

# Mitteilungen

der Arbeitsgemeinschaft ostwestfälisch-lippischer Entomologen

Band 14 (Heft 2)

---

D-33602 Bielefeld

13. Mai 1998

ISSN 0933-5692

---

**Stacheleinstiche von *Osmia rufa* (L.) unmittelbar vor der Eibestiftung  
an der Grenze zwischen „Eibett“ und „Bienenbrot“  
(Hymenoptera, Apoidea, Megachilidae)**

**Sting perforation at the boundary of "ovum bed" and "beebread" by *Osmia rufa*  
(L.) directly before the oviposition (Hymenoptera, Apoidea, Megachilidae)**

Arnim Tölke

Herrn Prof. Dr. Günther Tembrock zu seinem 80. Geburtstag am 7. Juni 1998  
in Dankbarkeit gewidmet

## INHALT

0	Zusammenfassung/Summary	26/27
1	Einleitung	27
2	Material und Methode	28
2.1	Brutröhren mit zwei Fenstern ermöglichen eine noch genauere Beobachtung	28
2.2	Beobachtungsanlage	29
2.3	Video-Kamerarecorder als spezielle Beobachtungskamera	30
2.4	Ausleuchten der Brutzelle je nach Erfordernis	32
2.5	Anschließende Digitalisierung gestattet eine Einzelbild-Analyse	32
3	Ergebnisse der Beobachtungen und der Videoaufzeichnungen	33
3.1	Einlagern der Tracht erfolgt in zwei Verhaltensphasen	33
3.1.1	Verhaltensphase „Einlagern von Nektar“	33

# Mitteilungen

der Arbeitsgemeinschaft ostwestfälisch-lippischer Entomologen

Band 14 (Heft 2)

---

D-33602 Bielefeld

13. Mai 1998

ISSN 0933-5692

---

**Stacheleinstiche von *Osmia rufa* (L.) unmittelbar vor der Eibestiftung  
an der Grenze zwischen „Eibett“ und „Bienenbrot“  
(Hymenoptera, Apoidea, Megachilidae)**

**Sting perforation at the boundary of "ovum bed" and "beebread" by *Osmia rufa*  
(L.) directly before the oviposition (Hymenoptera, Apoidea, Megachilidae)**

Arnim Tölke

Herrn Prof. Dr. Günther Tembrock zu seinem 80. Geburtstag am 7. Juni 1998  
in Dankbarkeit gewidmet

## INHALT

0	Zusammenfassung/Summary	26/27
1	Einleitung	27
2	Material und Methode	28
2.1	Brutröhren mit zwei Fenstern ermöglichen eine noch genauere Beobachtung	28
2.2	Beobachtungsanlage	29
2.3	Video-Kamerarecorder als spezielle Beobachtungskamera	30
2.4	Ausleuchten der Brutzelle je nach Erfordernis	32
2.5	Anschließende Digitalisierung gestattet eine Einzelbild-Analyse	32
3	Ergebnisse der Beobachtungen und der Videoaufzeichnungen	33
3.1	Einlagern der Tracht erfolgt in zwei Verhaltensphasen	33
3.1.1	Verhaltensphase „Einlagern von Nektar“	33

3.1.2	Verhaltensphase „Einlagern von Pollen“	34
3.2	Eiablage erfolgt in mehreren Verhaltensphasen	34
3.2.1	Verhaltensphase „Bereiten des Eibetts“	35
3.2.2	Verhaltensphase „Anstechen des Bienenbrotes“	35
3.2.3	Verhaltensphase „Eigentliche Eiablage (Bestiftung)“	36
3.2.4	Verhaltensphase „Bepudern des Eies“	38
4	Diskussion	38
4.1	Lagen für die Biene noch natürliche Bedingungen vor?	38
4.2	Video-Camcorder gestattet sicheres Registrieren auf Videoband	40
4.3	Die Eiablage, ein komplex ablaufendes Verhalten	42
4.3.1	Das Bereiten des Eibetts erfolgt sehr sorgfältig	42
4.3.2	Warum wählt die Biene für das Ei nicht die Mitte des Eibetts?	42
4.3.3	Das Anlegen eines Eibetts als erweiterte Brutfürsorge werten?	43
4.3.4	Beobachtungen, die gegen eine Brutfürsorge sprechen	44
4.3.5	Sichere Eibefestigung scheint wichtig zu sein	44
4.3.6	Gesicherter Nachweis für das Bepudern des gesetzten Eies	45
4.3.7	Rudimentäre Eigenschaften der ursprünglichen Legeröhre?	45
5	Literatur	46

## 0 Zusammenfassung

Bei einer fotografierten Eiablage von *Osmia rufa* (L.) entdeckte der Autor einen scheinbar unmittelbar auf dem Ei liegenden Stachel. Die ungewöhnliche Bildaussage lieferte den Anlaß für weitergehende Untersuchungen. Diese erfolgten in einer speziell für diesen Zweck geschaffenen Beobachtungsanlage. Diese Anlage bestand im wesentlichen aus einem Videocamcorder, einem Farbmonitor und einem Videorecorder.

Die eigentliche Beobachtung des in der Brutzelle ablaufenden Verhaltens geschah im stark vergrößerten Abbildungsverhältnis auf einem Video-Monitor. Der Videorecorder diente zur Aufzeichnung interessanter Verhaltensabläufe. Die als Videoclips schließlich vorhandenen Verhaltenssequenzen von verschiedenen Eiablagen ließen sich nun als Einzelbilder auf dem Monitor eines Personalcomputers analysieren. Das konnte deshalb erfolgen, weil der PC mit Hilfe einer speziellen Videokarte die Videoclips in Einzelbilder umwandelte.

Immer dann, wenn die Biene eine Brutzelle mit genügend Proviant versorgt hat, durchmischt sie intensiv mit den Mandibeln auf dem eingelagerten Bienenbrot einen kleinen Bereich besonders sorgfältig mit Nektar. Dieses winzig kleine Feld unterscheidet sich eindeutig durch seine äußerlich andersartige Beschaffenheit von dem übrigen Bienenbrot. In dem dann folgenden Verhaltensablauf führt die Biene mehrere gezielte Stiche in das Nahrungspaket aus. Diese Einstiche erfolgen an der Grenze zwischen dem gerade so vorbereiteten Feld und der oberhalb davon befindlichen Tracht. Genau unterhalb dieser Grenzstelle setzt sie dann im fließenden Verhaltensübergang ihr Ei. Es liegt deshalb nahe, von einem Eibett zu sprechen.

Diskutiert werden die möglichen Gründe für ein derartig ungewöhnliches Verhalten. Es spricht sehr viel dafür, daß durch die zusätzliche Brutfürsorge die Biene sichert, daß die etwas später schlüpfende Eilarve sofort eine mit Nektar stark durchtränkte und deshalb sehr energiereiche Nahrung vorfindet. Um diese spezielle Nahrung zu erlangen, beugt sich die Larve nur noch nach unten. Ihr „Fuß“ bleibt dabei vorerst im Eibett stecken.

## Summary

On the occasion of photographing the oviposition of *Osmia rufa* (L.) the author discovered a sting that was apparently perched directly on the egg. This unusual visual statement gave reason for continuing investigations. These were conducted with a viewing construction that was especially designed for this purpose. The construction basically consisted of a video camcorder, a colour monitor and a video recorder.

The actual observation of the behaviour within the brood cell took place by using the greatly magnified picture on a video monitor. The video recorder served to record interesting behaviour patterns. The finally produced videoclips of behaviour sequences of different ovipositions could now be analysed as single pictures on a monitor of a personal computer. This could be done because the PC transformed the videoclips into digitalized single pictures with a special video card.

Everytime the bee has supplied a brood cell with sufficient provision, it intensively uses the mandibles to mix a small section on the stored beebread very thoroughly with nectar. This tiny section distinguishes clearly from the rest of the beebread by its different external consistence. During the following behaviour pattern, the bee conducts several well-aimed stings into the food package. These stings are executed along the border between the just prepared section and the package lying on top of it. The bee oviposits, in a fluent transition of behaviour, just underneath this boundary. Therefore it can be talked of an ovum bed.

The possible reasons for such an unusual behaviour are discussed. It is very likely that, by this additional brood care, the bee assures for the larva which hatches a bit later immediate access to a very energy-loaded, nectar-soaked food package. To reach this special nourishment, the larva only has to bend down. Its 'foot' remains in the ovum bed for the time being.

## 1 Einleitung

Im Juni 1995 fotografierte der Autor zweimal die Bestiftung von *Osmia rufa* (L.) im Abbildungsverhältnis von 1:1 mit einer Kleinbild-Kamera (Leica R5 in Verbindung mit dem Objektiv Macro-ElmarR 1:4/100 mm) in gestochener Bildschärfe. Die speziell für diesen Zweck gefertigte Brutröhre entstand aus einem 10 cm tief gebohrten Loch in einem gut durchgetrockneten, aber ungebrannten Lehmblock, deren Lochinnendurchmesser ca. 8 mm betrug. Um das in der Brutzelle ablaufende Brutverhalten der Wildbiene beobachten und fotografieren zu können, war ein oberhalb des gebohrten Loches befindlicher Teil des Lehms soweit abgeschabt worden, bis die Lochbohrung in fast ganzer Länge von oben für einen Einblick in die Röhre offen war. Durch nachträgliches Wiederverschließen dieser Öffnung mit einer Glasscheibe und mittels fast flüssigem Lehmbrei als „Klebstoff“ entstand in fast der gesamten Länge der Röhre ein geradezu ideales Fenster, das einen guten Einblick in das zu erwartende Verhaltensgeschehen innerhalb der künstlichen Brutröhre gestattete. Der so vorbereitete Lehmblock fand zu Beginn der Brutperiode im Garten des Autors in unmittelbarer Nähe einer seit

Jahren bestehenden Wildbienenkolonie seinen Platz und wurde von einer *Osmia rufa* (L.) zum Anlegen von Brutzellen genutzt. Auf diese Weise entstanden die schon erwähnten Fotografien von der Eiablage.

