Zur Stechimmenbesiedlung von Sandheiden und verwandten Biotopen am Beispiel des Pestruper Gräberfeldes in Nordwest-Niedersachsen (Hymenoptera Aculeata)

Andreas von der Heide, Rolf Witt

Abstract: In 1987 169 species of Hymenoptera Aculeata (without Formicidae) were recorded in the sandy heath ‚Pestruper Gräberfeld' (Northwest Germany) and adjacent areas. A multivariate ordination technique (DCA) was used to compare the similarity between separate areas in a graph. The requisites offered in the single habitats, particularly the nestingplaces, influenced the species associations in a characteristic manner. This is attributed to the fact that at least ♀♀ of the non-parasitic species possess activity centers and limited home ranges during their nest provisioningphases. Moreover, cuckoo-species ♀♀ in search of host nests stayed a long time of the day in habitats which offered favourable nesting-sites for their hosts. In case of the Apoidea it is demonstrated as well, that the communities of adjacent habitats cannot be considered separately. For example, more species than expected occurred in the sandy heath where blooming was rare until the end of June. The rich entomophilous vegetation in the neighbourhood guaranteed the existence of many of these species. Foraging bees from the sandy heath caused an above-average amount of ground-nesting species to be recorded in the adjoining areas. Consequently the beecommunity of a separate habitat is not merely determined by species which find all essential requisites in this area.

1. Einleitung

Subatlantische Zwergstrauchheiden prägten noch im vorigen Jahrhundert weite Teile des nordwestdeutschen Flachlands. Von den rund 1,5 Millionen Hektar um 1900 (SCHMAL 1984) sind heute nur noch rund 10000 ha zumeist als Reliktareale verblieben (DRACHENFELS et al. 1984). Da von den Arten der Hymenoptera Aculeata ein hoher Prozentsatz auf trockene Habitatstrukturen angewiesen ist, eignen sie sich gut zu exemplarischen Studien über die Besiedlung von Sandheiden. Obwohl in diesem Biotoptyp im Laufe des Jahrhunderts immer wieder Aculeate gesammelt wurden, liegen keine umfassenden Untersuchungen aus Nordwestdeutschland vor. Am Beispiel des „Pestruper Gräberfeldes", das trotz Degenerationserscheinungen noch zu den am besten erhaltenen Sandheideresten der Region zu zählen ist, soll eine Charakterisierung der Aculatenfauna (ohne Formicidae) dieses Lebensraums und der angrenzenden Bereiche erfolgen.

2. Beschreibung des Untersuchungsgebiets

Das Untersuchungsgebiet (Abb. 1a) liegt 3 km südöstlich der Stadt Wildeshausen im Landkreis Oldenburg (Niedersachsen). Die Areale gehören zu einer um 30m über NN gelegenen Zwischenterrasse des Hunteurstromtales, die aus Grundmoränen des Quartärs aufgebaut sind (TAUX 1986). Es herrschen Sande und Kiese aus glazifluviatiler Ablagerung im Untergrund vor, die von einer Flugsandschicht bedeckt sind. In allen Teilgebieten hat sich ein mehr oder weniger typischer Podsolboden ausgebildet. Es lassen sich drei größere Teilgebiete, Pestruper Gräberfeld, Rosengarten und Eulenberg unterscheiden.

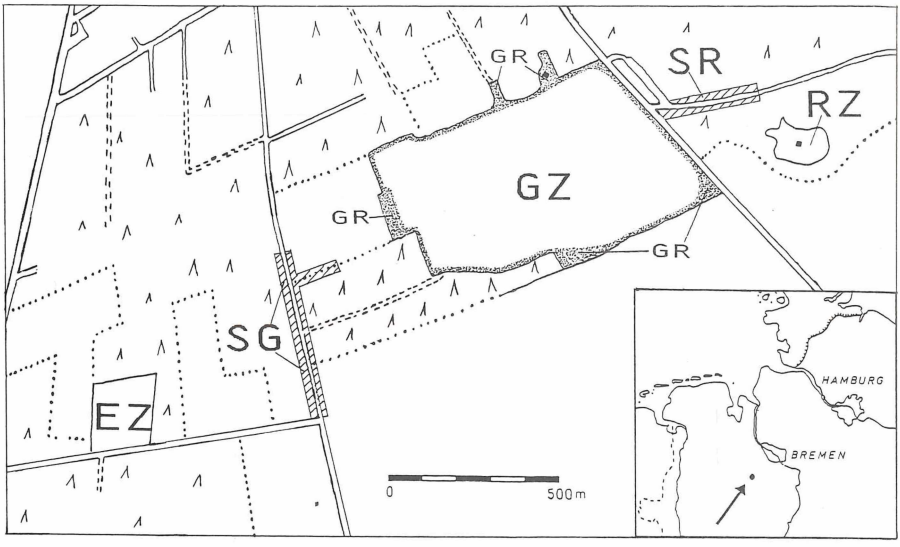


Abb. 1a: Lage und Abgrenzung der Untersuchungsflächen (GZ = Gräberfeld-Zentral, GR = Gräberfeld-Rand, RZ = Rosenberg-Zentral, EZ = Eulenberg-Zentral, SG = Sandweg Gräberfeld, SR = Sandweg Rosengarten).

Pestruper Gräberfeld (GZ und GR)

Das Naturschutzgebiet Pestruper Gräberfeld mit einer Fläche von rund 40 ha ist ein Hügelgräberfeld mit ca. 500 Grabhügeln aus der späten Bronze- und frühen Eisenzeit.
Der größte Teil der Vegetation des „Gräberfeld-Zentral" (GZ) ist als *Genisto-Callunetum,* Subassoziation von *Danthonia decumbens,* reine Variante (Trockene Heide) zu charakterisieren (SCHMAL 1984). Hier sind unter anderen die Assoziationscharakterarten *Genista pilosa, Genista anglica* sowie *Calluna vulgaris* und *Potentilla erecta* anzutreffen. An einigen tiefer gelegenen, feuchteren Stellen hat sich die *Erica tetralix*-Variante der oben genannten Subassoziation (Feuchte Heide) etabliert. Insbesondere im westlichen Teil befindet sich die Heide trotz der Beweidung durch Schafe in einem degenerierten Zustand, der im Untersuchungszeitraum durch vermehrtes Auftreten gesellschaftsfremder Arten (z.B. *Avenella flexuosa*), einen Rückgang der Blütendichte und durch Heideblattkäferbefall gekennzeichnet war (TEWES 1986). Um eine Heideverjüngung zu bewirken, sind im Jahr 1982 versuchsweise sechs jeweils 200 m^2 große Flächen mit einem Rasenhobel abgeschält worden. An höheren Gehölzen kommen im Zentralbereich nur einige *Pinus sylvestris* Gebüsche (bis 3m hoch) vor. Im

Abb. 1b: Pestruper Gräberfeld: Blick von Osten.

südlichen Teil befinden sich auch einige Totholzreste von *Pinus*-Stämmen. Aufgrund eines starken touristischen Besuchs ist das Pestruper Gräberfeld von einem Wegenetz überzogen. Diese Wege bestehen entweder aus verfestigtem, vegetationslosen Sand oder werden von Ersatzgesellschaften der Heide eingenommen, welche durch Trittbelastungen hervorgerufen werden (*Nardus stricta*-Gesellschaften).
Vom oben beschriebenen GZ heben sich die Randbereiche, im weiteren als „Gräberfeld-Rand" (GR) abgetrennt, durch eine andere Vegetation und Habitatausstattung deutlich ab. Im Norden, Osten und Südwesten wird das Gräberfeld überwiegend durch Gehölz- und Gebüschstreifen (*Quercus robur, Betula pubescens*) sowie durch Nadelholzforsten (*Pinus sylvestris, Pinus mugo*) abgegrenzt. An der Nordseite befindet sich ein aus Findlingen gemauerter, reetgedeckter Schafstall. Die pflanzensoziologisch schwach charakterisierten Randstreifen und Ackerränder besitzen im Westen und Süden ein vielfältiges Angebot entomophiler Blütenpflanzen (Tab. 1).

Rosengarten Zentral (RZ)

Auf dem größten Teil der Fläche des RZ, dem rund 10ha großen Kernbereich eines Wassergewinnungsgebietes, hat sich eine durch Schafbeweidung hervorgerufene, blütenreiche *Armerion elongatae*-Fragment-Gesellschaft mit viel *Galium verum* entwickelt (u.a. ELLENBERG 1986: 686-687, JECKEL 1984). Rund um die Pumpstation war die Gesellschaft am besten erhalten, da hier nach Einstellen der Schafbeweidung seit 1982 jährlich zweimal gemäht wird. Kleinflächig sind auch ein *Airetum praecocis,* eine *Carex arenaria*-Gesellschaft, ein *Calluna vulgaris*-Bestand und eine Ruderalfläche mit *Cirsium arvense* und *C. vulgare* vertreten. In der mit einem Holzzaun umfriedeten Pumpstation sind die Ziergehölze *Viburnum lantana* und *Cotoneaster* spec. angepflanzt. An weiteren, einzeln stehenden Gehölzen sind *Sorbus aucuparia, Salix aurita, Betula pubescens* und *Frangula alnus* zu nennen (weitere Pflanzenarten vgl. Tab. 1). Von wenigen, kleinen Bereichen abgesehen, wies die Fläche eine geschlossene Vegetationsdecke und teilweise eine temporäre Staufeuchte auf. Die Randbereiche des RZ waren durch große Stubbenwälle und weitere Totholzanteile gekennzeichnet. Die entomophile Vegetation ist hier jedoch weniger vielfältig, in einigen Bereichen sehr blütenarm.

Eulenberg Zentral (EZ)

Diese jüngere Nadelholzaufforstung (Wuchshöhen 1-3m) ist von einem Mosaik vegetationsloser Sandflächen und wuchsfreudigen *Calluna vulgaris*-Beständen durchsetzt, wobei auch *Erica tetralix* und *Vaccinium myrtillus* vertreten sind. Durch bebuschte und mit *Rubus fruticosus* bewachsene Stubbenwälle wird sie in zwei Flächen geteilt. Weiteres Totholz (Stubben und nicht abgeräumte Stämme) liegt auch innerhalb der Aufforstung. An größeren Bäumen finden sich Einzelexemplare von *Quercus robur* und *Pinus sylvestris.* Im Westen grenzte ein Rapsfeld an die Fläche. Neben Raps traten hier vermehrt weitere für Aculeate attraktive Blütenpflanzen wie *Salix caprea, Frangula alnus, Taraxacum officinale* und *Hieracium pilosella* auf.

Sandweg Gräberfeld (SG)

Westlich wird der Sandweg durch einen älteren Kiefernforst und eine Neuaufforstung mit einem dicht mit *Rubus fruticosus* und *Corydalis claviculata* bewachsenen Stubbenwall begrenzt. Die östliche Abgrenzung bilden Ackerflächen und ein Kiefernforst, an dessen Rand sich ein größerer Stubbenhaufen befindet. Die Wegrandstreifen beherbergen für die hier untersuchten Insektengruppen eine Reihe attraktiver Pflanzenarten (Tab. 1). Für das Frühjahr sind neben *Tussilago farfara* viele Exemplare von *Salix caprea* und *Salix aurita* hervorzuheben.

Sandweg Rosengarten (SR)

Nach Norden grenzt das Naturschutzgebiet „Pestruper Moor" mit einer alten Fichten- bzw. Kiefernschonung an den Sandweg. Auf der Südseite befindet sich eine junge, verheidete Fichtenaufforstung, der sich nach Osten ein kleiner, feuchter Bruchwaldrest und die Südgrenze des Wassergewinnungsgebiets Rosengarten anschließt. Während der westliche Teil des Weges sonnenexponiert ist, wird er nach Osten hin durch auf beiden Seiten des Weges stehende größere Bäume stark beschattet. Im Frühjahr bilden mehrere große *Salix*-Bäume und ein *Crataegus monogyna*-Strauch ein wichtiges Blütenangebot. Später blühen auf den z.T. nur schütter bewachsenen Randstreifen zahlreiche entomophile Pflanzen. Hinzu kommen *Rubus fruticosus*-Gestrüppe und Totholzstrukturen.

Vegetation

Die ermittelten entomophilen Blütenpflanzen (Tab. 1) wurden zur Verdeutlichung der Blühaspekte nach den im Freiland ermittelten Blühperioden geordnet.

