

2005

Der Einsatz der Luzerne-Blattschneiderbiene,  
*Megachile rotundata* (Hymenoptera: Megachilidae),  
zur Bestäubung von Luzerne in der Mongolei =  
Management of the Alfalfa Leaf-Cutter Bee,  
*Megachile rotundata* (Hymenoptera: Megachilidae),  
for Alfalfa Pollination in Mongolia

Karsten Seidelmann  
*Martin-Luther-Universität*

Čojrog Batchujag  
*National University of Mongolia*

Manfred Dorn  
*Martin-Luther-Universität*

Follow this and additional works at: <http://digitalcommons.unl.edu/biolmongol>

 Part of the [Asian Studies Commons](#), [Biodiversity Commons](#), [Desert Ecology Commons](#), [Environmental Sciences Commons](#), [Nature and Society Relations Commons](#), [Other Animal Sciences Commons](#), [Population Biology Commons](#), [Terrestrial and Aquatic Ecology Commons](#), and the [Zoology Commons](#)

Seidelmann, Karsten; Batchujag, Čojrog; and Dorn, Manfred, "Der Einsatz der Luzerne-Blattschneiderbiene, *Megachile rotundata* (Hymenoptera: Megachilidae), zur Bestäubung von Luzerne in der Mongolei = Management of the Alfalfa Leaf-Cutter Bee, *Megachile rotundata* (Hymenoptera: Megachilidae), for Alfalfa Pollination in Mongolia" (2005). *Erforschung biologischer Ressourcen der Mongolei / Exploration into the Biological Resources of Mongolia*, ISSN 0440-1298. 142.  
<http://digitalcommons.unl.edu/biolmongol/142>

Erforsch. biol. Ress. Mongolei (Halle/Saale) 2005 (9): 439-452

## **Der Einsatz der Luzerne-Blattschneiderbiene, *Megachile rotundata* (Hymenoptera: Megachilidae), zur Bestäubung von Luzerne in der Mongolei\***

K. Seidelmann, Č. Batchujag, M. Dorn

### **Abstract**

#### **Management of the alfalfa leaf-cutter bee, *Megachile rotundata* (Hymenoptera: Megachilidae), for alfalfa pollination in Mongolia**

The propagation of the alfalfa leaf-cutter bee, *Megachile rotundata* was tested from 1988 to 1991 on alfalfa seed growing fields at the Uvs-nuur Basin in the North-West of Mongolia. We used the loose-cell technology in combination with wooden grooved boards (dimensions of the nesting holes: 8 × 110 mm). The climatic conditions at the investigation area proved to be favourable for the rearing of the bees. The average temperature was above 21°C during 8.5 h by a mean sunshine duration of 6.4 h and sporadic rainfall. Nevertheless, the night temperatures fell below 10°C and are responsible for a complete diapause induction. During the flying period of 4 to 5 weeks, which was determined by the flowering period of alfalfa, on average 10 cells have been constructed per female corresponding with a 3fold increase of the cocoon amount per year. Only a few pests could be registered: A nest destroying *Trichodes*-species (Coleoptera: Cleridae) and the imagines parasitizing conopid fly *Physocephala pusilla* (Diptera: Conopidae). The conopid fly will cause problems for the rearing of *M. rotundata* in Mongolia due to its high abundance and difficulties in the control. However, *M. rotundata* can be successfully managed as a pollinator for alfalfa on selected cultivation areas in Mongolia.

### **Keywords**

*Megachile rotundata*; *Medicago sativa*; *Physocephala pusilla*; management; pollination

### **Einleitung**

Die Tierproduktion ist der traditionelle Hauptwirtschaftszweig in der Mongolei. Sie wird im wesentlichen auf der Grundlage ganzjähriger Weidehaltung betrieben. Eine Senkung der oft erheblichen Winterverluste und weitere Erhöhung des Tierbestandes ist jedoch nur bei Schaffung einer ausreichenden Futtergrundlage möglich, da große Steppengebiete bereits deutliche Zeichen einer Überweidung aufweisen (HILBIG 1990). Der Saatluzerne (*Medicago sativa*), welche gegenwärtig in der Mongolei auf ca. 1200 ha als Ackerfutterpflanze angebaut wird, ist hierbei eine besondere Bedeutung beizumessen. Damit erlangt die Produktion von Saatgut geeigneter, besonders winterharter Sorten eine Schlüsselstellung. Geringe Populationsdichten autochthoner Bestäuber ermöglichen bisher nur unbefriedigende Saatguterträge von 0,05 - 0,10 dt/ha. Um die Bestäuber-Situation zu verbessern, wurde in einem Pilotversuch die Eignung der weltweit genutzten Blattschneiderbiene *Megachile rotundata* (F.) als Luzernebestäuber unter den spezifischen Bedingungen dieses Landes getestet. Dazu wurde 1988 auf Luzernesaatgut-Vermehrungsflächen eines Staatsgutes bei Ulaangom im NW der Mongolei eine Versuchspopulation etabliert und die Populationsentwicklung unter den örtlichen klimatischen Bedingungen studiert.

---

\*) Ergebnisse der Mongolisch-Deutschen Biologischen Expeditionen seit 1962, Nr. 259

## Material und Methoden

### *Biologie von Megachile rotundata*

*Megachile (Neoeutricharea) rotundata* (FABRICIUS 1787) (Hymenoptera: Megachilidae) gehört mit 8 – 10 mm Körperlänge der Weibchen zu den kleinen Vertretern der Gattung. Sie gilt allgemein als pontisch-mediterranes Faunenelement und ist im ursprünglichen Verbreitungsgebiet überwiegend selten (DORN & WEBER 1988). PESENKO (1982) bezeichnet jedoch die gesamte Süd-Hälfte der Paläarktis als Primär-Areal der Luzerne-Blattschneiderbiene und gibt sie auch für die Mongolei an. Infolge ihrer anthropogenen Verschleppung um 1930 nach Nordamerika (BOHART 1970) und die im Zuge ihrer Nutzung erfolgte Einbürgerung zum Beispiel in Chile (ARRETZ 1973), in Neuseeland (DONOVAN et al. 1982) oder in Australien (WOODWARD 1992) besitzt *M. rotundata* heute jedoch ein bedeutend größeres Sekundär-Areal.

Die Art nistet in den röhrenförmigen Hohlräumen von markfreien Pflanzenstengeln, von Käferbohrgängen in Holz und ähnlichem. Ihre Nester gehören dem Linientyp an, d.h. die Zellen werden hintereinander angelegt. Für den Nestbau schneiden die Weibchen aus angewelkten Blättern runde Stücke für Boden und Deckel der Zellen, ovale für deren Wände aus. Die Zellen werden mit Pollen und Nektar verproviantiert und mit je einem Ei belegt. Ein *M. rotundata*-Weibchen kann 35 – 40 Zellen anlegen und darin 12 – 15 Töchter produzieren (BOHART 1972). Die Weibchen entwickeln sich in den größeren Zellen im inneren Teil des Nestes aus befruchteten, die Männchen in äußeren, kleineren Zellen aus unbefruchteten Eiern.

Die Luzerne-Blattschneiderbiene ist protandrisch und kann regional verschieden eine bis mehrere Generationen pro Jahr hervorbringen. Unter günstigen klimatischen Bedingungen fliegt die erste Generation in Mitteleuropa von Mitte Juni bis Mitte August, die zweite von Ende Juli bis Anfang Oktober (TASEI 1977, DOTCHKOVA 1982). Unter ungünstigeren Bedingungen ist die Art jedoch weitgehend univoltin. So gibt WESTRICH (1989) für SW-Deutschland nur eine Flugperiode von Ende Juni bis Mitte August an. Die Induktion der Diapause wird wahrscheinlich thermisch gesteuert, doch sind die genauen Mechanismen bislang ungeklärt (RICHARDS 1984, TEPEDINO & PARKER 1986).

