Was ist ein «Elektron»? II

Johannes Kühl

Zusammenfassung

Ergänzend zum ersten Teil dieses Aufsatzes[1] wird gezeigt, dass komplexe Zahlen auch bei einfachen stationären Zuständen notwendig sind für die Darstellung der quantenmechanischen Wellenfunktion. Anschliessend werden einige andere Zugänge zur Frage «Was ist ein Elektron?» angedeutet, um dann zu untersuchen, welche «Vorgänge» dem Elektron zugeschrieben werden und wie es sich in den «Zoo» der Elementarteilchen hineinstellt. Dabei zeigt sich das Elektron als ein vermittelndes Element zwischen der Polarität von Licht und Schwere.

Summary

Complementing the first part of this article[1], it is shown that complex numbers are necessary for the representation of the quantum mechanical wave function even for simple stationary states. Subsequently, some other approaches to the question "What is an electron?" are outlined and then examined which "processes" are attributed to the electron and how it fits into the "zoo" of elementary particles. The electron is shown to be a mediating element between the polarity of light and gravity.

1. Einleitung

Im Zusammenhang der Bemühungen um eine «Goetheanistische Physik» entsteht immer wieder die Frage, wie man mit gedanklichen Vorstellungen («Modellen») der nichtwahrnehmbaren atomaren und subatomaren Welt angemessen umgeht. Sie einfach als «blosse Theorie» abzutun ist offensichtlich zu einfach.

Ein möglicher «quasi-phänomenologischer» Zugang zu dieser Welt ist die Untersuchung, der Phänomene und Gedankengänge, aufgrund derer man zu den jeweiligen Vorstellungen und Begriffen gekommen ist.

---

1 Elemente der Naturwissenschaft 109, 2018.

Dabei zeigt sich einerseits die experimentelle Grundlage, andererseits ein gedankliches «Bedingungsgefüge» der jeweiligen Begriffe – ganz ähnlich, wie man es durch die Variation der Bedingungen eines sinnlichen Phänomens ausarbeiten kann.

Ein weiterer Aspekt wäre ein Blick darauf, wie und wofür die Vorstellungen verwendet werden: Lässt sich aus der Art, wie ein Konzept angewendet wird, etwas lesen, was den Zusammenhang beleuchtet? – Diesen Zugang kann man in Anlehnung an den Weg sehen, den Rudolf Steiner für den Umgang mit dem «Haeckelismus mit all seinem Materialismus» (*Steiner* 1924a) geschildert hat.

Schliesslich kann man versuchen, das Konzept in einen grösseren Zusammenhang einzuordnen, so dass es daraus eine Bedeutung erhält.

Im ersten Teil dieses Artikels (*Kühl* 2018) wurde im Wesentlichen der erstgenannte Weg verfolgt, und dabei wurden auch die Schwierigkeiten beschrieben, welche das «Elektron» für ein angemessenes Verständnis bietet. Dazu dienten ein Abriss der Geschichte seiner «Entdeckung» sowie der Versuch einer für Schüler einer 12. Klasse zugänglichen Beschreibung der quantenmechanischen Wellenfunktion und der Schrödingergleichung. Schon da treten die bekannten Probleme auf: Was ist diese Wellenfunktion, was schwingt? Gibt es die Wellen «wirklich»? Was hat die Funktion mit dem Teilchen zu tun, welches wir uns bei dem Wort Elektron vorstellen? Obwohl die «Entdeckung» des Elektrons über hundert Jahre zurückliegt und auch die Quantenphysik fast hundert Jahre alt ist, werden diese Fragen bis heute diskutiert. In diesem zweiten Teil wird in Abschnitt 2 diese Betrachtung ergänzt. In den Abschnitten 4 und 5 sollen der zweite und der dritte der eingangs angedeuteten Wege beschritten werden: Wo und wozu wird die Vorstellung «Elektron» verwendet, wofür steht es, welche «Eigenschaften» und welche Bedeutungen werden ihm zugesprochen? Und: Wie lässt es sich in ein Ganzes einordnen? – Auf dieser Grundlage soll versucht werden, ein Bild dessen zu gewinnen, was da «zur Erscheinung gezwungen» wird.

2. Quantenphysik und komplexe Zahlen

Eines der Probleme sei hier noch einmal aufgegriffen: Gegen Ende des vorigen Artikels wurde bemerkt, dass für eine zeitabhängige Schrödingergleichung die Wellenfunktion komplex wird, d.h. imaginäre Zahlen $(i = \sqrt{-1})$ enthalten muss. – Eine genauere Überlegung zeigt aber, dass bereits die Wellenfunktion für stationäre, also zeitunabhängige Zustände komplex sein muss. Dafür gibt es eine Reihe von Begründungen (*Karam* 2020), eine sei hier kurz referiert: