

Jahre), welche das Alter auf weniger als das Fünffache der Halbwertszeit, also < 110 Jahre eingrenzte. Ein anderer Ansatz bestand darin, für zwei der Sedimentkerne geochemische Porenwasser-Profile (mit der Tiefe) aufzustellen und insbesondere die SO_4^{2-} -Konzentrationen zu betrachten. Diese wiesen im oberen Bereich der Sedimentsäule einen knickförmigen Verlauf auf, der auf eine gravierende Porenwasserstörung hinwies. Nach Modellberechnungen würde sich ein Porenwasser-Gleichgewicht nach etwa 10 Jahren einstellen; der jeweilige knickförmige Verlauf zeichnete demnach einen Zeitpunkt von etwa 0,5 – 2 Jahren nach dem Störungsereignis nach. Die zwei Kerne waren im März 2012, also 1 Jahr nach dem Ereignis gezogen worden. Folglich ist die Wahrscheinlichkeit sehr groß, dass die Deformationsstrukturen vom Tohoku-Beben ausgelöst worden waren.

Im Ergebnis gehen die Autoren von folgendem Szenario aus (Abb. 2): Am Rand des Japan-Grabens löste das Erdbeben einen ruckartigen Versatz der Erdkruste um 50 m aus. Dabei sackten großflächig (etwa 28 km²) Sedimentpakete ruckartig als zusammenhängende Blöcke in die Tiefe und stauchten an manchen Stellen den Meeresboden. Die so entstandene unruhige Bodenoberfläche aus Wülsten und Trögen liegt bis zu 50 m höher als vor dem Erdbeben. Der Meeresboden am Hang dagegen liegt nunmehr etwa 50 m tiefer. Die oberflächennahe Grenze der Erdplatten wurde um mehr als 2 km nach

Osten versetzt: „(...) within a single event during a period of seconds or minutes.“

[STRASSER M, KÖLLING M, SANTOS FERREIRA C DOS, FINK HG, FUJIWARA T, HENKEL S, Ikehara K, KANAMATSU T, KAWAMURA K, KODAIRA S, RÖMER M, WEFER G & the R/V Sonne Cruise SO219A & JAMSTEC Cruise MR12-E01 scientists (2013) A slump in the trench: Tracking the impact of the 2011 Tohoku-Oki earthquake. *Geology* 41, 935–938; http://www.marum.de/Turbulenzen_in_der_Tiefe.html, Abfrage 19. 08. 2013; <http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eqinthenews/2011/us00001xgp/>, Abfrage 19. 08. 2013] M. Kotulla

■ Klein aber oho: Eine Mottenart hört höhere Töne als alle anderen Tiere

Das „evolutionäre Wettrüsten“ zwischen nachtaktiven Motten und Fledermäusen gehört zu den am besten erforschten Räuber-Beute Beziehungen in der Biologie. Die Echoortung der Fledermäuse, die sie zum Navigieren und Jagen benutzen, ist allgemein bekannt. Fast alle Fledermausarten der Alten Welt verfügen über diese Fähigkeit. In der Öffentlichkeit weniger bekannt ist die Fähigkeit mehrerer Mottenarten, die von den Fledermäusen ausgestoßenen Ultraschalltöne zu hören. So ist die Beute frühzeitig gewarnt, wenn ein Jäger im Anflug ist, und kann sich in Sicherheit bringen.

Manche Fledermäuse haben sich daran angepasst, indem sie beispielsweise Frequenzen benutzen, die zu hoch oder zu tief sind, um von Motten gehört zu werden. Die Motten passen sich ihrerseits

mancherorts an diese veränderte Frequenz an; so ist z.B. die optimale Hörfrequenz von Motten auf Hawaii tiefer als sonst, passt aber zu der Frequenz, die die einzige dort einheimische Fledermausart verwendet. Auch andere Verhaltensänderungen wurden schon auf „beiden Seiten“ beobachtet. Diese Situation kann als ein evolutionäres Wettrüsten interpretiert werden, bei dem sich die Kontrahenten immer wieder anpassen, um einen Vorteil gegenüber dem anderen zu erringen.

