M. Rutz-Lewandowski, Europa-Gymnasium, Forststr.1 , D-76744 Wörth

An die Präsidentin der
Deutschen Physikalischen Gesellschaft
Frau Prof. Dr. Johanna Stachel

Hauptstr. 5
53604 Bad Honnef

StD Dipl. math. Marcus Rutz-Lewandowski
StD Dr. Holger Hauptmann
Europa-Gymnasium
Forststraße 1
D-76744 Wörth

Tel: 07271-7604130
Fax: 07271-7604111
E-Mail: rutz@egwoerth.de

Wörth, 15. April 2013

Sehr geehrte Frau Prof. Dr. Stachel, sehr geehrte Autoren der fachwissenschaftlichen Ergänzungen zum DPG–Gutachten über den KPK,

vielen Dank für diese fachlich fundierten Hinweise zu einigen Irrwegen in der Physik (http://www.dpg-physik.de/veroeffentlichung/stellungnahmen_gutachter/kpk-ergaenzung.pdf). Diese bestätigen uns ein mulmiges Gefühl, welches wir schon lange an einer Stelle im Physikunterricht haben. Da sich in unserem Fall dieses mulmige Gefühl aber auf ein elektrisches Problem bezieht und die Autoren ihren vorangestellten physiktheoretischen Diskurs danach auf ein mechanisches Beispiel anwenden, möchten wir das entsprechende elektrische Beispiel kurz darlegen, um sicherzustellen, dass wir auch alles richtig verstanden habe.

Mit der elektrischen Ladungsdichte ρ und der elektrischen Stromdichte $\vec{j}$ ergibt sich aus den Maxwell–Gleichungen bekanntermaßen die Kontinuitätsgleichung der Elektrodynamik

$$\frac{\partial}{\partial t}\rho + \mathrm{div}\vec{j} = 0. \tag{1}$$

Greift man ein Volumen V beliebig aus dem Kontinuum heraus und bildet das Volumenintegral über die Divergenz der Stromdichte, so erhält man den Nettostrom:

$$I = \int_V \mathrm{div}\vec{j}\, dV \tag{2}$$

Umschließt das Volumen V den Körper, dessen Ladungszustand beschrieben werden soll, so ergibt sich mit $\dot{Q} = \frac{d}{dt}\int_V \rho\, dV$ aus den Gleichungen (1) und (2)

$$\dot{Q} + I = 0 \tag{3}$$

Diese Gleichung besagt, dass die Ladung eine Erhaltungsgröße ist.

Das Volumenintegral über die Divergenz der Stromdichte kann nach dem Gauß'schen Satz durch ein Integral über die geschlossene Oberfläche ∂V des Volumens V ersetzt werden

$$I = \int_V \mathrm{div}\vec{j}\, dV = \int_{\partial V} \vec{j}\, d\vec{A}, \tag{4}$$

wobei das Flächenelement $d\vec{A}$ entlang der äußeren Flächennormalen gerichtet ist. Entscheidend ist, dass die Fläche, über die hier zu integrieren ist, geschlossen ist (oder allgemeiner, dass ∂V der Rand der kompakten differenzierbaren Mannigfaltigkeit V ist).

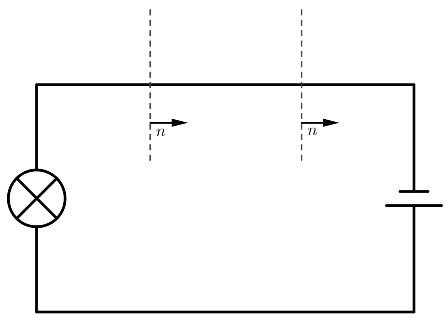
Man liest nun häufig, dass für die elektrische Stromstärke gelte

$$I_{\text{dubios}} = \int_A \vec{j}\, d\vec{A}, \tag{5}$$

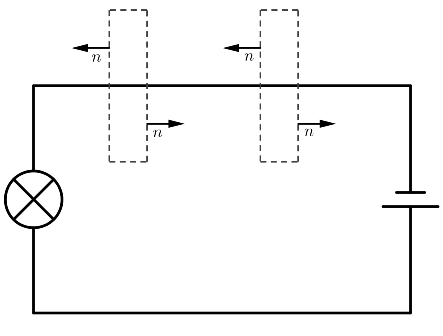
wobei die Fläche A geeignet gewählt wird und insbesondere *offen* sein kann. Für offene Flächen kann aber das Gesetz der Ladungserhaltung $\dot{Q} + I_{\text{dubios}} = 0$ nicht bewiesen werden!

Nun zu dem konkreten Beispiel: Ein einfacher unverzweigter geschlossener Stromkreis.

Im Rahmen der vielen dubiosen Darstellungen berechnet sich die elektrische Stromstärke in dieser Anordnung, indem man jede der gerichteten Querschnittsflächen der Leitung mit der (in der Leitung konstanten) Stromdichte multipliziert. Seine ausgezeichnete Richtung ergibt sich aus der Festlegung, dass die Richtung der Flächennormalen $\vec{n}$ in Richtung des tieferen Potentials zeigen soll. Wenn aber dieser dubiose elektrische Strom eine physikalisch reale Ladung transportieren (und nicht nur eine buchhalterische Funktion haben) soll, dann muss er dem Gesetz von der lokalen Ladungserhaltung genügen! Anders ausgedrückt: Wenn I_{dubios} einer elektrischen Stromstärke entsprechen sollte, wie oft behauptet wird, dann müsste diese innerhalb des Leiters wirken und die einzelnen Abschnitte des Leiters elektrisch aufladen, was nicht der Fall ist, weil das System im stationären Gleichgewicht ist.



Hier sieht man, wie bei I_{dubios} die Integration über eine offene Fläche durchgeführt wird. Dabei wird die Ladungserhaltung verletzt.



Angedeutet ist in dieser Abbildung die physikalisch korrekte Integration der Stromdichte über geschlossene Flächen. Man erkennt $I_{\text{Gutachten}} = 0$.

In einer physikalisch korrekten, von der Kontinuitätsgleichung ausgehenden Beschreibung hätte man beliebige Volumina aus der gezeigten Anordnung herauszugreifen, über deren geschlossene Randflächen die Stromdichte zu integrieren wäre. Für jedes der beispielhaft in der linken Abbildung eingezeichneten Volumina ist das Ergebnis dieser Integration gleich Null: Die gegenüberliegenden Flächenelemente zeigen in entgegengesetzte Richtung, während die Stromdichte gleich ist. Damit ist vollkommen klar: **In dieser Anordnung gibt es keinen elektrischen Strom!**

Wir hoffen, dass Sie auch in diesem Fall umgehend die heilige physikalische Inquisition verständigen, damit diesem Treiben Einhalt geboten wird und I_{dubios} endlich aus der anständigen Physik verschwindet.

Mit freundlichen Grüßen

StD Dipl. math. Marcus Rutz-Lewandowski — StD Dr. Holger Hauptmann