

Die Bienen- und Wespenfauna (Hymenoptera Aculeata) auf den Schwermetallrasen des NSG Bleikuhlen bei Blankenrode (Kreis Paderborn)

Michael Kuhlmann, Münster

Einleitung

Die Besiedlung von Schwermetallstandorten durch Bienen und Wespen ist bisher nur im Raum Littfeld untersucht worden (FUHRMANN 1996, WOLF 1976). Entsprechend sind nur wenige Angaben zum Einfluss von Schwermetallen auf die Struktur von Stechimmenzönosen verfügbar. Gut dokumentiert sind dagegen die Aufnahme, Verteilung im Körper sowie die physiologischen Wirkungen von Blei, Zink, Cadmium und anderen Schwermetallen auf verschiedene wirbellose Organismen, insbesondere der Bodenfauna (DALLINGER & RAINBOW 1992, HOPKIN 1989, MARKERT et al. 1997, STRAALEN & DONKER 1994), aber auch bei der Honigbiene (NATION & ROBINSON 1971, VELEMINSKY et al. 1990).

In den Jahren 1996/97 sind durch die Arbeitsgemeinschaft Kalkmagerrasen (AGK) am Institut für Landschaftsökologie der Universität Münster Bestandserhebungen der Stechimmenfauna im NSG Bleikuhlen und dem südlich angrenzenden Haldenbereich durchgeführt worden. Ziel dieser Untersuchung war es, Grundlagendaten über die Besiedlung dieses Sonderstandortes zu sammeln und Einblicke in den Aufbau der Lebensgemeinschaft unter dem Einfluss toxischer Schwermetalle zu gewinnen. Die räumliche Nähe zu den Kalkmagerrasen des Diemeltales, deren Arthropodenzönosen von 1991 bis 1997 systematisch durch die AGK untersucht worden sind, bot gleichzeitig die Möglichkeit, die Wirkung des Schlüsselfaktors „Schwermetallbelastung“ auf die Zusammensetzung der Lebensgemeinschaften in habitatstrukturell und mikro-klimatisch sehr ähnlichen Biotoptypen vergleichend zu analysieren.

Material und Methode

Die Stechimmenfauna wurde im Zuge von insgesamt 14 regelmäßig über das Jahr verteilten Exkursionen in den Jahren 1996 und 1997 durch Sichtfänge mit dem Streifnetz erfasst. Dabei wurden insbesondere potentielle Nistplätze (z.B. vegetationsfreie Bodenstellen) und Nahrungshabitate (Blüten) bei geeigneter Witterung in mehrstündigen Begehungen abgesucht und quantitativ besammelt. Die Nomenklatur der Stechimmen richtet sich nach OEHLKE & WOLF (1987) (Pompilidae), DOLLFUSS (1991) (Sphecidae) und SCHWARZ et al. (1996) (Apidae). Angaben zur Nist- und Lebensweise wurden SCHMID-EGGER & WOLF (1992), LOMHOLDT (1984) und WESTRICH (1989) entnommen. Die Zuordnung der einzelnen Arten zu einem von fünf ökologischen Verbreitungstyp (ökologische Typisierung) (vgl. PITTIONI & SCHMIDT 1942, 1943), d.h. deren Bindung an bestimmte Lebensraumtypen, ermöglicht Rückschlüsse auf die (mikro-)klimati-

schen Ansprüche der Stechimmenarten. Die Zuordnung der Arten folgt den regionalisierten Angaben in KUHLMANN (2000).

