurfleini*. Boreoalpine Arten sind *Anoplius tenuicornis*, *Evagetes sahlbergi*, *Symmorphus allobrogus*, *Crossocerus leucostomus*, *C. cinxius*, *Lasioglossum rufitarse*, *Andrena clarkella*, *A. lapponica*, *A. ruficrus* und *Bombus jonellus*. Zum Vorkommen dieser Faunenelemente auf den einzelnen Untersuchungsflächen siehe Tab. 7

Tab. 7: Verteilung der Arten auf die einzelnen ökologischen Typen. boreo: boreomontane / -alpine Art (weitere Abkürzungen s. Tab. 4).

	Probeflächen											
	1 (1998)		2 (1986)		2 (1998)		3 (1986)		3 (1998)		4 (1998)	
ÖT	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
EE			1	2,8			3	7,3				
HI	16	28,6	9	25,7	14	35,9	10	24,4	13	33,3	1	5,6
EH	29	51,7	16	45,8	17	43,6	18	43,9	15	38,5	13	72,2
SH	9	16,1	8	22,9	7	18,0	8	19,5	10	25,6	3	16,6
?	1	1,8	1	2,8	1	2,5	2	4,9	1	2,6	1	5,6
boreo	6	10,7	8	22,9	4	10,3	9	22,0	6	15,4	3	16,6
W	7	12,5	5	14,3	6	15,4	4	9,8	7	18,0	3	16,6

Nistweise

In den untersuchten Stechimmengruppen lassen sich grundsätzlich drei Typen der Nistweise unterscheiden: unterirdische (endogäische) Nestanlagen im Boden, oberirdische (hypergäische) Nester und parasitoide Lebensweise (s.u.). Unter den nichtparasitoiden Arten zeigen viele teilweise ausgeprägte Präferenzen oder Spezialisierungen bezüglich der Wahl ihrer Nistplätze. Bei den endogäisch nistenden Arten lassen sich solche ohne besondere Präferenzen für bestimmte Bodentypen oder mit ausschließlicher bzw. bevorzugter Nestanlage in Steilwänden, Böschungen u.ä. unterscheiden. Der hypergäischen Nistweise werden Stechimmen zugeordnet, die beispielsweise Freibauten aus Lehm selbst mörteln, in Totholz, oder markhaltigen oder hohlen Stengeln nisten bzw. unspezifisch Hohlräume aller Art als Nistplatz nutzen.

Der Anteil endogäisch nistender Stechimmen lag 1998 auf den Probeflächen zwischen 16,7 % und 38,5 % (Tab. 8), auf den Probeflächen 2 Feistenhäng und 3 Schönort lag der Prozentsatz bei rund 40 %. Die Mehrzahl der Arten besitzt keine Präferenz für bestimmte Strukturen. Bemerkenswert sind jedoch die Vorkommen der Faltenwespe *Odynerus spinipes* auf den Flächen 1 Hahnenfalz und 3 Schönort. Diese Art legt ihre Nester bevorzugt in Steilwänden an. Dazu werden besonders besonnte Wurzelteller vom Sturm umgeworfener Bäume genutzt, die speziell auf der Fläche 3 Schönort zahlreich vorhanden sind. Die Arten, die sowohl oberirdisch als auch unterirdisch nisten sind meist Opportunisten, die Hohlräume aller Art zur Reproduktion nutzen können und, wie viele Hummeln, in großer Individuenzahl auftreten. Freibauten in Form von Papiernestern werden nur von Sozialen Faltenwespen angelegt. Die Hälfte bis drei Viertel der hypergäisch nistenden Arten nisten in Totholz und treten teilweise

individuenreich auf. Eigenen Beobachtungen zu Folge scheinen Bienen und Wespen beim Nestbau epiphytenfreies, stehendes und besonntes Totholz zu bevorzugen. Weitgehend gemieden werden anscheinend Stämme, die, wenn auch nur spärlich, mit Flechten und/oder Moosen bewachsen sind. Möglicherweise ist das Holz solcher Stämme feuchter und zum Nestbau nicht geeignet. Der Prozentsatz der Stechimmen, die auf Totholz als Reproduktionsstätte angewiesen sind, steigt zwischen 1986 und 1998 auf den Probeflächen 2 Feistenhäng und 3 Schönort deutlich um die Hälfte bzw. fast das Dreifache an. In Stengeln oder anderen Hohlräumen nisten dagegen nur wenige und zumeist weniger häufige Stechimmenarten. Ursache dafür dürften die wenigen vorhandenen und zum Nestbau überhaupt geeigneten Stauden und Ranken sein.

Tab. 8: Verteilung der Arten nach ihrer Nistweise (Abkürzungen s. Tab. 4).

	Probeflächen											
	1 (1998)		2 (1986)		2 (1998)		3 (1986)		3 (1998)		4 (1998)	
NW	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
e	19	33,9	14	40,0	11	28,2	17	41,5	15	38,5	3	16,7
h	18	32,1	10	28,6	19	48,7	13	31,7	16	41,0	8	44,4
eh	8	14,4	7	20,0	6	15,4	6	14,6	6	15,4	5	27,8
P	11	19,6	4	11,4	3	7,7	4	9,8	2	5,1	2	11,1
?							1	2,4				
T	12	21,4	5	14,3	14	35,9	7	17,1	11	28,2	6	33,3

Blüten-, Beute- und Wirtsspezialisierungen

Zur Versorgung ihrer Brut legen die nicht-parasitoiden Bienen- und Wespenarten Vorräte an, die von der heranwachsende Larve verzehrt werden. Parasitoide Arten dagegen legen weder Nester an noch sammeln sie Vorräte, sondern legen ihre Eier in fertige Nestzellen ihrer Wirte bzw. an deren Jagdbeute. Eine größere Zahl der heimischen Arten ist hinsichtlich der Versorgung ihrer Nachkommenschaft mehr oder weniger spezialisiert. Viele Bienenarten sammeln Pollen artspezifisch nur an den Blüten einer Pflanzenfamilie, gelegentlich sogar nur an einer Gattung (Oligolektie). Die meisten räuberisch lebenden Wespenarten scheinen, soweit Daten dazu vorliegen, ein beschränktes Beutespektrum zu haben (Oligophagie). Die Bindung an bestimmte Beutetiere ist hier häufig nicht so sehr auf eine definierte systematische Gruppe beschränkt, sondern orientiert sich oftmals an ökologischen Parametern (z.B. bewohnte Straten). Als Parasitoide werden Tiere bezeichnet, die ihre Wirte nach relativ kurzer Zeit töten (SCHWERDTFEGER 1977). Zu dieser Gruppe zählen alle brutpa-

rasitischen Bienen- und Wespenarten, die sogenannten Kuckucksbienen und -wespen.
Die Imagines decken ihren Energiebedarf überwiegend durch die Aufnahme von Blütennektar und/oder "Honigtau" (zuckerhaltige Ausscheidungen von Blattläusen). Gelegentlich können räuberische Wespen auch beim Aufsaugen der Hämolymphe ihrer Beutetiere beobachtet werden. Die Nahrungsaufnahme der Imagines ist im Grundsatz auch bei oligolektischen Bienen nicht an bestimmte Pflanzenarten gebunden, erfolgt aber dennoch oft an ihrer spezifischen Trachtpflanze. Wenn in der vorliegenden Arbeit von Blüten- und Beutespezialisierungen gesprochen wird, so bezieht sich dies stets auf die Larvennahrung.
Insgesamt wurden 1998 acht oligolektische Bienenarten (32 % aller nicht-parasitoiden Bienenarten) in den Untersuchungsgebieten festgestellt, von denen drei (*Chelostoma rapunculi*, *Melitta haemorrhoidalis*, *Osmia mitis*) auf Glockenblumen (*Campanula* spec.), zwei (*Andrena clarkella*, *A. ruficrus*) auf Weiden (*Salix* spec.) und je eine Art auf Ericaceae (*Andrena lapponica*), Asteraceae (*Panurgus banksianus*) und *Epilobium* spec. (*Megachile lapponica*) spezialisiert sind. Von drei oligolektischen Arten, die 1986 auf den Probeflächen Feistenhäng und Schönort nachgewiesen wurden, konnten *Andrena clarkella* und *A. lapponica* auch aktuell nachgewiesen werden. Die ausschließlich an Fabaceae sammelnde *A. wilkella* dagegen ist nicht wiedergefunden worden. Oligolektische Arten wurden fast durchgehend nur in einzelnen Exemplaren nachgewiesen. Verantwortlich dafür dürfte das allgemein sehr geringe Blütenangebot auf den Probeflächen und ihrer näheren Umgebung sein. Blütenreiche Säume konnten nur in Teilbereichen entlang der Straßen beobachtet werden. Bemerkenswert ist das Vorkommen von drei auf Glockenblumen spezialisierten Arten, darunter die seltene Mauerbiene *Osmia mitis*, da keine *Campanula*-Arten festgestellt wurden. Vermutlich existieren diese Arten an vereinzelten Glockenblumenbeständen, die von mir in dem z.T sehr unübersichtlichen Gelände übersehen worden sind. Eine Zuwanderung aus der Umgebung erscheint wenig wahrscheinlich, da die Probeflächen inmitten großflächiger, geschlossener Waldgebiete liegen. Mögliche Immigrationswege stellen allerdings die teilweise von blütenreichen Rainen begleiteten Zufahrtsstraßen in den Nationalpark dar. In etwas größerer Zahl konnten nur die Sandbienen *Andrena lapponica* und *A. wilkella* im Jahr 1986 auf der Fläche 3 Schönort nachgewiesen werden. Während das Blütenangebot für die auf *Vaccinium*-Arten spezialisierte *A. lapponica* allgemein gut ist und die relative Seltenheit dieser Bienenart daher insgesamt unklar erscheint, ist der Nachweis mehrerer Exemplare der ausschließlich an Schmetterlingsblütlern pollensammelnden *A. wilkella* interessant. Zwar existieren keine Daten über die Flora der Probefläche von 1986, jedoch scheinen Fabaceen im Bereich der Untersuchungsgebiete insgesamt selten zu sein.
Das Spektrum der von den räuberisch lebenden Wespenarten genutzten Beutetiere umfaßt 11 Arthropodengruppen (vgl. Tab. 4). Von der Artenzahl dominieren Jäger von Fliegen, Spinnen und Blattläusen sowie unspezifisch räuberische Wespenarten. Die übrigen Gruppen sind von untergeordneter Bedeutung. In größerer Individuenzahl

treten nur die unspezialisierten, sozialen Faltenwespen auf. Alle anderen räuberischen Stechimmen ließen sich meist nur in wenigen Individuen oder Einzelexemplaren nachweisen.
Der Anteil parasitoider Stechimmen lag 1998 in den Untersuchungsgebieten zwischen 5,1 % und 19,6 %. Auf den Probeflächen 2 Feistenhäng und 3 Schönort lag der Prozentsatz 1986 bei 11,4 % bzw. 9,8 % und damit höher als 1998 (Tab. 8). Die Mehrzahl der festgestellten Parasitoiden sind wenig spezialisiert bzw. ihre Wirt unbekannt (*Evagetes sahlbergi*). Ausnahmen bilden die Bienenameise *Mutilla europaea*, die in Hummelnestern parasitiert, die Faltenwespe *Dolichovespula adulterina*, die in den Nestern von *Dolichovespula saxonica* lebt, die Kuckucks-Grabwespe *Nysson spinosus* mit ihrem Wirt *Argogorytes mystaceus* und die Kuckuckshummel *Bombus bohemicus*, die bei *Bombus lucorum*, einer Art aus der *Bombus terrestris*-Gruppe, schmarotzt. Parasitoide sind von der Existenz ausreichend großer Wirtspopulationen abhängig, um überleben zu können. Die Unterschiede in der Zahl insgesamt nachgewiesener Arten- und Individuen auf den einzelnen Probeflächen spiegeln sich entsprechend ausgeprägt bei den Vertretern dieser Gruppe wider. So sind sie an der Stechimmenfauna auf der mit Abstand arten- und individuenreichsten Probefläche 1 Hahnenfalz mit 19,6 % überproportional stark vertreten und ihr Anteil ist doppelt so hoch wie in den übrigen Gebieten. Auffallend sind auch die Unterschiede zwischen 1986 und 1998 auf den Flächen 2 Feistenhäng und 3 Schönort. In beiden Gebieten sank sowohl die Arten- wie auch die Individuenzahl der Parasitoiden.

5 Diskussion

5.1 Einfluß von Totholzberäumung und Meereshöhe auf die Stechimmenzönose

Die Meereshöhe der Probeflächen und die Beräumung der durch den Sturm 1983 umgestürzten Bäume als Präventionsmaßnahme zur Unterdrückung einer Borkenkäfer-Gradation haben großen Einfluß auf das Lokalklima (vgl. Kapitel 3) und das Strukturangebot für Stechimmen. Aus diesem Grund war anzunehmen, daß die Lebensgemeinschaften der Bienen und Wespen auf den einzelnen Probeflächen in ihrer Zusammensetzung entsprechende Unterschiede zeigen.
Den vorliegenden Daten zur Folge hat die Höhe der Probeflächen aber offenbar nur wenig Einfluß auf den Aufbau der Stechimmenzönose. Nur auf der höchstgelegenen Fläche 4 Tiefer Tobel in 1150 m ist der Prozentsatz der Arten feucht-kühler Standorte gegenüber den anderen Gebieten, die zwischen 250 m und 400 m tiefer gelegen sind, deutlich erhöht (Tab. 7). Mögliche Ursache dafür sind die vergleichsweise geringen Höhenunterschiede im Untersuchungsraum sowie der Einfluß von Exposition und Habitatstrukturen, die das für Stechimmen entscheidende Mikroklima prägen und das Lokalklima überlagern. So ist in den spätfrostgefährdeten Tallagen des Aufichtenwaldes eine im Mittel um einen Monat längere geschlossene Schneedecke zu be-

obachten als im Bereich mittlerer Hanglagen (Tab. 3). Bei Südexposition und in geschützter Lage (z.B. am Waldrand) kann es hier lokal aber bereits sehr viel früher zu Ausaperungen kommen. Diese mikroklimatisch begünstigten Stellen, die vom Lokalklima deutlich abweichen und dessen Einfluß verwischen, werden bevorzugt von Stechimmen besiedelt. Dies ist wahrscheinlich auch der Grund für das Fehlen beobachtbarer Unterschiede in den Stechimmenzönosen auf Standorten mit nur geringer Höhendifferenz.
Der Einfluß der Totholzberäumung auf die Stechimmenzönose wird am Beispiel der Probeflächen 2 Feistenhäng und 3 Schönort diskutiert, die beide im Bereich des Bergmischwaldes liegen. Durch die Beräumung von Totholz auf der Fläche 2 Feistenhäng haben sich die meisten der hochgeklappten Wurzelteller nach Entfernen der Stämme wieder in ihre ursprüngliche Position zurückbewegt. Dadurch ist der freigelegte Rohboden wieder bedeckt worden und steht als Nistplatz nicht zur Verfügung. Zudem ist es durch die fehlende Saugwirkung der abgestorbenen Bäume zu einer im Laufe der Jahre zunehmenden Vernässung des Gebietes gekommen, die das Angebot trockener, vegetationsfreier Bodenbereiche weiter eingeschränkt hat. Auf der Probefläche 3 Schönort wurde das Sturmwurfholz weder aufgearbeitet, noch kam es zu einer Vernässung der betroffenen Hangpartien, so daß hier das Nistplatzangebot für endogäische Arten aktuell größer ist als am Feistenhäng. Entsprechend liegt der Anteil im Boden nistender Arten an der Gesamtfauna auf der Fläche 3 Schönort mit 38,5 % um zehn Prozentpunkte über dem der Fläche 2 Feistenhäng (Tab. 8). Auch konnte auf ersterer die bevorzugt in Steilwänden nistende Faltenwespe *Odynerus spinipes* festgestellt werden, die hier offenbar die senkrecht gestellten Wurzelteller zur Reproduktion nutzt. Das Entfernen großer Mengen Totholz von der Fläche 2 Feistenhäng scheint dagegen ohne Einfluß auf die Entwicklung xylobionter Stechimmen gewesen zu sein. Die nachträglich durch Borkenkäfer-Befall abgestorbenen Bäume, die im Bestand belassen wurden, bieten offenbar genügend Nistplätze. Das Beräumen der Windwurfflächen hat sich nach derzeitigem Kenntnisstand über eine Verringerung des Strukturangebotes damit nur negativ auf die im Boden nistenden Bienen- und Wespenarten ausgewirkt.

5.2 Veränderung der Stechimmenfauna zwischen 1986 und 1998 am Beispiel der Probeflächen 2 Feistenhäng und 3 Schönort

Der Wahl des Fallentyps und -standortes ist von entscheidender Bedeutung für die Fangeffizienz und das erfaßte Artenspektrum (MÜHLENBERG 1989, SCHWERDTFEGER 1975). Aufgrund der unterschiedlichen verwendeten Fallentypen sind die Ergebnisse der Untersuchungen von OTTE (1989a,b) und der vorliegenden Erhebungen nicht ohne vorherige Prüfung miteinander vergleichbar Wie SCHNEIDER & DUELLI (1997) in einer vergleichenden Studie der Fangeffizienz von Fenster- und Malaisefallen feststellten, zeigen beide ein grundsätzlich übereinstimmendes Bild der Fauna eines Standortes. Unterschiede hinsichtlich der Individuenzahl lassen sich auf die unterschiedliche Lage

der Fanggefäße zurückführen: Bei der Fensterfalle gelangen die Insekten nach dem Zusammenprall mit der Scheibe in das unten liegende Fanggefäß, während sie in der Malaisefalle nach Berührung mit der Mittelwand nach oben ausweichen, wo sie durch das Dach in das Fanggefäß geleitet werden. Stechimmen reagieren positiv phototaktisch, weichen an einer Falle nach oben aus und werden daher quantitativ besser durch die Malaisefalle erfaßt. Auf Grundlage der vergleichenden Studie von SCHNEIDER & DUELLI (1997) ist demnach ein direkter Vergleich der Artenspektren aus beiden Fallentypen zulässig. Hinsichtlich der Individuenzahlen muß berücksichtigt werden, daß Stechimmen mit der Malaisefalle besser erfaßt werden, d.h. die Anzahl der durch Fensterfallenfänge festgestellten Individuen liegt unter jener, die mit einer Malaisefalle am selben Ort gefangen werden können.

Für das Verständnis der Veränderungen in der Zusammensetzung der Stechimmenzönosen auf den Probeflächen Schönort und Feistenhäng zwischen 1986 und 1998 sind Daten über das damalige und heutige Requisitenangebot und Mikroklima Voraussetzung. Sie beeinflussen die Besiedelbarkeit eines Standortes maßgeblich und ermöglichen Einblicke in Kausalzusammenhänge der Sukzession der Stechimmenbesiedlung. Allgemeine Angaben und die aktuelle Situation wurden in Kapitel 3 dargestellt. Eine detaillierte Untersuchung der Vegetationsentwicklung auf den Sturmwurfflächen mit Hilfe von Dauerquadraten führte JEHL (1995) allerdings erst ab 1990 durch, so daß Daten für den Erfassungszeitraum 1986 nicht verfügbar sind. Jedoch ist zu vermuten, daß in den ersten Jahren nach dem Sturmwurf das Angebot an Blütenpflanzen durch das Auftreten von Pionieren auf den Rohbodenflächen, die durch aufgeklappte Wurzelteller entstanden sind, und Arten der Schlagfluren größer war als heute. Darüber hinaus dürften 1986 vegetationsfreie und -arme Bereiche verbreitet anzutreffen und die Menge verrotteten Totholzes aufgrund des geringen Flächenalters geringer gewesen sein als 1998. Unter Berücksichtigung der methodischen Unterschiede in der Stechimmenerfassung und im Hinblick auf die allgemein formulierten sukzessionsbedingten Veränderungen im Requisitenangebot soll im folgenden ein Vergleich der Fangergebnisse von 1986 und 1998 auf den Probeflächen 2 Feistenhäng und 3 Schönort versucht werden.

Das Verschwinden eher thermophiler (euryök-eremophiler) Arten und der gleichzeitige Rückgang boreoalpiner bzw. -montaner Faunenelemente auf beiden Probeflächen seit 1986 (Tab. 7) ist als ein Hinweis zu werten, daß (mikro-)klimatische Veränderungen im Laufe der Sukzession Einfluß auf den Faunenwandel genommen haben. Die durch entwurzelte Bäume freigelegte Bodenoberfläche heizt sich bei Sonneneinstrahlung stärker auf und kühlt in der Nacht stärker ab als mit Vegetation bedeckte Bereiche (vgl. THEOBALD-LEY & HORSTMANN 1990). Durch die Sukzession und die aufwachsende Vegetation wird die anfänglich hohe Temperaturamplitude im Laufe der Jahre niedriger. Die Dämpfung von Temperaturextremen im Zuge der Sukzession ist als Ursache für den zunächst vielleicht paradox erscheinenden, gleichzeitigen Rückgang thermophiler Arten und Bewohner kühlerer Lebensräume als wahrscheinliche Möglichkeit anzunehmen.

Hinsichtlich der Anteile endogäisch und hypergäisch nistender Arten zeigen die Probeflächen 2 Feistenhäng und 3 Schönort von 1986 nach 1998 unterschiedliche Entwicklungstendenzen (Tab. 8). Der Prozentsatz im Boden nistender Arten im Gebiet 2 Feistenhäng ist 1998 gegenüber 1986 fast halbiert, während der Artenanteil mit oberirischer Nestanlage sich nahezu verdoppelt. Auf der Fläche 3 Schönort hingegen sinkt die Zahl endogäischer bzw. steigt der Anteil hypergäischer Arten nur geringfügig. Der gemeinsame Trend zur Abnahme der Zahl im Boden nistender Stechimmen auf beiden Flächen ist auf das Zuwachsen der durch entwurzelte Bäume geschaffenen vegetationsfreien Flächen (derartige Flächen werden bevorzugt zur Nestanlage genutzt) im Zuge der Sukzession zurückzuführen. Der auffällige Häufigkeitsunterschied hinsichtlich der endogäischen Arten zwischen beiden Flächen im Jahr 1998 ist offenbar durch die unterschiedliche forstliche Behandlung bedingt (vgl. Kapitel 5). Der gestiegene Anteil hypergäischer Stechimmen, der insbesondere auf die starke Zunahme der in Totholz nistenden Arten (Tab. 8) zurück zu führen ist, dürfte mit der zunehmende Verrottung des stehenden Totholzes zusammenhängen. Das wenige Jahre nach dem Absterben noch relativ feste Holz (1986) kann von der Mehrheit der Stechimmen erst zur Nestanlage genutzt werden, wenn es durch Zersetzung hinreichend morsch geworden ist (1998). Dieser Vorgang nimmt bei stehendem, besonnten Totholz, das von Bienen und Wespen bevorzugt zur Reproduktion genutzt wird, mehrere Jahre in Anspruch, so daß der Anstieg der Artenzahlen bei dieser Gruppe von 1986 nach 1998 verständlich wird. Der leichte Rückgang parasitoider Arten im Verlauf der Sukzession dürfte im wesentlichen mit dem verringerten Wirtsangebot bei den endogäischen Arten zusammenhängen (s.o.), bei denen die meisten Parasitoiden schmarotzen. Weitere Entwicklungstendenzen innerhalb der Stechimmenzönose im Laufe der Sukzession lassen sich aus dem vorliegenden Datenmaterial nicht erkennen.

5.3 Bedeutung von natürlichen Waldlichtungen als Primärlebensraum für Stechimmen

Die Bedeutung größerer Waldgebiete als Lebensraum für Stechimmen ist bislang kaum untersucht worden (vgl. WESTRICH 1989). Die wenigen verfügbaren Arbeiten befassen sich zumeist mit der Fauna von Waldrändern (WOLF 1968, WESTRICH 1980), kleiner Waldstücke (HAESELER 1985) oder lichten Wäldern in klimatisch besonders begünstigten Regionen und auf Sandböden (HAESELER 1972, BRECHTEL 1986). Diese Daten sind daher nicht mit der Situation isolierter Lichtungen innerhalb großer, geschlossener Waldgebiete vergleichbar und können nur bedingt über die Bedeutung von natürlichen Waldlichtungen als Primärlebensraum für Stechimmen Auskunft geben.

Vor der Entstehung der Windwürfe im Jahr 1983 existierten im Untersuchungsgebiet neben großflächigen, geschlossenen Waldbeständen, die für Stechimmen weitgehend besiedlungsfeindlich sind (vgl. WESTRICH 1989), unterschiedliche Typen waldfreier

Standorte, wie Moore, Kahlschläge, Holzlagerplätze und kleine Windwürfe. Die nachgewiesenen Bienen- und Wespenarten könnten von diesen Flächen auf die neu entstandenen Windwürfe immigriert sein. Unklar ist jedoch, inwieweit Stechimmen auf diesen z.T sehr kleinen Flächen ausreichende Bedingungen für ein langfristiges Überleben finden. Ob möglicherweise zumindest ein Teil der Arten auch entlang der Erschließungsstraßen über längere Strecken einwanderte ist ungeklärt, da entsprechende Untersuchungen fehlen. Angesichts der Tatsache, daß ein großer Teil der nachgewiesenen Stechimmenarten kühl-feuchte Lebensräume präferiert bzw. auf waldtypische Requisiten, wie z.B. Totholz, zur Nestanlage angewiesen ist, ist jedoch eher zu vermuten, daß die meisten Arten von benachbarten Waldlichtungen stammen. Das geringe Besiedlungspotential der wohl meisten Stechimmenarten (vgl. VÖLKL 1991) ist hier als weiteres Indiz zu werten, zumal die untersuchten Waldlichtungen teilweise mehrere Kilometer von den nächsten offenen Landschaftsstrukturen entfernt liegen. Auch die isolierten Vorkommen von Arten wie *Anoplius tenuicornis*, *Symmorphus allobrogus* oder *Hylaeus annulatus*, die als Reliktareale boreoalpiner Faunenelemente aufgefaßt werden müssen, deuten in diese Richtung, da deren rezente Zuwanderung, z.B. aus den Alpen, unwahrscheinlich ist. Das schließt natürlich nicht aus, daß ein kleiner Teil der nachgewiesenen Arten tatsächlich aus der Nachbarschaft eingewandert und daher kein Bestandteil einer "Waldfauna" ist. Bei der Mehrzahl der festgestellten Arten dürfte es sich aber um ein typisches Artenspektrum der Waldgebiete montaner Lagen handeln. Nicht unbedingt zu erwarten war der bemerkenswerte Artenreichtum dieser auf den ersten Blick für Stechimmen ungeeignet erscheinenden kühl-feuchten Waldgesellschaften des Bayerischen Waldes und das Vorkommen allgemein seltener und sehr seltener Arten (vgl. WESTRICH 1989). Möglicherweise hängt dies mit einem bis heute kontinuierlichen Angebot an waldfreien Standorten zusammen. Weite Bereiche des Bayerischen Waldes werden erst seit relativ kurzer Zeit forstlich genutzt. Sie bestanden bis dahin aus einem Mosaik aus Offenflächen und geschlossenen Baumbeständen, in die stabile, gehölzfreie bzw. -arme Lebensräume (z.B. Moore) eingebettet waren, die potentielle Habitate für Stechimmen darstellen. Die beginnende Forstwirtschaft mit der Anlage von Holzlagerplätzen, Kahlschlägen u.ä. sowie die immer wieder auftretenden, kleineren Windwürfe und durch Borkenkäferbefall entstandene Lichtungen gewährleisteten auch nach Einsetzen einer geregelten Waldnutzung die Existenz von Freiflächen. Diese waren und sind möglicherweise die Grundlage für die Existenz einer artenreichen Stechimmenfauna in den Waldgebieten des Nationalparkes Bayerischer Wald. In diesem Zusammenhang ist naturnahen Waldgebieten sicherlich eine größere Bedeutung als Primärlebensraum für Bienen und Wespen beizumessen, als dies bisher vermutet wurde. Unter "Wald" ist hier allerdings nicht strukturarmer Wirtschaftswald oder Forst zu verstehen, die in Mitteleuropa überwiegend zu finden sind, sondern ein ähnlich dem Mosaik-Zyklus-Konzept (REMMERT 1991) kleinräumiger Wechsel geschlossener Baumbestände und Lichtungen unterschiedlicher Sukzessionsstadien mit hohem Totholzanteil und Strukturreichtum. Ein solcher Wald, in dem nebeneinander Lichtun-

gen unterschiedlichen Alters als Produkt einer dynamischen Entwicklung immer wieder neu entstehen, könnte einer großen Zahl von unterschiedlich angepaßten Stechimmenarten dauerhafte Existenzbedingungen bieten. In Bezug auf die in Totholz nistenden Arten ist in diesem Zusammenhang die Bedeutung von Nadel- bzw. Laubholz für die Nestanlage zu berücksichtigen. Nach WESTRICH (1991) nutzen Stechimmen Nadelholz, das in der vorliegenden Untersuchung praktisch als einzige Totholzressource zur Verfügung stand, nur ungern zur Nestanlage. Entsprechend strukturierte Laub- bzw. Mischwälder, zumal in klimatisch günstigeren Lagen, könnten daher mitunter einer noch größeren Zahl von Stechimmenarten Lebensraum bieten. Jedoch ist die Dynamik dieser Waldtypen geringer als die von Nadelwäldern, so daß weitere Untersuchungen zur Besiedlung von (Ur-) Waldlandschaften notwendig sind, um deren Bedeutung als (Primär-)Lebensraum für die heimische Bienen- und Wespenfauna besser zu verstehen.

6 Zusammenfassung

Im Nationalpark Bayerischer Wald wurde 1998 auf vier durch Windwurf bzw. Borkenkäferbefall entstandenen Waldlichtungen die Stechimmenfauna mit Hilfe von Malaisefallen untersucht. Für zwei Flächen lagen zusätzlich Daten von 1986 aus Fensterfallen vor. Insgesamt konnten 97 Arten in 2159 Individuen nachgewiesen werden, darunter einige faunistisch bedeutsame, boreoalpin verbreitete und spezialisierte Arten. Die Auswertung brachte folgende Ergebnisse:

Eine Verschiebung des Artenspektrums hin zu Stechimmen mit Präferenz für feucht-kühle Lebensräume läßt sich nur auf der am höchsten gelegenen Probefläche beobachten. Zwischen den Flächen tieferer Lagen mit geringen Höhendifferenzen lassen sich durch die Überlagerung lokalklimatischer durch mikroklimatische Einflüsse dagegen keine höhenbedingten Faunenunterschiede feststellen.

Die Beräumung einer Windwurffläche wirkt sich im Vergleich mit einem belassenen Windwurf über das Angebot an offenen Bodenflächen negativ auf die Zahl endogäisch nistender Arten aus.

Im Zuge der Sukzession einhergehend mit Veränderungen des Mikroklimas verschwanden zwischen 1986 und 1998 thermophile und boreoalpine Arten von den Probeflächen. Gleichzeitig sank der Anteil parasitoider Stechimmen, weil die Menge endogäischer Arten, zu denen die meisten Wirtsarten gehören, im gleichen Zeitraum ebenfalls zurückging. Der Prozentsatz in Totholz nistender Arten ist aufgrund des im Laufe der Zeit vergrößerten Angebotes an morschem, besonnten Totholzstämmen dagegen deutlich angestiegen.

Der unerwartete Artenreichtum und die Vielfalt der Anspruchstypen belegt die bisher unterschätzte Bedeutung naturnaher Waldgebiete (zumindest montaner Waldgesellschaften mit hoher Eigendynamik) als Primärlebensraum für die heimischen Bienen- und Wespenarten.

7 Dank

Für die gute Zusammenarbeit, Unterstützung bei der Organisation und Durchführung der Feldarbeiten und die stete Diskussionsbereitschaft in allen Fragen der Naturwaldforschung bin ich Herrn Dr. W. Scherzinger, Nationalparkverwaltung Bayerischer Wald in Grafenau, sehr zu Dank verpflichtet. Herr Klaus Weber, Strullendorf, ließ mich an seinen umfassenden Kenntnissen der bayerischen Stechimmenfauna teilhaben und hat mir durch seine fachlichen Hinweise bei der Auswertung der Daten sehr geholfen. Die Untersuchung wurde durch den Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft finanziell gefördert und dadurch erst möglich gemacht. Bei allen genannten Personen und Institutionen möchte ich mich an dieser Stelle herzlich bedanken.

8 Literatur

AMIET, F (1996): Hymenoptera, Apidae, 1 Teil. - Insecta Helvetica 12: 1-98.

ANTROPOV, A.V. (1992): On the taxonomic rank of *Trypoxylon attenuatum* SMITH, 1851 (Hymenoptera, Sphecidae). - Entomological Review 1992: 48-61

BLÜTHGEN, P (1961): Die Faltenwespen Mitteleuropas (Hymenoptera, Diploptera). Abhandlungen der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Klasse für Chemie, Geologie und Biologie 1961, Nr. 2: 1-248.

BRECHTEL, F (1986): Die Stechimmenfauna des Bienwaldes und seiner Randbereiche (Südpfalz) unter besonderer Berücksichtigung der Ökologie kunstnestbewohnender Arten. - Pollichia-Buch Nr. 9, Bad Dürkheim, 284 S.

BRECHTEL, F (1991): Zur Lebensweise und Bestandssituation holzbewohnende Wespenarten in Mitteleuropa und Konsequenzen für ihren Schutz. - NZ NRW Seminarberichte 4 (10): 26-31.

BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (Hrsg.) (1998): Rote Liste gefährdeter Tiere Deutschlands. - Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 55: 1-434.

DATHE, H.H. (1980): Die Arten der Gattung *Hylaeus* F in Europa (Hymenoptera: Apoidea, Colletidae). - Mitteilungen aus dem zoologischen Museum Berlin 56: 207-294.

DOLLFUSS, H. (1991): Bestimmungsschlüssel der Grabwespen Nord- und Zentraleuropas (Hymenoptera, Sphecidae). - Stapfia 24: 1-247

DYLEWSKA, M. (1987): Die Gattung *Andrena* FABRICIUS (Andrenidae, Apoidea) in Nord- und Mitteleuropa. - Acta Zoologica Cracoviensia 30: 359-708.

EBMER, A.W. (1969): Die Bienen des Genus *Halictus* LATR. s.l. im Grossraum von Linz (Hymenoptera, Apidae) Teil I. - Naturkundliches Jahrbuch der Stadt Linz 1969: 133-181

EBMER, A.W. (1970): Die Bienen des Genus *Halictus* LATR. s.l. im Grossraum von Linz (Hymenoptera, Apidae) Teil II. - Naturkundliches Jahrbuch der Stadt Linz 1971: 19-82.

EBMER, A.W. (1971): Die Bienen des Genus *Halictus* LATR. s.l. im Grossraum von Linz (Hymenoptera, Apidae) Teil III. - Naturkundliches Jahrbuch der Stadt Linz 1971· 63-156.

EBMER, A.W. (1974): Die Bienen des Genus *Halictus* LATR. s.l. im Grossraum von Linz (Hymenoptera, Apidae) Nachtrag und zweiter Anhang. - Naturkundliches Jahrbuch der Stadt Linz 1973: 123-158.

ELLENBERG, H. (1986): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer Sicht. - Ulmer, Stuttgart (4. Aufl.), 989 S.

GAULD, I. & B. BOLTON (1988): The Hymenoptera. - British Museum (Natural History), Oxford University Press, Oxford, 332 S.

HAESELER, V. (1972): Anthropogene Biotope (Kahlschlag, Kiesgrube, Stadtgärten) als Refugien für Insekten, untersucht am Beispiel der Hymenoptera Aculeata. - Zool. Jb. Syst. 99: 133-212.

HAESELER, V. (1985): Zum Auftreten von Wespen und Bienen in einem abgestorbenen Birkenbestand im östlichen Hügelland Schleswig-Holsteins (Hymenoptera: Aculeata). - Faunistisch-ökologische Mitteilungen 5: 345-363.

JACOBS, H.-J. & J. OEHLKE (1990): Beiträge zur Insektenfauna der DDR: Hymenoptera: Sphecidae. 1. Nachtrag. - Beiträge zur Entomologie 40: 121-229.

JEHL, H. (1995): Die Waldentwicklung auf Windwurfflächen im Nationalpark Bayerischer Wald. - In: NATIONALPARK BAYERISCHER WALD (Hrsg.): 25 Jahre auf dem Weg zum Naturwald. Grafenau: 112-145.

KLEMM, M. (1996): Man-made bee habitats in the anthropogenous landscape of central Europe substitutes for threatened or destroyed riverine habitats? In: MATHESON, A., S.L. BUCHMANN; C. O'TOOLE; P WESTRICH & I.H. WILLIAMS: The conservation of bees. Linnean Society Symposium Series 18: 17-34.

KRAUS, M. (1997): Beitrag zur aktuellen Verbreitung von *Megachile lapponica* THOMSON 1872 in Bayern. - Galathea 13 (1): 35-43.

