

anschließend in einem Diagramm gegeneinander aufgetragen. Diese Methode wurde bereits mehrfach für Altersbestimmungen auf unterschiedlichen Planeten und Monden im Sonnensystem (z.B. Mond und Mars) verwendet (STROM et al. 2005).

Für große Werte der Kratergrößen war in den zugehörigen Diagrammen ein einfacher Zusammenhang in Form einer Potenzfunktion gefunden worden. Das bedeutet, dass die Anzahl Krater der Größe x proportional zu x^{-n} ist, wobei die Potenz n für alle Größen gleich ist. Es wurde davon ausgegangen, dass die zugehörigen Krater mehrheitlich während einer frühen Epoche des Sonnensystems durch die Einschläge einer großen Zahl von Asteroiden aus dem Asteroidengürtel zwischen Mars und Jupiter entstanden sind. Für kleinere Kratergrößen ergab sich ebenfalls eine Potenzfunktion, der Exponent hatte hier jedoch einen anderen Wert. Für die kleinen Krater lautet die Hypothese, dass sie mehrheitlich durch sogenannte sekundäre Einschläge entstanden sind. Dabei handelt es sich um Material, das bei Einschlägen weggeschleudert wird und später erneut auf der Oberfläche auftritt. Die Zahl der Krater einer bestimmten Größe setzt sich damit aus primären und sekundären Kratern zusammen, wobei unterhalb einer bestimmten Größe die sekundären Krater gegenüber den primären überwiegen. Die Kratergröße, bei der die Zahlen der primären und der sekundären Krater gleich sind, wird dazu verwendet, die Verteilung der sekundären Krater zu charakterisieren.

Ein Vergleich zwischen den früheren Ergebnissen auf Mond und Mars einerseits und den von MESSENGER gelieferten Aufnahmen andererseits führte nun zu einem überraschenden Ergebnis: Für große Kratergrößen stimmte die Verteilungsfunktion für die verschiedenen Himmelskörper überein. Es wäre zu erwarten, dass dies auch für die sekundären Krater zutrifft. Für die kleineren, vermutlich durch sekundäre Einschläge entstandenen Krater wich die Verteilung im *Caloris Becken* jedoch entgegen der Erwartung von den Verteilungen auf Mond und Mars ab. Der Übergang, ab dem die sekundären Krater gegenüber den primären Kratern überwiegen, lag bei Merkur bei einem Durchmesser von ca. 10 km, während dieser Übergang bei Mars bei etwa 1 km lag. Die Werte der Exponenten waren für die Verteilungen auf Mond, Mars und Merkur zwar gleich, auf dem Merkur war die Dichte der sekundären Krater jedoch größer als auf dem Mond und dem Mars. Die sekundären Krater spielen somit auf dem Merkur eine größere Rolle als auf dem Mars.

Warum diese kleineren Krater auf dem Merkur eine andere Verteilung aufweisen als auf dem Mond und dem Mars ist unklar (STROM et al. 2008). Die Autoren vermuten, dass die Zusammensetzung der Oberfläche von Merkur dazu führt, dass das bei Einschlägen aufgeschleuderte Material eine andere Größe aufweist als auf dem Mond und dem Mars. Sie kommen zu dem Schluss, dass diese

Methode zur Altersbestimmung auf Merkur nur „mit Vorsicht“ angewendet werden sollte. In der genannten Arbeit wurden aus der Verteilung der sekundären Krater jedoch keine konkreten Altersangaben abgeleitet. An dieser Stelle sei noch angemerkt, dass die Autoren nicht der Frage nachgehen, ob die Daten auch durch einen anderen funktionalen Zusammenhang als ein Potenzgesetz angemessen beschrieben werden können. Der vorausgesetzte potentielle Zusammenhang geht aus den in der Arbeit dargestellten Graphiken nicht zwingend hervor.

