Elektrizität und Magnetismus – Versuch einer Differenzierung entlang sinnlicher Beobachtung[1]

Ueli Steiger

Zusammenfassung

Dieser Artikel möchte aufzeigen, dass sinnliche Beobachtungen im Hochspannungs- und Hochstromlabor zu einer Differenzierung und Bereicherung der Begriffe von Elektrizität und Magnetismus beitragen können. Die Anordnung der Phänomene nach qualitativen Gesichtspunkten führt zur Charakterisierung von Spannung und Strom als Polarität. Unter Einbezug physikalischer Überlegungen wird die Gültigkeit dieses Ergebnisses auch für die übergeordneten Begriffe Elektrizität und Magnetismus aufgezeigt. Hierbei wird ein Verständnis von «elektrischem Strom» nicht als elektrisches, sondern vielmehr magnetisches Phänomen entwickelt. Während Elektrizität und Magnetismus im Alltag fast immer vermischt als Elektromagnetismus auftreten, ist deren sorgfältige Trennung im Erkenntnisprozess Voraussetzung für den hier gewählten beobachtungsbasierten Zugang.

Summary

This article aims to show that sensual observations in the high voltage and high current laboratory can contribute to a differentiation and enrichment of the concepts of electricity and magnetism. The arrangement of phenomena according to qualitative aspects leads to the characterization of voltage and current as a polarity. Taking into account physical considerations, the validity of this result is also shown for the superordinate concepts of electricity and magnetism. Here an understanding of "electric current" is developed not as an electric but rather as a magnetic phenomenon. While electricity and magnetism nearly always appear mixed as electromagnetism in everyday life, their careful separation in the cognitive process is a prerequisite for the observation-based approach chosen here.

Was ist Elektrizität? – Dieser grundlegenden Frage stellt sich ein verbreitetes aktuelles Lehrbuch für angehende Physiker*innen[2], um sich ernüchtert die

1 Dieser Artikel ist die ausgearbeitete und erweiterte Fassung eines Vortrags, den der Autor im Februar 2012 an der Naturwissenschaftlichen Sektion des Goetheanums in Dornach/Schweiz gehalten hat.

2 Dieser Artikel erfordert keine über den Alltag hinausgehenden Erfahrungen mit Elektrizität und Magnetismus. Bis auf einige Fussnoten sollte der Text Nicht-Physikern*innen zugänglich sein. Die Fussnoten werden vielfach dazu genutzt, die Phänomene in das heutige physikalische Verständnis einzubetten.

Schwierigkeiten bei ihrer Beantwortung einzugestehen: «Wir würden gern zu Beginn dieses Kapitels die Frage ‹Was ist Elektrizität?› mit einem ebenso knappen Kernsatz beantworten wie im Fall der Wärme. Leider geht das nicht: Während sich die Wärmelehre bruchlos in die Mechanik eingliedern lässt, ist die elektrische Ladung durchaus eine Sache für sich […]» (*Meschede* 2010, S. 315). Diese Antwort ist bezeichnend für das Vorgehen einer ganzen Reihe verbreiteter Physiklehrbücher – nicht wegen der eingestandenen Schwierigkeiten (die angesichts der Komplexität des Themas niemand dem Autor vorwerfen könnte), sondern weil «Elektrizität» unauffällig durch «elektrische Ladung» ersetzt wird. Damit ist exemplarisch der Weg aufgezeigt, welcher bei der Beantwortung der obigen Frage heute zumeist begangen wird: «Elektrische Ladungen» werden ganz selbstverständlich zur Erklärung von Elektrizität[3] herangezogen[4].

Während mit der Eingangsfrage noch nach so etwas wie einer «inhaltsvollen Beschreibung» oder gar einem «Charakter» von Elektrizität gefragt wird, kann die Erklärung mittels elektrischer Ladung als Eigenschaft von Materie in doppelter Hinsicht als Enttäuschung erlebt werden. Einerseits wird hierbei auf eine begriffliche Konstruktion zurückgegriffen, die keine direkt sinnlich beobachtbare Entsprechung besitzt und daher im gleichen Sinn wie «Elektrizität» erklärungsbedürftig bleibt. Anderseits wird das Wort «elektrisch», das ja eigentlich erklärt werden sollte, in der Erklärung selbst erneut verwendet, was einer «Zirkeldefinition» gleichkommt.

So stellt sich die Frage nach einer andersgearteten Charakterisierung von Elektrizität und dem eng mit ihr verbundenen Magnetismus, welche das Bedürfnis nach einer «erlebnisnahen» Beschreibung besser befriedigen könnte.

Im Folgenden soll daher der Versuch einer Differenzierung und Bereicherung dieser beiden Begriffe mittels sinnlicher Beobachtung gemacht werden. Die Eingangsfrage wird hierfür wie folgt modifiziert und ergänzt:

3 Unter «Erklärung von Elektrizität» wird in Physiklehrbüchern in der Regel die Angabe von Ursachen bestimmter (der Elektrizität zugeschriebener) Wirkungen bzw. elektrisch bedingter Kräfte verstanden (siehe auch S. 68).

4 Es seien folgende weitere klassischen Physiklehrbücher erwähnt: *Giancoli* (2010), *Tipler & Mosca* (2015), *Halliday et al.* (2017). Auch Feynman postuliert zu Beginn seiner bekannten Vorlesungen über Elektromagnetismus die elektrischen Ladungen als Ursache der elektrischen Kräfte (*Feynman et al.* 1964).