

Die Untersuchung an dem vergrößerten Modell der Antennen von *S. cynthia* ergab, dass die Geometrie der Antenne entscheidend für die hochempfindliche Detektion von Pheromonmolekülen ist. Die Ergebnisse an dem kleinen Ausschnitt der komplexen Antenne zeigen, dass die Sensitivität bei den Fluggeschwindigkeiten dieser Pfauenspinners-Art optimal ist. Die Autoren gehen davon aus, dass durch detaillierte Untersuchungen der Geometrien der Antennen von verschiedenen Saturniidae-Arten noch viele spannende und technisch inspirierende Erkenntnisse zu gewinnen sind.

[JAFFAR-BANDIEE M, STEINMANN T, KRIJNEN G & CASAS J (2020) Insect pectinate antennae maximize odor capture efficiency at intermediate flight speed. *Proc. Nat. Acad. Sci.* 117, 28126–28133] H. Binder

■ „Tarnkappen“-Flügel von Nachtschmetterling: ein Metamaterial?!

Manche Materialien mit entsprechender Beschaffenheit zeigen bei Wechselwirkung mit elektromagnetischen Wellen oder mit Druckwellen außerordentliche Effekte. Sie werden als Metamaterialien bezeichnet. Ein Beispiel dafür sind sogenannte Tarnkappen: Aufgrund sehr feiner und regelmäßiger Oberflächenstrukturen lässt sich z.B. der Brechungsindex des Lichts so beeinflussen, dass das Objekt bei entsprechendem Licht unsichtbar wird. In manchen Definitionen für Metamaterialien wird betont, dass solche Materialien aufwändig konzipiert werden müssen und in der Natur nicht vorkommen.

Nun haben NEIL et al. (2020) eine Arbeit veröffentlicht, in deren Titel sie die Flügel von Nachtschmetterlingen als akustische Metamaterialien bezeichnen. Durch den Aufbau des Flügelsystems sind die Nachtfalter vor Fledermäusen, die sie mit Hilfe akustischer Signale und Echoortung jagen, mit einer Tarnkappe geschützt. Sie können sich damit der Ultraschallortung durch diese Fressfeinde weitgehend entziehen. Die komplexen Schuppen auf den Fal-



Abb. 1 Chinesischer Eichenseidenspinner (*Antheraea pernyi*), ein Nachtfalter, an dem NEIL et al. (2020) aufgrund von elektronenmikroskopischen und mikrocomputertomographischen Aufnahmen zeigen konnten, dass die Struktur der Flügel diese als akustisches Metamaterial ausweist. (Kugamazog commonswiki, CC BY-SA 2.5)

terflügeln absorbieren 72 % der Schallintensität bei einer Frequenz von 78 kHz. Durch die Kombination der einzelnen Schuppen mit der sehr dünnen, vernetzten Flügelmembran bilden sie einen akustischen Breitbandabsorber, der wie eine akustische Tarnkappe gegenüber dem Ortungssystem der Fledermäuse wirkt. Die Autoren bemerken, dass diese ultradünnen Strukturen, die als akustisches Metamaterial wirken, interessante Möglichkeiten zur Lärmdämmung aufzeigen. Sie argumentieren mit dem Stereotyp der evolutionären Reaktion der Nachtfalter auf den Fraßdruck durch die mit Ultraschall-Echoortung jagenden Fledermäusen. Dabei ist aber nicht klar, wie der vorherrschende Druck durch den Jäger beim Beutetier die Entwicklung eines solchen Metamaterials auslösen und erreichen soll; ein solches soll doch – zumindest nach manchen Definitionen – in der Natur gar nicht vorkommen, sondern nur von intelligenten und beharrlichen Entwicklergruppen konzipiert und realisiert werden können.

Wenn dieses akustische Metamaterial bei Nachtfaltern realisiert ist, dann kann das als Hinweis auf eine Konzeption und damit auf einen Schöpfer interpretiert werden.

[NEIL TR, SHEN Z, ROBERT D, DRINKWATER BW & HOLDERRIED MW (2020) Moth wings are acoustic metamaterials. *Proc. Nat. Acad. Sci.*; doi:10.1073/pnas.2014531117] H. Binder

■ Flugunfähigkeit bei Vögeln – ein verbreitetes Phänomen

Ein seit Langem bekanntes Phänomen ist der Verlust der Flugfähigkeit bei Vögeln. In den meisten Fällen sind flugunfähige Vogelarten mit flugtauglichen Arten nah verwandt, so dass ein sekundärer Flugverlust offenkundig und eine primäre Flugunfähigkeit (s. u.) unwahrscheinlich ist. Besonders häufig kommen flugunfähige Vogelarten auf ozeanischen Inseln vor; ein relativ bekanntes Beispiel ist der Galapagos-Kormoran, der auf zwei der Galápagos-Inseln im Pazifik lebt (Abb. 1).

Unter den heutigen Vogelarten sind etwa 60 Arten flugunfähig. Doch in einer aktuellen Analyse zeigt ein Forscherteam um Manuel Steinbauer von der Universität Bayreuth, dass Flugverlust in der Geschichte der Vögel viel öfter eingetreten ist. Denn seit dem Ende der Eiszeit sind überproportional viele flugunfähige Vögel – mindestens 166 Arten – ausgestorben, direkt oder indirekt bedingt durch menschliche Tätigkeit (SAYOL et al. 2020).

Es zeigt sich, dass in mehr als der Hälfte aller Vogelordnungen mindestens eine Vogelart ihre Flugfähigkeit verloren hat; insgesamt mindestens 150 Mal unabhängig; 35 Mal bei den heute lebenden Arten (SAYOL et al. 2020, 2). Durch weitere Un-