

auf der gegenüberliegenden Seite eine mit einem Deckel verschlossene Öffnung, um die Honigwaben zu entnehmen. Die Tongefäße waren bei Grabungen in Tel Rehov im mittleren Jordantal in Nordisrael freigelegt worden, sie waren in mehreren Reihen aufeinander geschichtet und werden von den Autoren als eine industrielle Bienenzucht und Imkerei in einem damals dicht besiedelten Gebiet interpretiert. Radiometrische Datierungen (^{14}C) ergaben ein Alter von 10. bis 9. vorchristliches Jahrhundert. Damit haben BLOCH et al. den archäologisch ältesten Imkereibetrieb in Israel beschrieben, zur Zeit, als David und Salomo Könige in Israel waren bzw. um die Zeit der Reichsteilung

Aufgrund von elektronenmikroskopischen Untersuchungen der gefundenen Insektenbeine, Körper und vor allem der Flügelfragmente konnten anhand von Vergleichsdaten auch Fragen nach der gezüchteten Bienenart bearbeitet werden. Durch morphologische Vergleiche (vor allem der durch die Flügelladern gebildeten Zellen) kann wahrscheinlich gemacht werden, dass vor ca. 3000 Jahren in Israel Imker nicht mit der lokalen Bienenart *Apis mellifera syriaca* oder mit anderen benachbarten Unterarten (*A. m. lamarckii*, oder *A. m. meda*), sondern mit *A. m. anatoliaca* gearbeitet haben. Das ist eine Bienenart, die aus dem Gebiet der heutigen Türkei stammt, vergleichsweise wenig aggressiv ist und gute Honigproduktion aufweist. Mit dieser Arbeit wurden Befunde vorgestellt, die belegen, dass um 1000 v. Chr. in Israel Bienenzucht und Imkerei bereits auf hohem Niveau etabliert waren.

(Abbildungen von der Ausgrabungsstätte sowie mikroskopische Aufnahmen der Überreste von Bienen sind im Internet zu finden unter: www.pnas.org/lookup/suppl/doi:10.1073/pnas.1003265107/-/DCSupplemental).

[BLOCH G, FRANKOY TM, WACHTEL I, PANITZ-COHN N, FUCHS S & MAZAR A (2010) Industrial agriculture in the Jordan valley during biblical times with Anato honeybees. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*; doi: 10.1073/pnas.1003265107] H. Binder

Ganzkörperaugen – wie Seeigel sehen

Schon lange ist bekannt, dass Seeigel auf Lichtreize reagieren. Manche suchen dunkle Höhlen auf, sie können polarisiertes Licht wahrnehmen, weichen UV-Licht aus, haben einen Tag- und Nacht-Rhythmus, finden ihre Heimathöhle usw. Eine Untersuchung des gesamten Erbgutes zeigte, dass mehrere für das Sehen notwendige Opsin-Gene im Erbgut von Seeiegeln vorhanden sind, aber trotz genauer Untersuchungen wurden keine Augen entdeckt. Die Opsin-Eiweiße, die sonst nur im Auge vorkommen, konzentrieren sich zwar an manchen Stellen auf dem Körper, so in den Füßchen und anderen Organen, sind aber letztlich über den ganzen Körper verteilt. Der Forscher WOODLEY hatte

1982 die Idee, ob nicht der ganze Körper als Auge dienen und das Stachelkleid der Seeigel durch die jeweilige Beschattung einen Einfluss auf das Richtungssehen haben könnte. Tatsächlich konnten BLEVINS und JOHNSON (2004) diese Vermutung in gewisser Weise bestätigen. Bei der damals getesteten Gattung *Echinometra* sitzen die Stacheln relativ weit verteilt am Körper. Theoretische Betrachtungen ergaben eine Sehschärfe von maximal 30° (das entspricht etwa einem Autoreifen in 1m Abstand). Tatsächlich konnten diese Seeigel in den Experimenten Objekte wahrnehmen, die diese Mindestgröße von 30° ihres Sichtfeldes besaßen. Wenn die Hypothese, dass das schattenspendende Stachelkleid einen Einfluss auf die Sehschärfe hat, stimmt, dann müssten Seeigel mit dichterem Stachelkleid wohl kleinere Objekte sehen können. Kürzlich testeten YERRAMILLI und JOHNSON eine weitere Art, *Strongylocentrotus purpuratus* auf ihre Sehfähigkeit. Die Stacheln dieser Art sind ca. 2-3-mal so dicht wie die der zuvor untersuchten Art und diese Tiere sollten daher eine theoretische Auflösung von ca. 8° erreichen (ca. Kuchenteller in 1m Abstand). Es wurden deshalb dunkle Aufkleber in einem ansonsten konturlosen Aquarium getestet, die entweder $6,5^\circ$ (ca. Untertasse in 1m) oder 10° (ca. Suppenteller in 1m) des „Sichtfeldes“ der Seeigel einnehmen. Die Tiere reagierten auf die kleineren Aufkleber mit $6,5^\circ$ nicht, wohingegen die größeren Aufkleber von 10° gesehen wurden und – je nach Tier verschieden, dann aber konsistent – verschiedene Reaktionen hervorriefen: Ein Teil der Seeigel kroch so weit wie möglich weg, ein anderer Teil suchte die dunklen Aufkleber auf. Warum manche so oder so reagierten, blieb unklar. Verblüffend ist aber, dass sich die Hypothese „dichtes Stachelkleid – besseres Sehen“ bestätigen ließ. Offensichtlich setzen diese Tiere also ihren ganzen Körper als Auge ein. Der Ort der nervlichen Verarbeitung der Signale ist unklar, denn Seeigel besitzen kein Gehirn. Das erinnert an Würfelquallen, die Fischjäger sind und mehrere Linsenaugen besitzen. Auch diese Tiere haben kein zentrales Gehirn, schwimmen aber zielstrebig auf Beute zu oder vermeiden andere Objekte. Die Sehschärfe des Seeigel-Ganzkörperauges mag gering erscheinen, aber Tiere mit dichtem Stachelkleid erreichen eine ähnliche Auflösung wie *Nautilus* mit seinen Lochkameraaugen oder Pfeilschwanzkrebse mit ihren einfachen Komplexaugen. Man fragt sich da dann schon, ob frisch aufgeschlagene Seeigel mit Zitronen beträufelt wirklich eine Delikatesse sind.

[BLEVINS E & JOHNSON S (2004) Spatial vision in the echinoid genus *Echinometra*. *J. Exp. Biol.* 207, 4249-4253; YERRAMILLI D & JOHNSON S (2010) Spatial vision in the purple sea urchin *Strongylocentrotus purpuratus* (Echinoidea). *J. Exp. Biol.* 213, 249-255.] N. Winkler