Erst bei der später durchgeführten Bildanalyse der inzwischen auf das Format 18 x 24 cm vergrößerten beiden Farbbilder fiel der Stachel auf, der sich leicht seitlich versetzt oberhalb des Eies befand. Reste von Pollen befanden sich an der Stachelspitze. Es lag deshalb nahe anzunehmen, daß die Biene im Augenblick der Fotoaufnahme ihren Stachel aus dem hinter dem Ei befindlichen Bienenbrot zieht (Bild 2). Aus dieser mit Hilfe der Makrofotografie zweifelsfrei dokumentierten Verhaltensbesonderheit während der Eiablage von *Osmia rufa* (L.) ergaben sich zwangsläufig eine Reihe von Fragen, die in den beiden darauf folgenden Jahren (1996 und 1997) beantwortet werden sollten, vor allem auch, weil dieses außergewöhnliche Verhalten in der Fachliteratur bislang noch keine Erwähnung fand.

## **2 Material und Methode**

### **2.1 Brutröhren mit zwei Fenstern ermöglichen eine noch genauere Beobachtung**

Es galt eine Möglichkeit zu finden, das Verhalten von *Osmia rufa* (L.) bei dem Anlegen von Brutzellen, unter besonderer Berücksichtigung der Eiablage, ständig zu beobachten und im Falle des Beginns der Eibestiftung dieses Verhalten sicher zu registrieren. Es kamen künstliche Brutröhren mit unterschiedlichster Konstruktion und Parametern zum Einsatz. Allen Brutröhrentypen war aber gemeinsam, daß die künstlich geschaffenen Röhren auf der ganzen Länge zwei durchsichtige Scheiben (Glas oder glasklares Acryl) besaßen. Diese zwei Scheiben, standen in einem rechten Winkel zueinander. Das Beobachten des Brutverhaltens geschah dann durch diese beiden Fenster wahlweise entweder von oben oder von der Seite. Auf den Einsatz von runden Acrylglasröhren (THIEDE 1981) wurde bewußt verzichtet, da durch Mehrfachbrechung des Lichts starke Brillanzverluste im Bild entstanden.

Die Brutröhrentypen unterschieden sich zusätzlich voneinander durch das verwendete Grundmaterial des Blockes (Lehm, Holz oder vollständig aus durchsichtigem Kunststoff) und dem jeweilig realisierten rechteckigen Röhrenquerschnitt in Bezug auf seine Breite und Höhe. Jeweils vier von diesen unterschiedlichen Brutröhren-Typen fanden gleichzeitig ihren Platz in einer speziellen Beobachtungsanlage (siehe hierzu auch HALLMEN & EIDAM 1993).

## 2.2 Beobachtungsanlage

Um die künstlichen Brutröhren und die zur Beobachtung genutzte hochwertige Beobachtungs- und Registrierapparatur sowohl vor Witterungseinflüssen als auch vor dem Zugriff Unbefugter zu schützen, kam eine speziell für diesen Zweck entwickelte Beobachtungsanlage zur Anwendung.

Diese Anlage befand sich in einem Raum innerhalb einer Wohnung eines Einfamilienhauses, der nur ein einziges relativ kleines Fenster besaß, und dies lag in nord-östlicher Richtung. Um den Zutritt der Wildbienen von außen in den Raum hinein zu sichern, wurde der vorhandene Fensterflügel entfernt und durch eine stärkere Sperrholzplatte ersetzt. In ihr waren vier quadratisch und treppenförmig angeordnete Öffnungen (7 cm x 7 cm) eingelassen. Hinter diesen Öffnungen befand sich jeweils ein kleines sehr schmales Bord, auf dem die schon erwähnten Brutröhren so stationiert waren, daß die Wildbienen mühelos von außen in sie hinein gelangen konnten. Das Beobachten und Registrieren des Verhaltens der Bienen in den Brutröhren beziehungsweise der Brutzellen erfolgte ausschließlich vom Raum aus (Abb. 1). Der Raum selbst war leicht abgedunkelt.

Um mit größtmöglicher Sicherheit zu erreichen, daß Individuen der Art *Osmia rufa* (L.) diese Brutröhren zum Anlegen von Brutzellen auch nutzten, wurden sie mit Kokons der genannten Wildbienenart geimpft. Zusätzlich fanden noch jeweils vom Vorjahr her stammende und mit Kokons gefüllte Bambusröhren unmittelbar vor der Fensteröffnung ihren Platz. Dies schien notwendig zu sein, da in der Nähe des erwähnten Fensters bislang noch keine Wildbienen Brutzellen angelegt hatten (ADORF et al. 1995; HALLMEN 1988, SEIDELMANN 1995).

Mehrere spezielle Repro-Beleuchtungshalterungen (Kaiser Fototechnik) waren in dem Raum an zwei auf einem Tisch befindlichen Tragevorrichtungen so mit ihren Schraubklemmen befestigt, daß sie ein senkrecht stehendes sehr stabiles Grundgestänge bildeten. Zusätzliche quer zum Grundgestänge angebrachte weitere Haltearme gestatteten es, eine Videokamera, befestigt auf einem Universal-Einstellschlitten (Kaiser Fototechnik) und die Beleuchtungsvorrichtungen standsicher mit speziellen Klemmvorrichtungen zu befestigen. Der so stationierte und in zwei Ebenen jederzeit verstellbare Video-Camcorder als eigentliches Registriergerät konnte nun das in der künstlich geschaffenen Brutröhre ablaufende Brutverhalten fortwährend bildmäßig erfassen.

### 2.3 Video-Camcorder als spezielle Beobachtungskamera

Eine am Video-Camcorder (Camcorder mit dem Video-Format Super-VHS vom Typ Moviset 22 CA11 von Metz) vorgenommene optische Erweiterung ermöglichte es, die jeweilig interessierende Brutzelle so groß abzubilden, daß sie als formatfüllendes Bild vorlag. Dieses stark vergrößerte Abbild einer Brutzelle wurde als elektronisch codiertes Videosignal mittels Videokabel direkt auf einen Farbmonitor übertragen. Auf dem Bildschirm konnte man ständig die betreffende Brutzelle als sehr großes Bild betrachten und auf diese Weise das Verhalten der Wildbiene innerhalb ihrer Brutzelle äußerst bequem beobachten.

Um eine solch große Bilddarstellung auf dem Monitor mit dem Video-Camcorder zu erreichen, wählte der Autor eine in der Optik bekannte Lösungsvariante, die eine bemerkenswert gute optische Bildauflösung auch bei einer derartig extremen Vergrößerung sicherte und gleichzeitig einen für die Ausleuchtung dringend erforderlichen relativ freien Arbeitsabstand (Gegenstandsweite) zwischen Frontlinse des Camcorders und der Brutzelle schaffte. Dies geschah dadurch, daß vor dem eigentlichen Video-Camcorder-Objektiv noch zusätzlich ein Fremdobjektiv in Retrostellung angebracht wurde und nun als Tandemsystem wirkte (TÖLKE 1977, 1983).

Bei diesem vergrößerten Videobild und der realisierten Bildübertragung auf den Bildschirm des zum Einsatz kommenden Farbmonitors entsprachen unter maximalen Bedingungen 1 mm realer Objektgröße fast genau 22,5 mm Bildwiedergabe auf dem Bildschirm. Eine derartig extreme Bildvergrößerung des Objektes bildete die entscheidende Voraussetzung, auch kleinste Details im Verhaltensablauf beobachten zu können, die sonst mit bloßem Auge nicht erkennbar sind. Bezogen auf die Abbildung der Biene erfolgte also auf dem Monitor eine „fast formatfüllende“ Bildwiedergabe. Die Möglichkeit, mit diesem System auch das Messen bestimmter Objektfelder bzw. Objektteile auf dem Bildschirm indirekt und dadurch äußerst bequem vorzunehmen, sollte nicht unerwähnt bleiben. Eine solche Messung lief, weil sie bezogen auf das Objekt kontaktlos geschah, völlig störungsfrei für die Biene ab.

Der Video-Camcorder lief auf Dauerbetrieb (Dauerbildübertragung). Diese Betriebsart für die Bildübertragung führt an den Video- und Audioköpfen zu keinen mechanischen Schäden, wenn sich im Video-Camcorder kein Videoband befindet.

Um auch jederzeit das in der Brutzelle ablaufende Verhalten als Videoaufzeichnung auf Band speichern zu können, befindet sich zwischen Video-Camcorder und Monitor

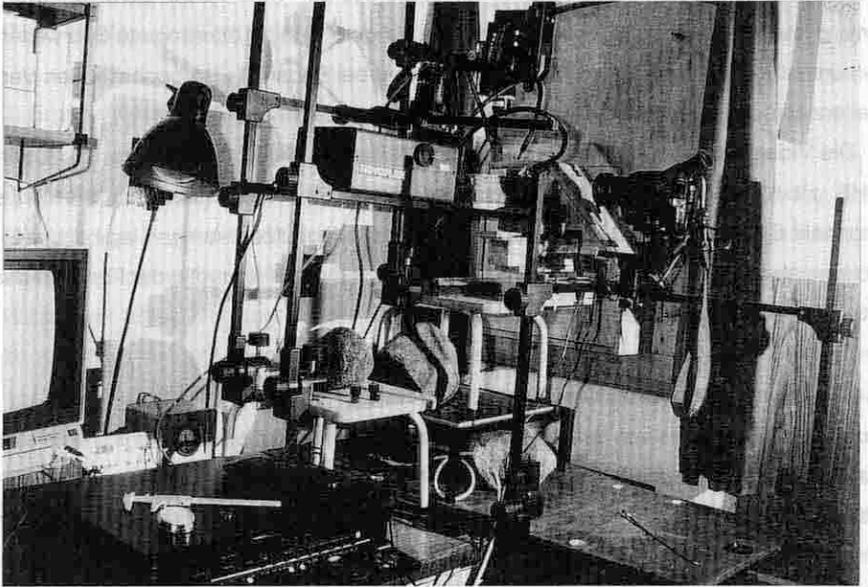


Abb. 1 Beobachtungsanlage (siehe S. 29)

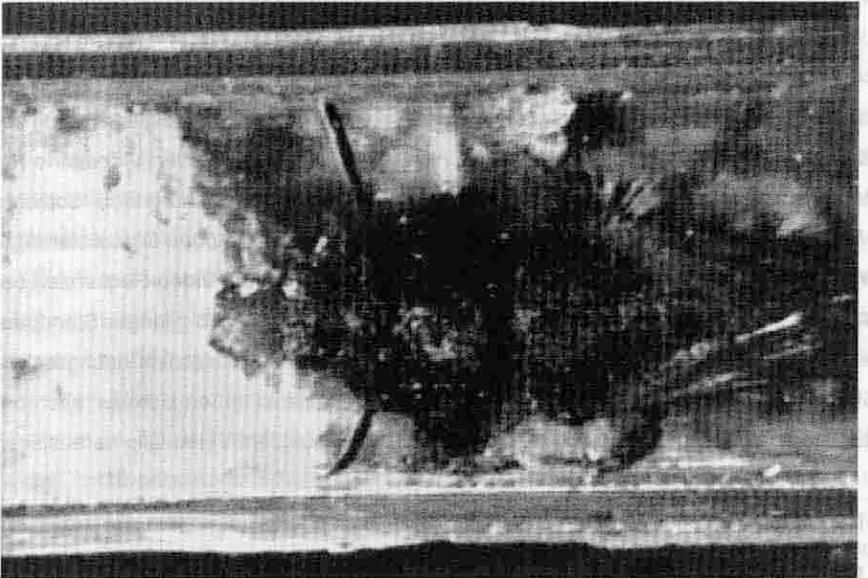


Abb. 2 Bereiten des „Eibettes“ (siehe S. 35)

noch zusätzlich ein zwischengeschalteter Videorecorder. Eine solche Schaltungsvariante gestattet es, das vom Video-Camcorder auf dem Monitor übertragene Bild weiterhin und ständig zu betrachten (Dauerbetrieb) und bei Bedarf die so beobachteten Verhaltensabläufe zusätzlich auf einem Videoband aufzuzeichnen.

Die Videoaufzeichnung geschah 1996 im Format 8 mm und 1997 im Format Super-VHS mit Hilfe eines Video-Kassettenrecorders vom Typ 9877 (Metz) im SP-Modus (normale Geschwindigkeit)<sup>1</sup>. Der Schwerpunkt der Videoaufzeichnungen lag bei der Eiablage, also der Vorbereitung der Eiablage, Ausführung und Kontrolle der Funktion des Stachels, Ablauf und Beendigung der Bestiftung.

#### **2.4 Ausleuchten der Brutzelle je nach Erfordernis**

Zur Ausleuchtung des von dem Video-Camcorders erfaßten Objektbereichs diente eine Kaltlichtleuchte mit drei flexiblen Lichtleitern vom Typ Macrolight plus (Novoflex). Dieses Modell gestattet es zwischenzeitlich über einen vorübergehend einschwenkbaren Umlenkspiegel auch eine andere Lichtquelle über die Lichtleiter abzustrahlen. Bei der hier angewandten Methode lieferten zwei Mikroleuchten gewissermaßen das Dauer-Pilotlicht. Betrat die Biene die Röhre, erfolgte aber durch den Beobachter die Umschaltung auf das Halogenlicht (24 Volt/150 Watt) der Kaltlichtleuchte.

#### **2.5 Anschließende Digitalisierung gestattet eine Einzelbild-Analyse**

Die so gewonnenen Videosequenzen (Videoclips) wurden nun einer Digitalisierung zugeführt. Diese geschah mit Hilfe eines PC, einer installierten speziellen Videokarte (Q-Motion von Hama<sup>2</sup>) und einer zum Lieferumfang der Karte gehörenden Software (MediaStudio 2.5 von Ulead Systems). Ein solches mächtiges Video-Digitalisierungswerkzeug machte es möglich, die auf diese Weise digitalisierten Video-Sequenzen beliebig oft als gesamt ablaufende Szene oder Bild für Bild mit beliebig langer Standpause über den Computer abzuspielen und die Bilder auf einem zusätzlich nachgeschalteten Farbmonitor zu beobachten und zu analysieren. Gezielt ließen sich nun auch bestimmte und aussagekräftige digitalisierte Einzelbilder aus dem Video-Clip herauslösen

---

<sup>1</sup> Herrn Rolf Hempel und Herrn Dr. Dieter Wolff danke ich. Sie stellten mir in der Anfangsphase Videogeräte leihweise zur Verfügung.

<sup>2</sup> Die Firma Hama stellte mir leihweise diese Spezialkarte für die Zeit meiner Experimente zur Verfügung.

und mit Hilfe eines auf dem PC laufenden Bildbearbeitungsprogramms (Corel Photo Paint der Version 6.0 von Corel Corporation) weiter bearbeiten.

### **3 Ergebnisse der Beobachtungen und der Videoaufzeichnungen**

#### **3.1 Einlagern der Tracht erfolgt in zwei Verhaltensphasen**

In der Regel trägt die Wildbiene sowohl Blütennektar als auch Pollen gleichzeitig in die Brutzelle ein. Es kommt aber hin und wieder vor, daß die Biene in einer gerade von ihr frisch angelegten Brutzelle bei ihren ersten Trachten ausschließlich Pollen einlagert (WESTRICH 1990). Bei einer schon fast mit Bienenbrot gefüllten Zelle dagegen läßt sich beobachten, daß die eingetragene Bientracht hin und wieder auch ausschließlich aus Nektar besteht. Diese Beobachtungen decken sich mit denen anderer Autoren (WESTRICH 1990, RATHJEN 1994, SEIDELMANN 1995).

Trägt das Weibchen sowohl Nektar als auch gleichzeitig Pollen ein, sind ganz deutlich zwei verschiedenartig ablaufende Verhaltensphasen in diesem Gesamtverhalten zu unterscheiden, wobei die Biene in dieser Situation immer (!) mit dem Einlagern von Nektar beginnt.

##### **3.1.1 Verhaltensphase „Einlagern von Nektar“**

Die Höhe der von der Biene gebauten Basiswand (RUDOW 1905), die neuerdings von anderen Autoren auch als Türschwelle (WESTRICH 1990) oder als Schwelle (RATHJEN 1994) bezeichnet wird, grenzt vorne in Richtung Ausgang der Brutröhre die aktuelle Brutzelle ab. Es entsteht in den anfänglichen Einlagerungsphasen bei einer relativ hoch gebauten Basiswand fast automatisch für die Biene eine mehr nach unten gerichtete Aktivitätsrichtung.

Die Biene kriecht vorwärts in die Brutzelle hinein (Kopf also Richtung rückwärtige Zellwand), bis sie an das schon vorhandene Bienenbrot gelangt. An dieser Stelle beginnend erbricht sie ihren im Kropf gesammelten Nektar und durchmischt ihn kauen mit ihren Mandibeln mit den schon in einer vorangegangenen Phase eingelagerten Pollen bzw. schon vorhandenen Bienenbrot zu einem Brei. Der Kopf der Biene führt dabei leicht pendelnde Bewegungen aus. In einer Art nach beiden Seiten wirkende schaukelnde Vorwärtsbewegung durchmischt die Biene dabei den Nektar mit der vorhandenen Untergrundmasse und versucht möglichst weit mit den Mandibeln und somit mit ihren Kopf in den hinteren Teil der Brutzelle zu gelangen.

Nach Erreichen der rückwärtigen Zellwand wiederholt sich der schon beschriebene Vorgang des Erbrechens von Nektar und dessen Durchmischung mit dem schon vorhandenen Bienenbrot, aber jetzt von hinten beginnend, bis die Biene schließlich den vorderen Zellbereich erreicht, ohne ihre ursprüngliche Körperausrichtung dabei zu verändern. Schließlich verläßt sie rückwärts gehend die Brutzelle.

Immer dort, wo sie den Nektar in das schon vorhandene Bienenbrot einarbeitet, entsteht aus der weichflüssigen, manchmal auch in Bezug auf seine Konsistenz wässrig wirkenden Nektarflüssigkeit, ein zähflüssiges und glasig erscheinendes Nektar-Pollengemisch.