Die Aktivität von *M. rotundata* wird vor allem durch die Temperatur und Helligkeit bestimmt. Die Bienen werden erst ab 21°C aktiv und nehmen bei 35000 Lux den Nestbau auf (KLOSTERMEYER & GERBER 1969). Helligkeiten unter 15000 Lux beenden den Bienenflug, auch wenn die Lufttemperaturen noch ausreichend hoch sind. SZABO & SMITH (1972) ermittelten eine indirekte Proportionalität von Temperatur und Lichtintensität sowohl für den Flugbeginn als auch für dessen Ende. Dabei erfordern niedrige Temperaturen höhere Helligkeiten und umgekehrt. Die erforderlichen Werte für die Aufnahme des Fluges liegen höher, als die für dessen Beendigung. Nach den Untersuchungen von HOBBS (1973) ist *M. rotundata* als Luzernebestäuber nur in Gebieten einsetzbar, die während der Blühphase etwa 350 Tageslichtstunden mit Temperaturen über 21°C aufweisen.

### *Charakterisierung des Einsatzgebietes*

Als Testflächen zur Erprobung der Einsatzfähigkeit von *Megachile rotundata* wurden Luzerne-saatgut-Vermehrungsfelder des Staatsgutes „Charchiraa“ um die Ortschaft Boschigd (49°47'N, 92°7'E, ca. 20 km südlich vom Ulaangom) in der Uvs-nuur-Senke ausgewählt. Die bewässerten Felder wurden in der Sedimentationsebene des Flusses „Charchiraa“ 1980 zum Anbau von Getreide, Luzerne, Futtergräsern und Kartoffeln angelegt. Durch die Verwendung von Kreisberegnern (Typ „Fregatt“) entstanden runde Felder mit einer Fläche von ca. 70 ha, die von spärlichen, zweireihigen Windschutzstreifen eingefasst werden.

Das Klima des Gebietes trägt einen ausgesprochen kühl-kontinentalen Charakter mit ausgeprägten Temperaturschwankungen sowohl im Jahres- als auch im Tagesgang (Abb. 1). Im Sommer sind nur  $31,3 \pm 1,6^\circ\text{C}$  als durchschnittliche Höchsttemperatur zu verzeichnen. Die Senke der großen Seen zeichnet sich als Leegebiet der angrenzenden Gebirgszüge Turgen-uul-Charchiraa (Mongolischer Altai) durch extrem geringe Niederschläge aus (HILBIG 1990). Obwohl mit 103 mm in den Monaten Juni bis September ca. 76 % des Jahresniederschlages fallen, ist der Sommer arid. Eine eingehendere Beschreibung des Klimas dieses Gebietes geben HILBIG et al. (1984).

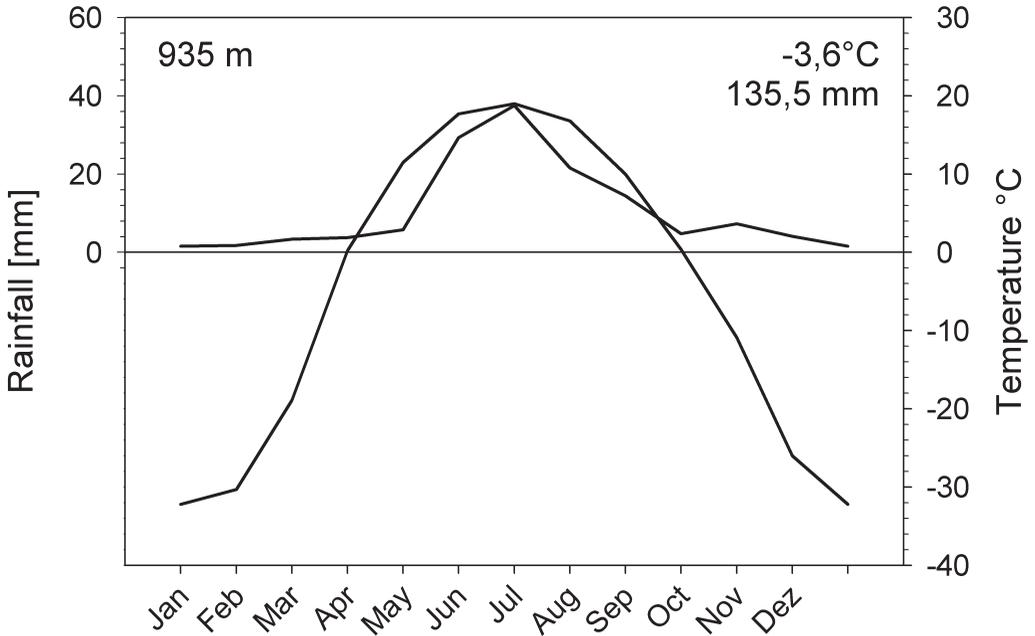


Fig. 1: Climate diagram (according to WALTER) of Ulaangom, Uvs-Aimag for 1962 – 1989 (data assembled by CH. OPP).

Durch die Gebirgskesselwirkung sind in der Uvs-nuur-Senke Wüsten und Halbwüsten ausgebildet (KARAMYŠEVA et al. 1986). HILBIG (1990) ordnete die Tar-Halbwüsten-Vegetation im Bereich des Staatsgutes der Pflanzengesellschaft des *Artemisio pectinati-Nanophytetum erinacei* HILBIG (1987) zu. Auf den Ackerflächen ist die Unkrautgesellschaft des *Cannabi-Sphallerocarpetum gracilis* HILBIG & BUMŽAA (1985) ausgebildet, in der besonders die bis zu 2 m groß werdende Apiaceae *Sphallerocarpus gracilis* ein Problemunkraut darstellt, aber auch *Panicum miliaceum* (Poaceae) eine hohe Artmächtigkeit erreicht (HILBIG 1990). Die Luzerne-Anbauflächen waren, durch ihre mehrjährige Kultur begünstigt, stark verunkrautet und wiesen in der Regel nur einen relativ niedrigen, lockeren und teilweise ausfallenden Kulturpflanzenbestand auf. Da die Luzerne üblicherweise nach dem Blühbeginn nicht mehr beregnet wird, blüht sie im Verlaufe eines Monats ab und ist bereits Anfang August großflächig trocken.

#### Haltungstechnologie

*Megachile rotundata* wurde in den USA bereits in den 60er Jahren in Haltung genommen und gilt seitdem als semidomestiziert (TORCHIO 1987). Für diese Solitärbiene liegen bereits gut ausgearbeitete Haltungstechnologien vor (HOMAN et al. 1982, PESENKO 1982, FAIREY et al. 1984, RICHARDS 1984, DORN & WEBER 1988, u. a.). Wir verwendeten die übliche Lose-Zellen-Technologie. Als Nistmaterial kamen genutete Holzbrettchen zum Einsatz, die übereinander gelegt je 10 Röhren mit den empfohlenen Dimensionen von 6 mm Durchmesser und 110 mm Länge (GERBER & KLOSTERMEYER 1972) ergaben. Diese Brettchen bildeten, in einen Kasten gestapelt, Nistblöcke mit einer Kapazität von 3000 Röhren. Zur Erhöhung ihrer Attraktivität erhielten die Blöcke einen dunklen Anstrich mit hellen Farbmarken als Orientierungshilfen (CIURDĂRESCU 1978, DORN & WEBER 1988).

Die Nistblöcke wurden auf ausgewählten Flächen ca. 200 m vom Feldrand entfernt aufgestellt. Als Schutzhütte diente eine mit Polystyren-Folie bespannte, nach SO offene Metallkonstruktion,

die eine aktivitätsfördernde Temperaturerhöhung im Bereich der Nistblöcke bewirkte, sowie Regen und Wind abhielt. Während testweiser nächtlicher Bewässerungen durch den Kreisberegner, die in 15 Minuten mehr als 30 mm Niederschlag bringen, wurde das Schutzzelt mit einer Plane wasserdicht verschlossen. Eine vegetationsfreie Fläche von 2 m<sup>2</sup> vor der Schutzhütte bot einen Kopulations- und Sonnenplatz für die Bienen.

