Ein ehemaliger Verschiebebahnhof als Refugium für Pflanzenwespen (Hymenoptera: Symphyta)

Jens Schmitz

Abstract: A former railway station as an refugium for sawflies (Hymenoptera: Symphyta). 125 Hymenoptera Symphyta species were recorded around a former railway station in Oldenburg (Oldb.) in 1996/97. The sampling degree of the assumed range of actually existing species is about 80 %. In comparable areas a minimum sampling programme of 18 days is required to reach a sampling degree of at least 70 %. As regards capture and determination Symphyta are as suitable for bioindication as comparable insect groups.
In the investigated area the species density of Symphyta decreases by declining structural diversity, but several species are restricted to xerothermic biotopes which are strongly decimated in Northwestern Germany. The appearance of Symphyta species is influenced by several more ecological factors than presence of host plants. The above and other investigations of this region have shown that the establishment of species is not only affected by the size of area, but also by further ecological factors. Similar biotope compositions are responsible for similar species compositions. Distances of 90 km among biotopes do not influence species compostions.
The nationwide significance of the research area is documented by the occurrence of several rare and endangered species.

1. Einleitung

Vielfältige Lebensräume und Extremstandorte sind durch anthropogenen Einfluß stark gefährdet. Werden diese Einwirkungen jedoch eingestellt, können sich wertvolle Ersatzbiotope entwickeln (Haeseler 1972). So ist die Zusammensetzung der Flora und Fauna anthropogener Standorte häufig durch mosaikartig kombinierte ökologische Faktoren geprägt. Im Vergleich zum Umland ergeben sich u. a. ein abweichendes Klima, ein anderes Nahrungsangebot sowie eine enge Verzahnung verschiedenster Lebensräume (Klausnitzer 1993). Die Bedeutung von Bahnhöfen als Sonderstandorte wurde schon mehrfach belegt (Brandes 1983, Sukopp & Wittig 1993, Klausnitzer 1993). Vor allem phytophage Gruppen, wie die artenreiche Gruppe der Symphyten, bieten sich aufgrund ihrer Ernährungsweise zur Charakterisierung solcher Standorte an.
Am Beispiel des Naturschutzgebietes 'Bahndammgelände Krusenbusch' soll dargelegt werden, wie das Artenspektrum dieser phytophagen Insektengruppe in einem anthropogenen Mosaikbiotop in Stadtrandlage zusammengesetzt ist. Unterschiede des Artenspektrums gegenüber weiteren naturnahen und anthropogenen Biotopen der Umgebung werden auf der Basis von Faunenaffinitäten analysiert. Außerdem werden sogenannte Mindeststandards zur Erfassung von Pflanzenwespenzönosen für landschaftsökologische Gutachten kritisch überprüft.

2. Untersuchungsgebiet

2.1 Lage, Geschichte und Struktur

Der ehemalige Verschiebebahnhof Krusenbusch liegt in der nordwestdeutschen Tiefebene im Süden der Stadt Oldenburg (Oldb.) (Abb. 1). Barkemeyer (1997) untergliedert Oldenburg in drei Stadtzonen. Danach befindet sich der Verschiebebahnhof in der Randzone des Siedlungsbereichs. Westlich des Geländes schließen Siedlungen an, der östliche Rand geht großenteils in die umliegende Agrarlandschaft über.
Die Anlage war von 1911 bis 1976 in Betrieb. Anschließend wurden nach und nach Schienen, Schwellen und Schotter entfernt, wodurch große vegetationsfreie Flächen entstanden. Der naturschutzfachliche Wert des Geländes wird durch ein vegetationskundliches Gutachten (Eber 1984),

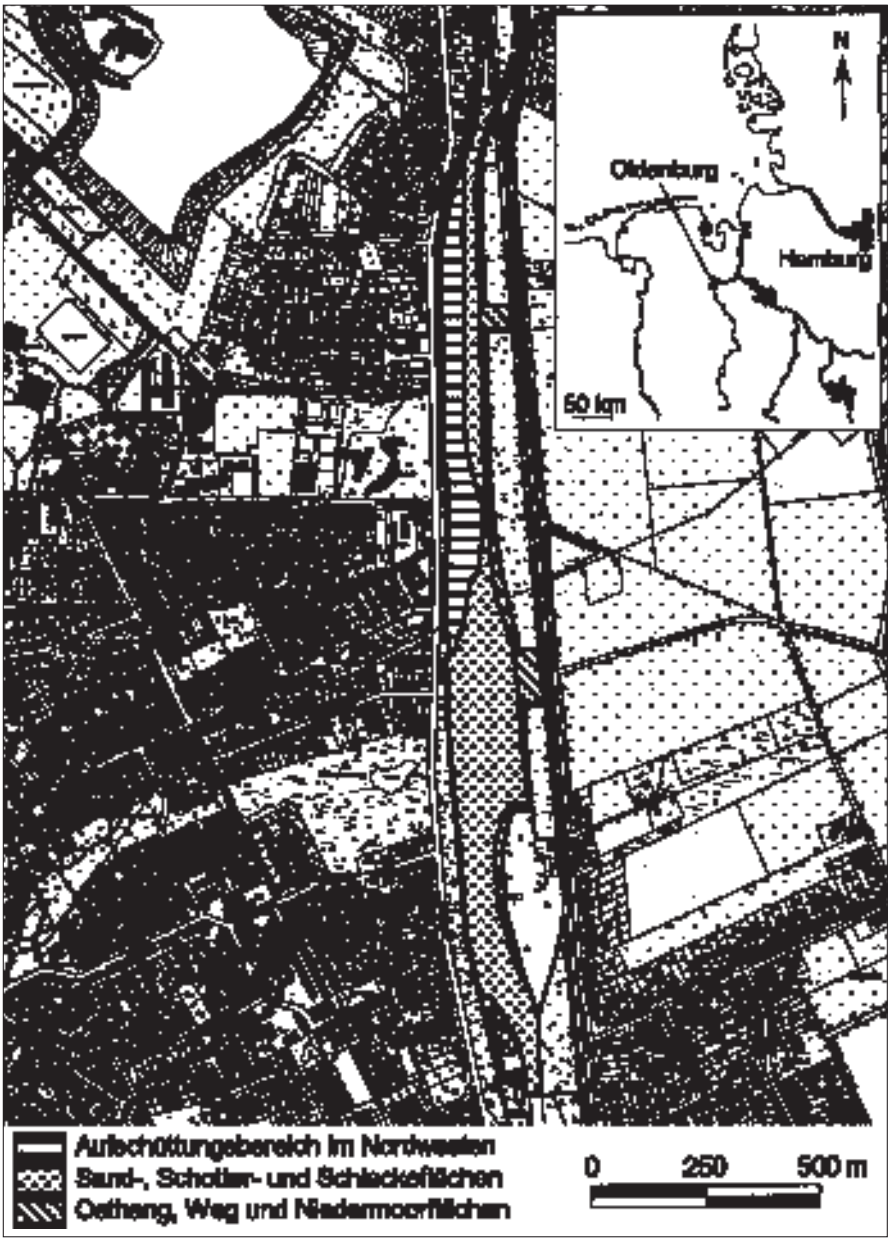


Abb. 1: Untersuchungsgebiet im NSG 'Bahndammgelände Krusenbusch' in Oldenburg (Oldb); Lage des ehemaligen Verschiebebahnhofs.

Gesamtartenlisten der Pflanzen (Eber 1984, Herrmann 1994), faunistische Gutachten sowie durch die Kartierung sechs besonders schützenswerter Biotope nach § 28a des Niedersächsischen Naturschutzgesetzes dokumentiert. Das Gelände wurde am 05.09.1995 einstweilig sichergestellt und am 21.04.1998 als Naturschutzgebiet (NSG) – „Bahndammgelände Krusenbusch" ausgewiesen (Bezirksregierung Weser-Ems 1998).

Da den Gleisanlagen auf dem moorigen Untergrund des ehemaligen Osternburger Moores die notwendige Stabilität gefehlt hätte, wurde 1907 ein ca. 5 m hoher Damm mit Feinsanden aufgeschüttet. Nach dem Zweiten Weltkrieg wurde dieser Damm im Westen mit grobem, kalkhaltigen Bauschutt erweitert. Der Unterbau der Gleise besteht aus Schotter, die Verkehrsflächen sind zwischen den Gleisen von Schlacke bedeckt. Einschließlich der Torfe liegen insgesamt fünf verschiedene Substrate vor (Eber 1984). Durch die Errichtung des Damms ergibt sich eine hohe Strukturdiversität

mit der Hochfläche, den steilen West- und Osthängen und den Flächen auf natürlichem Geländeniveau.
Das ca. 24 ha große Untersuchungsgebiet erstreckt sich über 2,23 km in Nord-Süd-Richtung (Abb. 1). Die Hochfläche ist zwischen 25 m und 160 m breit, das gesamte Gebiet weist eine maximale Breite von 225 m auf. Es umfaßt neben der Hochfläche den Osthang, den am Hangfuß entlang verlaufenden Weg und zwei angrenzende Flächen.

2.2 Flora, Vegetation und Einteilung des Untersuchungsgebietes

Die auf dem Bahnhofsgelände nachgewiesenen 369 Pflanzenarten und -unterarten entsprechen 59,7 % der für die Stadt Oldenburg und 19,6 % der für Niedersachsen bekannten Pflanzenarten (Herrmann 1994). Viele dieser Arten werden in Niedersachsen oder im nordwestdeutschen Flachland als selten bzw. gefährdet eingestuft und in der Roten Liste der Gefäßpflanzen Niedersachsens geführt. Die Mehrzahl der seltenen bzw. gefährdeten Pflanzenarten stammt aus sommerwärmeren Klimaten und teilweise auch von kalkreicheren Böden und kann sich in Nordwestdeutschland langfristig nur an lokalklimatisch günstigen Standorten mit besonderen Bodenverhältnissen behaupten (Eber 1984).

Aufgrund der fünf Substrate und der daraus resultierenden verschiedenen Feuchtigkeitsverhältnisse ist die Vegetation sehr heterogen. Die Vegetationseinheiten ergeben einen ständigen Wechsel von offenen Flächen, Wiesen, Gebüschen und Baumbeständen auf trocken-warmen, feuchten oder nassen Standorten. Für die Einteilung dieses anthropogenen Mosaikbiotops in Teilgebiete sind einige Vereinfachungen notwendig (Abb. 1). Als Grundlage dient das vegetationskundliche Gutachten von Eber (1984). Zu berücksichtigen ist, daß die vorliegende Untersuchung zwölf Jahre nach Erstellung dieses Gutachtens begonnen wurde. Die Vegetation hat sich in vielen Bereichen weiterentwickelt, andere Bereiche wurden jedoch durch anhaltende Rückbautätigkeiten wieder offengelegt.

Teilgebiet 1 (Abb. 2): Der ca. 5,5 ha große Aufschüttungsbereich im Nordwesten der Hochfläche ist durch schwach saure Böden gekennzeichnet, deren Wasserspeicherkapazität durch Humusanreicherungen erhöht ist. Die Vegetation ist dicht geschlossen; die Trockenwiesengesellschaften mit einem großen Anteil an ausdauernden Ruderalarten, der bemerkenswerteste und durch seinen Blütenreichtum auffälligste Vegetationstyp, sind durch fließende Übergänge mit *Solidago gigantea/canadensis*-Beständen, *Rubus fruticosus*- und *R. caesius*-Beständen, *Reynoutria japonica*-Beständen sowie im Bereich der Böschungen und Hänge mit nitrophilen Gebüsch- und Staudengesellschaften (Urtico-Aegopodietum, Alliario-Chaerophylletum, *Petasites hybridus*-Gesellschaft) verbunden. Diese und weitere Ausbildungen sind dem Artemisio-Tanacetum, einer weit verbreiteten Ruderalgesellschaft, zuzuordnen. Die *Solidago gigantea/canadensis*- und *Reynoutria japonica*-Gesellschaften bilden fast reine Bestände, unter deren Blätterdach nur wenige, Schatten ertragende Begleitpflanzen vorkommen.

Abb. 2: Untersuchungsgebiet, Teilgebiet 1.

Abb. 3: Untersuchungsgebiet, Teilgebiet 2.

Teilgebiet 2 (Abb. 3) umfaßt auf 15,1 ha die Sand-, Schotter- und Schlackeflächen, die das ganze Gebiet durchziehen. Der sehr grobe Schotter wird nur dann von Pflanzen besiedelt, wenn sich genügend Feinerde angesammelt hat. Schlacke ist sehr wasserdurchlässig, mäßig sauer und erhitzt sich stark bei Sonneneinstrahlung. Es handelt sich daher um trocken-warme Standorte. Die selten vollständig deckende Vegetation setzt sich zusammen aus Fragmentgesellschaften herbizidbeeinflußter Wuchsorte mit ausdauernden Arten wie *Poa compressa*, aus kurzlebigen Ruderalgesellschaften des Verbandes Dauco-Melilotion (Echio-Melilotetum, Berteroetum incanae, Dauco-Picridetum hieracioidis), die durch vorwiegend zweijährige Arten charakterisiert sind, und aus der *Vulpia myuros*-Gesellschaft, die nur auf den Schlacken im südlichen Bereich auftritt und ausschließlich durch die Dominanz des Mäuseschwanzfuchsschwingels floristisch gekennzeichnet ist. Seit der Einstellung des Herbizideinsatzes entwickeln sich die Fragmentgesellschaften weiter. Zwischen den ehemaligen Gleisen bilden Birken, Weiden und Pappeln bis zu 5 m hohe Gehölzreihen. Auch der stark saure Sand ist sehr wasserdurchlässig, erwärmt sich bei Sonneneinstrahlung sehr stark und bietet ebenso trocken-warme Verhältnisse. Aufgrund unterschiedlicher Intensität und Dauer des anthropogenen Einflusses haben sich verschiedene Sukzessionsstadien gebildet. Als Pioniergesellschaften liegen die nach § 28a NNatG besonders schützenswerten Silbergrasfluren (Spergulo-Corynephoretum) vor. Von diesen leiten Zwischenstadien ärmerer Ausbildungen der ruderalen

Abb. 4: Untersuchungsgebiet, Teilgebiet 3.

Trockenwiesen mit Säurezeigern zu den bodensauren Wäldern des Betulo-Quercetum über, die vereinzelt in kleinen Beständen im Gebiet anzutreffen sind.

Der Osthang des Damms, der Weg entlang des Hangfußes und die zwei Hochstaudenflächen auf natürlichem Geländeniveau bilden auf einer Fläche von ca. 3,3 ha Teilgebiet 3 (Abb. 4). Die ebene Fläche ist durch das Drainagewasser des Dammkörpers stark vernäßt. Durch die mitgeführten Nährstoffe und die aus ehemaliger und aktueller Nutzung stammenden Nährstoffvorräte im Boden liegen eutrophe Verhältnisse vor. So haben sich auf den aufgelassenen Flächen dieses Niedermoorbereiches Hochstaudengesellschaften des Cuscuto-Convolvuletum gebildet, die sich über Grauweidengebüsche zu Erlenbruchwäldern weiterentwickeln. Die Vegetationsdecke ist weitgehend geschlossen. Der stark feuchtigkeitsbeeinflußte Osthang ist durch ein Mosaik aus nitrophilen Gebüsch- und Staudengesellschaften (Alliario-Chaerophylletum, Urtico-Aegopodietum, *Petasites hybridus*-Gesellschaft, *Reynoutria japonica*-Gesellschaft) geprägt. Der Baumbestand (v. a. Weiden und Eichen) nimmt nach Norden hin zu.

2.3 Klima und Witterung

Die Stadt Oldenburg liegt im feucht-gemäßigten Klimabereich. Für diesen Bereich sind häufige Westwinde und ein schneller Wechsel der Witterung durch den ständigen Durchzug von Tiefdruckgebieten charakteristisch. Durch den Einfluß der Nordsee und des Atlantischen Ozeans sind die Winter mild und die Sommer verhältnismäßig kühl und regnerisch. Die ozeanischen Luftmassen, die über dem Meer (Golfstrom) Feuchtigkeit und Wärme aufnehmen, bringen zu allen Jahreszeiten Niederschläge (Behrens 1994). Die mittleren Jahreswerte betragen für die Temperatur 8,7 °C, für die Niederschlagsmenge 753 mm und für die Sonnenscheindauer 1432 h (Bemessungszeitraum für alle drei Werte: 1961 – 1990).