Bereits in einer früheren Untersuchung der Jupitermonde Io und Europa war die Verteilung der sekundären Krater von dem erwarteten Verlauf abgewichen. Eine mögliche Erklärung hierfür wird in ZAHNLE et al. (2007) und ALVARELLOS et al. (2007) vorgestellt. Es wird vermutet, dass bei Einschlägen auf Io aufgeschleuderte Gesteinsbrocken später auf Europa eingeschlagen sind. In dem vorgeschlagenen Modell wird zudem der Einfluss der anderen Jupitermonde untersucht. Die Autoren vermuten zudem einen Zusammenhang zwischen Einschlägen auf dem Mars und Sekundärkratern auf den Jupitermonden.

In den genannten Arbeiten wird somit Folgendes deutlich: Die Größenverteilung der Krater kann nicht ohne weiteres zur Altersbestimmung herangezogen werden, wenn nur die Krater auf einem Himmelskörper isoliert betrachtet werden. Zudem ist die Größe des bei den ersten Einschlägen aufgeworfenen Materials nicht bekannt. Diesbezüglich müssen Annahmen vorgenommen werden. Betrachtet man die Diskrepanzen zwischen den Kraterverteilungen auf Io, Europa, dem Mars, dem Mond sowie dem Merkur, so stellt sich die Frage, ob die Kraterstatistiken für sekundäre Krater überhaupt ein zuverlässiges Instrument zur Altersbestimmung darstellen können.

[STROM RG et al. (2008) Mercury Cratering Record Viewed from MESSENGER's first Flyby. *Science* 321,79; STROM RG et al. (2005) The Origin of Planetary Impactors in the Inner Solar System. *Science* 309,1847; ZAHNLE KJ et al. (2007) Secondary and sesquinary craters on Europa, *Icarus* 194, 660; Alvarellos JL et al. (2007) Transfer of mass from Io to Europa and beyond due to cometary impacts, *Icarus* 194, 220.] J. Sohns

Kommunikation bei Bienen: wir verstehen alles – auch Dialekt!

Arbeiterinnen der Honigbienen (*Apis*, Apidea) geben Informationen über entdeckte Futterquellen an Schwarmmitglieder weiter. Die meist differenzierte Form der Informationsweitergabe für weit entfernte Futterquellen ist der so genannte Schwänzeltanz. Dabei bewegt sich die tanzende Biene etwa in Form einer Acht und bewegt ihren Körper auf der Strecke zwischen den sich berührenden Kreisen horizontal hin und her („schwänzeln“).

Wie Karl von FRISCH in umfangreichen Studien eingehend dokumentiert hat, wird durch die Ausrichtung der Schwänzelstrecke die Richtung zur Futterquelle in Bezug zur Sonne und durch die Dauer des Schwänzels die Entfernung derselben mitgeteilt. Dies stellt die einzige bisher bekannte Form symbolischer Kommunikation unter Wirbellosen dar.

Weltweit sind neun Arten von Honigbienen beschrieben, die sich nach phylogenetischen Studien (auf DNA-Sequenzdaten basierend) seit 6 bis 8 Millionen Jahren unabhängig voneinander entwickelt haben sollen.

In einer Studie haben SU et al. (2008) zunächst dokumentiert, dass Schwärme der asiatischen Honigbiene (*Apis cerana cerana*, *Acc*) und der europäischen Honigbiene (*Apis mellifera ligustica*, *Aml*) in derselben Umgebung unterschiedlich kommunizieren. Die Autoren gebrauchen dafür die Bezeichnung „unterschiedliche Tanz-Dialekte“ (different dance dialects). Die Dialekte zeigen sich vor allem in signifikant unterschiedlich langen Schwänzel-dauern für eine entsprechende Distanz der Futterquelle vom Bienenstock. Diese steigt mit wachsender Entfernung zwischen Bienenstock und Futterquelle an. Für ihre Untersuchungen haben SU und Mitarbeiter Mischkolonien erzeugt. Dazu brachten sie zu einem Volk aus einer *Acc*-Königin und 5 000 *Acc*-Arbeiterinnen zwei Rahmen mit gedeckelten Waben von ca. 5 000 *Aml*-Puppen. Nach ca. 12 Tagen war ein Bienenmischvolk etabliert, das aus je ca. 5 000 *Acc*- und *Aml*-Arbeiterinnen bestand. Umgekehrt konnte aus *Aml*-Königin und *Aml*-Arbeiterinnen mit *Acc*-Brut kein Mischvolk etabliert werden, da die *Aml*-Arbeiterinnen die geschlüpften *Acc*-Arbeiterinnen innerhalb von 2-3 Tagen töteten und aus dem Stock entfernten. Die Bienenarten behalten auch im Mischschwarm ihre Dialekte bei, d.h. die Dauer des Schwänzels für eine bestimmte Entfernung unterscheidet sich bei Tänzerinnen im homogenen Schwarm nicht signifikant von derjenigen im Mischvolk.

In verschiedenen Experimenten wurde nun untersucht, inwieweit im Mischschwarm Tänzerinnen der beiden Arten ihre Informationen an Sammlerinnen der jeweils anderen Art weitergeben und diese zum Futtersammeln an der angezeigten Quelle veranlassen konnten. Die Beobachtungen zeigten, dass die Angaben zur Entfernung der Futterquelle von Sammlerinnen von den Tänzerinnen der anderen Art korrekt aufgenommen und umgesetzt werden konnten, obwohl in ihrer eigenen Art die Entfernung mit einer anderen Schwänzeldauer dargestellt wird. Auch wenn gleichzeitig mehrere Futterquellen angeboten wurden, flogen die instruierten Sammlerinnen die angezeigte Quelle signifikant häufiger an. Dabei scheint die asiatische *Acc*-Honigbiene den Dialekt der europäischen *Aml*-Honigbiene besser zu verstehen als umgekehrt.

Für die Autoren unterstreichen diese Beobachtungen, dass bei Bienenarten in einem gemischten Schwarm nach lang zurückliegender Trennung nicht nur der Tanz an sich, sondern auch dessen Interpretation in den Bienen hochgradig konserviert sein müssen. Dies eröffnet spannende Fragen zum „sozialen Lernen“ am Studienobjekt Honigbiene. (Klassische Definition für „soziales Lernen“: Lernen aufgrund von Beobachtung oder Interaktion mit einem anderen Individuum, typischerweise derselben Art, oder dessen Produkte.)

Ob die bisherigen Beobachtungen verträglich sind mit der üblichen Ansicht, dass die symbolische Tanzsprache der Bienen aus primitiven Vorformen der Kommunikation entwickelt worden sei, sollte in weiteren Untersuchungen – die angekündigt sind – geprüft werden. Vorerst ist diese Annahme der primitiven Vorformen bestenfalls eine Arbeitshypothese.

[SU S, CAI F, SI A, ZHANG S, TAUTZ J & CHEN S (2008) East Learns from West: Asiatic Honeybees Can Understand Dance Language of European Honeybees. PLoS ONE 3(6): e2365. doi:10.1371/journal.pone.0002365] H. Binder

Bereits geringe Strahlenbelastungen schädigen Wanzen schwer

Nach dem Reaktorunfall von Tschernobyl im Jahr 1986 waren viele Experten zunächst überzeugt, dass die ausgetretene radioaktive Strahlung in Europa viel zu gering sei, um Wanzen oder andere Lebewesen zu beeinträchtigen. Cornelia HESSE-HONEGGER und Peter WALLIMANN beschreiben und illustrieren jedoch ein schockierendes Ausmaß an Deformationen bei Wanzen aus Schwedens Fall-out-Gebieten. HESSE-HONEGGER sammelte daraufhin mehr als zwei Jahrzehnte lang in verschiede-



Abb. 1: Schwer deformierte Skorpionsfliege (*Panorpa communis*) aus dem Schweizer Reuental Nähe Leibstadt aus dem Jahr 1988. Abdruck mit freundlicher Genehmigung vom Verlag Helvetica Chimica Acta (Chemistry & Biodiversity 2008, Vol. 5, Heft 4, p. 499-539).