### **3.1.2 Verhaltensphase „Einlagern von Pollen“**

Ist die Wildbiene im Vorraum der Brutzelle nach dem Einlagern von Nektar wieder angelangt, dreht sie sich so um, daß jetzt ihr Kopf Richtung Brutröhrenaussgang weist. Sie schiebt ihr Abdomen in die Brutzelle und zwar soweit, bis ihr Pygidium das Bienenbrot berührt. Nun streift sie mit ihrem Hinterbeinpaar den Pollen von ihrer Scopa ab. Kurz hinter dem Pygidium werden von oben gesehen dabei rhythmisch bewegend die Tarsen der beiden hinteren Beine sichtbar, die sich dabei immer wieder kreuzen.

Das Abstreifen des Pollens erfolgt zügig, gleichzeitig drückt die Wildbiene die soeben entstandene breiige Mischung aus Pollen und Nektar (Bienenbrot) und neuen darauf liegenden Pollen mit dem Abdomen leicht in den rückwärtigen Teil der Brutzelle. Durch diesen in Richtung der rückwärtigen Wand gerichteten leichten Druck, entstehen an der Oberfläche des Bienenbrotes nicht selten „halbringförmige Stauchwellen“. Bei diesem Stauchen unterbricht die Biene das Abstreifen des Pollens von ihrer Bauchbürste aber nicht. Ist die Bauchbürste von Pollen leer gefegt, kriecht *Osmia rufa* (L.) sofort aus der Zelle heraus und verläßt bei für sie günstigen meteorologischen Bedingungen erneut wieder die Brutröhre, um weitere Tracht einzubringen.

### **3.2 Eiablage erfolgt in mehreren Verhaltensphasen**

Die Verhaltensphase „Eiablage“ folgt prinzipiell, wenn die Brutzelle entsprechend mit Tracht gefüllt ist, im fließenden Übergang aus der letzten Verhaltensphase „Einlagern von Nektar“ und der nun noch einmal folgenden Verhaltensphase „Einlagern von Pollen“. Wobei die Biene an dieser Stelle, also bevor noch die eigentliche Bestiftung er-

folgt, zwei weitere Verhaltensphasen einschließt, nämlich die Phase „Bereiten des Eibettes“ und die Phase „Anstechen des Bienenbrotes“.

### **3.2.1 Verhaltensphase „Bereiten des Eibettes“**

Nach der letzten Einlagerung von Pollen verläßt die Biene nicht mehr wie bisher die Brutröhre, sondern sie dreht sich im Vorraum der Brutzelle wiederum um, so daß jetzt ihr Kopf in Richtung rückwärtiger Zellwand weist.

Daraufhin steckt sie ihren Kopf erneut in die Brutzelle. Mit den Fühlern betastet sie punktuell einen kleinen Bereich der Oberfläche des Bienenbrots. Nun beginnt sie die so ausgewählte winzig kleine Stelle des Bienenbrotes intensiv mit den Mandibeln durchzukauen, so wie es im Prinzip auch beim „Einlagern des Nektars“ erfolgte. Ob sie dabei auch Nektar erbricht, läßt sich nur vermuten. Dieser Vorgang ähnelt, rein äußerlich gesehen, in gewisser Hinsicht dem Nektareintrag.

Auf diese Weise entsteht jetzt durch das nur punktuelle Durchkauen von Bienenbrot mit den Mandibeln schließlich ein kleiner, glasiger, leicht aufgewölbter Fleck je nach Situation mit dem Durchmesser von nur 1,5 mm bis maximal 3,8 mm (Abb. 2). Da die Biene im weiteren Verhaltensablauf ihr Ei fast genau an den Übergang von dieser Stelle zum übrigen Bienenbrot ablegt bzw. etwas unterhalb davon und vermutlich noch weitere Beziehungen dieses so besonders vorbereiteten Flecks mit dem Ei bestehen, wird diese Stelle vom Autor als „Eibett“ bezeichnet. Vermutlich kannte WESTRICH (1990) diesen Vorgang, zumindest den Zusammenhang der Beschaffenheit des Untergrundes für die Eiablage, denn er schreibt hierzu: „Das Ei wird mit dem caudalen Pol in den mit Nektar getränkten Bereich des Futters gesteckt“ (Band I, S. 181).

### **3.2.2 Verhaltensphase „Anstechen des Bienenbrotes“**

Ist das Eibett bereitet, verläßt die Biene rückwärts gehend die Brutzelle, dreht sich dann im Vorraum erneut um und schiebt ihren Hinterleib soweit in die Brutzelle, bis ihr Pygidium das Eibett berührt. Noch im gleichen Augenblick führt die Biene schnell aufeinander folgende Stiche aus und nähert sich auf diese Weise dem oberen Rand des Eibettes. Die einzelnen Stiche folgen dabei so schnell hintereinander, daß sie bei einer subjektiven normalen Sichtbeobachtung kaum auszumachen sind. Aus der Einzelbild-Wiedergabe der digitalisierten Videosequenz läßt sich errechnen, daß die Intervallzeit zwischen den einzelnen Stichen 200 bis 250 ms beträgt. So führt die Biene je nach Si-

tuation 10 bis 16 Stiche fortlaufend und ohne Unterbrechung aus. Die auf diese Weise entstehenden Einstichstellen liegen meist sehr dicht nebeneinander. Gleichzeitig führt die Biene eine relativ hohe Aktivität mit ihren Antennen aus.

In Bezug auf die räumliche Position der Einstichstellen innerhalb der Brutzelle gibt es keinen Zweifel, denn da das Verhalten sowohl von oben als auch von der Seite registriert wurde, lassen sich die Einstichstellen exakt orten. Die letzten Einstiche liegen am Ende dieser Verhaltensphase immer an der oberen Grenze zwischen Eibett und der übrigen vorhandenen Tracht. Diese Grenze läßt sich eindeutig ausmachen, befindet sich doch oberhalb des Eibetts ein großes Feld bedeckt mit Pollen.

### **3.2.3 Verhaltensphase „Eigentliche Eiablage (Bestiftung)“**

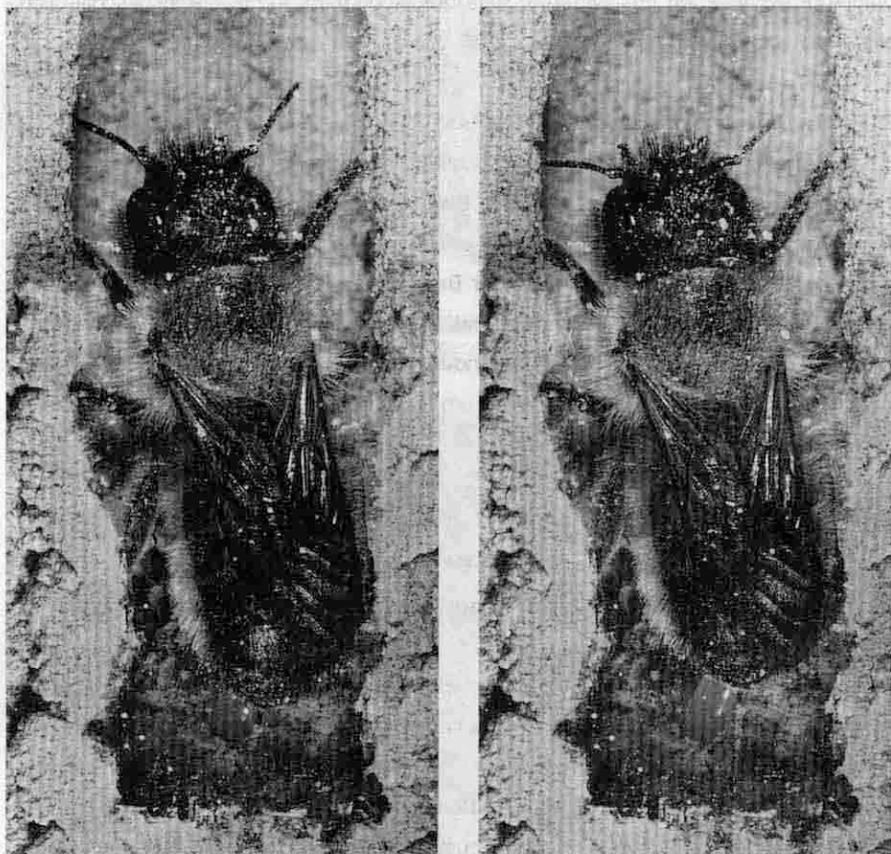
Wenn die Biene ihre Einstiche beendet, verbleibt sie in dieser Raumposition und man sieht jetzt bereits die caudale Spitze eines Eies (Abb. 3a/3b). Diese Verhaltenssituation ist zusätzlich dadurch gekennzeichnet, daß die Biene ihre Fühler nach unten senkt und diese kaum noch bewegt. Mit dem Pygidium führt sie nun eine nach hinten und zur Seite gerichtete Art schwängelnde bzw. rührende Bewegung aus. Die Eispitze wird durch eine solche Aktivität in die klebrige und relativ flüssige Masse des Eibetts regelrecht eingeschwenkt und dabei der caudale Pol zumindest von einer Seite aus mit fast flüssigem Bienenbrot benetzt. Das Ei findet so fast automatisch seinen Platz an der dafür bestimmten Stelle.

Zu diesem Zeitpunkt wird durch diese ebenfalls nach oben gerichtete Bewegung der ausgefahrenen Stachel aus dem Bienenbrot gehoben. Dabei durchfährt zumindest ein Teil des Stachels, der sich in der Tracht befand, diese klebrige breiige Masse.