Der Witterungsverlauf im Jahr 1996 ist als weniger günstig anzusehen, da vor allem die monatlichen Temperaturmittel und die Monatssummen für die Sonnenscheindauer im Untersuchungszeitraum unterhalb der langjährigen Mittel lagen. Allerdings fielen 1996 die Niederschläge außer im August und im September im Vergleich zum langjährigen Mittel niedriger aus. Dagegen herrschten 1997 durch überdurchschnittliche Temperaturen und Sonnenscheindauer vorwiegend günstige Witterungsbedingungen. Lediglich die Niederschlagsmengen lagen im Mai und Juni 1997 über den langjährigen Mitteln.
Die numerischen Angaben sind den Monatlichen Witterungsberichten des Deutschen Wetterdienstes, Jahrgang 1995-1997, entnommen.

3. Untersuchungszeitraum und Methoden

Die Pflanzenwespen wurden 1996 an 11 Tagen zwischen dem 18. April und dem 27. August und 1997 an 32 Tagen zwischen dem 07. April und dem 22. September erfaßt. An 38 der 43 Erfassungstage war die Witterung günstig (kein Niederschlag, ausreichend hohe Temperaturen, wenig Wind). Die reine Erfassungszeit betrug durchschnittlich 4-4,5 h. Diese Tage gelten als vollwertig. Die Erfassungstage wurden auf alle Aspekte der Vegetationsperiode zwischen April und September verteilt, um das jahreszeitlich unterschiedliche Auftreten der einzelnen Arten ausreichend zu berükksichtigen (Tab. 1). Allerdings liegt der Schwerpunkt der Erfassung entsprechend der Hauptflugzeit der meisten Arten (Schedl 1991) zwischen der ersten Mai- und der zweiten Junidekade.

Tab. 1: Jahreszeitliche Verteilung der Erfassungstage der Jahre 1996 und 1997.

	April	Mai	Juni	Juli	August	September
1. Dekade	2	3	3	5	2	–
2. Dekade	2	4	3	2	2	1
3. Dekade	2	5	1	1	2	1
gesamt	6	12	7	8	6	2

Für die Teilgebiete 1 und 3, die zusammen etwas mehr als ein Drittel der Gesamtfläche einnehmen, wurden ca. 50 % der reinen Erfassungszeit aufgebracht. Obwohl Teilgebiet 2 annähernd zwei Drittel der Gesamtfläche einnimmt, wurden hier lediglich 50 % der Erfassungszeit verwendet, da die vegetationsfreien Flächen dieses Teilgebiets nicht als Lebensraum für Pflanzenwespen in Frage kamen.
Um einer tageszeitlich unterschiedlichen Aktivität der einzelnen Arten Rechnung zu tragen, wurden die einzelnen Teilgebiete jeweils zu unterschiedlichen Tageszeiten aufgesucht. Jeder Bereich wurde mindestens an jedem zweiten Erfassungstag bearbeitet. Die Hauptflugzeit vieler univoltiner Symphyten beträgt vier bis sechs Wochen (Haeseler & Ritzau 1998). Legt man eine vierwöchige Flug-

zeit je Art zugrunde, bestand bei mindestens sechs Exkursionstagen je Monat die Voraussetzung, auch spezialisierte Arten dreimal nachzuweisen. Für viele Arten ist jedoch eine höhere Nachweismöglichkeit anzunehmen, da

1. von Mai bis August mehr als sechs Erfassungen je Monat durchgeführt wurden,
2. das Gelände sehr kleinräumig ist (vgl. Kap. 2.2), so daß selbst Arten, die nur einige Meter weit fliegen, in verschiedenen, aneinander angrenzenden Bereichen anzutreffen sind,
3. einige Arten in Schlüpfwellen oder in einer zweiten Generation auftreten, so daß sich ihre Flugzeiten verlängern.

Die Pflanzenwespen wurden durch selektiven Sicht- und Streiffang mit Insektenkeschern mit und ohne Streifkante (Ø = 30 cm) erfaßt. Von allen Arten wurden ein bis mehrere Belegexemplare je Erfassungstag und Bereich entnommen. Von Arten wie *Arge cyanocrocea, Tenthredo campestris, T. notha, T. omissa, T. solitaria* und *T. zonula*, die in höheren Abundanzen auftraten, wurden pro Tag und Bereich nur wenige Individuen gefangen. Zusätzlich wurden Larven gezogen.
Die Determination der Symphyten erfolgte vor allem nach Enslin (1918). Außerdem kamen Werke von Benson (1951, 1952, 1958), Blank (1997), Blank & Ritzau (1998), Chevin (1969), Conde (1940) und Jansen (1998) zur Anwendung. Nomenklatur und Systematik folgen Taeger & Blank (1998). Die Nomenklatur der Pflanzen richtet sich nach Garve & Letschert (1991).

4. Ergebnisse

4.1 Artenspektrum

Insgesamt wurden 125 Pflanzenwespenarten mit 1091 Individuen (663 ♀♀ und 428 ♂♂) nachgewiesen. Sieben Individuen (6 ♀♀,1 ♂) wurden aus Larven gezogen (Tab. 2).
Auf das Jahr 1996 entfallen 73 Arten, auf das Folgejahr 107 Arten. 1997 wurden 52 zusätzliche Arten nachgewiesen, 18 Arten wurden nicht wiedergefunden. Der Anteil am Artenspektrum Niedersachsens mit Bremen (N = 444 Arten, 10 Familien) beträgt mit 125 Arten 28,2 % (Tab. 2). Der Anteil am Artenspektrum Nordwestdeutschlands (Niedersachsen, Bremen, Hamburg u. Schleswig-Holstein, N = 462 Arten) entspricht 27,1 %. Die 125 Arten verteilen sich auf vier Familien; damit bleiben sechs für Niedersachsen bekannte Familien ohne Nachweis.

4.2 Indigenität

Aufgrund des Wirtspflanzenangebotes ist für 124 Pflanzenwespenarten zumindest eine zeitweilige Indigenität im Untersuchungsgebiet anzunehmen. Für einige Arten sind die Biotopansprüche im Gebiet erfüllt (Tab. 6). Für fünf Arten ergibt sich die Bodenständigkeit durch Zucht. Da die Wirtspflanzen von *Cephalcia abietis* (*Picea abies, P. obovata, P. koraiensis*) im Gebiet fehlen, muß es sich bei dem erfaßten Tier um einen Durchzügler handeln. Diese Art bleibt bei den folgenden Auswertungsschritten unberücksichtigt.

4.3 Faunistisch bemerkenswerte Arten

Nach Durchsicht der Literatur zu den Symphyten Nordwestdeutschlands (NWD) werden die faunistisch bemerkenswerten bzw. seltenen Arten aufgeführt. Liegen mehrere Fundorte in einem Gebiet vor, folgt der Fundortangabe die entsprechende Anzahl.

Arge dimidiata (Fallén, 1808)
1 ♂ 09.07.97 (gezogen, Schlupftermin!). Die Art ist in Deutschland nur lückenhaft verbreitet (Blank et al. 1998a). Für Nordwestdeutschland liegen aus jüngster Zeit mehrere Nachweise vor.
Fundorte in NWD (vor 1970): Ohlstedt (Kettner 1955) – (nach 1970): Borkum (Ritzau 1995b); Barneführerholz (Bannas i. V.); Brögberner Talsandgebiet (Ritzau 1997); Steller Heide (Haeseler & Ritzau 1998).

Empria candidata (Fallén, 1808)
1 ♀ 02.05.97. In Nordwestdeutschland 4. Fundort. Es liegen nur wenige aktuelle Funde in Deutschland vor. Die Ursachen für den Rückgang der Art, deren Wirtspflanze *Betula pendula* ist, sind nicht erkennbar (Taeger et al. 1998b).
Fundorte in NWD (vor 1970): Reher Kratt (Hoop 1968) – (nach 1970): Fintlandsmoor, Ipweger Moor (Schuster 1985).

Tab. 2: Liste der 1996 und 1997 im Untersuchungsgebiet nachgewiesenen Pflanzenwespen (♀♀ = Weibchen, ♂♂ = Männchen, Ind. = Individuen / L = aus Larven gezogen; P = Phagie, m = monophag, o = oligophag, p = polyphag, ? = unbekannt; Verbreitung: NWD = Nordwestdeutschland: 1 = sehr häufig, 2 = häufig, 3 = selten, 4 = sehr selten (RITZAU 1995a, 1997); BRD = Bundesrepublik Deutschland: erste Abkürzung steht für Verbreitung in der BRD, zweite Abkürzung steht für Häufigkeit im Verbreitungsgebiet, l = lokal, sl = sehr lokal, v = verbreitet, g = sehr häufig, h = häufig, s = selten, z = zerstreut, ? = ungeklärt (TAEGER et al. 1998b); RLD = Rote Liste Deutschlands (TAEGER et al. 1998a); u = 'unique species' pro Durchgang, vgl. Kap. 4.4; Teilgebiet 1, 2, 3, (1+3) vgl. Kap. 4.6).

[illegible] 1996 - 1997	1996 ♀♀	1996 ♂♂	1997 ♀♀	1997 ♂♂	Σ Ind./L	P	Verbreitung NWD	Verbreitung BRD	RLD	u	Teilgebiet
Tenthredinidae [illegible]											
Dolerinae [illegible]											
Dolerinae [illegible] (Lepel., 1789)	1	-	-	-	1	m	3	v, s		+	3
Dolerinae [illegible] (Lepel., 1789)	1	-	-	-	1	o	4	v, h		+	2
Arginae [illegible]											
Arge [illegible] (Fabricius, 1771)	5	2	32	08	47	m	1	v, g			1,2,3, (1+3)
Arge [illegible] (Müller, 1766)	-	-	-	1	1/1	m	4	v, zz		+	3
Arge [illegible] (Lepel., 1789)	-	-	2	-	2	m	3	v, h		+	1
Arge [illegible] (Klug, 1814)	-	-	13	3	16	o	1	v, h			1,2,3
Arge [illegible] (Müller, 1776)	1	1	1	1	4	m	3	v, h			1,3,(1+3)
Arge [illegible] (Fabricius, 1798)	-	-	1	-	1	m	3	v, h		+	2
Arge [illegible] (Zaddach, 1866)	-	-	11	2	13	m	4	sl, v-g	D		3,3
Arge [illegible] (Lepel., 1789)	-	-	9	4	13/2	p	1	v, g			1,2,3
Tenthredinidae [illegible]											
Allantinae [illegible]											
Allantus [illegible] (Müller, 1818)	1	-	2	-	3	o	2	v, g			1,2,(1+3)
Allantus [illegible] (Lepel., 1789)	-	-	1	-	1	o	2	v, h		+	2
Athalia [illegible] (C.G. Thomson, 1871)	1	-	10	30	40	p	5	v, s	D		3
Athalia [illegible] (Müller, 1808)	-	-	1	-	1	p	1	v, h		+	3
Athalia [illegible] (Müller, 1808)	-	1	1	1	3	p	1	v, g			2
Athalia [illegible] (Serville, 1823)	-	-	1	1	2	p	2	v, h			3
Athalia [illegible] (Klug, 1815)	1	-	4	13	18	p	1	v, g			1,2,3, (1+3)
Athalia [illegible] (Serville, 1823)	-	-	1	1	2	p	1	v, g			1,3
Athalia [illegible] C.G. Thomson, 1870	-	-	7	2	9	m	1	v, z	2		1,3
Athalia [illegible] (Klug, 1815)	-	-	-	2	2	o	2	v, h	3		1
Athalia [illegible] (Lepel., 1789)	3	1	4	3	15	p	1	v, g			1,2,3, (1+3)
Dolerus [illegible] (Müller, 1766)	-	-	1	-	1	m	3	v, z	3	+	2
Dolerus [illegible] (C.G. Thomson, 1871)	-	-	2	5	7	p	3	v, z	D		1,3
Dolerus [illegible] (Klug, 1814)	-	-	2	-	2	m	4	l, s	D		1,3
Dolerus [illegible] (Müller, 1766)	-	-	3	-	3	m	4	v, h			1,3
Dolerus [illegible] (Klug, 1815)	-	-	-	3	3	m	3	v, h	D		1,3
Monostegia abietinaria (Fabricius, 1798)	-	-	3	-	3	o	1	v, h			1,2,3
Monostegia [illegible] (Fabricius, 1793)	-	-	1	-	1	p	3	v, h		+	3
Tomostethus nigritus (Müller, 1776)	1	1	4	2	8	m	3	v, s			1,(1+3)
Blennocampinae [illegible]											
Blennocampa phyllocopa Ver. & Vers., 1899	1	-	-	-	1	m	3	v, s		+	(1+3)
Croesiulus [illegible] (Klug, 1817)	-	-	-	2	2	m	4	v, h			1,3
Claremella olivacea (Klug, 1814)	-	1	1	-	2	m	3	v, g			1,(1+3)
Eutomostethus ephippium (Panzer, 1798)	3	-	9	-	8	m	1	v, g			1,2,3, (1+3)
Heterarthrus [illegible] (Müller, 1807)	4	-	5	-	9	m	3	v, h			1,2,3, (1+3)
Blennocampa [illegible] (Klug, 1815)	1	-	-	-	1	m	4	v, s		+	(1+3)
Blennocampa pusilla (Klug, 1760)	2	-	1	-	3	m	2	v, g			2,3,(1+3)
Blennocampa [illegible] (Brahm, 1791)	1	-	-	1	2	m	1	v, s			3
Hoplocampinae [illegible]											
Caliroa [illegible] (Müller, 1934)	2	-	1	-	3	p	1	v, h			2,(1+3)
Caliroa [illegible] (Lepel., 1789)	1	-	-	-	1	p	2	v, h		+	(1+3)
Fenusa pumila Leach, 1817	1	-	2	-	3	o	3	v, h			3
Pachynedis [illegible] (Klug, 1814)	-	-	5	-	5	m	4	v, z	D		2,3
Hoplocampa [illegible] (Müller, 1967)	-	1	-	-	1	m	4	v, s	D	+	(1+3)
Hoplocampa [illegible] (Klug, 1815)	-	-	1	-	1	m	3	l, s	D	+	2
Hoplocampa [illegible] (Klug, 1815)	1	-	-	-	1	m	4	v, h	D	+	(1+3)
Hoplocampa [illegible] (Müller, 1776)	-	-	-	1	1	m	3	v, h		+	3
Selitrichodes [illegible] (Klug, 1815)	4	-	-	-	4	m	3	v, h			2,(1+3)
Nematinae [illegible]											
[illegible] (Müller, 1776)	1	-	-	-	1	m	3	v, h		+	(1+3)
Cladius pectinicornis (Geoffroy, 1785)	1	-	-	-	1	o	1	v, g		+	3
[illegible] (Lepel., 1789)	-	-	3	1	4	p	3	v, h			1,2,3
[illegible] (Klug, 1815)	-	-	1	-	1	o	2	v, s	D	+	3
[illegible] (Fabricius, 1798)	1	-	2	-	3	m	3	v, z			2,3,(1+3)
[illegible] (Müller, 1967)	5	1	9	2	17	m	3	v, h			1,2,3, (1+3)
[illegible] (Klug, 1815)	8	3	28	8	39	m	3	?			1,2,3, (1+3)
[illegible] (Geoffroy, 1785)	-	-	2	-	2	p	3	v, z	3		1
Nematinae [illegible] (Zaddach, 1871)	1	-	-	-	1	m	4	v, ss		+	(1+3)
Nematinae [illegible] C.G. Thomson, 1871	-	-	1	-	1	m	4	v, h		+	3
[illegible] (Lepel., 1789)	-	-	1	1	2	m	3	v, h		+	3
[illegible] (Müller, 1809)	-	2	1	-	3/1	m	3	v, h			(1+3)
[illegible] (Zaddach, 1870)	-	5	-	2	7	m	3	v, z	D		2,3,(1+3)
[illegible] (Fallén, 1804)	-	-	2	-	2	o	3	v, z	3		2,3
[illegible] (Müller, 1801)	-	1	-	-	1	m	3	v, g		+	3
[illegible] (Müller, 1809)	-	1	1	8	9	o	1	v, g			1,2,3, (1+3)
[illegible] (Serville, 1823)	2	-	4	-	6/2	p	3	v, h	D		2,3,(1+3)
[illegible] (Serville, 1823)	-	-	1	-	1	o	3	v, z		+	3