Tab. 1: Häufigkeit und Blühperiode der in den Untersuchungsflächen ermittelten entomophilen Blütenpflanzen (≡ = Blühhöhepunkt; Abkürzung der Untersuchungsflächen s. Abb. 1; weitere Erläuterungen s. Anmerkungen zu Tab. 1)

Blumendichte		Blühzeit . A . . M . . J . . J . . A . aS	Präsenz & Frequenz GZ	GR	RZ	EZ	SG	SR
Empetrum nigrum	A	März-Anfang April	1	-	-	-	1	-
Stellaria media	A	-≡≡≡≡≡≡≡≡≡≡≡≡≡≡	1'	1	-	-	1	1'
Salix caprea	B	-≡≡-	-	2	-	-	3	2
Arabidopsis thaliana	A	-≡≡≡≡≡	-	2	2'	-	2	-
Salix aurita	B	-≡≡-	-	2	3	-	2	-
Amelanchier spec.	B	-≡--	-	-	-	-	-	1
Erodium cicutarium	A	--≡≡≡≡≡≡---	-	2'	2	-	2	1
Teesdalia nudicaulis	A	≡≡≡≡≡	-	-	1'	-	-	-
Viola arvensis	A	-≡≡≡≡≡---	-	2	2'	-	3	2'
Taraxacum officinale	A	-≡≡≡-	-	1	1'	-	2'	1
Genista anglica	A	-≡≡-	3'	-	-	-	-	-
Anchusa arvensis	A k	----------	-	2	-	-	2	-
Veronica serpyllifolia und spec.	A	≡≡≡≡≡	-	-	-	-	-	1'
Geranium molle/dissectum	A	-≡≡≡≡≡-	-	-	-	-	-	1'
Brassica napus	B	-≡≡≡≡-	-	-	-	-	-	-
Stellaria holostea	A	-≡≡≡≡-	-	2	1	1	1	-
Vacccinium myrtillus	B	-≡≡≡-	-	-	-	2	2	-
Sorbus aucuparia	B	-≡≡≡-	-	-	2	-	-	-
Viburnum lantana	B	-≡≡-	-	-	2	-	-	-
Corydalis claviculata	A	--≡≡≡≡≡≡-	-	2	-	2	3	2
Potentilla erecta	A	--≡≡≡≡≡--	3'	2'	-	-	-	-
Ranunculus acris	A	--≡≡≡≡≡---	-	2'	2'	-	2'	2'
Matricaria discoidea	A k	-----	-	1	-	-	-	-
Myosotis arvensis	A	-≡≡≡≡≡--	-	2	-	-	2	1
Frangula alnus	B	-≡≡≡≡-	-	2	2	2	3	-
Sarothamnus scoparius	B	-≡≡≡-	-	1	1	-	-	-
Crataegus monogyna	B	-≡≡	-	-	-	-	-	2
Rubus idaeus	B	-≡≡--	-	-	-	-	1	1
Rubus fruticosus	B	--≡≡≡≡≡---	1'	2	-	3'	3'	2
Genista pilosa	A	--≡≡≡≡-	3'	-	-	-	-	-
Trifolium repens	A	-≡≡≡≡≡≡≡	1'	3	1'	-	3	1
Hieracium pilosella	A	-≡≡≡- ----	1'	1	2	-	-	1
Aegopodium podagraria	B	-≡≡≡--	-	-	-	-	-	1
Galium mollugo und *harycnium*	A k	------	3'	2	2	2	1	-
Cotoneaster spec.	B	≡≡≡≡	-	-	1	-	-	-
Sisymbrium officinale	A	-≡≡≡≡≡-	-	1'	1	-	-	1
Stellaria graminea	A	-≡≡≡-	-	2	1	-	1	1
Veronica officinale	A	-≡≡	-	-	1	-	-	-
Trifolium dubium	A	--≡≡≡≡-	-	2	-	-	1	1
Sambucus nigra	B k	----	-	1	-	-	-	1
Achillea millefolium	A	-≡≡≡≡≡-	-	3	3	-	1	2
Campanula rotundifolia	A	-≡≡≡≡≡-	1'	1	3	-	-	-
Lotus corniculatus	A	-≡≡≡≡≡-	-	-	2'	-	-	-
Linaria vulgaris	A	-≡≡≡≡≡-	-	2	1	-	-	-
Lupinus luteus	B	-≡≡≡≡--	-	2	-	-	-	-
Hypochoeris radicata	A	-≡≡≡≡≡	-	2	2	-	2	1
Matricaria inodora	A	-≡≡≡≡-	-	3	-	-	2	-
Vicia hirsuta	A	-≡≡≡≡-	-	2	-	-	1	-
Erica tetralix	B	-≡≡≡≡--	3	-	-	1	-	-

	Blumendichte	Blühzeit .A..M..J..J..A.aS	Präsenz & Frequenz GZ	GR	RZ	EZ	SG	SR
Chaerophyllum temulum	B	-≡≡≡-	-	-	-	-	1	-
Centaurea cyanus	A	-≡≡≡--	-	1'	-	-	-	-
Vicia sativa	A	-≡≡≡-	-	1	1'	-	1	1'
Ornithopus perpusillus	A	-≡≡≡-	-	-	1	-	-	-
Melandrium album	B k	----	-	2	-	-	1	1
Galeopsis tetrahit	A	-≡≡≡≡≡	-	1'	-	-	1	-
Epilobium angustifolium	B	-≡≡≡≡	1'	1	-	-	-	2
Cirsium arvense	B	-≡≡≡≡-	-	2	2	-	1	1'
Stachys palustris	A	------	-	-	-	-	1	-
Cirsium vulgare	B	≡≡≡≡≡	-	1	1	-	-	1
Hypericum perforatum	B	≡≡≡≡≡	-	-	1	1	1	1
Galium verum	B k	-----	-	-	3'	-	-	-
Hieracium umbellatum	B	≡≡≡≡	-	1	1	-	-	-
Leontodon autumnale	A	-≡≡≡≡	-	2	1	1'	2	-
Tanacetum vulgare	B	-≡≡≡≡	-	1	-	-	1'	1
Calluna vulgaris	B	-≡≡≡≡	4	-	1	3	2	1
Trifolium arvense	A	≡≡≡≡	-	-	1	-	-	-

außerdem mit sehr spärlichen Vorkommen: *Achillea ptarmica* RZ, *Polygonum mite* GR, *Knautia arvensis* RZ, SG, *Arctium* spec. GR, *Capsella bursa-pastoris* SR, *Lamium album* SR, *Trientalis europea* SG

Anmerkungen zu Tab. 1:

Blumendichte:
A = Hohe Blumendichte wird nur erreicht, wenn viele Einzelpflanzen flächenmäßig zusammentreten.
B = Eine hohe, auffällige Blumendichte wird schon durch eine oder wenige Einzelpflanzen erreicht.
' = Nur Bestände mit geringer Blumendichte im Vergleich zu einem typischen Bestand der Kategorien A und B angetroffen.
k = keine Bedeutung für die hier untersuchten Gruppen

Kombinierte Schätzung von Präsenz und Frequenz in einem UG:
1 = Niedrige Frequenz in einem UG (Untersuchungsgebiet) und niedrige Präsenz in allen Rastern dieses UG's
2 = Hohe Frequenz in einem UG, aber niedrige Präsenz in allen Rastern bzw. niedrige Frequenz, aber hohe Präsenz in einzelnen Rastern
3 = Hohe Frequenz in einem UG und hohe Präsenz in vielen Rastern
4 = Arten, bei denen die Frequenz und Präsenz so hoch sind, daß sich die einzelnen Bestände in einem Großteil des UG's zusammenschließen

3. Klima, Witterung

Großklimatisch bestimmt ein maritim geprägtes Wetter mit relativ kühlen, feuchten Sommern und milden, feuchten Wintern das Untersuchungsgebiet. Die Abweichungen von den langjährigen Mitteln der täglichen Maximaltemperaturen und der Sonnenscheindauer zeigen den sehr unterdurchschnittlichen Verlauf der Witterung. Während der April in Bezug auf diese Parameter noch leicht überdurchschnittlich verlief, ergaben sich für Mai, Juni und August z.T. gravierende negative Abweichungen. So war im Mai die Sonnenscheindauer um 51% reduziert. Die Maximaltemperatur lag 2,1°C unter dem Mittel. Nur im Juli und im für die Erfassung nicht mehr so wichtigem September befanden sich die Werte leicht über dem Durchschnitt.

4. Methodik

4.1. Erfassungsmethoden, Erfassungsgrad und -zeitraum

Die wichtigste Methode war der Sicht- und Streiffang mit einem Insektennetz. Durch Netzfang werden bestimmte Arten methodenbedingt schlechter nachgewiesen, so z.B. besonders kleine Arten sowie solche mit versteckter Lebensweise oder großer Fluchtdistanz. Im Feld

Tab. 2: Temperatur und Sonnenscheindauer im Untersuchungszeitraum April - September 1987 und Vergleich mit den langjährigen Mitteln (Wetterstation Ahlhorn/Bundeswehr, nach „Monatlicher Witterungsbericht - Amtsblatt des Deutschen Wetterdienstes 1987"; Sd = Sonnenscheindauer in Std.; % = % vom Mittel; D-Sd = Abweichung der Sd vom Mittel in Std.; T = Monatsmittel der täglichen Maximaltemperaturen in °C; D-T = Abweichung der T vom Mittel in °C).

1987	Sd	%	D-Sd	T	D-T
April	157	102	3	9.5	2.3
Mai	157	80	-39	9.6	-2.1
Juni	110	55	-90	13.6	-1.6
Juli	198	106	11	16.6	0.2
August	134	76	-42	15.5	-0.6
Sept.	156	110	14	14.0	0.6
Jahr gesamt	1338	93	-100	7.8	-0.7

sicher ansprechbare Arten wurden nicht quantitativ gefangen. Neben dem Netzfang wurden Trapnester und Schilfbündel (n = 33) eingesetzt. Die Einholung besetzter Trapneströhrchen erfolgte an den Untersuchungstagen, die der Strohnester am 31.10.87. Mit dieser Methode wurden insgesamt 11 Arten nachgewiesen, von denen 4 Arten nicht im Netzfangmaterial vertreten waren.

Die Freilanduntersuchungen wurden von Anfang April bis Anfang September 1987 an 25 Tage mit optimaler bis suboptimaler Witterung durchgeführt. Hierbei waren die Autoren fast immer gemeinsam im Freiland. Am 1.9.88 wurden die Flächen erneut aufgesucht, ohne daß neue Arten festgestellt werden konnten. Für folgende Monatsdrittel liegen keine Fangtage vor: Anfang und Mitte Juni, Ende Juli und Ende August.

Die einzelnen Untersuchungsgebiete weisen folgende Fangintensität auf:

	Fangtage	Stunden (ca.) pro Person
Gräberfeld Zentral	18	18
Gräberfeld Rand	14	14
Rosengarten Zentral	16	15
Eulenberg Zentral	9	11
Rosengarten Sandweg	12	7
Gräberfeld Sandweg	8	9

Zur Beurteilung des Erfassungsgrades wird vorgeschlagen Artenarealkurven aufzustellen (z.B. SCHWERDTFEGER 1975). Bei dieser Untersuchung wird im wesentlichen nach der von HAESELER (1990) vorgeschlagenen Methode vorgegangen, da sie das gestaffelte Erscheinen von Stechimmen über die Fangperiode angemessen berücksichtigt. Es wurden 5 Gruppen mit jeweils vier, gleichmäßig über die gesamte Untersuchungszeit verteilten Fangtagen gebildet. Hierbei wird nicht darauf geachtet, wie viele Arten an einem bestimmten Tag ermittelt werden konnten, wodurch eine zufällige Auswahl der Fangtage erfolgt. Falls Trapnest bewohnende Arten nicht bereits zu einem früheren Termin mit dem Netz ermittelt wurden, ist der erste Tag berücksichtigt, an dem eine Einholung eines Nestes dieser Art erfolgte. Diese Zuordnung führte zu folgender Gruppierung:

1. Gruppe: 23.4., 18.5., 25.6., 7.8.87
2. Gruppe: 24.4., 19.5., 30.6., 11.8.87
3. Gruppe: 26.4., 23.5., 4.7., 17.8.87
4. Gruppe: 28.4., 24.5., 5.7., 1.9.87
5. Gruppe: 29.4., 26.5., 14.7., 3.9.87

Die Fangtage 7.4., 8.4., 16.4., 18.4. und 15.5.87 sowie der 1.9.88 werden nicht berücksichtigt, da sich hieraus keine neue Gruppe mehr bilden ließ. Dadurch fällt eine Art (*Nomada signata*) aus der Analyse heraus. Die drei, nur aus Schilfbündeln ermittelten Arten (*Chrysis cyanea, Ancistrocerus gazella, Symmorphus mutinensis*) bleiben ebenfalls unberücksichtigt.