KUHLMANN, M. (1998): Die Struktur von Stechimmenzönosen (Hymenoptera Aculeata) ausgewählter Kalkmagerrasen des Diemeltales unter besonderer Berücksichtigung der Nutzungsgeschichte und des Requisitenangebotes. Dissertation, Universität Münster, 167 S.

KUNZ, P.X. (1994): Die Goldwespen Baden-Württembergs. - Beihefte zu den Veröffentlichungen für Naturschutz und Landschaftspflege in Baden-Württemberg 77· 1-188.

LOMHOLDT, O. (1984): The Sphecidae (Hymenoptera) of Fennoscandia and Denmark. Fauna Entomologica Scandinavica 4 (2nd Ed.): 1-452.

MAUSS, V. (1986): Bestimmungsschlüssel für Hummeln. - DJN, Hamburg, 50 S.

MAUSS, V. & R. TREIBER (1994): Bestimmungsschlüssel für die Faltenwespen (Hymenoptera: Masarinae, Polistinae, Vespinae) der Bundesrepublik Deutschland. DJN, Hamburg: 1-53.

MÜHLENBERG, M. (1989): Freilandökologie. - UTB 595, Quelle & Meyer, Heidelberg, 2. Aufl., 430 S.

OEHLKE, J. (1970): Beiträge zur Insektenfauna der DDR: Hymenoptera - Sphecidae. - Beiträge zur Entomologie 20: 615-812.

OEHLKE, J. (1974): Beiträge zur Insektenfauna der DDR: Hymenoptera - Scolioidea. Beiträge zur Entomologie 24: 279-300.

OEHLKE, J. & H. WOLF (1987): Beiträge zur Insekten-Fauna der DDR: Hymenoptera - Pompilidae. - Beiträge zur Entomologie 37· 279-390.

OTTE, J. (1989a): Ökologische Untersuchungen zur Bedeutung von Windwurfflächen für die Insektenfauna (Teil I). - Waldhygiene 17· 193-247

OTTE, J. (1989b): Ökologische Untersuchungen zur Bedeutung von Windwurfflächen für die Insektenfauna (Teil II). - Waldhygiene 18: 1-36.

PETERMANN, R. & P SEIBERT (1979): Die Pflanzengesellschaften des Nationalparks Bayerischer Wald mit einer farbigen Vegetationskarte. - Nationalpark Bayerischer Wald Heft 4: 1-142.

PITTIONI, B. & R. SCHMIDT (1942): Die Bienen des südöstlichen Niederdonau. I. Apidae, Podaliriidae, Xylocopidae und Ceratinidae. - Niederdonau / Natur und Kultur 19: 1-69.

PITTIONI, B. & R. SCHMIDT (1943): Die Bienen des südöstlichen Niederdonau. II. Andrenidae und isoliert stehende Gattungen. - Niederdonau / Natur und Kultur 24: 1-89.

RALL, H. (1995): Die Wälder im Nationalpark Bayerischer Wald: Von forstwirtschaftlicher Prägung zur natürlichen Entwicklung. In: NATIONALPARK BAYERISCHER WALD (Hrsg.): 25 Jahre auf dem Weg zum Naturwald. Grafenau: 9-57

REMMERT, H. (1991): Das Mosaik-Zyklus-Konzept und seine Bedeutung für den Naturschutz: Eine Übersicht. - Seminarber ANL/Laufen: 5-15.

ROTHMALER, W. (1982): Exkursionsflora für die Gebiete der DDR und der BRD. Band 4 Kritischer Band. - Volk und Wissen, Berlin, 811 S.

SCHERZINGER, W. (1996): Naturschutz im Wald. - Ulmer, Stuttgart, 447 S.

SCHEUCHL, E. (1995): Illustrierte Bestimmungstabellen der Wildbienen Deutschlands und Österreichs, Band I: Anthophoridae. - Eigenverlag, Velden/Vils, 158 S.

SCHEUCHL, E. (1996): Illustrierte Bestimmungstabellen der Wildbienen Deutschlands und Österreichs, Band II: Megachilidae - Melittidae. - Eigenverlag, Velden/Vils, 116 S.

SCHMID-EGGER, C. (1994): Bestimmungsschlüssel für die deutschen Arten der solitären Faltenwespen (Hymenoptera, Eumeninae). - Deutscher Jugendbund für Naturbeobachtung, Hamburg: 54-90.

SCHMID-EGGER, C. (1995): Die Eignung von Stechimmen (Hymenoptera: Aculeata) zur naturschutzfachlichen Bewertung am Beispiel der Weinbergslandschaft im Enztal und im Stromberg (nordwestliches Baden-Württemberg). Cuvillier Verlag, Göttingen, 235 S.

SCHMID-EGGER, C. & B. PETERSEN (1993): Taxonomie, Verbreitung, Bestandssituation und Bestimmungsschlüssel für die deutschen Arten der Gattung *Smicromyrme* THOMSON, 1860. - Nachrichtenblatt der Bayerischen Entomologen 42: 46-56.

SCHMID-EGGER, C. & E. SCHEUCHL (1997): Illustrierte Bestimmungstabellen der Wildbienen Deutschlands und Österreichs unter Berücksichtigung der Arten der Schweiz, Band III: Andrenidae. - Eigenverlag, Velden/Vils, 180 S.

SCHMID-EGGER, C. & H. WOLF (1992): Die Wegwespen Baden-Württembergs (Hymenoptera, Pompilidae). Veröffentlichungen für Naturschutz und Landschaftspflege in Baden-Württemberg 67: 267-370.

SCHMIDT, K. (1979): Materialien zur Aufstellung einer Roten Liste der Sphecidae (Grabwespen) Baden-Württembergs. I. Philanthinae und Nyssoninae. Veröffentlichungen für Naturschutz und Landschaftspflege in Baden-Württemberg 49/50: 271-369.

SCHMIDT, K. (1980): Materialien zur Aufstellung einer Roten Liste der Sphecidae (Grabwespen) Baden-Württembergs. II. Crabronini. Veröffentlichungen für Naturschutz und Landschaftspflege in Baden-Württemberg 51/52: 309-398.