Untersuchungsgebiet 1990 - 1997	1996 ♀♀	1996 ♂♂	1997 ♀♀	1997 ♂♂	Σ Ind./L	P	Verbreitung NWD	BRD	RLD	n	Teilgebiete
[illegible]	-	-	1	-	1	o	3	k,?h	D	+	3
[illegible]	9	-	9	-	11	m	3	k,g	D		2,3,(1+4)
[illegible]	-	-	1	-	1	p	2	k,h		+	8
[illegible]	2	3	14	4	23	m	3	k,h			1,2,3,(1+4)
[illegible]	2	3	7	9	21	m	3	k,h			1,2,3,(1+4)
[illegible]	-	-	1	-	1	m	4	k,?h	D	+	1
[illegible]	-	-	-	5	5	p	3	k,h			3
[illegible]	-	-	-	1	1	m	2	k,h		+	6
[illegible]	1	-	-	-	1	m	3	k,h		+	3
[illegible]	4	-	6	-	10	m	1	k,h			1,2,(1+3)
[illegible]	1	-	3	-	4	m	3	k,h	D		2,(1+4)
[illegible]	-	-	6	-	6/1	p	3	k,g	D		3
[illegible]	-	1	-	-	1	o	3	k,h		+	3
[illegible]	-	-	1	1	2	p	3	k,h			2,3
[illegible]	-	-	1	-	1	o	3	k,h		+	3
[illegible]	4	-	5	-	9	p	2	k,h			1,2,(1+4)
Selenidiinae [18]											
[illegible]	-	-	2	-	2	o	1	k,h			6
[illegible]	1	-	12	5	18	m	1	k,h			1,2,3,(1+4)
[illegible]	8	5	8	9	15	m	2	k,h			1,2,3,(1+4)
[illegible]	5	5	27	13	50	m	1	k,h			1,2,3,(1+4)
[illegible]	1	-	6	6	13	o	1	k,g			1,2,(1+4)
[illegible]	-	-	-	2	2	o	1	k,3			2,6
[illegible]	3	2	6	5	19	m	1	k,g			1,2,3,(1+4)
[illegible]	1	2	-	1	4	o	1	k,h			2,(1+4)
[illegible]	1	-	-	-	1	m	2	k,g		+	(1+4)
[illegible]	-	-	-	1	1	?	3	L,3+4		+	?
[illegible]	1	1	2	2	6	m	1	k,h			1,2,3,(1+4)
[illegible]	17	17	32	9	65	m	1	k,h			1,2,3,(1+4)
[illegible]	-	-	2	3	5	p	1	k,h			1,2,3
Tenthredinae [37]											
[illegible]	-	1	6	3	9	m	1	k,g			1,2,(1+4)
[illegible]	-	2	6	23	31	m	2	k,g			1,2,3,(1+4)
[illegible]	2	-	1	-	3	m	1	k,g			1,(1+3)
[illegible]	-	3	3	3	9	p	3	k,h			1,2,3,(1+4)
[illegible]	1	1	2	2	6	m	1	k,h			1,2,(1+4)
[illegible]	-	-	1	1	2	m	1	k,h			1,2
[illegible]	1	2	3	4	11	p	4	k,z	D		1,(1+3)
[illegible]	-	1	4	2	8	p	1	k,g			1,2,(1+4)
[illegible]	-	1	3	-	4	m	3	k,h			1,3,(1+3)
[illegible]	2	-	4	-	6	m	4	k,z			2,(1+3)
[illegible]	3	-	30	1	35	p	1	k,h			1,2,3,(1+3)
[illegible]	-	-	6	1	7	m	2	k,h			1,2,3
[illegible]	-	-	3	-	3	p	1	k,g			1,2
[illegible]	-	-	14	19	33	m	1	k,g			1,2,3
[illegible]	1	-	-	-	1	p	3	k,h		+	3
[illegible]	-	-	1	-	1	o	3	k,h		+	2
[illegible]	-	-	3	7	15	p	1	k,g			1,6
[illegible]	8	1	10	13	32	o	1	k,g			1,2,3,(1+4)
[illegible]	1	2	17	4	24	m	3	k,h			1,2,3,(1+4)
[illegible]	3	4	7	8	22	m	4	k,h			1,(1+4)
[illegible]	-	-	2	6	8	p	1	k,h			1,3
[illegible]	3	1	17	13	44	m	3	k,g			1,2,3,(1+4)
[illegible]	-	2	-	-	2	p	1	k,z	D		3,(1+4)
[illegible]	1	-	-	-	1	p	3	k,z		+	1
[illegible]	-	-	1	-	1	p	1	k,g		+	6
[illegible]	-	1	5	4	10	o	3	k,h			1,2,3,(1+4)
[illegible]	3	4	13	9	29	m	4	k,z			1,2,3,(1+4)
Cephidae [3]											
[illegible]	2	1	9	9	21	o	3	k,h			1,2,3,(1+4)
[illegible]	2	6	9	-	19	?	2	k,h			1,2,3,(1+4)
[illegible]	1	3	14	19	38	o	4	k,h-g			1,2,3,(1+4)
[illegible]	-	-	3	-	3	m	3	k,h			1,3
[illegible]	-	-	1	-	1	o	4	k,z		+	1
Σ Individuen	139	105	499	185	1061						
Σ Arten	73		107		135					30	

Heterarthrus aceris (McLachlan, 1867)

1 ♂ 07.05.96. Der Nachweis dieser seltenen Art gelang bisher nur in fünf Bundesländern (Blank et al. 1998a).

Fundorte in NWD (vor 1970): – (nach 1970): Bremer Bürgerpark (Ritzau 1995a).

Heterarthrus ochropoda (Klug, 1818)

1 ♀ 30.05.96. Auch diese Art kommt nur lückenhaft in Deutschland vor (Blank et al. 1998a) und ist in Nordwestdeutschland sehr selten.

Fundorte in NWD (vor 1970): Hamburg: 6, Nord-Schleswig (Dänemark): Gravenstein (Wagner 1940) – (nach 1970): Bremer Bürgerpark (Ritzau 1995a); Fintlandsmoor (Schuster 1985).

Macrophya rufipes (Linné, 1758)
1 ♀, 3 ♂♂ 15.06.96; 2 ♀♀ 04.06.97; 1 ♀, 1 ♂ 11.06.91; 3 ♂♂ 25.06.97. In Nordwestdeutschland sechs Fundorte. Das Habitat dieser Art (Trockenrasen) ist gefährdet (Taeger et al. 1998b).
Fundorte in NWD (vor 1970): Bremen: Achim-Baden (Alfken 1937); Oldenbüttel (Ritzau 1999) – (nach 1970): Harriersand (Haeseler & Ritzau 1998); Hannover-Bornum (Ritzau 1999); Achim-Bollen (Ritzau 1999).

Perineura rubi (Panzer, 1805)
1 ♂ 21.05.96; 3 ♀♀ 13.05 – 16.05.97. Die Art besiedelt ausschließlich ältere Laubwälder (Ritzau 1995b: 80), bevorzugt feuchte Wälder und Waldränder und ist im Flachland sehr selten (Taeger et al. 1998b). Letzter Nachweis in Schleswig-Holstein aus dem Jahr 1942.
Fundorte in NWD (vor 1970): Bremen: Wollah (Alfken 1937); Hamburg, Lauenburg: 3, Eutin, Nord-Schleswig: 2 (Wagner 1940); zahlreich im Poggenpohlsmoor (Weiffenbach 1962) – (nach 1970): Ellernbusch, Hasbruch (Ritzau 1986); Bremer Bürgerpark (Ritzau 1997); Barneführerholz (Bannas i. V.).

Phyllocolpa oblita (Serville, 1823)
1 ♀ 30.05.97. Für diese in Nordwestdeutschland sehr seltene Art (Ritzau 1995b) geben Blank et al. (1998a) keinen Nachweis in Schleswig-Holstein an.
Fundorte in NWD (vor 1970): Borkum, Hamburg, Nord-Schleswig: 3 (Wagner 1940) – (nach 1970): Juist, Baltrum, Spiekeroog (Ritzau 1995b).

Rhogogaster genistae Benson, 1947
1 ♀ 30.05.96; 1 ♀ 04.06.96; 1 ♀ 16.05.97; 1 ♀ 31.05.97; 1 ♀ 25.06.97; 1 ♀ 02.07.97. Zweiter Fundort dieser in Nordwestdeutschland sehr seltenen Art, die Trockenbiotope bevorzugt (Taeger et al. 1998b). Auch für diese Art gibt es nach Blank et al. (1998a) in Schleswig-Holstein bisher keinen Nachweis.
Fundorte in NWD (vor 1970): Poggenpohlsmoor (Weiffenbach 1962) – (nach 1970): –

Tenthredo solitaria Scopoli, 1763
3 ♀♀ 30.05.96; 4 ♂♂ 30.05.96; 4 ♀♀ 16.05.97; 2 ♂♂ 16.05.97; 1 ♀ 30.05.97; 5 ♂ 30.05.97; 2 ♀♀ 04.06.97; 1 ♂ 04.06.97. In Schleswig-Holstein fehlen bisher Nachweise. Die Art bevorzugt Trockengebiete.
Fundorte in NWD (vor 1970): Baden, Hülsen, Lesum (Alfken 1937), Hannover (Ritzau 1986) – (nach 1970): Bremen: 2 (Ritzau 1986); Harriersand (Haeseler & Ritzau 1998)

4.4 Erfassungsgrad und erforderlicher Erfassungsaufwand

Zur Analyse des Erfassungsgrades und zur Kalkulation eines Mindestaufwandes werden alle vollwertigen Exkursionstage aus beiden Vegetationsperioden herangezogen.

4.4.1 Arten-Arealkurven

Bei dem von Haeseler (1990) angewandten Verfahren zur Analyse des Erfassungsgrades werden die Erfassungstage in jeweils gleicher Anzahl in chronologische Abschnitte aufgeteilt. Eine an der Phänologie der Arten orientierte Einteilung ist vorsichtig vorzunehmen, da das Auftreten der Pflanzenwespenarten häufig stark von äußeren Einflüssen, wie z. B. der Witterung, abhängt (Bannas i. V.).
Arten, die ausschließlich an nicht berücksichtigten Tagen nachgewiesen wurden, werden als Sockel angesetzt. Die ersten, zweiten bzw. n-ten Erfassungstage der Abschnitte werden jeweils zu den Erfassungsdurchgängen 1 bis n zusammengefaßt und als Kurve dargestellt. Zusätzlich werden die Durchgänge nach maximalem bzw. minimalem Zuwachs sortiert aufgetragen (vgl. Ritzau 1995b), um eine optische Grenzwertabschätzung bei optimalem bzw. pessimalem Verlauf der Erfassung vorzunehmen.

Die unsortierte Kurve zeigt einen relativ hohen Erfassungsgrad an, weicht aber deutlich von der Pessimalkurve ab. Bei Fortführung der Untersuchung wäre daher noch ein deutlicher Anstieg der Artenzahl zu erwarten (Abb. 5).

4.4.2 Jackknife-Verfahren

Bei dem Jackknife-Verfahren (HELTSHE & FORRESTER 1983) wird die Anzahl der zu erwartenden Arten als Funktion der 'unique species' angenommen:

$$S_J = S + K\,(n-1)/n$$

(S_J = zu erwartende Artenzahl, S = erfaßte Artenzahl, K = Anzahl der 'unique species', n = Anzahl der Proben bzw. Erfassungsdurchgänge)

Die Erfassungsrate von 79,5 % (S_J = 156, S = 124, K = 39, n = 6) ist für die Gruppe der Pflanzenwespen als hoch anzusehen; der Erwartungswert liegt bei 32 zusätzlichen Arten.

4.4.3 Kalkulation eines erforderlichen Erfassungsaufwands für den gesamten Untersuchungszeitraum und für den Mai

Die Darstellung des relativen Verlaufs der Erfassung kann Aufschluß geben, wieviele Erfassungstage notwendig sind, um 60 bzw. 70 % des zu erwartenden Gesamtartenspektrums (S_J = 156 Arten, Kap. 4.4.2) nachzuweisen. Die Grundlage für den gesamten Untersuchungszeitraum bilden die sechs Erfassungsdurchgänge (Kap. 4.4.1, Abb. 5a).

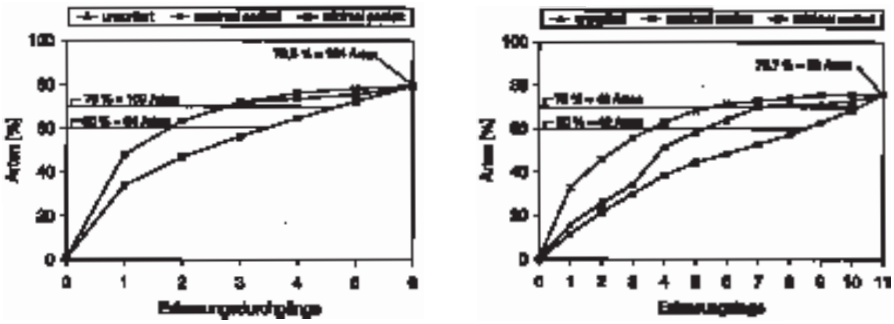


Abb. 5: Relativer Verlauf der Erfassung (unsortiert, Sortierung nach maximalem sowie nach minimalem Zuwachs) und Mindestaufwand zur Erfassung von 60 bzw. 70 % des zu erwartenden Artenspektrums (rechts) für den gesamten Untersuchungszeitraum und (links) für den Monat Mai.

Bei günstigstem, aber auch bei unsortiertem Verlauf der Erfassung sind zwei Durchgänge (= 12 Erfassungstage) notwendig, um mehr als 60 % des Gesamtartenspektrums nachzuweisen; rund 70 % des Artenspektrums werden erst nach drei Durchgängen (= 18 Erfassungstage) festgestellt. Bei ungünstigstem Verlauf der Erfassung werden erst im 4. Durchgang mehr als 60 % und im 5. Durchgang mehr als 70 % des Artenspektrums nachgewiesen.

Im Mai wurden an 11 vollwertigen Erfassungstagen 92 von insgesamt 124 im Untersuchungsgebiet nachgewiesenen Arten und 500 von insgesamt 1083 Individuen erfaßt. Von diesen sind 53 Arten aufgrund ihrer Phänologie theoretisch an jedem Tag im Monat nachweisbar. Da im Mai die Hauptflugzeit der Pflanzenwespen liegt (vgl. RITZAU 1995a, MOHR et al. 1992), wird explizit für diesen Zeitraum ein notwendiger Erfassungsaufwand kalkuliert (Abb. 5b). Die nach dem Jackknife-Verfahren zu erwartende Artenzahl beträgt S_J = 70 Arten, der Erfassungsgrad 75,7 %.
Bei unsortiertem Verlauf der Erfassung wurden bereits nach sechs Tagen über 60 % der zu erwartenden Arten nachgewiesen, mit dem siebten Tag lag die Nachweisrate bei 70 %. Bei Sortierung nach maximalem Zuwachs werden schon nach vier Tagen mehr als 60 % und nach sechs Tagen mehr als 70 % der zu erwartenden Arten festgestellt. Dagegen sind bei pessimalem Verlauf der Erfassung neun Tage bzw. elf Tage notwendig, um mehr als 60 % bzw. 70 % der zu erwartenden Arten nachzuweisen.

4.5 Nachweishäufigkeit, Geschlechterverteilung und Körpergröße

Da die vorliegende Erfassung primär unter qualitativen Gesichtspunkten durchgeführt wurde, wird hier die Häufigkeit einer Art anhand der Anzahl der Nachweistage bestimmt (vgl. HAESELER 1990).

Mit 67 Arten wurde etwa die Hälfte der nachgewiesenen Arten (54 %, n = 124) an drei oder mehr Tagen festgestellt (Tab. 3). Die übrigen 57 Arten wurden lediglich an einem Tag (37 Arten) oder an zwei Tagen (20 Arten) mit einem Individuum bzw. bis zu fünf Individuen erfaßt, obwohl eine Koinzidenz von Erfasser und Pflanzenwespe einer Art mindestens dreimal möglich war. Diese 57 Arten und weitere 10 Arten, die zwar an drei Tagen, aber an jedem Tag mit nur einem Individuum nachgewiesen wurden, gehörten zu den im Untersuchungsgebiet seltenen Arten. Die übrigen 57 Arten (46 %) waren im Untersuchungsgebiet häufig.

Tab. 3: Häufigkeit der Pflanzenwespenarten im Untersuchungsgebiet aufgrund der Anzahl der entsprechenden Nachweistage ([ ] = Anzahl parthenogenetischer Arten; ♀♀ = Weibchen, ♂♂ = Männchen).

Geschlecht	1 Tag	2 Tage	3 Tage	4 - 9 Tage	> 9 Tage	Arten gesamt
♀♀	29 [4]	5 [2]	9 [2]	5 [3]	-	54 [11]
♂♂	7 [2]	5 [1]	-	1 [1]	-	14 [2]
♀♀ + ♂♂	1 [1]	5 [1]	3 [1]	39 [1]	5 [1]	56 [1]
gesamt	37	20	12	47	5	124

Auffällig ist, daß 47 der 57 häufigen Arten mit beiden Geschlechtern vertreten sind, während 58 der 67 seltenen Arten im weiblichen Geschlecht vorliegen; für einige dieser Arten ist eine parthenogenetische Fortpflanzungsweise bekannt.

In Anlehnung an RITZAU (1995b) wurden allen im Untersuchungsgebiet festgestellten Pflanzenwespen Körpergrößenklassen zugeteilt (Tab. 4).

Tab. 4: Verteilung der Pflanzenwespen des Untersuchungsgebietes auf Körpergrößen-Klassen nach ENSLIN (1918) bzw. RITZAU (1995b).

Arten	Körpergrößen-Klassen [mm]				
	3,0 - < 6,0	6,0 - < 9,0	9,0 - < 12,0	≥ 12,0	gesamt
absolut	39	51	30	4	124
[%]	32	41	24	3	100

Mit 39 Arten gehören 32 % der festgestellten Arten zur kleinsten Körpergrößen-Klasse. Dagegen ist die größte Körpergrößen-Klasse mit nur vier Arten (3 %) vertreten. Alle anderen Arten (65 %) verteilen sich auf die mittleren Klassen mit einem Schwerpunkt in der Klasse der 6,0 – < 9,0 mm großen Arten (41 %).

4.6 Verteilung der Pflanzenwespen im Untersuchungsgebiet

Die drei Teilgebiete des Untersuchungsgebietes (Kap. 2.5) haben breiten Kontakt zueinander und verfügen aufgrund ihrer Kleinflächigkeit über keine Kernlebensräume (Abb. 1). Hinzu kommt, daß die Imagines durch ihre Vagilität auch außerhalb ihrer Entwicklungsbiotope anzutreffen sind. Für viele Arten, die in geringen Abundanzen vorkommen, läßt sich durch die Zuordnung zu einem Teilgebiet keine Aussage hinsichtlich ihrer Biotoppräferenz vornehmen. Bisher sind nur für wenige Arten die Ansprüche bekannt, die deren Verteilungsmuster im Untersuchungsgebiet erklären können.

Da während der ersten sechs Exkursionen im Untersuchungsjahr 1996 nicht zwischen Teilgebiet 1 und 3 unterschieden wurde, bleiben 9 nur in diesem Zeitraum erfaßte Arten (8 ‘unique species’, eine an zwei Tagen festgestellte Art) bei der Zuordnung unberücksichtigt. Für die übrigen 115 Arten (100 %) werden die Nachweishäufigkeiten nach Kap. 4.5 herangezogen (Tab. 5).

Tab. 5: Vorkommen und Nachweishäufigkeiten der Pflanzenwespen in den drei Teilgebieten des Untersuchungsgebietes (u = ‘unique species’) (vgl. Kap. 4.5).

Anzahl Teilgebiete	Σ Arten	[%]	u	Nachweishäufigkeit: 2 Tage	3 Tage	4-6 Tage	7-9 Tage	>9 Tage
1	49	43	29	10	4	5	-	-
2	32	28	-	9	7	10	5	-
3	34	29	-	1	1	5	15	5
Σ Arten	115	100	29	20	12	24	22	5
(in TG 1+3)	9		5	1	-	-	-	-
Σ Arten	124		37	21	12	24	22	5

Von den 30 häufigsten Arten wurden 24 Arten im gesamten Untersuchungsgebiet und sechs Arten in zwei Teilgebieten festgestellt. Von den 61 seltenen Arten wurden 43 Arten, darunter 29 ‘unique species’, in einem einzigen Teilgebiet erfaßt. Nur zwei seltene Arten wurden im gesamten Gebiet, nur sechs häufige Arten in einem Teilgebiet gefunden.

Für 14 Arten sind die lebensraumspezifischen Ansprüche bekannt (Tab. 6). Von diesen zeigen drei Arten weniger spezifische Ansprüche; sie wurden im gesamten Gebiet nachgewiesen. Bei 9 Arten decken sich die spezifischen Ansprüche mit den Fundorten im Untersuchungsgebiet. Allerdings ist *Tenthredopsis sordida* (eine Art mit Praeferenz für trocken-warme Bereiche) vereinzelt auch in den eutrophierten Niedermoorbereich eingeflogen. Umgekehrt wurden mehrere Individuen von *Arge pullata* (eine Art der Moore bzw. feuchter Weiden) auch außerhalb des Niedermoorbereichs beobachtet. Eine Art (*Athalia bicolor*) wurde nur außerhalb ihres bevorzugten Lebensraums gefunden. Bemerkenswert ist der Nachweis der waldtypischen Art *Perineura rubi* im wenig waldartigen Untersuchungsgebiet. Eine größere Population von *Ametastegia albipes*, über die wenig bekannt ist, wurde an einer kleinen Gruppe von Zitterpappeln auf sehr feuchtem Grund beobachtet.

Tab. 6: Verteilung der Arten mit bekannten lebensraumspezifischen Ansprüchen (Taeger et al. 1998b) auf die Teilgebiete des Untersuchungsgebietes (Nachweishäufigkeit = Anzahl der Tage mit Nachweis).

Art	Lebensraumspezifische Ansprüche	Teilgebiet	Individuen	Nachweishäufigkeit
Allantus cinctus	Trocken-warme Bereiche	2	1	1
Arge ochropus	Trocken-warme Bereiche	1, 2	4	4
Arge pagana	Trocken-warme Bereiche	2	1	1
Athalia bicolor	Trocken-warme Bereiche	3	2	2
Macrophya solitaria	Trockene Bereiche	1	11	4
Rhogogaster gentilis	Trockene Bereiche	2, (1+3)	5	5
Tenthredo mesomela	Trocken-warme Bereiche	2	1	1
Tenthredo solitaria	Trockenrasen	1	22	4
Tenthredopsis sordida	Trocken-warme Bereiche	1, 2, 3	39	5
Dolerus aeneus	Trocken- und Feuchtgebiete	1, 2, 3	18	9
Eutomostethus ephippium	Eurytop	1, 2, 3	5	5
Tenthredopsis scutellaris	Euryök	1, 2, 3	10	7
Arge pullata	Moore, feuchte Weiden	2, 3	13	7
Perineura rubi	Feuchte Wälder und Waldränder	1, 3	4	3

Verteilung der Pflanzenwespen auf die Teilgebiete

In den drei Teilgebieten wurden etwa gleich viele Arten gefunden (Tab. 7). Bei Berücksichtigung der verschiedenen Größe der Teilgebiete ergibt sich jedoch eine unterschiedlich hohe Artendichte. Im strukturreichen, vernäßten Niedermoorbereich ist die Artendichte mit Abstand am höchsten und nimmt zu den offeneren Bereichen hin ab.

Tab. 7: Fläche, Artenzahl und Artendichte der Pflanzenwespen je Teilgebiet (UG = Untersuchungsgebiet).

Teilgebiet	Größe [ha]	[%]	Artenzahl absolut	[%]	Artendichte [Artenzahl / ha]
1	5,5	23	67	54	12
2	15,1	63	76	61	5
3	3,3	14	71	57	21
UG gesamt	23,9	100	124	-	5

Jedoch beherbergen die trockenwarmen Lebensräume der Teilgebiete 1 und 2 26 Arten, die nicht in Teilgebiet 3 nachgewiesen wurden; für acht Arten ist die Präferenz trokkener bzw. wärmebegünstigter Biotope bekannt (vgl. Tab. 6).

4.7 Verbreitung und Gefährdung

Zur Beurteilung der Verbreitung und Gefährdung der Pflanzenwespen des Untersuchungsgebietes werden die Verbreitungslisten für Nordwestdeutschland (Ritzau 1995b, 1997) und Deutschland (Taeger et al. 1998b) sowie die Rote Liste für Deutschland (Taeger et al. 1998a) herangezogen (Abb. 6, Tab. 2).

Als Maß der Verbreitung der Pflanzenwespen in Nordwestdeutschland wird die Anzahl der Fundorte verwendet. Daraus ergeben sich vier Verbreitungsklassen. Sieben Arten, für die keine Angaben vorliegen, wurden nachträglich eingestuft (pers. Mitt. Ritzau).

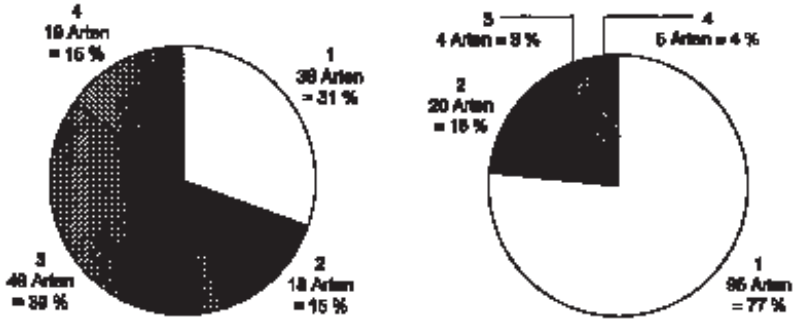


Abb. 6: Absolute und relative Verteilung der Pflanzenwespen des Untersuchungsgebietes (links) nach Verbreitungsklassen für Nordwestdeutschland (Ritzau 1995b, 1997), (rechts) nach zusammengefaßten Verbreitungskategorien (1 = v,g/v,h; 2 = v,z/v,z-s; 3 = l,s/l,z/l,z-s/sl,s-g; 4 = ?/v,?) für Deutschland (Taeger et al. 1998b) (Abkürzungen vgl. Tab. 2).

49 Arten zeigen in Nordwestdeutschland größere Nachweislücken, für 19 Arten liegen maximal drei Fundorte vor. Über die Hälfte der Arten (54 %) wurde also in Nordwestdeutschland selten nachgewiesen. 56 Arten (45 %) sind in Nordwestdeutschland in weiten Bereichen lückenlos verbreitet, oder das Verbreitungsgebiet weist regionale Lücken auf. In der Liste für Deutschland wird neben der Verbreitung auch die Häufigkeit im Verbreitungsgebiet angegeben. 24 Arten (19 %) des Untersuchungsgebietes sind in Deutschland selten, 95 Arten sind verbreitet und häufig oder sehr häufig, und für fünf Arten sind die Angaben unvollständig. Ebenso sind 24 Arten (19 %) der Pflanzenwespen des Untersuchungsgebietes in einer der Gefährdungskategorien der Roten Liste für Deutschland (Taeger et al. 1998a) aufgeführt. Davon sind 6 Arten gefährdet; für 18 Arten ist eine Gefährdung nicht auszuschließen.

Tab. 8: Arten des Untersuchungsgebietes, die in Nordwestdeutschland (Ritzau 1995b, 1997) bzw. in Deutschland selten sind (Taeger et al. 1998b) oder auf der Roten Liste Deutschland stehen (Taeger et al. 1998a) sowie die Zahl dieser Arten, die im Untersuchungsgebiet häufig sind (UG = Untersuchungsgebiet, NWD = Nordwestdeutschland, D = Deutschland).

	NWD	D	RLD	gesamt	im UG häufig
selten bzw. gefährdete Arten	68	24	24	72	29

Insgesamt 72 Arten (58 %, n = 124) des Untersuchungsgebietes sind in einer der drei Listen aufgeführt (Tab. 8). Von diesen wurden 29 Arten in mehr als drei Individuen an drei oder mehr Tagen nachgewiesen und zählen somit zu den häufigen Arten (vgl. Kap 4.5).

4.8 Nahrungsökologie

4.8.1 Nahrungsspektrum der Imagines

Die Adulten einiger Pflanzenwespenarten werden regelmäßig beim Blütenbesuch beobachtet. Sie nehmen Pollen oder Nektar an einfach gebauten Blüten z. B. der Apiaceae,

Ranunculaceae oder Rosaceae sowie der Nahrungspflanzen ihrer Larven auf. Andere Arten fangen kleinere blütenbesuchende Insekten wie Diptera, Coleoptera und auch Symphyta einschließlich Männchen der eigenen Art (Heitland & Pschorn-Walcher 1993, Ritzau 1995b). Einige Symphytenarten spielen möglicherweise eine Rolle bei der Blütenbestäubung (Smith 1993). Viele Arten nehmen in ihrer kurzen Imaginalzeit jedoch keine Nahrung auf (Enslin 1918).
Insgesamt konnten im Rahmen dieser Untersuchung neun Arten beim Blütenbesuch beobachtet werden:

Anthriscus sylvestris:	*Arge ustulata, Tenthredo campestris, Tenthredo maculata, Tenthredopsis sordida*
Rosa spec.:	*Arge cyanocrocea*
weißblühende Apiaceae:	*Athalia rosae, Tenthredo notha, Tenthredo omissa, Tenthredo zonula*

4.8.2 Wirtsspezifität und Wirtspflanzenspektrum der Larven

24 Pflanzenwespen des Untersuchungsgebietes ernähren sich im Larvenstadium endophag in Blattminen (Heterarthrinae), in Blatt-, Sproß- oder Knospen-Gallen (*Phyllocolpa*-, *Pontania*-, *Euura*-Arten), in Früchten (*Hoplocampa*-Arten), in Zweigen bzw. Pflanzenstengeln (Cephidae, *Cladardis elongatula*) oder in eingerollten Blättern (*Pamphilius vafer*, *Blennocampa phyllocolpa*).
Die Larven der übrigen Pflanzenwespen fressen an den Blättern von Angiospermen (Loch-, Blattrand- und Oberflächenfraß an der Blattober- oder -unterseite), an Gräsern, Moosen oder Schachtelhalmen. Für fünf Arten sind weder die Wirtspflanzen noch die Ernährungsweisen bekannt (Lorenz & Kraus 1957, Enslin 1918).
Die im Untersuchungsgebiet gesammelten Larven wurden im Labor an Nahrungspflanzen gezogen, die aus der Literatur bekannt sind (vgl. Taeger et al. 1998b). *Arge dimidiata*, *Arge ustulata*, *Nematus nigricornis* und *Pristiphora cincta* fressen an Birkenblättern und *Nematus bergmanni* an Weidenblättern.

Nach Schaefer (1992) fressen Monophage an Pflanzen einer Gattung, Oligophage an Pflanzen verschiedener Gattungen einer Familie und Polyphage an Pflanzen verschiedener Familien. 90 Arten (73 %) des Untersuchungsgebietes sind in der Wahl der Wirtspflanzen spezialisiert, d. h. monophag (57 Arten) oder oligophag (33 Arten) (Abb. 7). 29 Arten (23,4 %) ernähren sich polyphag; fünf Arten (4 %) können nicht zugeordnet werden.

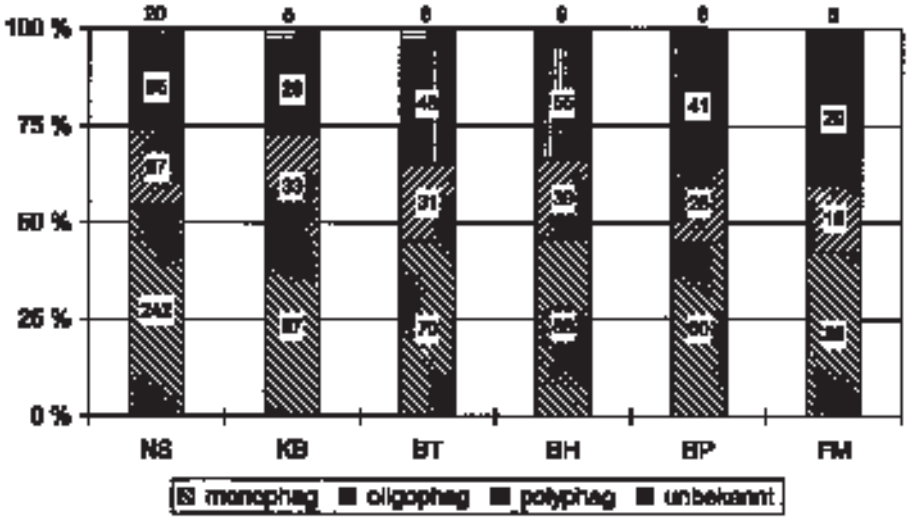


Abb. 7: Wirtsspezifität der Pflanzenwespen des Untersuchungsgebiets Krusenbusch, Niedersachsens und vier anderer Gebiete (Abkürzungen vgl. Tab. 9).

Die Hälfte der Pflanzenwespenarten des Untersuchungsgebietes entwickelt sich an Gehölzpflanzen (spezialisiert: 50; polyphag: 13) (Abb. 8). Die Larven von 22 Arten (spezialisiert: 17; polyphag: 5) entwickeln sich an Kräutern bzw. Stauden. 11 Arten (spezialisiert: 5; polyphag: 6) fressen sowohl an Bäumen und Sträuchern als auch an Kräutern und Stauden. Ausschließlich an die Gruppe der Gräser, Sauergräser und Binsen sind 18 Arten (spezialisiert: 14; polyphag: 4) gebunden. Die anderen Wirtspflanzengruppen treten in ihrer Bedeutung für die Pflanzenwespen deutlich zurück.