Die in der Mongolei eingesetzten *M. rotundata*-Kokons wurden 1988 aus Kanada importiert. 1989 wurde noch einmal eine kleine Menge Kokons, die aus einer Bienenhaltung eines Saatzuchtbetriebes in Plaußig (Sachsen, Deutschland) stammten und ebenfalls auf Kanadisches Ausgangsmaterial zurückgingen, nachgeführt. Die Inkubation der Bienen erfolgte in handelsüblichen Geflügel-Kleinstbrutschränken für drei Wochen bei 30°C und 70 % rel. Luftfeuchtigkeit (RICHARDS & WHITFIELD 1987, KEMP & BOSCH 2000, 2001). Nach dem Schlupf der ersten Weibchen zum Blühbeginn der Luzerne am Anfang Juli wurden die Schlupfkästen in zweitägigem Abstand zum Aussetzen der Bienen auf das Feld gebracht und dazwischen weiter inkubiert. Nach dem dritten Aussetzen verblieben die Schlupfkästen auf dem Feld.

Mitte August wurden die Nistblöcke nach Abschluss der Nestbauphase vom Feld genommen und für zwei Wochen bei 20°C in einen trockenen Raum gestellt, um den Bienenlarven die Entwicklung bis zur Präpupa zu ermöglichen (RICHARDS 1984, TEPEDINO & PARKER 1986). Nach der Öffnung der Nistblöcke und der Entnahme der Kokons wurden diese sorgfältig gereinigt und zur Überwinterung in einen handelsüblichen Haushaltskühlschrank bei 7–10°C eingelagert.

### *Mikroklima und Aktivität*

Zur besseren Einschätzung der Flugbedingungen wurden auf der Einsatzfläche die Temperatur und Luftfeuchtigkeit in Vegetationshöhe, Niederschlag und Sonnenscheindauer aufgezeichnet. Die Registrierung der Windgeschwindigkeit und Helligkeit erfolgte an ausgewählten Messtagen. Zur Bestimmung der Nistaktivität von *M. rotundata* wurden an den Messtagen in halbstündigem Abstand die während 5 min in ein Segment von 100 Niströhren einfliegenden Weibchen gezählt. Die relative Aktivität wurde durch Normierung auf die höchste beobachtete Einflugszahl unter optimalen Flugbedingungen an diesem Tag berechnet. Die Bestimmung der Aktivitätsdichte der autochthonen Bestäuber in den Luzernevermehrungsflächen erfolgte nach der Durchgangsmethode (DYLEWSKA 1973, BANASZAK 1980).

## **Ergebnisse**

### *Mikroklima*

Die gemittelten Tagesgänge von Temperatur und Luftfeuchtigkeit weisen in der Nistphase der Bienen (1. Juli bis 10. August aller Untersuchungsjahre) starke Schwankungen auf (Abb. 2). Die Temperaturen fallen nachts regelmäßig unter 10°C (Min. 2°C) und steigen am Tag deutlich über 20°C (Max. 36°C). Die Luftfeuchtigkeit schwankt gegensinnig und sinkt in den Mittagsstunden unter 40 % ab (Min. 27 %). Tages-Temperaturen von mindestens 21°C wurden durchschnittlich über 8,50 ± 3,85 h und von mindestens 23°C über 6,67 ± 3,92 h erreicht. Die mittlere Summe der Tageslichtstunden mit mehr als 21°C betrug im Einsatzzeitraum 1. Juli bis 10. August aller Untersuchungsjahre 343 Stunden (Spannbreite 310 – 363 Stunden).

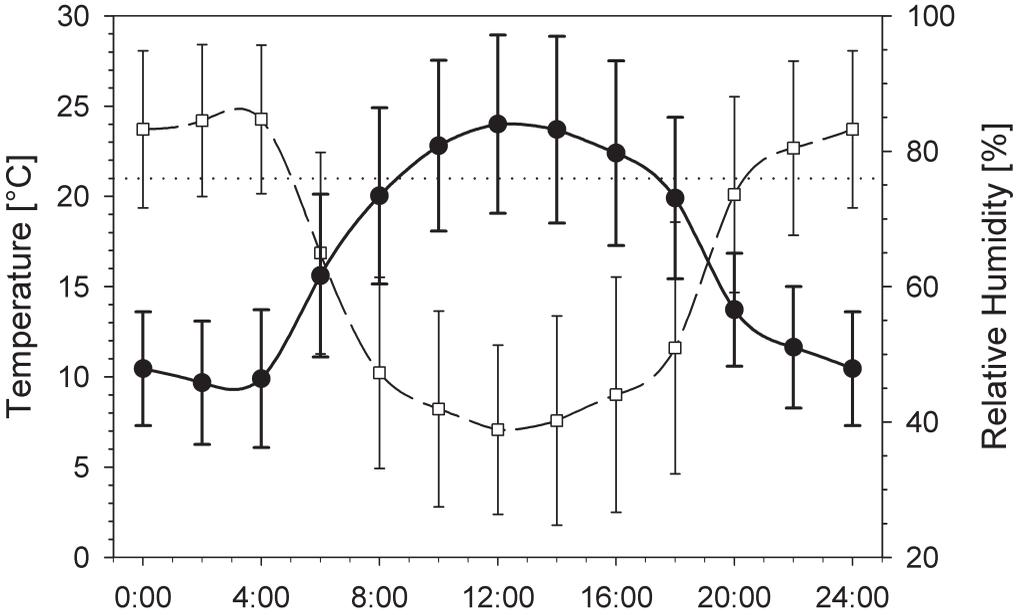


Fig. 2: Mean daily course of air temperature (solid circles) and relative humidity (open squares)  $\pm$  sd during the nesting period of *Megachile rotundata* (period from 1<sup>st</sup> of July to 9<sup>th</sup> of August of the years 1989 – 1991); dotted line refers to temperature limit for nesting activity.

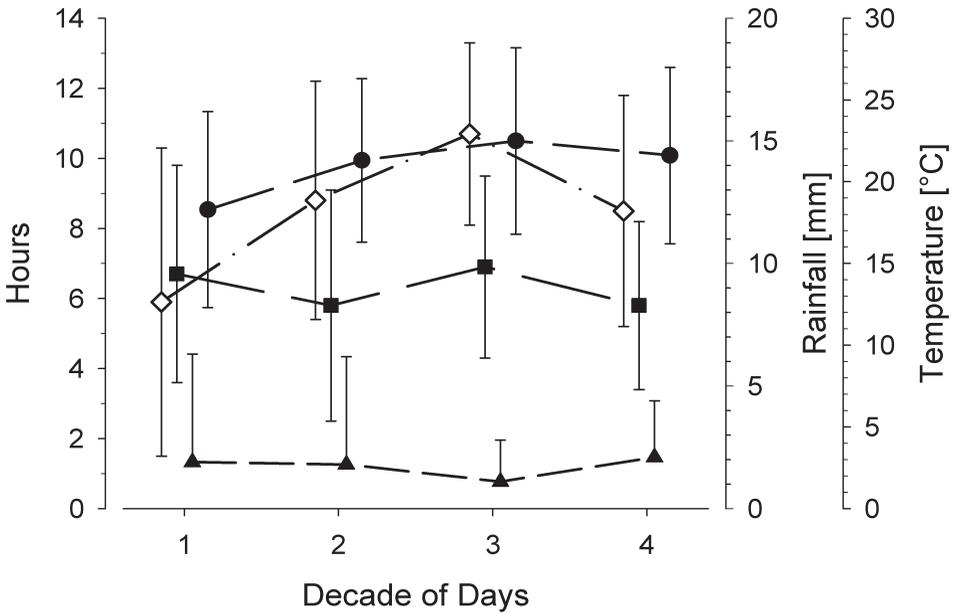


Fig. 3: Microclimate key factors for bee activity within the alfalfa field during the four decades of nesting activity of *Megachile rotundata*, given as means  $\pm$  sd over all years; circle: mean air temperature between 8:00 and 20:00, square: daily hours of sunshine, diamond: daily hours with more than 21°C, triangle: mean daily rainfall (only positive sd-values shown).

