



Illustration: P. Heilig

Auch einem Genie wie Albert Einstein bereitete die Quantenphysik Kopfzerbrechen

Quantenphysik und Auge

Quantum-Effekte und -Phänomene spielen wahrscheinlich eine größere Rolle bei photorezeptiven Vorgängen als bisher gedacht. Der Autor hält es für möglich, dass die Quantum-Biologie helfen könnte, das Sehvermögen wieder herzustellen. Von Prof. Dr. Peter Heilig.

Sehr wahrscheinlich spielen Quantum-Effekte und „Non Trivial“-Quantum-Phänomene^{1,2,3,4} wie Quanten-Superposition, Kohärenz, Nonlokalität, Tunneling, Verschränkung etc. eine eher unterschätzte Rolle bei photorezeptiven Vorgängen wie Photosynthese, Erregungsbildung, Phototransduktion sowie in kognitiven Prozessen. Die Quantum-Biologie^{5,6} eröffnet neue Dimensionen. Erkenntnisse interdisziplinärer Zusammenarbeit könnten die Basis für ein neues Konzept schaf-

fen. Auch wenn Kapitel neu geschrieben werden – die klassische Physik behält „als Grenzfall unter Vernachlässigung der Quantisierung und körniger Strukturen“ weiterhin ihre Gültigkeit im Sinne des „Korrespondenz-Prinzips“ nach Niels Bohr⁷.

Das Photon⁸ ist ein masseloses „Eich-Boson“, welches auch großen Geistern Kopfzerbrechen bereitete: Albert Einstein (Brief an Michele Besso, 1951) schrieb dazu: „Die ganzen fünfzig Jahre bewusster Grübeleien haben mich der Antwort der Frage: ‚Was sind Lichtquanten?‘ nicht näher gebracht. Heute glaubt zwar jeder Lump, er wisse es, aber er täuscht sich.“ Dazu passend Richard Feynman: „Mit Sicherheit kann ich sagen: Niemand versteht die Quantenmechanik“ – und zu guter Letzt Feynmans Epilog: „Vielleicht wollen Sie beim größten Abenteuer mitmachen, auf welches sich der menschliche Geist jemals einließ“.⁹



Prof. Dr. Peter Heilig, Universitätsklinik für Augenheilkunde und Optometrie, Medizinische Universität Wien, Österreich

Im Jahre 1921 erhielt Albert Einstein den Nobelpreis für die Entdeckung des photoelektrischen Effekts¹⁰. Wolfgang Pauli

(Nobelpreis 1945) war der erste, welcher den Terminus (Photonen-) Spin vorschlug. Neben manchem seiner Geistesblitze blieb dieser jedoch unpubliziert. Pauli: „Gott existiert nicht und Dirac ist sein Prophet“ (Solvay Conference 1927). Dirac beschrieb den Elektronen-Spin im Stern-Gerlach-Experiment¹¹ (RQM). „Non-trivial“- („non-classical“-) Quantum-Effekte und Phänomene, zu denen auch oben zitierter Spin gehört, können die Komplexität, Effizienz und Dynamik von diversen Sinneswahrnehmungen und Prozessen kognitiver Verarbeitung besser verständlich machen¹², als dies klassischer Physik, Biophysik und Biochemie gelingt.

Obwohl die Masse des Photons gleich Null ist, kann ein Lichtteilchen Elektronen aus einer Metallplatte heraus schlagen. Diese Wechselwirkung wird Becquerel-Effekt genannt. Alexandre Edmond Becquerel (1820-1891) hat dieses Phänomen entdeckt. Möglicherweise war es jedoch Antoine Henri Becquerel (1852-1908), französischer Physiker und Nobelpreisträger, Entdecker der Radioaktivität, nach dem auch das Becquerel benannt ist (1 Bq = ein Zerfall pro Sekunde). Rote Lichtquanten sind wesentlich energieärmer als blaue (siehe Planck: $E=h \cdot f$). Das kurzwellige sichtbare Licht hat etwa doppelt so viele Elektronen-Volt (eV) wie langwelliges. Daher wirkt selbst intensives rotes Licht nicht phototoxisch im Sinne retinaler Lichtschädigung¹³.

Zu der oft zitierten Dualität von Wellen- und Teilchennatur des Photons gesellt sich eine weitere Eigenschaft: Der Spin, der sogar in makroskopischen Systemen nachweisbar ist¹⁴. Auf Schwingung und Schwingungsrichtung baut die, laut Einstein, „spukhafte Fernwirkung“ auf, die Verschränkung (entanglement), die „Teleportation“ und andere merkwürdige Phänomene, welche die Grenzen jeglichen Vorstellungsvermögens sprengen^{14,15}. Durchaus vorstellbar und eine realisierbare Anwendung Quantum-biologischer Prinzipien wäre die Wiederherstellung des Sehvermögens (Indikationen: Dystrophien, RP, Degenerationen, Altersbedingte Makuladegeneration etc.) mithilfe der Bio-Nanotechnologie und des Einsatzes von mikrobiellem Rhodopsin (Bacteriorhodopsin)¹⁶.

