

167 Wenn auf die Ladung der Masse eine Kraft wirkt, ändert sich ihr Impuls

ZUSAMMENFASSUNG

„An der Feder hängt eine Masse“ oder „die Ladung wird im elektrischen Feld beschleunigt“ sind in der Physik gängige Ausdrucksweisen. Der Name eines Gegenstandes oder Teilchens wird durch den Namen einer physikalischen Größe ersetzt. Diese Gewohnheit kann zu Missverständnissen führen.

Gegenstand

„An der Feder hängt eine Masse“, „die Ladung wird im elektrischen Feld beschleunigt“, „in dem Volumen befindet sich ein Gas“, „das Filter lässt nur große Wellenlängen durch“. In diesen Sätzen, die jeder Physiker versteht, wird der Name eines Gegenstandes oder physikalischen Systems durch den einer physikalischen Größe ersetzt. Gemeint ist eigentlich: „An der Feder hängt ein *Körper*“, „das *geladene Teilchen* wird beschleunigt“, „in dem *Behälter* befindet sich ein Gas“, „das Filter lässt nur *Licht* großer Wellenlängen durch“.

Mängel

1. Physikalische Größen sind Variablen im Sinn der Mathematik. Sie können nicht hängen oder beschleunigt werden, in ihnen kann sich kein Gas befinden, und sie können nicht durch ein Filter hindurchgehen. Wenn, wie es hier geschehen ist, die physikalische Größe genannt wird, wo eigentlich ein Gegenstand oder ein Teilchen gemeint ist, so handelt es sich im Sinn der Linguistik um eine Metonymie. In der Umgangssprache sind Metonymien weit verbreitet. So sagt man etwa: „Auf die Experimentalphysikprüfung habe ich mich *mit dem Tipler* vorbereitet“ wo man meint: „Auf die Experimentalphysikprüfung habe ich mich *mit dem Buch von Tipler* vorbereitet“.

Im Fall unserer Zitate ersetzt man den Gegenstand durch eine der ihn beschreibenden physikalischen Größen, nämlich durch diejenige Größe, auf die es in dem betrachteten Zusammenhang gerade ankommt. Nur die Masse des Körpers, der an der Feder hängt, ist von Bedeutung, wenn man sich für die Schwingung interessiert, nicht seine Temperatur oder seine Farbe; nur auf die Wellenlänge des Lichts kommt es bei der Beschreibung der Wirkung des Filters an...

2. Das Identifizieren von Ding und Maß ist besonders verbreitet bei den physikalischen Größen Masse und elektrische Ladung. So sagt man nicht die Energie, die Entropie oder der Impuls hänge an der Feder. Es müssen Größen sein, die wir als für den Körper charakteristisch ansehen. Die Ladung werde beschleunigt, sagt man auch nur dann, wenn es sich um ein Teilchen handelt, dessen elektrische Ladung wir als für das Teilchen charakteristisch ansehen, also etwa ein Elektron oder ein Proton. Bei einem makroskopischen elektrostatischen Experiment würde man eher (aber auch nicht immer) sagen, der geladene Körper werde beschleunigt.

3. In Fällen, in denen im Namen der Größe eindeutig zum Ausdruck kommt, dass es sich um ein Maß handelt, ist es nicht üblich, den Körper mit dem Namen der Größe zu bezeichnen. So sagt man nicht: Der Körper hängt an der Federkonstante, sondern an der Feder, obwohl es in dem betrachteten Zusammenhang nur auf die Federkonstante ankommt. Der Wortteil „Konstante“ steht der Identifikation entgegen. Man sagt zwar „gleichnamige (elektrische) Ladungen stoßen sich ab“; aber man sagt nicht „gleichnamige (magnetische) Polstärken stoßen sich ab“, sondern „gleichnamige Pole stoßen sich ab“. Der Wortteil „Stärke“ steht der Ausdrucksweise entgegen.

4. Manchmal geht man noch weiter, nämlich wenn man etwa sagt, „der Impuls der Masse“, „das Volumen der Masse“, „das Potenzial der Ladung“. Auch hier sieht man die Sonderbehandlung von Masse und elektrischer Ladung. Man würde wohl nicht vom „Impuls der Energie“, oder der „Temperatur der Entropie“, und schon gar nicht von der „Temperatur des Drucks“ oder der „Zeitdauer der Länge“ sprechen.

Welches sind nun die Probleme oder die Mängel? Oft keine, manchmal kleine, und manchmal große, die aber gewöhnlich nicht wahrgenommen werden. Etwa wenn man den Namen des Systems „elektrisches Feld“ und den Namen der physikalischen Größe „elektrische Feldstärke“ vertauscht, wenn man das magnetisch geladene Teilchen mit der magnetischen Ladung identifiziert oder wenn man im Elektron nur noch elektrische Ladung sieht und im Photon nur Energie [1].

Herkunft

1. Metonymien gehören zum normalen Sprachgebaren. Sie führen gewöhnlich nicht zu Missverständnissen, sondern bereichern die Sprache.

2. In der Physik ist man bekanntlich um größere Strenge bemüht; so wenigstens ist das Selbstverständnis der Physiker. Tatsächlich ist es mit der begrifflichen Sorgfalt aber nicht immer weit her. Oft wird ein Jargon gesprochen, mit dem sich die Physiker untereinander recht gut verständigen. Dass manches Missverständnis und mancher wissenschaftliche Streit nur auf unsauber benutzten Bezeichnungen, und damit unklar definierten Konzepten beruht, wird nicht bewusst.

3. Geschichtlich wurde die Rolle der extensiven oder Quantitäts-Größen Masse, Ladung und Entropie erst recht spät klar. Wenn man erkannt hatte, dass sich ein Vorgang mit einer extensiven Größe beschreiben lässt, unterstellte man zunächst, dass man es mit einem tatsächlich vorhandenen Stoff zu tun hatte. Die elektrische Ladung schien mehr zu sein als ein mathematisches Werkzeug zur Beschreibung elektrischer Vorgänge. Man glaubte, man habe es mit zwei Arten elektrischer Fluida zu tun. Ebenso glaubte man an die Existenz von magnetischen Fluida, oder von einem Wärmestoff. Und mit der physikalischen Größe Masse geht man oft noch heute um, als wäre das Wort synonym zu Materie. In all diesen Fällen, war die extensive Größe das Maß der Menge von etwas in der Natur vorhandenem, und zwischen dem Maß und dem entsprechenden Fluidum hat man nicht unterschieden. Das elektrische Fluidum hatte ja nur eine einzige Eigenschaft, nämlich die, die durch die Ladung beschrieben wurde, der Wärmestoff hatte nur eine Eigenschaft, nämlich die durch die Größe „Wärme“ (bzw. „heat“ oder „chaleur“) beschriebene.

Entsorgung

Die Identifizierung von Gegenstand und physikalischer Größe, von Ding und Maß, ist unter den Spezialisten eines Fachgebiets besonders ausgeprägt.

Als Lehrer in der Schule überlege man sich aber gut, ob es sich wirklich lohnt, die Masse an der Feder hängen zu lassen. Warum nicht: „Der Körper hängt an der Feder?“ Warum nicht „Das geladene Teilchen wird beschleunigt“ statt „die Ladung wird beschleunigt“. Es ist nur wenig aufwändiger, trägt aber zur begrifflichen Klarheit bei.

Vor allem vermeide man aber Formulierungen wie: die Energie der Masse, die Kraft auf die Ladung, der Impuls der Masse.

Die beiden Extremfälle des Umgangs sind die Pedanterie auf der einen Seite, und das Fachkauerwelsch auf der anderen. Wir schlagen vor, das Fachkauerwelsch den Fachleuten zu überlassen, und sich in der Schule eher um begriffliche Sorgfalt zu bemühen, auch wenn es etwas länger ist zu sagen, die Stromstärke des Ladungsstroms betrage 2 A, statt der Strom ist 2 A. Oder „der Körper der Masse 2 kg hängt an der Feder“, statt, „eine Masse von 2 kg hängt an der Feder“.

[1] F. Herrmann: Altlasten der Physik, Teil 1, [Reine Energie](#)