

Einfluss der Pollenverproviantierung auf die Entwicklung der Mauerbiene *Osmia cornuta*

How pollen provisioning influences the development of the mason bee *Osmia cornuta*

LAURA UEKÖTTER & KLAUS LUNAU

Zusammenfassung: Die Qualität und Quantität der Pollenverproviantierung bei der Mauerbiene *Osmia cornuta* ist entscheidend für eine erfolgreiche Entwicklung der Larven. Die Menge des angebotenen Pollens als einzige Nahrungsquelle der Larven bestimmt die Körpergröße der adulten Tiere. Um zu untersuchen, welche Auswirkungen eine veränderte Pollenmenge auf die Entwicklung von *O. cornuta*-Larven bewirkt, wurden 93 Larven auf eine erhöhte, reduzierte oder unveränderte (Kontrolle) Pollenmenge umgesetzt. Die Ergebnisse zeigen, dass Larven mit einer erhöhten Pollenmenge als Nahrung ein erhöhtes Körpergewicht erreichten und eine geringere Sterberate als bei einem reduzierten Pollenangebot aufwiesen. Larven, denen ein reduziertes Pollenangebot zur Verfügung stand, erreichten als Imagines eine geringere Körpergröße und hatten eine höhere Mortalität. Zudem produzierten sie seltener einen Kokon als Tiere der Kontrollgruppe und Larven mit erhöhter Proviantierungsmenge. Das lässt vermuten, dass diese Larven die aufgenommene Energie anstatt in das Spinnen eines Kokons allein in die Entwicklung zum adulten Tier investieren. Ohne Kokon setzt sich die Biene einem erhöhten Risiko der Parasitierung und Austrocknung aus. Durch ein höheres Körpergewicht bei einem erhöhten Pollenverzehr können die Nestzellen von den Weibchen schneller geschlossen werden, wodurch der Befall durch Parasiten minimiert wird. Größere Männchen haben einen erhöhten Fortpflanzungserfolg, da die Wahrscheinlichkeit höher ist, dass sie vor der Paarung Kämpfe gegen andere Männchen gewinnen.

Schlüsselwörter: *Osmia cornuta*, Larvenentwicklung, Verproviantierung, Nestbiologie, Pollen

Summary: The quality and quantity of pollen provisioning of the mason bee *Osmia cornuta* is crucial for the development of the larvae. The amount of pollen, the only food resource of the larvae, defines the body size of the imagines. However, it is not well known how a high or low amount of pollen affects the larval development in detail. Therefore, we provided 93 larvae of *O. cornuta* with a lower, higher or unchanged amount of pollen (control) in order to investigate the changes occurring in the development of the larvae due to a defined amount of larval food. Bees with a higher amount of pollen available were larger in size and exhibited a reduced mortality rate. Larvae fed on a lower amount of pollen were smaller and exhibited a higher mortality rate. Additionally, larvae fed on a lower amount of pollen spun a cocoon significantly less frequently than larvae of the control group. Thus, in this case we hypothesize that the entire energy taken up from the pollen is required for developing an imago and not for spinning a cocoon. The lack of the cocoon increases the threat of being attacked by parasites as well as the risk of a lethal water loss, but ensures the chance of a proper development. Imagines of *O. cornuta* with a larger body size have a higher reproductive rate, as female bees are faster in collecting pollen and closing nest cells, resulting in a higher protection against parasites and an increased number of offspring. Male bees, larger in size, have higher chances to win fights against conspecific males during mating season due to an increased strength. Furthermore, larger individuals have a superior chance of surviving hibernation.

Keywords: *Osmia cornuta*, larval development, provisioning, nesting biology, pollen

1. Einleitung

Weibchen der Mauerbiene *Osmia cornuta* sind im Unterschied zu sozial lebenden Bienen allein für die Versorgung der Nachkommen verantwortlich. Aus Lehm bauen sie in vorhandenen Hohlräumen Linienbauten mit einzelnen Nestzellen. Jede Nestzelle wird mit einem Pollenvorrat, der mit etwas Nektar angereichert wird, sowie jeweils einem Ei versehen. Die männlichen Nachkommen erhalten weniger Pollen als die weiblichen, da sie weniger Pollen benötigen, um sich voll entwickeln zu können. Ein *O. cornuta*-Weibchen kommt in seiner Lebenszeit von circa März bis Mai auf 20-40 Nachkommen. Die Anzahl kann jedoch bei schlechten Wetterperioden und ungünstigen Nistplatzverhältnissen geringer sein (WESTRICH 1990). Die Bienen durchlaufen die gesamte Entwicklung innerhalb der Nestzellen. Die Larven spinnen einen Kokon, in dem sie sich zum adulten Tier entwickeln. Dieser schützt sie vor Parasitierung und Austrocknung. Das sogenannte Pollenbrot, welches das Bienenweibchen seinen Nachkommen als Nahrungsquelle zur Verfügung stellt, enthält alles, was die Larven zur erfolgreichen Entwicklung benötigen. Der Hauptbestandteil des Pollens ist Protein, jedoch sind auch Vitamine, Mineralstoffe und Spurenelemente enthalten (SLANSKY & RODRIGUEZ 1986). Der Proteingehalt des Pollens kann vor allem bei Pflanzenarten verschiedener Familien erheblich, zwischen 2,5 % und 60 %, variieren (ROULSTON et al. 2000). Entscheidend für eine erfolgreiche Entwicklung von *O. cornuta* sind die Qualität und Quantität des vom Muttertier eingetragenen Pollens. Bei *O. cornuta* handelt es sich um polylektische Bienen, die Pollen an Blüten von Pflanzen aus bis zu 19 Familien sammeln (WESTRICH 1996). *O. cornuta* steht eine beschränkte Flugzeit von März bis Mai zur Verfügung (AMIET & KREBS 2012). Die Bienen müssen sich an die umliegenden, von ihnen erreichbaren Pollenquellen an-

passen (RADMACHER & STROHM 2009). Es ist bekannt, dass Honigbienen nicht in der Lage sind, den Proteingehalt des Pollens sensorisch festzustellen (ROULSTON & CANE 2000). Daher ist auch bei *O. cornuta* davon auszugehen, dass die Weibchen den Proteingehalt des Pollens während des Sammelns nicht feststellen können. Die Bienen müssen also eine andere Möglichkeit finden, den Nachkommen eine ausgewogene und ausreichende Ernährung bereitzustellen. Dabei verproviantieren die Weibchen jede einzelne Nestzelle mit Pollen vor der Eiablage und haben nach dem Schließen der Nestzelle keine Möglichkeit mehr, die Pollenvorräte zu verändern. Nach BUDDÉ & LUNAU (2007) mischt *Osmia bicornis* Pollen unterschiedlicher Pflanzen für die Proviantierung jeder einzelnen Nestzelle, um einer möglichen Fehlverproviantierung durch Verproviantieren mit proteinarmen Pollen entgegenzuwirken. Unter der Mischung von Pollen verschiedener Pflanzen wird hier nicht das mechanische Vermischen der eingetragenen Pollenkörner verstanden; vielmehr sind gewöhnlich die einzelnen Pollenladungen, die vermutlich von Sammelflügen an verschiedenen Pollenfutterpflanzenarten stammen, als scheibchenförmige Anordnung im Pollenbrot zu erkennen. Es ist noch unklar, ob die Mischung dadurch zustande kommt, dass sich das Pollenangebot während der Proviantierung einer Nestzelle (meist ein Tag) ändert oder ob die *Osmia bicornis*-Weibchen gezielt und gegebenenfalls unter Verletzung optimaler Fouragier-Regeln oder unter Umgehung blütensteten Sammelverhaltens die Nestzellen mit Pollen verschiedener Pflanzenarten verproviantieren. Das gleiche Verhalten wird in dieser Studie auch für *Osmia cornuta* vermutet. Das Mischen verschiedener Pollenarten spielt für die Ernährung der Larven eine zentrale Rolle für eine ausreichende Proteinversorgung und eine ausgewogene Nährstoffversorgung, da die Entwicklung der Larven durch die Quantität und Qualität

des Pollenbrots beeinflusst werden kann. Der vom Muttertier in eine einzelne Nestzelle eingetragene Pollen ist die einzige Nahrungsquelle für die sich entwickelnden Larven. Daher ist neben der richtigen Mischung verschiedener Pollentypen für eine erfolgreiche Entwicklung auch die Pollenmenge entscheidend. BOSCH & VICENS (2002) konnten zeigen, dass sich bei *O. cornuta* die Pollenmenge auf das Gewicht und auf die Fitness der Nachkommen auswirkt. Größere Individuen haben außerdem erhöhte Chancen die Überwinterung im Kokon zu überleben (BOSCH & KEMP 2004).

In dieser Studie wurde untersucht, wie die solitär lebende Gehörnte Mauerbiene *Osmia cornuta* (Megachilidae, Apoidea) während ihrer Entwicklung auf die Variation der eingetragenen Verproviantierung reagiert. Dafür wurden einzelne Eier oder frisch geschlüpfte Larven auf eine reduzierte oder erhöhte Pollenmenge umgesetzt.

2. Material und Methoden

2.1. Die Gehörnte Mauerbiene *Osmia cornuta*

Bei *Osmia cornuta* handelt es sich um eine univoltine, im Frühjahr (März bis Mai) fliegende Art. Die Weibchen können durch ihr rotes Abdomen leicht von anderen Bienen

unterschieden werden. Namensgebend sind zwei kleine Hörner auf dem Kopfschild der Weibchen, die vermutlich zum Sammeln des Pollens (AMIET & KREBS 2012) und zum Bau von Nestzellen (TORCHIO 1989) verwendet werden. Die Männchen sind etwas kleiner als die Weibchen und weisen im Gegensatz zu den Weibchen eine weiße Kopfbehaarung auf. *O. cornuta* ist ausgesprochen polylektisch und nutzt auch Pollenquellen, die von anderen Bienen nicht genutzt werden, wie zum Beispiel Eiche oder Hagebutte (AMIET & KREBS 2012).

2.2. Umsetzen der Larven

Für den Versuch wurden mehrere Bambusröhrchen im Botanischen Garten der Heinrich-Heine-Universität und an einem Standort in Erkrath als Nistplatz für *O. cornuta*-Weibchen bereitgestellt. Nachdem die Weibchen die Nester fertiggestellt hatten, wurden elf Bambusröhrchen aus dem Botanischen Garten der HHU Düsseldorf und 16 von einem Standort in Erkrath geöffnet, in denen sich insgesamt 110 Nestzellen befanden. Von diesen wurden 93 Larven in drei Gruppen aufgeteilt. Die Larven wurden auf vorbereitete Nestzellen in Styrodurplatten umgesetzt (Abb. 1). Die erste Gruppe diente als Kontrollgruppe. Diese Larven erhielten die unveränderte, vom Muttertier eingetragene Pollenmenge. Die zweite



Abb. 1: Angefertigte Nestzellen aus Styrodur mit Trennstreifen und Abdeckungen aus Kopierfolie, welche mit Stecknadeln im Styrodur befestigt wurden. In den Nestzellen befinden sich ältere Larven, die bereits Kot abgesetzt haben.