Die täglichen Niederschläge sind mit  $1,7 \pm 3,6$  mm sehr gering und konzentrieren sich auf seltene Gewitter, die dann mehr als 19 mm erbringen. Die klimatischen Bedingungen erwiesen sich insgesamt über die Nistperiode als relativ ausgeglichen (Abb. 3) und garantierten gute Aktivitätsbedingungen bis Mitte August. Dies gilt auch für die Sonnenscheindauer, einen wesentlichen Faktor für den Bienenflug neben der Temperatur. Im Mittel schien die Sonne im Zeitraum von 8.00 bis 19.00 Uhr über  $6,4 \pm 3,0$  Stunden und erbrachte eine mittlere Helligkeit von  $56.140 \pm 19.738$  Lux. Die Helligkeit lag bei Sonnenschein damit stets über den für einen Bienenflug erforderlichen 15.000 Lux. Die mittlere Windgeschwindigkeit in Vegetationshöhe betrug an sonnigen Tagen  $0,62 \pm 0,56$  m/s (Max. 2,70 m/s). Werte von mehr als 2,7 m/s wurden nur bei Bewölkung und Niederschlag gemessen.

#### *Autochthone Bestäuber der Luzerne*

Die Aktivitätsdichte der autochthonen Wildbienen auf den Luzerne-Vermehrungsflächen schwankte in Abhängigkeit von der Lage und der Verunkrautung zwischen 300 und 5000 Ind./ha. Der wichtigste Luzernebestäuber im Untersuchungsgebiet war mit mehr als 75 % der erfassten Individuen *Melitturga clavicornis* (LATR.), eine auffallende, auch in Südeuropa verbreitete Art, die in den angrenzenden Steppengebieten große Nestaggregationen bildete. In weit geringerer Zahl wurden *Melitta leporina* (Pz.) und *Rhophitoides canus* (Ev.), die bedeutendsten Luzernebestäuber in Mitteleuropa, und *Megachile analis* NYL. beobachtet (alle Arten ca. 1 %). Hummeln (*Bombus*) traten zwar als Besucher der reichlichen Unkrautbestände, nicht aber der Luzerne auf. Dagegen stellen die Seidenbienen, insbesondere mit *Colletes impunctatus* NYL. und *C. sidemii* RAD., mit einem Individuenanteil von 20 % ebenfalls ein recht beachtliches Bestäuberpotential.

#### *Haltungstechnologie*

Die Lose-Zellen-Methode erwies sich für die Haltung als geeignet. Durch die geringe Luftfeuchtigkeit kam es jedoch zu starken Schrumpfungen der Holz-Nistbrettchen, so dass diese nicht mehr sicher in der Nistblock-Zarge arretiert waren. Künftig müssen daher kleinere Blöcke mit einer Feder-Konstruktion oder Nistmaterialien aus alternativen Werkstoffen wie Polystyrol eingesetzt werden.

Die in den Mittagsstunden auf den Luzernefeldern herrschende geringe Luftfeuchtigkeit verursachte 1989 eine stark erhöhte Mortalität während des Aussetzens der Bienen durch das Austrocknen der Kokons. In den folgenden Jahren wurden die Schlupfkästen mit der Gaze-bespannten Seite auf wassergefüllte Schalen gelegt, was eine rel. Luftfeuchtigkeit von ca. 70 % zwischen den Kokons garantierte.

#### *Aktivität der Bienen und Nestbau*

Der Bienenflug dauerte in allen Untersuchungsjahren bis in die dritte Juli-Dekade bei guter Bautätigkeit an, nahm dann jedoch rapide ab, so dass am 10. August keine bauenden Weibchen mehr zu beobachten waren. Die Nestbau-Aktivität begann mit dem Erreichen ausreichender Flug-Temperaturen gegen 10:00 Uhr und wurde am Abend durch das Unterschreiten der notwendigen Helligkeit zwischen 19:30 Uhr und 20:00 Uhr eingestellt (Abb. 4). Negative Auswirkungen der Trockenheit auf die Aktivität von *Megachile rotundata* konnten nicht beobachtet werden. Ebenso beeinflusste der Wind bei ansonsten guten Flugbedingungen die Aktivität der Bienen nicht merklich.

Die Zahl der verschlossenen Röhren stieg in der 2. und 3. Juli-Dekade relativ konstant an. Anfang August sank die Zahl der täglich verschlossenen Röhren entsprechend der abnehmenden Bautätigkeit der Weibchen jedoch stark ab (Abb. 5). Eine zweite Generation wurde in keinem der Untersuchungsjahre beobachtet. Alle Larven traten in die Diapause ein.

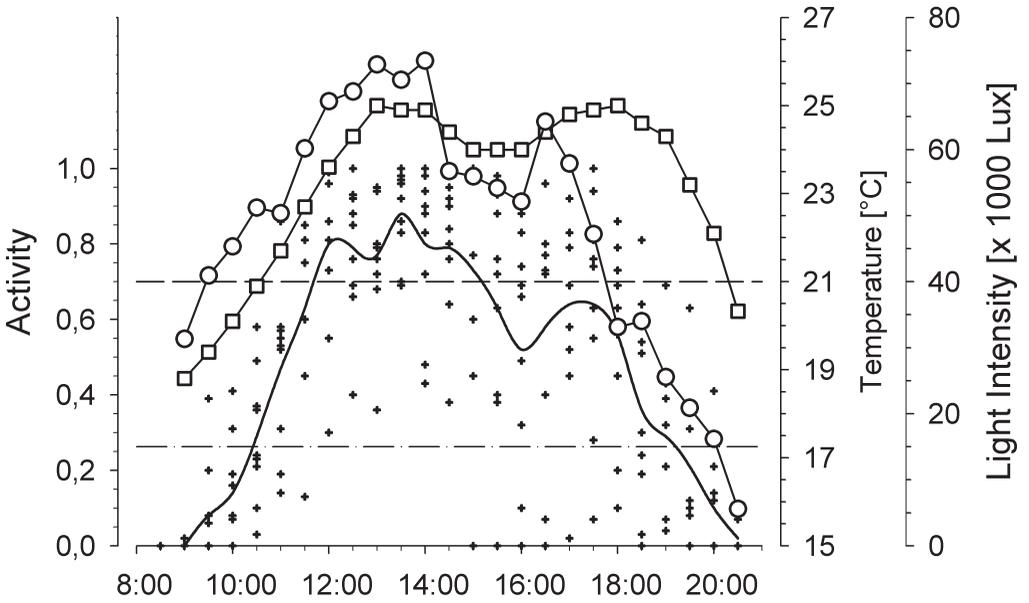


Fig. 4: Mean daily course of air temperature (squares), light intensity (open circles) and nesting activity (bold straight line, crosses) of *Megachile rotundata* of 10 sample days scattered over the whole nesting period of 1989; temperature threshold indicated by dashed line, light intensity threshold indicated by dashed-dotted line.

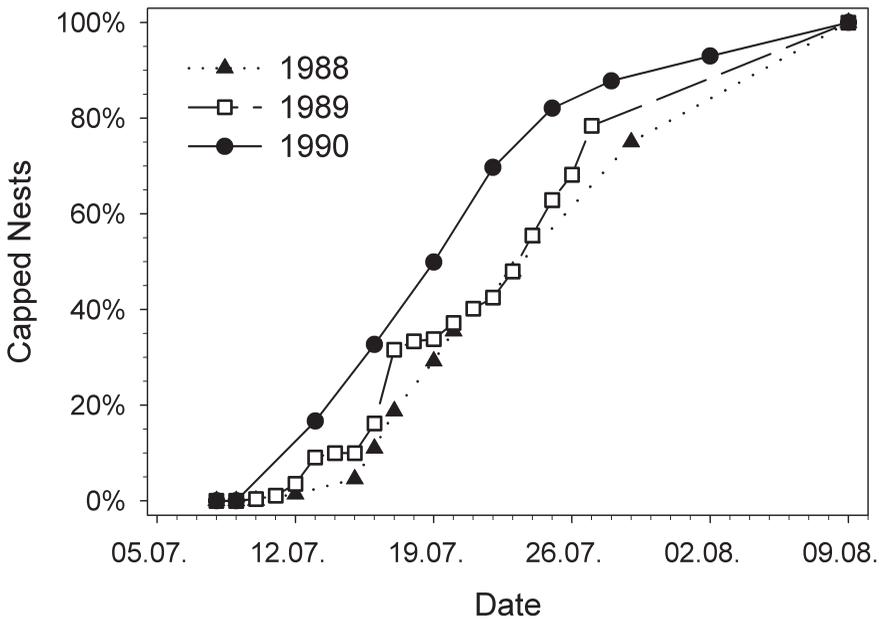


Fig. 5: Increase of capped nests during the nesting period of *Megachile rotundata*, hatch of bees and release on field started on 1<sup>st</sup> of July.

Die Anzahl unverschlossener Nester, d. h. Niströhren, die zwar Zellen, jedoch keinen Nestverschluss enthielten, war mit 31,2 % an den gesamt bebauten Röhren relativ hoch. Dieser hohe Anteil unverschlossener Nester schlägt sich auch in der Nutzung der Röhrenlänge nieder (Abb. 6). Die in verschlossenen Röhren befindlichen Nester weisen eine als normal anzusehende Streuung um den Modalwert von 8,5 cm auf, wobei nur 3,2 % der Nester die gesamte Länge einnehmen. Alle übrigen Nester enthielten freie Abschnitte, die als Initialzelle (leerer Abschnitt zwischen Nestboden und erster Zelle) oder Vestibulum (leerer Abschnitt zwischen letzter Zelle und Nestverschluss) angelegt waren. Die unvollendeten Nester wiesen eine recht gleichmäßige Verteilung ihrer Größe über den Bereich von 1 – 7 cm auf.

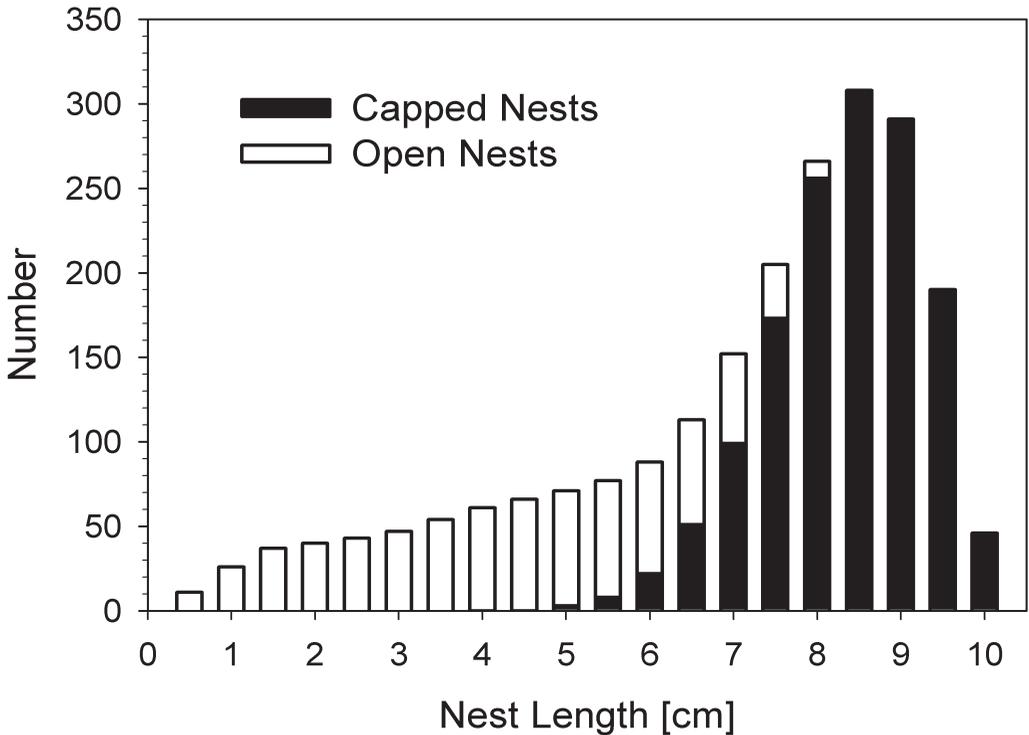


Fig. 6: Histogram of nest length in 11 cm depth holes; data from 1990, 3000 holes containing 2192 nests. The usually nest seal length of 10 mm was subtracted both from the hole depth as well as (if existing) from the nest length. Nest length refers to the area occupied by cells.

#### Qualität der Kokons

Einen wichtigen Faktor für die Beurteilung der Einsatzfähigkeit von *M. rotundata* stellt die Qualität der produzierten Zellen dar, die an Stichproben der jeweils vorjährigen Kokons untersucht wurde (Tab. 1). Der Anteil der Zellen mit Pollenballen ist im Vergleich zum kanadischen Ausgangsmaterial deutlich geringer. Die Werte für die übrige präimaginale Mortalität liegen in der gleichen Größenordnung. Parasitierte Zellen wurden nur im Ausgangsmaterial mit 0,3 % gefunden. Die Schlupfraten entsprechen den allgemein erwarteten Werten für eine kontrollierte *Megachile*-Hal tung. Das Geschlechterverhältnis erwies sich als sehr günstig. Während beim kanadischen Ausgangsmaterial noch 2,1 ♂♂ : 1 ♀ gefunden wurden, betrug es bei in der Mongolei gebauten Zellen 1,54 ♂♂ : 1 ♀ (1988) bzw. 1,68 ♂♂ : 1 ♀ (1989).

Table 1: Quality of harvested cells (in percent of analysed cells)

year	sample (cells)	pollen	dead larvae and pupae	dead imagines	imagines		rate of hatch
					♂	♀	
1987*	300	10,6	5,8	2,6	54,9	26,1	81,0
1988	1647	6,5	5,5	2,5	51,9	33,6	85,5
1989	5221	5,8	4,8	2,1	54,6	32,6	87,3

\* Canadian material, data collected by D. WEBER

### Parasiten

In der Mongolei konnten in den Untersuchungsjahren keine Larven- oder Präpupae-Parasitoide festgestellt werden. Es traten keine der sonst überall sehr problematischen Chalcidoiden in Erscheinung. Ebenso trat die Kalkbrut, eine Mycose, die durch *Ascospaera aggregata* SKOU (Ascospherales) hervorgerufen wird (VANDENBERG & STEPHEN, 1983), nicht in Erscheinung. Aus der Gruppe der Nestzerstörer besiedelte eine *Ptinus*-Art (Coleoptera: Ptinidae) in wenigen Exemplaren die Nistblöcke. Im Jahre 1990 wurden unter 0,1 % der Zellen durch *Trichodes*-Larven zerstört, deren Artzugehörigkeit jedoch nicht ermittelt werden konnte.

