

# Kapitel 1

## Einleitung

Ein Ziel des Physikunterrichtes ist der Erwerb der Fähigkeit, zumindest Aspekte der Umwelt aus einem physikalischen Blickwinkel betrachten zu können. Diese Perspektive der Realität unterscheidet sich erheblich von der umfassenden und unmittelbaren sinnlichen Erfahrung von Natur und Technik in unserer alltäglichen Lebenswelt.

„Physikalische Erkenntnis kommt nicht durch eine Beschreibung des Faktischen zustande, sondern macht selbst Altbekanntes, sofern wir damit leben, zur neuen Realität, indem sie es aus einer neuen, der physikalischen Perspektive sichtbar macht. Insofern zeigt uns Physik nicht nur das, was wir noch nicht kennen, sondern auch das, was wir kennen, wie wir es nicht kennen.“  
[SCHL96]

Die Physik beschreibt den ihr zugänglichen Teil der Natur mit Hilfe ihrer fachspezifischen Begriffe. Die schulische Vermittlung von Physik ist dabei untrennbar mit dem Lernen von Begriffswörtern, d.h. den Namen der Begriffe verbunden. Obwohl klar ist, dass sich auch naturwissenschaftlicher Unterricht weitgehend auf sprachlicher Ebene vollziehen muss, rücken erst in letzter Zeit sprachliche Aspekte des naturwissenschaftlichen Unterrichts in den Mittelpunkt des didaktischen Interesses, während in manchen Bereichen des täglichen Lebens der Streit um Bezeichnungen – z.B. der Schutz von Markennamen bzw. aktuell sogar der Schutz von ähnlich klingende Buchstaben bei einem Börsengang - fast schon groteske Formen annimmt.

Von einigen Autoren [BRÄM80, LICH92, MERZ98b] wird mittlerweile die Flut der Fachbegriffe beklagt, mit der z.B. der Physikunterricht die Schüler konfrontiert. In Kapitel 2 werden zunächst (Abschnitt 2.1) einige Ergebnisse dieser Arbeiten kurz vorgestellt. Viele der physikalischen Begriffswörter, besonders die für die Schulphysik bedeutsamen, finden sich auch in der Alltagssprache und täuschen somit eine leichte Verständlichkeit der Fachsprache vor, die keineswegs zutrifft. Manche Fachwörter sind sogar hinsichtlich ihrer Verwendung in der Fachphysik mehrdeutig oder aus historischen Gründen ungünstig gewählt. Um diese Punkte, sowie um allgemeine, sprachlich bedingte Missverständnisse geht es in Abschnitt 2.2.

Die vorliegende Arbeit soll einen Beitrag dazu leisten, herauszufinden, ob Unkenntnis über physikalische Sachverhalte in manchen Fällen vielleicht nur Unkenntnis der verwendeten Fachsprache ist. Für eine empirische Untersuchung eignen sich insbesondere Fachbegriffe, mit denen beobachtbare Sachverhalte, in Situationen die auch Nicht-Physikern geläufig sind, beschrieben werden. Daneben sollte der Begriff Anlass für echte Verständnisschwierigkeiten sein, damit die zu erwartenden Ergebnisse auch für den praktischen Schulalltag von Nutzen sind. „Beste“ Voraussetzungen in allen genannten Punkten bietet nach wie vor der Kraftbegriff. Er wird in der Alltagssprache in einer Fülle unterschiedlicher Bedeutungen verwendet und wurde auch in der Fachphysik keineswegs immer so eingeschränkt gebraucht wie heute. In Abschnitt 2.3. werden einige Bezüge zwischen dem Schülervorverständnis in Mechanik und der historischen Entwicklung des Kraftbegriffes aufgezeigt. Eng damit verknüpft sind sogenannte Alltags- oder Lernertheorien (Abschnitt 3.1). Im Anschluss daran (Abschnitt 3.2) wird, soweit es im Rahmen der vorliegenden Arbeit sinnvoll und nötig erscheint, auf einige Betrachtungen über den Zusammenhang zwischen Denken und Sprechen eingegangen.

