

Die Stechimmenfauna einer stillgelegten Tonkuhle im Landkreis Ammerland - (Hymenoptera: Aculeata)

Hergen Erhardt

Abstract: 1,208 aculeate hymenopterans of 160 species were recorded around the open clay pit in Edewecht (Ammerland District) during the years 1996/97. With 51 digging wasps and 74 wild bee species, 30 and 24 %, respectively of the North German species spectrum were documented. 35 species belong to other aculeate groups. After critical analysis the recording success is assessed to cover about three quarters of the range of actually existing species.

Parts of the area are assumed to be nesting places for both digging wasps and wild bees. Other areas are obviously of importance to wild bees exclusively: In hedgerows, for example, nesting activities of spring bee species are observed only in a leafless state. A comparison between the clay pit investigated in the present study and other investigations performed in that region yields additional information on partial aspects of compared areas, if fastidious species are considered exclusively, whereas ubiquitous species superimpose this information, when all species are considered.

The high number of cuckoo bees found within the nesting areas of the numerous soil-nesting species indicates an advanced state of development. Several faunal particularities emphasize the landscape ecological importance of the area. *Ceratina cyanea* was not found in north-west Germany before. *Crossocerus cinxius*, *Hylaeus rinki* as well as *Nomada obscura* are considered to be rare species. Hence, the clay pit investigated in the present study has become an area of supraregional importance for the group of Hymenoptera aculeata.

1. Einleitung

Durch oberflächennahe Rohstoffgewinnung werden diverse Landschaften grundlegend verändert (DINGETHAL et al. 1985). Die dabei entstehenden offenen terrestrischen Bereiche können sich bei ungestörter Sukzession zu wertvollen Extremstandorten entwickeln (HAESELER 1972, PLACHTER 1983). In der ausgeräumten und verarmten Kulturlandschaft sind diese Ersatzbiotop häufig wichtige Rückzugsinseln und Trittsteine, die den Genaustausch der Populationen gewährleisten. Für xerothermophile Stechimmen ist die ökologische Bedeutung der sekundären Trockenbiotop mit extrem trockenwarmem Mikroklima, südexponierten Vertikalstrukturen und vegetationslosen Sandflächen hinreichend bekannt (u.a. HAESELER 1972, PREUB 1980, WESTRICH 1990).

Das Dispersionsvermögen gerade solitärer Arten wird in der Literatur als gering erachtet (HANSEN 1993, VÖLKL 1991). Bei der Betrachtung des Kolonisationsgeschehens in Sekundärbiotop drängt sich die Frage der Rekrutierung einer vielfältigen Artengemeinschaft auf. In der vorliegenden Arbeit wird der landschaftsökologische Wert einer nur teilweise rekultivierten Tongrube anhand der aculeaten Hymenopteren untersucht und die Bedeutung dieses isolierten Bereichs für eine eher ausbreitungsschwache Tiergruppe herausgestellt.

2. Untersuchungsgebiet und Untersuchungszeitraum

2.1 Untersuchungsgebiet

Die untersuchte stillgelegte „Tonkuhle Am Hegekamp“ liegt auf der Ostfriesisch-Oldenburgischen Geest 14 km westlich von Oldenburg i.O. (vgl. Abb. 1, 2). Seit 1993 haben 12,9615 ha, Gewässer mit Uferbereich sowie Bereiche mit Laubwald und Aufforstung, den Status eines Landschaftsschutzgebietes.

Der grundwasserferne Geeststandort hat als Grundmoräne aus Geschiebemergel bzw. Geschiebelehm Kontakt zu Lauenburger Ton im Untergrund, der örtlich auch im Oberboden vorkommt. Zur potentiellen natürlichen Vegetation der feuchten, meist langfristig staunassen Tonböden mit sandig-lehmigem Oberboden gehören die reicheren Eichen-Hainbuchenwälder, die feuchten Buchen-

Abb. 1: Übersichtsplan „Tonkuhle am Hegekamp“, Lage der Tonkuhle

wälder mit Überleitung zu den Buchen-Eichenwäldern (LANDKREIS AMMERLAND 1995).

Vormals befand sich im Bereich der heutigen Tonkuhle eine zusammenhängende Waldfläche mit den auch jetzt noch bestehenden südlichen und nördlichen Gehölzbeständen. Auf Teilen der östlichen, in Kirchenbesitz befindlichen Flächen bestand Grünlandnutzung (Ev.-luth. Kirchengemeinde mdl.). Nach ersten Ansätzen des Abbaus in den 60er Jahren lag der Schwerpunkt zwischen 1972 und 1984. Danach lag der Bereich brach. Eine Rekultivierung erfolgte nur in einigen Teilbereichen, so daß insbesondere südexponierte Vertikalstrukturen erhalten blieben. Gegenwärtig unterliegt die westliche Gewässerhälfte mit Uferzone der Angelnutzung.

Seit dem Beginn der organisierten Freizeitnutzung sind deutliche Tendenzen einer Umgestaltung zu einem Landschaftspark zu erkennen. Bereits im Winterhalbjahr 1995/96 wurden zur Besucherlenkung im Gebiet Wege mit Schreddermaterial angelegt. Überschüssiges Schreddergut wurde auf offenen Sandflächen deponiert. Im Winter 1996/97 entstand entlang des nördlichen Sandweges ein Graben mit einem parallel errichteten Wall. Anlässlich einer Pflanzaktion Ende April 1997 wurden fast alle beprobten Teilbereiche mit Gehölzen bepflanzt.

Der Untersuchungsraum umfaßt den sehr heterogenen, streifenförmigen Bereich zwischen Gewässerufer und bewaldeten Flächen bzw. landwirtschaftlichen Nutzflächen. Erhebliche Unterschiede hinsichtlich Exposition, Bodenstruktur, Relief, Wasserversorgung und Störungsgrad der Sukzession ergeben eine mosaikartige Strukturvielfalt. Diese setzt sich zusammen aus offenen bis schütter bewachsenen ebenen Flächen, lockerrasig bewachsenen Hügeln unterschiedlicher Exposition und Beschattung, verschieden stark verbuschten Flächen, Wallhecken mit Überhältern, lichtungartigen Bereichen, Schilfflächen, Röhricht, Brombeergebüschen, Japanknöterichdickichten, Waldrand, Ufersaum mit Weiden, Straßenbermen und Ruderalfluren. Nicht alle Bereiche eignen sich gleichermaßen als (Teil-)Lebensräume für aculeate Hymenopteren und somit zu deren Erfassung.

- A - Wallhecke Nordost: Ein Sandweg säumt lückige Wallhecken mit Überhältern (Rotbuche, Eiche, Hainbuche). Die Krautschicht wird von einzelnen Moospolstern und Efeuranken gebildet. Nur im zeitigen Frühjahr ist der leicht humose Boden der nordexponierten Seite besonnt.
- B - Nisthügel: Der vier bis fünf Quadratmeter große, windgeschützte Bereich ist Konzentrationspunkt endogäisch nistender Stechimmen, wird aber auch von Sandlaufkäfern und Reptilien genutzt. *Rubus*-, *Salix*-Arten und verschiedene Apiaceen bilden reiche Blühaspekte.
- B' - ebene offene Fläche am Sandweg: Die vegetationslose Sandfläche geht in eine blütenreiche Wiese und nachfolgend in ein Gebüsch aus Himbeere und Brombeere über. Auf der offenen Fläche (ca. 100 m²) wurden neben Nestaggregationen aculeater Hymenopteren Reptilien (*Lacerta vivipara*, Waldeidechse; *Natrix natrix*, Ringelnatter; *Anguis fragilis*, Blindschleiche) und Sandlaufkäfer (*Cicindela campestris* und *C. hybrida*) beobachtet. Die Anlage eines Grabens mit begleitendem Erdwall vor Beginn des zweiten Erfassungsjahres veränderte den Charakter dieser Fläche 1996/97 entscheidend. Zudem wurde die freie Fläche gemulcht und bepflanzt.
- C - Steilwand mit Abbruchkanten: Die südexponierte Seite der Abraumhalde am Nordostufer weist zahlreiche Abbruchkanten mit abwechselnd lehmigem und sandigem Substrat auf. Ein terrassenartiger Trampelpfad begleitet den Hügel auf halber Höhe (Abb. 3).
- C' - Hügelplateau: Die Oberseite dieses Hügels ist stark verbuscht, einige Bereiche sind mit dichtem Brombeergebüsch bestockt, andere mit lockerer Vegetation.
- D - Wallhecke mit Adlerfarn: Die Wallhecke bildete ursprünglich mit dem als A bezeichneten Abschnitt ein zusammenhängendes Landschaftselement, das durch den Rohstoffabbau abschnittsweise verschwand. Nach Besonnung im zeitigen Frühjahr wird dieser Bereich zunehm-



Abb. 2: Blick auf die untersuchte Tonkuhle am Hegekamp aus südwestlicher Richtung

mend durch Adlerfarn-Bestände beschattet, so daß sich die Haupterfassungsaktivität hier auf das Frühjahr beschränkt.

- E - Westufer: Dieser Bereich mit z.T. ursprünglich vorhandenen Waldbäumen grenzt westlich an eine Hofstelle. Das reichhaltige Blütenangebot wird neben zahlreichen krautigen Arten durch weitläufige Brombeergebüsche dominiert. In Hofnähe ist das Ständerwerk eines Fachwerkhäuses als Holzstapel gelagert. Der florenfremde Japanknöterich bildet z.T. großflächige Reinbestände.
- E' - Südwestufer: Der nordexponierte Bereich mit bewegtem Relief ist in großen Teilen beschattet. Der Oberboden ist überwiegend lehmig und abschnittsweise staunaß.
- F - Südostufer: Schilfflächen und ruderale Hochstaudenfluren prägen diesen Untersuchungsabschnitt. Ein mit Schlehen bestandener Hohlweg und Hofgebäude bilden die östliche Grenze. Ein mittlerweile ungenutzter Zufahrtsweg ist über weite Bereiche von blütenreicher Vegetation überzogen.
- G - Blütenstandort am Nordufer: Auf dem lichtungsartigen Bereich treten in jahreszeitlicher Abfolge zahlreiche Blütenpflanzen, besonders Doldenblütler, auf. Während der Hauptblühaspekte ist dieser Bereich jeweils Konzentrationspunkt blütenbesuchender Insekten.
- H - Lichtung: Die wenige Quadratmeter große südexponierte Lichtung ist schütter bewachsen und Konzentrationspunkt vieler endogäisch nistender Insekten.



Abb. 3: Nordufer der Tonkuhle am Hegekamp

- S - Straßenberme: Die Hochstaudenflur entlang der Straße „Espergöhlen“ bringt jeweils bis zur Mahd ein üppiges Blütenangebot hervor.
- U - Wasserlinie: Rohrkolben-Röhricht, Schilf und Schwimmblatt-Gesellschaften (*Myriophyllum alterniflorum*) dominieren am Ufer der Tonkuhle. Dieser Bereich wird von vielen Insekten als Teil-lebensraum genutzt. Das reiche Angebot an *Salix*-Arten ist im Frühjahr besonders attraktiv; Froschlöffel wird im Hochsommer gut besucht.

Im Untersuchungsgebiet wurden insgesamt 135 Pflanzenarten festgestellt (Tab. 1).

