

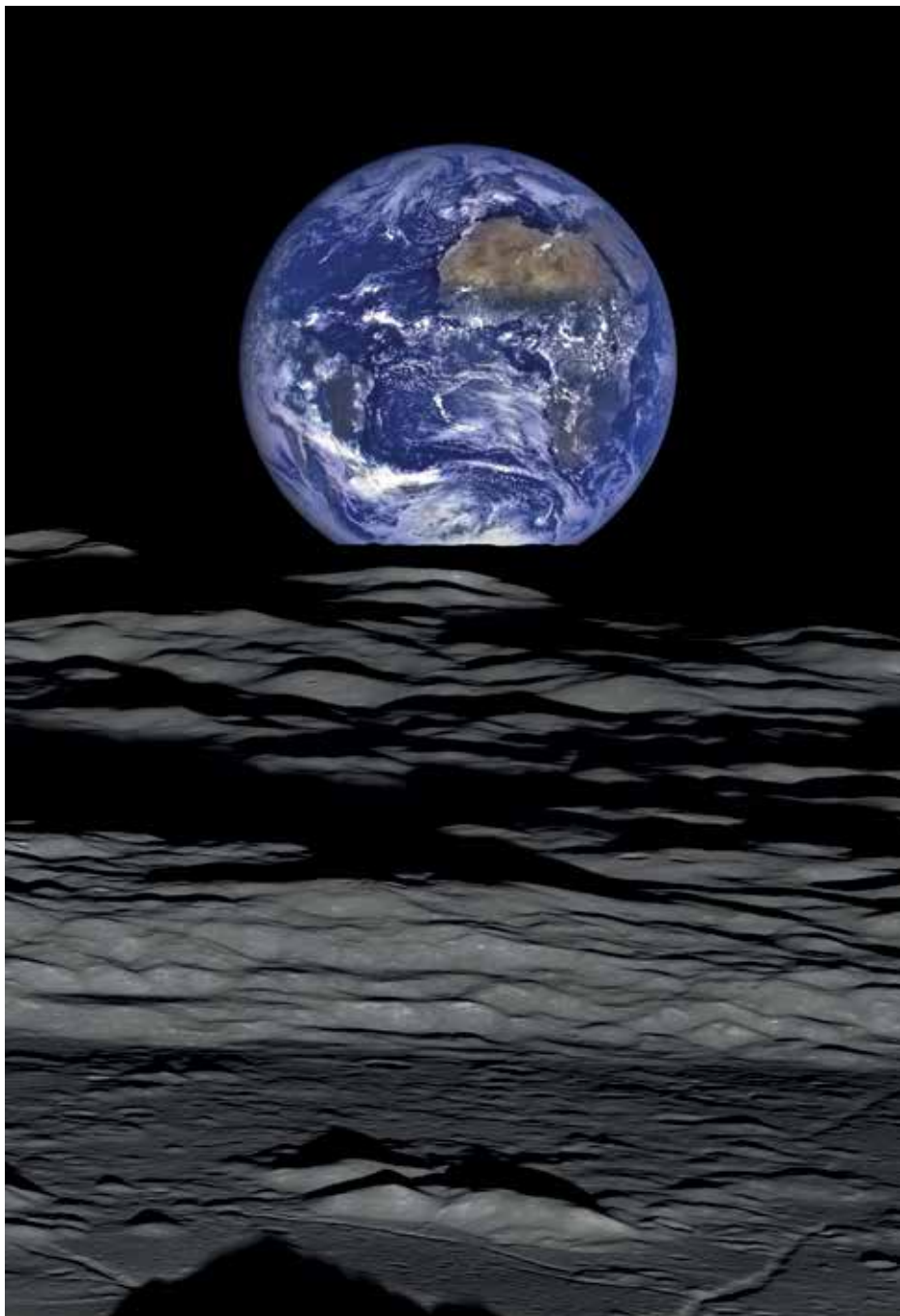


Abb. 1 Die Erde heute. Kontrastreich: der dunkelgraue, unbelebte Erdtrabant und der blaue Planet Erde, voller Leben. Credit/Foto: NASA/Kamera-Wissenschaftsteam des Lunar Reconnaissance Orbiter (LRO), 12. 10. 2015.

suchen (...)“: nämlich Planeten, die größer sind als die Erde und die ein schützendes bipolares Magnetfeld noch nicht entwickelt haben.

Interessant ist, dass MERKL (2017) quasi einen zweckorientierten Entwicklungsprozess darlegt: So sei die Wasseranreicherung auf der Erde durch den „Sonnenwind-Prozess“ eine wesentlich effizientere und schnellere Art gewesen als der Beschuss durch Kometen. Auch Formulierungen wie „Viele Geowissenschaftler glauben“ und „glauben die Geophysiker“ sind bemerkenswert.

Insgesamt ist MERKLS (2017) Hypothese wie auch die oben genannten Theorien eingebunden in die konventionelle Vorstellung einer langandauernden kosmischen Evolution.

Grenzüberschreitung. Es gibt nur *eine* Quelle überhaupt, die zur Herkunft des Wassers auf der Erde eine verlässliche Aussage enthält – die Bibel. Demnach ist die Erde samt Wasser von Gott, dem Schöpfer, erschaffen worden; „Am Anfang schuf Gott Himmel und Erde. (...) und der Geist Gottes schwebte über dem Wasser“ (Gen 1, 1-2). Am

dritten Schöpfungstag sammelte Gott das Wasser zu einem Meer; er sprach und es geschah: „Und Gott sprach: Es sammle sich das Wasser unter dem Himmel an *einem* Ort, dass man das Trockene sehe. Und es geschah so. Und Gott nannte das Trockene Erde, und die Sammlung von Wasser nannte er Meer“ (Gen 1, 10-11). Die Sonne und alle anderen Himmelskörper werden von Gott am vierten Schöpfungstag erschaffen (gemacht), erst nach der Erschaffung der Erde. Im letzten Buch der Bibel, der Offenbarung („Enthüllung“), heißt es in einem prophetischen Wort über die Zukunft der Erde und des Meeres: „Und ich sah einen neuen Himmel und eine neue Erde; denn der erste Himmel und die erste Erde sind vergangen, und das Meer ist nicht mehr“ (Offb 21, 1).

Das „verlässlich“ (s.o.) bezieht sich auf den Schöpfer selbst; nur der Schöpfer alleine ist Zeuge seiner Schöpfungsakte, die er dem Menschen mitgeteilt hat. Und mit ihm der Mitschöpfer Jesus Christus: „(...) es ist alles durch ihn und zu ihm geschaffen“ (Kol 1,16).

[KOTULLA M (2016) Ringwoodit: Gigantische Wasserreservoir in großer Tiefe? Stud. Intergr. J. 23, 48–52 • MERKL H (2017) Wasser der Erde – ein Produkt der Sonne? Eine Hypothese über die Herkunft des Wassers auf der Erde. Z. Dt. Ges. Geowiss. 168, 211–216 • PEARSON DG et al. (2014) Hydrous mantle transition zone indicated by ringwoodite included within diamond. Nature 507, 221–224 • Bibelzitate: Deutsche Bibelgesellschaft (2016) Die Bibel. Lutherübersetzung, revidiert 2017.] M. Kotulla

■ Gottesanbeterinnen können auch 3D sehen – aber anders

Die Wahrnehmung einer Szenerie mit zwei Augen, die einen bestimmten Abstand voneinander aufweisen, ermöglicht räumliches Sehen. Dazu müssen die von den Sehzellen ausgehenden Nervenimpulse durch das zentrale Nervensystem entsprechend verarbeitet werden. Das bedeutet, dass der Abstand verschiedener Objekte vom Betrachter durch die beiden sich leicht voneinander unterscheidenden Bilder zuverlässig abgeschätzt werden kann. Die Fähigkeit zu räumlichem Sehen auf der Grundlage dieses

Prinzips ist beim Menschen und bei Wirbeltieren nachgewiesen. Durch Versuche, diese Art räumlichen Sehens für technische Systeme wie z.B. Roboter nutzbar zu machen, wurde deutlich, dass zur Verarbeitung der beiden – sich permanent ändernden – Bildinformationen ein enormer Rechenaufwand erforderlich ist.

Man war schon länger davon ausgegangen, dass Insekten ebenfalls Entfernungen ermitteln können über die Beziehung der Winkel, unter denen sie ein Objekt mit ihren beiden Augen wahrnehmen. Ein Hinweis darauf waren zunächst Beobachtungen, dass einäugige Jäger wie z.B. Libellen kaum Beute fangen konnten. ROSSEL (1983) montierte zwischen dem fixierten Kopf einer Gottesanbeterin (Familie Mantidae) und einer Fliege Prismen vor jedem Auge der Jägerin (Abb. 1). Durch die damit manipulierten Winkel, unter denen die Fangschrecke die Beute sah und infolgedessen deren Entfernung entsprechend anders einschätzte, konnte er deren binokulare Stereopsis nachweisen, also die auf zwei Augen basierende Fähigkeit räumlich zu sehen.

Am Neurowissenschaftlichen Institut der Universität Newcastle, UK, werden in der Arbeitsgruppe von Jenny READ verschiedenste Aspekte des räumlichen Sehens und die entsprechenden neuronalen Grundlagen untersucht. NITYANANDA et al. haben für Gottesanbeterinnen ein 3D-Kino erdacht und entwickelt. Dazu verpassten sie ihnen eine 3D-Brille mit zwei unterschiedlich gefärbten Gläsern. Sie klebten mit Bienenwachs zwei unterschiedlich gefärbte Glasstückchen vor die Augen und montierten die Tiere anschließend vor einem Bildschirm. Damit konnten der Mantide durch Bildpunkte, die jeweils nur für ein Auge erkennbar waren, Objekte gezeigt werden,

deren Licht in unterschiedlichen Winkeln auf das jeweilige Auge fiel. Die Wissenschaftler konnten anhand der Jagdaktivität zeigen, dass die Gottesanbeterin tatsächlich Stereosehen zur Bestimmung der Entfernung nutzt (NITYANANDA et al. 2016).

Jüngst hat dasselbe Autorenteam die von ihnen entwickelte Versuchsanordnung des 3D-Kinos für Mantiden genutzt, um den Mechanismus des Stereosehens bei diesen Insekten genauer zu studieren. Hintergrund war die Frage, ob das räumliche Sehen bei diesen Insekten nach einem ähnlichen Prinzip funktioniert wie bei uns Menschen, also durch Vergleich von komplexen Bildern, die sich für jedes Auge leicht voneinander unterscheiden. Die Untersuchung zeigte, dass die Mantiden die Bildbereiche aussuchen, an denen sich die Helligkeit änderte. Sie konnten in einem abstrakten Muster aus Bildpunkten, von denen die Mehrzahl statisch unverändert blieb, auf sich ändernde Bildpunkte reagieren, abschätzen, ob sich das simulierte „Objekt“ annäherte, und darauf mit Fangbewegungen reagieren. Dies gelang den Versuchstieren, selbst wenn das Hintergrundmuster, das beiden Augen angeboten wurde, jeweils unterschiedlich war und nur die sich „bewegenden“ Bildpunkte, d.h. die entsprechenden Helligkeitsänderungen, einander entsprachen. Jedes Auge sah also ein anderes Gesamtbild, aber die Änderungen einzelner Bildpunkte darin passten zusammen und die Gottesanbeterin hat das im Gegensatz zu menschlichen Probanden erkannt und entsprechend darauf reagiert.

Das räumliche Sehvermögen von Mensch und Gottesanbeterin basiert also auf unterschiedlichen Mechanismen, wobei sich das Insekt im Gegensatz zum Menschen auf die Änderungen konzentriert und



Abb. 1 Eine Gottesanbeterin mit 3D-Brille. (Aus NITYANANDA et al. 2018, CC BY 4.0)

nicht das gesamte Bild neuronal verarbeitet, das jeweils auf ein Auge fällt. Diese Konzentration und Reduktion der Sinnesdaten vermindert die erforderliche Leistung für die Informationsverarbeitung, im übertragenen Sinne die Rechenleistung, die das Neuronalsystem des Insekts leisten muss. Insofern eröffnet diese Beobachtung für den Bau von Robotern, die sich optisch eigenständig orientieren, Perspektiven, den Rechenaufwand für die notwendige Stereopsis deutlich zu verringern. Damit können Ingenieure in der Bionik wieder einmal davon profitieren, dass die Welt, wie wir sie wahrnehmen, für viele Herausforderungen überraschende Lösungen aufweist. Wieder eine Beobachtung, die zum Staunen Anlass gibt und als Hinweis auf den Einfallsreichtum und die Genialität eines Schöpfers gewertet werden kann.

[NITYANANDA V, BISSIANNA G, TARAWNEH G & READ J (2016) Small or far away: size and distance perception in the praying mantis. *Phil. Trans. R. Soc. 371B*:20150262 • NITYANANDA V, TARAWNEH G, HENRIKSEN S, UMETON D, SIMMONS A & READ JCA (2018) A novel form of stereo vision in the praying mantis. *Curr. Biol.* 28, 588–593 • ROSSEL S (1983) Binocular stereopsis in an insect. *Nature* 302, 821–822]
H. Binder