

Vorunterrichtliche Schülervorstellungen im

Bereich Optik



Schülerinnen und Schüler bringen Vorkenntnisse und Laientheorien, Assoziationen und Fragen, eine bestimmte Sprache und einen bestimmten Wortschatz sowie Interessen und Einstellungen mit in den Physikunterricht. In der Fachliteratur spricht man von Alltagsvorstellungen oder Präkonzepten.

- 1. Erörtern Sie, weshalb diese vorunterrichtlichen Schülervorstellungen im Unterricht berücksichtigt werden müssen!*

Vorunterrichtliche Schülervorstellungen werden durch die Auseinandersetzung von Schülern mit Phänomenen und Prinzipien des Alltags geprägt. Durch die aktive Auseinandersetzung sind sie tief verankert und tragen für den/die Schüler/-in dazu bei seine Umwelt zu verstehen.

Auf dieser Basis baut der Physikunterricht auf und versucht dem/der Schüler/-in seine Konzepte und Modelle näher darzustellen. Der Schüler versucht dann seine Präkonzepte und das neu Erlernte in Einklang zu bringen. Geht der Lehrer in seinem Unterricht jedoch nicht auf die Alltagsvorstellungen ein, bleiben sie bestehen und das neue Wissen so selektiert und transformiert, dass es zu den Alltagsvorstellungen passt. Die Präkonzepte können so tief verankert sein, dass die physikalische Sichtweise einige Zeit nach der Unterrichtseinheit wieder abgelegt wird und das Präkonzept als einzige Erklärung dient. Dieser Effekt wurde durch Untersuchungen belegt, indem Schülern/-innen direkt nach der Unterrichtseinheit und einige Zeit später Testfragen vorgelegt wurden.

Des Weiteren können Konflikte und Widersprüche zwischen Präkonzepten und physikalischen Vorstellungen auftreten. Werden die Präkonzepte nicht im Unterricht thematisiert, so können sie dazu führen, dass Phänomene und Prinzipien nicht logisch nachvollzogen werden können, da sie im Widerspruch zu Annahmen aus dem Alltag stehen. Als ein Beispiel kann die Reibungskraft und ihre Auswirkung auf Bewegungen genannt werden. Schüler/-innen wissen aus dem Alltag, wenn sie in einer Ebene mit dem Fahrrad rollen und nicht mehr in die Pedale treten werden sie langsamer. So kann die physikalische Fehlvorstellung entstehen, dass für eine konstante Geschwindigkeit eine kontinuierliche Kraft nötig ist. Im Physikunterricht erfährt der/die Schüler/-in, dass jeder Körper

seine Bewegungsrichtung und Tempo beibehält, wenn keine Kraft auf ihn wirkt. Die auftretende Luftreibung als Wechselwirkung zwischen Fahrradfahrer und Luft ist für den/die Schüler/-in nicht direkt erfahrbare, lediglich die Wirkung des Bremsens. So kann es nach einiger Zeit zu einem Rückfall in die Alltagsvorstellung kommen, denn das Fahrrad wird auch nach dem Unterricht langsamer, wenn man nicht in die Pedale tritt. Im Fach Physik kann es dadurch zu Lernschwierigkeiten kommen oder im schlimmsten Fall zu einer Abneigung gegen das Unterrichtsfach führen.

Alltagsvorstellungen stellen einen wichtigen Faktor für den Lernerfolg dar. Missachtet ein Lehrer diesen, kann der Lernerfolg nur gering sein. Ein Schüler betrachtet die neuen Phänomene auf der Basis seiner Vorstellungen und bildet daraus Erklärungsansätze. Handelt es sich bereits um Fehlvorstellungen können keine richtigen Schlüsse gezogen werden. So können bereits in den ersten Jahren des Physikunterrichts falsche Vorstellungen während des Unterrichts beim Schüler ausgebildet werden. Die Folge ist eine Kettenreaktion. Werden diese Fehlvorstellungen nicht thematisiert, bilden sich auf ihrer Grundlage neue, die zur Beschreibung der Physik in höheren Klassen dient. Ein Verstehen von physikalischen Phänomenen ist somit kaum noch möglich. Nach der Optik wird die Mechanik zu Beginn des Physikunterrichtes in der Realschule behandelt. Unter anderem soll auf Kräfte eingegangen werden. Grundlegend sind, dass eine Kraft einen Betrag und eine Richtung hat und die daraus resultierende vektorielle Addition. Werden diese Aspekte fehlgedeutet, so kann in der achten Klasse kein klares Verständnis von Bewegungen entstehen, die von einer konstanten Kraft abhängen. Auch spätere Analogien zur Mechanik sind nicht hilfreich, bauen die Vorstellungen der/die Schüler/-in zur Mechanik auf Präkonzepte auf. Werden diese nicht konsequent im Unterricht berücksichtigt, wird die Physik immer mehr durch Alltagsvorstellungen beschrieben und eine physikalische Denkweise wird nahezu unmöglich.

