

che Denkleistung wurde im Tierreich bislang nur bei Schimpansen beobachtet. Allerdings haben an diesem Experiment nur zwei Paviane teilgenommen und dazu noch solche, die früher an anderen kognitiven Tests beteiligt waren – also sozusagen alte Hasen. Abstraktes Denken war bislang Menschen vorbehalten.

Manchem mögen solche Ergebnisse ein Dorn im Auge sein, weil er dadurch die menschliche Besonderheit anscheinend in Frage gestellt sieht. Doch biologisch betrachtet ist der Mensch eine Art unter vielen anderen. Inwieweit sich seine Besonderheit in anatomischen oder physiologischen Merkmalen festmachen läßt, sei dahingestellt und sollte nicht von vornherein dogmatisch festgelegt (auch nicht ausgeschlossen) werden. Aus christlicher Perspektive ist nur der Bezug des Menschen zu Gott, d.h. seine göttliche Ebenbildlichkeit, entscheidend. So stellt eine noch so besondere Gehirnleistung bei den Affen keine Bedrohung dar, sondern kann als ein Hinweis auf die schöpferische Größe Gottes gewertet werden.

[CANTALUPO C & HOPKINS WD (2001) Asymmetric Broca's area in great apes. *Nature* 414, 505; WASSERMAN EA, FAGOT J & YOUNG M (2001) Same-different conceptualization by baboons (*Papio papio*): the role of entropy. *J. Comp. Psychol.* 115, 42-52.] SHS

Schlangensterne: Sehen mit Kalklinsen

Schlangensterne (Ophiuroideae) bilden zusammen mit Seesternen, Seeigeln, Seewalzen und Haarsternen den Stamm der Stachelhäuter (Echinodermata). Sie weisen im Außenskelett am oberen, dem körpernahen Bereich ihrer fünf Arme Kalkplättchen (Calciumcarbonat, Calcit) auf. Diese Ossikel genannten Strukturen schützen den oberen Teil jeder Verbindung der Arme. Jedes dieser Skelettelemente setzt sich aus Calcit-Einkristallen zusammen, die ein dreidimensionales Gitter (Stereom) bilden. Unter den Schlangensternen gibt es Arten, die nicht auf Lichtreize reagieren und solche, die auf z.B. plötzlich auftretende Schatten (Freßfeinde) durch Flucht in dunkle Nischen in der unmittelbaren Umgebung reagieren. Bei Vertretern der ersten Gruppe treten in deren äußerem Erscheinungsbild keine zeitlichen Farbänderungen auf, während *Ophicoma wendtii*, ein Vertreter der zweiten Gruppe, eine ausgesprochen photosensible Art, bei Tageslicht eine dunkelbraune und bei Nacht eine grau-schwarz gebänderte Färbung zeigt.

AIZENBERG et al. (2001) haben bei Untersuchungen an *O. wendtii* festgestellt, daß deren Stereom an der Oberfläche mit auffällig großen Calcit-Einkristallen bedeckt sind, die im Querschnitt die Form von Doppellinsen aufweisen. Durch Belichtung einer photosensitiven Unterlage mit unterschiedlichem Abstand zu den Kalk-Doppellinsen

von präparierten Ossikeln konnte der fokussierende Effekt nachgewiesen werden. Durch mikroskopische Aufnahmen von Präparaten, in welchen die Kalklinsen herausgelöst worden waren, konnten die Autoren zeigen, daß sich unter den Linsen im Bereich ihres Brennpunkts Nervenbündel befinden. Die Durchmesser dieser Nervenbündel (etwa 2 - 4 µm) stimmen gut mit den experimentell ermittelten fokussierten Abbildungsflächen überein. Den Farbwechsel in *O. wendtii* interpretieren AIZENBERG et al. als Filter, die Farbstoffe regulieren die Lichtintensität, die auf die Linsen trifft.

Die Autoren vermuten aufgrund ihrer Ergebnisse, daß die Felder aus Calcit-Mikrolinsen mit ihrem einheitlichen fokussierenden Effekt zusammen mit den darunterliegenden neuronalen Rezeptoren ein besonderes Photosystem mit Eigenschaften von Komplexaugen darstellen.