Die *M. rotundata*-Imagines wurden stark durch *Physocephala pusilla* MEIGEN (Diptera: Conopidae) parasitiert. In den Jahren 1989 und 1990 wurden 16 % bzw. 15 % der ausgesetzten Weibchen tot vor den Nistblöcken aufgefunden. Die reale Parasitierungsrate liegt aber wesentlich höher. Ein unbekannter Teil der ausgesetzten Bienen emigriert und nistet anderswo, so daß die Parasitierungsrate generell unterschätzt wird. Außerdem verenden die nachweislich ebenfalls parasitierten Männchen und auch ein Teil der Weibchen auf der Luzerne-Fläche und werden nicht erfaßt. Neben *Ph. pusilla* konnte auch *Zodion notatum* MEIGEN (Diptera: Conopidae) als Parasitoid der Bienen-Imagines festgestellt werden. Die durch diese Art hervorgerufenen Parasitierungsrate liegt mit 0,8 % weit unter jener von *Ph. pusilla*. Beide Conopiden-Arten werden vor allem durch die Minderung der Bauleistung der Weibchen infolge der Herabsetzung ihrer Vitalität und ihres vorzeitigen Todes schädlich.

### Populationsentwicklung

Für die Beurteilung der Populationsentwicklung im Hinblick auf eine Nutzung von *M. rotundata* als Luzernebestäuber ist vor allem die Entwicklung des Kokonbestandes und der daraus zu erhaltenden Weibchen von Bedeutung (Tab. 2). Leider konnte die Emigrationsrate während des Bestäubereinsatzes nicht ermittelt werden, so dass sich alle Angaben auf die Zahl der ausgesetzten Weibchen beziehen. Bei den eingesetzten Kokons wurden nur die effektiv zum Einsatz gekommenen Kokons berücksichtigt. Technisch bedingte Verluste wurden heraus gerechnet. Daraus resultieren die Differenzen zwischen den Mengen der gewonnenen und der im nächsten Jahr eingesetzten Kokons. Im Jahre 1989 wurden aus der Saatzuchtstation Plaußig Kokons nachgeführt. Die Differenzen zwischen den gewonnenen und den eingesetzten Kokons von 1989/90 und 1990/91 gehen auf Winterverluste infolge von Stromausfällen und Kühlschranksdefekten zurück.

Die Zahl der Weibchen nahm in jedem Jahr zu. Je ausgesetztes Weibchen konnten 6,0 - 10,2 Kokons gewonnen werden. Daraus resultierte ein Populationswachstum um den Faktor 2,4 - 3,1. Die 1988 beobachtete niedrigere Kokonvermehrung von 150 % geht auf das schlechtere Geschlechterverhältnis und die geringere Schlupfrate des kanadischen Ausgangsmaterials zurück. Zur Beurteilung des Vermehrungspotentials von *M. rotundata* wurden die ab 1988 jährlich gewonnenen Kokons mit den real beobachteten Vermehrungsraten hochgerechnet. Es ergibt sich ein exponentielles Wachstum der Population (Tab. 2).

Table 2: Population growth of *M. rotundata* in Mongolia

year	incubated cocoons	released females	capped nests	constructed cells	cocoons/female	increase of cocoons	potential increase*
1988	5431	1396	-	8306	6,0	1,5	8300
1989	11900	4280	3457	28260	6,6	2,4	28260
1990	22260	6871	5045	67361	9,8	3,0	85520
1991	31300	9500	10296	96720	10,2	3,1	264260

\* Expected number of cocoons without winter mortality caused by technical failures. Calculation was based on number of imported cocoons and observed increase rates.

## Diskussion

Die Ergebnisse der 1988 – 91 durchgeführten Untersuchungen zeigen, dass *Megachile rotundata* unter den klimatischen Bedingungen der Uvs-nuur-Senke als Luzernebestäuber wirtschaftlich nutzbar ist. Die für eine erfolgreiche Vermehrung notwendige Mindest-Temperatur und Sonnenschein-Dauer wird in den Monaten Juli und August überschritten. In der Zeit des Bienenfluges herrschten an durchschnittlich 343 Stunden Temperaturen über 21 °C. Damit wird der Mindestwert von 350 Stunden (HOBBS 1973) für den erfolgreichen Einsatz von *M. rotundata* praktisch erreicht. Die Aktivität beeinträchtigende Windgeschwindigkeiten von mehr als 3 m/s (CIURDĂRESCU 1983) traten nur bei Bewölkung und Niederschlag auf.

Die klimatisch potentiell mögliche Nestbauphase von mindestens 8 Wochen wird jedoch durch eine stetige Abnahme des Blütenangebotes auf den Einsatzflächen als limitierender Faktor nicht realisiert. Bereits ab Mitte Juli beginnt die Luzerne zu welken. Anfang August sind die Felder bereits großflächig trocken. Dieser Prozess ist auch durch eine zusätzliche Beregnung im Juli nicht aufzuhalten. Die Folge ist eine starke Abnahme der bauenden Weibchen zum Ende des Julis und eine gänzliche Einstellung des Bienenfluges in der ersten August-Dekade. RICHARDS (1984) beobachtete unter normalen Bedingungen eine nahezu lineare Verringerung der Anzahl bauender Weibchen, wobei nach einem Monat noch 50 – 60 % der Weibchen flogen. In der Mongolei hingegen sind nach 40 Tagen bereits keine bauenden Weibchen mehr an den Nistblöcken zu finden.

Einen positiven Effekt für die Nutzbarkeit von *M. rotundata* in der Mongolei stellt das Fehlen einer zweiten Generation im Jahr dar. Die Induktion der Diapause soll vor allem durch die Temperatur als exogener Reiz gesteuert werden (RICHARDS 1984, TEPEDINO & PARKER 1986, TORCHIO 1987), wobei hohe Temperaturen (warmes Wetter) früh in der Saison einen hohen Bivoltinismus-Grad verursachen (JOHANSEN & EVES 1973, RICHARDS 1984). Eine Diapause-Induktion durch konstant niedrige Temperaturen ist jedoch nicht möglich (TEPEDINO & PARKER 1986). Da die Tages-Temperaturen in der Mongolei vergleichbare Werte zu Gebieten erreichen, in denen die Art bivoltin ist (z.B. in Frankreich mit 44 – 77 % [TASEI 1975, 1977], in Bulgarien mit 50 – 60 % [DOTCHKOVA 1982]), sind die über die gesamte Flugperiode hinweg auftretenden tiefen Nacht-Temperaturen als Ursache der vollständigen Diapause-Induktion anzusehen. Die nur kurz einwirkenden, aber hinreichend tiefen Nacht-Temperaturen induzieren eine vollständige Diapause, während die hohen Tages-Temperaturen die normale Entwicklung der Bienenlarven gewährleisten. Das sensible Stadium könnte sowohl das Weibchen, als auch das Ei oder die Larve sein. Die von PARKER & TEPEDINO (1982) postulierte polygenetische Kontrolle und semidominante Vererbung des Voltinismus betreffen unter diesem Blickwinkel lediglich den Schwellenwert, bei dessen Unterschreitung die Larve in die Diapause eintritt.

Eines der Hauptprobleme bei der Massenhaltung von *M. rotundata* ist das Auftreten von Parasiten, Prädatoren und Nestzerstörer, die einen erheblichen Teil der Population vernichten und damit sogar den effektiven Einsatz der Luzerne-Blattschneiderbiene unmöglich machen können (z.B. in Spanien [ASENSIO 1982] oder in Ungarn [FARKAS & SZALAY 1985]). Neben Schlupfwespen

werden hohe Schäden vor allem durch Keulenwespen der Gattung *Sapyga* (*S. pumila* CRESSON parasitierte bis 99 % der Zellen im Mittelwesten der USA [TORCHIO 1979]) oder Kuckucksbienen der Gattung *Coelioxys* (bis 41 % der Zellen wurden in Frankreich von *C. rufocaudata* SM. parasitiert [TASEI 1982]) verursacht. PESENKO (1982) referierte nicht weniger als 65 Insektenarten (Hymenoptera: 29, Coleoptera: 26, Diptera: 7, Lepidoptera: 2, Dermaptera: 1), die weltweit bei *M. rotundata* gefunden wurden. Nur drei dieser Arten (*Trichodes spec.*, *Ph. pusilla*, *Z. notatum*) traten in der Mongolei auf. Allerdings entsprach die in dieser zeitlich begrenzten Studie beobachtete geringe präimaginale Mortalität den Erwartungen. Im Untersuchungsgebiet wurde *M. rotundata* bislang nicht in der Apiden-Fauna nachgewiesen (DORN et al. 1992) und so müssen die autochthonen Parasiten erst die neue Ressource erschließen. Ähnliche Effekte sind aus den USA (EVES et al. 1982), aus Frankreich (TASEI 1975) oder aus Neuseeland (DONOVAN et al. 1982) bekannt geworden. Um so bemerkenswerter ist die von Beginn an hohe Parasitierung der Imagines durch die Conopiden *Ph. pusilla* und *Zodion notatum*. Conopiden sind jedoch relativ gering wirtsspezifische Parasitoide, die flugaktive Bienen oder Wespen angreifen und damit leicht einen neuen Wirt annehmen können. Eine ausführlichere Darstellung der Bionomie dieser Arten und der sich daraus für die *M. rotundata*-Haltung in der Mongolei ableitenden Problematik sowie Möglichkeiten der Kontrolle gibt SEIDELMANN (2005).