Tab. 1: Pflanzenliste der Tonkuhle mit Angabe der Verbreitung in den Teilgebieten
(Nomenklatur nach GARVE & LETSCHERT (1991))

2.2 Klima/Witterung

Das Untersuchungsgebiet liegt im Einflußbereich des nordwestdeutschen Seeklimas mit überwiegend West-Nordwest-Winden, relativ geringen Temperaturschwankungen im Tages- und Jahreslauf, einer hohen Luftfeuchtigkeit sowie häufiger Bewölkung und Nebelbildung. Es herrschen mäßig warme Sommer und verhältnismäßig milde Winter vor. Die Sommertage, d. h. Tage, an denen die Temperatur auf 25° C oder darüber steigt, sind mit einem Durchschnitt von 18 Tagen deutlich seltener als im küstenferneren Niedersachsen. Die Niederschläge verteilen sich regelmäßig über das ganze Jahr. Sie erreichen im Jahr 670 - 800 mm. Spitzenwerte (>100 mm/d) werden mitunter im Juli/August erreicht (LANDKREIS AMMERLAND 1995).

Der überdurchschnittlich günstige Witterungsverlauf der Vorjahre (besonders in Jahr 1995) hat sich positiv auf die Bestandssituation thermophiler Tiergruppen ausgewirkt. Die Vegetationsperiode setzte 1996 nach einem ungewöhnlich kalten Jahresanfang Mitte April ein. Der April war überdurchschnittlich warm, sonnenreich und niederschlagsarm. Der Mai brachte durch niedrige Temperatur und geringe Sonnenscheindauer ungünstige Witterungsverhältnisse. Von Juni bis August war die Erfassung durch relativ hohe Temperaturen und Sonnenscheindauer begünstigt, der August war jedoch durch Niederschlagsperioden beeinträchtigt. Die ungewöhnlich milde Witterung in den Monaten Februar und März 1997 führte zu einem zeitigen Beginn der Vegetationsperiode. Mai und Juni waren regenreich, es folgten trockenwarme und sonnige Monate (Juli bis September).

2.3 Untersuchungszeitraum

Vom 15 April bis 14. Oktober 1996 wurde an 69 Tagen erfaßt, 1997 (30. März - 04. September) fanden 21 Exkursionen statt ($\Sigma = 90$). Die zwei- bis sechsstündigen Begehungen entfielen jeweils auf Tage mit optimaler bis suboptimaler Witterung. Der Gesamterfassungsaufwand liegt bei etwa 300 Stunden. Die einzelnen jahreszeitlichen Aspekte wurden - bei geringerer Erfassungsintensität im

zweiten Erfassungsjahr - in beiden Jahren repräsentativ beprobt (vgl. Tab. 2).

Tab. 2: Jahreszeitliche Verteilung der Fangtage

3. Methoden und Material

Die Erfassung der aculeaten Hymenopteren (ohne Ameisen) erfolgte vorwiegend durch Sichtfang - gelegentlich Streiffang - mit einem engmaschigen Insektennetz. Der Untersuchungsschwerpunkt lag auf der Analyse der Bienen- und Grabwespenfauna; andere aculeate Hymenopteren wurden als Beifang berücksichtigt. Hummeln und ihre Schmarotzer wurden nur 1996 erfaßt, der Fang dieser Gruppe erfolgte zur Schonung der Bestände lediglich repräsentativ. Auf den Einsatz automatischer Fallen wurde verzichtet, da hier einerseits oft Hunderte von Individuen einer Art getötet werden, andererseits die Hymenopteren nur einen Teil der getöteten Insekten ausmachen.

An den einzelnen Fangtagen wurden nur Belegexemplare der Arten entnommen. Somit handelt es sich bei den Häufigkeitsangaben um 'Mitnahmefrequenzen'. In der Artenliste sind Arten gekennzeichnet, die eindeutig häufiger zu beobachten waren, als sie gefangen wurden. Belegexemplare dokumentieren Fangperioden und Fundorte. Teillebensräume wurden gesondert mit gleicher Intensität untersucht. Zur genaueren Beurteilung der Schilfbesiedlung anhand aculeater Hymenopteren wurden im Winter 1997/98 nach einer Frostperiode Schilfgallen im Untersuchungsgebiet gesammelt, unter Raumtemperatur gehältert und die schlüpfenden Stechimmen verzeichnet.

Determination: Bienen nach SCHEUCHL (1995, 1996) u. SCHMIEDEKNECHT (1930), die Gattungen *Hylaeus* nach DATHE (1980), *Sphecodes* nach WARNCKE (1992), *Bombus* und *Psithyrus* nach MAUSS (1994), Grabwespen nach DOLLFUSS (1991), OEHLKE (1970) und JACOBS & OEHLKE (1990), Faltenwespen nach MAUSS & TREIBER (1994) und SCHMID-EGGER (1994b), Wegwespen nach OEHLKE & WOLF (1987).

Die Nomenklatur richtet sich bei den Wildbienen von den Gattungen *Bombus* und *Psithyrus* abgesehen (vgl. WESTRICH 1990) nach SCHWARZ et al. (1996), bei Grabwespen nach WITT (1998), bei Wegwespen nach OEHLKE & WOLF (1987) und bei Faltenwespen nach MAUSS & TREIBER (1994) sowie SCHMID-EGGER (1994b).

4. Ergebnisse

4.1 Artenspektrum

Insgesamt konnten 1208 gefangene Individuen 160 Arten der aculeaten Hymenopteren

zugeordnet werden. Es entfallen dabei 390 Tiere auf 51 Grabwespen- und 679 Individuen auf 74 Wildbienenarten. 139 Individuen verteilen sich auf 35 Arten anderer aculeater Gruppen (vgl. Tab. 3).

Tab. 3: An der Tonkuhle Edeweicht in den Jahren 1996 und 97 nachgewiesene Hymenopteren (♀ ♀ = Weibchen, ♂ ♂ = Männchen, Ind. = Individuen, s = stenök/stenotop, # = unique species, ° = mehr Individuen beobachtet als gefangen, > = 20 - 50 Individuen, >> = mehr als 50 Indivi-

duen, e = endogäisch, h = hypergäisch, p = polylektisch, P = Parasitoid, o = oligolektisch, ol = streng oligolektisch, ? = wahrscheinlich, R = Rhynchota, Ap = Apidae, D = Diptera, L = Lepidoptera, O = Orthopteroidea, A = Arachnida, [P1] = Parasitoid bei *Argogorytes mystaceus*, [P2] = Parasitoid bei *Gorytes laticinctus*, Fundorte vgl. Kap. 2.1)

Im Untersuchungsgebiet wurden von den 51 Grabwespenarten sieben mit mehr als 20 Individuen beobachtet, zwei mit mehr als 50 Individuen. Ein Drittel der Arten (17 von 51) wurde jeweils nur an einem Tag nachgewiesen („unique species“). Besondere Ansprüche an ihren Lebensraum zeigen 18 stenöke bzw. stenotope Arten. Zwei Arten leben als Parasitoide bei anderen Grabwespen (vgl. Tab. 3). 47 Arten wurden bereits 1996 an 69 Erfassungstagen dokumentiert, davon 25 ebenfalls 1997 an nur 21 Erfassungstagen; vier Arten waren im zweiten Erfassungsjahr neu. Die Hälfte des Artenspektrums wurde also in beiden Jahren angetroffen (43 % nur im ersten Jahr, 8 % nur im zweiten, vgl. Abb. 4). Mit *Crossocerus cinxius* und *Passaloecus turionum* wurden zwei schwerpunktmäßig boreal verbreitete Arten festgestellt.

Von den insgesamt 74 Bienenarten wurden 14 mit mehr als 20 Individuen beobachtet, acht davon mit mehr als 50 Individuen. Der Anteil der „unique species“ beträgt 23 % (17 von 74 Arten). 28 Bienenarten sind stenök/stenotop. 26 Arten haben eine parasitoide Lebensweise (vgl. Tab. 3). 1997 wurden sechs Arten erfaßt, die 1996 nicht festgestellt wurden. 26 Wildbienenarten konnten 1997 nicht bestätigt werden, 42 Arten (= 57 %) wurden in beiden Jahren gefangen, 35 % nur im ersten und 8 % nur im zweiten (vgl. Abb. 3). Soziale Arten und deren Parasitoide (1996 = 9 Arten) wurden 1997 bei der Erfassung nicht berücksichtigt. Sieben Arten (9 %) der Wildbienen haben schwerpunktmäßig eine boreale Verbreitung: *Andrena clarkella*, *A. lapponica*, *A. ruficrus*, *Lasioglossum fratellum*, *L. rufitarse*, *Nomada leucophthalma* und *N. obscura*.

Außerdem wurden 35 andere aculeate Hymenopteren-Arten (Chrysididae, Eumenidae, Pompilidae, „Scolioidea“, Vespidae) mit 139 Individuen aus 35 Arten erfaßt.

4.1.1 Stenöke/stenotope Arten

Jeweils mehr als ein Drittel der Grabwespen- und Bienen-Arten ist als stenök/stenotop anzusehen. Die Einteilung der stenöken/stenotopen Arten folgt HAESLER & RITZAU (1998). Die dort nicht aufgeführten Arten wurden nach spezifischen Biotopansprüchen und Fundhäufigkeit in Norddeutschland beurteilt (vgl. WESTRICH 1990, WITT 1998).

Je 17 Grabwespen- und Bienenarten wurden jeweils nur an einem Tag gefangen. Der relative Anteil liegt bei den Grabwespen mit einem Drittel höher als bei den Bienen. Das Geschlechterverhältnis der nur an einem Tag gefangenen Grabwespenarten ist relativ ausgeglichen, bei den Bienen überwiegen deutlich die Weibchen. 18 % der Grabwespen sind sowohl selten nachgewiesen als auch stenök/stenotop; bei den Bienen gilt dies für 12 %. Die stenöken/stenotopen und zugleich nur einmal nachgewiesenen Arten sind überwiegend durch Weibchen vertreten.

4.1.2 Faunistisch bemerkenswerte Arten

Nachstehend wird gesondert auf bemerkenswerte Arten eingegangen, wobei die noch unveröffentlichten Erfassungen von Kraatz, Schlüter und Wilhelm berücksichtigt werden konnten. Diese Arbeiten stehen in engem räumlichen (Ammerland/Oldenburg) und zeitlichen Zusammenhang mit der vorliegenden Untersuchung.

SPHECIDAE

Crossocerus cinxius (DAHLBOM 1838)

1 ♀ 03.06.97. Das Tier wurde in einem Bereich mit reichem *Rubus*-Vorkommen gefangen. *C. cinxius* legt Nester in *Sambucus*- und *Ribes*-Zweigen sowie *Rubus*-Ranken an (SCHMIDT 1980). Wenige Fundorte für Nordwestdeutschland (ALFKEN 1915, HOOP 1971, RIEMANN 1985, 1995, THEUNERT 1994, WAGNER 1939).

Crossocerus congener (DAHLBOM 1844)

3 ♀♀ 17.06.96. Diese Art nistet in Pflanzenstengeln, nutzt aber auch Insektenbohrlöcher im Holz. Bisher vier Nachweise für Nordwestdeutschland: zwei aus Schleswig-Holstein (HAACK et al. 1984, SCHMIDT 1979) und je einer aus Bremen (RIEMANN 1995) und Niedersachsen (HAESLER & RITZAU 1998).

