

Was ist ein Stoß?

T. Wilhelm

In der Physik gibt es einige Konzepte oder Leitideen, die in vielen Bereichen der Physik angewandt werden. Dazu gehören z.B. die Energie oder Schwingungen und Wellen. Auch der Stoß ist eine Idee, die in verschiedenen Gebieten der Physik vorkommt. Eine wichtige Eigenschaft dabei ist, dass bei dem Vorgang die Summe aller Impulse erhalten bleibt: In einem Inertialsystem gilt für alle Stöße der Impulserhaltungssatz. Weiterhin gilt auch der Energieerhaltungssatz, aber nicht unbedingt die Erhaltung der mechanischen Energieformen.

Aber was ist ein Stoß? Bei einem Stoß denkt man zunächst an einen Vorgang, bei dem sich zwei starre Körper kurz berühren und dabei jeweils eine Kraft aufeinander ausüben. In der Physik ist aber nicht festgelegt, wie lange diese Einwirkung sein darf; auch langandauernde Einwirkungen dürfen demnach Stoß genannt werden. Verformen sich z.B. die Körper bei einem Stoß, kann dieser wesentlich länger dauern als bei sehr harten Körpern. Häufig gibt es auch Wechselwirkungen zwischen zwei Körpern, die sich dabei nicht berühren, wie es bei Gravitationskräften oder elektrischen und magnetischen Kräften der Fall ist. Lässt man beispielsweise ein Teilchen auf ein anderes Objekt fliegen, so dass das Teilchen im Feld dieses Objektes abgelenkt wird, spricht man bei diesem Stoß von Streuung. Diese Wechselwirkung zwischen einem einfallenden Objekt und einem streuenden Objekt ist sozusagen eine Verallgemeinerung von Stößen. Die klassische Mechanik unterscheidet zwischen einerseits Stößen zwischen starren Körpern, die sich dazu berühren, und andererseits der Streuung an einem Potential ohne Berührung. In beiden Fällen spielt aber die Impuls- und Energieerhaltung eine Rolle. Die Bewegung eines Kometen im Gravitationspotential der Sonne kann z.B. als Streuung des Kometen an dem anziehenden Potential der Sonne angesehen werden oder als eine Art Stoß zwischen Komet und Sonne. Bei Teilchen aus dem Mikrokosmos lehrt uns die Quantenmechanik außerdem, dass die Teilchen keine Ortseigenschaft mehr haben. Damit gibt es auch keine Bahnkurve mehr. Verblüffend ist dabei, dass man trotzdem in der modernen Physik mit der Impuls- und Energieerhaltung der klassischen Stöße von Kugeln arbeitet.

Dieses Heft möchte die Reichweite des Themas „Stöße“ aufzeigen. So werden ausgehend von der Mechanik über die Atomphysik bis zur Kernphysik und Elementarteilchenphysik Stöße betrachtet.

Die ersten beiden Artikel tragen zur fachlichen Klärung bei, indem sie Rotationen von ausgedehnten Körpern nach mechanischen Stößen betrachten. So fragen *Wilhelm, Reusch* und *Hopf* in einer qualitativen Nachdenkaufgabe, woher die Energie beim Stoß kommt. *Vogt, Blümel* und *Mey* analysieren einen überraschenden Freihandversuch mit Stößen quantitativ,

indem sie einerseits eine Videoanalyse und andererseits eine mathematische Modellbildung durchführen.

Die nächsten drei Artikel liefern unterrichtspraktische Ideen für den Mechanikunterricht. *Suleder* zeigt zunächst, wie man Stoßvorgänge mit Streifenbildern dokumentieren und auswerten kann. *Birkmeyer*, *Opfermann* und *Wilhelm* stellen an Beispielen aus dem Sport, nämlich Turnen und Rugby, vor, wie Stöße im Unterricht mit einer Kraftmessplatte bzw. der Videoanalyse analysiert werden können. *Vogt*, *Kuhn* und *Braun* zeigen, wie man mit der Videoanalyse verschiedene Stöße beim Poolbillard im Physikunterricht untersuchen kann, wobei die Videos aus einem Tablet-Spiel sind, das damit auf physikalische Korrektheit untersucht werden kann.

Zwei Beiträge beschäftigen sich mit mechanischen Modellen des Rutherford'schen Streuversuchs, der ein Meilenstein in der Entwicklung der modernen Atom- und Kernphysik und ein Standardthema in der Sekundarstufe II ist. *Salewski* schießt auf einer Tischtennisplatte kleine harte Kugeln auf Granitscheiben, wobei das Besondere an dem Modellexperiment ist, dass die Bahnkurven in trockenem Sand sichtbar werden. Im mechanischen Modell von *Heptin* und *Fromme* wird ein rotationssymmetrischer Potentialhügel verwendet, an dem rollende Stahlkugeln als α -Teilchen gestreut werden, also aus der Ursprungsrichtung abgelenkt werden, wobei quantitativ gezeigt werden kann, dass die Bahnkurven Hyperbeln sind und der Streuwinkel korrekt vom Stoßparameter und von der kinetischen Energie des Projektils abhängt.

Ausgehend davon, dass beim Rutherford'schen Streuexperiment die Wechselwirkung nicht durch Kontakt, sondern durch das Feld geschieht und es bei mikroskopischen Systemen keine Bahnkurve gibt, zeigt *Stroth* auf, wie heute in der Hochenergiephysik gearbeitet wird und damit nicht nur die elementaren Bestandteile der Materie entdeckt, sondern auch Materieformen im Labor erzeugt werden. *Fösel* klärt den Begriff Stoß im Kontext der Elementarteilchenforschung und geht auf Wechselwirkungsprozesse kosmischer Teilchen in der Erdatmosphäre, in einem Teilchenbeschleuniger sowie auf Stöße mit einem Detektormaterial zum Nachweis von Teilchen ein.

Wir hoffen, dass dieses Heft nicht nur ein Anstoß ist, neu über Stöße nachzudenken und sie als ein gebietsübergreifendes Thema der Physik anzusehen, sondern auch konkrete Anstöße für die Umsetzung im Physikunterricht liefert.