Ergebnisse

Insgesamt konnten 35 Stechimmenarten in 209 Individuen im NSG Bleikuhlen und der südlich angrenzenden Halde nachgewiesen werden (Tab. 1). Die Mehrheit von ihnen (20 Arten) wurde in Einzelexemplaren festgestellt. Von diesen dürften aufgrund ihrer Lebensweise und der Fundumstände 12 Arten von außen in das Untersuchungsgebiet (UG) eingeflogen und nicht bodenständig sein. Im Boden nistende Stechimmen dominieren mit 57,1 % aller Arten innerhalb der Zönose. Darunter befinden sich drei Grabwespenarten, die bevorzugt Sandböden zur Nestanlage nutzen und wahrscheinlich von außerhalb des UG eingeflogen sind. Der Anteil hypergäisch nistender Arten beträgt 28,6 %. Acht dieser zehn Arten legen ihre Nester überwiegend oder ausschließlich in Totholz an, meist in den Zaunpfählen am Rand des NSG, und kommen als Teilsiedler kaum oder gar nicht mit dem schwermetallkontaminierten Untergrund in Berührung. Eine weitere Art (*Osmia bicolor*) ist zur Reproduktion auf Schneckenhäuser angewiesen. Einige der in Totholz nistenden Arten gehören, wie die oligolektisch an Glockenblumen fliegenden Scherenbienen *Chelostoma rapunculi*, *C. campularum* und *C. distinctum*, zu den häufigsten Arten im Gebiet. Letztere ist thermophil, konnte im UG erstmals nach fast 50 Jahren wieder in Westfalen nachgewiesen werden und gilt als vom Aussterben bedroht (KUHLMANN 1999). Als sicher indigen gelten können aufgrund ihrer Lebensraumansprüche nur die folgenden 13 Bienen (Apidae) und zwei Wegwespenarten (Pompilidae): *Andrena bicolor*, *Biastes truncatus*, *Dufourea dentiventris*, *Halictus rubicundus*, *H. tumulorum*, *Lasioglossum albipes*, *L. leucopus*, *L. nitidulum*, *L. villosulum*, *Melitta haemorrhoidalis*, *Osmia bicolor*, *Sphecodes ephippius*, *S. geoffrellus* sowie *Arachnospila spissa* und *Priocnemis schoedtei*. Darunter befinden sich mit der Kraftbiene *Biastes truncatus* (bei *Dufourea dentiventris*) und den Blutbienen *Sphecodes geoffrellus* (bei *Lasioglossum leucopus*) und *S. ephippius* (bei *Halictus tumulorum*) auch drei Arten von Kuckucksbienen. Letztere konnte allerdings nur in einem Einzelstück nachgewiesen werden.

Obwohl klimatisch besonders anspruchsvolle Stechimmen mit hohem Wärmebedürfnis (stenök-eremophil) im UG fehlen, ist die Stechimmenzönose insgesamt durch einen hohen Anteil mäßig thermophiler (euryök-eremophiler) Arten (31,4 % der Fauna im UG) und das weitgehende Fehlen von Arten mit einer Präferenz für feuchtere und kühlere Standorte (8,6 % euryök-hylophile Arten) als wärmebegünstigter Standort charakterisiert. Die Mehrzahl der nachgewiesenen Stechimmen (60,0 %) besiedelt ein breites Spektrum unterschiedlicher Lebensräume und zeigt keine erkennbaren (mikro-)klimatischen Präferenzen (hypereuryök-intermediär). Auf die Beutetiere der räuberisch lebenden Wespenarten soll hier nicht näher eingegangen werden, da alle nachgewiesenen Grabwespen als nicht bodenständig gelten müssen und die beiden Wegwespenarten jeweils nur in Einzelstücken festgestellt wurden. Von den 24 pollensammelnden Bienenarten sind sieben (29,2 %) oligolektisch. Unter ihnen leben fünf Ar-

Tab. 1: Gesamtartenliste nachgewiesener Stechimmen mit Angaben zur Ökologie und Gefährdung.

M Männchen, W Weibchen, NW Nistweise: e endogäisch, h hypergäisch, P Parasitoid, Nest: H Hohlräume aller Art, M (markhaltige) Stengel, Sa überwiegend Sandboden, (Sa) bevorzugt Sandboden, SH Schneckenhäuser, (SW) bevorzugt in Steilwänden/Böschungen, T Totholz, bei fehlender Angabe endogäisch ohne Substratpräferenz, ÖT ökologische Typisierung: EH euryök-hylophil, HI hypereuryök-intermediär, EE euryök-eremophil, RL: Gefährdung nach der Roten Liste Westfalens (KUHLMANN 1999), 1 vom Aussterben bedroht, 2 stark gefährdet, 3 gefährdet, R seltene Art;

Art	M/W	NW	Nest	Ö T	Larvenproviand	RL
Pompilidae - Wegwespen						
<i>Arachnospila spissa</i> (Schiödte)	1/-	eh	H	HI	Araneae	-
<i>Priocnemis schioedtei</i> Haupt	-/1	?		EE	Araneae	-
Sphecidae - Grabwespen						
<i>Ammophila sabulosa</i> (Linnaeus)	1/-	e	Sa	HI	Noctuidae-Raupen	-
<i>Crossocerus pusillus</i> Lep. & Brullé	-/1	e		HI	kleine Diptera	-
<i>Lestica clypeata</i> (Schreber)	-/1	h	T	HI	Microlepidoptera	3
<i>Lindenius albilabris</i> (Fabricius)	1/-	e	Sa	HI	Miridae (Heteropt.)	-
<i>Nitela spinolae</i> Latreille	-/1	h				
<i>Tachysphex pompiliformis</i> Panzer	-/1	e	(Sa)	HI	Arcididae-Nymphen	3
Apidae - Bienen						
<i>Andrena alfenella</i> Perkins	1/-	e		HI?	polylektisch	R
<i>Andrena bicolor</i> Fabricius	13/4	e		EH	polylektisch	-
<i>Andrena cineraria</i> (Linnaeus)	1/-	e		HI	polylektisch	3
<i>Andrena haemorrhoa</i> (Fabricius)	-/1	e		HI	polylektisch	-
<i>Andrena minutuloides</i> Perkins	-/1	e		HI	polylektisch	-
<i>Andrena subopaca</i> Nylander	-/1	e		HI	polylektisch	-
<i>Biastes truncatus</i> (Nylander)	1/2	P		EE	bei <i>D. dentiventris</i>	1
<i>Chelostoma campanularum</i> (Kirby)	9/7	h	T, H	HI	oligolektisch, <i>Camp-</i> <i>nula</i>	-
<i>Chelostoma distinctum</i> Stoeckhert	2/1	h	T, H	EE	oligolektisch, <i>Camp-</i> <i>nula</i>	1
<i>Chelostoma rapunculi</i> (Lepeletier)	6/7	h	T, H	HI	oligolektisch, <i>Camp-</i> <i>nula</i>	-
<i>Dufourea dentiventris</i> (Nylander)	5/7	e		EE	oligolektisch, <i>Camp-</i> <i>nula</i>	2
<i>Heriades truncorum</i> (Linnaeus)	1/-	h	T, H	HI	oligolektisch, Asteraceae	-
<i>Halictus rubicundus</i> (Christ)	-/3	e		HI	polylektisch	-
<i>Halictus tumulorum</i> (Linnaeus)	27/1 9	e		EE	polylektisch	-
<i>Hylaeus confusus</i> Nylander	-/1	h	M, T	HI	polylektisch	-
<i>Lasioglossum albipes</i> (Fabricius)	2/-	e		HI	polylektisch	-
<i>Lasioglossum fulvicorne</i> (Kirby)	1/-	e		EE	polylektisch	-
<i>Lasioglossum lativentre</i> (Schenk)	1/-	e		EE	polylektisch	1
<i>Lasioglossum leucopus</i> (Kirby)	7/12	e		HI	polylektisch	-
<i>Lasioglossum nitidulum</i> (Fabricius)	-/1	e	(SW)	EE	polylektisch	3
<i>Lasioglossum villosulum</i> (Kirby)	11/2 0	e		EE	polylektisch	-
<i>Megachile lapponica</i> Thomson	1/2	h	T, H	EH	oligolektisch, <i>Epilo-</i> <i>bium</i>	

ten an Glockenblumen (*Campanula spec.*) und je eine Art an Korbblütlern (Asteraceae) und Weidenröschen (*Epilobium spec.*). Es fällt auf, dass trotz des großen Blütenangebotes und gezielter Nachsuche keine weiteren spezialisierten Bienenarten nachweisbar waren, bzw. mit Ausnahme der bereits erwähnten *Chelostoma*-Arten fast nur einzelne Exemplare vorkamen. Mit *Blastes truncatus*, *Dufourea dentiventris*, *Lasioglossum lativentre*, *L. nitidulum*, *Melitta haemorrhoidalis* und *Osmia bicolor* sind sechs für trocken-warme Magerrasenstandorte charakteristische und z.T. hochgradig gefährdete Arten vertreten (vgl. KUHLMANN 2000). Für die bislang nur aus dem südlichen Westfalen bekannte und vom Aussterben bedrohte Furchenbiene *L. lativentre* konnte hier erstmals nach mehreren Jahrzehnten wieder ein Nachweis erbracht werden.

Diskussion

Mit Ausnahme des Schwermetallgehaltes besitzen Galmeifluren und Kalkmagerrasen hinsichtlich ihrer abiotischen Charakteristika und der habitatstrukturellen Ausstattung zahlreiche Gemeinsamkeiten (vgl. ERNST 1976). Um Aufschluss über die Wirkung von Schwermetallen auf die Stechimmenzönose zu erhalten, soll hier ein Vergleich der Stechimmenfauna des UG mit einem Kalkmagerrasen durchgeführt werden. Als Referenzfläche dient das NSG Hasental-Kregenberg (im folgenden Kregenberg genannt) bei Marsberg, das ebenfalls durch die AGK untersucht wurde (KUHLMANN 2000). In der vorliegenden Arbeit steht die vergleichende Analyse der Unterschiede im Aufbau der Stechimmenzönosen der Galmeifluren des NSG Bleikuhlen und von Kalkmagerrasen im Vordergrund. Die möglichen Ursachen der festgestellten Unterschiede im Zusammenhang mit der physiologischen Wirkung von Schwermetallen werden in KUHLMANN & KREUELS (1999) diskutiert.

Trotz des großen Angebotes an Blüten und Nistplätzen, des Struktureichtums und eines günstigen Mikroklimas bleiben die Arten- und Individuenzahlen der nachgewiesenen Stechimmenarten im UG weit hinter den Zahlen vom Kregenberg (187 Arten) zurück. Zwar ist die Untersuchungsfläche am Kregenberg deutlich größer als das UG, besitzt aber eine vergleichbare Struktur- und Requisiteausstattung. Aus diesem Grund war im UG mit einer weitaus reicheren Fauna zu rechnen, als dies tatsächlich der Fall ist. Insbesondere die Armut an räuberischen Arten ist auffallen. Es wurden nur sechs Grabwespen- (Sphecidae) und zwei Wegwespenarten (Pompilidae) jeweils in Einzelstücken nachgewiesen, von denen nur die Wegwespen als bodenständig gelten können. Am Kregenberg dagegen wurden 74 räuberische Wespenarten aus drei Familien in teilweise hohen Individuendominanzen nachgewiesen. Verantwortlich für die Unterschiede ist sehr wahrscheinlich der augenfällige Mangel an Beutetieren im UG, der sich bei einer Begehung bereits an der relativen Seltenheit von Blütenbesuchern erkennen lässt. Am Beispiel der Spinnen, ausschließliche Beute der Wegwespen, lassen sich die Unterschiede in der Aktivitätsdichte zwischen Kalkmagerrasen und Galmeiflur quantifizieren (vgl. KREUELS 2000). Insbesondere die drastische Verarmung der Wolfsspinnenfauna (Lycosidae) hinsichtlich der Arten- und Individuenzahl im