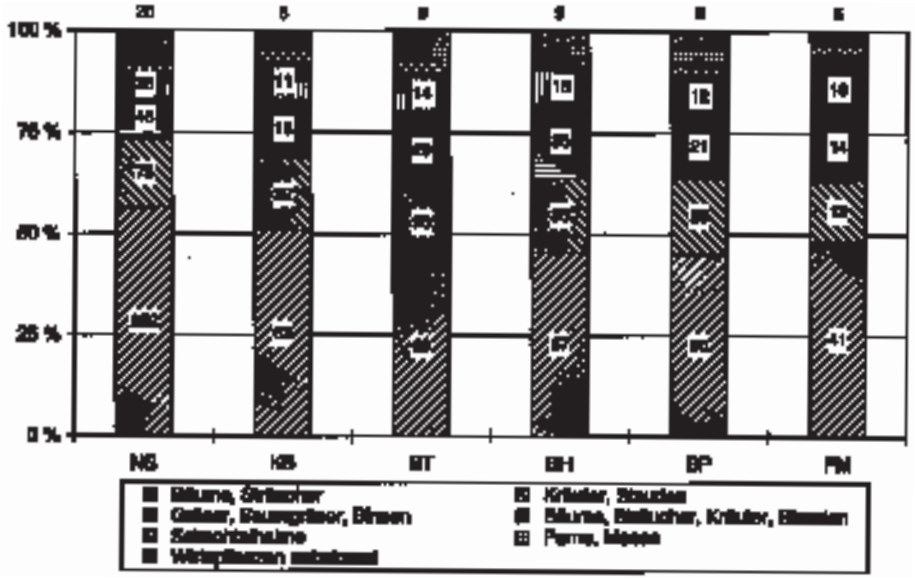


Abb. 8: Absolute und relative Verteilung der Pflanzenwespen des Untersuchungsgebiets Krusenbusch, Niedersachsens und vier anderer Gebiete auf die Wirtspflanzengruppen (Abkürzungen vgl. Tab. 9).

Für die Verteilung der Pflanzenwespen des Untersuchungsgebietes auf ihre Wirtspflanzenfamilien werden ausschließlich die 90 spezialisierten Arten berücksichtigt, damit eine eindeutige Zuordnung von Pflanzenwespenart zur Wirtspflanzenfamilie gewährleistet ist (Tab. 10).

66 mono- und oligophage Arten verteilen sich auf die Rosaceae (22), Salicaceae (18), Betulaceae (13) und Poaceae (13). Innerhalb der Rosaceae, Poaceae und der Gattung *Salix* (Salicaceae) ist das Pflanzenartenspektrum breit. Dagegen ist das Artenspektrum der Betulaceae und der Gattung *Populus* (Salicaceae) wesentlich eingeschränkter. Die übrigen 24 Arten sind in ihrer Larvalentwicklung an Pflanzenarten weiterer 14 Familien gebunden. Diese 14 Wirtspflanzenfamilien sind zahlenmäßig von untergeordneter Bedeutung.

Trotz intensiver Suche an weiteren potentiellen Wirtspflanzen wurden im Untersuchungsgebiet keine Pflanzenwespen nachgewiesen, die auf die Gehölzarten *Pinus sylvestris*, *Larix decidua*, *Quercus robur* oder *Fagus sylvatica* angewiesen sind. Ebensowenig liegen Nachweise für Pflanzenwespen vor, die zur Larvalentwicklung die Farne *Athyrium filix-femina, Dryopteris carthusiana*, *D. dilatata* oder *D. filix-mas* benötigen.

4.9 Faunenähnlichkeit

Die Untersuchungen, die zum Vergleich herangezogen werden, stehen in einem zeitlichen und räumlichen Bezug zur vorliegenden Untersuchung (Tab. 9). Zu berücksichtigen ist, daß die Ostfriesischen Inseln eine deutlich höhere Anzahl unterschiedlicher Landschaftsausschnitte umfassen als die anderen Gebiete.

Tab. 9: Angaben zu den für einen Faunenvergleich herangezogenen Untersuchungen (Abk. = Abkürzung, NF = Netzfang, MF = Malaisefallenfang; FS = Farbschalenfang). [1] = Artenliste der ausschließlich zwischen 1984 – 1992 nachgewiesenen Arten, [2] = Nur bedingt vergleichbar, da nur der Juniaspekt berücksichtigt wurde, [3] = inklusive Beifänge aus Farbschalen von 1974 – 75.

Untersuchungsgebiet	Abk.	Fläche [km²]	Zeitraum; Dauer der Erfassung	Erfassungsmethoden	Distanz zum KB in [km]	Artenzahl
Alte Ostfriesische Inseln (RITZAU 1998b) [1]	OI	87,1	1984 - 1992; 8 Jahre	NF	80-120	178
Brögberner Talsandgebiet (RITZAU 1997)	BT	8,0	1989 - 1994; 6 Jahre	NF	80	185
Bremer Bürgerpark (RITZAU 1998a)	BP	1,36	1976 - 1991; 6 Jahre	MF, NF, FS	35	133
Steller Heide (HAESELER & RITZAU 1998) [2]	SH	1,0 - 1,5	1994 - 1998; 3 Jahre	NF	35	122
Barneführerholz (BANNAS i. V.)	BH	0,5	1996 - 1997; 2 Jahre	NF	8	191
Krusenbusch	KB	0,24	1996 - 1997; 2 Jahre	NF	-	124
Hanfersand (HAESELER & RITZAU 1998) [2]	HS	1,0 - 1,5	1994 - 1998; 3 Jahre	NF	35	121
Fintlandsmoor (SCHUSTER 1988) [3]	FM	0,28	1978 - 1980; 3 Jahre	NF	23	85

4.9.1 Nahrungsökologische Merkmale

Für den Vergleich nach nahrungsökologischen Merkmalen der Pflanzenwespen werden vier Untersuchungen aus Nordwestdeutschland berücksichtigt. Niedersachsen wird als Referenzgebiet herangezogen (vgl. Tab. 9):

- Barneführerholz: naturnahes Gebiet in unmittelbarer Nähe zum Untersuchungsgebiet Krusenbusch,
- Bremer Bürgerpark: urbaner Sekundärbiotop,
- Brögberner Talsandgebiet: intensiv genutzte Agrarlandschaft mit überwiegend degenerierten und verinselt vorkommenden Resten naturnaher Bereiche,
- Fintlandsmoor: verheideter Hochmoorrest und Birkenbestand eines fragmentierten Hochmorrkomplexes.

Wirtsspezifität: Die Anteile der monophagen Arten liegen mit 42,4 – 46,1 % in allen Gebieten in der gleichen Größenordnung und sind im Vergleich zum Gesamtartenspektrum Niedersachsens (54,5 %) deutlich geringer (Abb. 7). Dagegen ist der Anteil der oligophagen Arten nur im Krusenbusch mit 26,6 % deutlich höher als in allen anderen Gebieten einschließlich Niedersachsen (17,7 – 20,4 %). Dementsprechend ist der Anteil der spezialisierten Arten nur im Krusenbusch mit 72,6 % ähnlich hoch wie in Niedersachsen (74,1 %), während dieser Anteil in den anderen Gebieten niedriger ist (60,1 – 66,1 %).

Wirtspflanzenspektrum: Die Dominanz der Arten, die an Bäume und Sträucher gebunden sind, ist mit 56,7 % – davon sind 69 % monophag – im Referenzgebiet Niedersachsen etwas deutlicher als in den Untersuchungsgebieten (44,5 – 50,8 %) (Abb. 8). Im Krusenbusch ist der relative Anteil der an Gehölze gebundenen Pflanzenwespen mit 50,8 % und im Fintlandsmoor mit 48,2 % am größten. In den anderen Gebieten liegt dieser Anteil jeweils bei 45 %. Der relative Anteil der an Kräuter und Stauden gebundenen Pflanzenwespen ist in den offeneren Gebieten geringfügig niedriger als in den Gebieten mit höherem Waldanteil. Die relativen Anteile der auf die übrigen Wirtspflanzengruppen angewiesenen Arten unterscheiden sich nur unwesentlich.

Vernachlässigt man die polyphagen Pflanzenwespen und differenziert die Gruppe der Bäume und Sträucher nach Pflanzenfamilien, so wurden die meisten an die Weichhölzer der Salicaceae und Betulaceae gebundenen Pflanzenwespen im Krusenbusch (31 Arten), Barneführerholz (25 Arten) und Brögberner Talsandgebiet (24 Arten) nachgewiesen (Tab. 10). Der relative Anteil dieser Artengruppe ist im Krusenbusch und im Fintlandsmoor am höchsten. Insgesamt ist der relative Anteil der Pflanzenwespen an den fünf bedeutenden Wirtspflanzenfamilien im Krusenbusch und im Fintlandsmoor höher als in den anderen Gebieten und in Niedersachsen. Im Bremer Bürgerpark, der die wenigsten auf Weichhölzer angewiesene Arten (11) aufweist, wurden die meisten an Rosengewächse gebundene Arten (27) festgestellt.

Tab. 10: Verteilung der mono- und oligophagen Pflanzenwespenarten der fünf Untersuchungsgebiete und Niedersachsens auf Wirtspflanzenfamilien (Abkürzungen vgl. Tab. 9).

Pflanzenfamilie	NB	[%]	KB	[%]	BT	[%]	BH	[%]	BP	[%]	FM	[%]
Rosaceae	89	18,2	22	24,4	20	19,8	23	18,1	27	31,4	9	17,6
Salicaceae	87	17,4	18	20	14	13,9	13	10,2	5	5,8	8	15,7
Pinaceae	41	12,5	-	-	2	1,9	17	13,4	3	3,4	3	5,9
Betulaceae	30	9,2	13	14,5	10	9,9	12	9,4	6	7	11	21,6
Poaceae	38	7,6	13	14,4	17	16,8	19	15	11	12,8	7	13,5
Summe [%] Pos. 1-5		65,9		73,4		62,2		66,1		60,4		74,3
Fagaceae	18	5,5	-	-	7	6,9	4	3,2	6	7	2	3,9
Equisetaceae	10	3,2	4	4,5	5	5	4	3,2	4	4,6	1	2
Polyporaceae	6	2,0	3	3,3	3	3	2	1,6	1	1,2	1	2
Juncaceae	6	1,8	-	-	2	2	4	3,2	3	3,4	1	2
Ranunculaceae	6	1,8	2	2,2	2	2	6	3,9	2	2,3	2	3,9
Asteraceae	5	1,5	-	-	1	1	1	0,8	1	1,2	-	-
Cephalotaceae	5	1,6	2	2,2	2	2	2	1,6	2	2,3	-	-
Aceraceae	4	1,2	1	1,1	-	-	-	-	3	3,4	-	-
Boraginaceae	4	1,2	1	1,1	1	1	3	2,4	1	1,2	-	-
Cyperaceae	4	1,2	1	1,1	2	2	3	2,4	1	1,2	-	-
Grossulariaceae	4	1,2	-	-	1	1	2	1,6	1	1,2	-	-
Apiaceae	3	0,9	1	1,1	1	1	1	0,8	1	1,2	-	-
Hypericaceae	3	0,9	2	2,2	1	1	2	1,6	-	-	-	-
Pteridaceae	3	0,9	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2
Rubiaceae	3	0,9	3	3,3	3	3	3	2,4	1	1,2	2	3,9
Geraniaceae	2	0,6	-	-	-	-	1	0,8	1	1,2	1	2
Lamiaceae	2	0,6	1	1,1	1	1	1	0,8	2	2,3	1	2
Polygonaceae	2	0,6	-	-	2	2	-	-	2	2,3	-	-
Boraginaceae	1	0,3	-	-	1	1	1	0,8	1	1,2	-	-
Corylaceae	1	0,3	-	-	-	-	1	0,8	-	-	-	-
Euphorbiaceae	1	0,3	1	1,1	-	-	-	-	-	-	-	-
Iridaceae	1	0,3	-	-	-	-	1	0,8	-	-	-	-
Oleaceae	1	0,3	-	-	1	0,9	-	-	-	-	-	-
Plantaginaceae	1	0,3	1	1,1	1	1	1	0,8	-	-	-	-
Primulaceae	1	0,3	1	1,2	1	1	1	0,8	1	1,2	-	-
Tiliaceae	1	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2
übrige	11	3,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Summe [%] Pos. 6-32		34,1		26,6		37,8		33,9		39,6		25,7
Gesamt	328	100	90	100	101	100	127	100	86	100	51	100

4.9.2 Arten-Areal-Relation

Die Ostfriesischen Inseln und das Brögberner Talsandgebiet sind mit Abstand die größten und neben dem Bremer Bürgerpark die am intensivsten untersuchten Gebiete. Dementsprechend wurden hohe Artenzahlen festgestellt (Tab. 9). Es fällt aber auf, daß im Barneführerholz, einem vergleichsweise kleinen und kurzzeitig untersuchten Gebiet, die höchste Artenzahl nachgewiesen wurde. Dagegen wurde im Fintlandsmoor trotz dreijähriger Untersuchung und einiger Beifänge die mit Abstand geringste Artenzahl festgestellt. Die anderen Gebiete weisen bei mittlerer bzw. geringer Größe mittlere Artenzahlen auf. Für die Steller Heide und den Harriersand sind für weitere, nicht berücksichtigte jahreszeitliche Aspekte zusätzliche Arten zu erwarten.
Da die Höhe der Artenzahlen u. a. von der Flächengröße, landschaftsräumlichen Diversität oder der Anzahl an Pflanzenarten abhängt und Angaben über die Größe dieser

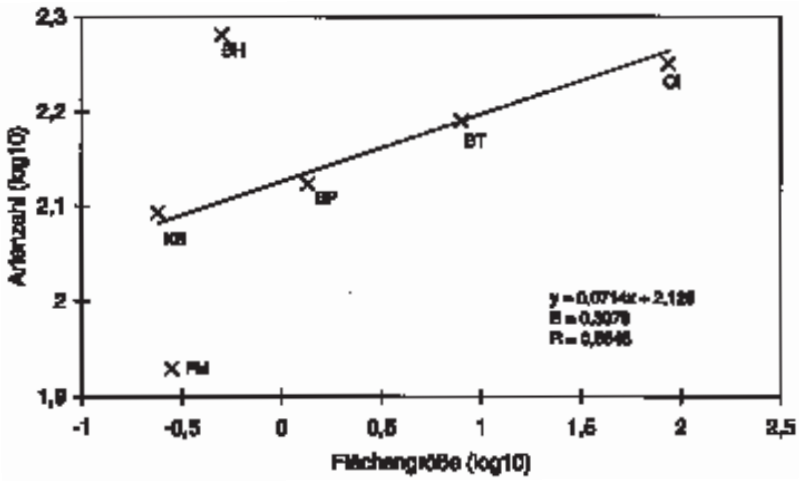


Abb. 9: Flächengröße und Artenzahlen der einzelnen Gebiete (Abkürzungen vgl. Tab. 9).

Untersuchungsgebiete vorliegen, soll geprüft werden, ob die Flächengröße einen Einfluß auf die Höhe der Artenzahl hat. Die Resultate der Untersuchungen von HAESELER & RITZAU (1998) bleiben aufgrund der Begrenzung der Erfassungen auf den Juniaspekt unberücksichtigt (Abb. 9).

Der Pearsonsche Maßkorrelationskoeffizient r (KÖHLER et al. 1995) beschreibt den Spezialfall der linearen Korrelation zweier Merkmale und gibt die Stärke dieses Zusammenhangs an. r kann Werte zwischen +1 und -1 annehmen. Bei r = 0 besteht kein Zusammenhang. Je näher der Zahlenwert für r bei +1 oder -1 liegt, desto stärker ist bei einseitiger Abhängigkeit der Einfluß der unabhängigen Variablen (hier: Flächengröße) auf die abhängige Variable (hier: Artenzahl). Das Bestimmtheitsmaß $B = r^2$ sagt aus, welcher Anteil der Veränderung des einen Merkmals aus der Veränderung des anderen Merkmals erklärt werden kann.

Für den vorliegenden Zusammenhang zwischen Fläche und Artenzahl ist r = 0,55 und drückt eine schwach positive Korrelation aus. Dabei sagt das Bestimmtheitsmaß B = 0,3078 aus, daß 30,78 % der Veränderung der Artenzahlen aus der Veränderung der Flächengröße erklärt werden können. Auffällig ist das deutliche Abweichen der Wertepaare von der Regressionsgeraden für das Barneführerholz und das Fintlandsmoor.