Das Artenspektrum für alle in die Untersuchung einbezogenen Habitate konnte hinreichend repräsentativ erfaßt werden, da die Arealkurve (Abb. 2) einen deutlichen Sättigungsverlauf zeigt. Für die einzelnen Untersuchungsgebiete liegen zu wenige Fangtage vor, um zumindest

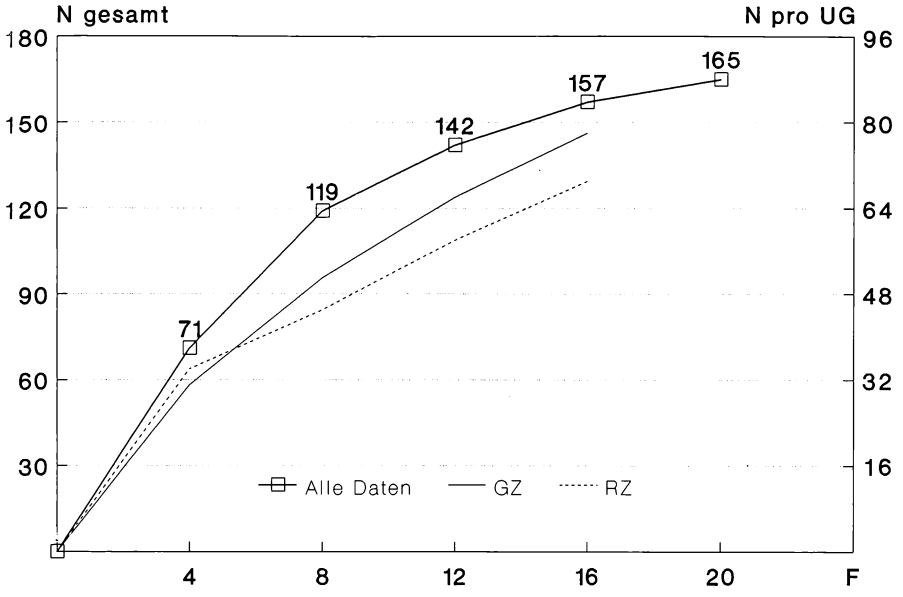


Abb. 2 Artenarealkurve aller untersuchten Habitate, der Arten des Gräberfeld-Zentral (GZ) und des Rosengarten-Zentral (RZ) (nähere Erläuterungen im Text).

eine zur Klärung notwendige 5. Gruppe bilden zu können. Der steilere Verlauf der Kurven für das GZ und für den RZ, bei denen jeweils 4 Gruppen mit 4 Fangtagen vorliegen, deutet darauf hin, daß einzelne Arten in den Teilbereichen nicht erfaßt werden konnten.

4.2. Statistische Methoden

Zur Durchführung der „Detrended Correspondence Analysis (DCA)" kam das Programmpaket CANOCO (Version 2.2) von Cajo J.F. Ter Braak (Agricultural Mathematics Group, Box 100, 6700 AC Wageningen The Netherlands) zur Anwendung.

5. Determination

Die Determination erfolgte bei: Vespoidea nach BLÜTHGEN (1961), Pompilidae nach WOLF (1972) und OEHLKE & WOLF (1987), Sphecidae nach OEHLKE (1970) und LOMHOLDT (1975/76), *Trypoxylon* nach PULAWSKI (1984), Apoidea nach SCHMIEDEKNECHT (1930), *Lasioglossum* und *Halictus* nach EBMER (1969, 1970, 1971, 1973), *Hylaeus* nach DATHE (1980), *Sphecodes* nach BLÜTHGEN (1923) und SUSTERA (1959), *Chrysididae* nach LINSENMAIER (1959) und KUNZ (1989).
Die Nomenklatur und Systematik richtet sich bei den Vespoidea nach VAN DER VECHT & FISCHER (1972), den Pompilidae nach WAHIS (1986), den Sphecidae nach JACOBS & OEHLKE (1990), den Chrysididae nach LINSENMAIER (1959) und den Apoidea mit Ausnahme der von M. Schwarz überprüften Exemplare von *Sphecodes marginatus* HAGENS 1882 nach WESTRICH (1989).

6. Artenspektrum

Ausgewertet wurden 1807 Individuen aus 169 Arten. Dies entspricht 26,1% der Arten des Norddeutschen Flachlands. In die Artenliste (Tab. 3) sind 165 Arten mit 1571 Individuen aus den regelmäßig besuchten Flächen aufgenommen worden. Bei den nicht genannten, nur in den sporadisch aufgesuchten Flächen (einschließlich der Randbereiche von RZ und EZ) festgestellten Spezies handelt es sich um *Osmia parietina* CURTIS (1 ♂ Rosengarten Wiese), *Nomada fabriciana* L. (1 ♀ Eulenberg-Rand), *Chrysis cyanea* L. (1 ♀ Rosengarten-Rand) und *Ancistrocerus oviventris* WESMAEL (1 ♂ nördlich Gräberfeld).

Tab. 3: Artenliste (Zahl der ♀♀ nicht hervorgehoben, I = Individuenzahl (fett hervorgehoben), Zahl der aus Nestern gezogenen Individuen unterstrichen; Nw = Nistweise, Bio = Angaben zur Biologie; Abkürzung der Untersuchungsgebiete s. Abb. 1; weitere Erläuterungen s. Anmerkungen zu Tab. 4)

	GZ ♀♀. I	GR ♀♀. I	RZ ♀♀. I	EZ ♀♀. I	SG ♀♀. I	SR ♀♀. I	Σ	Nw	Bio	Fangdaten .A..M..J..J..A.aS
APOIDEA: 81 Arten										
Colletidae:										
Colletes daviesanus SMITH 1846	.	2. **2**	.	.	.	.	**2**	e	U	-
Colletes succinctus (LINNAEUS 1758) ✶	1. **9**	.	.	2. **3**	.	.	**12**	e	U	= =
Hylaeus communis NYLANDER 1852	-. **1**	.	.	.	.	.	**1**	h	B?	x -
Hylaeus gibbus SAUNDERS 1850	.	1. **1**	.	.	1	.	**2**	h	B?	x -
Andrenidae:										
Andrena angustior (KIRBY 1802)	.	.	1. **1**	3. **4**	1. **2**	-. **2**	**9**	e	U!	= =-
Andrena apicata SMITH 1847 ✶	2. **6**	.	3. **7**	.	-. **1**	2. **3**	**17**	e	U	===
Andrena barbilabris (KIRBY 1802)	1. **1**	-. **2**	.	.	.	2. **2**	**5**	e	U	- =
Andrena chrysosceles (KIRBY 1802)	.	.	.	1. **1**	.	.	**1**	e	U	-
Andrena cineraria (LINNAEUS 1758) ✶	6.**18**	-. **1**	1. **1**	1. **4**	-. **2**	3.**10**	**36**	e	U	=== -
Andrena clarkella (KIRBY 1802)	.	2. **2**	3. **3**	.	9. **9**	1. **3**	**17**	e	U	==- -
Andrena falsifica PERKINS 1915	2. **2**	.	.	.	.	1. **1**	**3**	e	U	-
Andrena fucata SMITH 1847	.	.	.	-. **1**	.	-. **2**	**3**	e	U	= =
Andrena fulva (MÜLLER 1766)	1. **1**	1. **2**	-. **2**	-. **1**	.	2. **2**	**8**	e	U	-= =
Andrena fuscipes (KIRBY 1802) ✶	7.**27**	.	.	10.**46**	-. **1**	.	**74**	e	U	= =
Andrena haemorrhoa (FABRICIUS 1781) ✶	.	-.**16**	4.**12**	1. **2**	3.**19**	1.**27**	**76**	e	U	=== =
Andrena jacobi PERKINS 1921	6. **7**	1. **4**	1. **1**	.	1. **1**	2. **2**	**15**	e	U	= --
Andrena nigroaenea (KIRBY 1802) ✶	2.**26**	1. **1**	3.**12**	1. **8**	-. **4**	1. **3**	**54**	e	U	=== == -
Andrena nitida (MÜLLER 1776)	1. **1**	-. **1**	-. **1**	1. **3**	-. **3**	.	**9**	e	U	= ==
Andrena ovatula (KIRBY 1802)	.	.	.	-. **3**	.	.	**3**	e	B?	=
Andrena praecox (SCOPOLI 1763)	1. **1**	.	3. **3**	.	1. **2**	3. **6**	**12**	e	U	===
Andrena tibialis (KIRBY 1802)	.	-. **1**	.	.	.	.	**1**	e	U	=
Andrena vaga PANZER 1799 ✶	1. **1**	6. **7**	.	.	.	1. **6**	**14**	e	U	=== -
Andrena wilkella (KIRBY 1802)	-. **2**	-. **1**	.	2. **4**	.	.	**7**	e	U!	=-= =
Panurgus banksianus (KIRBY 1802)	.	3. **5**	.	.	.	.	**5**	e	U	= =-
Panurgus calcaratus (SCOPOLI 1763)	.	-. **1**	.	.	.	-. **1**	**2**	e	U	=
Halictidae:										
Halictus confusus SMITH 1853	1. **1**	.	.	6. **8**	.	.	**9**	e	Sü	- - - = -
Halictus rubicundus (CHRIST 1791)	4. **4**	.	.	2. **4**	1. **2**	.	**10**	e	Sü	- -- -- = =
Halictus tumulorum (LINNAEUS 1758)	4. **6**	.	2. **2**	.	1. **1**	1. **1**	**10**	e	Sü	- -- - =
Lasioglossum albipes (FABRICIUS 1781)	2. **2**	.	3. **3**	.	2. **4**	.	**9**	e	Üü	-- =
Lasioglossum calceatum (SCOPOLI 1763)	2. **4**	-. **1**	3. **5**	4. **4**	1. **3**	1. **3**	**20**	e	Sü	- -- - - = =
Lasioglossum fratellum (PÉREZ 1903)	.	.	.	1. **1**	.	.	**1**	e	Üü	-
Lasioglossum fulvicorne (KIRBY 1802) ✶	11.**17**	5. **9**	6. **7**	-. **1**	4. **4**	29.**37**	**75**	e	?ü	--- -- == =
Lasioglossum leucopus (KIRBY 1802)	6. **6**	1. **1**	1. **1**	.	.	.	**8**	e	Sü	- - -
Lasioglossum leucozonium (SCHRANK 1781) ✶	-. **1**	1. **1**	5. **8**	-. **1**	-. **6**	3. **3**	**20**	e	Üü	-- - -= =
Lasioglossum punctatissimum (SCHENK 1853)	.	.	1. **1**	.	.	.	**1**	e	?ü	-
Lasioglossum rufitarse (ZETTERSTEDT 1838)	.	-. **1**	.	.	.	1. **2**	**3**	e	Üü	- ==
Lasioglossum sexstrigatum (SCHENK 1868)	2. **3**	.	2. **2**	2. **9**	2. **3**	5. **5**	**22**	e	Bü	- -- - = =
Lasioglossum tarsatum (SCHENK 1868)	.	.	.	-. **1**	.	.	**1**	e	?ü	-
Lasioglossum villosulum (KIRBY 1802)	.	.	3. **6**	.	.	.	**6**	e	Bü	- = =
Lasioglossum zonulum (SMITH 1848)	.	.	3. **3**	.	.	.	**3**	e	Üü	- = =
Sphecodes crassus THOMSON 1870	2. **2**	.	.	4. **5**	.	.	**7**	eP	Üü	- - - =
Sphecodes ephippius (LINNAEUS 1767)	1. **1**	.	.	.	.	.	**1**	eP	Üü	-
Sphecodes geoffrellus (KIRBY 1802)	.	.	.	2. **2**	-. **1**	.	**3**	eP	Üü	- =
Sphecodes gibbus (LINNAEUS 1758)	1. **1**	.	.	2. **4**	-. **1**	.	**6**	eP	Üü	- -- = =
Sphecodes longulus HAGENS 1882	1. **1**	.	.	8.**13**	-. **1**	.	**15**	eP	Üü	- - = =
Sphecodes marginatus HAGENS 1882	.	-. **1**	.	-. **7**	.	.	**8**	eP	Üü	= =
Sphecodes miniatus HAGENS 1882	3. **4**	.	.	6. **6**	.	1. **1**	**11**	eP	Üü	- -- - =
Sphecodes monilicornis (KIRBY 1802)	4. **5**	.	.	2. **7**	1. **1**	.	**13**	eP	Üü	- -- - - =
Sphecodes pellucidus SMITH 1845 ✶	18.**18**	1. **1**	2. **2**	11.**12**	2. **3**	.	**36**	eP	Bü	- -- -- =
Mellitidae:										
Dasypoda hirtipes (FABRICIUS 1775)	.	-. **1**	.	.	.	.	**1**	e	U	=
Melitta haemorrhoidales (FABRICIUS 1793) ✶	.	1. **6**	2. **8**	.	.	-. **1**	**15**	e	U	== =