Ein Hauch von Licht genügt, um als Impuls retinale Erregungsbildung und Photo-Transduktion zu initiieren. Ein einziges Photon reicht aus für die Isomerisierung des 11-cis-Retinals und das Schließen von hunderten Na-Kanälen. Dadurch ändern sich Membranpotentiale und dies startet die oben erwähnte Kaskade: „cyclic nucleotide cascade of vision“¹⁷. Photosynthese, ihre nahezu 100-prozentige Effizienz^{4,18}, der Orientierungssinn der Vögel (vormals „Magnetsinn“), der Geruchsinn („vibrational frequency spectra enhancing the sense of smell“), das Sehen und die Wahrnehmung sind einige Beispiele für Quantum-Phänomene, z.B.: „ultrafast coherent wave packet dynamics“ aus den noch neuen Welten der Quantum-Biologie^{5,6} oder des Quantum-Life¹⁹.

Epilog: Quantum-Effekte werfen ein neues Licht auf Sensibilität und Vulnerabilität retinaler Strukturen, visueller Bahnen und höherer kognitiver Zentren. Hocheffiziente Quantenmechanische Prozesse (s. oben), damit verbunden eine nahezu verlustfreie Energie-(Photosynthese) und Informationsübertragung (Sensorik) lassen einmal mehr das Irrationale moderner Überstimulation erkennen^{21,22,23}.

Literatur

- 1 Feynman RP (1985) "QED - The Strange Theory of Light and Matter" Princeton University Press, Princeton
- 2 O'Reilly EJ, Olaya-Castro A (2014) Non-classicality of the molecular vibrations assisting exciton energy transfer at room temperature. Nat. Commun. 5:3012 <http://www.nature.com/ncomms/2014/140109/ncomms4012/full/ncomms4012.html>
- 3 Manzano D (2012) Non-trivial biological quantum effects <http://mappingignorance.org/2012/12/26/non-trivial-biological-quantumeffects/>
- 4 Hildner R, Brinks D, Nieder JB, Cogdell RJ, van Hulst NF (2013) Quantum coherent energy transfer over varying pathways in single light-harvesting complexes Science 21; 340(6139): 1448-51.
- 5 Lambert N et al (2013) Quantum Biology. Nature Physics 9, 10–18
- 6 Sia PI, Luiten AN, Stace TM, Wood JPM, Casson RJ (2014) Quantum Biology of the Retina. Clin Experim Ophthalmol 42, (6), 582–589
- 7 Heilmann R (2013) Licht – die faszinierende Geschichte eines Phänomens. Herbig p 97
- 8 Lewis GN (1926) The Conservation of Photons. Nature, 18 (2981), p.874
- 9 Feynman R (1960) "Probability and Uncertainty — the Quantum Mechanical View of Nature," (6), p. 129, <http://www.feynmanlectures.info/flp>
- 10 Einstein A (1905) Über einen die Erzeugung und Verwandlung des Lichtes betreffenden heuristischen Gesichtspunkt. Annalen der Physik 17 (6) 132 -148.
- 11 Gerlach W, Stern O (1922) Das magnetische Moment des Silberatoms. Zeitschrift Physik 9: 353-55
- 12 Salari V,* Rahnama M . Tuszynski J A (2012) Dissipationless transfer of visual information from retina to the primary visual cortex in the human brain. Activitas Nervosa Superior, 54, No. 1-2, 26 -48
- 13 Heilig P, Rozanova E, Godnic-Cvar J (2009) Retinal Light Damage Spektrum Augenheilkd 23, 240-248
- 14 Delannoy G, Emile O, Le Floch A (2005) Direct observation of a photon spin-induced constant acceleration in macroscopic systems, Appl. Phys. Lett. 86, 081109
- 15 D. Bouwmeester, J. W. Pan, K. Mattle, M. Eibl, H. Weinfurter & A. Zeilinger, Experimental Quantum Teleportation, Nature 390, 575-579 (1997)
- 16 Wagner NL, Greco JA, Birge RR. (2013) Visual restoration using microbial rhodopsins. In: Rehm BHA, ed. Bionanotechnology: Biological Self-Assembly and its Applications. Norfolk: Caister Academic Press.; 205–240.
- 17 Fung BK, Hurley JB, Stryer L (1981) Flow of information in the light-triggered cyclic nucleotide cascade of vision. Proc Natl Acad Sci U S A;78(1):152-6.
- 18 Scholes GD (2010) Quantum-Coherent Electronic Energy Transfer: Did Nature Think of It First? J. Phys. Chem. Lett., 1 (1), pp 2–8
- 19 Lloyd S: <http://www.youtube.com/watch?v=wcXSpXyZVuY>
- 20 Heilig P (2010) Light Pollution Spektrum Augenheilkd 5, 267-270
- 21 Heilig P: Über-Stimulation (2014) Österr. Forum Arb Med 02/14 22-26
- 22 <http://www.hellenot.org/licht-ein-problem/mensch/>
- 23 http://www.lightmare.org/Expert_opinion.htm

Die Quantenphysik

... ist ein umfassendes System, welches das Verhalten von Materie und Licht von den kleinsten Dimensionen der Elementarteilchen bis an das Ende des Alls erklärt – auch das periodische System der Elemente, ihr Verhalten in der anorganischen und organischen Welt bis hin zur Biologie. Mit den mathematischen Formulierungen von Werner Heisenberg, Erwin Schrödinger und Paul Dirac lässt sich die Tatsache, dass Materie und Felder sowohl Teilchen- als auch Wellencharakter besitzen, widerspruchsfrei erfassen.

Quelle: ORF.at/science