

Bes Freilandgehege zeigte drei Geierarten mit mehreren Individuen, die allesamt flugunfähig waren und in der Anlage versorgt und beobachtet werden. Schautafeln geben zu jeder Geierart Informationen über ihren Lebensraum und allgemeine Daten. Der Mönchsgeier, von denen zwei Exemplare auf der Anlage waren, erreicht ein Gewicht bis zu 11,5 kg (Abbildung 3). Sein Lebensraum befindet sich in bewaldeten Gebirgslandschaften im zentralen Europa über Vorderasien bis nach Korea. Seine Brutzeit ist von Februar bis April, wobei er eine monogame Dauerehe führt mit einem Ei und einer Brut im Jahr. Die Brutdauer beträgt etwa 55 Tage und die Küken werden nach ca. 120 Tagen flügge. Der Bestand beträgt weltweit ca. 10.000 Vögel, wobei etwa ein Viertel davon in Europa nistet. Mönchsgeier sind in Deutschland selten anzutreffen; ihr Bestand ist potenziell gefährdet. In Mallorca gibt es die einzige Inselform. Die weiteren Geierarten im Gehege waren Gänsegeier (*Gypus fulvus*), Bartgeier (*Gypaetus barbatus*) und Schmutzgeier (*Neophron percnopterus*), wobei die letzten beiden genannten Arten ebenfalls potenziell

bzw. sehr stark gefährdet sind. Alle Geierarten konnten vom Beobachtungshaus des Geheges aus der Nähe sehr gut beobachtet werden, da sie zu diesem Zweck mit Kadavern von Schafen in den Vordergrund gelockt wurden.

Abschließend sei für Vogelliebhaber noch das einmalige Vogelschutzgebiet „Albufera“ erwähnt, das ebenfalls im Norden Mallorcas zwischen den Städten Alcudia und Can Picafort liegt und bei kostenlosem Zugang täglich geöffnet hat. Etwa 1 km hinter dem Eingang liegt das Besucherzentrum mit kostenlosem Informationsmaterial und einer Ausleihe von Ferngläsern. In diesem ca. 1600 Hektar großen Feuchtgebiet verlaufen vier gut beschilderte Tourenwege mit Beobachtungshütten. Mehr als 300 Vogelarten konnten hier bisher beobachtet werden, darunter einige seltene Brutvogelarten. Dieses Naturschutzgebiet bietet für viele europäische Vögel ein wichtiges Überwinterungsgebiet und einen Zwischenstopp für Zugvögel.

Literatur

- [1] B. V. C. F. - Black Vulture Conservation Foundation, Calle Josep Coll, 55 A,

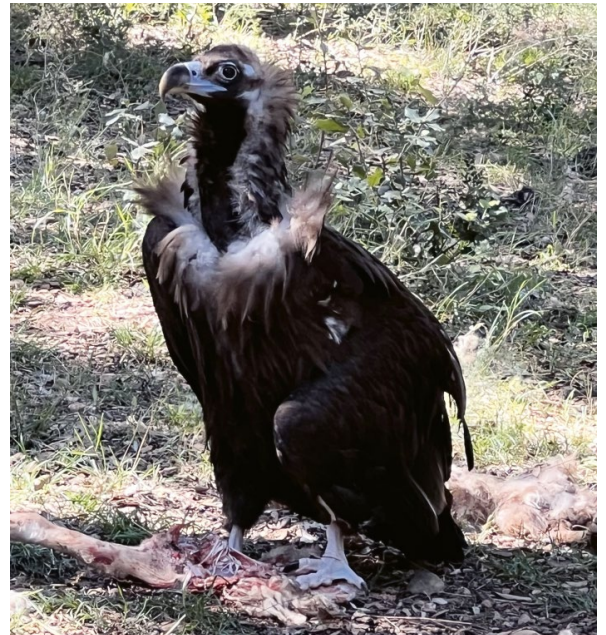


ABB. 3 Adulter Mönchsgeier bei der Fütterung im Außengehege der Finca Son Pons auf Mallorca. Foto: Cornelia Clauss.

07360 Lloseta, Tel. (971) 885040,
E-mail: bvc@jet.es, <http://bvcf.eu/>

- [2] F.V.S.M. - Fundación Vida Silvestre Mediterránea, Finca Son Pons s/n Campanet – Mallorca, España, E-mail: info@procustodia.org, <http://www.fvsm.eu>

Wolfgang und Cornelia Clauss,
Gießen

PALÄONTOLOGIE

Sensoren für eine eusoziale Lebensweise bei fossilen Ameisen

Von Fossilien auf das Verhalten der Tiere zu schließen ist naturgemäß schwierig. Gemeinsam eingebettete Exemplare können daher wichtige Hinweise geben. Insbesondere sozial lebende Arten müssen aber auch miteinander kommunizieren können. Sinnesorgane wie etwa Chemosensoren auf den Fühlern von Insekten können somit wichtige Hinweise auf eine eusoziale Lebensweise liefern.

Eusoziale – also in „Staaten“ lebende Insekten – haben alleine aufgrund ihrer großen Individuenzahl eine enorme ökologische Bedeutung. Schätzungen gehen davon aus, dass es auf der Erde 20 Quadrillionen ($20 \cdot 10^{15}$) Ameisen gibt. Die Ameisen

können es daher bezüglich ihrer Biomasse durchaus mit den Menschen aufnehmen. Die ersten Stammgruppenvertreter der Ameisen haben sich kurz nach dem Beginn der Kreidezeit vor 145 Mio. Jahren entwickelt. Erste fossil doku-

mentierte Ameisen werden auf ein Alter von etwa 100 Mio. Jahren datiert. Doch wie lässt sich ermitteln, ob diese frühen Ameisen bereits eusozial lebten?

Hinweise auf eine solche Lebensweise liefern z. B. flügellose weibliche Tiere, vor allem wenn diese – eingebettet in Bernstein – gemeinsam auftreten und dabei miteinander interagieren, bzw. sich um die Brut kümmern. Verschiedene Beispiele hierfür liegen für die fossile Gattung *Geronotofornica* vor. Auch der Besitz von für Ameisen typischen Metapleuraldrüsen kann ein Hinweis auf eine eusoziale Lebensweise sein. Das Sekret dieser Drüsen wirkt antimikrobiell, was im dichten Gedränge eines Ameisenbaus, in dem Infektionen



ABB. 1 Bernsteineinschluss der fossilen Ameise *Gerontoformica gracilis*. Der Größenmaßstab entspricht 0,2 mm. Abb. aus [1].

leicht übertragen werden, von Vorteil sein kann. Ryo Tanaguchi et al. haben jetzt einen weiteren Weg gewählt, um Hinweise auf eine eusoziale Lebensweise bei fossilen Ameisen zu finden [1].

Wer sozial lebt, muss zwangsläufig mit seinen Artgenossen kommunizieren. Dies geschieht bei Ameisen zu einem erheblichen Teil durch Pheromone. Da es sich bei diesen Pheromonen um sehr flüchtige Substanzen handelt, sind sie nach etlichen Millionen Jahren in Bernstein nicht mehr nachweisbar. Was sich aber nachweisen lässt, sind die Sinnesorgane, mit denen Ameisen die Pheromone wahrnehmen. Jede ihrer Antennen enthält zahlreiche Mikrometer große Sensillen aus innervierten Kutikulahaaren, die sich morphologisch unterscheiden lassen. Von einer stabilen Chitinschicht umgeben, bleiben diese Sensillen auch bei Fossilien erhalten. Problematisch ist aber ihre geringe Größe, die jenseits der Auflösungsgrenze üblicherweise verwendeter Bildgebungsverfahren liegt. Durch hochauflösende Bilder, die mit Hilfe eines Laser-Scanning-Mikroskops aus verschiedenen Blickwinkeln gewonnen wurden, konnten jetzt allerdings die Antennensensillen der fossilen Art *Gerontoformica gracilis* (Abbildung 1) sichtbar gemacht werden.

Verschiedene Typen von Sensillen

Die Fühler dieser Stammgruppenart sind genau wie bei modernen weib-

lichen Ameisen aufgebaut. Sie bestehen aus dem langen Fühlerschaft (Scapus), dem Wendeglied (Pedicellus) – das so heißt, weil ab diesem Glied der Fühler in eine etwas andere Richtung weist (der „Knick“ im Ameisenfühler) – und zehn Flagellengliedern (den Flagellomeren). Diese Tiere sind also Weibchen; bei Männchen wären es elf Flagellomere. Insgesamt konnten vier Sensillentypen identifiziert werden: daumenförmige Zapfen (Sensilla basoconia), winzige, zur Fühlerbasis gerichtete Haare (Sensilla trichodea), die manchmal säbelförmig gekrümmt sind (Sensilla trichodea curvata) und borstenförmige Sensillen mit dickeren Wänden (Sensilla chaetica), die nicht von den Trichoid-II-Sensillen unterschieden werden konnten. Drei weitere, grubenförmige Sensillentypen, die bei modernen Ameisen vorkommen (Sensilla ampullacea, coenoconica und coelocapitula), wurden nicht entdeckt.

Die Sensilla trichodea curvata treten ausschließlich bei Ameisen auf, bei denen sie Alarmpheromone detektieren, die dann ein Flucht- oder Angriffsverhalten auslösen. Wahrscheinlich haben sie sich aus den Sensilla placodea entwickelt, die bei anderen Hautflüglern auftreten und aus einer flachen Platte bestehen. Durch ihre verlängerte Gestalt bei Ameisen wurde ihre Oberfläche vergrößert, so dass sie Moleküle besser detektieren können. Ihr Auftreten bei *Gerontoformica gracilis* zeigt, dass diese fossilen Ameisen sich wahrscheinlich bereits über Alarmpheromone verständigten und so koordiniert auf Gefahren reagieren konnten.

Die Sensilla basiconia sind Kontakt-Chemorezeptoren, die bei eusozialen Hautflüglern (neben Ameisen auch Wespen oder Honigbienen), dazu eingesetzt werden, um Nestgenossinnen von fremden Tieren zu unterscheiden. Dies geschieht durch Wahrnehmung der Kolonie-spezifischen Hydrokarbonsäuren in der Kutikula. Um diese Funktion optimal erfüllen zu können, sind die

Sensilla basiconia bei eusozialen Hautflüglern vor allem auf dem dorsalen Bereich der Antennen und an deren Innenseite konzentriert. Eben-diese Anordnung wurde auch bei *Gerontoformica gracilis* gefunden, was auf die Fähigkeit hindeutet, Nestgenossinnen erkennen zu können.

Der Weg zur ökologischen Dominanz

Ameisen sind dank ihrer eusozialen Lebensweise heute weltweit verbreitet und häufig. Davon kann sich jeder ein Bild machen, der sich im Sommer in der Natur auf die Suche nach Insekten macht: Die Wahrscheinlichkeit, auf dem Boden oder auf Blättern zumindest auf einzelne Ameisen zu treffen, ist hoch. In der Kreidezeit waren Ameisen aber noch wesentlich seltener. Nur etwa ein Prozent aller Bernsteineinschlüsse ist eine Ameise. Dies ändert sich erst in der Erdneuzeit: Im späten Paläozän bzw. im frühen Eozän, also vor rund 55 Mio. Jahren, erreichen die Ameisen unter den Bernsteineinschlüssen bereits zehn Prozent und im Neogen – also in der Zeit vor 34 Mio. Jahren bis heute – steigt ihr Anteil dann sogar auf 20 Prozent an. Eusozial waren die Ameisen aber wahrscheinlich bereits in der Kreidezeit, wie die hier vorgestellte Untersuchung zu ihren Antennensensillen nochmals bestätigt. Warum waren die Ameisen damals also noch so selten? Ein Grund hierfür könnte in der geringen Koloniegroße der kreidezeitlichen Ameisen liegen. Auch heute noch bilden viele ursprüngliche Ameisengruppen eher kleine Kolonien. Erst als einige Ameisengruppen dann die Fähigkeit zur Bildung großer Kolonien erworben hatten, konnten die Ameisen in ihren Lebensräumen zur ökologischen Dominanz aufsteigen.

Literatur

- [1] R. Tanaguchi et al. (2024). Sci. Adv. 10, eadp3623.

Johannes Sander,
Halver