SCHMIDT, K. (1981): Materialien zur Aufstellung einer Roten Liste der Sphecidae (Grabwespen) Baden-Württembergs. III. Oxybelini, Larrinae (außer *Trypoxylon*), Astatinae, Sphecinae und Ampulicinae. - Veröffentlichungen für Naturschutz und Landschaftspflege in Baden-Württemberg 53/54: 155-234.

SCHMIDT, K. (1984): Materialien zur Aufstellung einer Roten Liste der Sphecidae (Grabwespen) Baden-Württembergs. IV Pemphredoninae und Trypoxylonini. - Veröffentlichungen für Naturschutz und Landschaftspflege in Baden-Württemberg 57/58: 219-304.

SCHMIDT, K. & C. SCHMID-EGGER (1991): Faunistik und Ökologie der solitären Faltenwespen (Eumenidae) Baden-Württembergs. - Veröffentlichungen für Naturschutz und Landschaftspflege in Baden-Württemberg 66: 495-541

SCHMIEDEKNECHT, O. (1930): Die Hymenopteren Nord- und Mitteleuropas. - Gustav Fischer, Jena, 1053 S.

SCHNEIDER, K. & P DUELLI (1997): Fangeffizienz von Fenster- und Malaisefallen im Vergleich. - Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie 11. 843-846.

SCHOWALTER, T.D. (1985): Adaptations of insects to disturbance. - In: PICKETT, S.T.A. & P.S. WHITE (eds.): The ecology of natural disturbance and patch dynamics. Academic Press, Orlando: 235-252.

SCHWARZ, M., F GUSENLEITNER; P WESTRICH & H.H. DATHE (1996): Katalog der Bienen Österreichs, Deutschlands und der Schweiz (Hymenoptera, Apidae). - Entomofauna, Supplement 8: 1-398.

SCHWERDTFEGER, F (1975): Ökologie der Tiere - Synökologie. - Parey, Hamburg, 451 S.

SCHWERDTFEGER, F (1977): Ökologie der Tiere - Autökologie. - Parey, Hamburg (2. Aufl.), 460 S.

SPELSBERG, G. (1993): Zwanzig Jahre Naturwaldzellen in Nordrhein-Westfalen. LÖLF-Mitteilungen 2/93: 13-19.

SUSTERA, O. (1959): Bestimmungstabelle der tschechoslowakischen Arten der Bienengattung *Sphecodes* LATR. - Casopis Ceskoslovenske Spolecnosti Entomologicke 56: 169-180.

THEOBALD-LEY, S. & K. HORSTMANN (1990): Die Ameisenfauna (Hymenoptera, Formicidae) von Windwürfen und angrenzenden Waldhabitaten im Nationalpark Bayerischer Wald. - Waldhygiene 18: 93-118.

TKALCU, B. (1983): Die europäischen *Osmia*-Arten der Untergattung *Melanosmia* (Hymenoptera, Apoidea, Megachilidae). - Vestnik Ceskoslovenske Spolecnosti Zoologicke 47· 140-159.

TOWNES, H. (1972): A light-weight Malaise-trap. Entomol. News 83: 239-247

VÖLKL, W. (1991): Besiedlungsprozesse in kurzlebigen Habitaten: Die Biozönose von Waldlichtungen. - Natur und Landschaft 66: 98-102.

WARNCKE, K. (1992a): Rote Liste gefährdeter Bienen (Apidae) Bayerns. - Schriftenreihe des Bayerischen Landesamt für Umweltschutz 111 162-168.

WARNCKE, K. (1992b): Die westpaläarktischen Arten der Bienengattung *Sphecodes* LATR. - Bericht der Naturforschenden Gesellschaft Augsburg 52: 9-64.

WEBER, K. (1988): Faunistisch-ökologische Untersuchungen an aculeaten Hymenopteren in Sandgruben (Vespoidea, Pompiloidea, Sphecoidea, Apoidea) anthropogene Lebensräume als Rückzugsgebiete. - Diplomarbeit, Institut für Zoologie I, Universität Erlangen-Nürnberg, 219 S.

WEBER, K. (1992a): Rote Liste gefährdeter Wegwespen (Pompliloidea) Bayerns. Schriftenreihe des Bayerischen Landesamt für Umweltschutz 111 155-157

WEBER, K. (1992b): Rote Liste gefährdeter Faltenwespen (Vespoidea) Bayerns. Schriftenreihe des Bayerischen Landesamt für Umweltschutz 111 152-154.

WESTRICH, P (1980): Die Stechimmen (Hymenoptera Aculeata) des Tübinger Gebiets mit besonderer Berücksichtigung des Spitzbergs. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 51/52: 601-680.

WESTRICH, P (1989): Die Wildbienen Baden-Württembergs. - Ulmer, Stuttgart, 972 S.

WESTRICH, P (1991): Wildbienen als Bewohner von Totholz. - NZ NRW Seminarberichte 4 (10): 32-35.

WICKL, K.-H. (1992a): Rote Liste gefährdeter Keulen-, Dolch-, Rollwespen und Trugameisen (Scolioidea) Bayerns. - Schriftenreihe des Bayerischen Landesamt für Umweltschutz 111· 146-147

WICKL, K.-H. (1992b): Rote Liste gefährdeter Grabwespen (Sphecidae) Bayerns. Schriftenreihe des Bayerischen Landesamt für Umweltschutz 111· 158-161.

WICKL, K.-H. (1994): Die Stechimmen (Hymenoptera Aculeata) der mittleren Oberpfalz. Eine faunistisch-ökologische Untersuchung unter besonderer Berücksichtigung von Naturschutzaspekten. - Dissertation, Technische Universität München, 307 S.

WOLF, H. (1968): Bienen und Wespen als Bewohner eines Waldrandes. - Sauerländ. Naturbeob. 8: 3-14.

WOLF, H. (1972): Hymenoptera - Pompilidae. - Insecta Helvetica 5: 1-176.

Adresse des Autors:

Dipl.-Biol. Michael Kuhlmann
Institut für Landschaftsökologie
Westfälische Wilhelms-Universität Münster
Robert-Koch-Str. 26
D-48149 Münster

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Bericht der naturforschenden Gesellschaft Bamberg

Jahr/Year: 1998

Band/Volume: 73

Autor(en)/Author(s): Kuhlmann Michael

Artikel/Article: Besiedlung von Windwürfen und abgestorbenen Waldflächen im Nationalpark Bayerischer Wald durch Wildbienen und aculeate Wespen (Hymenoptera Aculeata) 65-94