Fig. 1: Nest cells built from styrofoam. The single nest cells are separated and covered with copy foil.

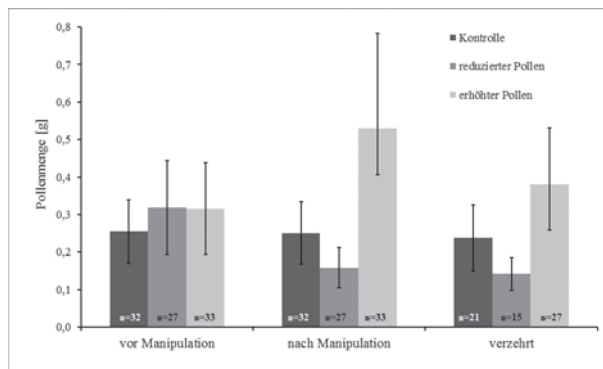


Abb. 2: Mittelwerte und Standardabweichungen der Pollenmenge vor der Manipulation (entspricht der vom Muttertier eingetragenen Pollenmasse), der Pollenmenge nach der Manipulation (entspricht der vom Untersucher manipulierten Pollenmenge) und des von den Larven gefressenen Pollens.

Fig. 2: Mean amount of pollen and standard deviation before manipulation (amount of pollen collected by female), after manipulation (reduced or raised amount of pollen due to manipulation of the researcher) and eaten amount of pollen by the larvae.

Gruppe erhielt eine reduzierte Pollenmenge (durchschnittlich wurden 68 % (19-76 %) des Pollens entnommen). Bei Larven der dritten Gruppe wurde die vorhandene Pollenmenge um durchschnittlich 50 % (8-200 %) erhöht (Abb. 2). Beim Umfüllen des Pollens wurde darauf geachtet, alle erkennbaren Schichtungen des Pollenbrots zu berücksichtigen. Nach der Entnahme des Pollens wurde das Frischgewicht ermittelt (Sartorius, MC210S). Nach der Manipulation wurde der Pollen erneut gewogen und anschließend das Ei oder die frisch geschlüpfte Larve auf den Pollen zurückgesetzt. Nachdem die Larven einen Kokon gesponnen und sich zum adulten Tier entwickelt hatten, wurden sowohl der Kokon als auch die Bienen, die restliche Pollenmenge und der Kot der Larven gewogen. Das Wiegen des Kokons diente dazu zu untersuchen, ob Larven mit erhöhtem Pollenangebot einen dichteren Kokon spinnen als Larven mit reduziertem Pollenangebot oder der Kontrollgruppe. Des Weiteren wurden die Sterberate und die Anzahl der gesponnenen Kokons dokumentiert. Anhand der morphologischen Unterschiede (Männchen mit weißer Kopfbehaarung und geringerer Körpergröße als Weibchen) zwischen Männchen

und Weibchen wurde zudem bei 50 Tieren das Geschlecht bestimmt. Da einige Bienen als Larven oder Puppen gestorben sind, wurde von diesen das Geschlecht indirekt anhand der vom Muttertier verproviantierten Pollenmenge bestimmt ($n = 93$). Fünf Larven wurden auf von Hand gesammelten Kiefernpollen umgesetzt.

2.3. Bestimmung des Pollens

Zunächst wurden die unterschiedlichen Schichten des Pollenbrots gezählt, um angeben zu können, von wie vielen Blüten verschiedener Pflanzenfamilien Pollen gesammelt wurde. Danach wurden mit Hilfe eines Lichtmikroskops (Axio Scope.A1 Zeiss) und des Programms Axio Vision die mikroskopierten Pollenkörner fotografiert, ausgemessen und mit Hilfe eines Pollen-Herbars des Instituts für Sinnesökologie der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf bis zur Pflanzenfamilie bestimmt.

2.4. Statistik

Die Rohdaten wurden in Microsoft Office Excel 2007 eingetragen. Diagramme, Mittel-

werte, Standardabweichungen sowie die Regressionsgeraden wurden ebenfalls mit Excel erstellt. Für alle statistischen Tests wurde das Statistikprogramm Ri386 2.15.2 verwendet.