Die starke Parasitierung der *M. rotundata*-Weibchen durch Conopiden schlägt sich auch in der hohen Anzahl unverschlossener Nester mit dem ganzen Spektrum möglicher Nestgrößen nieder. Bei starkem Rückgang des Nahrungsangebotes oder bei Seneszens der Weibchen werden noch unvollendete Nester verschlossen (GERBER & KLOSTERMEYER 1972, SEIDELMANN 1997). Viele offene Nester würden aber auch durch einen Mortalitätsfaktor erzielt, der über die gesamte Nistperiode relativ gleichmäßig auftritt. DOROSHINA (1991) führte das Auftreten unvollendeter Zellen und Nester in SO-Europa ebenfalls auf den durch Conopiden verursachten Tod des bauenden Weibchens zurück.

Die eigentliche Bestäubungsleistung wird von den nistenden Weibchen erbracht. Es ist daher ein hoher Weibchen-Anteil in der Population anzustreben. In der Mongolei lag das Geschlechterverhältnis mit 1,6 im Bereich des von GERBER & KLOSTERMEYER (1972) angegebenen Maximalwertes. Dieser günstige Wert könnte jedoch eine Folge der verkürzten Flugsaison trotz guter Witterung und der Parasitierung durch Conopiden sein, da zu Beginn der Nistperiode vorwiegend Zellen mit Weibchen angelegt werden (MAKI & MOFFETT 1986). Durch das drastisch sinkende Nahrungsangebot und den vorzeitigen Tod eines Teils der nistenden Weibchen werden weniger Männchenzellen angelegt.

Obwohl die potentielle Fruchtbarkeit von *M. rotundata* hoch ist, wird eine fünffache Vermehrung auch in den Haupteinsatzgebieten der USA als gut bewertet (BOHART 1972). Meist liegt das Populationswachstum wesentlich niedriger. So erreichte TASEI (1977) in Frankreich Vermehrungsraten von 0,8 bis 2,3; DOTCHKOVA (1982) in Bulgarien Werte von 1,2 bis 3,5 und HOLM (1986) in Dänemark 0,8 bis 2,1. Trotz der kurzen Nistperiode konnte in der Mongolei ein Populationswachstum von 2,5 – 3 beobachtet werden. Ähnliche Ergebnisse sind auch in weiteren Regionen des Landes mit Juli-Temperaturen über 20°C etwa im Osten (BARTEL 1983) zu erwarten. In anderen Luzerne-Anbaugebieten wie den nördlich von Ulaanbaatar im Töv-Aimag gelegenen, werden die Reproduktionsleistungen von *M. rotundata* nicht für eine eigenständige Haltung ausreichen. Die hohen Vermehrungsraten in günstigen Gebieten könnten aber einen kontinuierlichen Ausgleich der Populationsverluste gewährleisten. Wahrscheinlich kann aber auf der Grundlage der durch den *Megachile*-Einsatz gesteigerten Hektar-Erträge die Saatgutproduktion auf die dafür klimatisch geeigneten Gebieten beschränkt werden.

## Danksagung

Der Leitung und den Mitarbeitern des Staatsgutes „Charchiraa“ möchten wir für die Ermöglichung und Unterstützung unserer Untersuchungen herzlich danken. Herrn Dr. M. Chvála (Prag) sind wir für die Bestimmung der Conopiden zu Dank verpflichtet.

## Literatur

- ARRETTZ, V.P. (1973): Factores de mortalidad de *Megachile rotundata* (FABRICIUS) en Chile. – Rev. Chil. Ent. **7**: 59–78.
- ASENSIO, E. (1982): Leafcutter bee management in Spain: Problems of parasitism. – Proc. 1<sup>st</sup> Intern. Symp. Alfalfa Leafcutting Bee Managm., Univ. Saskatchewan, Canada, pp. 72–79.
- BANASZAK, J. (1980): Studies on methods of censusing the number of bees (Hymenoptera, Apoidea). – Polish Ecol. Stud. **6**(2): 355–365.
- BARTEL, H. (1983): Die regionale und jahreszeitliche Differenzierung des Klimas in der Mongolischen Volksrepublik. – Studia Geogr. **34**: 3–91.
- BOHART, G.E. (1970): Commercial production and management of wild bees – a new entomological industry. – Bull. Entomol. Soc. Am. **16**(1): 8–9.
- BOHART, G.E. (1972): Management of wild bees for the pollination of crops. – Ann. Rev. Entomol. **17**: 287–312.
- CIURDĂRESCU, G. (1978): Influenta unor repere de cuib asupra înmultirii albinei salbatice (*Megachile rotundata* FABR.). – Analele I.C.C.P.T. **18**: 411–416.
- CIURDĂRESCU, G. (1983): Influence des facteurs ecologiques sur la multiplication et l'utilisation de *Megachile rotundata* FABR. pour la pollinisation des Porte-Graines de luzerne. – Bull. Acad. Sci. Agric. Forest. **12**: 27–33.
- DONOVAN, B.J.; READ, P.E.C.; WIER, S.S.; GRIFFIN, R.P. (1982): Introduction and propagation of the leafcutting bee *Megachile rotundata* (F.) in New Zealand. – Proc. 1st Intern. Symp. Alfalfa Leafcutting Bee Managm., Univ. Saskatchewan, Canada, pp. 212–222.
- DORN, M.; BATCHUJAG, Č.; SEIDELMANN, K. (1992): Zur Etagerung der Hochgebirgsfauna des Charchiraa-Massivs (NW-Mongolei) – Stechimmen (Hymenoptera: Avuleata). – Proc. 2<sup>nd</sup> Intern. Symp. Erforschung biologischer Ressourcen der Mongolei, Univ. Halle-Wittenberg, Germany, p. 33.
- DORN, M., WEBER, D. (1988): Die Luzerne-Blattschneiderbiene und ihre Verwandten in Mitteleuropa. – Die Neue Brehm Bücherei **582**, Ziemsen, Wittenberg.
- DOROSHINA, L.P. (1991): Diptera, Conopidae – parasites of bees in southern regions of their breeding. [russ.] – Zool. Zhurnal **70** (5): 54–57.
- DOTCHKOVA, B. (1982): Possibilities for artificial propagation of *Megachile rotundata* F. (= *pacifica* Pz.) (Hymenoptera, Megachilidae) in Bulgaria. – Proc. 1<sup>st</sup> Intern. Symp. Alfalfa Leafcutting Bee Managm., Univ. Saskatchewan, Canada, pp. 83–90.
- DYLEWSKA, M. (1973): Die Beurteilung der Effektivität der Apoiden für die Bestäubung der Luzerne im Raume (Woiwodschaft) Lublin. – Zesz. Probl. Postepow Nauk Rolnicz. **131**: 159–166.
- EVES, J.D.; MAYER, D.F.; JOHANSEN, C.A. (1982): Parasites, predators and nest destroyers of the alfalfa leafcutting bee, *Megachile rotundata*. – Western Region. Exten. Publ. **32**.
- FAIREY, D.T.; LIEVERSE, J.A.C.; SIEMENS, B. (1984): Management of the alfalfa leafcutting bee in Northwestern Canada. – Contr. NRG 84 – 21, Agric. Can., Beaverlodge.

