

# Habt ihr schon gewusst 178 ... nachdenkliche Fragen

---

**Klassische Wasserstoffatome** Auch wenn die EPA der KMK und die Physik-Bildungsstandards eine andere Pflichtvorgabe machen, findet man in Schulbüchern und im Physikalltag immer noch eine „klassische Behandlung“ von Quantenobjekten ... im wörtlichen Sinne. In diesem Zusammenhang gibt es eine interessante Argumentation, die in diesem Prozess vielleicht überzeugen kann.

Wir stellen uns vor, dass wir von Quantenphysik noch nichts gehört haben und über den Aufbau eines Wasserstoffatoms nachdenken. Mit der klassischen Physik als Hintergrund betrachten wir ein „klassisches Proton“, das sich ein „klassisches Elektron“ einfängt. Die Größe und Form der „klassischen Elektronenbahnen“ sind im Sinne von Laplace durch die Orts- und Impulskoordinaten von Elektron und Proton beim Start unserer Betrachtung abhängig. In unserer klassischen Welt ist also jedes Wasserstoffatom ganz unterschiedlich gebaut. Die einzelnen Wasserstoffatome sind unterscheidbar. Im Experiment können wir das aber nicht wahrnehmen – wir messen also mit makroskopischen Instrumenten immer nur Mittelwerte.

Im Sinne der Pflichtvorgabe unserer Bildungsstandards, wollen wir die Vorhersagen der obigen Form im Experiment überprüfen. Weil wir die Experimente nicht selbst ausführen können, recherchieren wir und stellen fest:

Die Experimente der Quantenphysik zeigen in allen Labors unseres Planeten eindeutig ohne jeden Zweifel, dass jedes einzelne Wasserstoffatom seine Eigenschaften erst zeigt, wenn man sie misst oder das Wasserstoffatom bzgl. dieser Eigenschaft präpariert. UND wenn man die Eigenschaft in einem Experiment überprüft, stellt man fest, dass ALLE Wasserstoffatome exakt dieselben Eigenschaften haben – nicht die gleichen, sondern dieselben! Wasserstoffatome sind ununterscheidbar ... im objektiven Sinne!

Also kann die obige klassische, einfache, anschauliche Vorstellung eines Wasserstoffatoms nicht stimmen – diese Vorhersage ist falsifiziert ... Wasserstoffatome haben keinerlei „individuelle Eigenschaften“ ...

**Klassischer Potenzialtopf** Wenn wir ein klassisches Elektron in einen klassischen Potenzialtopf einschließen und ihm eine Anfangsgeschwindigkeit geben, dann wird das Elektron zwischen den Wänden des Potenzialtopfs hin und her reflektiert. Da das Elektron innerhalb des Potenzialtopfes keine äußere Kräfte erfährt, muss das Elektron auf seinem Weg zwischen den Reflexionspunkten eine konstante Geschwindigkeit haben. Daraus folgt aber zwangsläufig, dass sich das Elektron an jeder Stelle des Potenzialtopfes mit der gleichen Wahrscheinlichkeit anzutreffen ist. Falls die Reflexion des Elektrons an der Potenzialwand mit einer Verzögerungsphase verbunden sein sollte, dann wäre die Aufenthaltswahrscheinlichkeit der Elektronen an der Wand sogar höher als in der Mitte.

Im Sinne der Pflichtvorgabe unserer Bildungsstandards, wollen wir – wie schon oben - die Vorhersagen der obigen Form im Experiment überprüfen. Weil wir die Experimente nicht selbst ausführen können, recherchieren wir wieder im Internet oder in der Literatur und stellen erstaunt fest:

Die Experimente der Quantenphysik zeigen in allen Labors unseres Planeten eindeutig ohne jeden Zweifel, dass die Aufenthaltswahrscheinlichkeit für das Elektron im linearen Potenzialtopf in der Mitte am größten ist ... und diese Aufenthaltswahrscheinlichkeit am Rand des Potenzialtopfes verschwindet.

**Induktion A** Wir betrachten eine Leiterschleife (10cm Umfang), in der ein sich änderndes Magnetfeld eine Induktionsspannung von 12 Volt erzeugt. Wir wollen die Leiterschleife an einer Stelle auftrennen und um 2cm auseinanderbiegen. In diesen Zwischenraum bauen wir ein Spannungsmessgerät. Der Anteil der Induktionsspannung, die auf diese 2cm des Spannungsmessgeräts entfällt ist also 2Volt. Was misst also das Spannungsmessgerät – wenn wir davon ausgehen, dass das Spannungsmessgerät nur die Spannung zwischen seinen beiden Anschlüssen messen kann?<sup>1</sup>

**Induktion B** Wir erzeugen mit einem Hufeisenmagnet und einer geschlossenen Leiterschleife eine Induktionsspannung ... verstehen aber nicht, wie diese Induktionsspannung entsteht ... Der Leiter solle in unserem Bezugssystem ruhen ... und der Hufeisenmagnet mit einem homogenen Magnetfeld zwischen seinen Polen ist konstant – also kein veränderliches Magnetfeld. Weil der Leiter ruht, können wir nicht mit der Lorentzkraft argumentieren ... weil das Magnetfeld konstant ist, können wir nicht mit der Änderung des magnetischen Flusses argumentieren ... ODER ist eine der obigen Behauptungen falsch?<sup>2</sup>

**Schwingkreis** Eine typische Schülerfrage wird bei der Behandlung des Schwingkreises regelmäßig gestellt: Sind die Spule und der Kondensator in Reihe oder parallel zueinander geschaltet?<sup>3</sup>

**„Feldmasse“** Wir beschleunigen einen Permanentmagneten. Ist ein Teil der hierzu nötigen Kraft notwendig, um das Magnetfeld zu beschleunigen? ...<sup>4</sup>

---

<sup>1</sup> Eine interessante Frage oder eine offensichtliche Falle. Durch das Auftrennen der Leiterschleife haben wir kein geschlossenes induziertes E-Feld ... die Induktionsspannung führt zur Verschiebung von elektrischen Ladungen in der Schleife und zum Aufbau einer Potentialdifferenz ... und diese Potentialdifferenz wird durch das Spannungsmessgerät gemessen.

<sup>2</sup> Das Magnetfeld ist zwar konstant – aber durch die Bewegung im Raum ganz sicher veränderlich ... nach Maxwell können wir daraus schließen, dass dieses Magnetfeld ein elektrisches Feld induziert, das im Leiter zu einer Ladungsverschiebung führt ... die genau zu der gleichen Induktionsspannung führt wie in dem Falle, da wir bei ruhendem Magnet den Leiter bewegen und die Lorentzkraft als Erklärung bemühen. Zudem können wir aber auch mit der Flussänderung argumentieren, denn wenn wir den magnetischen Fluss im Hufeisenmagneten betrachten, wird die Leiterschleife bei bewegtem Magnet von einer unterschiedlichen „Feldlinienzahl“ durchsetzt.

<sup>3</sup> Selbstverständlich sind die beiden Bauteile sowohl parallel als auch in Reihe geschaltet. Auf der Basis beider Schaltungen kann man die Thomsonsche Schwingungsformel ableiten ☺

<sup>4</sup> Was spricht dagegen?