4.9.3 Affinitäten

Zur Analyse der Faunenähnlichkeit der vorliegenden acht Gebiete (Tab. 9) werden der relative Anteil gemeinsamer Arten, der Sörensen-Quotient (SÖRENSEN 1948) sowie die Jaccard'sche Zahl 1 nach STUGREN (1986) und eine Jaccard'sche Zahl 2 auf der Basis nur stenöker/stenotoper Arten herangezogen. Von 331 Arten wurden 180 Arten als stenök/stenotop eingeordnet.

relativer Anteil: $rA = c \cdot 100 \cdot [a + b - c]^{-1}$, Jaccard'sche Zahl 1: $JZ_1 = c \cdot 100 \cdot [(a - c) + (b - c)]^{-1}$,
Sörensen-Quotient: $QS = 2c \cdot 100 \cdot [a + b]^{-1}$, Jaccard'sche Zahl 2: $JZ_2 = c \cdot 100 \cdot [(a - c) + (b - c)]^{-1}$,
nur stenöke / stenotope Arten

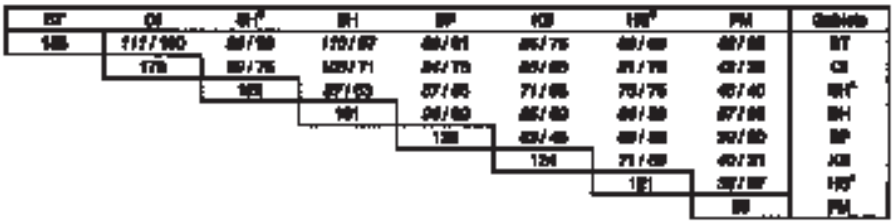
a, b = Arten in Gebiet 1 bzw. in Gebiet 2, c = gemeinsame Arten

Für alle Ähnlichkeitsindices gilt, daß die Affinität zweier Gebiete umso höher ist, je mehr gemeinsame Arten vorliegen **und** je ähnlicher die Gesamtartenzahlen beider Gebiete sind. Die Jaccard'sche Zahl (STUGREN 1986) gewichtet die 'exklusiven' Arten stärker, während der Sörensen-Quotient (SÖRENSEN 1948) die gemeinsamen Arten stärker gewichtet. Für die Berechnung der Jaccard'schen Zahl 2 wurden alle Artenlisten nach der Liste von HAESELER & RITZAU (1998), nach Angaben zum ökologischen Verhalten bzw. zur Biotopbindung (TAEGER et al. 1998b) sowie unter Berücksichtigung von Phagie (TAEGER et al. 1998b) und Häufigkeit (RITZAU 1995b, 1997, TAEGER et al. 1998b) in stenöke / stenotope Arten und in nicht stenöke / stenotope Arten eingeteilt.

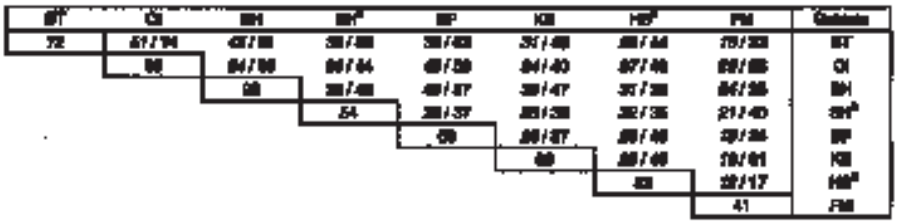
Tab. 11: Faunenähnlichkeiten 1: Gesamtartenzahl (Kästchen), Sörensen-Quotient (normal), gemeinsame Arten c (*kursiv*) / relativer Anteil gemeinsamer Arten an der Gesamtartenzahl [%] (normal), maximale und minimale Affinitäten (fett),[3] und Abk. vgl. Tab. 9.

Gebiete	BT	GI	[illegible]	BH	BP	KS	HS	FM
BT	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
GI	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
BH	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
BP	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
KS	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
HS	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
FM	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Tab. 12: Faunenähnlichkeiten 2: Gesamtartenzahl (Kästchen), gemeinsame Arten c (*kursiv*) / Jaccard'sche Zahl 1 (normal), maximale bzw. minimale Affinitäten (fett), [3] und Abk. vgl. Tab. 9.



Tab. 13: Faunenähnlichkeiten 3: Gesamtartenzahl nur stenöke / stenotope Arten (Kästchen), gemeinsame Arten c (*kursiv*) / Jaccard'sche Zahl 2 (normal), maximale bzw. minimale Affinitäten (fett), [3] und Abk. vgl. Tab. 9.



Die Rangfolge der Affinitäten ist nach dem Sörensen-Quotient und nach dem relativen Anteil der gemeinsamen Arten identisch (Tab. 11). Gleichwertige Kombinationspaare werden mit Hilfe der Jaccard'schen Zahl 1 differenziert, die Rangfolge wird jedoch nicht grundsätzlich verändert (Tab. 12). Allerdings sind die Amplituden der einzelnen Indices unterschiedlich groß (Abb. 10). Die größte Amplitude wird mit der Jaccard'schen Zahl 1 (27 – 100, Tab. 12) erreicht.

Die Gebietskombinationen mit dem Brögberner Talsandgebiet erbringen die höchsten Affinitäten. Auf Rang 1 liegt die Kombination Ostfriesische Inseln/Brögberner Talsandgebiet mit den meisten gemeinsamen Arten (111 Arten), gefolgt von den Kombinationen Steller Heide/Brögberner Talsandgebiet (89 gemeinsame Arten) und Barneführerholz/Brögberner Talsandgebiet (110 gemeinsame Arten). Bei allen Kombinationen mit dem Fintlandsmoor werden die geringsten gemeinsamen Artenzahlen und die geringsten Affinitäten erreicht. Die Affinitäten der Kombinationen mit dem Untersuchungsgebiet Krusenbusch liegen im Gesamtvergleich im mittleren Bereich. Die Anwendung der Jaccard'schen Zahl 2 ergibt wenige Verschiebungen (Tab. 13).

Auch das Untersuchungsgebiet Krusenbusch zeigt zum Brögberner Talsandgebiet die höchste Affinität (Abb. 10). Obwohl das Untersuchungsgebiet mit dem Barneführerholz und den Ostfriesischen Inseln ähnlich hohe Anteile an gemeinsamen Arten hat, liegen die Affinitäten zu diesen Gebieten aufgrund zahlreicher exklusiver Arten im mittleren

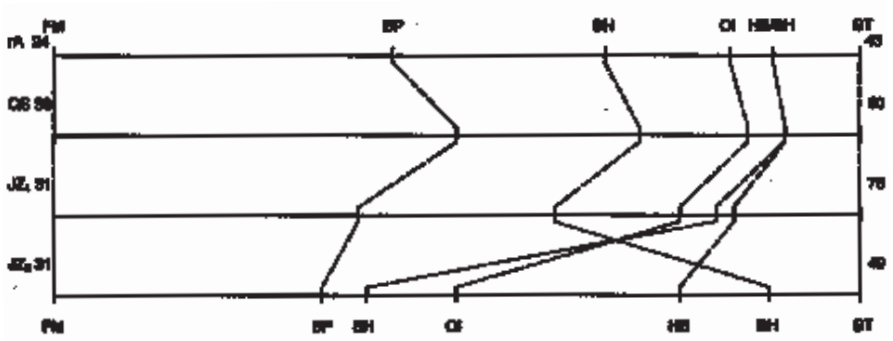


Abb. 10: Vergleich der Ähnlichkeitsindices für sieben Gebiete in Bezug auf den Krusenbusch (rA = relativer Anteil, QS = Sörensen-Quotient, JZ_1 = Jaccard'sche Zahl 1, JZ_2 = Jaccard'sche Zahl 2; Abk. vgl. Tab. 9).

Bereich. Relativ hohe Affinitäten bestehen zum Harriersand bzw. zur Steller Heide, deren Artenzahlen sich fast mit der des Krusenbuschs decken. Hervorzuheben ist die geringe Affinität zum Bremer Bürgerpark, obwohl sich die Gesamtartenzahlen beider Gebiete in der gleichen Größenordnung befinden. Zwischen dem Krusenbusch und dem Fintlandsmoor besteht die mit Abstand geringste Affinität bei niedrigster gemeinsamer Artenzahl.
Auffällig ist die nach der Jaccard'schen Zahl 2 wesentlich höhere Affinität des Krusenbuschs zum Barneführerholz (Rang 2) und die relativ stark gesunkene Affinität zur Steller Heide (Rang 5).

5. Diskussion

Die Güte der Erfassung ist für die Qualität einer wissenschaftlichen Untersuchung sowie für anwendungsbezogene Erhebungen von entscheidender Bedeutung. Wegen der unterschiedlichen Erfaßbarkeit der einzelnen Arten, methodenspezifischer Mängel und personenabhängiger Fehler scheint es unmöglich, 100 % des Arteninventars einer Tiergruppe in einem Gebiet zu erfassen. Der in Untersuchungen von Pflanzenwespenzönosen hohe Anteil an 'unique species' (Ritzau 1995b) zeigt, daß viele Pflanzenwespen nur kleine Populationen bilden (Taeger et al. 1998b). Die Individuendichte liegt möglicherweise oft unterhalb der Nachweisgrenze. Außerdem sind nicht alle Arten mit der jeweiligen Erfassungsmethode gleich gut zu erfassen. Beispielsweise entziehen sich viele Arten bei Gefahr durch Fallenlassen dem Kescherfang. Kleine und fluggewandte Arten werden verstärkt in Malaisefallen nachgewiesen, größere Arten finden sich vermehrt im Netzfangmaterial (Ritzau 1995a, Taeger & Taeger 1997). Der Anteil der größeren Arten (≥ 6 mm) ist auch im Netzfangmaterial aus dem Untersuchungsgebiet hoch. Jedoch fällt auf, daß der Anteil der ausschließlich durch Netzfang erfaßten kleineren Arten (3 – < 6 mm) im Untersuchungsgebiet (32 %) deutlich höher ist als im Bremer Bürgerpark (23,3 %), obwohl sich die Erfassungsintensität in der gleichen Größenordnung befindet und im Bremer Bürgerpark hauptsächlich mit Malaise-Fallen erfaßt wurde.
Der personenabhängige Einfluß auf die Erfassungsergebnisse hängt vor allem mit dem Kenntnisstand des jeweiligen Erfassers über die Tiergruppe und mit der Erfahrung im Gelände zusammen. Mehrjährige Parallelversuche haben gezeigt, daß vier unerfahrene Personen nicht in der Lage waren, über einen Monat hinweg insgesamt so viele Arten einer Gruppe (z. B. Pflanzenwespen) nachzuweisen, wie eine einzelne, erfahrene Person. Andererseits konnten selbst Experten in einem einzelnen Jahr maximal 60 % des über mehrere Jahre nachgewiesenen Arteninventars erfassen (Haeseler & Ritzau 1998).
Wie in anderen Untersuchungen (z. B. Haeseler & Ritzau 1998, Erhardt 1999, Bannas i. V.) wurde auch hier die Nachweisrate durch Verteilung der Exkursionstage auf zwei Vegetationsperioden deutlich erhöht. Trotz der stichprobenartigen Erfassung gelang 1996 der ausschließliche Nachweis von 18 Arten, darunter 16 'unique species' und 8 stenöke/stenotope Arten.
Wird der Erfassungsgrad nur aufgrund der eigenen Daten abgeschätzt, ist die Wahl der Vergleichsgröße problematisch. Die Jackknife-Kalkulation ergibt, eine hohe Erfassungsintensität vorausgesetzt, realistische Werte über die Anzahl wahrscheinlich übersehener Arten (Haeseler & Ritzau 1998). Deshalb wurde der relative Zuwachs der Artenzahlen auf die nach der Jackknife-Kalkulation zu erwartende Gesamtartenzahl bezogen. Die Artenarealkurven (deutlicher Sättigungsverlauf) und die Jackknife-Kalkulation (79,5 %) weisen für diese Untersuchung ebenso einen hohen Erfassungsgrad aus, wie der vergleichsweise niedrige Anteil an 'unique species' und der hohe Anteil spezialisierter Arten, weshalb der hohe Erfassungsgrad als realistisch einzustufen ist. Die Artenzahlen können nur durch eine überproportional gesteigerte Erfassungsintensität wesentlich erhöht werden.

Aufgrund der hohen Erfassungsintensität besteht die Möglichkeit, Mindestanforderungen für die Erfassung der Pflanzenwespen in vergleichbaren Gebieten abzuleiten. Um zumindest 70 % des zu erwartenden Arteninventars nachzuweisen, sind von April bis September mindestens 18 Tagesexkursionen erforderlich (vgl. Kap. 4.4.3). Haeseler & Ritzau (1998) fordern, zur Erfassung der Pflanzenwespen an 20 Tagen verteilt auf fünf

Monate (15.04. – 15.09.) im Gelände präsent zu sein. In der Hauptflugzeit der Pflanzenwespen, die in Norddeutschland im Mai und Juni liegt (RITZAU 1995b, KOCH 1985), sollten sechs bis sieben Exkursionen angesetzt werden.

Nach wie vor enthalten zoologische Beiträge zu Eingriffs- und Naturschutzfachplanungen qualitative und zum kleineren Teil (semi-)quantitative Artenlisten ausgewählter Tiergruppen (HENLE et al. 1999). Neben ökologischen Ansprüchen bestimmen vor allem pragmatische Kriterien die Auswahl der verwendeten Indikatorgruppen. Daher werden bearbeitungsintensive Gruppen wie z. B. Pflanzenwespen (hoher Erfassungsaufwand, Fehlen ausgereifter Bestimmungswerke) in der Praxis kaum berücksichtigt. Allerdings ist beispielsweise die Gruppe der Wildbienen nicht weniger bearbeitungsintensiv (HAESELER & RITZAU 1998). Es wäre zu überprüfen, ob die für andere Gruppen festgelegten Minimalprogramme nicht zu niedrig angesetzt sind. Für die Pflanzenwespen würde beispielsweise eine Reduzierung des hier vorgeschlagenen Erfassungsaufwands gemäß DUELLI et al. (1990) einen hohen Informationsverlust nach sich ziehen. Bei Reduzierung des Erfassungsaufwands um 80 % auf acht Tage erhielte man sogar trotz der Auswahl der optimalen Erfassungstage nur einen Erfassungsgrad von 58 % (91 Arten, N = 156 zu erwartende Arten). Der Anteil der aussagekräftigen Arten würde von 42,7 % (53 Arten, N = 124) auf 32,3 % (40 Arten, N = 124) sinken. HAESELER & RITZAU (1998) haben sogar einen durch diese Vorgehensweise überproportional erhöhten Informationsverlust im Bereich der aussagekräftigen Arten festgestellt. Zu bedenken bleibt außerdem, daß die optimalen Erfassungstage zwar retrospektiv zusammengestellt werden können. Es ist aber nicht zu garantieren, daß im Verlauf einer zeitlich stark reduzierten Untersuchung tatsächlich an optimalen Tagen erfaßt wird.
Auch bei Zielartenkonzepten, deren Einsatz in der Planung gefordert wird (HENLE et al. 1999) sollten Pflanzenwespen herangezogen werden. Auf deren Eignung wurde schon an anderer Stelle hingewiesen (KRAUS 1992, BLANK et al. 1998b). Grundlegene Kriterien wie Gefährdungssituation, Seltenheit, Lebensraumanspruch und Repräsentativität (HENLE et al. 1999) werden erfüllt. Populationsökologische Merkmale (vgl. BIEDERMANN et al. 1999) sind zu überprüfen bzw. zu ermitteln.

Eine geringe Populationsgröße ist nicht zwangsläufig Ausdruck suboptimaler Lebensbedingungen, sondern kann auch als ökologische Strategie gedeutet werden (RITZAU 1995b). Im Untersuchungsgebiet liegt ein Großteil der seltenen Arten in nur einem, meist dem weiblichen Geschlecht und ein Großteil der häufigen Arten in beiden Geschlechtern vor. Dies kann zwar ein Erfassungsartefakt sein, denn je kleiner die Population, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, Individuen nur eines Geschlechts nachzuweisen. Allerdings sind bei bisexuellen Arten die nach Weibchen suchenden Männchen aktiver und daher leichter zu erfassen als die Weibchen (RITZAU 1995b). Zudem ist für immerhin 10 der 46 seltenen und ausschließlich mit Weibchen nachgewiesenen Arten die parthenogenetische Fortpflanzung bekannt. Besonders solche Arten können häufig ihre ‘natürliche’ Seltenheit durch relativ große Verbreitung ausgleichen (TSCHARNTKE & RÜHM 1985). Daher dürfte im Untersuchungsgebiet ein Teil der 54 nur im weiblichen Geschlecht vorliegenden Arten jeweils kleine Populationen aufbauen. Auch der bei Untersuchungen zur Pflanzenwespenfauna übliche hohe Anteil an ‘unique species’ (RITZAU 1995b) kann so erklärt werden. Eine weitere Strategie liegt offensichtlich bei vielen Arten anderer Gattungen (z. B. *Tenthredo*, *Tenthredopsis*, *Dolerus*, *Calameuta*, *Cephus*) vor, die zweigeschlechtlich und mittelgroß bis groß sind, meist eine Generation pro Jahr hervorbringen und in hohen Abundanzen auftreten. Um diese Arten mit ihren unterschiedlichen Strategien in ein ‘r-K-Kontinuum’ (SCHAEFER 1992) einzuordnen, wären populationsökologische Untersuchungen erforderlich.