	GZ ♀♀.♀	GR ♀♀.♀	RZ ♀♀.♀	EZ ♀♀.♀	SG ♀♀.♀	SR ♀♀.♀	∑	Nw	Bio	Fangdaten .A..M..J..J..A.aS
Megachilidae:										
Anthidium manicatum (LINNAEUS 1758)	.	.	1. 1	.	.	.	1	h	U	-
Anthidium strigatum (PANZER 1805)	.	.	-. 1	.	.	.	1	h	U	=
Chelostoma campanularum (KIRBY 1802)	.	.	-. 1	.	.	.	1	h	U	=
Chelostoma fuliginosum (PANZER 1798)	.	.	2. 3	.	.	.	3	h	U	= -
Megachile circumcincta (KIRBY 1802)	.	.	.	1. 1	.	.	1	eh	U	-
Megachile lapponica THOMSON 1872	.	-. 1	.	.	.	.	1	h	U	=
Megachile versicolor SMITH 1844	.	.	3. 3	.	.	.	3	h	U	-- -
Osmia rufa (LINNAEUS 1758) *	.	.	.	-. 3	-. 1	.	4	h	U	= =-
Anthophoridae:										
Epeolus cruciger (PANZER 1799)	2. 2	.	.	.	.	.	2	eP	U	-
Nomada bifida THOMSON 1872 *	3. 3	2. 9	2. 5	.	1. 6	-. 6	29	eP	U	== -- -
Nomada flava PANZER 1798 *	8. 8	-. 8	1. 4	2. 2	4.18	4. 6	46	eP	U	== ==
Nomada flavoguttata (KIRBY 1802)	.	.	.	.	1. 1	.	1	eP	U	-
Nomada goodeniana (KIRBY 1802)	5. 5	-. 2	.	5. 5	1. 2	.	14	eP	U	= --
Nomada lathburiana (KIRBY 1802) *	9.12	1.13	2. 2	-. 3	-. 1	2. 8	39	eP	U	== --
Nomada leucophthalma (KIRBY 1802)	.	-. 1	2. 2	.	1. 1	1. 1	5	eP	U	-= --
Nomada marshamella (KIRBY 1802)	5. 5	-. 4	2. 3	1. 2	3. 4	.	18	eP	U	= -=
Nomada rufipes FABRICIUS 1793 *	10.11	.	-. 1	7.31	1. 1	.	44	eP	U	= =
Nomada sheppardana (KIRBY 1802) *	.	1. 1	.	11.19	.	.	20	eP	U	= =-
Nomada signata JURINE 1807	.	.	.	.	.	-. 1	1	eP	U	=
Nomada succincta PANZER 1798 *	21.37	1. 3	1. 3	18.21	-. 3	1. 4	71	eP	U	= == --
Apidae:										
Bombus humilis ILLIGER 1806	1. 1	.	.	.	.	.	1	h	Sü	-
Bombus hypnorum (LINNAEUS 1758)	.	.	2. 2	.	.	.	2	h	Sü	-
Bombus lapidarius (LINNAEUS 1758)	-. 1	1. 1	.	.	.	.	2	e	Sü	- =
Bombus lucorum (LINNAEUS 1761) *	18.20	5. 7	2. 3	1. 1	5. 5	2. 2	38	e	Sü	--- -- ---= == -
Bombus pascuorum (SCOPOLI 1763) *	4. 4	4. 4	3. 3	10.10	5. 5	7. 7	33	h	Sü	- - -- ---- -- -
Bombus pratorum (LINNAEUS 1761)	.	1. 3	1. 1	.	3. 3	-. 1	8	h	Sü	-- = =-
Bombus terrestris (LINNAEUS 1758)	1. 3	.	.	.	.	.	3	e	Sü	=- -
Psithyrus bohemicus (SEIDL 1837) *	2. 3	1. 2	2. 4	1. 1	2. 3	1. 4	17	eP	Üü	- -- == == =
Psithyrus campestris (PANZER 1801)	.	1. 1	.	.	.	.	1	eP	Üü	-
Psithyrus sylvestris (LEPELETIER 1832)	.	.	.	.	-. 1	.	1	eP	Üü	- =
SPHECOIDEA: 52 Arten										
Sphecidae:										
Ammophila campestris LATREILLE 1809	.	.	.	2. 6	.	.	6	e	U	==
Ammophila pubescens CURTIS 1829	-. 3	-. 3	.	-. 1	.	.	7	e	U	=== =
Ammophila sabulosa (LINNAEUS 1758)	2. 5	-. 6	-. 1	1. 3	.	.	15	e	U	== -=
Cerceris arenaria (LINNAEUS 1758)	.	.	.	-. 1	.	.	1	e	U	-
Cerceris quinquefasciata (ROSSI 1792)	1. 2	1. 1	.	-. 2	.	.	5	e	U	= =
Cerceris ruficornis (FABRICIUS 1793)	-. 1	-. 1	.	1. 2	.	.	4	e	U	= =
Cerceris rybyensis (LINNAEUS 1771)	4. 6	-. 3	.	1. 4	-. 1	.	14	e	B	== =
Crabro cribrarius (LINNAEUS 1758)	3. 5	2. 2	2. 2	-. 1	.	.	10	e	U	= =-
Crabro peltarius (SCHREBER 1784)	1. 1	.	1. 1	1. 3	-. 2	.	7	e	B	==- =-
Crossocerus annulipes (LEP. & BRUL. 1834)	.	.	.	.	1. 1	.	1	h	U	-
Crossocerus binotatus LEP. & BRUL. 1834	.	1. 1	.	.	.	.	1	h	U	-
Crossocerus cetratus (SHUCKARD 1837)	.	.	1. 1	.	1. 1	.	2	h	B?	- -
Crossocerus dimidiatus (FABRICIUS 1781)	.	.	.	.	.	-. 2	2	e	U	-
Crossocerus distinguendus (A. MORAWITZ 1866).	1. 1	1. 1	.	.	.	.	2	e	U	-
Crossocerus elongatulus (V.D. LINDEN 1829)	.	2. 2	.	.	.	.	2	e	B	- -
Crossocerus exiguus (V.D. LINDEN 1829)	.	.	.	1. 4	1. 1	.	5	e	U	= - -
Crossocerus leucostoma (LINNAEUS 1758)	.	.	.	1. 1	.	.	1	h	U	-
Crossocerus nigritus LEP. & BRUL. 1834	.	.	1. 1	.	.	.	1	h	U	-
Crossocerus ovalis LEP. & BRUL. 1834	.	.	2. 2	.	.	.	2	e	U	-
Crossocerus palmipes (LINNAEUS 1767)	1. 1	.	.	8. 9	.	.	10	e	U	=- -
Crossocerus quadrimaculatus (FABRICIUS 1793).	.	.	-. 1	1. 3	.	.	4	e	U	= =
Crossocerus tarsatus (SHUCKARD 1837)	.	1. 1	.	1. 6	-. 1	.	8	e	B	-= = =
Crossocerus wesmaeli (V.D. LINDEN 1829)	4. 4	2. 2	.	-. 3	-. 1	.	10	e	B?	== - -
Diodontus minutus (FABRICIUS 1793)	.	-. 1	1. 1	3. 6	1. 3	.	11	e	B	-= -= =
Diodontus tristis (V.D. LINDEN 1829)	.	1. 1	.	.	.	.	1	e	U	-
Ectemnius lapidarius (PANZER 1804)	.	.	1. 1	.	.	.	1	h	U	-
Ectemnius ruficornis (ZETTERSTEDT 1838)	.	-. 1	.	.	.	.	1	h	U	=
Lestica subterranea (FABRICIUS 1775)	3.11	6.28	2. 6	8.12	-. 8	.	65	e	U	=== =

	GZ ♀♀. ♂	GR ♀♀. ♂	RZ ♀♀. ♂	EZ ♀♀. ♂	SG ♀♀. ♂	SR ♀♀. ♂	∑	Nw	Bio	Fangdaten .A..M..J..J..A.aS
Lindenius albilabris (Fabricius 1793)	-. 1	2. 3	.	.	.	.	4	e	U	-==
Lindenius panzeri (v.d. Linden 1829)	.	3. 3	.	.	.	.	3	e	B?	- -
Mellinus arvensis (Linnaéus 1758)	-. 3	.	1. 1	5. 8	3. 6	.	18	e	U	== =
Mimesa equestris (Fabricius 1804)	1. 1	1. 1	.	2. 4	.	.	6	e	U	=- -
Mimesa lutaria (Fabricius 1787)	.	.	.	1. 5	.	.	5	e	U	=-
Mimumesa dahlbomi (Wesmael 1852)	.	-. 1	.	1. 1	.	.	2	h	U	- =
Oxybelus bipunctatus Olivier 1811	2. 3	.	.	.	.	.	3	e	U	=
Oxybelus mandibularis Dahlbom 1845	-. 3	1. 7	.	.	.	.	10	e	U	= =
Oxybelus quatuordecimnotatus Jurine 1807	.	-. 2	.	.	.	.	2	e	U	=
Oxybelus uniglumis (Linnaéus 1758)	2. 5	.	.	.	-. 1	.	6	e	U	===
Passaloecus corniger Shuckard 1837	.	1. 1	.	.	.	.	1	h	U	-
Passaloecus gracilis (Curtis 1834)	.	.	.	.	1. 1	.	1	h	U	-
Pemphredon lethifer (Shuckard 1837)	.	.	.	-. 1	.	.	1	h	U	=
Pemphredon lugubris (Fabricius 1793)	.	.	.	.	1. 1	.	1	h	U	-
Podalonia affinis (Kirby 1798)	6. 8	3. 4	.	.	.	.	12	e	U	=== -
Psenulus fuscipennis (Dahlbom 1843)	.	3. 4	.	.	.	.	4	h	B?	- =
Psenulus pallipes (Panzer 1798)	.	3. 3	.	.	.	.	3	h	U	- -
Rhopalum clavipes (Linné 1758)	.	5. 5	.	.	.	.	5	h	U	- -
Spilomena troglodytes (v.d. Linden 1829)	.	1. 1	.	.	.	.	1	h	U	-
Tachysphex nitidus (Spinola 1805)	1. 1	.	.	.	.	.	1	e	U	-
Tachysphex pompiliformis (Panzer 1804)	1. 1	.	-. 1	.	.	.	2	e	U	= -
Trypoxylon clavicerum Lep. & Serv. 1828	.	2. 4	-. 1	2. 2	.	.	7	h	B	=- - =
Trypoxylon figulus (Linnaéus 1758)	.	.	.	.	1. 1	.	1	h	B?	-
Trypoxylon minus Beaumont 1945	.	.	.	.	1. 2	-. 1	3	h	B	-= -
POMPILOIDEA: 12 Arten										
Pompilidae										
Anoplius infuscatus (v.d. Linden 1827)	-. 1	.	.	-. 2	.	.	3	e		==
Anoplius viaticus (Linnaeus 1758)	4. 6	-. 1	-. 1	1. 4	.	.	12	e	Uü	- - - =- =
Arachnospila anceps (Wesmael 1851)	-. 2	.	-. 2	.	.	. |	4	e	B	= = =
Arachnospila spissa (Schiödte 1837)	.	.	-. 1	.	-. 1	.	2	e		==
Caliadurgus fasciatellus (Spinola 1808)	.	-. 1	.	.	.	.	1	e	B	=
Dipogon subintermedius (Magretti 1886)	.	1. 1	.	.	.	.	1	h		x -
Evagetes dubius (v.d. Linden 1827)	.	-. 2	.	.	.	.	2	eP		=
Priocnemis coriacea Dahlbom 1843	.	.	-. 1	.	.	.	1	e		=
Priocnemis hyalinata (Fabricius 1793)	.	1. 1	1. 1	.	.	.	2	e		- -
Priocnemis minutalis Wahis 1979	1. 1	.	.	.	.	.	1	h		-
Priocnemis parvula Dahlbom 1845	-. 1	.	.	1. 1	.	.	2	e		= -
Priocnemis perturbator (Harris 1780)	.	.	.	.	-. 1	.	1	e		=
VESPOIDEA: 15 Arten										
Eumenidae:										
Ancistrocerus antilope (Panzer 1798)	.	.	4	.	.	.	4	h		x
Ancistrocerus claripennis Thomson 1874	-. 1	.	.	.	.	.	1	h		= -
Ancistrocerus gazella (Panzer 1798)	.	8	.	.	.	.	8	h	B	x x
Ancistrocerus nigricornis (Curtis 1826)	.	1. 1	-. 1	1. 1	.	.	3	h	Uü	- xx - =
		1	6				7			
Ancistrocerus trifasciatus (Müller 1776)	-. 1	.	-. 1	.	1. 1	2. 2	5	h	B	xx - == =
		11	4	3	4	1	23			
Eumenes coarctatus (Linnaeus 1758)	1. 1	.	.	.	.	.	1	h	B	-
Eumenes pedunculatus (Panzer 1799)	.	.	1. 1	.	.	.	1	h	B	=-
Euodynerus quadrifasciatus (Fabricius 1793)	.	.	2	.	.	-. 1	1 2	h		x=
Symmorphus mutinensis (Baldini 1894)	.	.	.	.	5		5	h		xx
Vespidae:										
Dolichovespula norvegica (Fabricius 1781)	.	.	1. 1	.	.	.	1	h	Sü	-
Dolichovespula saxonica (Fabricius 1793)	1. 2	1. 1	1. 1	1. 1	2. 2	-. 1	8	h	Sü	-- - =
Dolichovespula sylvestris (Scopoli 1763)	-. 1	-. 1	1. 1	.	.	1. 2	5	e	Sü	- =
Paravespula germanica (Fabricius 1793)	1. 1	.	1. 1	1. 1	.	.	3	e	Sü	- - -
Paravespula rufa (Linnaeus 1758)	2. 2	.	3. 3	.	.	1. 1	6	e	Sü	- - - --
Paravespula vulgaris (Linnaeus 1758)	3. 3	2. 2	1. 1	4. 4	.	.	10	e	Sü	- -- -- -
BETHYLOIDEA: 3 Arten										
Chrysididae:										
Chrysis ignita Linnaeus 1761	.	5. 5	1. 1	.	-. 3	.	9	hP	B	x xx --- =
			2		4		6			