- FARKAS, J.; SZALAY, L. (1985): Controlling of insect-parasites of alfalfa leafcutting beestock (*Megachile rotundata* F., Hymenoptera, Megachilidae). – *Apidologie* **16** (2): 171–180.
- GERBER, H.S.; KLOSTERMEYER, E.C. (1972): Factors affecting the sex ratio and nesting behavior of the alfalfa leafcutter bee. – *Washington Agric. Exp. Stn., Techn. Bull.* 73.
- HILBIG, W. (1990): Pflanzengesellschaften der Mongolei. – *Erforsch. biol. Ress. MVR* **8**, Wiss. Beitr. Univ. Halle-Wittenberg 1990/39 (P44), Halle.
- HILBIG, W.; STUBBE, M.; DAWAA, N.; SCHAMSRAN, Z.; DORN, M.; HELMECKE, K.; BUMŽAA, D.; ULYKPAN, K. (1984): Vergleichend biologisch-ökologische Untersuchungen in Hochgebirgen der Nordwest- und Südmongolei. Allgemeiner Bericht. – *Erforsch. biol. Ress. MVR* **4**: 5 – 49, *Wiss. Beitr. Univ. Halle-Wittenberg* 1983/59 (P21), Halle.
- HOBBS, G.A. (1973): Alfalfa leafcutter bees for pollinating alfalfa in Western Canada. – *Canada Dept. Agric. Publ.* 1495.
- HOLM, S.N. (1986): Anvendelse af lucernebladskærerbier i landbrugsafgrøder. – *Agrol. Tids. Møgen* **5**: 12–14.
- HOMAN, H.W.; KISH, L.P.; BAIRD, C.R.; WATERS, N.D. (1982): Alfalfa leafcutting bee management in Idaho. – *Univ. Idaho, College Agric. Publ., Bull.* 538.
- JOHANSEN, C.A.; EVES, J.D. (1973): Effects of chilling, humidity and seasonal conditions on the emergence of the alfalfa leaf-cutting bee. – *Environ. Ent.* **2**: 23–26.
- KARAMYŠEVA, Z.V.; SUMERINA, I.J.; BEKET, U.; BUJAN-ORŠICH, O. (1986): Pflanzengeographische Untersuchungen im Westen der Mongolischen Volksrepublik. – *Erforsch. biol. Ress. MVR* **5**: 109–113, *Wiss. Beitr. Univ. Halle-Wittenberg* 1985/18 (P22), Halle.
- KEMP, W.P.; BOSCH, J. (2000): Development and emergence of the alfalfa pollinator *Megachile rotundata* (Hymenoptera: Megachilidae). – *Annals of the Entomol. Soc. America* **93**(4): 904–911.
- KEMP, W.P.; BOSCH, J. (2001): Postcocooning temperatures and diapause in the alfalfa pollinator *Megachile rotundata* (Hymenoptera: Megachilidae). – *Annals of the Entomol. Soc. America* **93**(2): 244–250.
- KLOSTERMEYER, E.C.; GERBER, H.S. (1969): Nesting behavior of *Megachile rotundata* (Hymenoptera: Megachilidae) monitored with an event recorder. – *Ann. Entomol. Soc. Am.* **62**(6): 1321–1325.
- MAKI, D.L.; MOFFETT, J.O. (1986): Nesting cell positions, sex ratios, and emergence times of the alfalfa leafcutting bee, *Megachile rotundata* (F.), in northwestern Oklahoma. – *Southw. Entomol.* **11**(2): 107–112.
- PARKER, F.D.; TEPEDINO, V.J. (1982): Maternal influence on diapause in the alfalfa leafcutting bee (Hymenoptera: Megachilidae). – *Ann. Entomol. Soc. Am.* **75**(4): 407–410.
- PESENKO, JU.A. (1982): Люцерновая пчела-листорез *Megachile rotundata* и ее разведение для опыления люцерны. Nauka, Leningrad.
- RICHARDS, K.W. (1984): Alfalfa leafcutter bee management in Western Canada. – *Publ. Ministr. Agric. Can.* 1495/E, revised.

- RICHARDS, K.W.; WHITFIELD, (1987): Emergence and survival of leafcutter bees, *Megachile rotundata*, held at constant incubation temperatures (Hymenoptera: Megachilidae). – J. Apic. Res. **27**(3): 197–204.
- SEIDELMANN, K. (1997): Seneszenz des Exoskeletts bei Weibchen einer solitären Wildbiene, *Osmia rufa* (L.) (Hymenoptera: Megachilidae). – Mitt. Dtsch. Ges. Allg. Angew. Ent. **11**(16): 419–422.
- SEIDELMANN, K. (2005): Parasitization of alfalfa leafcutting bee, *Megachile rotundata* (Hymenoptera: Megachilidae), by *Physocephala pusilla* (Diptera: Conopidae) in Mongolia. – Erforsch. biol. Ress. Mongolei (Halle/Saale) **9**: 453–461.
- SZABO, T.I.; SMITH M.V. (1972): The influence of light intensity and temperature on the activity of the alfalfa leaf-cutter bee *Megachile rotundata* under field conditions. – J. Apic. Res. **11**(3): 157–165.
- TASEI, J.-N. (1975): Le problème de l'adaptation de *Megachile (Eutricharea) pacifica* PANZ. (Megachilidae) américain en France. – Apidologie **6**(1): 1–57.
- TASEI, J.-N. (1977): Possibilité de multiplication du pollinisateur de la luzerne *Megachile pacifica* PANZ. en France. – Apidologie **8**(1): 61–82.
- TASEI, J.-N. (1982): Native enemies of *Megachile rotundata* in France. – Proc. 1st Intern. Symp. Alfalfa Leafcutting Bee Managm., Univ. Saskatchewan, Canada, pp. 60–64.
- TEPEDINO, V.J.; PARKER, F.D. (1986): Effect of rearing temperature on mortality, second-generation emergence, and size of adult in *Megachile rotundata* (Hymenoptera: Megachilidae). – J. Econ. Entomol. **79**: 974 – 977.
- TORCHIO, P.F. (1979): An eight-year field study involving control of *Sapyga pumila* CRESSON (Hymenoptera: Sapygidae), a wasp parasite of the alfalfa leafcutter bee, *Megachile pacifica* PANZER. – J. Kansas Entomol. Soc. **52**(2): 412–419.
- TORCHIO, P.F. (1987): Use of non-honey bee species as pollinators of crops. – Proc. Entomol. Soc. Ontario **118**: 111–124.
- VANDENBERG, J.D.; STEPHEN, W.P. (1983): Pathogenesis of chalkbrood in the alfalfa leafcutting bee, *Megachile rotundata*. – Apidologie **14**(4): 333–341.
- WESTRICH, P. (1989): Die Wildbienen Baden-Württembergs. - Bd **2**, Ulmer, Stuttgart.
- WOODWARD, A. (1992): Management of the alfalfa leafcutter bee in Australia. – Proc. Intern. Workshop Non-*Apis* bees, Logan, USA.

### **Anschriften:**

Dr. Karsten Seidelmann  
 Doz. Dr. Manfred Dorn  
 Institute of Zoology  
 M.-Luther-University Halle  
 Domplatz 4  
 D - 06099 Halle (Saale)

Ѓojrog Batchujag  
 National University Ulaanbaatar  
 Biological Faculty  
 Department of Zoology  
 Ulaanbaatar  
 Mongolia