

194 Das Teilchenmodell

ZUSAMMENFASSUNG

Im Physikunterricht wird das so genannte Teilchenmodell eingeführt. Dabei wird nicht klar wer hier das Modell von wem ist.

Gegenstand

In der Schule wird das Teilchenmodell eingeführt. Man findet es in Lehrbüchern der Orientierungsstufe, der Mittelstufe und der Oberstufe. Es scheint ein wichtiges Thema zu sein. Was versteht man unter dem Teilchenmodell? Hier einige als Merksätze gekennzeichnete Aussagen:

Physikbuch, Klassen 5 und 6:

Teilchenmodell

1. Alle Stoffe bestehen aus Teilchen (Kügelchen).
2. Die Teilchen befinden sich in ständiger Bewegung.
3. Zwischen den Teilchen treten Kräfte auf.

Physikbuch, Klassen 7 und 8:

Modell für gasförmige Körper: Gase bestehen aus Teilchen, die sich frei im Raum bewegen.

Physikbuch, Sek. II:

Modellvorstellung für ideale Gase:

1. Die Teilchen verhalten sich bei Zusammenstößen voll-elastisch.
2. Außer während des Zusammenstoßes üben die Teilchen keine Kräfte aufeinander aus.
3. Die Teilchen werden an der Wand des Behälters wie Kugeln elastisch reflektiert.
4. Bei der ungeordneten Bewegung der Teilchen sind alle Bewegungsrichtungen gleichberechtigt.
5. Das Eigenvolumen aller Teilchen zusammen ist vernachlässigbar gegenüber dem Volumen des Gases.

Mängel

Zunächst zwei Begriffsklärungen: Was versteht man unter einem Teilchen und was unter einem Modell?

Zum Teilchen: Im umgangssprachlichen, und durchaus auch im wissenschaftlichen und technischen Sinn: ein kleines Objekt. Im allgemeinen gibt es viele davon. Typisch etwa: ein Staubteilchen, ein Rußteilchen. (Im Gegensatz zu dem Nicht-Diminutiv „Teil“: ein Teil ist kein Objekt, sondern eben ein Teil von Etwas, von einem Objekt.)

Und zum Modell: Ein Modell ist immer ein Modell von etwas anderem. B sei ein Modell von A. A besteht aus Elementen, zwischen denen gewisse Beziehungen existieren. Da B ein Modell von A ist, muss auch B aus Elementen bestehen, die durch Beziehungen miteinander verknüpft sind. Die Elemente und Beziehungen von A werden auf die von B abgebildet; man kann eine Art Wörterbuch aufstellen. Man kann nun in B irgendwelche Schlüsse ziehen und diese mit Hilfe des Wörterbuchs in Schlüsse innerhalb von A übersetzen. Sind solche Schlüsse in A oft korrekt, so ist das Modell ein gutes Modell; sind sie oft falsch, so ist das Modell schlecht. In jedem Fall stimmen aber Original und Modell in den meisten Eigenschaften nicht überein. Es gibt keine falschen und richtigen, sondern nur mehr oder weniger brauchbare Modelle.

Nun zu unseren Zitaten. Es ist nicht zu erkennen, warum der Begriff „Modell“ benutzt wird. Wer ist hier ein Modell von wem? Sollen Teilchen das Modell der Atome und Moleküle sein? Da müsste man erklären, warum ein Atom kein Teilchen ist. Außerdem wird in den Texten durchweg gesagt, die Atome und Moleküle selbst seien die Teilchen.

Eine passende Verwendung der Bezeichnung Modell finden wir etwa beim Bohrschen Atommodell. Das Atom (A) ist gebaut und verhält sich in mancher Hinsicht wie ein Planetensystem (B). In den meisten Eigenschaften sind sich Atom und Planetensystem gar nicht ähnlich, aber in einigen, auf die es einem gerade ankommt, sehr wohl.

Nur in einem Chemiebuch habe ich gefunden, dass der Autor sich bemühte, die Bezeichnung Modell zu rechtfertigen, allerdings auf eine Art, die ich nicht ganz verstanden habe:

Die kleinsten Teilchen sind jedoch ohne Hilfsmittel nicht sichtbar. ...

Dieses Modell ist daher eine Denkhilfe. Es ist ein Gedankenmodell über den möglichen Bau der Stoffe.

Beim Teilchenmodell stellt man sich vor, dass die Teilchen der Stoffe kleinen Kugeln sehr ähnlich sind....

Nun ist die Unsichtbarkeit gewiss kein Anlass von einem Modell zu sprechen. Dass ich die Luft nicht sehe, veranlasst mich auch nicht, ein sichtbares Modell der Luft einzuführen. Und wo ist die Denkhilfe? Soll man etwa glauben, „in Wirklichkeit“ bestehen die Stoffe gar nicht aus Atomen? Die Atome seien nur eine Denkhilfe?

Von einem Teilchen-„Modell“ zu sprechen hat durchaus einen Sinn, nämlich dann, wenn die Objekte, von denen man spricht, wesentliche Eigenschaften der umgangssprachlichen Teilchen nicht mehr haben: Wenn bei sehr tiefen Temperaturen die Ortsunschärfe der Atome deutlich größer als ihr Durchmesser wird, wenn zwei (oder mehr) „Teilchen“ verschränkt sind, sodass man eigentlich nur noch von einem delokalisierten Teilchen sprechen kann, oder wenn die Teilchen so wenige innere Freiheitsgrade haben, dass zwei „Teilchen“ nicht mehr unterscheidbar sind, so dass nach einer Vertauschung der Teilchen derselbe Zustand vorliegt wie vorher.

Nun sind das Zustände und Vorgänge, die man, wenn man das „Teilchenmodell“ einführt, sicher nicht im Sinn hat. Übrigens: Wenn diese Erscheinungen, die die Teilchenvorstellung etwas strapazieren, schließlich behandelt werden, wird die Bezeichnung Teilchen wieder mit einer überraschenden Unbekümmertheit verwendet.

Aber ist es denn schlimm, wenn gelegentlich mal ein Wort nicht ganz passt? Das Problem ist, dass unsere Lehrbücher viele Formulierungen enthalten, die suggerieren, hier sei etwas Tiefsinniges verborgen. Es ist eine von vielen Kleinigkeiten, die, zusammen genommen, die Physik so unansehnlich machen; die sie komplizierter erscheinen lassen als sie ist. Was dann bei den Schülerinnen und Schülern ankommt, ist: Wichtig ist nicht das Verstehen, sondern das nachsprechen.

Herkunft

Der Begriff Teilchenmodell kommt wohl aus den Lehrplänen. Wie er dort hineingekommen ist, kann ich nicht sagen. Dass die Lehrbuchautoren etwas hilflos sind, ist kein Wunder. Sie müssen etwas darüber schreiben, wissen aber nicht was. Oder finden sie vielleicht, dass das Wort so hübsch klingt, so tief sinnig-epistemologisch?

Entsorgung

Wir Lehrer, Lehrplanmacher, Lehrbuchautoren (Männer und Frauen) sind schuld daran, dass die Physik das meist gehasste Unterrichtsfach ist. Was not tut ist Abrüstung. Die Entsorgung im konkreten Fall ist einfach: Lass die Bezeichnung Modell weg. Es ist sowieso angebracht, dass die Schüler erstmal die Physik lernen. Wenn man in der Oberstufe Zeit übrig hat, kann man dann gern auch etwas Metaphysik machen.