	GZ ♀♀.♂	GR ♀♀.♂	RZ ♀♀.♂	EZ ♀♀.♂	SG ♀♀.♂	SR ♀♀.♂	Σ	Nw	Bio	Fangdaten .A..M..J..J..A.aS
Hedychrum nobile (Scopoli 1763)	.	-. **1**	.	7. **7**	-. **1**	.	**9**	eP	U	-= = -
Notozus constrictus Förster 1853	-. **1**	.	.	.	.	.	**1**	eP	U	=
SCOLIOIDEA: 2 Arten										
Myrmosidae und Muttilidae										
Myrmosa melanocephala (Fabricius 1793)	.	.	.	-. **5**	.	.	**5**	eP		=
Smicromyrme rufipes (Fabricius 1787)	-. **2**	.	.	.	.	.	**2**	eP		=
Gesamtsummen:	**GZ**	**GR**	**RZ**	**EZ**	**SG**	**SR**	Σ			
Individuenzahlen: Apoidea:	294	129	133	264*	130	163	1113			
Sphecoidea:	66	93	20	88	31	3	301			
Sonstige: Gefangene Indiviuen:	26	17	18	26	9	7	103			
Sonstige: Gezogene Indiviuen:	0	20	18	2	13	1	54			
Summe:	386	259	189	380	183	174	1571			
Artenzahlen: Apoidea:	44	39	39	40	38	32	**81**			
Sphecoidea:	20	28	13	23	15	2	**52**			
Pompiloidea:	5	5	5	3	2	-	**12**			
Vespoidea:	8	6	11	5	3	5	**15**			
Bethyloidea:	1	2	1	1	2	-	**3**			
Scolioidea:	1	-	-	1	-	-	**2**			
Summe:	**79**	**80**	**69**	**73**	**60**	**39**	**165**			

Anmerkungen zu Tab. 3:

* = Mehr Individuen beobachtet als gefangen
e = (vorherrschend) endogäische Nistweise
h = (vorherrschend) hypergäische Nistweise
P = brutparasitisch, Zuordnung zum Nisttyp des Hauptwirtes
U = univoltin (solitär)
B = bivoltin (solitär)
B? = in der Literatur als (fakultativ) bivoltin angegeben
S = soziale Art mit einer oder mehreren Bruten von Arbeiterinnen (z.T. fakultativ je nach Klimabedingungen)
ü = ♀♀ überwintern als fertilisierte Imagines, daher zumindest zwei getrennte Flugperioden
! = nach Literaturangaben verspätete Flugzeit
? = keine Angaben zum Entwicklungszyklus in der Literatur gefunden
Fangdaten: Jede Spalte steht für ein Monatsdrittel
= = ♂♂ bzw. ♂♂ und ♀♀
– = nur ♀♀ festgestellt
x = Schlupftermin gezogener Individuen

Hinsichtlich der Phänologie, die bei der Nachweismöglichkeit der einzelnen Arten zu berücksichtigen ist, sind folgende Punkte anzumerken:

Die Apoidea lassen sich nach ihrem Lebenszyklus in zwei Gruppen trennen: Die Arten der e r s t e n Gruppe (uni- bis polyvoltin) überwintern z.T. imaginal in den Zellen der Nester. ♂♂ und ♀♀ sind also immer in der gleichen Periode zu finden. Aus dieser Gruppe werden viele univoltine Arten im Frühjahr ermittelt. Ein zweiter, weniger ausgeprägter Höhepunkt tritt im Untersuchungsgebiet im Spätsommer auf, der durch univoltine Spätsommerarten bzw. durch eine zweite Generation von einzelnen Frühjahrsarten hervorgerufen wird. In der z w e i t e n Gruppe (Apidae, Halictidae) verlassen die geschlüpften Individuen im Spätsommer oder Herbst ihre Nester, wobei es zur Paarung kommt. Während die ♂♂ bald danach sterben, überwintern die fertilisierten ♀♀ und gründen im nächsten Jahr Nester. Auch in dieser Gruppe können Arten in zwei oder mehreren Generationen auftreten. Es finden sich aber auch Arten mit unterschiedlich stark ausgeprägter sozialer Lebensweise, bei denen aus einer oder mehreren einge-

schobenen Bruten Arbeiterinnen hervorgehen. Zu erwähnen ist die im Vergleich zu den Literaturangaben auffällig verspätete Flugzeit von *Andrena angustior* und *A. wilkella.*

Die Sphecidae besitzen einen ähnlichen Lebenszyklus wie die solitären Apoidea. Bei ihnen fehlen Frühjahrsarten aber fast völlig. Hierdurch ist die phänologische Jahreskurve dieser Familie nur eingipfelig. Anfang August traten die größten Artenzahlen auf.

Die Verteilung der Artenzahlen auf die einzelnen systematischen Gruppen und die unterschiedliche Nistweise sind aus Tab. 4 zu entnehmen. Die brutparasitischen Arten sind der Hauptnistweise ihrer Wirte zugeordnet worden. Gegenüber der Nistweisen aller Arten des norddeutschen Flachlandes fällt der etwas höhere Anteil endogäisch nistender Arten auf.

Tab. 4: Artensummen, Anteile der Nistweisen und der brutparasitischen Arten (N = Artenzahl, e = endogäisch nistende Arten, h = hypergäisch nistende Arten, p = Brutparasiten, ND = Norddeutschland).

	N	e		h		p		%	Arten in ND			
	gesamt	N	%	N	%	N	%	ND	N	%e	%h	%p
Apoidea	83	67	80,7	16	19,3	25	30,1	26,3	313	75	25	27
Sphecoidea	52	34	65,4	18	34,6		–	31,1	168	55	45	5
Vespoidea	16	4	25	12	75		–	32,7	49	20	80	4
Pompiloidea	12	10	83,3	2	16,7	1	8,3	20	60	87	13	14
Chrysididae	4	2	50	2	50	4	100	9,1	44	39	61	100
Scolioidea	2	2	100		-	2	100	14,3	14	71	29	100
gesamt	169	119	70,4	50	29,6	32	18,9	26,1	648	64	36	25

7. Indigenität und Dominanzstruktur

Für die hier untersuchten Insektengruppen ist charakteristisch, daß sie eng an das Angebot von Nistplätzen in einem Biotop gebunden sind, jedoch auch angrenzende, andersartige Lebensräume (innerhalb ihres Aktionsradius) beispielsweise zur Nahrungs- oder Nistmaterialbeschaffung aufsuchen können und müssen. Man stellt daher häufig fest, daß sich das Habitat einer Art dieser Gruppe aus benachbarten Teillebensräumen zusammensetzt. Als Beispiel lassen sich die relativ zahlreichen, endogäisch nistenden Bienenarten anführen, die im Frühjahr im Randbereich des Gräberfeldes und auf den Sandwegen ermittelt wurden. Ein Großteil der Individuen dieser Arten nutzte diese Bereiche zur Nahrungssuche, da zu dieser Zeit auf der Sandheide des zentralen Gräberfeldes das Blütenangebot minimal war. Ähnliche Beobachtungen konnten auch auf dem Kahlschlag Eulenberg gemacht werden, wo das Blütenangebot des benachbarten Rapsfeldes stark genutzt wurde. Bei der Betrachtung von Zoozönosen, ist deshalb zu berücksichtigen, daß die Biotope für viele Arten jeweils nur Ausschnitte aus ihrem Gesamtlebensraum darstellen. Daher sollten die in einer Untersuchungsfläche nachgewiesenen Arten differenziert betrachtet werden. Es besteht die Möglichkeit, eine Einteilung in indigene Arten und Gäste vorzunehmen. Hierbei gilt als entscheidendes Kriterium, ob eine Art im Biotop einen Reproduktionsort besitzt. Eine solche Aufteilung verliert für Stechimmen bei der Analyse vernetzter Lebensräume (anders als bei großräumigen Untersuchungen oder bei verinselten Biotopen) aber an Bedeutung, da die räumliche Verzahnung des Nistplatzangebots mit anderen Requisiten einen starken Einfluß auf die Struktur der einzelnen Zönosen ausübt. Auf diese Problematik wird im folgenden besonders beim Vergleich der Teilgebiete anhand der ermittelten Arten noch mehrmals eingegangen.

Bei der Aufstellung der Dominanzklassen wurde diesem Aspekt ebenfalls Rechnung getragen. So ist die Wahrscheinlichkeit, daß ein Biotop für eine Art bedeutungsvoll ist,

umso größer, je zahlreicher und je regelmäßiger sie dort nachgewiesen werden kann. Stechimmenweibchen sind dabei im allgemeinen höher zu bewerten als Männchen, da sie während der Nestversorgungsphase Aktivitätszentren besitzen. Männchen sind räumlich häufig weniger stark gebunden.

Aufgrund der angewandten Fangmethode, aber auch aufgrund der Lebensweise der Stechimmen können die ermittelten Individuenzahlen nur Anhaltspunkte hinsichtlich der tatsächlichen Populationsgrößen der ermittelten Arten liefern. Um dennoch quantitative Aspekte in die Auswertung einfließen zu lassen, wurden Dominanzklassen gebildet. Hierdurch erfolgt eine stärkere Betonung der Artpräsenz, wodurch sich unkorrekte Abundanzwerte weniger stark auswirken. Bei den im Freiland ansprechbaren, nicht quantitativ gefangenen Arten wurden aufgrund der notierten Beobachtungen Korrekturen in höhere Dominanzklassen vorgenommen. Mit Ausnahme der sehr selektiv gefangenen und wenig registrierten sozialen Vespidae gingen sämtliche Arten in die Berechnungen ein. Bei Arten, die mit Hilfe von Trapnestern bzw. Schilfbündeln nachgewiesen wurden, wird jeweils ein Nest mit einem Weibchen gleichgesetzt.

1 = 1 ♀ bzw. 1-3 ♂♂
2 = 2 bis 3 ♀♀ bzw. 4 bis 7 Individuen
3 = 4 bis 7 ♀♀ bzw. 8 bis 15 Individuen
4 = 8 bis 15 ♀♀ bzw. 16 bis 31 Individuen
5 = mehr als 15 ♀♀ bzw. mehr als 31 Individuen

Die Dominanzwerte bilden auch die Grundlage für die später beschriebenen Ordinationen. Hierbei wurde die erste Klasse nochmals unterteilt, um das Vorkommen von einzelnen Männchen schwächer zu wichten als ein gemeinsames Vorkommen von Männchen und Weibchen: 1a = 1 ♀ bzw. 1-3 ♂♂, 1b = 1 ♀ und 1-2 ♂♂.

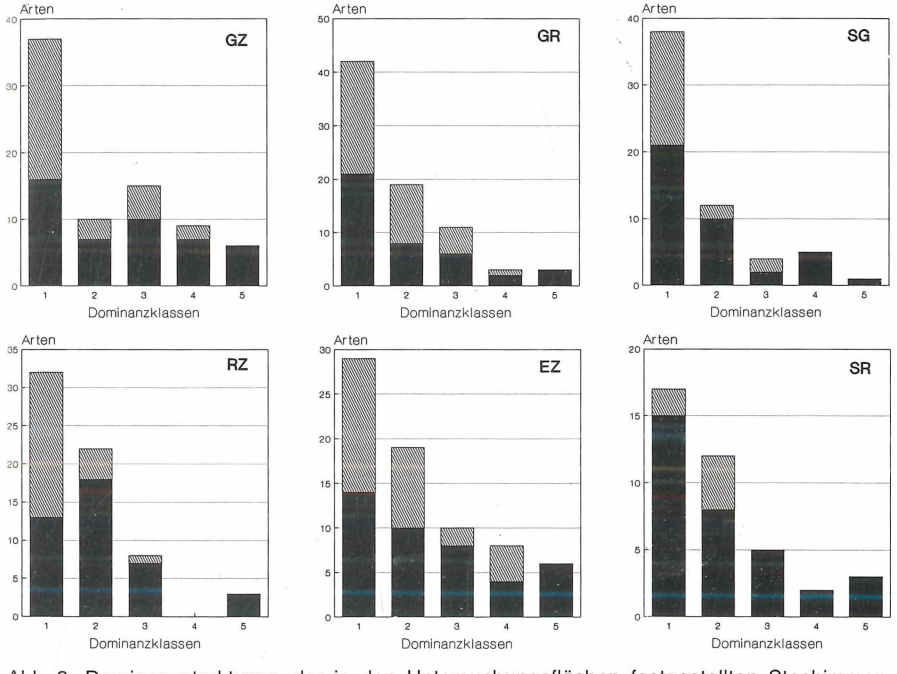


Abb. 3: Dominanzstrukturen, der in den Untersuchungsflächen festgestellten Stechimmen (schwarze Balken = Apoidea, gestreifte Balken = sonstige Gruppen; N = Artenzahl; Abkürzungen der Untersuchungsflächen (UG) s. Abb. 1)

In allen Gebieten wurde ein Großteil der Arten mit nur geringen bis sehr geringen Individuendichten festgestellt (Abb. 3). Offensichtlich ist eine solche Verteilung für die untersuchten Aculeatengruppen charakteristisch (z.B. KRATOCHWIL 1984, HAESELER 1990). Dahingestellt bleibt, ob sich hieraus auch Folgerungen über das Alter und die

Stabilität der Zoozönosen ableiten lassen. Auffällig ist die Eudominanz zweier Arten (*Bombus lucorum, B. pascuorum*) aus der Familie der sozialen Apidae in allen 6 Teilgebieten. Dies kann durch die hohe Individuenstärke ihrer Staaten und den großen Aktionsradius erklärt werden. Bemerkenswert ist ebenfalls, daß keine hypergäisch nistende, solitäre Art den Dominanzklassen 4 oder 5 zugeordnet werden konnte. Läßt man die Apidae außer acht, so fällt beim Gräberfeld-Zentral und beim Eulenberg-Zentral auf, daß die höheren Dominanzklassen im Vergleich zu den anderen Untersuchungsflächen mit mehr Arten besetzt sind. Beide Bereiche sind relativ homogene Flächen und bieten endogäisch nistenden Arten besonders günstige Nistmöglichkeiten, so daß diese Spezies größere Populationen aufbauen konnten.

Auf dem GZ waren die Bienen *Andrena cineraria, A. fuscipes, A. nigroaenea, Colletes succinctus, Lasioglossum fulvicorne, Nomada flava, N. lathburiana, N. rufipes, N. succincta, Sphecodes pellucidus* sowie die Grabwespen *Lestica subterranea* und *Podalonia affinis* individuenstark vertreten.

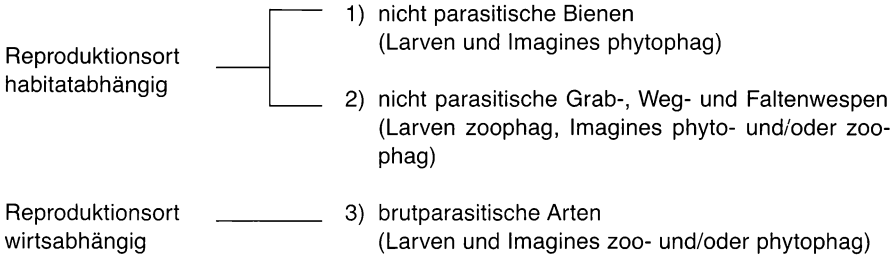
Im EZ dominierten *Andrena jacobi, Colletes succinctus, Nomada rufipes, N. sheppardana, N. succincta, Sphecodes pellucidus, S. longulus, Crossocerus palmipes, Lestica subterranea, Mellinus arvensis und Hedychrum nobile.*

Am GR lassen sich abgesehen von den Apidae nur *Andrena vaga* (auf einer vegetationsarmen Fläche nistend), *A. haemorrhoa* und *Lestica subterranea,* am SG *Andrena clarkella, A. haemorrhoa, Nomada flava* und am Sandweg Rosengarten *Andrena haemorrhoa* und *Lasioglossum fulvicorne* als dominant einordnen.

8. Vergleich der Teilgebiete anhand ihrer Stechimmenzönosen

In der Mehrzahl synökologischer Arbeiten über aculeate Hymenopteren wird das, meist a priori räumlich festgelegte Untersuchungsgebiet als Biotop angesprochen. Eine solche, nach welchen Kriterien auch immer erfolgte Abgrenzung ist jedoch nicht unproblematisch, da sich der potentielle Aktionsradius der einzelnen Arten (Flugtüchtigkeit, Lebensweise) und damit die Mindesthabitatgrößen stark unterscheiden. Der tatsächliche Aktionsradius kann zudem auch durch exogene Faktoren, z.B. durch das sowohl räumlich als auch zeitlich oft stark variierende Nahrungsangebot bestimmt werden. Ob und in welcher Weise sich die Abgrenzung von Aculeatengemeinschaften sinnvoll generalisieren läßt, ist zur Zeit eine offene Frage. So bevorzugt KRATOCHWIL (1984, 1987) eine Abgrenzung auf pflanzensoziologischer Basis, während HAESELER (z.B. 1972, 1978) und WESTRICH (1989) dem räumlichen Angebot von Habitatrequisiten (Nistplatzstrukturen, Nahrungsquellen) größere Bedeutung beimessen.

Stechimmen lassen sich anhand ihrer Lebensweise unterschiedlich gliedern. Da die Bindung an den Nistplatz und die Ansprüche an die Nahrung neben der Abhängigkeit von bestimmten Klimabedingungen eine bedeutende Rolle spielen, erfolgte die Einteilung in große ökologische Gruppen nach dem folgenden Schema:



Die Differenzierung läßt sich auf unterschiedlicher Ebene weiter fortführen. E i n e Möglichkeit besteht in der bereits angesprochenen Trennung von hypergäisch und endogäisch nistenden (und den jeweils bei diesen parasitierenden) Arten.

Die Ansprüche der Arten und das Angebot an Habitatrequisiten bestimmen unter anderem die Struktur und die Dynamik einer Zoozönose. Innerhalb einer klimatisch einheitlichen Region sollten daher Biotope mit ähnlicher Ausstattung von weitgehend übereinstimmenden Stechimmenzönosen bewohnt sein, besonders wenn es sich, wie im vorliegenden Fall, um benachbarte Lebensräume (ähnliche Besiedlungswahrscheinlichkeit) handelt.

Zum Vergleich von Untersuchungsflächen anhand ihrer Artenzusammensetzung stehen eine ganze Reihe unterschiedlicher Möglichkeiten zur Verfügung (z.B. geordnete Tabellen, Ähnlichkeitsindizes, Cluster-Analysen, Ordinationen). Wir beschränken uns im Folgenden auf eine Methode aus der Gruppe der Ordinationen, die uns aus mehreren Gründen von Vorteil erscheint:

- Die Ähnlichkeit der Untersuchungsflächen wird in eine sehr übersichtliche, zwei- (oder drei-) dimensionale Form gebracht.
- Das Ergebnis der Berechnungen ist leichter nachzuvollziehen als ein abstrakter Zahlen- oder Prozentwert, da die Ordination der Arten simultan erfolgt und in die Graphik übernommen werden kann.

Untersuchungsflächen, die durch einen höheren Anteil von Arten mit geringer Frequenz gekennzeichnet sind, werden bei der hier angewandten Ordinationstechnik (Abb. 4-6) isoliert in den äußeren Bereichen der Graphik angeordnet. Sind hingegen in einer Untersuchungsfläche relativ zahlreich Arten vertreten, die auch in anderen Gebieten vorkommen, so liegt der Gebietspunkt mehr zentral. Die Verteilung der einzelnen Stechimmenarten erfolgt auf eine analoge Weise. Hierdurch finden sich hochfrequente Spezies in der Nähe des Ursprungs der Graphik wieder. Der theoretische und mathematische Hintergrund dieses Verfahrens läßt sich beispielsweise aus den Arbeiten von PIELOU (1984), GREIG-SMITH (1980) und TER BRAAK (1987) entnehmen.

8.1 Nicht parasitische Apoidea

Am SR und am SG wurden bei den nicht parasitischen Apoidea nur mit anderen Gebieten gemeinsame Arten festgestellt, so daß diese Gebietspunkte in der Nähe des Ursprungs der Graphik angeordnet sind (Abb. 4). Folgende Arten konnten nur in jeweils einer der übrigen Untersuchungsflächen festgestellt werden (in Abb. 4 z.B als „LISTE gz" kenntlich gemacht):

GZ: *Bombus humilis, Bombus terrestris, Hylaeus communis*
GR: *Andrena tibialis, Colletes daviesanus, Dasypoda hirtipes, Megachile lapponica, Panurgus banksianus*
RZ: *Anthidium manicatum, A. strigatum, Bombus hypnorum, Chelostoma campanularum, C. fuliginosum, Lasioglossum punctatissimum, L. villosulum, L. zonulum, Megachile versicolor*
EZ: *Andrena ovatula, Lasioglossum fratellum, L. tarsatum, Megachile circumcincta*

Die Analyse dieser Ordination wird dadurch erleichtert, daß der Grad der Bindung an Pollenquellen bekannt und das Nahrungsangebot relativ leicht zu ermitteln ist. Beim RZ ist der Anteil bestimmte Planzenarten bevorzugender Spezies bei den nur hier ermittelten Arten hoch: Neben den oligolektischen, eng an *Campanula* gebundenen Arten *Chelostoma campanularum, C. fuliginosum* ist bei *Lasioglossum villosulum* und *Anthidium strigatum* eine deutliche Präferenz für bestimmte Pflanzen bekannt (gelbe Kompositen bzw. *Lotus corniculatus*). Der überproportional hohe Anteil hypergäisch nistender Arten ist ebenfalls bemerkenswert.

Von den nur im EZ festgestellten Arten ist keine oligolektisch, und alle haben eine endogäische Nistweise (*Megachile circumcincta* kann auch hypergäisch nisten). Die Arten, die nur am GR festgestellt wurden, nisten mit einer Ausnahme (*Megachile lapponica*) endogäisch. Hinzu kommt, daß abgesehen von *Andrena tibialis* alle oligolektisch sind: *Colletes daviesanus, Panurgus banksianus* und *Dasypoda hirtipes* an (gelben) Asteraceae, *Megachile lapponica* an *Epilobium.*

Das im GZ nur drei, allein hier ermittelte Arten nachgewiesen wurden, mag zunächst überraschen. Hinzu kommt, daß nur *Bombus humilis* als eine für Heiden charakteristische Art angesehen werden kann. Für die Lage des Gebietspunktes in der Graphik (in der Nähe von EZ, aber zum Ursprung hin verschoben) sind zwei Gründe ausschlaggebend. Erstens treten im GZ und EZ aufgrund ähnlicher Habitatstrukturen drei endogäisch nistende Arten (*Andrena fuscipes, Colletes succinctus, Halictus confusus*) gemeinsam auf, von denen *A. fuscipes* und *C. succinctus* an *Calluna vulgaris* gebunden und daher für verheidete Flächen besonders charakteristisch sind. Hinzu kommt das Schwerpunktvorkommen von *Halictus rubicundus* und *Andrena wilkella.* Außerdem erreicht das Blütenangebot einer Sandheide erst ab Ende Juni eine nennenswerte Quantität (Tab. 1); im Boden nistende Arten finden zu einem früheren Zeitpunkt zwar ausgezeichnete Nistbedingungen (Tab. 5), müssen aber zur Nahrungssuche in benachbarte Bereiche fliegen. Hier zeigt sich, daß die abgegrenzten Gebiete in zahlreichen Fällen nur als Teillebensräume (z.B. als Nahrungs- oder Nistbiotop) anzusehen sind. In den

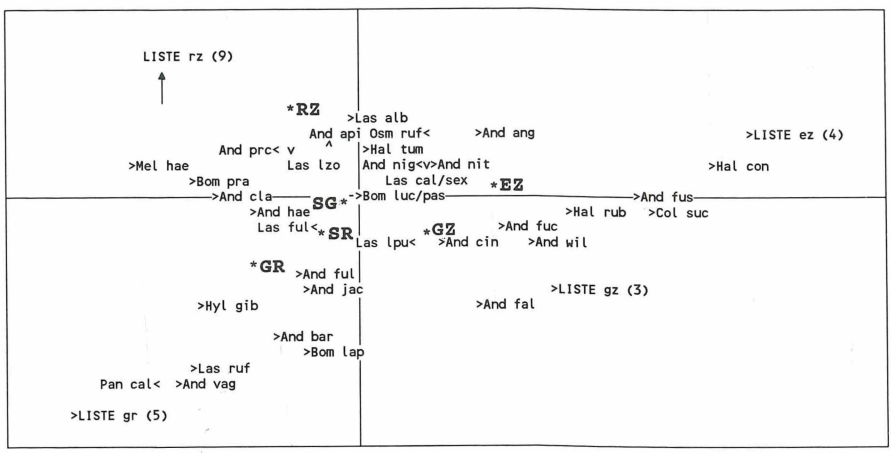


Abb. 4: Habitatähnlichkeit: Nicht parasitische Apoidea (* bezeichnen die Lage der Untersuchungsflächen, Pfeile die Lage der Arten. Arten, die sich an der gleichen Stelle befinden, sind durch ein Komma oder einen Querstrich getrennt. Abkürzung der Arten in der Regel nach den ersten drei Buchstaben des Gattungs- bzw. Artnamens; mit z.B. „LISTE gz (3)" werden die im Text genannten, nur in einer Untersuchungsfläche festgestellten Arten kenntlich gemacht, in Klammern Angabe der betreffenden Artenzahl. Abkürzung der Untersuchungsflächen s. Abb. 1)

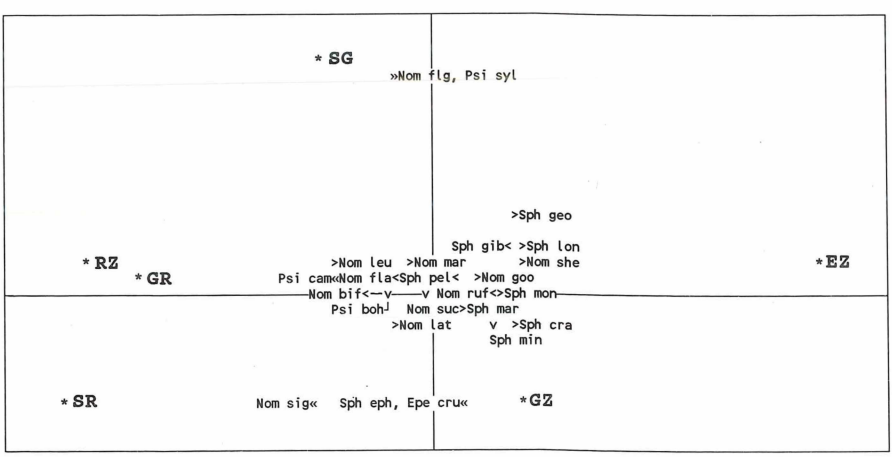


Abb. 5: Habitatähnlichkeit: Brutparasitische Apoidea (wie Abb. 4, « = nur in einer Untersuchungsfläche ermittelte Arten, anstelle von LISTE..)

