

## Die Photonen der Physik, die Potenzlehre des Aristoteles und das «Imponderabele» nach Rudolf Steiner

*Thomas Schmidt*

### *Summary*

After *Michelson and Pease* (1921) made the first measurements of star diameters using the phase interferometry of light waves, *Hanbury Brown and Twiss* (1956) got similar results by analysing the correlation of photoelectric signals from photomultipliers in two telescopes, placed 188 m from each other – with no respect to any wave aspect of light at all. Hence the question arises, how statistically emitted photons, active only in the first receiver, may influence the arrival of photons in the second distant telescope. One can find similar problems of cognition about 2500 years ago in *Zenon's* «aporiae» of motion. The solution brought by *Aristoteles'* discrimination between «possibility» (dynamis) and «realization» (energeia) still may help us at present in solving the contradiction between photons «possibly» present anywhere inside their sphere of coherence and photons «really» active only at the very distinct points. This connection to ideas of *Aristoteles* can be confirmed when considering the quantum mechanics of photons in space. – Lastly attention has been called to the similarity of the «gesture» of the processes connected with the origin of light at the «Old Sun» as described by *Rudolf Steiner* and the behaviour of «possible» and «realized» photons within their sphere of coherence.

Der Anlaß, mich erneut mit *Photonen* zu beschäftigen, entstand aus einem Telefongespräch mit *Friedrich Dustmann* in der Vorbereitung auf die «Arbeitstage für Physiker und Physiklehrer», Januar 1996 in Dornach, in dem ich auf das Buch «Photonen» von *Harry Paul* (1995) hingewiesen wurde, dem auch die im folgenden notwendigen quantenphysikalischen Tatbestände und Überlegungen im wesentlichen entnommen wurden. Der inhaltliche Kern der folgenden Ausführungen wurde dann während der erwähnten Arbeitstage mit dem Thema «Der anthroposophische Erkenntnisansatz in seinem positiven Verhältnis zur modernen Naturwissenschaft» vorgetragen. Die konkrete Ausführung des Aufsatzes aber dankt entscheidende Anregungen den Referaten von *Friedrich Dustmann* und *Florian Theilmann* während dieser Tage sowie anschließenden Gesprächen mit *Georg Maier*.

### *Stand der Forschung in der Mitte des 20. Jahrhunderts*

Noch für *Johannes Kepler* war das Licht eine «species immaterata»; in seiner Schrift «Tertius interveniens ...» von 1610, These 20, drückt er das so aus: Dem «von der Sonne zu uns herabfließenden Licht gebüret quantitas, doch sine materia, und motus,

doch sine tempore». Und es war *Olaf Römer*, der Landsmann des großen *Kepler*-Lehrers *Tycho Brahe*, der 66 Jahre später bei der Analyse seiner Fernrohrbeobachtungen der Jupitermonde fand, daß deren Verfinsterung Unregelmäßigkeiten besaß, die von der Erd-Jupiter-Entfernung abhingen. Dieses erneut auftretende geozentrische Element der Bewegung von Himmelskörpern vermochte *Römer* allein dadurch zu beseitigen, daß er dem Licht eine sehr große, aber endliche Geschwindigkeit zum maß. Damit waren die Voraussetzungen gegeben, das Licht in die universelle, deterministische nachkeplersche Naturwissenschaft einzugliedern, wie sie weitere elf Jahre später von *Isaac Newton* in den «*Philosophiae naturalis principia mathematica*» durch seine Gravitationstheorie endgültig begründet wurde.

Durch die Interferenzversuche von *Thomas Young* und *Augustin Fresnel* wurde zu Beginn des 19. Jahrhunderts, etwa in derselben Zeit, als *Goethe* seine Licht- und Farbenlehre entwickelte, der experimentelle «Beweis» erbracht, daß die Lichtausbreitung im Raum widerspruchslos als Wellenbewegung zu deuten sei, wie es bereits 1690 von *Christian Huygens* im Gegensatz zu der Korpuskular-Hypothese des Lichtes von *Isaac Newton* (1672) postuliert worden war. Diese «Klarheit» dauerte indes nur 200 Jahre: die Versuche von *P. Lenard* am «lichtelektrischen Effekt» zeigten 1902, daß die Wirkung des Lichtes in Metallen mit einer Wellenvorstellung unverträglich ist, und drei Jahre später folgte *Albert Einsteins* Arbeit über «einen die Erzeugung und Verwandlung des Lichtes betreffenden heuristischen Gesichtspunkt», in der er seine «Lichtquanten-Hypothese» formulierte, die er ein Jahr später in Zusammenhang mit *Max Plancks* Quanten-Theorie der Hohlraumstrahlung setzte. Es schien also eine unüberbrückbar dualistische Theorie des Lichtes unumgänglich zu sein: Während mikroskopische Einzelprozesse der Erklärung durch *Lichtquanten* bedürfen, beziehen sich alle «optischen Beobachtungen», die den *Wellencharakter* zeigen, «auf zeitliche Mittelwerte, nicht aber auf Momentanwerte.» (*Einstein*, 1905)<sup>1</sup>

Spätestens seit den interferometrischen Messungen von Fixsterndurchmessern durch *R. Hanbury Brown* und *Q. Twiss* 1956 war aber deutlich, daß ein derartiges dualistisches Konzept des «einmal so – einmal so» nicht haltbar sein konnte. Bereits seit 1920 hatten *A.A. Michelson* u.a. mit der Methode der «Phasen-Interferometrie» erfolgreich für einige nahe, große und helle Fixsterne Durchmesser bis zu etwa 0,02" herab messen können. Dabei wurde das Prinzip des *Youngs*chen Doppelspaltversuches von 1802 angewendet, wie es in Abb. 1 für eine sehr entfernte Lichtquelle, d.h. für parallele Strahlen bzw. eine ebene Welle, dargestellt ist; die von links einfallende Welle erzeugt in den beiden Spalten je eine neue, sich in alle Richtungen ausbreitende «Elementarwelle». Werden die Strahlen  $S_1$  und  $S_2$  durch eine Linse oder auch im Auge des Beobachters vereinigt, so entsteht in allen Strahlrichtungen  $\alpha$  Dunkelheit, für die ein «Gangunterschied» zwischen den beiden Strahlenbündeln  $S_1$  und  $S_2$  von einem ungeraden Vielfachen  $k$  der halben Wellenlänge  $\lambda/2$  existiert, weil Wellenberg auf Wellental trifft und sie sich deshalb gegenseitig auslöschen; ist das Vielfache  $k$  dagegen gerade, so verstärken sich die Wellen, und es ergibt sich ein Helligkeitsmaximum. Das gilt allerdings nur für punktförmige Lichtquellen, von denen die ebene Welle – wie in Abb. 1 gezeichnet – nur aus genau einer einzigen Richtung kommt. Nimmt die Lichtquelle eine merkliche Winkelausdehnung an, so «verwischt sich» das Interferenz-