In faszinierender Weise sind bei diesen Geschöpfen mechanische Strukturen und optische Elemente aus ein und demselben Material, Calcit, aufgebaut. Diese Beobachtungen liefern staunenswerte Hinweise auf ökonomisch optimierten Einsatz von Materialien in diesen Stachelhäutern und gleichzeitig Impulse und Herausforderungen für technische Entwicklungen.

[AIZENBERG J, TKACHENKO A, WEINER S, ADDADI L, & HENDLER G (2001) Calcitic microlenses as part of the photoreceptor system in brittlestars. *Nature* 412, 819-822.] HB

Käferflügel: hohe Tragfähigkeit bei kompakter Verpackung

Das Strukturprotein Resilin zeichnet sich aufgrund seines molekularen Aufbaus durch hohe Elastizität aus und ist dadurch in der Lage, Energie aufzunehmen, zu speichern und auch wieder freizusetzen. Untersuchungen an Libellenflügeln haben gezeigt, daß Resilin an flexiblen Verbindungen der Flügeladern dazu beiträgt, daß die Flügel, deren Profil die Insekten nicht durch Muskelkraft aktiv beeinflussen können, sich verschiedensten aerodynamischen Situationen anpassen und so Libellen zu beeindruckenden Flugmanövern befähigen (BINDER 2001).

In einer weiterführenden Arbeit wurden nun Hinterflügel von zwei verschiedenen Käfern (Coleoptera) auf die Verteilung und Funktion von Resilin untersucht (HAAS et al. 2000). Die Hinterflügel bei Käfern dienen nicht nur dazu, deren vergleichsweise große Masse durch die Lüfte zu tragen, sondern sie müssen auch bei krabbelnder Fortbewegung unter den (Vorder- =) Deckflügeln zusammengefaltet verstaut werden können. Bei Blatthornkäfern (Scarabaeidae; dazu gehören z.B. Mai- und Junikäfer) zeigten fluoreszenzmikroskopische Aufnahmen, daß Resilin in Bereichen mit erhöhter Beweglichkeit und in Bereichen, die bei

der Faltung (mehrere fächerförmige und eine quere Faltung) vorkommt. Die Flügel des Siebenpunkt-Marienkäfers (*Coccinella septempunctata*, Coccinellidae) weisen neben fächerförmigen Falten zwei Querfalten auf, entlang derer die Flügel z-förmig zusammengelegt werden können. Auch hier kann Resilin an beweglichen Verbindungsstellen und in Bereichen hoher Beweglichkeit nachgewiesen werden.

So bewirkt Resilin eine besondere Elastizität in bestimmten Bereichen der Käferhinterflügel und ermöglicht dynamische Verformungen der Flügelprofile während des Flügelschlags. Der Einbau von Resilin verleiht den Flügeln entlang der Faltungsbereiche eine erhöhte Stabilität und verhindert Materialermüdung durch häufiges Falten und Entfalten. Während andere Flügelbereiche bei älteren Insekten typische Verschleißerscheinungen (z.B. ausgefranzte Flügelränder) zeigen, sind gerade die besonders belasteten Strukturen durch das Resilin sehr robust. So tragen nicht nur die Flügeladern, sondern auch die Materialkomposition der Käferflügel dazu bei, den unterschiedlichsten und z. T. einander zuwiderlaufenden Anforderungen (hohe Stabilität und Belastbarkeit bei hoher mechanischer Flexibilität) zu genügen.

Die Autoren vermuten, daß die Flügeldeformation während des Flügelschlags zu einer elastischen Energiespeicherung in den Flügelbereichen führt, deren Profil nicht aktiv manipuliert werden kann. Die Flügel nehmen dann wieder ihre ursprüngliche Form an, indem das Resilin wie gespannte Federn, die gespeicherte Energie wieder freisetzt. Einen ersten Hinweis dafür konnten die Autoren in Videosequenzen eines Flügelschlags vorlegen. Solche elastischen Elemente wie das Resilin in Käferflügeln stellen nach Ansicht der Autoren eine essentielle Anpassung für den Flügelschlag von Insekten dar. Staunenswert sind sie auf jeden Fall.