Da die wippende Bewegung der Abdomenspitze anhält, führt auch der nun frei oberhalb des Eies befindliche Stachel diese leicht schaukelnde Bewegung aus. Der solange in der Tracht befindliche Teil des Stachels ist gut an dem an ihm festklebenden größeren bzw. mehreren kleinen Tröpfchen von Pollen bzw. Bienenbrot zu erkennen. Man kann dadurch indirekt auch den eigentlichen Stachel als feinen Strich erkennen. Der Stachel ist in dieser Verhaltenssituation um ca. 45° vom Ei nach oben abgespreizt. Dadurch ist die Stachelspitze immer um Bruchteile eines Millimeters von dem nun zügig erscheinenden Ei entfernt. Von oben betrachtet befindet sich der Stachel anscheinend neben dem Ei.

Die Biene beginnt einen kurzen Augenblick vor Beendigung der eigentlichen Eiabla-

ge ihren Stachel einzuziehen. Der Abspreizwinkel des Stachels von ca.  $45^\circ$  bleibt dabei bis zum völligen Verschwinden erhalten. Solange sich der Stachel noch in der abgespreizten Position befindet, entsteht manchmal der Eindruck, als sei er an einer Stelle sogar leicht eingeknickt (im logischen Sinne der Aussage vielleicht besser: ausgeknickt). Es besteht zu keinem Augenblick unmittelbarer Kontakt zwischen der Stachelspitze und dem Ei.



**Abb. 3a/3b**

- (a) Die Biene zieht ihren Stachel schon in dieser Phase der Eiablage wieder zurück.  
 (b) Während das Ei zunehmend erscheint, wird der Stachel gleichzeitig aus dem Bienenbrot gezogen. Dabei wird die gesamte bisher im Bienenbrot befindliche Stachellänge daran erkennbar, daß der hintere Teil des Stachels mit Blütenstaub und Nektar verschmiert ist. Die Biene ist ein ganz kleines Stück nach vorne gerückt.

In dem Augenblick, wo ein fester Sitz des Eies gesichert zu sein scheint, hört auch die schwängelnde Bewegung der Biene völlig auf. Kurz vor dem Sichtbarwerden des gesamten Eies führt die Biene noch eine nach hinten gerichtete wippende fast federnde Bewegung mit den letzten Segmenten des Hinterleibes aus. Diese federnde Bewegung überträgt sich auch auf das Ei, erkennbar daran, daß die caudale Eispitze einen Teil des Bienenbrotes ein wenig zur Seite schiebt. Durch eine fließende und mehrmals ablaufende Kontraktion des hinteren Teils des Abdomens trennt sie sich schließlich vollständig von dem Ei.

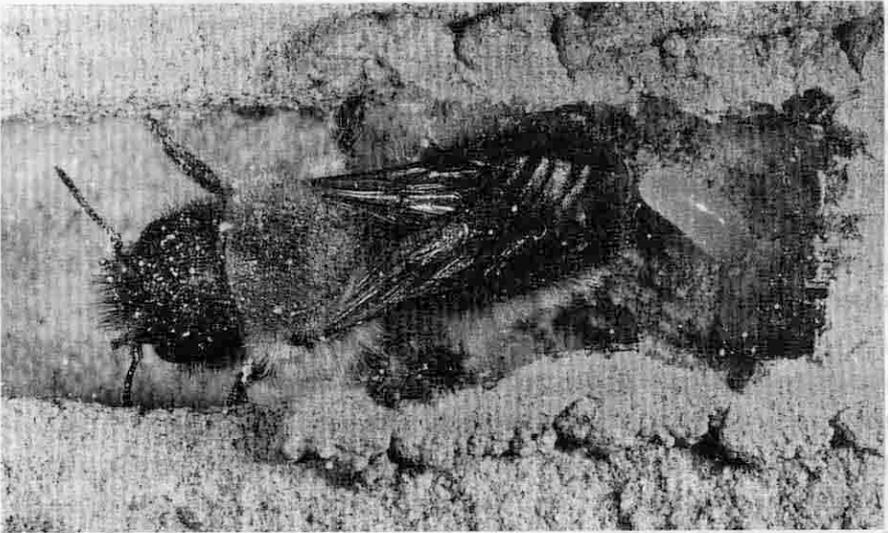
### **3.2.4 Verhaltensphase „Bepudern des Eies“**

Ist das Ei gelegt, erkennbar daran, daß schließlich ein freier Zwischenraum zwischen Ei und der Biene besteht, so verharrt die Biene nun zwischen Brutzelle und Vorraum (Abb. 4) im geringen Abstand zum Ei und streift jetzt sehr schnell und intensiv mit den beiden hinteren Beinen den noch auf der Bauchbürste befindlichen restlichen Pollen ab. Der Blütenstaub fliegt dabei außergewöhnlich gut getroffen auf das Ei. Man kann auf dem Ei anschließend nach diesem eindeutigen „Bepudern“ einzelne Pollen deutlich erkennen (Abb. 5). Es muß sich also um recht trockenen Pollen handeln, den die Biene auf das Ei regelrecht schleudert.

## **4 Diskussion**

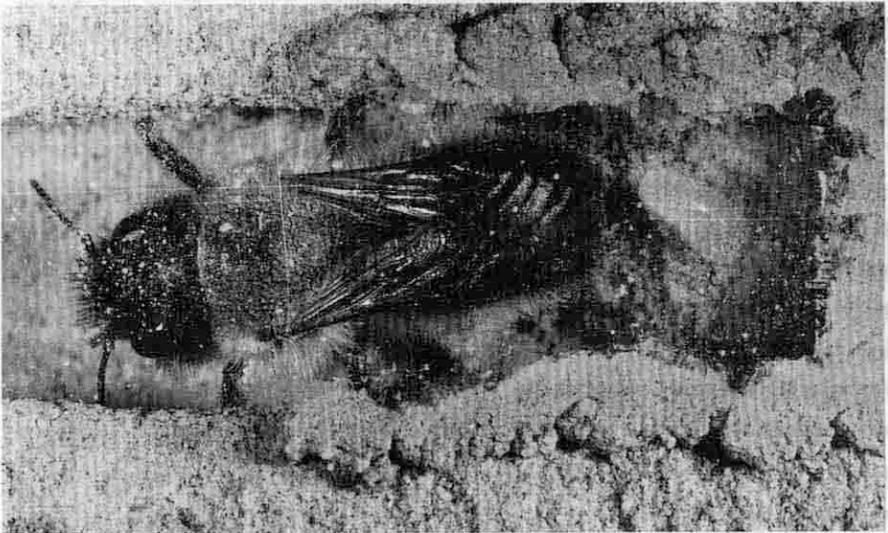
### **4.1 Lagen für die Biene noch natürliche Bedingungen vor?**

Die hier angewandte komplexe Methode zur Beobachtung, Registrierung und Analyse des Verhaltens, welches bei *Osmia rufa* (L.) unmittelbar vor und während der Eiablage in Brutröhren mit zweiseitigem Fenstereinblick abläuft, ermöglichte es, einen Teil eines bisher nicht bekannten Verhaltens einzusehen. Dabei konzentrierte sich der Autor mit seinen Beobachtungen bei *Osmia rufa* (L.) auf das Bereiten des Eibetts, das Anstechen des Eibetts und auf die eigentliche Bestiftung. Die entscheidende Frage, in wie weit man bei den hier von der Wildbiene zum Anlegen von Brutzellen genutzten künstlichen Brutröhren, deren zwei Seiten aus Glas oder Acryl bestehen und deren Grundform im Querschnitt nicht rund ist, noch von natürlichen Bedingungen sprechen kann, muß offen bleiben. Es sei aber daran erinnert, daß *Osmia rufa* (L.) in der Auswahl und Nutzung von vorgefundenen Hohlräumen als Niststätte eine hohe Flexibilität besitzt (HALLMEN & MEYER-BERTENRATH 1990; WESTRICH 1990; SEIDELMANN 1995). Ob diese



**Abb. 4**

Das Ei ist gelegt. In dieser Phase ist der Stachel schon wieder ganz eingezogen; Blütenstaub befindet sich noch nicht auf dem Ei; die Biene ist ein ganz kleines Stück nach vorne gerückt.



**Abb. 5**

Das Ei wird von der Biene mit Pollen bepudert. Auffällig ist dabei, daß die Biene ihre Position kaum verändert hat; sie ist lediglich ein wenig nach vorne gerückt.

hier benutzten künstlichen Brutröhren mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit dennoch im „Toleranzbereich“ dieser Wildbienenart lagen, könnte man bejahend daraus ableiten, daß die angebotenen Brutröhren ohne Zeitverzug und ohne Ausnahme von den Mutterbienen angenommen wurden. Manchmal geschah dies schon nach einer einzigen Inspektion durch eine in Brutstimmung befindlichen Biene. Auch im Gesamtablauf des Verhaltens, was innerhalb der Brutzellen bei allen auf diese Weise nistenden Bienen ablief, entstand nicht der Eindruck, als fühlten sich die in diesen Brutröhren brütenden Bienen gestört.

Ein möglicher Einwand, der Durchmesser jeder der hier verwendeten Röhren wäre aber immer um einige Millimeter größer gewesen (WESTRICH 1990 spricht bei *Osmia rufa* von einer Bevorzugung eines Innendurchmessers von 6-7 mm), als sonst bei ähnlichen Experimenten üblich ist, ließe sich dagegen nicht so ohne weiteres entkräften.

Bei alledem muß man bedenken, daß diese Abweichung sowohl in Hinblick der Grundstruktur der Brutröhren als auch in Bezug auf den Innendurchmesser durch den Experimentator ganz bewußt in Kauf genommen wurden, um bei der Beobachtung und der Registrierung aussagekräftige Videosequenzen zu bekommen, was dann ja auch bei allen Brutröhrentypen gelang. Bei einer zu engen Röhre dreht sich die Biene im Wechsel einer Verhaltensphase bekanntlich außerhalb der Röhre um (BALFOUR-BROWNE 1925). Dies galt es auf jeden Fall zu vermeiden.

Die bei den verschiedenen Brutröhren-Typen gesammelten Erfahrungen lassen bei einigen Modellen gewisse Nachteile erkennen, die sich in mancher Hinsicht mit denen vergleichen lassen, die beim Verwenden von Acryl-Röhren beschrieben wurden (THIEDE 1981, WESTRICH 1990, RATHJEN 1994). Auch Acryl(glas) sollte nicht als Fenster verwendet werden, da Mikroschrammen, die auf der Kunststoffoberfläche leicht entstehen, bei einer effektvollen Ausleuchtung (seitliches Gegenlicht) zu deutlichem Brillanzverlust im Bild führt. Ideal als Fenster ist hingegen entspiegeltes schlierenfreies Glas in Verbindung mit einem Lehmblock als Grundmaterial. Dieser trockene Lehm puffert einen wesentlichen Teil des in den Zellen wohl unvermeidlich frei werdenden Kondenswassers.

#### **4.2 Video-Camcorder gestattet sicheres Registrieren auf Videoband**

Mit Hilfe der hier angewandten Methode war es möglich geworden, das ablaufende Verhalten von *Osmia rufa* (L.) innerhalb der Brutzelle aufgrund der beiden vorhande-

größere Störanfälligkeit, wenn sie die erste Brutzelle bei sehr intensivem Licht anlegen mußten. Dabei kam es dann auch vor, daß die Biene innerhalb der Röhre eine neue Brutzelle anlegte oder diese Röhre für immer verließ.

### **4.3 Die Eiablage, ein komplex ablaufendes Verhalten**

Durch die gewählte Methode liegen jetzt sichere Erkenntnisse über den Ablauf des Verhaltens vor. Jede gemachte Beobachtung ist zusätzlich ohne wesentliche Qualitätseinbuße in Form der Video-Bildwiedergabe jederzeit reproduzierbar. Der bei der Registrierung gewählte Abbildungsmaßstab ist so ungewöhnlich groß, daß Irrtümer bei der Analyse weitestgehend auszuschließen sind. Schwieriger wird es schon, wenn man das beobachtete Verhalten interpretieren soll.

#### **4.3.1 Das Bereiten des Eibetts erfolgt sehr sorgfältig**

Rätsel gibt das insgesamt zwanzigmal beobachtete und davon sechzehnmal registrierte, aber in der Fachliteratur bislang noch nicht beschriebene Verhalten auf, welches im Übergang von dem bisherigen „Einlagern der Tracht“ zur „Eiablage“ eintritt. Diese Verhaltensphase „Bereiten des Eibettes“ und „Anstechen des Bienenbrotes“ führt die Biene zweifelsfrei immer unmittelbar vor der Bestiftung aus. Die dabei vorher durch die Wildbiene waltende Sorgfalt, mit der sie das winzig kleine Eibett mit den Mandibeln bereitet, ist auffällig. Dabei bezieht sich die hier angesprochene Sorgfalt der Biene sowohl auf die Auswahl der Lage des Bettes als auch auf die Gründlichkeit der Durchmischung des schon vorhandenen Bienenbrotes mit Nektar. Die Frage, warum ein solches Eibett in einer Art Vorphase für das Ei überhaupt bereitet wird, läßt sich nur in Form eines Analogieschlusses beantworten.

#### **4.3.2 Warum wählt die Biene für das Ei nicht die Mitte des Eibetts?**

Ohne jeden Zweifel steht fest, daß die Biene das Eibett indirekt dazu benutzt, um an der oberen Grenze zwischen Eibett und der nicht so intensiv vorbereiteten Tracht bzw. unmittelbar darunter gewissermaßen punktgenau ihr Ei zu setzen. Zweifel gibt es wohl auch darüber nicht, daß die Biene diese Stelle mit ihrem Stachel durch mehrere Einstiche ertastet. Dabei fällt auf, daß sie fast immer das eigentliche Eibett mit ihrem Hinterleibsende auf Anhieb findet. Lediglich das Finden der eigentlichen für sie wichtigen Grenzlinie erfordert eine zusätzliche durchaus auch unterschiedlich hohe Aktivität von

größere Störanfälligkeit, wenn sie die erste Brutzelle bei sehr intensivem Licht anlegen mußten. Dabei kam es dann auch vor, daß die Biene innerhalb der Röhre eine neue Brutzelle anlegte oder diese Röhre für immer verließ.

### **4.3 Die Eiablage, ein komplex ablaufendes Verhalten**

Durch die gewählte Methode liegen jetzt sichere Erkenntnisse über den Ablauf des Verhaltens vor. Jede gemachte Beobachtung ist zusätzlich ohne wesentliche Qualitätseinbuße in Form der Video-Bildwiedergabe jederzeit reproduzierbar. Der bei der Registrierung gewählte Abbildungsmaßstab ist so ungewöhnlich groß, daß Irrtümer bei der Analyse weitestgehend auszuschließen sind. Schwieriger wird es schon, wenn man das beobachtete Verhalten interpretieren soll.

#### **4.3.1 Das Bereiten des Eibetts erfolgt sehr sorgfältig**

Rätsel gibt das insgesamt zwanzigmal beobachtete und davon sechzehnmal registrierte, aber in der Fachliteratur bislang noch nicht beschriebene Verhalten auf, welches im Übergang von dem bisherigen „Einlagern der Tracht“ zur „Eiablage“ eintritt. Diese Verhaltensphase „Bereiten des Eibettes“ und „Anstechen des Bienenbrotes“ führt die Biene zweifelsfrei immer unmittelbar vor der Bestiftung aus. Die dabei vorher durch die Wildbiene waltende Sorgfalt, mit der sie das winzig kleine Eibett mit den Mandibeln bereitet, ist auffällig. Dabei bezieht sich die hier angesprochene Sorgfalt der Biene sowohl auf die Auswahl der Lage des Bettes als auch auf die Gründlichkeit der Durchmischung des schon vorhandenen Bienenbrotes mit Nektar. Die Frage, warum ein solches Eibett in einer Art Vorphase für das Ei überhaupt bereitet wird, läßt sich nur in Form eines Analogieschlusses beantworten.

#### **4.3.2 Warum wählt die Biene für das Ei nicht die Mitte des Eibetts?**

Ohne jeden Zweifel steht fest, daß die Biene das Eibett indirekt dazu benutzt, um an der oberen Grenze zwischen Eibett und der nicht so intensiv vorbereiteten Tracht bzw. unmittelbar darunter gewissermaßen punktgenau ihr Ei zu setzen. Zweifel gibt es wohl auch darüber nicht, daß die Biene diese Stelle mit ihrem Stachel durch mehrere Einstiche ertastet. Dabei fällt auf, daß sie fast immer das eigentliche Eibett mit ihrem Hinterleibsende auf Anhieb findet. Lediglich das Finden der eigentlichen für sie wichtigen Grenzlinie erfordert eine zusätzliche durchaus auch unterschiedlich hohe Aktivität von

ihr, in Form der Anzahl der ausgeführten Einstiche. Quantitativ läßt sich die bis zum eintretenden Erfolg hierbei unterschiedlich ablaufende Zeit mit der hier gewählten Methode recht genau errechnen. Es wird auf dem PC hierzu lediglich Bild für Bild aus der betreffenden Sequenz auf dem Monitor einzeln betrachtet und dann weiter geschaltet. An dieser Stelle erwähnenswert ist ein Videoclip mit einem etwas abweichenden Verhalten. In ihm läßt sich erkennen, daß die Biene vor dem ersten Einstich noch etwas weiter vom Zielpunkt als sonst entfernt war. Diese Ausnahmesituation führte nicht nur zu einer höheren Anzahl von Stichen, sondern auch die Einstich-Frequenz erhöhte sich nachweisbar. Diese merklich gesteigerte und sichtbare Unruhe der Biene war auch an der hohen Bewegungsaktivität der Antennen indirekt ablesbar.

Mit ziemlicher Sicherheit deutbar ist die Antwort auf die Frage, wie die Biene mit Hilfe des Stachels die Grenzlinie findet. Dieses Finden ergibt sich ganz offensichtlich aus der unterschiedlichen Konsistenz und Oberflächenbeschaffenheit zwischen dem Material des Eibetts und dem Material der übrigen Tracht. Diese Unterschiede lassen sich vermutlich auch mit einem Stachel ertasten. Dabei erhebt sich natürlich zusätzlich die Frage, ob die Biene vielleicht sogar den angeklebten Pollen auf der Oberfläche ihrer Stachelspitze spürt. Oder ist es reiner Zufall, daß die Biene mit der Eiablage genau dann beginnt, wenn sich Pollen auf dem leicht angehobenen Stachel befindet? Oder benützt sie den Stachel nur zu dem Zweck, die Stelle des Eibetts, die das Ei aufnehmen soll, noch intensiver auch in der Tiefe zu durchmischen, also der Stachel als Feinst-Rührwerkzeug?