Weiter sollte unbedingt vermieden werden, dass die physikalisch korrekten Erklärungen des Lehrers vom/von der Schüler/-in im Kontext der Alltagsvorstellung verarbeitet werden. So reden Lehrer und Schüler/-innen „aneinander vorbei“. Eine Lehrkraft verwendet beispielsweise exakt die Begriffe Spannung und Stromstärke im Rahmen der Elektrizitätslehre. Schüler/-innen sehen aber keine Abgrenzung zwischen den Begriffen und benutzen die Begriffe äquivalent, da es in ihrem Konzept auch nur eine Größe repräsentiert. Erklärt ein Lehrer einen Versuchsaufbau, fällt dem Schüler die

Unterscheidung zwischen einer anliegenden Spannung und einem fließenden Strom nicht auf. Wird nicht auf die Alltagsvorstellung eingegangen ist das Bemühen der Lehrkraft um eine korrekte Fachsprache vergebens und die Präkonzepte halten sich hartnäckig.

Die Berücksichtigung der Alltagsvorstellungen ist deshalb unverzichtbar. Allerdings sollten sie nicht unterdrückt oder als unsinnig dargestellt werden. Vielmehr sollte den Schülern der Unterschied zwischen alltäglicher Erfahrung und physikalischer Beschreibung deutlich werden. Der Lehrer sollte versuchen zwei Konzepte im Kopf des Schülers entstehen zu lassen, die eigenständig, bewusst und reflektiert nebeneinander existieren. Ziel sollte es sein, dass das physikalische Konzept nicht als theoretisches Konstrukt aufgefasst wird, sondern zur Erklärung von Alltagsphänomenen benutzt wird. So kann der Schüler seinen Alltag meistern und die physikalische Sichtweise der Welt verstehen.

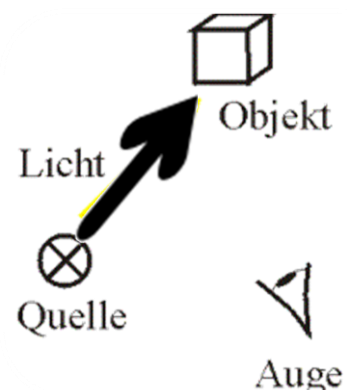
2. Nennen Sie für die folgenden drei Bereiche je eine Schülervorstellung, die nicht mit physikalischen Vorstellungen übereinstimmt:

- a. Licht und Sehen
- b. Ebener Spiegel
- c. Entstehung der Mondphasen

Geben Sie zu den Beispielen a) bis c) Möglichkeiten an, wie man diesen Schülervorstellungen im Unterricht begegnen kann!

Licht und Sehen

Eine verbreitete Vorstellung zum Themengebiet Licht und sehen ist, dass Licht sich ausbreitet und Gegenstände hell macht. Helle Gegenstände können wir sehen. Somit wird eine Verbindung zwischen Lichtquelle und Gegenstand vorausgesetzt, für die Schüler/-innen auch verschiedene Erklärungen liefern. Allerdings bleibt offen, wie der Sehvorgang abläuft. Zwischen Auge und Gegenstand wird keinerlei Verbindung hergestellt. Auf die Frage, warum man eine Buchseite sehen kann, wird angegeben, helle Gegenstände kann man sehen, oder Schüler/-innen wissen keine Erklärung. Um zu zeigen, dass der beleuchtete Gegenstand Licht aussendet, dass in unser Auge gelangt, kann ein roter und anschließend ein grüner Gegenstand beleuchtet



werden. Dazu sollte eine starke Lampe verwendet werden, die weißes Licht aussendet. Neben das jeweilige Objekt wird ein weißer Schirm gestellt. Der Schirm erscheint dann etwas rot bzw. grün, da er von den Objekten angeleuchtet wird. Hiermit ist gezeigt, dass die Objekte Licht aussenden.