Anhand der Verteilung der Pflanzenwespen im Untersuchungsgebiet läßt sich in nur wenigen Fällen ein Rückschluß auf den präferierten Lebensraum der jeweiligen Art ziehen. Hinzu kommt, daß der Lebensraum der Imagines und der Larven allein schon wegen der größeren Mobilität der Imagines nicht unbedingt identisch ist (TAEGER et al. 1998b). So sind 12 der häufigsten Arten mit einer Ausnahme (*Priophorus brullei*) über das gesamte Gebiet verbreitet; eine Biotoppräferenz innerhalb des Untersuchungsgebietes ist bei diesen häufigen Arten nicht zu erkennen.

Für die meisten nur in einem Teilgebiet nachgewiesenen Arten bleibt der präferierte Lebensraum ungewiß. Für 13 Arten wurde eine Übereinstimmung ihrer Biotoppräferenz mit den Fundorten im Untersuchungsgebiet festgestellt.

Die deutlichen Unterschiede in der Artendichte der Teilgebiete zeigen, daß in Bereichen mit geschlossener Vegetationsdecke und höherer Strukturdiversität (Teilgebiet 1 + 3) mehr Pflanzenwespen Lebensraum finden als in offenen, vegetationsarmen Bereichen (Teilgebiet 2). Jedoch sind gerade diese Lebensräume für einige seltenere Arten mit xerothermophiler Lebensweise von großer Bedeutung.

Zur Beurteilung der Verbreitung und Häufigkeit der Pflanzenwespen ist aufgrund des regionalen Bezugs zuerst die Liste für Nordwestdeutschland (RITZAU 1995b, 1997) heranzuziehen. Diese Region und vor allem die Gebiete entlang der Nordseeküste gelten als artenarm (WAGNER 1940). Viele Arten, die beispielsweise in Deutschland häufig sind, wurden hier bisher nur selten nachgewiesen. Im Untersuchungsgebiet wurden 41 für Nordwestdeutschland seltene bzw. sehr seltene Arten festgestellt, die in Deutschland häufig bzw. sehr häufig sind. Die Listen zur Verbreitung und Häufigkeit der Pflanzenwespen in Deutschland (TAEGER et al. 1998b) und die Rote Liste für Deutschland (TAEGER et al. 1998a) sind für zusätzliche Informationen zu berücksichtigen.
Bei der Liste für Nordwestdeutschland (RITZAU 1995b, 1997) bleibt allerdings offen, ob alle für die angegebene Region typischen Landschaftselemente repräsentativ berücksichtigt wurden. Vor allem bei Durchsicht der älteren Literatur (z. B. ALFKEN 1937, WAGNER 1940) wird deutlich, daß topographische Fundortangaben im Vordergrund stehen und selten ein Bezug zu Landschaftselementen bzw. Biotoptypen hergestellt wird. Auch die Aufarbeitung älterer Pflanzenwespen-Kollektionen ergibt im wesentlichen topographische Fundorte (z. B. RITZAU 1990). Außerdem deuten neuere Funde einzelner in Nordwestdeutschland vermeintlich seltener Arten (z. B. *Janus luteipes* und *Arge dimidiata* im Weser-Ems-Gebiet) darauf hin, daß bei zukünftigen Untersuchungen die Häufigkeit weiterer Arten anders beurteilt werden muß, als es der momentane Bearbeitungsstand der Pflanzenwespen in Nordwestdeutschland zuläßt. Die Erstellung repräsentativer, regionaler Verbreitungs- und Häufigkeitslisten mit Bezug zu Biotoptypen bzw. Landschaftselementen erscheint daher ebenso notwendig wie die langfristige Überprüfung der regionalen Gefährdungssituation der Pflanzenwespen.

Die Grundausstattung des Lebensraums der Pflanzenwespen bilden die Wirtspflanzen ihrer Entwicklungsstadien. In der Regel sind die Wirtspflanzen jedoch viel weiträumiger verbreitet als ihre Phytophagen-Komplexe (SCHEDL 1991). Beispielsweise fehlen im Untersuchungsgebiet auf wald- oder forstbildende Baumarten sowie auf Farne spezialisierte Pflanzenwespen vollständig, obwohl entsprechende Wirtsbäume, teilweise auch in älteren Beständen, sowie Farne im Untersuchungsgebiet vorhanden sind und allein im nahe gelegenen Barneführerholz 25 auf diese Wirte spezialisierte Arten auftreten (BANNAS i. V.). Daher ist anzunehmen, daß weitere ökologische Faktoren, wie z. B. der geringe waldartige Charakter des Untersuchungsgebietes oder der Reifegrad der Biotope die Etablierung entsprechender Pflanzenwespen bisher verhindert haben. In den Vergleichsgebieten wurden beispielsweise an Farne gebundene Arten der Gattungen *Aneugmenus, Heptamelus, Strombocerus* und *Strongylogaster* fast ausschließlich in waldartigen Bereichen nachgewiesen (z. B. Barneführerholz, Bremer Bürgerpark, Brögberner Talsandgebiet). Interessant ist in diesem Zusammenhang das Auftreten der Waldart *Perineura rubi* und der überwiegend silvicolen Art *Dolerus aeneus* im Untersuchungsgebiet.
Trotz des Offenlandcharakters treten im Untersuchungsgebiet prozentual mehr an Gehölze gebundene Pflanzenwespen auf als in den Vergleichsgebieten mit Wald- bzw. Forstanteilen. Mehr als ein Drittel der Pflanzenwespen (37 %) des Untersuchungsgebietes ist auf Pionierhölzer der Salicaceae und Betulaceae oder auf Gehölze der Rosaceae angewiesen. Weitere 13 Arten (14,5 %) verteilen sich auf Wirtpflanzen der Poaceae. Alle weiteren Wirtspflanzenfamilien treten deutlich zurück. Der im Vergleich zu den anderen Gebieten hohe Anteil spezialisierter Arten im Untersuchungsgebiet (72,6 %) ist also weniger auf die hier hohe Diversität der Pflanzenarten (EBER 1984, HERRMANN 1994) zurückzuführen als vielmehr auf den hohen Anteil mono- und oligophager Pflan-

zenwespen, die auf weniger seltene Wirtspflanzen der Rosaceae, Salicaceae, Betulaceae und Poaceae angewiesen sind. Auch HEITLAND & PSCHORN-WALCHER (1993) weisen auf die große Bedeutung dieser Pflanzenfamilien für die Symphyten hin.

Ein Vergleich verschiedener Untersuchungen ist aufgrund unterschiedlicher Methoden, Bearbeiter und Bearbeitungszeiträume problematisch (SCHAEFER & SAYER 1993). Außerdem sind Zusammenhänge bei geringem Stichprobenumfang zurückhaltend zu interpretieren. Die ausgewählten Untersuchungen müssen zumindest in einem zeitlichen und räumlichen Bezug zueinander stehen. Für die vorliegenden Untersuchungen ist infolge der schwach positiven Korrelation zwischen Flächengröße und Artenzahl anzunehmen, daß die Etablierungsrate in höherem Maße von anderen Faktoren beeinflußt wird als von der Flächengröße. Dabei fällt auf, daß gerade die beiden 'Ausreißer' Barneführerholz und Fintlandsmoor, die die höchsten bzw. niedrigsten Artenzahlen aufweisen, durch besonders hohe bzw. niedrige landschaftsräumliche Diversität gekennzeichnet sind. Bei Vergleichen der Pflanzenwespenfauna der Ostfriesischen Inseln untereinander hat RITZAU (1995b) gezeigt, daß sich über 90 % der unterschiedlichen Artenzahlen allein durch die landschaftsräumliche Diversität erklären lassen. Gleichzeitig weist er auf signifikante Korrelationen zwischen der Artenzahl und der Flächengröße sowie auf eine positive Korrelation zwischen Flächengröße und Habitatdiversität hin. An dieser Stelle kann der Einfluß der landschaftsräumlichen Diversität auf die Artenzahlen nicht geprüft werden, doch weisen die vorliegenden Ergebnisse ebenfalls auf die Möglichkeit dieses Zusammenhangs hin.

Die Affinitätsberechnung aufgrund dreier Vorgehensweisen (relativer Anteil gemeinsamer Arten, Jaccard'sche Zahl, Sörensen-Quotient) zeigt, daß die Rangfolge der Ähnlichkeiten jeweils gleich ist. Unterschiede ergeben sich lediglich in der Bandbreite der Indizes (LEGENDRE & LEGENDRE 1983). Ein zusätzlicher, wenn auch geringer Informationsgewinn ist durch das Ausblenden von 'Sockelaffinitäten' durch Streichung der Ubiquisten aus den Artenlisten zu erreichen (RITZAU 1995b, ERHARDT 1999). Die nun wesentlich größere Affinität zum Barneführerholz ist möglicherweise durch die direkte Nachbarschaft sowie durch eine Ähnlichkeit der Biotopstruktur der offenen Flächen beider Gebiete begründet.
Geringe Ähnlichkeiten zu vergleichender Gebiete können allein auf große Differenzen der Artenzahlen basieren. So fällt die im Fintlandsmoor für Moore typische geringe Strukturvielfalt und die daraus resultierende niedrige Artenzahl im Bereich der für Symphyten bedeutenden Wirtspflanzengruppen (Bäume/Sträucher, Kräuter/Stauden) im Vergleich zu allen anderen Gebieten auf.
Die im Brögberner Talsandgebiet hohe Biotopvielfalt und die entsprechende Artenvielfalt führen zu relativ großen Übereinstimmungen der Biotopstruktur mit den anderen Gebieten und damit zu den im Gesamtvergleich höchsten Faunenaffinitäten. Besonders der für jenes Gebiet und das Untersuchungsgebiet charakteristische Wechsel offener, wiesenartiger Bereiche unterschiedlicher Feuchtigkeitsgrade sowie ungenutzter Niedermoorbereiche und Hecken, die mit ihrem gebüschartigen Saumcharakter von Symphyten bevorzugt besiedelt werden (RITZAU 1997), kann die hohe Ähnlichkeit zueinander bedingen. Die Affinität erhöht sich sogar deutlich (JZ_1 = 86), wenn die im Brögberner Talsandgebiet ausschließlich in den Waldbereichen nachgewiesenen Arten unberücksichtigt bleiben. Wie bereits ERHARDT (1999) für aculeate Hymenopteren feststellte, wirkt sich die Entfernung im gegebenen Raummaßstab offensichtlich weniger auf die Affinität zweier Artenspektren aus als die spezielle Biotopstruktur der jeweiligen Gebiete.
Die stärker waldgeprägten Gebiete Barneführerholz (naturnaher Waldstandort) und Bremer Bürgerpark ('Bürgerwald' mit über 250 Laubholzarten auf 70 % der Fläche) zeigen daher eine geringere Affinität zum Untersuchungsgebiet. Das wird besonders durch den Vergleich der an Gehölzpflanzen gebundenen Arten deutlich und ist unter anderem auf das Fehlen der auf Koniferen, Fagaceae und Farne angewiesenen Arten sowie auf die geringe Anzahl der an Kräuter/Stauden und an Gräser/Sauergräser/Binsen gebundenen Arten im Untersuchungsgebiet zurückzuführen. Aufgrund der vergleichbaren Biotopstruktur und Artenzahlen ist eine hohe Affinität zwischen dem Untersuchungsgebiet und der Steller Heide bzw. dem Harriersand zu erwarten. Darauf deuten die aufgrund der Frühsommerarten ermittelten relativ hohen Affinitäten hin.

Das Untersuchungsgebiet bildet als anthropogener Mosaikbiotop eine landschaftliche und ökologische Einheit, dessen Vegetationsgliederung und reichhaltige Flora sehr stark durch das Relief des Geländes mit der Hochfläche, der Böschung und dem Hangfuß geprägt sind. Für die Artenvielfalt der Pflanzenwespen ist vor allem die hohe Strukturdiversität auf engstem Raum von Bedeutung. Die wärmebegünstigten Trockenbiotope verschiedener Substrate und Sukzessionsstadien stellen besondere Refugien für xerothermophile Insektenarten u. a. aus den Gruppen der Stechimmen (eigene Beobachtung) und Schwebfliegen (BARKEMEYER 1997) dar. Von den Pflanzenwespen, die solche Xerothermstandorte bevorzugen (weniger als 20 % der heimischen Symphyta, TAEGER et al. 1998b), wurden neun Arten im Untersuchungsgebiet nachgewiesen. Die Arten *Rhogogaster genistae*, *Macrophya rufipes* und *Tenthredo solitaria* bilden offensichtlich Inselvorkommen an ihrer nördlichen Verbreitungsgrenze, da Nachweise aus Schleswig-Holstein bisher fehlen. Die Trockenwiesen bieten zahlreichen Pflanzenwespen Lebensraum, von denen viele auf die hier vorkommenden Gräser (z. B. *Dolerus*-Arten) oder Kräuter (z. B. *Athalia*-Arten) angewiesen sind. Die von unterschiedlichen Gehölzen bewachsenen Böschungen, denen meistens eine Krautschicht vorgelagert ist, entsprechen intakten Waldsäumen. Da artenreiche, waldsaumartige Hecken auf Pflanzenwespen eine hohe Attraktivität ausüben (RITZAU 1997), wurde eine große Anzahl der Arten an diesen Strukturen nachgewiesen. Der Niedermoorbereich erscheint aus botanischer Sicht durch Eutrophierung stark degeneriert. Dennoch ist er als Feuchtgebiet gerade für einen großen Teil der Pflanzenwespen von hohem Wert. Mehrere seltene Pflanzenwespen (z. B. *Hoplocampa pectoralis*, *Tenthredo colon*) wurden ausschließlich hier festgestellt und insgesamt ist dieser Bereich durch eine hohe Artenvielfalt gekennzeichnet. Den landschaftsökologischen Wert von Feuchtgebieten für Pflanzenwespen dokumentiert ebenfalls die Untersuchung von BANNAS (i. V.).

Alle Lebensräume des Untersuchungsgebietes sind zum Schutz von Pflanzenwespen unbedingt erhaltenswert, nicht zuletzt, weil extreme Trockenbiotope sowie vernäßte Biotope durch wesentliche anthropogene Eingriffe in Nordwestdeutschland trotz der Unterschutzstellung nach § 28a NNatG immer stärker reduziert werden. Jeder einzelne Lebensraum beherbergt an diesen angepaßte, zum Teil seltene und schützenswerte Arten. Gerade durch die mosaikartige Kombination dieser Lebensräume liegt hier ein Gebiet vor, das als Refugium für Pflanzenwespen prädestiniert ist. Mosaikartige Strukturen sind offensichtlich eine Voraussetzung für das Vorkommen diverser Pflanzenwespen, da bei vielen Arten eine deutliche Trennung der Lebensräume der Imagines und der Larven zu beobachten ist (TAEGER et al. 1998b). Die Besonderheit dieses Gebietes zeigt sich durch den Nachweis von 72 in Nordwestdeutschland bzw. in Deutschland seltenen, sehr seltenen oder gefährdeten Arten, von denen 29 Arten hier häufig sind. Der vorliegende Beitrag dokumentiert die herausragende Bedeutung anthropogener Lebensräume als Rückzugsgebiete für Pflanzenwespen.

6. Zusammenfassung

In der vorliegenden Untersuchung wurden 1996/97 auf einem aus der Nutzung genommenen und unter Schutz gestellten Verschiebebahnhof in Oldenburg (Oldb.) 125 Pflanzenwespenarten nachgewiesen. Der Erfassungsgrad von 79,5 % des zu erwartenden Artenspektrums wird als realistisch eingeschätzt. Auf der Basis der intensiven Erfassung wurde ein Mindestaufwand von 18 Tagen kalkuliert, um zumindest 70 % des Arteninventars eines vergleichbaren Gebietes nachzuweisen. Die Gruppe der Pflanzenwespen eignet sich vom Bearbeitungsaufwand her ebenso zur Bioindikation wie vergleichbare Tiergruppen.

Mit abnehmender Strukturdiversität sinkt die Artendichte der Pflanzenwespen im Gebiet. Einige seltene Arten sind jedoch auf die in Nordwestdeutschland stark dezimierten Xerothermstandorte angewiesen. Neben der Präsenz der Wirtspflanzen beeinflussen weitere ökologische Faktoren das Auftreten bestimmter Arten. Der Vergleich mit Untersuchungen aus der Umgebung läßt den Schluß zu, daß der Etablierungserfolg stärker von anderen Faktoren beeinflußt wird als von der Flächengröße. Faunenähnlichkeiten sind auf vergleichbare Biotopstrukturen zurückzuführen, Distanzen von 90 km bilden keinen wesentlichen, differenzierenden Faktor für die Zusammensetzung von Artenspektren.

Das teilweise häufige Vorkommen seltener bzw. gefährdeter Arten sowie faunistischer Besonderheiten in gefährdeten Lebensräumen dokumentieren die überregionale Bedeutung des Untersuchungsgebietes als Refugium für Pflanzenwespen.

7. Danksagung

Ich danke den Herren Prof. Dr. V. Haeseler und Dr. C. Ritzau für die kritische Durchsicht des Manuskripts. Dr. C. Ritzau überprüfte außerdem die Determination des Materials. Stephan Bannas stellte seine bisher unveröffentlichten Daten zur Verfügung. Die Bezirksregierung Weser-Ems erteilte die Ausnahmegenehmigung zur Erfassung der Pflanzenwespen.

Nachtrag

Während der Drucklegung dieser Arbeit erschien in der hiesigen Tageszeitung (Nordwest-Zeitung vom 11.04.2001) ein Artikel über „umfangreiche Pflegemaßnahmen“ auf dem Gelände des ehemaligen Verschiebebahnhofs Krusenbusch. Mit großem Unverständnis habe ich zur Kenntnis genommen, daß im Rahmen von „Erstinstandsetzungsmaßnahmen“ des Naturschutzgebietes Lebensräume großflächig zerstört wurden. Der Einsatz von Baggern wurde auf Anfrage der Nordwest-Zeitung an die Bezirksregierung mit dem Abtragen von Schotter und dem Beseitigen von Bombenblindgängern „erklärt“.

8. Literatur

ALFKEN, J. D. (1937): Verzeichnis der Blatt- und Holzwespen von Nordwestdeutschland, mit Berücksichtigung der ostfriesischen Inseln. – Abh. Naturw. Ver. Bremen **28**: 170-196.

BANNAS, S. (I. V.): Pflanzenwespen (Hymenoptera: Symphyta) des Naturschutzgebietes Barneführerholz.

BARKEMEYER, W. (1997): Zur Ökologie der Schwebfliegen und anderer Fliegen urbaner Bereiche (Insecta: Diptera). – Martina Galunder-Verlag, Wiehl.

BEHRENS, H. (1994): Klimaatlas Weser-Ems. – BSH-Verlag Wardenburg, **15**: 1-129.

BENSON, R. B. (1951): Hymenoptera, Symphyta. – Handbk. Ident. Br. Ins. **6** (Part 2 a): 1-49.

BENSON, R. B. (1952): Hymenoptera, Symphyta. – Handbk. Ident. Br. Ins. **6** (Part 2 b): 51-137.

BENSON, R. B. (1958): Hymenoptera, Symphyta. – Handbk. Ident. Br. Ins. **6** (Part 2 c): 139-252.

BEZIRKSREGIERUNG WESER-EMS (1998): Verordnung vom 21.04.1998 über das Naturschutzgebiet – „Bahndammgelände Krusenbusch“ in der Stadt Oldenburg.

BIEDERMANN, R., E. HOFFMANN & W. SEUFERT (1999): Auswahl von Tierarten in der Planungspraxis auf populationsökologischer Basis: Das Fallbeispiel Wirbellose in der Porphyrkuppenlandschaft. – In: AMLER, K., K. HENLE, P. POSCHLOD & J. SETTELE (Hrsg.): Populationsbiologie in der Naturschutzpraxis: Isolation, Flächenbedarf und Biotopansprüche von Pflanzen und Tieren. – Ulmer, Stuttgart: 29-37.

BLANK, S. M. (1997): Revision der europäischen Arten der Gattung *Nematinus* ROHWER, 1911 (Hymenoptera, Symphyta: Tenthredinidae). Unveröffentlichtes Manuskript.

BLANK, S. M. & C. RITZAU (1998): Die Tenthredopsini Deutschlands (Hymenoptera Tenthredinidae). – Symphyta) – Kommentierte Bestandsaufnahme). – In: TAEGER, A. & S. M. BLANK (Hrsg.): Pflanzenwespen Deutschlands (Hymenoptera, Symphyta) – Kommentierte Bestandsaufnahme. – Deutsches Entomologisches Institut, Verlag Goecke & Evers, Keltern: 227-246.

BLANK, S. M., J.-L BOEVÉ, W. HEITLAND, E. JÄNICKE, E. JANSEN, J.-P. KOPELKE, F. KOCH, M. KRAUS, D. LISTON, C. RITZAU, S. SCHMIDT & A. TAEGER (1998a): Checkliste der Pflanzenwespen Deutschlands (Hymenoptera, Symphyta). – In: TAEGER, A. & S. M. BLANK (Hrsg.): Pflanzenwespen Deutschlands (Hymenoptera, Symphyta) – Kommentierte Bestandsaufnahme. – Deutsches Entomologisches Institut, Verlag Goecke & Evers, Keltern: 13-34.

BLANK, S. M., C. PIETSCH & H. H. DATHE (1998b): Bienen und Pflanzenwespen als Leit- und Zielarten der Agrarlandschaft im Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin (Insecta: Hymenoptera). – Ökol. H. landwirtsch.-gärtn. Fak. Humboldt-Univ. Berlin **9**: 63-66.

BRANDES, D. (1983): Flora und Vegetation der Bahnhöfe Mitteleuropas. – Phytocoenologia **11**: 31-115.

CHEVIN, H. (1969): Les espèces européenes du genre *Athalia* (Hym. Tenthredinidae). – Ann. Soc. Ent. Fr. (N.S.) **5**: 825-838.

CONDE, O. (1940): Eine Revision der mir bekannten *Empria*-Arten (Hym. Tenthr.) und einige Bemerkungen zum Wesen der systematischen Forschungsarbeit. – Deutsch. Ent. Zeitschr., Heft **I-IV**: 162-180.

DEUTSCHER WETTERDIENST: Monatlicher Witterungsbericht, Jahrgänge 1995-1997. – Zentralamt des Deutschen Wetterdienstes Offenbach.

DUELLI, P., M. STADER & E. KATZ (1990): Minimalprogramme für die Erhebung und Aufbereitung zooökologischer Daten als Fachbeiträge bei Planungen am Beispiel ausgewählter Arthropodengruppen. – Schr.-R. Landschaftspfl. u. Natursch. **32**: 211-222.

EBER, W. (1984): Vegetationskundliches Gutachten für das Gelände des Verschiebebahnhofs Krusenbusch zwischen Sprungweg und Autobahn E 35 (A 28). – Unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag der Bezirksregierung Weser-Ems.

ENSLIN, E. (1918): Die Tenthredinoidea Mitteleuropas. – Beih. Dtsch. Ent. Z. 1912-17, Berlin.

ERHARDT, H. (1999): Die Stechimmenfauna einer stillgelegten Tonkuhle im Landkreis Ammerland – (Hymenoptera: Aculeata). – Drosera '**99**: 69-94.

GARVE, E. & D. LETSCHERT (1991): Liste der wildwachsenden Farn- und Blütenpflanzen Niedersachsens. – Naturschutz u. Landschaftspfl. Niedersachs. **13**: 1-37.

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. (1990): Wildbienen der ostfriesischen Insel Norderney (Hymenoptera, Apoidea). – Faun.-ökol. Mitt. **6**: 125-146.

HAESELER, V. & C. RITZAU, (1998): Zur Aussagekraft wirbelloser Tiere in Umwelt- und Naturschutzgutachten – was wird tatsächlich erfaßt? – Z. Ökol. Natursch. **7**: 45-66.

HEITLAND, W. & H. PSCHORN-WALCHER (1993): Feeding strategies of sawflies. – In: WAGNER, M. & K. F. RAFFA (Hrsg.): Sawfly life history adaptions to woody plants. – Academic Press: 93-118.

HELTSHE, J. F. & FORRESTER, N. E. (1983): Estimating species richness using jackknife procedure. – Biometrics 39: 1-11.

HENLE, K., K. AMLER, R. BIEDERMANN, G. KAULE & P. POSCHLOD (1999): Bedeutung und Funktion von Arten und Lebensgemeinschaften in der Planung. – In: AMLER, K., K. HENLE, P. POSCHLOD & J. SETTELE (Hrsg.) (1999): Populationsbiologie in der Naturschutzpraxis: Isolation, Flächenbedarf und Biotopansprüche von Pflanzen und Tieren. – Ulmer, Stuttgart: 17-23.

HERRMANN, M. (1994): Die Flora der Stadt Oldenburg. – Drosera '**94**: 95-110.

HOOP, M. (1968): Holsteinische Pflanzenwespen (Symphyta). – Schr. Naturw. Ver. Schlesw.-Holst. **38**: 51-72.

JANSEN, E. (1998): Die Gattung *Hartigia* SCHIØDTE, 1838 in Europa (Hymenoptera: Cephidae). – In: TAEGER, A. & S. M. BLANK (Hrsg.): Pflanzenwespen Deutschlands (Hymenoptera, Symphyta) – Kommentierte Bestandsaufnahme. – Deutsches Entomologisches Institut, Verlag Goecke & Evers, Keltern: 301-318.

KETTNER, F. W. (1955): Bemerkenswerte Blattwespenfunde, insbesondere aus der Umgebung von Hamburg. – Bombus **1**: 372-373.

KLAUSNITZER, B. (1993): Ökologie der Großstadtfauna. – Fischer Verlag, Jena, Stuttgart.

KOCH, F. (1985): Phänologische und ökologische Bemerkungen zur Symphytenfauna der küstennahen Landschaft (Hymenoptera). – Dtsch. Ent. Z., N.F. **32**: 251-263.

KÖHLER, W., G. SCHACHTEL & P. VOLESKE (1995): Biostatistik: Einführung in die Biometrie für Biologen und Agrarwissenschaftler. – Springer-Verlag Berlin, Heidelberg.

KRAUS, M. (1992): Rote Liste gefährdeter Blatt-, Halm- und Holzwespen (Symphyta) Bayerns. – Schriftenreihe Bayer. Landesamt für Umweltschutz **111**: 140-145.

LEGENDRE, L. & P. LEGENDRE (1983): Developments in Environmental Modelling, 3 – Numerical Ecology. – Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam.

LORENZ, H. & M. KRAUS (1957): Die Larvalsystematik der Blattwespen (Tenthredinoidea und Megalodontoidea). – Abh. Larvalsyst. Ins. **1**: 1-339.

MOHR, N., S. RISCH & M. SORG (1992): Vergleichende Untersuchungen zur Fauna ausgewählter Hautflüglertaxa (Hymenoptera) von Streuobstwiesen im Nordpfälzer Bergland. – Beiträge Landespflege Rheinland-Pfalz **15**: 409-493.

RITZAU, C. (1986): Beitrag zur Pflanzenwespenfauna Nordwestdeutschlands (Hymenoptera: Symphyta). – Drosera '**86**: 97-107.

RITZAU, C. (1990): Pflanzenwespenfunde aus dem Elbe-Weser-Dreieck (Hymenoptera: Symphyta). – Oldenb. Jahrb. **90**: 265-283.

RITZAU, C. (1995a): Zur Pflanzenwespenfauna des Bremer Bürgerparks (Hymenoptera: Symphyta). – Abh. Naturw. Ver. Bremen **43**: 73-90.

RITZAU, C. (1995b): Pflanzenwespen (Hymenoptera: Symphyta) einer Küstenlandschaft untersucht am Beispiel der Ostfriesischen Inseln. – Cuvillier-Verlag, Göttingen.

RITZAU, C. (1997): Die Pflanzenwespenfauna (Hymenoptera: Symphyta) einer intensiv genutzten Agrarlandschaft im Emsland. – Abh. Westf. Mus. Naturk. **59**: 171-181.

RITZAU, C. (1999): Bemerkenswerte Pflanzenwespenfunde aus Nordwestdeutschland (Hymenoptera: Symphyta). – Abh. Naturwiss. Verein Bremen **44**: 847-856.

SCHAEFER, M. (1992): Ökologie. – Fischer Verlag, Jena.

SCHAEFER, M. & M. SAYER (1993): Straßenrandflächen als Lebensraum für Tiere. – Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft **636**: 143-166, Bonn-Bad Godesberg.

SCHEDL, W. (1991): Hymenoptera, Unterordnung Symphyta, Pflanzenwespen. – Handbuch der Zoologie, Walter de Gruyter Verlag, Berlin, New York, Band IV, **31**: 1-132.

SCHUSTER, B. (1985): Zum Auftreten von Pflanzenwespen in Hochmoorresten des Norddeutschen Flachlandes (Hymenoptera, Symphyta). – Drosera '**85**: 1-16.

SMITH, D.R. (1993): Systematics, life history and distribution of sawflies. – In: WAGNER, M. & K. F. RAFFA (Hrsg.): Sawfly life history adaptions to woody plants. – Academic Press: 3-32.

SÖRENSEN, T. (1948): A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content and its application to analyses of the vegetation on Danish commons. – K. dansk. Vidensk. Selsk. Skr. **5**: 1-34.

STUGREN, B. (1986): Grundlagen der allgemeinen Ökologie. – Fischer Verlag, Stuttgart.

SUKOPP, H. & R. WITTIG (Hrsg.) (1993): Stadtökologie. – Fischer Verlag, Jena, Stuttgart, New York.

TAEGER, A. & S. M. BLANK (Hrsg.) (1998): Pflanzenwespen Deutschlands (Hymenoptera, Symphyta) – Kommentierte Bestandsaufnahme. – Deutsches Entomologisches Institut, Verlag Goecke & Evers, Keltern.

TAEGER, A., S. M. BLANK, E. JANSEN, M. KRAUS & C. RITZAU (1998a): Rote Liste der Pflanzenwespen (Hymenoptera: Symphyta). In: BINOT, M., R. BLESS, P. BOYE, H. GRUTTKE & P. PRETSCHER (Hrsg.): Rote Liste gefährdeter Tiere Deutschlands. – Schriftenr. Landschaftspfl. Natursch., **55**: 147-158.

TAEGER, A., E. ALTENHOFER, S. M. BLANK, E. JANSEN, M. KRAUS, H. PSCHORN-WALCHER & C. RITZAU (1998b): Kommentare zur Biologie, Verbreitung und Gefährdung der Pflanzenwespen Deutschlands (Hymenoptera, Symphyta). – In: TAEGER, A. & S. M. BLANK (Hrsg.) (1998): Pflanzenwespen Deutschlands (Hymenoptera, Symphyta) – Kommentierte Bestandsaufnahme. – Deutsches Entomologisches Institut, Verlag Goecke & Evers, Keltern: 49-136.

TAEGER, A. & M. TAEGER (1997): Pflanzenwespen (Hymenoptera, Symphyta) aus dem Brandesbachtal (Lkrs. Nordhausen). – Landschaftspflege u. Naturschutz in Thüringen **34, 4**: 102-108.

TSCHARNTKE, T. & W. RÜHM (1985): Zur Verbreitung und Lebensweise der Genetzten Gespinstblattwespe *Caenolyda reticulata* (LINNAEUS 1758) (Hymen., Pamphiliidae). – Anz. Schädlingskde., Pflanzenschutz, Umweltschutz **58**: 35-36.

WAGNER, A. C. W. (1940): Die Pflanzenwespen (Symphyta) des westlichen Norddeutschland.- Verh. Ver. Naturw. Heimatforsch. Hamburg **28**: 32-79.

WEIFFENBACH, H. (1962): Tenthredinidenstudien II (Hym.). Teil I. Blattwespen norddeutscher Niedermoore. – Mitt. Münch. Ent. Ges. **52**: 123-133.

Anschrift des Verfassers:

Dipl.-Biol. Jens Schmitz, Philipps Universität Marburg, Fachbereich Biologie, Fachgebiet Naturschutz, Karl-von-Frisch-Straße, D-35032 Marburg

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Drosera

Jahr/Year: 2001

Band/Volume: 2001

Autor(en)/Author(s): Schmitz Jens

Artikel/Article: Ein ehemaliger Verschiebebahnhof als Refugium für Pflanzenwespen (Hymenoptera: Symphyta) 57-83