Ectemnius lituratus (PANZER 1804)

1 ♀ 12.08.96 (auf Doldenblütler). Diese südliche Art, deren nördliche Verbreitungsgrenze in Dänemark liegt (SCHMIDT 1980), wurde von HAESLER (1973) erstmals für Norddeutschland gemeldet. Bislang in Nordwestdeutschland selten, jedoch für Schleswig-Holstein in den letzten Jahren häufiger gemeldet (HAESLER 1973, 1985, HOOP 1973, 1977, KULIK 1998, VAN DER SMISSEN 1993). Funde liegen für das östliche Niedersachsen (VAN DER SMISSEN 1991) und Bremen (RIEMANN 1983) vor.

Lestica clypeata (SCHREBER 1759)

1 ♀ 22.07.97. Bislang in Nordwestdeutschland selten nachgewiesen (ALFKEN 1915, VAN DER SMISSEN 1991, 1998, THEUNERT 1994, WAGNER 1938).

Mimesa bruxellensis BONDROIT 1934

1 ♀ 15.07.96. Diese Art wird in Nordwestdeutschland erst in den zurückliegenden Jahren häufiger nachgewiesen (HAESLER 1977, 1984, HERRMANN 1999, HAACK et al. 1984, VAN DER SMISSEN 1991, 1993, 1998, VAN DER SMISSEN & ECKLOFF 1992). Schlüter wies die Art 1996 am Segelflugplatz Rostrup nach.

APIDAE

Andrena ruficrus NYLANDER 1848

1 ♀ 19.04., 2 ♀♀ 23.04. 96; 2 ♂♂ 14.04.97. Für *Andrena ruficrus* - Wirt von *Nomada obscura* - nennt WAGNER (1938) 20 Fundorte für Nordwestdeutschland. Weitere Angaben bei ALFKEN (1939), EMEIS (1960), HAESLER (1978b), RIEMANN (1985, 1987a, 1988), HERRMANN & FINCH (1998) und VON DER HEIDE (1991). Kraatz (Truppenübungsplatz Bümmerstede) und Schlüter (Baggersee Nethen und Segelflugplatz Rostrup) wiesen die Art 1996 ebenfalls nach.

Ceratina cyanea (KIRBY 1802)

1 ♀ 12.08.96. Diese in Mitteleuropa häufigste Keulhornbiene kommt vorwiegend an Waldrändern, auf Waldlichtungen, in Hecken und auf älteren Brachen vor (WESTRICH 1990). Bislang in Nordwestdeutschland selten nachgewiesen. VAN DER SMISSEN (1991) meldet diese Art als neu für Nordwestdeutschland,

KETTNER (1947) wies sie für Wobeck (Braunschweig) aber bereits 1947 nach! Weitere Fundorte bei VAN DER SMISSEN (1998) und THEUNERT (1994). - Westlichster Fundort für Nordwestdeutschland!

Hylaeus rinki (GORSKI 1852)

3 ♀♀ 21.07.96, 1 ♀ 02.07., 2 ♀♀ 03.07., 1 ♂ 21.07.96; 2 ♂♂ 02.07., 1 ♀ 04.07.97, 1 ♂ 04.07.97. *H. rinki* nistet in ausgeräumten Brombeerranken und zeigt eine starke Bindung an Waldränder. Die älteren Fundortangaben finden sich bei HOOP (1967) und WAGNER (1938). VON DER HEIDE (1991) nennt einen Hochmoorbereich (Gellener Torfmöörte) östlich Oldenburg i.O. als Fundort.

Nomada obscura ZETTERSTEDT 1838

1 ♀ 19.04.96. WESTRICH (1990) gibt *Andrena ruficrus* als einzigen bekannten Wirt von *N. obscura* an. In Nordwestdeutschland bislang selten nachgewiesen. WAGNER (1938) nennt nur vier Fundorte. Danach nur bei ALFKEN (1939), HAESELER (1978b), VON DER HEIDE (1991), RIEMANN (1985, 1987b, 1988) und STUKE (1995) erwähnt. Schlüter wies *N. obscura* 1996 am Segelflugplatz Rostrup nach.

4.1.3 Parasitoid-Wirt-Beziehungen

Die Wirte waren im Untersuchungsgebiet zumeist häufiger als die Kuckucksarten. Für *Nomada flava* wurde allerdings eine höhere Individuenzahl festgestellt als für beide dokumentierte Wirte (*Andrena nitida*, *A. carantonica*) zusammen! In den meisten Fällen war an den Fundorten der Kuckucksarten ein Wirt vorhanden. Die Fundorte von *Sphecodes reticulatus* und *Nomada panzeri* deckten sich nicht mit denen der Wirte. Für *Sphecodes geoffrellus* und *Sphecodes longulus* konnten keine Wirte nachgewiesen werden (vgl. Tab. 4). Die Gattungen *Nomada* und *Sphecodes* haben mit 14 bzw. acht Arten den größten Anteil an den Kuckucksarten.

Über ein Drittel (N = 26) der an der Tonkuhle angetroffenen Bienenarten hat eine parasitoidische Lebensweise. Sie entsprechen 31 % der in Norddeutschland bekannten Kuckucksbienen. Die zwei an der Tonkuhle festgestellten Grabwespen mit parasitoidischer Lebensweise entsprechen einem Viertel der für Norddeutschland bekannten parasitoidischen Grabwespen (vgl. Tab. 5).

Tab. 4: Parasitoid-Wirt-Beziehungen der in der Tonkuhle Edewecht in den Jahren 1996 und 97 nachgewiesenen Bienen- und Grabwespenarten (nach WESTRICH 1990 und DOLLFUSS 1991)

Tab. 5: Anteil der in der Tonkuhle 1996 und 97 nachgewiesenen Kuckucksarten im Vergleich zum

Bezugsraum Norddeutschland (ND) (N = Gesamtartenzahl, P = Parasitoide, Zahlen für ND nach VON DER HEIDE & WITT 1990)

4.1.4 Styloplisierung

Ein Männchen und 9 Weibchen (= 17 % der gefangenen Individuen) der Sandbiene *Andrena subopaca* waren styloplisiert. Styloplisierung wurde nur bei dieser Art festgestellt.

4.2 Indigenität

Für keine der erfaßten Arten kann die Indigenität ausgeschlossen werden, da jeweils die notwendigen Requisiten zur Verfügung stehen. So sind auch für seltene Arten wie *Ceratina cyanea* und *Hylaeus rinki* ausreichend Nistgelegenheiten (*Rubus*-Ranken) vorhanden. Für die Kuckucksbienen *Sphecodes geoffrellus* und *S. longulus* keine wurden geeigneten Wirte nachgewiesen. Offensichtlich lag die Größe der Wirtspopulationen im Untersuchungsgebiet bzw. in dessen Einzugsbereich während dieser Untersuchung unterhalb der Nachweisgrenze.

4.3 Erfassungsgrad

Die erfaßten Arten spiegeln nicht zwangsläufig den tatsächlich vorhandenen Artenbestand wider. Zur Beurteilung des Erfassungserfolges können verschiedene Vorgehensweisen herangezogen werden.

Die Erstellung der Artenarealkurven folgt HAESELER (1990a). Der Erfassungsgrad wird aufgrund des Sättigungsgrades der Kurve beurteilt. Die Erfassungsdurchgänge werden aus Fangtagen vergleichbarer Erfassungsdauer und -intensität der gesamten Erfassungsperiode zusammengestellt, um das unterschiedliche Erscheinen der Arten im Jahresverlauf angemessen zu berücksichtigen. Die einzelnen Durchgänge wurden hier dann nach optimalem Zuwachs sortiert. - Der Achsenabschnitt ist jeweils auf 1 gesetzt, da in beiden Gruppen eine Art durch die Wahl der Fangtage unberücksichtigt blieb. Der Kurvenverlauf für Grabwespen bzw. Bienen zeigt jeweils einen Sättigungsverlauf, wobei dieser für die Bienen wesentlich deutlicher ausfällt (vgl. Abb. 5).

Abb. 5: Artenarealkurve der Grabwespen bzw. Bienen in der Tonkuhle 1996/97 (maximal nach Erfassungsdurchgängen sortiert)

Die „Jackknife-Estimation“ gibt einen Erwartungswert der Artenzahl auf der Grundlage der „unique species“. Zur vergleichbaren Nachweismöglichkeit der Arten werden Erfassungsdurchgänge zugrundegelegt (vgl. Artenarealkurven).

$$S_J = S + K \frac{(n-1)}{n}$$

Formel der „Jackknife-Estimation“:

(S_J = erwartete Artenzahl, S = Anzahl der erfaßten Arten, n = Anzahl der Erfassungsdurchgänge, K = Anzahl der „unique species“; vgl. HELTSCHKE & FORRESTER 1983).

Anhand der „Jackknife-Estimation“ ergibt sich für die Grabwespen eine zu erwartende Artenzahl von 65 und somit ein Erfassungsgrad von 78 %. Für die Bienen sind 89 Arten zu erwarten, das entspricht einem Erfassungsgrad von 83 % (vgl. Tab. 6).

4.3.2 Fehlende Arten (Literaturvergleich)

Der Literaturvergleich erbringt in ähnlichen Biotopen der umliegenden Region häufige Arten, die im Untersuchungsgebiet ebenfalls zu erwarten sind. Folgende bei HAESELER & RITZAU (1998), VON DER HEIDE & WITT (1990), HERRMANN (1999), HERRMANN & FINCH (1998), RIEMANN (1983, 1987b, 1988, 1997) sowie in den noch unveröffentlichten Untersuchungen von Kraatz (1996), Schlüter (1996) und Wilhelm (1996/98) erwähnten, verbreiteten Grabwespen- und Bienen-Arten mit weitgehend unspezifischen Biotopansprüchen (Ubiquisten) berücksichtigt:

<i>Cerceris arenaria</i> (LINNAEUS 1758),	<i>Andrena ovatula</i> (KIRBY 1802),
<i>Cerceris quinquefasciata</i> (ROSSI 1792),	<i>Andrena synadelpha</i> PERKINS 1914,
<i>Cerceris ruficornis</i> (FABRICIUS 1793),	<i>Colletes cunicularius</i> (LINNAEUS 1761),
<i>Crossocerus annulipes</i> (LEPEL. & BRULLÉ 1835),	<i>Colletes fodiens</i> (GEOFFROY in FOURCROY 1785),
<i>Crossocerus exiguus</i> (VANDER LINDEN 1829),	<i>Dasygaster hirtipes</i> (FABRICIUS 1793),
<i>Crossocerus tarsatus</i> (SHUCKARD 1837),	<i>Epeolus variegatus</i> (LINNAEUS 1758),
<i>Diodontus tristis</i> (VANDER LINDEN 1829),	<i>Hylaeus annularis</i> (KIRBY 1802),
<i>Harpactus lunatus</i> (DAHLBOM 1832),	<i>Hylaeus brevicornis</i> NYLANDER 1852,
<i>Lestica subterranea</i> (FABRICIUS 1775),	<i>Hylaeus gibbus</i> SAUNDERS 1850,
<i>Lindenus panzeri</i> (VANDER LINDEN 1829),	<i>Hylaeus pictipes</i> NYLANDER 1852,
<i>Mimesa equestris</i> (FABRICIUS 1804),	<i>Lasioglossum albipes</i> (FABRICIUS 1781),
<i>Mimumesa unicolor</i> (VANDER LINDEN 1829),	<i>Lasioglossum leucopus</i> (KIRBY 1802),
<i>Miscophus ater</i> LEPELETIER 1845,	<i>Lasioglossum lucidulum</i> (SCHENCK 1861),
<i>Nysson dimidiatus</i> JURINE 1807,	<i>Lasioglossum quadrinotatum</i> (SCHENCK 1861),
<i>Oxybelus mandibularis</i> DAHLBOM 1845,	<i>Megachile lapponica</i> THOMSON 1872,
<i>Pemphredon lugubris</i> (FABRICIUS 1793),	<i>Megachile versicolor</i> SMITH 1844,
<i>Philanthus triangulum</i> (FABRICIUS 1775),	<i>Megachile willughbiella</i> (KIRBY 1802),
<i>Podalonia affinis</i> (KIRBY 1798),	<i>Nomada similis</i> MORAWITZ 1872,
<i>Tachysphex nitidus</i> (SPINOLA 1805),	<i>Panurgus banksianus</i> (KIRBY 1802),
<i>Trypoxylon figulus</i> (LINNAEUS 1758),	<i>Panurgus calcaratus</i> (SPINOLA 1763),
<i>Trypoxylon medium</i> BEAUMONT 1945,	<i>Sphécodes albilabris</i> (FABRICIUS 1793),
<i>Andrena denticulata</i> (KIRBY 1802),	<i>Sphécodes crassus</i> THOMSON 1870,
<i>Andrena flavipes</i> PANZER 1799,	<i>Sphécodes marginatus</i> HAGENS 1882,
<i>Andrena fuscipes</i> (KIRBY 1802),	<i>Sphécodes puncticeps</i> THOMSON 1870,
<i>Andrena nigroaenea</i> (KIRBY 1802),	<i>Stelis breviscula</i> (NYLANDER 1848).

Zuzüglich dieser Arten sind insgesamt 72 Grabwespenarten im Untersuchungsgebiet zu erwarten, so daß 71 % der Arten tatsächlich erfaßt wurden. Der Erfassungsgrad der Bienen liegt nach Literaturvergleich (29 zusätzliche Arten) bei 72 % (vgl. Tab. 6).

Tab. 6: Erwartungswert der Artenzahl und Erfassungsgrad in der Tonkuhle anhand von Jackknife-Estimation und Literaturvergleich (u. s. = „unique species“; S_J = erwartete Artenzahl, EG = Erfassungsgrad in Prozent, Lit. = für die Tonkuhle erwartete Artenzahl nach Literaturvergleich)

4.4 Häufigkeit

Den Fanghäufigkeiten werden neben den tatsächlich erfaßten Zahlen auch die geschätzten Individuenhäufigkeiten zugrundegelegt, da im Gelände ansprechbare Arten lediglich stichprobenartig gefangen wurden. Hummeln, die aufgrund ihrer sozialen Lebensweise individuenreich auftreten, werden hier außerachtgelassen. Bei der Nachweishäufigkeit sind die tatsächlichen Fangtage zugrunde gelegt.

Unter den 15 nachweishäufigsten Grabwespen finden sich 13 der individuenhäufigsten Arten. *Mellinus arvensis* und *Psenulus pallipes* wurden an wenigen Tagen in großer Zahl erfaßt, *Trypoxylon minus* und *Crabro cribrarius* dagegen bei niedriger Individuenzahl an verhältnismäßig vielen Tagen. *Lindenius albilabris* gehörte zu den häufigen Grabwespen, wurde jedoch nur durch Weibchen und lediglich 1996 dokumentiert. Auch die beiden parasitoiden *Nysson*-Arten gehörten zu den häufigen Arten. Von den Wirten wurde *Argogorytes mystaceus* ebenfalls zahlreich erfaßt, *Gorytes laticinctus* (Wirt von *Nysson trimaculatus*) war dagegen seltener. Die häufigen Grabwespen nisten endogäisch. Als einzige nicht im Boden nistende Art ist *Passaloecus singularis* häufig.

Sechs der 15 individuenreichsten Bienenarten gehören nicht zu den häufig nachgewiesenen Arten. *Andrena clarkella*, *A. praecox*, *A. vaga*, *Nomada flava*, *N. flavoguttata* und *N. ruficornis*. Mit beständig geringen Individuenzahlen wurden *Andrena minutula*, *Halic-tus tumulorum*, *Lasioglossum zonulum*, *Nomada fabriciana*, *N. lathburiana* und *Sphecodes miniatus* erfaßt, so daß diese Arten im Vergleich zur relativ geringen Individuenhäufigkeit eine hohe Nachweishäufigkeit haben. Die im Gebiet häufigen Bienenarten nisten endogäisch oder leben bei endogäisch nistenden Wirten. Von den hypergäisch nistenden Arten erreicht einzig *Chelostoma florissomne* größere Häufigkeit. In bezug auf den Blütenbesuch, die Brutfürsorge oder die eigene Ernährung sind die häufigen Arten überwiegend Generalisten. Allerdings fanden sich unter den häufigen Bienenarten auch vier streng oligolektische Arten.

Die beiden nachweishäufigsten Grabwespen wurden an einem Viertel der Erfassungstage für Grabwespen gefangen. Die nachweisstetigste Bienenart wurde dagegen an 36 % der Fangtage nachgewiesen (vgl. Tab. 7).

Tab. 7: Individuenhäufigkeit und Nachweishäufigkeit der Grabwespen- bzw. Bienenarten an der Tonkuhle in den Jahren 1996 und 1997 (>> = mehr als 50 Individuen, > = 20 - 50 Individuen, % = Anteil an den Fangtagen der Gruppe (N = 52 bzw. 90))

Obwohl die Erfassungsintensität und somit die Individuenzahlen beider Jahre unterschiedlich waren, ist eine Vergleichbarkeit aufgrund der repräsentativen Erfassung der jahreszeitlichen Aspekte gegeben (Abb. 6). Arten wie *Mellinus arvensis* und *Halictus rubicundus* wurden zwar auch '97 beobachtet aber nur als Belegexemplare entnommen. Fünf Grabwespenarten (*Crabro cribrarius*, *C. scutellatus*, *Oxybelus bipunctatus*, *O. uniglumis* und *Passaloecus singularis*) und sieben Bienenarten (*Andrena barbilabris*, *A. chrysoseles*, *A. haemorrhoea*, *A. subopaca*, *A. vaga*, *Chelostoma florissomne* und *LasioGLOSSUM sexstrigatum*) zählen in beiden Jahren zu den 15 häufigsten Arten. *A. clarkella* war '96 überaus häufig, wurde aber '97 nicht beobachtet. *Psenulus pallipes*, *Pemphredon lethifer*, *Nomada flava* und *N. ruficornis* waren '96 selten, traten aber '97 häufig auf. Mit insgesamt 60 Individuen an 32 Tagen war die Sandbiene *Andrena subopaca* in beiden Jahren häufig. 1996 wurden Weibchen über einen Zeitraum von 15 Wochen (20.04.- 04.08.), die Männchen dagegen nur über einen Zeitraum von zwei Wochen (23.04.- 07.05.) festgestellt. WESTRICH (1990) gibt eine Flugzeit von Mitte April bis Anfang Juni an und schließt aufgrund im Juli beobachteter Tieren eine zweite Generation nicht aus. Abgeflogene Individuen wurden im Gebiet lediglich gegen Ende der dokumentierten Aktivitätsphase festgestellt (21.07.- 04.08.). Zudem gab es keine Nachweislücken, so daß trotz der langen Flugphase ein univoltines Auftreten angenommen wird.

Von den Grabwespen und Bienen konnten 30 bzw. 24 % der für Norddeutschland bekannten Arten (vgl. VON DER HEIDE & WITT 1990) erfaßt werden. Die in Norddeutschland endogäisch nistenden Arten sind jeweils zu 26 % repräsentiert. Von den in Norddeutschland hypergäisch nistenden Grabwespen sind 35 % vertreten, die hypergäisch nistenden Bienen sind dagegen mit nur 18 % unterrepräsentiert (vgl. Abb. 7).

Abb. 7: Endogäisch und hypergäisch nistende Grabwespen- bzw. Bienenarten in der Tonkuhle (Kuckucksarten sind der Nistweise der Wirte zugeordnet, ND = Norddeutschland (Zahlen nach von DER HEIDE & WITT 1990)

4.6 Nahrung

Über 80 % der Grabwespenarten an der Tonkuhle verproviantierten die Nester mit Fliegen bzw. Schnabelkerfen. Spinnen, Schmetterlingslarven, Bienen bzw. Heuschrecken spielen als Larvennahrung - wie auch die parasitoide Lebensweise - eine untergeordnete Rolle. Die meisten festgestellten Bienen nutzen zur Verproviantierung der Larven und zur eigenen Versorgung ein unspezifisches Blütenangebot. Die Weiden besuchenden Sandbienen stellen die Mehrzahl der oligolektischen bzw. streng oligolektisch Arten (vgl. Abb. 8). Im einzelnen wurden folgende oligolektische Bienenarten festgestellt:

Colletes daviesanus und *Heriades truncorum* an Asteracea,
Andrena lapponica an Ericacea (*Vaccinium* spec.),
Andrena wilkella an Fabaceae,
Chelostoma rapunculi an *Campanula* spec.,
Macropis europaea an *Lysimachia vulgaris*,
Chelostoma florissomme an *Ranunculus* spec.,
Andrena clarkella, *Andrena praecox*, *Andrena ruficrus* und *Andrena vaga* an *Salix* spec..

Abb. 8: Beutespektrum der an der Tonkuhle erfaßten Grabwespen bzw. Blütenbesuch der erfaßten Bienen (Balken als relative Anteile, absolute Zahlen sind jeweils angegeben)

4.7.1 Artenzahl der Teilgebiete (vgl. Abb. 1)

Insgesamt war das „Westufer“ (E) der artenreichste Fundort, 15 Arten wurden nur hier festgestellt. Die früh auftretenden *Andrena*- und *Nomada*-Arten waren an der Wallhecke (A und D) zahlreich vertreten. Mit zunehmender Beschattung nimmt die Aktivität der Stechimmen in diesen Bereichen ab, so daß Grabwespen hier nicht festgestellt wurden. Für Bienen war die „Lichtung“ (H) ergiebig, während Grabwespen hier gering vertreten waren. Die Bereiche „Blütenstandort am Nordufer“ (G), „Straßenberme“ (S) und „Wasserlinie“ (U) wurden während der verschiedenen Blühaspekten als Teillebensräume genutzt. Die „ebene offene Fläche am Sandweg“ (B'), das „Westufer“ (E) und das „Südostufer“ (F) vereinen die Requisiten Blühangebot und Nistmöglichkeit.

An fünf von 13 Positionen wurde jeweils mehr als ein Drittel der Bienenarten nachgewiesen. Für die Grabwespen gelang das nur an zwei Positionen. In zwei Bereichen waren keine, in zwei weiteren war nur je eine Grabwespenart zu finden. Dagegen waren Bienen auf allen Probeflächen mit mindestens sechs Arten vertreten. 26 % der Bienenarten wurden nur an einem Ort gefangen, bei den Grabwespen waren es 41 %. Fünf Bereiche erbrachten keine nur dort gefundene Arten (vgl. Tab. 8).

Tab. 8: Artensummen der Probeflächen an der Tonkuhle (! = Arten mit nur einem Fundort)

4.7.2 Nestaggregationen

Im Untersuchungsgebiet befanden sich mehrere Nestaggregationen endogäischer Arten mit z. T. hoher Populationsdichte.

Andrena clarkella: 1996 wurden zwei Nestaggregationen von *Andrena clarkella* mit jeweils etwa 20 Nestern (Fläche je etwa 1 m²) festgestellt. Beide Aggregationen befanden sich an den nordexponierten Böschungen von Wallhecken mit humosem Boden. Die Flugperiode ist vom 15.04. bis 20.04. durch gefangene Tiere belegt, begann aber sicherlich früher. 1997 wurde keine Flugaktivität beobachtet. - *Nomada leucophthalma*, die Kuckucksbiene von *A. clarkella*, wurde 1996 mit fünf und 97 mit einem Weibchen an den Nestanlagen beobachtet, flog aber auch an benachbarten Positionen.

Andrena vaga: In beiden Jahren wurden Aggregationen von *A. vaga* festgestellt. Die Nester wurden in sandigem, schwach humosem Boden mit geringer Südneigung angelegt. *A. vaga* flog nachweislich vom 14.04. bis 15.05. Sowohl frühere als auch spätere Aktivität ist wahrscheinlich. - Die Kuckucksbiene *Nomada lathburiana* flog an diesen Nestanlagen. Das erste Männchen wurde am 09.04., ein Weibchen noch am 10.06. angetroffen.

Odynerus spinipes: Die Nestanlagen dieser solitären Faltenwespe fanden sich im Gebiet an südexponierten Abbruchkanten mit lehmig sandigem Substrat. Zur Nahrungssuche wurden mehrere Teilbereiche aufgesucht. An der bereits 1995 belegten Nestaggregation versorgten 1996 etwa 20 Weibchen ihre Nester. Nach Aufgabe dieser Nistposition wurden 1997 in geringer Entfernung etwa 10 Nester versorgt (vgl. Abb. 9). - An den Nestern flog die Goldwespe *Chrysis ignita*.



Abb. 9: Nistbereiche von *Odynerus spinipes*

4.7.3 Schilf

In ufernahen Bereichen des Untersuchungsgebietes wurden die Schilfbestände nach *Lipara*-Gallen abgesucht, um *Hylaeus pectoralis* aufzufinden. Im Zeitraum vom 01.04. bis 01.05.1998 schlüpfen aus 74 Gallen insgesamt fünf Weibchen (10.04. - 01.05.) und fünf Männchen (01.04. - 20.04.) der Grabwespe *Pemphredon lethifer*, die im Gelände lediglich einmal angetroffen wurde. Die auf Schilf spezialisierte Maskenbiene *Hylaeus pectoralis* war weder durch Zucht aus *Lipara*-Gallen noch durch Kescherfang nachzuweisen.

4.8 Faunenähnlichkeit

Zur Einschätzung des an der Tonkuhle Edeweicht erfaßten Arteninventars wurden Untersuchungen aculeater Hymenopteren herangezogen, die einen deutlichen zeitlichen, strukturellen oder räumlichen Bezug zu dem hier untersuchten Gebiet haben:

- Segelflugplatz Rostrup mit Waldrand und vorgelagerten, offenen Flächen; 9 km N der Tonkuhle (Schlüter i.V.),
- Sandabbau mit Sandheideflächen in Nethen; 20 km NNE der Tonkuhle (Schlüter i.V.),
- Randbereiche der Bornhorster Seen; 19 km ENE der Tonkuhle (Wilhelm i.V.),
- Truppenübungsplatz Bümmerstede; 17 km ESE der Tonkuhle (Grabwespen: HERRMANN 1999, Bienen: HERRMANN & FINCH 1998, Grabwespen/Bienen: Kraatz i.V.),
- Kiesgrube Goldbeck in Nordniedersachsen (DREWES 1998),
- Weserdeiche bei Achim (RIEMANN 1997),
- Heidebereich Pestruper Gräberfeld (VON DER HEIDE & WITT 1990),
- Kiesgruben in Baden und Ueserdicken (RIEMANN 1988),
- Torfstich Nordmoslesfehn; 8 km ESE der Tonkuhle (VON DER HEIDE 1991),
- Heidefläche im Fintlandsmoor; 8 km NE der Tonkuhle (HAESLER 1978b).

Der relative Anteil bezieht die gemeinsamen Arten beider Gebiete auf die Gesamtartenzahl.

Die JACCARD'sche Zahl (JZ) nach BALOGH (1958) setzt die gemeinsamen Arten in Relation zur Summe der nur in einem der beiden Gebiete angetroffenen Arten:

$$JZ = \frac{G \cdot 100}{S_A + S_B - 2G}$$

(G = Zahl der beiden Gebieten gemeinsamen Arten; S_A , S_B = Zahl der im Gebiet A bzw. B vorhandenen Arten).

Der SØRENSEN-Quotient (QS) gewichtet die gemeinsamen Arten doppelt (vgl. SØRENSEN 1948). Die dadurch zumeist hoch bewerteten Ubiquisten eignen sich im Gegensatz zu den stenöken bzw. stenotopen Arten kaum zur Charakterisierung spezifischer Lebensgemeinschaften. Dem QS I, der alle erfaßten Arten berücksichtigt, wird hier ein abgewandelter QS II aus stenöken/stenotopen Arten gegenübergestellt:

$$QS = \frac{2G}{S_A + S_B} \cdot 100$$

(G = Zahl der beiden Gebieten gemeinsamen Arten; S_A , S_B = Zahl der im Gebiet A bzw. B vorhandenen Arten).

In den hier verglichenen Untersuchungsgebieten wurden für die Aculeaten unterschiedliche Artenzahlen festgestellt. Die Tonkuhle Edeweicht weist für Grabwespen und Bienen jeweils eine vergleichsweise mittlere Artenzahl auf. Für die in der Tonkuhle und in Bümmerstede erfaßten Grabwespen und Bienen ergab sich jeweils die höchste Artenübereinstimmung.

Der relative Anteil der Tonkühlenfauna ist für die Grabwespen im Vergleich mit Bornhorst am größten, für die Bienen mit Rostrup (vgl. Tab. 9).

Die JACCARD'schen Zahlen für die Grabwespen sind in der Mehrzahl der jeweils untersuchten Fälle geringer als die für Wildbienen. Der hohe Ähnlichkeitswert der Grabwespenzönose für die Tonkuhle und die Bornhorster Seen macht eine Ausnahme. Hinsichtlich der Bienenfauna ist die Affinität der Tonkuhle zum Segelflugplatz Rostrup am größten.

Aufgrund des Vergleichs der Bienenfauna ergeben sich durchweg größere Ähnlichkeiten als anhand der Grabwespen, die Affinität dieser Gruppe überwiegt allein im Vergleich Tonkuhle und Bornhorster Seen.

Der SØRENSEN-Quotient aller Arten (QS I) fällt durchweg höher aus als der SØRENSEN-Quotient II. Der größte Quotient bei alleiniger Berücksichtigung der stenöken/stenotopen Grabwespenarten (QS II) wird beim Vergleich mit Rostrup erreicht. Bei der Betrachtung der stenöken Bienen nimmt die Ähnlichkeit der Tonkuhle zu Rostrup und den Bornhorster Seen ab. Zum Hochmoorbereich Nordmoslesfehn besteht hinsichtlich der anspruchsvollen Bienen eine große Affinität (vgl. Tab. 10).

Tab. 9: Gebietsvergleich I, Gesamtartenzahl (fett), JACCARD'sche Zahl (*kursiv*), gemeinsame Arten G (normal) und deren relativer Anteil an der Gesamtzahl der Arten rA [%] der Grabwespen (A) und Bienen (B) verschiedener Bereiche (Vergleich mit der Tonkuhle Edeweicht ist grau unterlegt, sonstige Erläuterungen s. Text)

Aufgrund (1) des relativen Anteils gemeinsamer Arten, (2) der JACCARD'schen Zahl und (3) des SØRENSEN-Quotients I zeigt die Tonkuhle bezüglich der Grabwespenfauna die größte Affinität zu den Bornhorster Seen. Die größte Übereinstimmung ausschließlich aufgrund der stenöken/stenotopen Arten ergibt sich jedoch mit dem Segelflugplatz Rostrup, der bei den anderen Bilanzierungen den Platz zwei belegt. - Die größte Übereinstimmung aufgrund der Bienenfauna hat die Tonkuhle mit dem Segelflugplatz Rostrup. Der Torfstich in Nordmoslesfehn erreicht bei den ersten drei Vergleichen geringe Übereinstimmungen. Werden nur die stenöken/stenotopen Arten berücksichtigt, ergibt sich allerdings die drittgrößte Ähnlichkeit.

Die Rangfolge der Indexwerte nach relativem Anteil, JACCARD'scher Zahl und SØRENSEN-Quotient I ergeben bei den gewählten Vergleichspaaren kaum einen Unterschied.

Die JACCARD'sche Zahl fächert das Feld jedoch weiter auf. Der abgewandelte SØRENSEN-Quotient II folgt z.T. der Rangfolge, es ergeben sich jedoch einige Verschiebungen (vgl. Abb. 10).

Tab. 10: Gebietsvergleich II, Anzahl der „stenöken“ Arten (fett), SØRENSEN-Quotient I aus allen Arten (normal), SØRENSEN-Quotient II aus stenöken Arten (*kursiv*) der Grabwespen (A) und Bienen (B) verschiedener Bereiche (Vergleich mit der Tonkuhle Edeweicht ist grau unterlegt, sonstige Erläuterungen s. Text)

Abb. 10: Vergleich der Affinitätsindizes bezogen auf die Tonkuhle (jeweils Minimal- und Maximalwerte angegeben; Ba = Kiesgrube Baden, Bo = Bornhorster Seen, Bü = Bümmerstede, F = Fintlandsmoor, G = Kiesgrube Goldbeck, M = Nordmoslesfehn, N = Nethen, P = Pestruper Gräberfeld, R = Rostrup, Ü = Kiesgrube Ueserdicken, W = Weserdeiche bei Achim)

Eine vollständige Erfassung der in der hier untersuchten Tonkuhle lebenden Wespen und Bienen erscheint wegen der eingeschränkten Erfäßbarkeit dieser Gruppen nahezu unmöglich (vgl. DORN 1977). Geringe Größe, niedrige Abundanzen oder sehr kurze Aktivitätsphasen erschweren die Koinzidenz. Bilanzierte bzw. durch Literaturvergleich erhaltene Werte sind ebenfalls kritisch zu beleuchten. Der mehr oder weniger deutliche Sättigungsverlauf der Artenarealkurven für Grabwespen und Bienen legt zwar einen recht guten Erfassungsgrad für eine ein- bis zweijährige Erhebung nahe; zu berücksichtigen ist aber, daß das Ergebnis der Erfassung entscheidend von der Person abhängt. Die Beurteilung der Erfassungstätigkeit kommt einem Selbstvergleich ohne Parallelversuch gleich, da äußere Daten und Erfassungsfehler unbekannt bleiben.