Ebener Spiegel

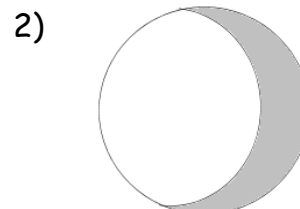
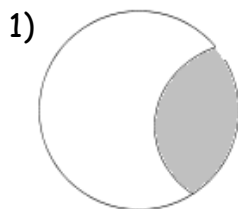
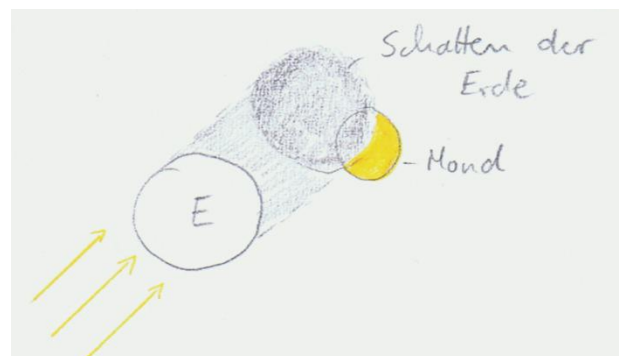
Schüler/-innen gehen vor dem Optikunterricht nicht selten davon aus, dass auf der Spiegeloberfläche ein Spiegelbild entsteht. Der Spiegel ist ein Gegenstand des täglichen Lebens, aber wie ein Spiegelbild entsteht und dass es hinter dem Spiegel entsteht, bleibt häufig unklar. Bei der Behandlung des Themas im Unterricht zeigt sich die Fehlvorstellung oft in der Äußerung: „Hinter dem Spiegel ist doch die Wand, da kann kein Bild sein“.

Deshalb sollte dem Schüler die Entstehung des virtuellen Bildes anhand des Strahlengangs klar gemacht werden und mit geeigneten Experimenten veranschaulicht werden. Man könnte einen Gegenstand vor dem Spiegel platzieren und den gleichen Gegenstand (z.B. Stift) hinter dem Spiegel so ausrichten, dass er im Spiegel nahtlos fortgesetzt wird. Anschließend betrachtet man die Abstände vor und hinter dem Spiegel.

Entstehung der Mondphasen

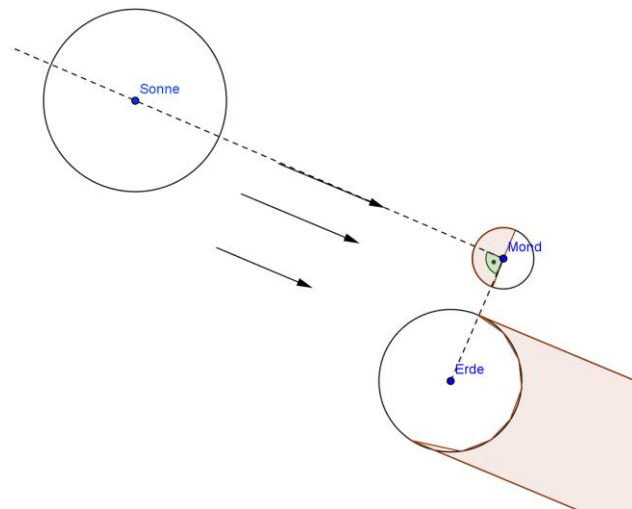
Viele Schüler machen den Erdschatten für die Mondphasen verantwortlich. Sie gehen davon aus, der Schatten der Erde trifft auf einen Teil des Mondes und dunkelt diesen somit ab.

In dieser Vorstellung würde der Dreiviertel-Mond wie im ersten Bild aussehen. Tatsächlich erscheint er aber wie im zweiten Bild dargestellt.



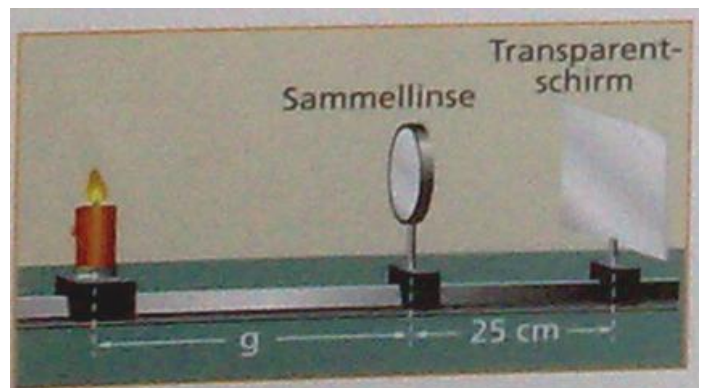
Um den Schüler/-innen schließlich zu zeigen, wie die Mondphasen entstehen kann ein Demonstrationsexperiment zur Veranschaulichung eingesetzt werden. Dazu wird eine drehbare Kamera aufgebaut, die die Sicht von der Erde simuliert. Als Mond dient eine beliebige Kugel (z. B. Orange), die auf einer Umlaufbahn um die Kamera geführt wird, während sich diese bewegt. Außerdem wird eine Lichtquelle, als Ersatz für die Sonne, an einen festen Punkt aufgebaut. Stehen nun Lichtquelle Kamera und Kugel im rechten Winkel zueinander kann man von

der Erde nur einen Halbmond sehen, obwohl der Schatten der Erde an dieser Stelle nicht sein kann. Damit ist gezeigt, dass es sich um eine Fehlvorstellung handelt. Mit dieser Anordnung kann anschließend auf die tatsächliche Entstehung der Mondphasen eingegangen werden.