Bisher war die höchste Frequenz, von der man wusste, dass eine Mottenart sie hören kann, 150 kHz beim in Nordamerika lebenden Schwammspinner *Lymantria dispar*. (Zum Vergleich: Menschen hören Töne maximal zwischen 20 Hz und 20 kHz.) Normalerweise liegt die optimale Hörfrequenz bei nachtaktiven Motten (Noctuiden) bei 20–50 kHz. Die höchst-bekannte, von Fledermäusen emittierte Frequenz liegt jedoch bei 212 kHz und ist damit signifikant höher. Deshalb fragte sich ein britisches Forscherteam, ob es Motten gibt, die diese Frequenz auch noch hören können, die also im Wettrüsten mit den Fledermäusen mithalten (MOIR et al. 2013). Als Untersuchungsobjekt wählten sie die Große Wachsmotte *Galleria mellonella*, die weltweit verbreitet ist und daher mit einer Vielzahl von Fledermausarten in Kontakt kommt (Abb. 1). Sie testeten die Motten auf Sensibilität für Frequenzen zwischen 50–300 kHz. Das erstaunliche Ergebnis: Selbst die höchste Frequenz von 300 kHz wurden von den Ohren der Motten registriert! Damit können diese Motten höhere Töne hören als jedes andere bekannte Tier. Das ist umso erstaunlicher, wenn man bedenkt, dass die Ohren von Motten aus höchstens vier Gehörzellen (wie bei *G. mellonella*) bestehen, die überdies noch nicht einmal in der Lage sind, zwischen Frequenzen zu unterscheiden, sondern nur entweder stimuliert sind oder nicht. Aus diesem Grund benutzen die Autoren auch vielsagende Anführungszeichen im Titel ihres Artikels: „Extrem hohe Frequenz-Sensibilität in einem ‚einfachen‘ Ohr“.

Dieses Resultat wirft aber gleich-



Abb. 1 Große Wachsmotte *Galleria mellonella*. (GNU Freie Dokumentations-Lizenz)

zeitig neue Fragen auf. Wie oben erwähnt ist keine Fledermaus bekannt, die solch hohe Töne verwendet. Es könnte natürlich sein, dass man einfach noch nicht lange genug geforscht hat, oder dass man aufgrund technischer Schwierigkeiten bei früheren Messungen diese Frequenzen übergangen hat. Dies ist aus physikalischen Gründen jedoch unwahrscheinlich: Berechnungen zufolge ist die atmosphärische Schalldämpfung ab etwa 200 kHz zu groß, um eine effektive Echoortung zu ermöglichen. Deshalb ist nicht zu erwarten, dass irgendwelche Fledermäuse Ultraschall mit diesen hohen Frequenzen benutzen. Aber warum sollten Motten dann Töne hören können, die kein Jäger einsetzt? Die Autoren schlagen vor, dass die Sensibilität für diese Frequenzen nur ein Nebeneffekt der eigentlich vorteilhaften Anpassung sind: Gehörzellen, die auf hohe Frequenzen ausgelegt sind, können wegen ihrer Mechanik bei niedrigeren Frequenzen schneller reagieren. So kann *G. mellonella* schneller auf die Frequenzen reagieren, denen sie tatsächlich ausgesetzt ist, ein Effekt, der sich im Labor bestätigen ließ.

Kritisch zu bewerten ist der Eindruck, den MOIR et al. in der Kurzzusammenfassung ihres Artikels entstehen lassen. Sie schreiben: „Mit einer im Tierreich bisher unerreichten Tonfrequenz-Sensibilität ist die Große Wachsmotte vorbereitet und bewaffnet für jegliche Anpassung am Echolot der Fledermaus, die diese im Zuge des anhaltenden evolutionären Krieges zwischen Fledermaus und Motte vornehmen mag“ (MOIR et al. 2013, übersetzt vom Autor). Dies suggeriert, dass Anpassungen im Voraus entstehen können, was evolutionstheoretisch gesehen sehr problematisch ist. Schließlich kann die natürliche Selektion nur auf Umstände reagieren, die schon vorhanden sind; sie ist, um es mit DAWKINS zu sagen, ein „blinder Uhrmacher“. Eine Voranpassung dieser Art würde in der Tat besser zum Modell der programmierten Variabilität passen, in der eine polyvalente Stammform schon alle nötigen Allele besitzt oder durch wenige Mutationen erhalten kann, die sie einmal brauchen wird.



Abb. 1 Blütenstand der Knoblauchsrauke *Alliaria petiolata*. (Foto: R. JUNKER)

[MOIR HM, JACKSON JC & WINDMILL JFC (2013) Extremely high frequency sensitivity in a 'simple' ear. Biol. Lett. 9, 20130241; WATERS DA (2003) Bats and Moths: What is there left to learn? Physiol. Entomol. 28, 237-250; CONNER WE & CORCORAN AJ (2012) Sound strategies: The 65-million-year-old battle between bats and insects. Ann. Rev. Entomol. 57, 21-39.] D. Vedder

■ Knoblauchsrauke bereits vor mehr als 6000 Jahren als Gewürz genutzt

Bioarchäologen haben bildlich gesprochen in prähistorische Kochtöpfe geschaut und dabei klare Hinweise auf die Verwendung von Samen der Knoblauchsrauke (*Alliaria petiolata*, Abb. 1) gefunden. Die Tonscherben der Gefäße waren an der deutschen Ostseeküste in Neustadt an der Lübecker Bucht und in Dänemark gefunden worden. Die Datierung der Proben ergab ein Alter von 5460 ± 90 bis 5122 ± 63 Jahre vor der Gegenwart (6450 bis 5700 cal BP[kalibriert]). Dazu waren verkohlte Probenbestandteile und mit den Tonscherben assoziierte Säugetierknochen mittels Radiokarbon-Untersuchungen (^{14}C) datiert worden.

Mikroskopisch konnten SAUL et al. (2013) die kugelig aufgewölbten Phytolithen (mineralisierte – meist verkieselte – pflanzliche Bestandteile, die gesteinsbildend sein können) durch Vergleich mit heutigen Phytolithen aus dem Samengewebe der Knoblauchsrauke identifizieren. Die Autoren sehen darin einen

klaren Hinweis auf die Verwendung der Knoblauchsrauke als Gewürz. Die Blätter der Knoblauchsrauke bringen im Salat ein knoblauchartiges Aroma und die Samen können aufgrund ihres Gehalts an Senfölglycosiden (wie z.B. das Sinigrin) als Gewürz verwendet werden (DÜLL & KUTZELNIGG 2011). Aufgrund von Lipidanalysen vermuten SAUL et al., dass Fleisch von Meerestieren und Wiederkäuern zusammen mit pflanzlichen Zutaten die eigentlichen Nahrungsmittel waren.

Der Zeitraum, in den die untersuchten Funde eingeordnet werden (spätes Meso- und Neolithikum), entspricht nach gängigen Vorstellungen im westlichen Baltikum dem Übergang von Jäger- und Sammlerkulturen zur Landwirtschaft. Egal ob die dort lebenden Menschen die Knoblauchsrauke aus eigenem Antrieb zum Würzen ihrer Speisen nutzten oder ob sie eine solche Tradition aus dem Nahen Osten übernommen haben, SAUL et al. belegen jedenfalls, dass Menschen sehr früh begonnen haben, natürliche Pflanzen nicht nur als Nährstoffe, sondern auch gezielt zur Beeinflussung des Geschmacks zu verwenden.

[DÜLL R & KUTZELNIGG H (2017) Taschenlexikon der Pflanzen Deutschlands und angrenzender Länder. Wiebelsheim; SAUL H, MADELLA M, FISCHER A, GLYKOU A, HARTZ S & CRAIG OE (2013) Phytoliths in pottery reveal the use of spice in European prehistoric cuisine. PLoS ONE 8(8): e70583. doi:10.1371/journal.pone.0070583] H. Binder