UG dürfte die Ursache für das fast vollständige Fehlen von Wegwespen sein. Wolfsspinnen sind in offenen Rasenökosystemen im Sommerhalbjahr normalerweise die bei weitem individuenreichste Gruppe unter den Spinnen und mit Abstand die wichtigste Beute für die meisten Wegwespenarten (eig. Beob.). Eine mögliche Kontamination mit Schwermetallen bei den Spinnen könnte zusätzlich zu einer verminderten Vitalität der Wegwespen und in der Folge zu ihrem fast völligen Verschwinden beigetragen haben. Bedingt durch das Fehlen individuenreicher Wirtpopulationen ist auch die Anzahl der Parasitoiden unter den Bienen im UG mit drei bodenständigen Arten (13 % der Fauna) sehr gering. Ihr Anteil ist am Kregenberg mit 44 Arten (23,5 %) dagegen deutlich größer. Zudem treten viele Parasitoide am Kregenberg im Gegensatz zum UG in hoher Individuendominanz auf. Ein wahrscheinlich direkter Zusammenhang zwischen der Schwermetallkontamination im UG und dem nur vereinzelt Vorkommen einer am Kregenberg sehr häufigen Charakterart der Kalkmagerrasen besteht bei der Mauerbiene *Osmia bicolor*. Diese Biene legt ihre Nester ausschließlich in leeren Schneckenhäusern an, die auf Kalkmagerrasen regelmäßig und in großer Zahl angetroffen werden. Schnecken scheinen im UG jedoch, möglicherweise aufgrund der hohen Schwermetallgehalte in den Futterpflanzen (vgl. POETSCHKE 1997), praktisch vollständig zu fehlen. Der Prozentsatz oligolektischer Bienen liegt am Kregenberg und im UG mit etwa einem Viertel der pollensammelnden Arten in einer ähnlichen Größenordnung. Bemerkenswert ist, dass entgegen der insgesamt zu beobachtenden Verarmung der Fauna die Gilde der oligolektisch an Glockenblumen (*Campanula*) Pollen sammelnden Bienenarten und der bei ihnen lebenden Parasitoide mit sechs Arten für das UG außergewöhnlich arten- und individuenreich ausgebildet ist. Es handelt sich dabei um die bereits erwähnten drei *Chelostoma*-Arten, die Sägehornbiene *Melitta haemorrhoidalis* sowie die Zottelbiene *Dufourea dentiventris* samt ihrem Parasitoiden, der Kraftbiene *Biastes truncatus*. Neben den Glockenblumen, die zu den häufigsten Blütenpflanzen im UG gehören, treten aber auch andere für Bienen wichtige Pollenquellen in großer Menge auf (z.B. Asteraceae und Fabaceae), jedoch ohne dass eine, wie am Kregenberg, entsprechend vielfältig entwickelte Bienenfauna nachweisbar gewesen wäre. Ob hier eventuell ein Zusammenhang zwischen dem Schwermetallgehalt von *Campanula*-Pollen und der Ausprägung der Bienenzönose besteht, ist nicht geklärt.

Hinsichtlich der klimatischen Ansprüche der einzelnen Arten zeigt sich der deutlichste Unterschied zwischen dem UG und Kregenberg im Fehlen der besonders thermophilen Faunenelemente im NSG Bleikuhlen. Im UG treten statt dessen hypereuryök-intermediäre Arten, die ein breites Lebensraumspektrum besiedeln, mit 60 % gegenüber 48,7 % am Kregenberg in den Vordergrund. Ursache für die Häufigkeitsverschiebung im UG hin zu klimatisch weniger anspruchsvollen Arten dürfte das feuchtere und kühlere Klima der Kammlage des Westheimer Abbruches gegenüber dem Dieboltal sein. Hinsichtlich der Nistweise sind die Unterschiede zwischen beiden Flächen auf die bereits erwähnte geringe Zahl von Parasitoiden im UG zurück zu führen, was sich in einem prozentualen Anstieg des Anteils endogäisch nistender Arten ausdrückt (57,1 % im UG gegenüber 42,8 % am Kregenberg). Der Anteil von Stechimmen mit hypergäischer Nestanlage ist mit einem Viertel der Fauna dagegen fast gleich.

Insgesamt fällt beim Vergleich der Stechimmenzöosen des UG und der Kalkmagerrasen am Kregenberg auf, dass auf den mit Schwermetallen kontaminierten Flächen die Gesamtartenzahl, aber auch die Individuenzahl deutlich unter dem Erwartungswert liegt. Besonders deutlich werden die Unterschiede bei einer genaueren ökologischen Analyse der Fauna beider Standorte. Ins Auge fällt insbesondere das weitgehende Ausfallen räuberisch lebender Wespenarten, die Arten- und Individuenarmut bei den Parasitoiden und die ungewöhnliche Verschiebungen im Spektrum oligolektischer Bienenarten. Das UG und der Kregenberg unterscheiden sich hinsichtlich der Nistweise und klimatischen Ansprüche ihrer Faunen im Mittel nur wenig. Die Unterschiede zwischen den Stechimmenzöosen von Kalkmagerrasen und der Galmeifluren liegen bei den Ernährungstypen. Es ist daher anzunehmen, dass Schwermetalle durch ihre toxische Wirkung direkt (Vergiftung) oder indirekt durch Veränderungen im Nahrungsangebot auf die Struktur der Stechimmenzöose im UG Einfluss nehmen.