[BINDER H (2001) Libellen – urtümliche, perfekte Flugkünstler. Stud. Int. J. 8, 33-34; HAAS F, GORB S, BLICKHAN R (2000) The function of resilin in beetle wings. Proc. R. Soc. Lond. B 267, 1375-1381]

Rasche Mikroevolution bei Finken

Eine kürzlich veröffentlichte Studie (BADYAEV et al. 2002) hat bei einer nordamerikanischen Finkenart eine rasche, an äußeren Merkmalen sichtbare Anpassung an einen neuen Lebensraum nachgewiesen. Die ursprünglich in Kalifornien und in den Wüstengebieten des Südwesten der USA beheimatete Finkenart *Carpodacus mexicanus* breitete sich in die angrenzenden Staaten aus. Vor ungefähr 25 Jahren hat sie den Staat Montana erreicht, zeitgleich begann sie auch die Besiedelung des Staates Alabama. Die Finken in Alabama haben sich von New York aus bis dorthin ausgebreitet. In New York waren sie vor etwa 60 Jahren durch den

Menschen eingeführt worden. Heute sind Unterschiede Größe und Form sowie in der Fortpflanzung feststellbar: Männliche Finken in Alabama sind größer als Weibchen, haben größere Schnäbel und längere Schwänze, während in Montana Weibchen größer sind. Diese Unterschiede rühren von unterschiedlichen Wachstumsmustern in der Jugendphase her. Als ursächliche Selektionsdrücke werden Unterschiede in Klima und Lebensweise angenommen.

Unmittelbare Ursache sind unterschiedliche Reproduktionsmuster: Es ist bekannt, daß Vögel das Geschlecht ihrer Nachkommen kontrollieren können. Weibchen aus Alabama legen zuerst männliche Eier, das letzte Ei eines Geleges ist weiblich. In Montana ist dies umgekehrt. Es wird etwa ein Ei pro Tag gelegt. Da die zuerst gelegten auch zuerst schlüpfen, wäre die „klassische“ Erklärung, daß diese einen Wachstumsvorteil haben, weil sie auf Kosten ihrer Geschwister mehr Futter von den Eltern erlangen könnten. Die Befunde von BADYAEV et al. (2002) werden von den Autoren allerdings eher durch eine unterschiedliche Menge von mütterlichen Wachstumshormonen im Ei erklärt, die von der Legeposition abhängt.

Die von BADYAEV et al. geschilderte Studie reiht sich ein in eine Reihe ähnlicher Beobachtungen, die zeigen, daß mikroevolutionäre Änderungen sehr viel schneller ablaufen können, als früher vermutet worden war.

[BADYAEV V, HILL GE, BECK ML, DERVAN AA, DUCKWORTH RA, MCGRAW KJ, NOLAN PM, WHITTINGHAM LA (2002) Sex-biased hatching order and adaptive population divergence in a passerine bird. Science 295, 316-318.] WL

Bakteriengenome im Vergleich

Rickettsien sind intrazellulär lebende Bakterien, die durch Läuse und Zecken übertragen werden. *Rickettsia prowazekii* (natürlicher Wirt: Läuse) verursacht Fleckfieber, *R. conorii* (natürlicher Wirt: die Hundezecke *Rhipicephalus sanguineus*) die Mittelmeerform des Fleckfiebers. *R. prowazekii* und *R. conorii* sollen vor 80 bzw. 40 Millionen Jahren aus einem gemeinsamen Vorfahren hervorgegangen sein, der heute ausgestorben sein soll (COUZIN 2002). Nachdem das *R. prowazekii*-Genom mit einer Länge von 1,1 Milliarden Basenpaaren bereits 1998 sequenziert worden war, folgte kürzlich auch das *R. conorii*-Genom (1,3 Milliarden Basenpaare). Ein Vergleich der beiden Genome gibt interessante Einsichten über (mikro-)evolutionäre Veränderungen eines Genoms zwischen nahe verwandten Arten (OGATA et al. 2001): *R. conorii* hat 1374 funktionelle Gene, *R. prowazekii* nur 834. Trotzdem hat letztere Art (*R. prowazekii*) 30 Gene, die bei *R. conorii* entweder völlig fehlen (24 Gene) oder nur als nicht-funktionelle Reste vorkommen