Tab. 5: Endogäische und hypergäische Nistplatzangebote in den Untersuchungsflächen und Zahl der ermittelten Arten mit den jeweiligen Nistplatzansprüchen (1-5 = Häufigkeit der Strukturen; Abkürzung der Untersuchungsflächen s. Abb. 1)

	Endogäische Nistplatztypen	GZ	GR	RZ	EZ	SG	SR
e1:	nicht bewachsene, ebene Lockersandfl.	2				1	
e2:	(sehr) schütter bewachsene, schwach humose, festgelegte Sandflächen	5	1	3	5	1	2
e3:	stark verfestigte, nicht oder schütter bewachsene (kiesig–) sandige Flächen (z.B. betretene oder befahrene Wege)	5	4		1	5	5
e4:	von Kaninchen freigelegte Flächen und Eingänge von Kaninchenbauten	4	2	1	4	2	1
e5:	Mikrosteilhänge an Wurzeltellern von umgewehten Bäumen				3		
e6:	kleine Abbruchkanten bzw. vertikale Wände ausgetrockneter Gräben	4	2	1		1	
	Summe:	20	9	5	13	10	8
	Artenzahl Apoidea:	41	35	31	38	34	30
	Artenzahl Sonstige:	30	26	18	26	12	3
	Hypergäische Nistplatztypen	GZ	GR	RZ	EZ	SG	SR
a:	Nistplätze für 39 nachgewiesene Arten						
h1:	Totholz (Baumstubben, umgewehte und tote Baumstämme, Zaunpfähle)	1	3	3	4	5	3
h2:	Reetdach bzw. Pflanzenbestände mit ähnlichen Eigenschaften (im UG nur *Calamagrostis)*		4	1			
h3:	*Rubus*–Gestrüpp und andere markhaltige Zweige und Stengel	1	4	1	3	4	3
	Summe:	2	11	5	6	9	6
	Artenzahl Apoidea:	1	2	4	1	2	–
	Artenzahl Sonstige:	3	14	9	6	9	3
b:	Nistplätze für 9 nachgewiesene Arten						
h4:	Findlinge, Stein– und Hauswände		4	2			
h5:	Kraut–, Moos– bzw. Zergstrauchschichten	5	5	5	4	4	4
h6:	Borken, Sträucher, Bäume u. verbautes Holz	1	5	4	5	5	5
	Summe:	6	10	9	9	9	9
	Artenzahl Apoidea:	2	2	4	1	2	2
	Artenzahl Sonstige:	2	1	3	1	1	1

Randbereichen und Nachbarhabitaten (GR, SG, SR) kommt es dadurch zu einer Überlappung von Arten, die hier alle benötigten Requisiten vorfinden und solchen Arten, die diese nur zur Nahrungsaufnahme aufsuchen. Dies erklärt auch die hohe Zahl endogäisch nistender Bienenarten am Gräberfeld Rand (Tab. 5) trotz des relativ eingeschränkten Nistplatzangebots. Die Besiedlungsstruktur des GZ und des GR kann daher nicht voneinander isoliert betrachtet werden. Ähnliches gilt für den EZ und seinen Randbereich (Rapsfeld und blütenreicher Feldweg).

Neben den bereits genannten Spezies traten weitere, an bestimmte Pollenquellen gebundene Arten in mindestens zwei Untersuchungsflächen auf: *Andrena apicata* (GZ, RZ, SG, SR), *A. clarkella* (GR, RZ, SG, SR), *A. praecox* (GZ, RZ, SG, SR) sind an *Salix* gebunden, *Panurgus calcaratus* (GR, SG) an gelbe Asteraceae, *Melitta haemorrhoidales* (GR, RZ) an *Campanula* und *Andrena wilkella* (GZ, GR, SG) an Fabaceae.

8.2 Brutparasitische Apoidea

Die Anordnung der Gebietspunkte EZ und GZ (Abb. 5) zeigt große Ähnlichkeit mit der Anordnung bei den nicht parasitischen Bienen (Abb. 4). In (stark) eingeschränktem Maß trifft dies auch bei GR, SR und RZ zu. 22 der 24 nachgewiesenen Kuckucksarten leben bei endogäisch nistenden Wirten, die mehrheitlich im Frühjahr auftreten. Die Anordnung der Punkte hat also in d e n Bereichen große Ähnlichkeit, die den Wirten günstige Nistmöglichkeiten, den Brutparasiten und Wirten jedoch wenig Nahrung boten. Wie häufig zu beobachten war, befanden sich die ♀♀ der Kuckucksarten im GZ und EZ vornehmlich auf Wirtsnestsuche. Diese Aktivität nimmt einen großen Teil der täglich zur Verfügung stehenden Zeit in Anspruch. Die Habitate mit vielfältigerem Blütenangebot wurden von vielen ♀♀ brutparasitischer Bienen kurzfristig zur Nahrungsaufnahme aufgesucht. Dies wird dadurch bestätigt, daß in diesen Bereichen ein höherer Anteil der Arten nur durch ♂♂ belegt sind (SG: 6 von 16, GR: 5 von 12, SR: 2 von 8, RZ: 1 von 9 im Vergleich zum GZ und EZ: keine bzw. 2 der jeweils 16 Arten). Da bei der Nahrungsaufnahme kaum Beziehungen zwischen Brutparasiten und Wirten bestehen, deckt sich für Flächen mit vielfältigerem Blüten- und eingeschränktem Nistplatzangebot die Anordnung der Gebietspunkte weniger gut. Bei den nur in einer Untersuchungsfläche nachgewiesenen Arten handelt es sich um *Epeolus cruciger, Sphecodes ephippius* (GZ), *Psithyrus campestris* (GR), *Nomada signata* (SR), *Nomada flavoguttata* und *Psithyrus sylvestris* (SG).

8.3 Sonstige Gruppen

Bei den übrigen Gruppen (Abb. 6) basiert die Auswertung auf der unterschiedlichen Nistweise, da die sehr zeitaufwendige Erfassung des Beutetierangebots nicht durchgeführt wurde. Zudem muß berücksichtigt werden, daß bei vielen Arten die Kenntnisse über die Beutetierspektren und den Graden der Spezialisierung noch sehr lückenhaft sind. Da am SR nur vier Arten nachgewiesen wurden, ist diese Untersuchungsfläche nicht aufgenommen worden.

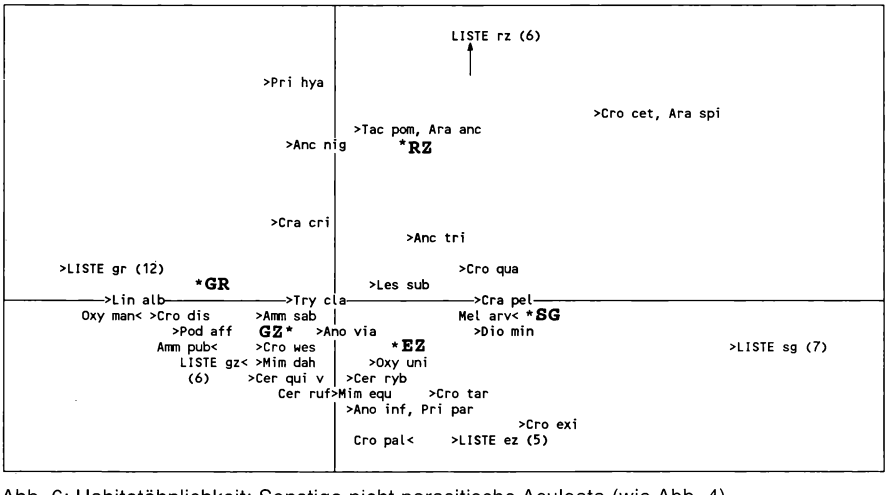


Abb. 6: Habitatähnlichkeit: Sonstige nicht parasitische Aculeata (wie Abb. 4)

Auffällig ist der hohe Anteil der Arten, die nur in einem Habitat festgestellt wurden (in Abb. 6 z.B. als „LISTE gz" vermerkt):

GZ: *Oxybelus bipunctatus, Tachysphex nitidus, Priocnemis minutalis, Ancistrocerus antilope, A. clavicornis, Eumenes coarctatus.*

GR: *Crossocerus binotatus, C. elongatulus, Diodontus tristis, Passaloecus corniger, Psenulus fuscipennis, P. pallipes, Rhopalum clavicerum, Spilomena troglodytes, Dipogon subintermedius, Ancistrocerus gazella, Ectemnius ruficornis, Caliadurgus fasciatellus.*

SG: *Crossocerus annulipes, Passaloecus gracilis, Pemphredon lugens, Trypoxylon figulus, T. minus, Symmorphus mutinensis, Priocnemis perturbator*

RZ: *Crossocerus ovalis, C. nigritus, Ectemnius lapidarius, Eumenes pedunculatus, Euodynerus quadrifasciatus, Priocnemis coriacea.*

EZ: *Ammophila campestris, Cerceris arenaria, Crossocerus leucostomus, Mimesa lutaria, Pemphredon lethifer*

Insgesamt 13 hypergäisch nistende Arten wurden am Reetdach des Schafstalls am GR gefangen. Von diesen konnten 7 Arten innerhalb des gesamten Untersuchungsgebiets nur hier festgestellt werden. Ähnlich attraktiv war ein Stubbenhaufen am SG. 7 der insgesamt 8 ermittelten, hypergäisch nistenden Arten wurden ausschließlich dort angetroffen.

Hochfrequent (in 5 bzw. 4 von 5 Untersuchungsgebieten) waren nur 10 Arten, welche auch im Zentrum der Graphik anzutreffen sind. Auch bei HAESELER (1972) trat die Gruppe der Sphecidae durch einen geringen Anteil an hochfrequenten Arten hervor. Daher sind die 5 Teilgebiete stärker voneinander getrennt als dies bei den nicht parasitischen Apoidea der Fall war. Inwieweit diese Erscheinung durch den erschwerten Nachweis der oft versteckt lebenden und z.T. kleinen Arten beeinflußt wird, ist schwierig zu beurteilen. Auffällig ist die gute Übereinstimmung zwischen hohem hypergäischen Nistplatzangebot und der Zahl der festgestellten, nicht im Boden nistenden Arten (Tab. 5). Der relativ hohe Anteil dieser Arten im RZ läßt sich auf ein entsprechend hohes Nistplatzangebot (Stubbenwälle, Totholz) am Rosengarten-Rand zurückführen. Eine Abnahme der eher intermediären bzw. hylophilen Arten von rechts oben (RZ - SG) nach links unten weist auf die unterschiedliche Verteilung der Biotopelemente in den Teilarealen hin. So sind in GZ, GR und EZ vermehrt offene und wärmere Strukturen anzutreffen.

9. Naturschutzaspekte

Aufgrund ihrer Gefährdung wurden viele Arten der Aculeata in die bundesweit gültige Rote Liste der gefährdeten Tiere und Pflanzen (BLAB et al. 1984) aufgenommen. Insgesamt wurden im Rahmen der vorliegenden Untersuchung 12 Arten (Tab. 6) der Gefährdungskategorien 2 (= stark gefährdet) und 3 (= gefährdet) ermittelt. Die Bedeutung der Sandheide des zentralen Gräberfeldes zeigt sich daran, daß allein hier 10 bedrohte Arten nachgewiesen wurden. Es ist zu berücksichtigen, daß die regionale Gefährdung vieler Arten im norddeutschen Flachland aus dieser Liste nicht hervorgeht.

Es konnte gezeigt werden, daß der Sandheiderest des Pestruper Gräberfeldes besonders den in sandigem Substrat nistenden Aculeaten bedeutende Nistgelegenheiten bietet. Gerade diese Artengruppe ist durch die Veränderungen der Landschaft erheblich gefährdet (HASESELER 1985, WESTRICH 1989). Die fortschreitende Alterung und Degeneration der Flächen des zentralen Gräberfeldes stellt für hier lebende Aculeate die größte Gefährdung dar, da hierdurch das Nahrungs- und Nistplatzangebot stark geschmälert wird. So ist eine gut geplante Sukzessionssteuerung mit dem Ziel der Heideverjüngung auch aus Sicht des Stechimmenschutzes sinnvoll. Dies konnte an den mit einem Rasenhobel abgeschälten Flächen beobachtet werden, die neben wüchsigen, jungen *Calluna*-Beständen auch dichte Nestaggregationen von endogäisch nistenden Aculeaten aufwiesen.