#### **4.3.3 Das Anlegen eines Eibetts als erweiterte Brutfürsorge zu werten?**

Eine weitere Frage ergibt sich aus dem etwas ungewöhnlichen Ort, den die Biene zur Bestiftung wählt. Aus Gründen der sicheren Befestigung des Eipols wäre es ohne Zweifel nützlicher, hierzu die Mitte des Eibetts zu wählen. Auch diese Position wäre durch Einstiche zu finden, befindet sie sich doch ein wenig unterhalb der Grenzlinie zwischen Eibett und übriger Tracht. Liegt in der Auswahl der eigentlich sonst nicht zu verstehenden Wahl der Stelle der Bestiftung hier möglicherweise eine weitere Brutfürsorge vor? Bekannt ist, daß sich nach der Embryonalentwicklung im Innern des Eies die Eilarve unmittelbar nach dem Schlüpfen aus dem Ei nach vorne beugt und so mit ihrem Kopfpol ihre erste Nahrung aufnimmt. Das caudale Ende der Larve befindet sich dabei immer noch eine ganze Weile in der Eihaut, und diese steht zu diesem Zeitpunkt

nach wie vor an der schon beschriebenen Stelle. Weitergehende Beobachtungen müssen ergeben, ob die Larve den energiereichen Nektar, der sich ganz ohne Zweifel konzentrierter auf dem Eibett befindet, als erstes aufnimmt bzw. aufnehmen muß. Dieser befindet sich, wenn alles richtig plaziert war, in Form des Eibetts gewissermaßen „zu ihren Füßen“.

#### **4.3.4 Beobachtungen, die gegen eine Brutfürsorge sprechen**

Im Beobachtungsjahr 1996 kam es dem Experimentator vor allem darauf an, die Beobachtungen an möglichst vielen Bienen-Individuen der Art *Osmia rufa* (L.) durchzuführen, um bei dem beobachteten Verhalten Zufälle nach Möglichkeit auszuschließen. 1997 war es dagegen das Ziel, das Verhalten eines einzigen Individuums von der zweiten bis zur achten Eiablage auf Video aufzuzeichnen. Dies gelang störungsfrei. Die erste Eiablage wurde dabei bewußt ausgelassen, weil aus dem Vorjahr bekannt war, daß beim Anlegen der ersten Brutzelle das intensive Licht der Kaltlichtleuchte eine Verhaltensstörung auslösen kann.

Die anschließend durchgeführten Messungen an den digitalisierten Videoclips der sieben Eiablagen auf der Monitoroberfläche bestätigten die aus dem Vorjahr 1996 stammende Vermutung, daß die Biene ihr Eibett von Eiablage zu Eiablage immer kleiner bereitet. Lernt sie offensichtlich immer sicherer die Stelle zu finden und kann sie deshalb den „Zielpunkt“ Zug um Zug noch weiter verkleinern? Denn besaß das Eibett der 1997er Serie in der zweiten Brutzelle noch den Durchmesser von 3,8 mm, waren es schließlich in der achten Brutzelle nur noch 2,3 mm. Von Zelle zu Zelle nahm der Durchmesser stetig um ca. 0,1 bis 0,6 mm ab. Das von der Biene theoretisch erreichbare und aus dem Vorjahr (1996) bekannte diesbezügliche Optimum konnte 1997 leider nicht beobachtet werden, weil es durch ungünstige Witterungsbedingungen zu einem Abbruch des Anlegens von weiteren Brutzellen kam. Durch diese stetige Verkleinerung des Eibetts nimmt aber das Risiko für die Eilarve zu, nicht die energiereiche Nahrung auf Anhieb zu finden. Oder gibt es lediglich Zusammenhänge zwischen Eigröße und Eibettgröße?

#### **4.3.5 Sichere Eibefestigung scheint wichtig zu sein**

Auf jeden Fall bemüht sich die Wildbiene sehr intensiv, das Ei fest auf den Untergrund zu kleben. Das regelrechte Einschwenken oder vielleicht sogar Einrühren des caudalen

Eipols in das Bienenbrot als Haftgrund läßt sich nicht übersehen. Der Stachel könnte bei diesem Umrühren ebenfalls eine gewisse Rolle spielen. Auch die wippende und federnde Bewegung der Biene, kurz vor Abschluß der Bestiftung, die sich auf das gesamte Ei überträgt, ist mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit als regelrechtes Hineindrücken des Eipols in den Untergrund zu werten. Es dient mit fast an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit zur Standsicherheit des Eies. Es muß einen Grund haben, daß die Befestigung des Eies in der Brutzelle so sorgfältig erfolgt. Dabei fällt auf, daß das Ei nach der Trennung von der Biene trotzdem ein ganz wenig nach vorne kippt. Der Kopfpol des Eies befindet sich dadurch etwas näher an der Oberfläche des Eibettes. Ob dies zwangsläufig dadurch geschieht, daß im vorderen Bereich der Standfläche des Eis der Untergrund weicher ist als im hinteren Bereich, kann nicht mit Sicherheit behauptet werden. Es wäre vorstellbar, daß es dadurch die Eilarve etwas leichter hat, an das Futter zu gelangen. Hier sind noch viele Fragen offen. Voreilige Schlußfolgerungen aus dieser Beobachtung scheinen nicht angebracht zu sein, denn die Biene sorgt während der Eiablage durch Eigenbewegung dafür, daß eine etwas seitliche Ausrichtung des Eies zustande kommt. Weitergehende Experimente müßten ebenfalls zeigen, ob eine gerade geschlüpfte Eilarve sich nicht entwickeln kann, wenn sie irgendwo auf dem nicht so intensiv vorbereiteten Bienenbrot liegen würde und als erstes Futter nur dieses zur Verfügung steht.

#### **4.3.6 Gesicherter Nachweis für das Bepudern des gesetzten Eies**

Nach WESTRICH (1990) bepudert *Osmia rufa* (L.) ihr gelegtes Ei mit Blütenstaub. Er ist sogar der Meinung, daß „daran ... die Brutzelle dieser Art leicht zu erkennen“ sei. Dies wird hin und wieder von anderen Autoren (RATHJEN 1994) angezweifelt. Die Videoaufzeichnungen von Rathjen lassen aber aus der Sicht des Autors eindeutig ein Bepudern erkennen. Mit der hier angewandten Methode konnte zweifelsfrei eine Bepuderung bei jeder als Video aufgezeichneten Eiablage nachgewiesen werden.

#### **4.3.7 Rudimentäre Eigenschaften der ursprünglichen Legeröhre?**

Dieses postulierte Suchen und Finden einer ganz bestimmten Grenzfläche bzw. Stelle zwischen Eibett und Bienenbrot mit Hilfe des Stachels ist noch aus einem völlig anderen Grund interessant. Die ursprüngliche Legeröhre wandelte sich im Laufe der Entwicklung zu einem Stachel. Da die ursprüngliche Legeröhre mit Sicherheit auch zum

Finden einer günstigen Stelle für die Eiablage diene, wäre rudimentär ein Teil dieses Verhaltens im Laufe der Entwicklung bei der Stachelfunktion von *Osmia rufa* (L.) erhalten geblieben und noch heute von elementarer Bedeutung für die Biene bei der Eiablage.

## 5 Literatur

- ADORF, L., RATHJEN, H. & A. EDELMANN (1995): Nistplatzpräferenz von *Osmia rufa* (L.) an künstlichen Nisthilfen (Hym., Apoidea, Megachilidae). - Mitt. ArbGem. ostwestf.-lipp. Ent. 11, 86 - 90. Bielefeld.
- DORN, M. (1966): Vergleichende histologische Untersuchungen am larvalen Fettkörper solitärer Apoidea unter besonderer Berücksichtigung der Larven- und Fettkörperentwicklung von *Osmia rufa* (L.). Inaugural Dissertation., MLU Halle.
- FREE, J.B. & I.H. WILLIAMS (1970): Preliminary investigations on the occupation of artificial nests by *Osmia rufa* L. (Hymenoptera, Megachilidae). - J. appl. Ecol. 7, 559 - 566.
- GLADIS, TH. (1991): Haltung der Roten Mauerbiene im Tierpark Berlin. - Zool. Garten N.F. 61, 161 - 171. Jena.
- GLADIS, TH. (1993): Hinweise zur Nutzung der Roten Mauerbiene *Osmia rufa* (L.) in der Pflanzenzüchtung. Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung, Gatersleben.
- GLADIS, TH. (1994): Hinweise zur Nutzung der Roten Mauerbiene *Osmia rufa* (L.) in der Pflanzenzüchtung. In: HEDTKE, C. (Hrsg.): Wildbienen. - Tagungsband Wildbienentagung 1993. 26 - 27. Institut für Bienenkunde Hohen Neuendorf.
- HALLMEN, M. (1988): Die Besiedlung unterschiedlicher künstlicher Nisthilfen durch *Osmia rufa* L. - Nachr. ent. Ver. Apollo N.F. 9, 199 - 212. Frankfurt/M.
- HALLMEN, M. (1989): Einige Beobachtungen zur Biologie der Solitärbiene *Osmia rufa* L. - Nachr. ent. Ver. Apollo N.F. 10, 159 - 166. Frankfurt/M.
- HALLMEN, M. & J.N. VAN LEEUWEN (1990): Die Bedeutung von Eichen (*Quercus spec.*) für eine Population der Solitärbiene *Osmia rufa* L. im Raum Hanau. - Mitt. int. ent. Ver. 15, 79 - 89. Frankfurt/M.
- HALLMEN, M. & B. MEYER-BERTENRATH (1990): Einige Beobachtungen zur Anlage von Brutzellen in größeren Hohlräumen bei der Solitärbiene *Osmia rufa* L. (Hymenoptera: Megachilidae). - Ent. Nachr. Ber. 34, 89 - 92. Leipzig.
- HALLMEN, M. & U. EIDAM (1993): Die 'Beobachtungskiste' als einfache Nisthilfe und Möglichkeit für Beobachtungen an Wildbienen (Hymenoptera: Apoidea). - Luscinia 47, 299 - 305. Frankfurt/M.
- HOLM, S.N. (1973): *Osmia rufa* L. (Hym. Megachilidae) as a pollinator of plants in greenhouses. - Ent. Scand. 4, 217 - 224. Copenhagen.
- LOZINSKI, P. (1911): Ueber einen eigentümlichen Nestbau von *Osmia bicornis* L. - Z. wiss. InsektBiol. 7, 223 - 230. Berlin.
- MADDOCKS, R. & H.F. PAULUS (1987): Quantitative Aspekte der Brutbiologie von *Osmia rufa* L. und *Osmia comuta* LATR. (Hymenoptera, Megachilidae). Eine vergleichende Untersuchung zu Mechanismen der Konkurrenzverminderung zweier nahverwandter Bienenarten. - Zool. Jb. Syst. 114, 15 - 44. Jena
- MENZEL, R., E. STEINMANN, J.M. DE SOUZA & W. BACKHAUS (1988): Spectral sensitivity of

- photoreceptors and color vision in the solitary bee, *Osmia rufa*. - J. exp. Biol. **136**, 35 - 52. Cambridge.
- MÜLLER, M. (1907): Zur Biologie unserer Apidae, insbesondere der märkischen Osmien. - Z. wiss. Insektbiol. **III**, H. 8 u. 9. Berlin.
- NOLL, J. (1933): Nestbau der Mauerbiene *Osmia bicornis* L. - Natur u. Museum **63**, 251 - 252. Frankfurt/M.
- PETERS, D.S. (1973): 'Nistkästchen' für Insekten. - Natur u. Museum **103**, 162 - 165. Frankfurt/M.
- PETERS, D.S. (1978): Über Schwierigkeiten der phylogenetischen Rekonstruktion - erläutert am Beispiel einiger Mauerbienen. - Natur u. Museum **104**, 219 - 226. Frankfurt/M.
- PETERS, D.S. (1978): Systematik und Zoogeographie der west-paläarktischen Arten von *Osmia* PANZER 1806 s. str., *Monosmia* TKALCU 1974 und *Orientosmia* n. subgen. (Insecta, Hymenoptera: Megachilidae). - Senckenbergiana biol. **58**, 287 - 346. Frankfurt/M.
- POPOVICI-BAZDOSANU, A. (1910): Experimentelle Studien über *Osmia rufa*. - Z. wiss. Insektbiol. **6**, 224 - 228. Berlin.
- RATHJEN, H. (1994): Neuere Aspekte zur Brutbiologie und zum Orientierungsvermögen von *Osmia rufa* (L.) (Hymenoptera, Megachilidae). - Diplomarbeit. Fakultät für Biologie, Universität Bielefeld.
- RATHJEN, H. & A. EDELMANN (1995): Versuche zur Fernorientierung der Roten Mauerbiene *Osmia rufa* (L.) (Hym., Apoidea, Megachilidae). - Mitt. ArbGem. ostwestf.-lipp. Ent. **11**, 104 - 108. Bielefeld.
- RAW, A. (1972): The biology of the solitary bee *Osmia rufa* (L.) (Megachilidae). - Trans. R. ent. Soc. London **124**, 213 - 229.
- RAW, A. & C. O'TOOLE (1979): Errors in the sex of eggs laid by the solitary bee *Osmia rufa* (Megachilidae). - Behaviour **70**, 168 - 171. Leiden.
- ROTH, E. (1990): Erfahrungen in der Haltung und dem Einsatz der roten Mauerbiene (*Osmia rufa*) in Kohlbefruchtungsgruppen. - Wiss. Zeitschr. Martin Luther Universität Halle-Wittenberg Math.-Naturwiss. Reihe **39** (5), 11 - 14.
- RUDOW, (1905): Die Wohnungen honigsammelnden Insekten. - Insektenbörse **XXII** Leipzig & Stuttgart.
- SCHMIEDEKNECHT, O. (1885): In: NOLL, J. (1933): Nestbau der Mauerbiene *Osmia rufa* L. - Natur u. Museum **63**, 251 - 252. Frankfurt/M.
- SEIDELMANN, K. (1990): Zur Parasitenkontrolle in Stammzuchten der Roten Mauerbiene *Osmia rufa* (L.). - Wiss. Zeitschr. Martin Luther Universität Halle-Wittenberg Mathematische-Naturwissenschaftliche Reihe. **39** (5), 25 - 34.
- SEIDELMANN, K. (1991): Ausgewählte Aspekte der Populationsökologie der Roten Mauerbiene, *Osmia rufa* (L.), untersucht in Stammzuchten. - Diplomarbeit. Halle.
- SEIDELMANN, K. (1995): Untersuchungen zur Reproduktionsbiologie der Roten Mauerbiene, *Osmia rufa* (L., 1758). - Dissertation, Universität Halle/Saale.
- STEEN, J. VAN DER & A. DE RUUTER (1991): The management of *Osmia rufa* L. for the pollination of seed crops in greenhouses. - Proc. of the section Experimental and Applied Entomology, N.E.V. Amsterdam **2**, 137 - 141.
- STEINMANN, E. (1973): Über die Nahorientierung der Einsiedlerbienen *Osmia bicornis* L. und *Osmia cornuta* LATR. (Hymenoptera, Apoidea). - Mitt. Schweiz. Ent. Ges. **46**, 119 - 122. Lausanne.
- STEINMANN, E. (1976): Über die Nahorientierung solitärer Hymenopteren: Individuelle Markierung der Nesteingänge. - Mitt. Schweiz. Ent. Ges. **49**, 253 - 258. Lausanne.

- STEINMANN, E. & R. MENZEL (1990): Learning experiments with the solitary bee, *Osmia rufa* (Linnaeus, 1758) (Hymenoptera, Apoidea). - Mitt. Schweiz. Ent. Ges. **63**, 99 - 103. Lausanne.
- TASEI, J.-N. (1973): Le comportement de nidification chez *Osmia* (*Osmia*) *cornuta* LATR. et *Osmia* (*Osmia*) *rufa* L. (Hymenoptera Megachilidae). - Apidologie **4**, 195 - 225.
- THIEDE, U. (1981): Über die Verwendung von Acrylglasröhrchen zur Untersuchung der Biologie und Ökologie solitärer aculeater Hymenopteren (Hymenoptera). - Dtsch. Ent. Z. **28**, 45 - 53. Berlin.
- TKALCU, B. (1983): Die europäischen *Osmia*-Arten der Untergattung *Melanosmia* (Hymenoptera, Apoidea, Megachilidae). - Věst. csl. Spol. zool. **47**, 140 - 159. Praha.
- TORCHIO, P. F. (1989): In-nest biologies and development of three *Osmia* species (Hymenoptera: Megachilidae). - Ann. ent. Soc. America **82**, 599 - 615. Washington.
- TÖLKE, A. (1973): Quantitative und qualitative Analyse von Verhaltenssequenzen mit Hilfe einer elektronischen Kleinrechenanlage - demonstriert am Beispiel *Osmia rufa* (L.). - Biol. Zbl. **92**, 1 - 25. Leipzig.
- TÖLKE, A. & I. TÖLKE (1977): Makrofoto Makrofilm. 3. Aufl., 30 - 32. VEB Fotokinoverlag, Leipzig.
- TÖLKE, A. (1983): Nah- und Lupenfotografie. - In TEICHER, G.: Handbuch der Fototechnik. S. 514 - 515. VEB Fotokinoverlag, Leipzig.
- TÖLKE, A. (1994): Computer-Sofortanalyse des Zeitverhaltens von Wildbienen. - In: HEDTKE, C. (Hrsg.): Wildbienen. - Tagungsband der Wildbientagung des Länderinstituts für Bienenkunde Hohen Neuendorf e. V., 60 - 69.
- VLEUGEL, D.A. (1952): Beobachtungen über den Revierbesitz bei der Roten Mauerbiene (*Osmia rufa* L.). - Trans. Ninth Int. Congr. Ent. **1**, 402 - 408.
- WESTRICH, P. (1990): Die Wildbienen Baden-Württembergs, 2. Aufl., 972 S.; Ulmer, Stuttgart.

### Anschrift des Verfassers

Dr. Arnim Tölke, Roseggerstr. 22, Postfach 24, D-15362 Neuenhagen

Herausgeber: Arbeitsgemeinschaft ostwestfälisch-lippischer Entomologen e. V.

Sitz: Kreuzstr. 38 (Naturkundemuseum), D-33602 Bielefeld

Konto: Kreissparkasse Wiedenbrück Nr. 4024410 (BLZ 478 535 20)

Bezugspreis ist im Mitgliedsbeitrag enthalten.

Mitgliedsbeitrag: 40,- DM pro Jahr (für Schüler, Studenten ermäßigt: 15,- DM)

Schriftleitung: Werner Schulze, Samlandweg 15a, D-33719 Bielefeld

unter Mitarbeit von Bernd Grundmann, Schmallenberg, Berthold Robert, Dorsten, J. Hinrich Grf. v.d. Schulenburg, Bad Salzufen, und Martin Volpers, Osnabrück

Mitt. ArbGem. ostwestf.-lipp. Ent. **14** (Heft 2), 25 - 48. 13. Mai 1998. Bielefeld