Es ist gegenwärtig nicht klar, warum im Gegensatz zum UG auf den ebenfalls hochgradig mit Zink und Blei kontaminierten Böden der Flotationssandhalden in Littfeld (JUNG 1990) eine sehr arten- und individuenreiche Stechimmenfauna existiert. So konnte WOLF (1976) dort zwischen 1973 und 1975 trotz einer geringen Erfassungsdichte 85 Stechimmenarten nachweisen, von denen einige Arten in großen Kolonien mit bis zu 10.000 (!) Individuen (die Grabwespe *Oxybelus bipunctatus*) auftraten. Im selben Gebiet hat FUHRMANN (1996) 1995/96 insgesamt 90 Arten festgestellt. Da eine Reihe von Arten nur in einer der beiden Untersuchungen beobachtet wurden, liegt die Gesamtartenzahl der auf den Flotationssandhalden in Littfeld vorkommenden Stechimmenarten inzwischen bei 139 und damit um das Vierfache höher als im UG. Eventuell sind Unterschiede in der Bioverfügbarkeit der Schwermetalle dafür verantwortlich, da leicht lösliche Schwermetallionen in feinkörnigen, sauren Sandböden, wie sie in Littfeld vorkommen, leichter ausgeschwemmt werden können als aus einem basischen Substrat mit seinem höheren Sorptionsvermögen (vgl. BRUEMMER et al. 1986). In diesem Zusammenhang besteht noch erheblicher Forschungsbedarf.

Zusammenfassung

Mit insgesamt 35 Stechimmenarten besitzt das NSG Bleikuhlen hinsichtlich strukturell und abiotisch ähnlich ausgestatteter Kalkmagerrasen, aber auch im Vergleich mit den ebenfalls schwermetallbelasteten Flotationssandhalden in Littfeld eine bezüglich der Arten- und Individuenzahl stark verarmte Fauna. Es kommen jedoch charakteristische Arten trocken-warmer Magerrasen vor, darunter die seit vielen Jahren hier erstmals wieder aufgefundenen, in Westfalen vom Aussterben bedrohten Bienenarten *Lasioglossum lativentre* und *Biastes truncatus* mit ihrem stark gefährdeten Wirt *Dufourea dentiventris*. Die möglichen Ursachen der Verarmung der Stechimmenzöose werden diskutiert.

Dank

Zu Dank verpflichtet bin ich der Unteren Landschaftsbehörde des Kreises Paderborn (Frau Engelhardt-Gröne), die in entgegenkommender Weise die vorliegende Untersuchung durch die Erteilung einer Ausnahmegenehmigung für die Betretung des NSG Bleikuhlen und den Fang von Bienen und Wespen unterstützt hat.

Literatur

- BRUEMMER, G.W., J. GERTH & U. HERMS (1986): Heavy metal species, mobility and availability in soils.- Z. Pflanzenernähr. Bodenk. **149**: 382-398. - DALLINGER, R. & P.S. RAINBOW (eds.) (1992): Ecotoxicology of metals in invertebrates.- Lewis Publishers, Boca Raton, 461 S. - DOLLFUSS, H. (1991): Bestimmungsschlüssel der Grabwespen Nord- und Zentraleuropas (Hymenoptera, Sphecidae).- *Stapfia* **24**: 1-247. - ERNST, W. (1976): Ökologische Grenze zwischen *Violetum calaminariae* und *Gentiano-Koelerietum*.- Ber. Deutsch. Bot. Ges. **89**: 381-390. - FUHRMANN, M. (1996): Die aculeaten Hymenopteren des NSG „Littfelder Grubengebiet“ im Kreis Siegen-Wittgenstein, NRW.- unveröff. Zwischenbericht, Kreuztal: 1-9. - HOPKIN, S.P. (1989): Ecophysiology of metals in terrestrial invertebrates.- Elsevier, London, 366 S. - JUNG, M. (1990): Die Schwermetallpflanzengesellschaften des Littfelder Grubengeländes (Siegerland).- Dipl.arb., FB Biologie, Univ. Marburg, 122 S. - KREUELS, M. (2000): Epigäische Webspinnen (Arachnida: Araneae) auf schwermetallbelasteten Flächen des östlichen Sauerlandes.- *Natur u. Heimat* **60**: 131-136. - KUHLMANN, M. (1999): Rote Liste der gefährdeten Stechimmen (Wildbienen und Wespen, Hymenoptera Aculeata) Westfalens. 1. Fassung.- LÖBF-Schriftenreihe **17**: 563-574. - KUHLMANN, M. (2000): Die Struktur von Stechimmenzöosen (Hymenoptera Aculeata) ausgewählter Kalkmagerrasen des Diemeltales unter besonderer Berücksichtigung der Nutzungsgeschichte und des Requisitenangebotes.- Abh. Westf. Mus. Naturk. **62**(2): 3-102. - KUHLMANN, M. & M. KREUELS (1999): Webspinnen-, Bienen- und Wespenfauna auf Schwermetallstandorten mit besonderer Berücksichtigung der Blankenroder Schwermetallrasen.- LÖBF-Schriftenreihe **16**: 223-232. - LOMHOLDT, O. (1984): The Sphecidae (Hymenoptera) of Fennoscandia and Denmark.- *Fauna Entomologica Scandinavica* **4** (2nd Ed.): 1-452. - MARKERT, B., J. OEHLMANN & M. ROTH (1997): Biomonitoring von Schwermetallen - eine kritische Bestandsaufnahme.- *Z. Ökologie u. Naturschutz* **6**: 1-8. - NATION, J.L. & F.A. ROBINSON (1971): Concentration of some major and trace elements in honeybees, royal jelly and pollens, determined by atomic absorption spectrophotometry.- *J. Apicult. Res.* **10**: 35-43. - OEHLKE, J. & H. WOLF (1987): Beiträge zur Insekten-Fauna der DDR: Hymenoptera - Pompilidae.- *Beitr. Ent.* **37**: 279-390. - PITTIONI, B. & R. SCHMIDT (1942): Die Bienen des südöstlichen Niederdonau. I. Apidae, Podaliriidae, Xylocopidae und Ceratinidae.- *Niederdonau / Natur und Kultur* **19**: 1-69. - PITTIONI, B. & R. SCHMIDT (1943): Die Bienen des südöstlichen Niederdonau. II. Andrenidae und isoliert stehende Gattungen.- *Niederdonau / Natur und Kultur* **24**: 1-89. - POETSCHKE, A. (1997): Vegetationskundliche Untersuchungen des NSG „Bleikuhlen“ bei Blankenrode und der angrenzenden Abraumhalden.- Dipl.Arb., Inst. f. Ökologie d. Pflanzen, Univ. Münster, 68 S. - SCHMID-EGGER, C. & H. WOLF (1992): Die Wegwespen Baden-Württembergs (Hymenoptera, Pompilidae).- *Veröff. f. Naturschutz u. Landschaftspflege in Baden-Württemberg* **67**: 267-370. - SCHWARZ, M.; F. GUSENLEITNER; P. WESTRICH & H.H. DATHE (1996): Katalog der Bienen Österreichs, Deutschlands und der Schweiz (Hymenoptera, Apidae).- *Entomofauna, Supplem.* **8**: 1-398. - STRAALEN, N.M. VAN & M.H. DONKER (1994): Heavy metal adaptation in terrestrial arthropods - physiological and genetic aspects.- *Proc.of the Sect. Experiment. and Appl. Entomology of the Netherlands Entomological Soc., Amsterdam* **5**: 3-17. - VELEMINSKY, M., P. LAZNICKA & P. STARY (1990): Honeybees (*Apis mellifera*) as environmental monitors of heavy metals in Czechoslovakia.- *Acta Entomol. Bohemoslov.* **87**: 37-44. - WESTRICH, P. (1989): Die Wildbienen Baden-Württembergs. - 2 Bände., Ulmer, Stuttgart, 972 S. - WOLF, H. (1976): Die Halden der ehemaligen Grube „Victoria“ bei Littfeld und ihre Insektenfauna.- *Siegerland, Blätt. Siegerländ. Heimatver.* **53**: 27-31.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Michael Kuhlmann, An den Loddenbüschen 31, 48155 Münster