3. Ergebnisse

3.1. Pollenbestimmung

In den Nestzellen von *Osmia cornuta* befanden sich durchschnittlich $2,27 \pm 1,07$ Schichten unterschiedlicher Pollenarten im Pollenbrot. Besonders häufig wurde Pollen von Fabaceae (44 Nestzellen), Fagaceae (36 Nestzellen), Ranunculaceae (34 Nestzellen), Aceraceae (29 Nestzellen), Lamiaceae (23 Nestzellen) und Rosaceae (20 Nestzellen) gesammelt. Des Weiteren fanden wir in den Nestzellen Pollen von Betulaceae (15 Nestzellen), Boraginaceae (zwölf Nestzellen), Papaveraceae (sieben Nestzellen) und Asteraceae (fünf Nestzellen). Durch die experimentelle Manipulation wurde die vom Muttertier eingetragene Pollenmasse um durchschnittlich 50 % reduziert beziehungsweise 60 % erhöht. Larven nahmen bei einem erhöhten Pollenangebot mehr Pollen zu sich als Larven der Kontrollgruppe (Abb. 2). In der Kontrollgruppe betrug die Pollenmenge $0,251 \pm 0,083$ g, wovon die Larven $0,237 \pm 0,088$ g (94 %) fraßen. Larven mit einem erhöhten Pollenangebot

erhielten $0,529 \pm 0,254$ g Pollen, wovon $0,380 \pm 0,150$ g (72 %) Pollen verzehrt wurde. Bei einem reduzierten Pollenangebot erhielten die Larven $0,158 \pm 0,053$ g Pollen, wovon sie $0,142 \pm 0,044$ g (90 %) vertilgten.

Unter den 93 Versuchstieren befanden sich signifikant mehr Männchen als Weibchen. Die Anzahl der Männchen belief sich auf 61 Individuen und die der Weibchen auf 32. In den Nestzellen, in denen sich männliche Nachkommen befanden, wurde von dem Weibchen signifikant weniger Pollen eingetragen als in den Nestzellen, in denen weiblichen Nachkommen waren (Abb. 3). Die Weibchen verproviantierten für männliche Nachkommen $0,249 \pm 0,031$ g und für weibliche Nachkommen $0,387 \pm 0,028$ g Pollen (Frischgewicht).

Die Menge des abgegebenen Kots korrelierte signifikant positiv mit der Menge des aufgenommenen Pollens; der Korrelationskoeffizient betrug für die Larven der Kontrollgruppe 0,957, für die Larven mit vermindertem Pollenangebot 0,854 und für Larven mit vergrößertem Pollenangebot 0,808.

3.2. Körpergewicht

Die Manipulation der Pollenmenge zeigte Auswirkungen auf das Gewicht der Larven. Bei einem erhöhten Pollenangebot

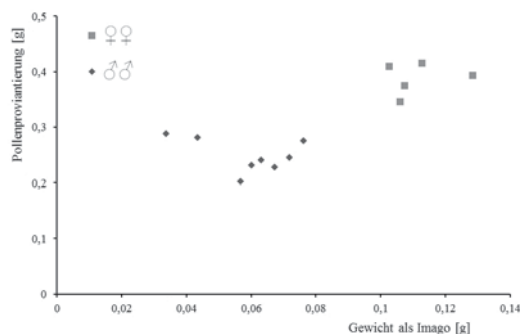


Abb. 3: Abhängigkeit des Gewichts der männlichen und weiblichen Nachkommen von der Pollenverproviantierung der *Osmia cornuta*-Weibchen innerhalb der Kontrollgruppe.

Fig. 3: Dependence of provisioning of pollen by the *Osmia cornuta*-females from the weight of male and female offspring within the control group.

erreichten sowohl Weibchen (Abb. 4a) als auch Männchen (Abb. 4b) ein signifikant erhöhtes Körpergewicht im Vergleich zu Tieren denen eine reduzierte Pollenmenge zur Verfügung stand (Tukey-Test: ♂♂: $p = 0,0005$; ♀♀: $p = 0,003$; Abb. 4). Bei einem erhöhten Pollenangebot und innerhalb der Kontrollgruppe waren die Weibchen signifikant schwerer als die Männchen (Tukey-

Test: Kontrollgruppe: $p = 0,026$; erhöhtes Pollenangebot: $p = 0,0019$). Männliche und weibliche Nachkommen, denen ein reduziertes Pollenangebot zur Verfügung stand, wiesen keinen signifikanten Gewichtsunterschied auf (Tukey-Test: $p = 0,969$). Der Gewichtsunterschied zwischen männlichen und weiblichen Nachkommen kann somit auf die verzehrte (angebotene) Pollenmenge

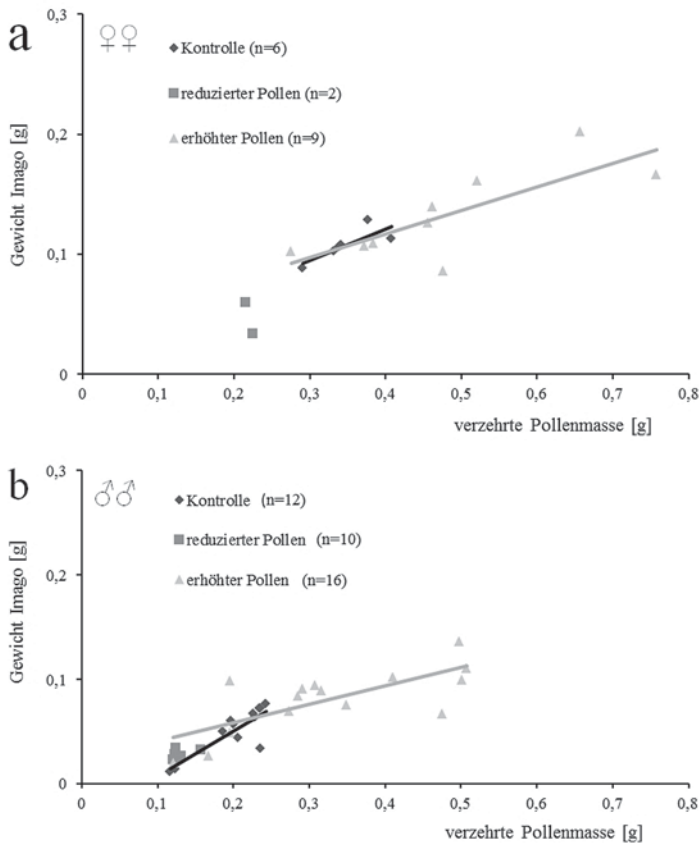


Abb. 4: Gewicht der (a) adulten Weibchen (Pearson Korrelationsanalyse: Kontrollgruppe: $p = 0,05$, $R^2 = 0,646$; reduzierte Pollenmenge: Stichprobe zu gering; erhöhte Pollenmenge: $p = 0,001$, $R^2 = 0,554$) und (b) der adulten Männchen von *Osmia cornuta* in Abhängigkeit der verzehrten Pollenmenge (Pearson Korrelationsanalyse: Kontrollgruppe: $p = 0,0005$, $R^2 = 0,719$; reduzierte Pollenmenge: $p = 0,024$, $R^2 = 0,356$; erhöhte Pollenmenge: $p = 0,0016$, $R^2 = 0,549$).

Fig. 4: Body weight of (a) female (Pearson correlation: control group: $p = 0.05$, $R^2 = 0.646$; reduced amount of pollen: sample size too small; raised amount of pollen: $p = 0.001$, $R^2 = 0.554$) and (b) male imagines of *Osmia cornuta* in dependence of the eaten amount of pollen. (Pearson correlation: control group: $p = 0.0005$, $R^2 = 0.719$; reduced pollen: $p = 0.024$, $R^2 = 0.356$; raised pollen: $p = 0.0016$, $R^2 = 0.549$).

zurückgeführt werden. Eine Korrelation zwischen der als Larve verzehrten Pollenmenge und dem Körpergewicht als Imago ist in allen Gruppen zu erkennen (Abb. 4).

3.3. Besonderheiten der Entwicklung

Es konnten unterschiedliche Auswirkungen der variablen Verproviantierung festgestellt

werden. Die Pollenmenge wirkte sich besonders auf die Mortalität und das Verhalten, einen Kokon zu spinnen, aus. Der Anteil der Tiere, die keinen Kokon spannen, war vom Pollenangebot abhängig (Abb. 5a). Larven mit einem reduzierten Pollenangebot hatten signifikant seltener einen Kokon gesponnen als Larven der Kontrollgruppe (57 %) (Vierfelder Chi²: $p = 0,002$). 10 % der Larven

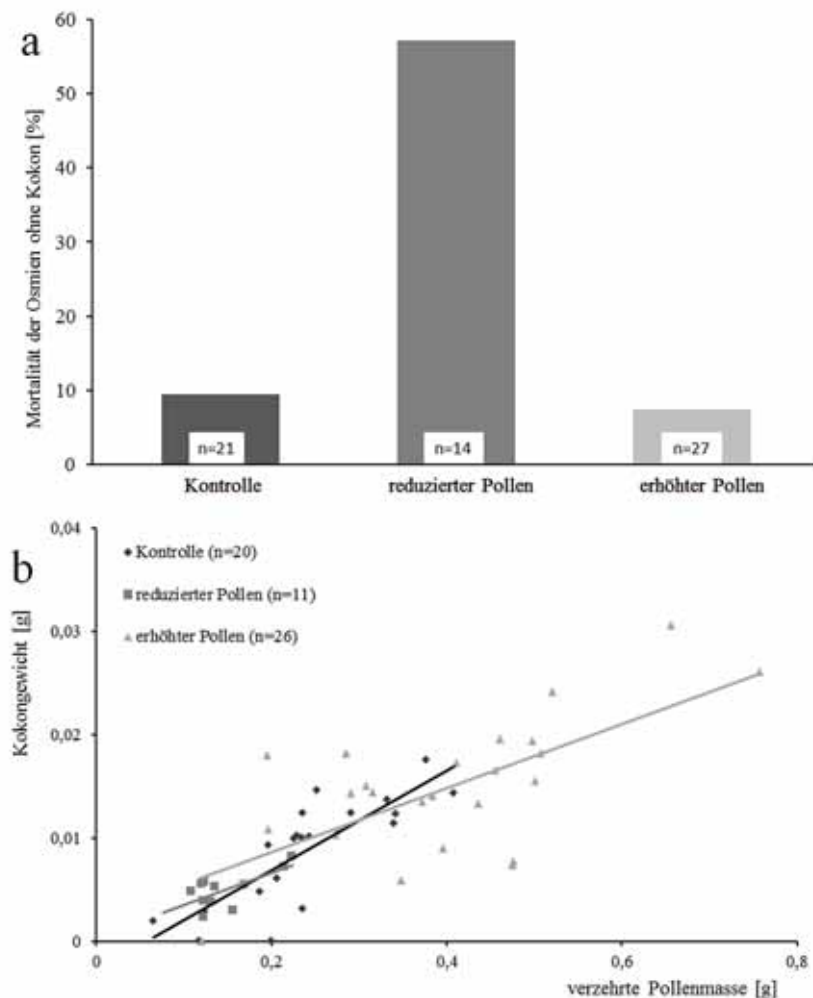


Abb. 5: (a) Prozentualer Anteil der überlebenden *Osmia cornuta* ohne Kokon. (b) Gewicht der Kokons in Abhängigkeit der gefressenen Pollenmenge (Pearson Korrelationsanalyse: Kontrollgruppe $p = 0,00001$, $R^2 = 0,664$; reduzierter Pollen: $p = 0,019$, $R^2 = 0,477$; erhöhte Pollenmenge: $p = 0,00016$, $R^2 = 0,455$).