Wie lässt sich nun herausfinden, ob Versuchspersonen über richtige physikalische Konzepte verfügen und lediglich durch ungünstig gewählte fachsprachliche Bezeichnungen zu falschen Schlussfolgerungen kommen? Ein Beispiel soll den Untersuchungsansatz verdeutlichen. Um die Kenntnis des Brechungsgesetzes zu überprüfen, könnte man in einem gegebenen Beispiel zur Strahlenoptik (z.B. dem Übergang vom optisch dünneren zum optisch dichteren Medium) direkt nach dem „Einfallswinkel“ und dem „Brechungswinkel“ fragen. Jemand, der das Brechungsgesetz kennt, könnte dennoch an der Aufgabe scheitern, weil er die fachsprachlich korrekte Bezeichnung der beiden gemeinten (auf das Einfallslot bezogenen) Winkel nicht kennt. Die Reflexion von Röntgenstrahlen an einer Kristalloberfläche wird übrigens durch die Angabe anderer (auf die Kristalloberfläche bezogene) Winkel beschrieben. Würde man die Testperson stattdessen einfach bitten, den einfallenden Strahl nach Passieren der Grenzschicht weiterzuzeichnen, hätte man die Kenntnis des Brechungsgesetzes fachsprachlich unabhängig überprüft. Zufällig richtig geratene Antworten wären in beiden Fällen möglich. Die Umsetzung des hier skizzierten Ansatzes in das Design des Fragebogens wird in Abschnitt 3.3 vorgestellt.

Bei komplizierteren Sachverhalten sind einfache zeichnerische Lösungen natürlich schwieriger zu realisieren. Wie ein mit Schülern ( $N = 20$ ) und Studienanfängern ( $N = 81$ ) durchgeführter Vorlauftest ergab (Anhang B), müssen sie den Versuchspersonen als fertige Alternativantworten vorgelegt werden. Damit ergibt sich u. a. die Notwendigkeit, bestimmte falsche Voraussagen ebenfalls einzubauen. Würde man nach einem Begriff fragen, über den noch keinerlei derartige Erkenntnisse vorliegen, müsste einer entsprechenden Untersuchung zuerst eine umfangreiche Erhebung über die zu erwartenden Fehlkonzepte der Testpersonen vorausgehen. Erst damit wären die Ergebnisse der eigentlichen Haupterhebung interpretierbar.

---

Aus einer Vielzahl von Untersuchungen zu Schülervorstellungen zum Kraftbegriff, in denen direkt nach der Bedeutung von „Kraft“ gefragt wurde, sind nun bereits eine Reihe häufiger „Fehlvorstellungen“ bekannt. Einen Überblick gibt Abschnitt 2.3.1. Damit wird es z. B. möglich zu überprüfen, ob solche mit dem Kraftbegriff verbundenen Fehlvorstellungen bereits bei bildlichen Fragestellungen wirksam werden, in denen bewusst auf fachsprachliche Termini verzichtet wird. Neben diesem Teil der Befragung, in dem lediglich Voraussagen zu physikalischen Sachverhalten aus der Mechanik verlangt werden, beinhaltet der Test im zweiten Teil Items, in denen gezielt nach dem Wort „Kraft“ gefragt wird. Für die Haupterhebung (Kapitel 4, Abschnitte 4.1 bis 4.4) wurden Versuchspersonen mit unterschiedlichen Berufen und Bildungsabschlüssen, sowie Schüler unterschiedlicher Klassenstufen (Sekundarstufen I und II) befragt.

Außer der in der Haupterhebung genutzten Möglichkeit durch bildliche Darstellungen fachsprachliche Einflüsse bei der Lösung physikalischer Problemstellungen zu isolieren, wurde ein weiterer Untersuchungsansatz verfolgt. Dabei wurden Versuchspersonen befragt, die verschiedene Fachsprachen für gleiche Sachverhalte gelernt haben. Diese Befragung (Kapitel 5) richtete sich an Oberstufenschüler, die in Klasse 11 nach dem sog. Karlsruher Physikkurs unterrichtet wurden und vergleicht ihre Ergebnisse mit denen traditionell unterrichteter Schüler gleicher Klassenstufe. Auf den sprachlich und inhaltlich grundlegend anders strukturierten Aufbau der Mechanik des Karlsruher Physikkurses wird in Abschnitt 5.1 eingegangen.