HAESLER & RITZAU (1998) weisen anhand mehrjähriger exemplarischer Paralleluntersuchungen von „Anfängern“ und „Experten“ daraufhin, daß die „Jackknife-Estimation“ nur für erfahrene Personen eine realistische Abschätzung des Erfassungsgrades ergibt. Der jährliche Erfassungsgrad eines Experten lag hier etwa bei drei Viertel des von allen Personen erfaßten Arteninventars. Pro Jahr konnten auch die Experten nur etwa die Hälfte des während dreier Jahre erfaßten Artenspektrums nachweisen. SCHMID-EGGER (1994a) erfaßte in einem Jahr 44 % der Grabwespen- und 57 % der Wildbienenarten, die durch ihn in einem Untersuchungszeitraum von insgesamt drei Jahren nachgewiesen wurden. Vor diesem Hintergrund erscheinen die in der vorliegenden Untersuchung festgestellten Erfassungsgrade zu hoch.

Das für Grabwespen im Vergleich zu den Bienen bessere Resultat läßt sich durch die Konzentration der Erfassungstage auf eine kürzere Aktivitätsphase der Grabwespen erklären, wodurch diese mit geringerem zeitlichen Aufwand zu erfassen sind.

Bei Senkung des Erfassungsaufwandes bleiben Arten mit geringer Populationsdichte auch für eingearbeitete Personen schwer auffindbar. Ein Informationsgewinn bezüglich des tatsächlichen Artenspektrums kann nur durch einen erheblich gesteigerten Erfassungsaufwand erbracht werden. Die Vorgaben von SCHWENNINGER (1992) bzw. WITT (1998), wonach zur Erfassung von Bienen fünf bis sieben und von Grabwespen sechs bis acht Geländetage erforderlich sind, mögen zur landschaftsökologischen Einordnung innerhalb gutachterlicher Planung einen Überblick bezüglich der Stechimmen liefern. Eine umfassende Beschreibung der Fauna ist aber kaum zu erbringen, da das Auffinden seltener faunistischer Besonderheiten zufallsbedingt und daher zeitaufwendig ist.

Auffälliger Weise waren die auf einer 2 km vom Untersuchungsgebiet entfernten Referenzfläche bei sporadischen Begehungen erfaßten Arten *Cerceris arenaria*, *C. quinquefasciata*, *Philanthus triangulum* und *Dasygaster hirtipes* trotz intensiver Bemühungen ebensowenig nachzuweisen wie *Colletes cunicularius* und der Kuckuck *Sphecodes albilabris*. Diese beiden Arten traten synchron in zwei Sandheidebereichen 20 km nordnordöstlich bzw. 17 km ost-südöstlich der hier untersuchten Tonkuhle auf. Da ein Übersehen dieser auffälligen Arten als unwahrscheinlich erscheint, ist davon auszugehen, daß die Tonkuhle diesen Sandcharakter- bzw. Pionierarten keine geeigneten Voraussetzungen bezüglich Substrat und Biotopreife bietet.

In den ausgedehnten Schilfbeständen (*Phragmites australis*) konnte die Maskenbiene *Hylaeus pectoralis* trotz gezielter Suche nicht festgestellt werden. Auch durch Zucht aus *Lipara*-Schilfgallen ließ sich diese Art nicht nachweisen.

Obwohl für *Sphecodes Geoffrellus* und *Sphecodes longulus* keine Wirte gefunden wurden, ist davon auszugehen, daß im Gebiet geeignete Wirte vorhanden sind. So kommt die in Nordwestdeutschland nicht seltene Art *Lasioglossum leucopus* (vgl. u.a. WAGNER 1938) für beide Blutbienenarten als Wirt in Frage.

Diverse aculeate Hymenopteren profitieren in stillgelegten Abbaugruben besonders von unterschiedlich exponierten Abbruchkanten, die das Besiedlungsgeschehen stark beeinflussen. So befand sich eine Aggregation der Schornsteinwespe *Odynerus spinipes* 1995 und 1996 an einem vertikalen Erdaufschluß; 1997 entwickelte sich an einer wenig entfernten Position eine neue Aggregation, die sich im folgenden Jahr stabilisierte. Nach МИОТК (1979) kann es regelmäßig durch die parasitoiden Goldwespen *Chrysis ignita* und *Chrysis viridula* zu lokaler Extinktion der Bestände kommen. Dispersionsverhalten gewährleistet trotz geringer Reproduktionsrate den Fortbestand, da geringe Populationsdichten für Parasitoide zunächst unattraktiv bleiben.

Die Sandflächen mit lückiger Vegetation begünstigen im Untersuchungsgebiet von den xerothermophilen Bodennisten besonders die aggregationsbildenden Sandbienen der Gattung *Andrena* und die bei ihnen lebenden Arten. *Andrena clarkella* bevorzugt etwas nährstoffreichere Nistsubstrate mit mehr oder weniger dichter Vegetationsdecke und nistet im Untersuchungsgebiet in nordexponierten Wallhecken. GEBHARDT & RÖHR (1987) berichten von einem 12 km nordwestlich der Tonkuhle gelegenen Bereich, in dem diese Sandbiene ebenfalls in einer stark humosen, allerdings südwestlich exponierten Böschung nistete. Trotz hoher Populationsdichte im ersten Erfassungsjahr fehlte *Andrena clarkella* in der Tonkuhle im zweiten Jahr. Möglicherweise fiel die Hauptaktivität besonders der proterandrischen Männchen durch das zeitig eintretende Frühjahr 1997 in einen Zeitraum, der nicht beprobt wurde.

Die Verhältnisse bezüglich der Nistweise unterscheiden sich an der Tonkuhle deutlich von denen im Bezugsraum Norddeutschland (vgl. VON DER HEIDE & WITT 1990). Da Bienen wegen des auffälligeren Verproviantierungsverhaltens zumindest in gleichem Maße wie Grabwespen erfaßbar sind, ist der Grund für die große Zahl der hypergäisch nistenden Grabwespenarten bei relativ geringer Individuenzahl im Gegensatz zur geringen Arten- und Individuenzahl der hypergäischen Bienen in der strukturellen Biotopausstattung zu suchen. Die vorhandenen hypergäischen Nistgelegheiten dürften daher nicht in gleichem Maß für beide Gruppen nutzbar sein wie die sandigen Strukturen des Bereiches für die endogäisch nistenden Arten.

Arten mit eng umgrenzten Ansprüchen an einen Biotop (u.a. Nahrung) sind in besonderer Weise für dessen ökologische Einordnung geeignet (vgl. HAESELER & RITZAU 1998). Die Zahl der Bienenarten mit spezialisiertem Pollensammelverhalten ist im Gebiet der Tonkuhle relativ gering, da vielen oligolektischen Arten die Etablierung aufgrund des eingeschränkten floristischen Inventars unmöglich ist. Die im Frühjahr an der Tonkuhle aspektbildenden Weiden bilden für viele auf diesen Blütenpollen angewiesenen Arten wichtige Requisiten. Für die Weiden-Sandbiene *Andrena vaga* z.B. wurden diese günstigen Bedingungen durch Aggregationen mit mehreren Dutzend Weibchen dokumentiert. Diese Art ist als typischer Pionier von Sandaufschüttungen an Fließgewässern heute von Ersatzlebensräumen mit reichem Angebot an *Salix*-Beständen abhängig (WESTRICH 1990).

Das räumliche Verteilungsmuster der Stechimmen ist aufgrund unterschiedlicher standörtlicher Ausstattungen und jahreszeitlich schwankender Angebote an nutzbaren Requisiten nicht homogen. Innerhalb des Untersuchungsgebietes sind jahreszeitliche Konzentrationspunkte auszumachen. Hochstaudenfluren sind besonders während des Blühaspekts wichtige Teillebensräume. Wallhecken können von Grabwespen nicht zur Anlage von Nestern genutzt werden, da hier die Beschattung zum Zeitpunkt ihres Erscheinens bereits fortgeschritten ist.

Die aufgrund der SØRENSEN- und der JACCARD'schen Zahl große Faunenähnlichkeit der Tonkuhle mit einem Waldrandbereich (Segelflugplatz Rostrup, 9 km N der Tonkuhle) wird besonders durch gemeinsame Standortfaktoren wie Aufschlüsse des lehmig-sandigen Bodens als Lebensraum für gemeinsame Bienenarten der Gattung *Andrena* und die bei ihnen lebenden Arten bedingt. Erst die Ausblendung der ubiquitären Arten hebt auch die Ähnlichkeit bezüglich der Grabwespen hervor. Immerhin ist das überwiegende Artenspektrum (89 %) des Segelflugplatzes an der Tonkuhle vertreten.

Ein Vergleich der Tonkuhle mit den Uferbereichen der Bornhorster Seen (19 km NNE der Tonkuhle) ergibt lediglich für die Grabwespen eine hohe Ähnlichkeit, da die untersuchten Gruppen die vorhandenen Lebensraumelemente nicht in gleichem Maße nutzen können.

Die räumliche Entfernung (in den hier vorliegenden Ausmaßen) ist offensichtlich weniger entscheidend für die Affinität zweier Faunenspektren als das Vorhandensein spezieller Lebensraumrequisiten und Biotopstrukturen. Dies zeigt die geringe Ähnlichkeit beim Vergleich der Tonkuhle mit zwei benachbarten Hochmoorbereichen (HAESELER 1978b, VON DER HEIDE 1991). Dagegen begünstigen Biotopausstattung und kleinklimatische Verhältnisse der degenerierten Hochmoorbereiche und der Waldrandbereiche der Tonkuhle schwerpunktmäßig boreal verbreitete Arten, von denen sechs in diesen drei Gebieten vorhanden sind: *Andrena clarkella*, *A. lapponica*, *A. ruficrus*, *Lasioglossum*

fratellum, *L. rufitarse* und *Nomada obscura*. Mit *N. obscura* ist zudem eine faunistische Besonderheit zu verzeichnen. Der Vergleich ohne Berücksichtigung der Ubiquisten unterstreicht zusätzlich die Ähnlichkeit von Tonkuhle und dem durch VON DER HEIDE (1991) untersuchten Hochmoorbereich.

Die „Tonkuhle Am Hegekamp“ ist als konzentrierter Siedlungsraum für die regionale Fauna der Grabwespen und Bienen von übergeordneter Bedeutung und nimmt somit eine exponierte Stellung unter den naturbetonten Bereichen der Region ein. Das Vorkommen einer artenreichen Aculeatenfauna auf einer relativ kleinen Fläche (vgl. HAESELER 1972, 1988, PLACHTER 1983, RIEMANN 1988) zwischen Gewässer und umliegender Nutzung wird durch eine mosaikartige Vernetzung der Teillebensräume ermöglicht. Blütenreiche Standorte, Waldrandstrukturen mit Totholz sind neben offenen Landschaftsbereichen mit xerothermen südexponierten Steilwänden Grundlage einer arten- und individuenreichen Zönose, die zahlreiche faunistische Besonderheiten aufweist.