Fig. 5: (a) Percentage of surviving *Osmia cornuta* without a cocoon. (b) Weight of the cocoons depending on the amount of eaten pollen (Pearson correlation: control group: $p = 0.00001$, $R^2 = 0.664$; reduced amount of pollen: $p = 0.019$, $R^2 = 0.477$; raised amount of pollen: $p = 0.00016$, $R^2 = 0.455$).

der Kontrollgruppe haben keinen Kokon gesponnen, wohin gegen die Anzahl der sich entwickelnden Tiere ohne Kokon bei Larven mit erhöhtem Pollenangebot bei 7 % lag. Das zeigt, dass Larven bei einem erhöhten Pollenangebot häufiger einen Kokon spinnen. Durch die erhöhte Aufnahme von Pollen ergaben sich außerdem dichtere Kokons als in der Kontrollgruppe und bei einem reduzierten Pollenangebot (Abb. 5b; ungepaarter t-Test, $p = 0,003$, $p = 0,00005$). Kokons von Larven der Kontrollgruppe unterschieden sich im Gewicht nicht signifikant von Kokons von Larven mit reduziertem Pollenangebot (ungepaarter t-Test, $p = 0,069$). Bei Larven mit einem erhöhten Pollenangebot lag die Sterberate bei 17 % (fünf von 30 Tieren). Im Vergleich dazu starben innerhalb der Kontrollgruppe 38 % (zehn von 26 Individuen) (Abb. 6). Larven mit einem reduzierten Angebot an Pollen wiesen eine erhöhte 217 Mortalität auf (60 %; zwölf von 20 Tieren). Die Sterberate war bei Tieren mit reduziertem Pollenangebot gegenüber der Kontrollgruppe um 22 % erhöht. Signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen bezüglich der Mortalität konnten nicht festgestellt werden (Vierfelder 220 Chi²-Test, Kontrolle<->red. Pollenmasse: $p = 0,147$; Kontrolle<->erhöhte Pollenmasse: 221, $p = 0,066$). Larven, die auf Kiefernpollen umgesetzt wurden, fraßen zwar von

dem Pollen, zeigten jedoch keinerlei Wachstum und starben nach etwa zwei Wochen.

4. Diskussion

Die Pollenbestimmung des im Pollenbrot enthaltenen Pollens hat gezeigt, dass *Osmia cornuta* ihren Nachkommen eine Mischung von Pollen von Arten aus verschiedenen Pflanzenfamilien als Nahrung zur Verfügung stellt. Anhand der Pollenproben wurde deutlich, dass die Bienen unter anderem sowohl toxischen (z. B. Asteraceae; PRAZ et al. 2008) als auch proteinarmen Pollen windbestäubter Pflanzenfamilien (z. B. Betulaceae; ROULSTON et al. 2000) für die Proviantierung der Nestzellen sammelten. Vermutlich ist *O. cornuta* nicht in der Lage, anhand einer Geschmacksprobe während des Sammelns zu testen, ob gesammelter Pollen toxisch oder proteinarm ist. Das lässt vermuten, dass das Pollenbrot durch die Mischung unterschiedlichen Pollens für die Nachkommen verträglich wird. Larven, denen lediglich proteinarmer Kiefernpollen zur Verfügung stand, zeigten kein Wachstum und starben nach durchschnittlich 14 Tagen. Für das Stagnieren des Wachstums und den frühen Tod der Larven könnte es mehrere Gründe geben. Das Sterben der Larven könnte auf den fehlenden Nektar, der eigentlich vom Muttertier unter den

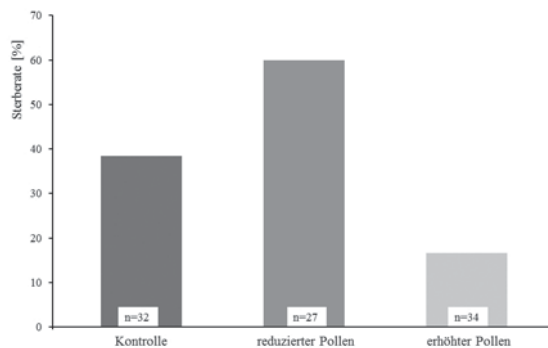


Abb. 6: Mortalität aller Individuen von *Osmia cornuta* ausgenommen derer, die durch Parasitierung gestorben sind.

Fig. 6: Mortality rate of *Osmia cornuta* except those, which died due to parasitism.

Pollen gemischt wird, zurückzuführen sein. Jedoch ist bekannt, dass *Osmia bicornis*, die im Nistverhalten sehr ähnlich zu *O. cornuta* ist, in einigen Fällen gar keinen Nektar verproviantiert (WESTRICH 1990). Ein anderer Grund könnte eine Toxizität des Pollens sein, jedoch ist bisher nicht bekannt, dass Kiefernpollen toxisch auf *Osmia*-Larven wirkt. Es besteht auch die Möglichkeit, dass die Larven aufgrund des geringen Proteingehalts nicht genügend Energie aufnehmen konnten, um das Wachstum und die weitere Entwicklung zu durchlaufen. Das Ergebnis kann als Beleg gesehen werden, dass eine schlechte Qualität des Pollens durch proteinarmen (eventuell toxischen) Pollen die Entwicklung der Larven negativ beeinflusst und sogar zum Tod führen kann.

Im Pollenbrot wurden eine bis maximal sieben Schichten festgestellt. Nestzellen eines Weibchens werden meist mit Schichten der gleichen Reihenfolge verproviantiert, was vermuten lässt, dass die Weibchen zu bestimmten Tageszeiten an bestimmten Pflanzen Pollen zur Verproviantierung sammeln. Die Voraussetzung hierfür wäre jedoch, dass die Weibchen jeweils eine Nistzelle am Tag fertig stellten (vgl. WESTRICH 1990).

Das Weibchen besitzt eine Spermathek. In dieser wird nach der Paarung das Sperma der Männchen gespeichert. Erst kurz vor der Eiablage wird das Sperma an das vorbeilaufende Ei abgegeben (GULLAN & CRANSTON 2010). Dadurch ist das *O. cornuta*-Weibchen in der Lage zu bestimmen, ob ein Ei unbefruchtet bleibt (also ein männlicher Nachkomme entsteht) oder befruchtet wird (ein weiblicher Nachkomme entsteht) (GERBER & KLOSTERMEYER 1969). Daraus wird deutlich, dass das Weibchen schon vor oder während der Verproviantierung der Zellen entschieden hat, ob ein weiblicher oder männlicher Nachkomme entsteht. Dieses Verhalten spiegelt sich auch in der Lage von männlichen und weiblichen Nachkommen innerhalb der Nestzellen wider. Die Männchen sind meist in den

vorderen und die Weibchen in den hinteren Nestzellen zu finden. Die Anordnung der Geschlechter innerhalb des Nestes steht in Zusammenhang mit den Schlupfzeiten der Geschlechter (BOSCH 1994), denn bei Mauerbienen besteht eine Proterandrie (AMIET & KREBS 2012). Männchen schlüpfen etwa 10-14 Tage vor den Weibchen (ULBRICH 2005). Die Fehlerquote der Eiablage von Männchen und Weibchen in der richtigen Reihenfolge liegt bei etwa 9 %, was zeigt, dass die Bienenweibchen instinktiv die richtige Reihenfolge der Eiablage festlegen, so dass die Männchen durch die Lage in den vorderen Nestzellen in der Lage sind, zuerst zu schlüpfen (AMIET & KREBS 2012).

Es konnte beobachtet werden, dass sich einige Larven zur Puppe und schließlich zur Imago entwickelt haben, ohne einen Kokon zu spinnen. Die Ergebnisse zeigen, dass der größte Anteil der überlebenden *O. cornuta* ohne Kokon bei Larven gefunden wurde, denen eine reduzierte Pollenmenge zur Verfügung stand. Larven der Kontrollgruppe und mit einem erhöhten Pollenangebot wiesen einen wesentlich geringeren Prozentsatz an entwickelten Puppen oder Imagines ohne Kokon auf. Daraus kann geschlossen werden, dass Larven bei einem sehr geringen Pollenangebot keinen vor Austrocknung und Parasitismus schützenden Kokon spinnen und stattdessen die gesamte aus dem Pollen gewonnene Energie in die Entwicklung zur Imago investieren. Des Weiteren konnte festgestellt werden, dass das Kokongewicht von der verproviantierten Pollenmenge abhängig ist. *O. cornuta* mit einem erhöhten Pollenverzehr haben signifikant schwerere Kokons. Das ist einerseits darauf zurückzuführen, dass die Tiere, die mehr Pollen zu sich genommen hatten als Adulte, ein höheres Gewicht aufwiesen und somit einen größeren Kokon benötigten. Andererseits könnte vermutet werden, dass bei einem erhöhten Pollenangebot die Energie, die für die weitere Entwicklung nicht mehr benötigt wurde, in das Spinnen eines dichteren Kokons einge-

flossen ist, um den Schutz vor Parasiten und Austrocknung zu erhöhen.

Zudem konnte gezeigt werden, dass Männchen und Weibchen bei einem erhöhten Pollenangebot signifikant größer waren als bei einem reduzierten Pollenangebot. Der von den Larven produzierte Kot gab keine Anhaltspunkte dafür, dass Larven bei erhöhtem Pollenangebot möglicherweise vermehrt nicht verwertbare Nahrung ausscheiden und daher mehr koten. Eine erhöhte Körpergröße der Nachkommen kann den Reproduktionserfolg steigern, da größere Individuen eine erhöhte Chance haben, unversehrt zu überwintern (BOSCH & KEMP 2004). Ein Vorteil für größere Weibchen ist, dass sie schneller fliegen und somit mehr Blüten besuchen können. Das lässt sie die Nestzellen schneller verproviantieren (PYKE 1978). Dadurch kann sowohl das Risiko der Parasitierung an offenen Nestzellen minimiert als auch die Zahl der Nachkommen durch eine erhöhte Anzahl an angelegten Nestzellen gesteigert werden. Auch bei den Männchen ergibt sich durch eine erhöhte Körpergröße ein erhöhter Reproduktionserfolg (RAW & O'TOOLE 1979). Gewöhnlich kommt es bei *O. cornuta* zu mehr männlichen als weiblichen Nachkommen (WESTRICH 1990). Durch die hohe Anzahl an Männchen kommt es bei der Paarung oft zu regelrechten Kämpfen, bei denen größere Männchen bessere Chancen haben, zu gewinnen und somit den eigenen Fortpflanzungserfolg zu erhöhen (RAW & O'TOOLE 1979).

Unsere Ergebnisse zeigen ebenfalls eine höhere Anzahl an Männchen gegenüber Weibchen. Ein Grund für die Überzahl an männlichen Nachkommen könnte sein, dass die Weibchen bei schlechten Wetterverhältnissen, wie sie im Frühjahr 2013 gegeben waren, mehr männliche Nestzellen angelegt haben, da sie in diese weniger Pollen eintragen müssen (WESTRICH 1990). Bei einem reduzierten Pollenangebot hatten Männchen und Weibchen die gleiche Größe. Das gibt einen Hinweis darauf, dass

die verzehrte Pollenmenge für den Sexualdimorphismus in der Größe bei *Osmia cornuta* entscheidend sein könnte. Die Ergebnisse zeigen außerdem, dass die Männchen in der Kontrollgruppe und bei einem erhöhten Pollenangebot zwar größer waren, als bei einem reduzierten Pollenangebot, jedoch signifikant kleiner waren als die Weibchen der jeweiligen Gruppen. Das könnte daran liegen, dass die Männchen auch bei einem erhöhten Pollenangebot weniger Pollen gefressen haben als die Weibchen und somit eine geringere Körpergröße als Imago aufwiesen.

Literatur

- AMIET, F., & KREBS, A. (2012): Bienen Mitteleuropas: Gattung, Lebensweise, Beobachtung. Haupt; Bern-Stuttgart-Wien.
- BOSCH, J. (1994): Improvement of field management of *Osmia cornuta* (Latreille) (Hymenoptera, Megachilidae) to pollinate almond. *Apidologie* 25: 71-83.
- BOSCH, J., & VICENS, N. (2002): Body size as an estimator of production costs in a solitary bee. *Ecological Entomology* 27: 129-137.
- BOSCH, J., & KEMP, W.P. (2004): Effect of pre-wintering and wintering temperature regimes on weight loss, survival, and emergence time in the mason bee *Osmia cornuta* (Hymenoptera: Megachilidae). *Apidologie* 35: 496-479.
- BUDDE, J., & LUNAU, K. (2007): Rezept für ein Pollenbrot. *Entomologie heute* 19: 173-179.
- GERBER, H.S., & KLOSTERMEYER, E.C. (1969): Sex control by bees: A voluntary act of egg fertilization during oviposition. *Science* 167: 82-84.
- GULLAN, P.J., & CRANSTON, P.S. (2010): The Insects: an outline of Entomology. Wiley-Blackwell; Chichester.
- PRÄZ, C., MÜLLER, A., & DORN, S. (2008): Specialized bees fail to develop on non-host pollen: do plants chemically protect their pollen? *Ecology*, 89: 795-804.
- PYKE, G.H. (1978): Optimal body size in bumblebees. *Oecologia* 34: 255-266.
- RADMACHER, S., & STROHM, E. (2009): Factors affecting offspring body size in the solitary bee *Osmia bicornis* (Hymenoptera, Megachilidae). *Apidologie* 41: 169-177.

- RAW, A., & O'TOOLE, C. (1979): Errors in the sex of eggs laid by solitary bee *Osmia rufa* (Megachilidae). Behaviour 70: 1-2.
- ROULSTON, T.H., CANE, J.H., & BUCHMANN, S.L. (2000): What governs protein content of pollen: pollinator preferences, pollen-pistil interactions or phylogeny? Ecological Monographs 70: 617-643.
- ROULSTON, T.H., & CANE, J.H. (2000): Pollen nutritional content and digestibility for animals. Plant Systematics and Evolution 222: 287-299.
- SKANSKY, F., & RODRIGUEZ, J.G. (1986): Nutritional ecology of insects, mites, spiders and related invertebrates. Wiley-Blackwell; Chichester.
- TORCHIO, P.F. (1989): In-nest biologies and development of immature stages of three *Osmia* species (Hymenoptera: Megachilidae). Annals of the Entomological Society of America 82: 599-615.
- ULBRICH, K. (2005): Understanding ecological models – studies with *Osmia rufa*. Hercynia 38: 125-136.
- WESTRICH, P. (1990): Die Wildbienen Baden-Württembergs Allgemeiner Teil. Eugen Ulmer; Stuttgart.
- WESTRICH, P. (1996): Habitat requirements of central European bees and problems of partial habitats. The conservation of bees. Academic Press; London.

BSc Laura Uekötter
Prof. Dr. Klaus Lunau
Institut für Sinnesökologie
Department Biologie
Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Universitätsstr. 1
D-40225 Düsseldorf
E-Mail: Laura.uekoetter@gmail.com
Lunau@uni-duesseldorf.de

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Entomologie heute](#)

Jahr/Year: 2014

Band/Volume: [26](#)

Autor(en)/Author(s): Uekötter Laura, Lunau Klaus

Artikel/Article: [Einfluss der Pollenverproviantierung auf die Entwicklung der Mauerbiene *Osmia cornuta*. How pollen provisioning influences the development of the mason bee *Osmia cornuta* 111-121](#)