Tab. 6: Bundesweit gefährdete, im Jahr 1987 in den Untersuchungsflächen festgestellte Arten (nach BLAB et al. 1984; G = Gefährdungsgrad; Abkürzung der Untersuchungsflächen s. Abb. 1)

	G	GZ	GR	RZ	EZ	SG	SR
Andrena apicata	3	+		+	+	+	+
Andrena vaga	3	+	+				+
Cerceris ruficornis	2	+	+		+		
Tachysphex nitidus	2	+					
Lestica subterranea	3	+		+	+	+	+
Oxybelus mandibularis	3	+	+				
Podalonia affinis	3	+	+				
Priocnemis coriacea	2			+			
Priocnemis minutalis	3	+					
Ancistrocerus claripennis	3	+					
Eumenes coarctatus	3	+					
Eumenes pedunculatus	3			+			
Summe: 12 Arten		10	5	4	3	2	2

Neben strengen Spezialisten (z.B. den auf *Calluna vulgaris* angewiesenen Arten) wird die Aculeatenzönose durch eine Artengruppe ergänzt, deren Zusammensetzung stark durch die benachbarten Strukturen geprägt wurde. Die inhomogenen Bereiche am Gräberfeld-Rand stellen wichtige Nahrungsräume für Arten, die im Zentralbereich nisten können, dar. Zudem wird das Artenspektrum durch vegetationsarme Kleinstrukturen und hypergäische Nistplatzangebote (Schafstall, Totholzanteile) erweitert. An diesem Beispiel wird deutlich, daß die Abgrenzung von Schutzgebieten allein auf der Basis der Vegetation oder pflanzensoziologischer Einheiten oft nicht ausreicht, da die Randbereiche aus vegetationskundlicher Sicht nicht als besonders schutzwürdig angesehen werden können.

Die verheidete Neuaufforstungsfläche am Eulenberg wies sowohl hinsichtlich der Artenvielfalt als auch hinsichtlich des Anteils charakteristischer Arten große Übereinstimmung mit der Sandheide des Gräberfelds auf. Durch Alterung der *Calluna*-Bestände und durch eine relativ schnell einsetzende, starke Beschattung besitzen solche Bereiche jedoch nur eine temporäre Bedeutung. Zur Bestandssicherung wäre deshalb die regelmäßige Schaffung neuer Kahlschläge erforderlich. Durch die Nähe zum Gräberfeld lagen zudem günstige Besiedlungsbedingungen vor, die in anderen Landschaftsräumen heute nur noch selten gegeben sind.

Die Feldwegstrukturen bieten außer vorwiegend kommunen Arten auch einigen Spezialisten einen Lebensraum. Innerhalb dieser Grenzstrukturen ist das Auftreten von Arten aus diversen ökologischen Gruppen bemerkenswert. Deshalb ist für den Schutz der Stechimmen der Erhalt der verschiedenen vernetzten Teillebensräume von besonderer Bedeutung. Eine Asphaltierung der Wege und die Beseitigung der Wegrandbereiche sollte auf keinen Fall gestattet werden.

10. Zusammenfassung

Im Jahr 1987 wurden in der Sandheide ‚Pestruper Gräberfeld' und in angrenzenden Bereichen aus der Gruppe der Hymenoptera Aculeata (ohne Formicidae) 169 und damit 26,1% der Arten des Norddeutschen Flachlandes nachgewiesen. Der Anteil endogäisch nistender Arten lag bei 70,4%, der Anteil der Brutparasiten bei 18,9%.

Mittels einer multivariaten Ordinationstechnik (DCA) ließ sich aufgrund der jeweils erfaßten Artenspektren die Affinität der einzelnen Untersuchungsflächen darstellen. Das Requisiten-

angebot (Nistplätze, Nahrung) beeinflußte die Artenzusammensetzung der einzelnen Bereiche unterschiedlich. Hierbei kam dem Angebot an Nistplätzen eine zentrale Bedeutung zu. Dies läßt sich darauf zurückführen, daß zumindest die ♀♀ der nicht parasitischen Stechimmen während der Nestversorgungsphase Aktivitätszentren und eingeschränkte Aktionsradien besitzen. Das Nistplatzangebot bestimmt auch die Artenverteilung der Kuckucksbienen, da sie sich zumeist im Bereich der Wirtsnester aufhalten.

Am Beispiel der Apoidea wird außerdem deutlich, daß die Besiedlung benachbarter Lebensräume nicht isoliert zu betrachten ist. So konnten auf der für endogäisch nistende Arten günstigen Sandheide mehr Arten nachgewiesen werden, als aufgrund des bis Ende Juni geringen Blütenangebots zu erwarten waren. Die Präsenz zahlreicher Arten wird hier erst durch das vielfältige Blütenangebot angrenzender Gebiete gewährleistet. In diesen Bereichen verursachten nahrungssuchende Bienen aus der Sandheide - verglichen mit den Nistplatzangeboten - überproportional hohe Anteile endogäisch nistender Arten. Die jeweilige Zoozönose wird also nicht nur von Arten bestimmt, die innerhalb des Biotopes alle Requisiten vorfinden, sondern auch von solchen, die dieses Gebiet nur als Teillebensraum nutzen.

Die Bedeutung von Zwergstrauchheiden, die in Nordwest-Deutschland fast nur als Reliktareale verblieben sind, wird für die untersuchten aculeaten Hymenopteren auch daran deutlich, daß 12 bundesweit gefährdete Arten in den Untersuchungsflächen nachgewiesen wurden.

Danksagung

Wir danken besonders Herrn Prof. Dr. V. Haeseler für die Überprüfung sämtlicher fraglichen Exemplare und für die zahlreichen Anregungen. Einige Exemplare von *Sphecodes* und *Lasioglossum* wurden freundlicherweise auch durch Herrn M. Schwarz (A-Ansfelden) und Herrn A. Ebmer (A-Puchenau/Linz) kontrolliert.

Literaturverzeichnis

BLAB, J., NOWAK E., TRAUTMANN W., SUKOPP H. (eds.) (1984): Rote Liste der gefährdeten Tiere und Pflanzen in der Bundesrepublik Deutschland. - Kilda Verlag, Greven.

BLÜTHGEN, P. (1923): Beiträge zur Systematik der Bienengattung *Sphecodes* LATR. - Deutsche Ent. Z. **1923**: 441-513.

BLÜTHGEN, P. (1961): Die Faltenwespen Mitteleuropas (Hymenoptera, Diploptera). - Abh. dt. Akad. Wiss. Berlin - Klasse f. Chemie, Geologie, Biologie, **2** (1): 1-248.

DATHE, H. (1980): Die Arten der Gattung *Hylaeus* in Europa (Hymenoptera, Apoidea, Colletidae). - Mitt. zool. Mus. Berlin **56** (2): 207-294.

DRACHENFELS, O. VON, MAY, H., MIOTK, P. (1984): Naturschutzatlas Niedersachsen. - Naturschutz und Landschaftspflege in Niedersachsen Heft **13**: 266 S.

EBMER, A. (1969): Die Bienen des Genus *Halictus* LATR. s.l. im Großraum von Linz (Hymenoptera, Apidae). - Naturk. Jahrb. Linz **15**: 133-183.

EBMER, A. (1970): Die Bienen des Genus *Halictus* LATR. s.l. im Großraum von Linz (Hymenoptera, Apidae). - Naturk. Jahrb. Linz **16**: 19-82.

EBMER, A. (1971): Die Bienen des Genus *Halictus* LATR. s.l. im Großraum von Linz (Hymenoptera, Apidae). - Naturk. Jahrb. Linz **17**: 63-156.

EBMER, A. (1973): Die Bienen des Genus *Halictus* LATR. s.l. im Großraum von Linz (Hymenoptera, Apidae). Nachtrag und zweiter Anhang. - Naturk. Jahrb. Linz **19**: 123-158.

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

GREIG-SMITH, P. (1980): The development of numerical classification and ordination. - Vegetatio **42**: 1-9.

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

HAESELER, V. (1978): Zum Auftreten aculeater Hymenopteren in gestörten Hochmoorresten des Fintlandmoores bei Oldenburg. - Drosera '**78**: 57-76.

HAESELER, V. (1985): Nord- und Ostfriesische Inseln als „Reservate" thermophiler Insekten am Beispiel der Hymenoptera Aculeata. - Mitt. dtsch. Ges. allg. angew. Ent. **4**: 447-452.

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

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

JECKEL, G. (1984): Syntaxonomische Gliederung, Verbreitung und Lebensbedingungen nordwestdeutscher Sandtrockenrasen (Sedo - Scleranthetea). - Phytocoenologia **12**: 9-153.

KRATOCHWIL, A. (1984): Pflanzengesellschaften und Blütenbesucher-Gemeinschaften: biozönologische Untersuchungen in einem nicht mehr bewirtschafteten Halbtrockenrasen (Mesobrometum) im Kaiserstuhl (Südwestdeutschland). - Phytocoenologia **11**: 455-669.

KRATOCHWIL, A. (1987): Zoologische Untersuchungen auf pflanzensoziologischem Raster - Methoden, Probleme und Beispiele biozönologischer Forschung. - Tuexenia **7**: 13-51.

KUNZ, P. (1989): Die Goldwespen Baden-Württembergs. Taxonomie, Faunistik und Ökologie - mit einem Bestimmungsschlüssel für die deutschen Arten. - Dissertation an der Universität Karlsruhe.

LINSENMAIER, W. (1959): Revision der Familie Chrysididae (Hymenoptera). - Mitt. ent. Ges. Schweiz **32**: 1-246.

LOMHOLDT, O. (1975/76): The Sphecidae (Hymenoptera) of Fennoscandia and Denmark. - Fauna Ent. Scand. **4** (1/2): 452 S.

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

OEHLKE, J., WOLF, H. (1987): Beiträge zur Insektenfauna der DDR: Hymenoptera - Pompilidae. - Beitr. Ent. **37**: 279-390.

PIELOU, E.C. (1984): The interpretation of ecological data - A primer on classification and ordination. - J. Wiley, New York: 263 S.

PULAWSKI, W.J. (1984): The status of *Trypoxylon figulus* (L. 1758), *medium* DE BEAUMONT 1945, and *minus* De Beaumont 1945 (Hymenoptera, Sphecidae). - Proc. Calif. Acad. Sc. **43**: 123-140.

SCHMAL, G. (1984): Zur faunistischen Bedeutung der nordwestdeutschen Sandheiden. - Unveröff. Diplomarbeit am Inst. f. Naturschutz und Landschaftspflege der Universität Hannover.

SCHMIEDEKNECHT, O. (1930): Die Hymenopteren Mitteleuropas. 2. Aufl. - G. Fischer, Jena.

SCHWERDTFEGER, F. (1975): Ökologie der Tiere, Bd. III Synökologie. - P. Parey, Hamburg und Berlin.

SUSTERA, O. (1959): Bestimmungsschlüssel der tschechoslowakischen Arten der Bienengattung *Sphecodes* LATREILLE. - Cas. csl. Spol. ent. **56**: 169-180.

TAUX, K. (1986): Die Oldenburgischen Naturschutzgebiete. - Holzberg, Oldenburg: 303 S.

TER BRAAK, C.J.F. (1987): Unimodal models to relate species to environment. - Dissertation an der Universität Wageningen, Niederlande: 149 S.

TEWES, A. (1986): Nutzungskonflikte und Erhaltungsprobleme einer degenerierten Zwergstrauchheide - dargestellt am Beispiel des Pestruper Gräberfeldes bei Wildeshausen. - Studienarbeit Inst. f. Geobotanik Universität Hannover: 50 S.

VECHT, J. VAN DER, FISCHER F.C.J. (1972): Hymenopterorum Catalogus, Teil 8. Palearctic Eumenidae. - Junk, The Hague: 199 S.

WAHIS, R. (1986): Catalogue systématique et codage des Hymenoptères Pompilides de la region Quest-Europeene. - Notes faun. Gembloux **12**: 1-91.

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

WOLF, H. (1972): Hymenoptera: Pompilidae. - Insecta Helvetica, Fauna **5**: 176 S.

Anschrift der Autoren:
Andreas von der Heide, Rolf Witt, Universität Oldenburg, Fachbereich 7 (AG Terr. Ökol.), Postfach 2503, D-2900 Oldenburg

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Drosera

Jahr/Year: 1990

Band/Volume: 1990

Autor(en)/Author(s): Heide Andreas v.d., Witt Rolf

Artikel/Article: Zur Stechimmenbesiedlung von Sandheiden und verwandten Biotopen am Beispiel des Pestruper Gräberfeldes in Nordwest-Niedersachsen (Hymenoptera Aculeata) 55-76