Die Bodenständigkeit der im westlichen Norddeutschland bislang unbekanntem Keulhornbiene *Ceratina cyanea* (KIRBY 1802) an der untersuchten Tonkuhle Edewecht ist aufgrund der vorhandenen Lebensraumrequisiten nicht zu bestreiten. WESTRICH (1990) vermutet eine ausschließliche Verbreitung dieser Art südlich des Mittelgebirgsrandes. KETTNER (1947) dokumentiert den ersten Fund aus dem östlichen Nordwestdeutschland.

Hylaeus rinki ist zwar für Norddeutschland bekannt, wird aber in den letzten sechs Jahrzehnten nur einmal erwähnt (VON DER HEIDE 1991). Unter den neun boreal verbreiteten Arten sind *Crossocerus cinxius* und *Nomada obscura* als selten hervorzuheben.

Während soziale Hymenopteren ohne weiteres große Entfernungen zur Besiedlung neuer Lebensräume überbrücken (HAESELER 1978a), sind solitäre Stechimmen aufgrund geringer Dispersionsneigung ortstreu (vgl. HAESELER 1974, HANSEN 1993). Zur Kolonisation geeigneter Lebensräume benötigen die solitären Stechimmen i.d.R. längere Zeiträume, da zum Überdauern auch suboptimaler Perioden überlebensfähige Populationen entstehen müssen. Euryöke Arten besiedeln abgelegene Habitate schneller als Spezialisten; Parasitoide treten zeitlich verzögert zu ihren Wirten auf (vgl. HAESELER 1988). Stabile Wirt-Parasitoid-Beziehungen sind demnach Kennzeichen für den fortgeschrittenen Entwicklungszustand eines Biotops (vgl. HAESELER 1990b). Die große Zahl von Spezialisten und Kuckucksarten der Gattungen *Nomada* und *Sphecodes* innerhalb der angetroffenen Zönose setzt einen kontinuierlichen Entwicklungszusammenhang bzw. ein relativ hohes Alter des Gebietes voraus. Für eine längere mehr oder weniger kontinuierliche ungestörte Entwicklung und ein fortgeschrittenes Sukzessionsstadium hinsichtlich der Aculeatenzönose spricht ebenfalls der nur geringe Anteil an charakteristischen Pionierarten. Während die Hauptabbauphase erst etwa Mitte der 70er Jahre einsetzte, standen den Stechimmen schon in den 60er Jahren kleinere offene Bereiche zur Besiedlung zur Verfügung.

Um die wertvollen standörtlichen Verhältnisse als Lebensgrundlage nicht nur der hier untersuchten artenreichen Stechimmenzönose, sondern auch anderer Gruppen wie Reptilien und Sandlaufkäfer, zu erhalten, ist der einsetzenden Bewaldung entgegenzuwirken. Die im Gebiet durchgeführte Pflanzaktion ist im Sinn des Naturschutzes kontraproduktiv. Nur die offenen, waldlosen, über lange Perioden schütter bewachsenen Flächen garantieren als Extremstandorte der Sekundärsukzession abbaubedingter Rohböden den Fortbestand der Stechimmenlebensgemeinschaft, deren Lebensgrundlage durch anhaltende anthropogene Einwirkung innerhalb der mitteleuropäischen Landschaft seit der Jahrhundertwende zunehmend verschlechtert wurden.

6. Zusammenfassung

In den Jahren 1996/97 wurden an der aufgelassenen Tonkuhle Edewecht (LK Ammerland) 1208 aculeate Hymenopteren aus 160 Arten nachgewiesen. Mit 51 Grabwespen- bzw. 74 Wildbienenarten wurden 30 bzw. 24 % des norddeutschen Arteninventars dokumentiert, 35 Arten gehören anderen aculeaten Gruppen an. Der Erfassungserfolg wird nach kritischer Betrachtung auf Dreiviertel des tatsächlichen Arteninventars geschätzt.

Teilbereiche des Gebietes werden gleichermaßen als Nistplätze von Grabwespen und Wildbienen angenommen. Andere Bereiche sind offensichtlich nur für Wildbienen bedeutsam: So weisen Wallhecken nur in unbeschattetem Zustand Nistaktivitäten von Frühjahrsbienenarten auf.

Ein Vergleich der hier untersuchten Tonkuhle mit Untersuchungen aus der Region zeigt bei ausschließlicher Berücksichtigung anspruchsvoller Arten zusätzliche Informationen über Teilaspekte vergleichener Gebiete, die bei Berücksichtigung aller Arten durch die Gruppe der Ubiquisten überlagert werden.

Die große Zahl der Kuckucksarten an den Nistplätzen der zahlreichen endogäischen Arten dokumentiert einen fortgeschrittenen Entwicklungszustand. Eine Reihe faunistischer Besonderheiten unterstreicht den landschaftsökologischen Wert des Gebietes. Die Keulhornbiene *Ceratina cyanea* war bislang im westlichen Norddeutschland unbekannt. *Crossocerus cinxius*, *Hylaeus rinki* sowie *Nomada obscura* gelten als selten. Damit hat sich die hier untersuchte Tonkuhle für die Artengruppe der Stechimmen zu einem Gebiet mit überregionaler Bedeutung entwickelt.

Danksagung

Ich danke Herrn Prof. Dr. V. Haeseler für die Überprüfung des Materials und die kritische Durchsicht des Manuskripts. Christina Schlüter, Judith Wilhelm und Oliver Kraatz stellten ihre bislang unveröffentlichten Daten zur Verfügung.

Literaturverzeichnis

- ALFKEN, J. D. (1915): Verzeichnis der Grab- und Wegwespen Nordwestdeutschlands. – Abh. naturw. Ver. Bremen **23**: 269-290.
- ALFKEN, J. D. (1939): Die Bienenfauna von Bremen. 2. Auflage. – Jb. ent. Ver. Bremen **26**: 6-30.
- BALOGH, J. (1958): Lebensgemeinschaften der Landtiere. – 2. Aufl. Akademie-Verlag Berlin.
- DATHE, H. H. (1980): Die Arten der Gattung *Hylaeus* F. in Europa (Hymenoptera: Apoidea, Colletidae). – Mitt. zool. Mus. Berlin, **56**, Heft 2: 207-294.
- DINGETHAL, F. J., P. JÜRGING, G. KAULE, W. WEINZIERL (1985): Kiesgrube und Landschaft. – 2. Aufl. Paul Parey 286 S.
- DOLLFUSS, H. (1991): Bestimmungsschlüssel der Grabwespen Nord- und Zentraleuropas (Hymenoptera, Sphecidae). – Stapfia, Linz, 248 S.
- DORN, M. (1977): Ergebnisse faunistisch-ökologischer Untersuchungen an solitären Apoidea (Hym.) im Botanischen Garten der Martin-Luther-Universität in Halle (Saale). Hercynia N.F. **14**, 196-211.
- DREWES, B. (1998): Zur Besiedlung einer Kiesgrube im Landkreis Stade durch Grabwespen, Wildbienen und weitere aculeate Hymenopteren (Hymenoptera: Aculeata). – Drosera '98: 45-68.
- EMEIS, W. (1960): Übersicht über die gegenwärtigen Zusammensetzung der Wildbienenfauna Schleswig-Holsteins. – Schr. naturw. Ver. Schl.-Holst. **31**: 66-74.
- GARVE, E., D. LETSCHERT (1991): Liste der wildwachsenden Farn- und Blütenpflanzen Niedersachsens. 1. Fassung vom 31.12.1990 – Naturschutz und Landschaftspflege in Niedersachsen Heft 24 – Hannover.
- GEBHARDT, M. & G. RÖHR (1987): Zur Bionomie der Sandbiene *Andrena clarkella* (KIRBY), *A. cineraria* (L.), *A. fuscipes* (KIRBY) und ihrer Kuckucksbienen (Hymenoptera: Apoidea). – Drosera '87: 89-114.
- HAACK, A., T. TSCHARNTKE & S. VIDAL (1984): Zur Verbreitung und Ökologie der Grabwespen (Hymenoptera, Sphecidae) in NW-Deutschland. – Drosera '84: 121-140.
- 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. (1973): Zur Kenntnis der Aculeaten- und Chrysididenfauna Schleswig-Holsteins und angrenzender Gebiete (Hymenoptera). 2. Beitrag. – Schr. naturw. Ver. Schlesw.-Holst. **43**: 51-60.
- HAESELER, V. (1974): Aculeate Hymenopteren über Nord- und Ostsee nach Untersuchungen auf Feuerschiffen. – Ent. Scand. **5**: 123-136.
- HAESELER, V. (1977): Für die Bundesrepublik Deutschland neue und seltene Hautflügler (Hymenoptera Aculeata). – Drosera '77: 21-28.
- HAESELER, V. (1978a): Zur Fauna der aculeaten Hymenopteren der Nordseeinsel Mellum – Ein Beitrag zur Besiedlung küstennaher Inseln. – Zool. Jb. Syst. **105**: 368-385.
- HAESELER, V. (1978b): Zum Auftreten aculeater Hymenopteren in gestörten Hochmoorresten des Fintlandsmoores bei Oldenburg. – Drosera '78: 57-76.
- HAESELER, V. (1984): *Mimumesa sibirica* R. BOHART, eine für die Bundesrepublik Deutschland neue Grabwespe, und weitere für Norddeutschland seltene Hautflügler (Hymenoptera: Aculeata s.l.). – Drosera '88: 207-236.
- HAESELER, V. (1985): Nord- und Ostfriesische Inseln als „Reservate“ thermophiler Insekten am Beispiel der Hymenoptera Aculeata. – Mitt. dtsh. Ges. allg. angew. Ent. **4**: 447-452.
- HAESELER, V. (1988): Kolonisationserfolg von Ameisen, Wespen und Bienen auf jungen Düneninseln der südlichen Nordsee (Hymenoptera: Aculeata). – Drosera '88: 207-236.