3. Beschreiben Sie einen Modellversuch, mit dem man den optischen Anteil des Sehvorgangs im Unterricht veranschaulichen kann!

Um den optischen Anteil des Sehvorgangs darzustellen kann ein Modell des Auges aus einer Linse und einem Beobachtungsschirm aufgebaut werden. Dazu benötigt man eine optische Bank, mehrere Sammellinsen unterschiedlicher Brennweiten, ein Beobachtungsschirm, Halterungen und ein Objekt, das gesehen werden soll. Als Objekt dient eine Kerze, da diese selbst leuchtet und man die Orientierung gut erkennen kann. Auf die optische Bank werden Linse und Schirm fixiert, da beim Auge der Abstand von Linse und Netzhaut konstant ist. Stellt man die Kerze vor die Linse kann man auf dem Schirm ein unscharfes Bild erkennen. Verschiebt man die Kerze so findet man einen Abstand in dem sie scharf abgebildet wird. Anschließend belässt man die Kerze in einem Abstand, dass sie unscharf zu sehen ist, und verweist darauf, dass wir Gegenstände in unterschiedlichen Entfernungen klar sehen können. Um die Kerze deutlicher auf dem Schirm darzustellen wird die Sammellinse mehrfach ausgetauscht. So wird deutlich dass durch die Anpassung der Brennweite der Linse ein scharfes Bild erzeugt werden kann. Der Aufbau sollte von Anfang an als vergrößertes Modell des Auges aufgefasst werden und die einzelnen Teile mit einem großen Augenmodell aus der Biologiesammlung verglichen werden. Dieses kann nun auch benutzt werden um schließlich zu erklären, wie die Brennweitereinstellung im Auge stattfindet.

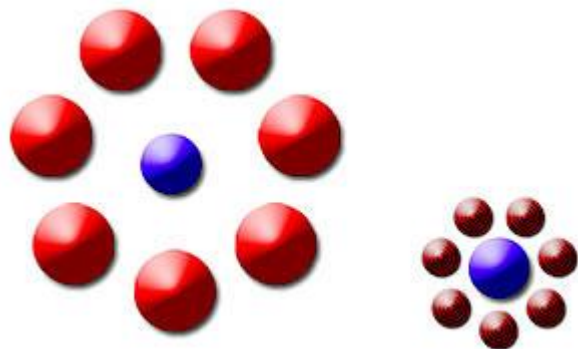


4. *Erläutern Sie an einem Beispiel, wie Sie im Unterricht den Unterschied zwischen Sehen und Wahrnehmen für die Schülerinnen und Schüler erlebbar machen können!*

Beim Sehvorgang wird ein Bild auf der Netzhaut erzeugt, das an das Gehirn weitergeleitet wird. Dieses interpretiert das Bild mit Hilfe von Erfahrungen und bestimmten Mechanismen. Um darzustellen, dass sich das Gehirn bei seiner Interpretation auch irren kann, werden Bilder gezeigt.

Den Schülern/-innen wird die folgende Grafik gezeigt und gefragt welche blaue (mittlere) Kugel größer ist.

Die Antwort wird sein: „die rechte blaue Kugel“. Zwei Schüler/-innen sollen anschließend mit einem Lineal die tatsächliche Größe nachmessen. Hier wird deutlich, dass das Gesehene und das Wahrgenommene nicht gleich ist. Auf der Netzhaut bilden beide blaue Kugeln ein Bild gleicher Größe,



werden aber unterschiedlich wahrgenommen, da ein Vergleich mit den umgebenden roten Kugeln stattfindet. Das Gehirn deutet auch zweidimensionale Fotos räumlich. So wird auf dem folgenden Foto eines Säulenganges erkannt, dass dieser von vorne nach hinten verläuft. Es entsteht der Eindruck räumlicher Tiefe. Daraus folgert das Gehirn, Gegenstände am unteren Bildrand sind kleiner als Gegenstände am oberen Rand.



Auch hier sollen die Schüler durch nachmessen feststellen, dass die beiden Schwestern jeweils gleich groß sind.

Um den Schülern/-innen diese optischen Täuschungen erlebbar zu machen werden zur Vertiefung mit ihnen in Gruppen Fotos erstellt auf denen Gegenstände so perspektivisch aufgenommen werden, dass die wahren Größenverhältnisse nicht mehr erkennbar sind. Digitalkameras ermöglichen es sofort das Ergebnis beurteilen. Dementsprechend können Anordnungen gegebenenfalls nachjustiert werden. Hier sind einige mögliche Beispiele:

