

zerlegt, sodass man sagen kann, dass an den Schuppen auf dem Hinterleib dieser Pfauenspinnen die kleinsten bisher bekannten Regenbögen hervorgerufen werden.

Aufgrund der mikroskopischen Befunde stellten HSIUNG et al. die Hypothese auf, dass das extreme winkelabhängige Schillern der Regenbogenfarben auf der Wechselwirkung des Lichts mit dem Nanogitter auf den mikroskopisch kleinen tragflächenartig gewölbten Schuppen beruht. Um diese Vorstellung zu prüfen, stellten die Autoren verschiedene Modelle mit optischen Gittern her (flache Gitter, Gitter auf Prismen und Gitter auf tragflächenartigen Profilen) und simulierten daran die reflektierten Spektren in Abhängigkeit vom Blickwinkel. Diese Simulationen bestätigen, dass sowohl das Profil, auf dem die Gitterstruktur aufgebracht ist, als auch die Gitterabmessungen, wie sie bei den Pfauenspinnen gefunden wurden, erforderlich sind, um den beschriebenen Schillereffekt des gesamten sichtbaren Spektrums hervorzubringen. HSIUNG et al. heben zusammenfassend hervor, dass die innovative Kombination der regelmäßigen Gitterstruktur auf einer tragflächenartig gewölbten Schuppe das auffällige Schillern verursacht.

Die irisierenden Schuppen am Hinterleib von *M. robinsoni* und *M. chrysomelas* stellen das erste Beispiel in der Natur dar, in dem schillernde Regenbogenfarben als Signal genutzt werden (wobei die biologische Funktion des Signals im Detail noch nachzuweisen ist).

Da Licht auch in der Technik ein hohes Potenzial hat, z.B. in der Kommunikation, Sensorik, Sicherheitstechnik und in anderen Bereichen, sehen die Autoren in dem bei Pfauenspinnen entdeckten System der irisierenden Regenbogenfarben eine Inspiration für die Entwicklung kleinster lichtstreuender Bausteine mit extrem hoher Auflösung. Damit ist ein weiteres Kapitel der Bionik aufgeschlagen, in dem Entdeckungen in der Natur richtungsweisend genutzt werden können, um technische Entwicklungen voranzutreiben.

Einen Eindruck dieses faszinierenden Farbspiels kann man sich

im Internet verschaffen: <https://youtube/eGS4JdewROU>. Bei youtube sind noch weitere eindrucksvolle Pfauenspinnen dokumentiert.

Einer der Autoren sagte in einem Gespräch: „Selbst mit High-End-Fertigungstechniken konnten wir die genauen Strukturen nicht reproduzieren. Ich frage mich, wie die Spinnen diese fantastischen strukturellen Muster überhaupt entwickeln konnten.“ (Bild der Wissenschaft online vom 4.1.2018: http://www.wissenschaft.de/web/wissenschaft.de/leben-umwelt/natur/-/journal_content/56/12054/22009003/Schillerndes-Naturpatent-mit-Potenzial)

[HSIUNG B-K, SIDDIQUE RH, STAVENGA DG, OTTO JC, ALLEN MC, LIU Y, LU Y-F, DEHEYEN DD, SHAWKEY MD & BLACKLEDGE TA (2018) Rainbow peacock spiders inspire miniature super-iridescence optics. Nat. Comm.; doi: 10.1038/s41467-017-02451-x] H. Binder

■ Asymmetrien des menschlichen Gehirns finden sich nicht beim Schimpansen

Welchen Zusammenhang gibt es zwischen dem Aufbau des menschlichen Gehirns und der Fähigkeit des Menschen, sprechen zu können? Liefern die bekannten Asymmetrien von Hirnfurchen und Hirnwindungen bezüglich ihrer Größe und Lage beim Vergleich der rechten mit der linken Hemisphäre beim Menschen oder beim Vergleich mit der Situation bei Schimpansen tatsächlich belastbare Antworten? Seit mehr als 100 Jahren werden diese Hirnasymmetrien intensiv und kontrovers diskutiert, ohne dass eine Klärung ihrer funktionellen Bedeutung erreicht werden konnte (vgl. dazu BRANDT 2000). Nicht zuletzt war es die Unterschiedlichkeit der methodischen Ansätze und die Nichtvergleichbarkeit ihrer Ergebnisse, welche die Bewertung von Hirnasymmetrien beim Menschen und Schimpansen erschwerten. Forscher um X. LI von der University of Edinburgh wollten diesen verwirrenden Zustand beenden, indem sie mit einer standardisierten und auf alle Primaten übertragbaren Metho-

dik die Frage der Hirnasymmetrien und ihrer funktionellen Bedeutung erneut aufgriffen (LI et al. 2018). Die Forscher um X. LI nutzen digitalisierte 3D-Bilddaten von Gehirnen von 223 Menschen und von 70 Schimpansen, die mit spezialisierten Verfahren der Magnetresonanztomographie erstellt und mit mehreren statistischen Verfahren analysiert wurden. Die Ergebnisse waren in ihrer Deutlichkeit für die Forscher überraschend. Die bekannten Asymmetrien zwischen der rechten und linken Hirnoberfläche bei Menschen wurden bestätigt. Besonders auffällig waren dabei die Differenzen im Bereich des Frontallappens, des Temporallappens und des Okzipitallappens. Ebenso ließ sich als Besonderheit nachweisen, dass der linke vordere Temporallappen und Anteile der überlagernden linken temporalen Furche im Vergleich mit rechts mehr nach außen verlagert sind und die linke Sylvi'sche Fissur eine verstärkte Rechtsdrehung gegenüber ihrem Verlauf rechts zeigt. Keine dieser bei beiden menschlichen Geschlechtern analog nachweisbaren morpho-geometrischen Asymmetrien der menschlichen Gehirnareale, die u.a. große Bedeutung für die Sprachfähigkeit und das Sprachverständnis haben, konnte bei Schimpansen in dieser Signifikanz nachgewiesen werden. Einen geschlechtsspezifischen Unterschied bei Menschen fanden die Forscher im Bereich einer Oberflächenstruktur des Frontallhirns, die in unmittelbarer topographischer Nähe zur Riechbahn an der Schädelbasis verläuft. Die gesamte räumliche Ausdehnung der Hirnhemisphären zeigt ebenfalls Unterschiede zwischen Menschen und Schimpansen. Während die beiden Hemisphären des Schimpansengehirns in jeder der drei Dimensionen des Raumes gleich groß sind, ist die linke Hemisphäre im menschlichen Gehirn länger und weniger hoch, aber gleich breit im Vergleich zur rechten. Die Ergebnisse dieser Studie heben nach N. ROBERTS, Co-Autor der Studie, „... eine besondere, subtile Eigenschaft des menschlichen Gehirns hervor, die uns

von unseren engsten Primaten-Cousins unterscheidet und die sich schnell entwickelt haben könnte“. Völlig offen bleibt für die Autoren jedoch – das war auch nicht Ziel ihrer Arbeit – wie diese Unterschiede im Verlauf der Evolution des Menschen zustande gekommen sind.

Die Arbeit belegt eindrucksvoll und methodisch sicherer als vorangegangene Studien die großen morphologischen Unterschiede des Aufbaus und der Struktur der Großhirnrinde zwischen Menschen und Schimpansen, die nach Ansicht der Autoren im engem Zusammenhang mit dem einzigartigen menschlichen Vermögen stehen, sprechen zu können. Das „Mehr“ an biologischem Detailwissen liefert aber nicht automatisch ein „Mehr“ an Verständnis für die hypothetische evolutionäre Rekonstruktion der Entstehung dieser Hirnstrukturen, ihrer Asymmetrien und der daran gekoppelten funktionellen Eigenschaften. Im Gegenteil, sie stellen eine solche Erklärung vor noch größere Rätsel.

[BRANDT M (2000) Gehirn – Sprache – Artefakte. Studium Integrale. Neuhausen-Stuttgart • LI X, CROW TJ, HOPKINS WD, GONG Q & ROBERTS NS (2018) Human torque is not present in chimpanzee brain. *NeuroImage* 165, 285–293, doi:10.1016/j.neuroimage.2017.10.017 • <https://www.sciencedaily.com/releases/2017/11/171115115011.htm> (letzter Aufruf 10. 1. 2018)] H. Ullrich

■ Woher kommt das Wasser auf der Erde?

Diese Frage beantwortete MERKL (2017) kürzlich mit einer „etwas anderen Hypothese“. Demnach könnte das Wasser auf der Erde (Abb. 1) ein Produkt der Sonne gewesen sein: Unter der Voraussetzung eines multipoligen (multipolaren) Magnetfeldes in der „Frühphase“ der Erde hätte ein starker Sonnenwind ungeschützt in die mutmaßliche „Kohlendioxid-Uratmosphäre“ eindringen und die Kohlendioxidmoleküle (CO_2) aufspalten können. Aus den frei werdenden Sauerstoffatomen (O) und den Wasserstoffionen (H^+) des Sonnenwindes hätte sich dann Wasser (H_2O) bilden können, das als Regen zu Boden fiel.

Die Hypothese MERKLS (2017) unterscheidet sich deutlich von den

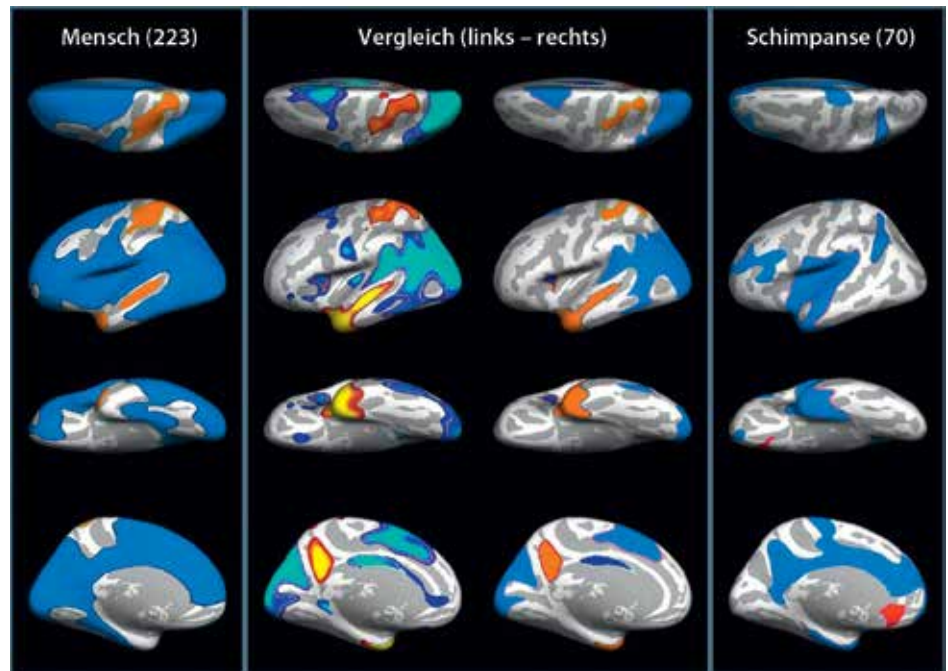


Abb. 1 Innerartliche und zwischenartliche Asymmetrien der Hirnoberfläche des links-rechts positionierten Gehirns. 1. Reihe: linke Gehirnoberfläche von oben, 2. Reihe: linke Gehirnoberfläche von außen (lateral), 3. Reihe: linke Gehirnoberfläche von unten, 4. Reihe: linke Gehirnoberfläche von innen (paramedian). In den Spalten 1 und 4 sind die Regionen mit signifikanten zwischenartlichen Positionsasymmetrien bei Menschen und bei Schimpansen dargestellt, mit blauen Farben sind Linksabweichungen, mit rötlichen-gelben Farben Rechtsabweichungen dargestellt. Spalte 2 und Spalte 3 zeigen innerartliche regionale Unterschiede bei Menschen beim Vergleich der linken mit der rechten Gehirnoberfläche, die mit Hilfe unterschiedlicher statistischer Tests erstellt wurden. (Details siehe Li et al. 2018; Bild: NeuroscienceNews.com)

bestehenden Theorien über die Herkunft des Wassers auf der Erde. Denn viele Geowissenschaftler sind der Ansicht, dass das Wasser von „innen“ kam, aus bestimmten Mineralien des Erdinneren, zum Beispiel Ringwoodit (PEARSON et al. 2014, KOTULLA 2016). Ein Großteil der Astronomen dagegen vertritt die Vorstellung, dass das Wasser von „außen“ kam, durch Einschläge von „wasserreichen“ Kometen, Meteoriten und Asteoriden.

Das heutige bipolare (stabförmige) Magnetfeld der Erde habe laut MERKL (2017) erst entstehen können, nachdem sich – nach einer langen Phase der Abkühlung – ein fester innerer und ein flüssiger äußerer Magnetkern gebildet hatten. Das soll vor weniger als „einer Milliarde Jahren“ (oberstes Präkambrium) geschehen sein; zuvor sei das Magnetfeld multipolarer Natur gewesen.

Wie lange es gedauert haben könnte, gemäß der „Sonnenwind-Hypothese“ die Wassermasse der heutigen Ozeane zu erzeugen, zeigt MERKL (2017) anhand einer beispielhaften Berechnung. Ausgehend von heutigen Durchschnittswerten des Sonnenwindes, insbesondere der Geschwindigkeit und Teilchendich-

te, sowie weiterer Parameter und Annahmen errechnet er zunächst eine produzierte Wassermenge von $1,6 \times 10^{10}$ kg Wasser pro Jahr bzw. $1,6 \times 10^{18}$ kg pro 100 Millionen Jahre. Zusätzlich nimmt er an, dass der Sonnenwind der Sonne in ihrer „Frühphase“ – wie bei den „jungen, sonnenähnlichen Sternen in unserer kosmischen Nachbarschaft“ – 1000-fach stärker war als heute. Das ergibt $1,6 \times 10^{21}$ kg Wasser in 100 Millionen Jahren. Diese Menge entspricht der Wassermasse der heutigen Ozeane: $1,4 \times 10^{21}$ kg. Die Berechnung soll zeigen, so MERKL (2017), „(...) dass das auf der Erde vorhandene Wasser tatsächlich in einem vernünftigen Zeitraum durch den Sonnenwind erzeugt werden konnte.“

Des Weiteren werden Problemfelder wie die unterschiedlichen Deuterium/Wasserstoff-Verhältnisse für Sonnenwind, Kometen und Erde sowie Kohlenstoffmenge und Kohlenstoffkreislauf erklärt und diskutiert. „Den Beweis für diese Hypothese“ – insbesondere ob der oben skizzierte physikochemische Mechanismus so funktioniert haben könnte – „sollten die Astronomen in extrasolaren Planetensystemen