- HAESSELER, V. (1990a): Wildbienen der Ostfriesischen Insel Norderney (Hymenoptera: Apoidea). – Faun.-Ökol. Mitt. **6**: 125-146.
- HAESSELER, V. (1990b): Bienen als Indikatoren zur Beurteilung von (geplanten) Eingriffen. – Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik **636** (1993): 198-205.
- HAESSELER, V. & C. RITZAU (1998): Zur Aussagekraft wirbelloser Tiere in Umwelt- und Naturschutzgutachten – Was wird tatsächlich erfaßt? – Z. Ökol. Natursch. **7**: 45-66.
- HANSEN, U. (1993): Bindung blütenbesuchender Insekten an Trockenbiotop in Kiesgruben. – Faun.-Ökol. Mitt. Suppl. **15**: 9-37.
- HELTSHE, J. F. & N. E. FORRESTER (1983): Estimating species richness using the Jackknife Procedure. – Biometrics **39**: 1-11.
- HERMANN, G. (1996): Zur Bearbeiterabhängigkeit faunistischer Beiträge am Beispiel von Heuschrecken-Erhebungen und Konsequenzen für die Praxis. – Laufener Seminarbeitr. **3**: 143-154.
- HERRMANN, M. (1999): Einfluß von Flächengröße und Isolation auf die Präsenz von Grabwespen (Hymenoptera; Sphecidae). – Drosera '99: 1-22.
- HERRMANN, M. & O.-D. FINCH (1998): Stechimmen auf isolierten Trockenstandorten im Nordwestdeutschen Flachland (Hymenoptera Aculeata). – Abh. Naturw. Ver. Bremen **44**: 1-19.
- HOOP, M. (1967): Zweite Ergänzung zur Verbreitung der holsteinischen Goldwespen und Stechimmen. – Schr. naturw. Ver. Schlesw.-Holst. **37**: 36-43.
- HOOP, M. (1971): Zur Verbreitung der holsteinischen Goldwespen und Stechimmen (Dritte Ergänzung). – Schr. naturw. Ver. Schlesw.-Holst. **41**: 81-87.
- HOOP, M. (1973): Zur Verbreitung der holsteinischen Goldwespen und Stechimmen (Vierte Ergänzung). – Schr. naturw. Ver. Schlesw.-Holst. **43**: 46-50.
- HOOP, M. (1977): Schleswig-Holsteinische Aculeaten und Symphyten; weitere bemerkenswerte Funde. – Schr. naturw. Ver. Schlesw.-Holst. **47**: 71-82.
- JACOBS, H.-J. & J. OEHLKE (1990): Beiträge zur Insektenfauna der DDR: Hymenoptera: Sphecidae. 1. Nachtrag – Beitr. Ent. **40**: 121-229.
- KETTNER, F. W. (1947): Bemerkenswerte Funde der letzten Jahre als Beitrag zur Hymenopterenfauna. – Bombus **1**: 178-179.
- KULIK, G. (1998): Beitrag zur Kenntnis der Bienen- und Wespenfauna Nordwestdeutschlands und angrenzender Gebiete (Hymenoptera: Aculeata). – Drosera '98: 127-138.
- LANDKREIS AMMERLAND (1995): Landschaftsrahmenplan für den Landkreis Ammerland, LANDKREIS AMMERLAND (Hrsg.), Westerstede, 365 S.
- MAUSS, V. (1994): Bestimmungsschlüssel für die Hummeln der Bundesrepublik Deutschland. – 5. Aufl., DEUTSCHER JUGENDBUND FÜR NATURBEOBACHTUNGEN Hamburg, 50 S.
- MAUSS, V. & R. TREIBER (1994): Bestimmungsschlüssel für die Faltenwespen (Hymenoptera: Masarinae, Polistinae, Vespinae) der Bundesrepublik Deutschland. – DEUTSCHER JUGENDBUND FÜR NATURBEOBACHTUNG Hamburg 5-53.
- MIOTK, P. (1979): Zur Biologie und Ökologie von *Odynerus spinipes* (L.) und *O. reniformis* (GMEL.) an den Lößwänden des Kaiserstuhls (Hymenoptera: Eumenidae). – Zool. Jb. Syst. **106**: 374-405.
- OEHLKE, J. & H. WOLF (1987): Beiträge zur Insektenfauna der DDR: Hymenoptera – Pompilidae. – Beitr. Ent. **37**: 279-390.
- OEHLKE, J. (1970): Beiträge zur Insektenfauna der DDR: Hymenoptera – Sphecidae. – Beitr. Ent. **20**: 615-812.
- PLACHTER, H. (1983): Die Lebensgemeinschaften aufgelassener Abbaustellen. Ökologie und Naturschutzaspekte von Trockenbaggerungen in Feuchtbiotopen. – Schriftenr. Bayer. Landesamt Umweltsch. **56**: 1-109.
- PREUB, G. (1980): Voraussetzungen und Möglichkeiten für Hilfsmaßnahmen zur Erhaltung und Förderung von Stechimmen in der Bundesrepublik Deutschland. – Natur und Landschaft **55**: 20-26.
- RIEMANN, H. (1983): Zum Vorkommen der Grabwespen (Hym.: Sphecidae) in den Binnendünengebieten zwischen Bremen-Mahndorf und Daverden (Kr. Verden). – Abh. naturw. Ver. Bremen **40**: 71-96.
- RIEMANN, H. (1985): Beitrag zur Chrysididen- und Aculeatenfauna des westlichen Norddeutschlands (Hymenoptera). – Drosera '85: 17-28.
- RIEMANN, H. (1987a): Bienen, Wespen und Ameisen (Hymenoptera: Aculeata) als Besiedler von Böschungen an tiefliegenden Entwässerungsgräben. – Abh. naturw. Ver. Bremen **40**: 333-346.
- RIEMANN, H. (1987b): Bienen, Wespen und Ameisen (Hymenoptera Aculeata) der Naturschutzgebiete „Dünengebiete bei Neumühlen“ und „Voßberge“ unter Berücksichtigung weiterer Binnendünenareale. – Beih. Schr. Natursch. Landschaftspf. Niedersachsen **17**: 1-79.
- RIEMANN, H. (1988): Beitrag zur Stechimmenfauna niedersächsischer Sandgruben (Hymenoptera: Aculeata). – Braunschw. Naturkundl. Schr. **3**: 213-242.
- RIEMANN, H. (1995): Zur Stechimmenfauna des Bremer Bürgerparks (Hymenoptera: Aculeata). – Abh. naturw. Ver. Bremen **43/1**: 45-72.
- RIEMANN, H. (1997): Die Stechimmenfauna der Weserdeiche bei Achim (Hymenoptera: Aculeata). – Drosera '97: 45-64.

- SØRENSEN, 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.
- SCHEUCHL, E. (1995): Illustrierte Bestimmungstabellen der Wildbienen Deutschlands und Österreichs – Band 1: Anthophoridae. – Eigenverlag, Velden, 158 S.
- SCHEUCHL, E. (1996): Illustrierte Bestimmungstabellen der Wildbienen Deutschlands und Österreichs – Band 2: Megachilidae-Melittidae. – Eigenverlag, Velden, 116 S.
- SCHMID-EGGER, C. (1994a): Die Repräsentanz von Wildbienenfassungen (Hymenoptera, Apoidea) bei naturschutzfachlichen Bewertungen. – In: HEDTKE, C. (1994): Wildbienen. – Schriften. Länderinst. Bienenk. Hohen-Neudorf e.V. 1: 49-59.
- SCHMID-EGGER, C. (1994b): Bestimmungsschlüssel für die deutschen Arten der solitären Faltenwespen (Hymenoptera, Eumenidae). – DEUTSCHER JUGENDBUND FÜR NATURBEOBACHTUNG Hamburg, 54-90.
- SCHMIDT, K. (1979): Zweiter Beitrag zur Kenntnis der Grabwespenfauna Ost-Holsteins (Hymenoptera, Sphecidae). – Schr. naturw. Ver. Schlesw.-Holst. **49**: 51-60.
- SCHMIDT, K. (1980): Materialien zur Aufstellung einer Roten Liste der Sphecidae (Grabwespen) Baden-Württembergs, IV. Crabronini. – Veröff. Natursch. Landschaftspfll. Bad.-Württ. **51/52**: 309-398, Karlsruhe.
- SCHMIEDEKNECHT, O. (1930): Die Hymenopteren Mitteleuropas. 2. Aufl. – G. Fischer. Jena.
- SCHWARZ, M., F. GUSENLEITNER, P. WESTRICH & H. H. DATHE (1996): Katalog der Bienen Österreichs, Deutschlands und der Schweiz (Hymenoptera, Apidae). – Entomofauna, Suppl. **8**, 398 S.
- SCHWENNINGER, R. (1992): Methodisches Vorgehen bei Bestandserhebungen von Wildbienen im Rahmen landschaftsökologischer Untersuchungen, – In: TRAUTNER, J. (Hrsg.): Arten- und Biotopschutz in der Planung: Methodische Standards zur Erfassung von Tierartengruppen. – Ökologie in Forschung und Anwendung **5**: 1-34.
- STRUVE, F. (1937): Beitrag zur Kenntnis der Hymenopterenfauna der Nordseeinsel Borkum. – Abh. naturw. Ver. Bremen **30**: 131-151.
- STUKE, J.-H. (1995): Beitrag zur Fauna ausgewählter Insektengruppen auf norddeutschen Sandheiden. – Drosera '95: 53-83.
- THEUNERT, R. (1994): Neue Fundorte für einige nach dem zweiten Weltkrieg nur spärlich bekannt gewordener Stechimmen Niedersachsens (Hymenoptera). – Ent. Nachr. Ber. **38**: 276-279.
- VAN DER SMISSEN, J. (1991): Beitrag zur Bienen- und Wespenfauna des südöstlichen Schleswig-Holstein und des Wendlandes (Hymenoptera: Aculeata). – Drosera '91: 93-100.
- VAN DER SMISSEN, J. (1993): Zweiter Beitrag zur Bienen- und Wespenfauna des südöstlichen Schleswig-Holstein und nordöstlichen Niedersachsens (Hymenoptera: Aculeata). – Drosera '93: 125-134.
- VAN DER SMISSEN, J. (1998): Beitrag zur Stechimmenfauna des mittleren und südlichen Schleswig-Holstein und angrenzender Gebiete in Mecklenburg und Niedersachsen (Hymenoptera Aculeata: Apidae, Chrysididae, „Scolioidea“, Vespidae, Pompilidae, Sphecidae). – Mitt. AG ostwestfälisch-lippischer Ent. **14**: 1-75.
- VAN DER SMISSEN, J. & W. ECKLOFF (1992): Die Wildbienen und Wespen des Immengartens; Ein kleiner Naturführer durch die Welt der Stechimmen mit Fotografien von Wolfgang van der Smissen. – Herausg.: Naturhistorisches Museum der Hansestadt Lübeck, 48 S.
- VÖLKL, W. (1991): Besiedlungsprozesse in kurzlebigen Habitaten. – Natur und Landschaft **66**: 98-102.
- VON DER HEIDE, A. (1991): Zum Auftreten von Stechimmen in stillgelegten Abtorfungsflächen eines Hochmoorrestes bei Oldenburg i.O. (Hymenoptera Aculeata). – Drosera '91: 57-84.
- VON DER HEIDE, A. & R. WITT (1990): Zur Stechimmenbesiedlung von Sandheiden und verwandten Biotopen am Beispiel des Pestruper Gräberfeldes in Nordwest-Niedersachsen (Hymenoptera Aculeata). – Drosera '90: 55-76.
- WAGNER, A. C. W. (1938): Die Stechimmen (Aculeaten) und Goldwespen (Chrysididen s. l.) des westlichen Norddeutschland. – Verh. Ver. naturw. Heimatforschung Hamburg **26**: 94-153.
- WAGNER, A. C. W. (1939): Verbreitungsgrenzen und Verbreitungswege der Stechimmen (Aculeaten) im westlichen Norddeutschland. – Verh. Ver. naturw. Heimatforschung Hamburg **27**: 67-80.
- WARNCHE, K. (1992): Die westpaläarktischen Arten der Bienengattung *Sphecodes* LATR. (Hymenoptera: Apoidea, Halictinae). – 52. Bericht der Naturf. Gesellsch. Augsburg: 9-64.
- WESTRICH, P. (1990): Die Wildbienen Baden-Württembergs. 2 Bände. – 2. Aufl., Eugen Ulmer GmbH & CO., Stuttgart, 972 S.
- WITT, R. (1998): Wespen: beobachten, bestimmen. – Weltbild Verlag GmbH Augsburg, 360 S.

Anschrift des Verfassers:

Dipl.-Biol. Hergen Erhardt, FB 7, AG Terrestrische Ökologie,
C. v. O. Universität Oldenburg, Postfach 2503, D-26111 Oldenburg