

Dozent: Dr. Thomas Wilhelm  
Referentin: Stefanie Hofmann  
Datum: 19.12.2007

Staatsexamen Physik (Unterrichtsfach) / Fachdidaktik  
Prüfungstermin Herbst 2006, Thema Nr. 3

## Sammellinsen

1. Erläutern Sie aus fachdidaktischer Perspektive den Problembereich "Alltagskonzepte und Fehlvorstellungen"! Gehen Sie dabei auf Entstehung und Auswirkungen ein! Inwieweit sind sie für die Unterrichtsgestaltung relevant?
  2. Über die physikalischen Aspekte von "Licht und Sehen" bestehen vielfältige Alltagskonzepte. Beschreiben Sie drei typische Vorstellungen! Diskutieren Sie, inwieweit diese Vorstellungen Lernschwierigkeiten bereiten können!
  3. Innerhalb einer Unterrichtseinheit sollen SchülerInnen Eigenschaften von Sammellinsen erarbeiten. Konzipieren Sie dazu Aufgabenstellungen für drei Lernstationen! Geben Sie jeweils Lernziele und schulartgemäße Ergebnisformulierungen an!
- 

### Lösungsvorschlag

***1. Erläutern Sie aus fachdidaktischer Perspektive den Problembereich "Alltagskonzepte und Fehlvorstellungen"! Gehen Sie dabei auf Entstehung und Auswirkungen ein! Inwieweit sind sie für die Unterrichtsgestaltung relevant?***

Alltagskonzepte, Alltagsvorstellungen, Schülervorstellungen, Fehlvorstellungen, das sind alles unterschiedliche Begriffe für denselben Sachverhalt. Teilweise spielt noch eine oft negative Wertung mit hinein. Es handelt sich dabei um Vorstellungen über physikalische Begriffe und ihre Beziehungen und allgemeine Denkrahmen (Vorstellungen über Gegenstände, Ziele, Methoden der Physik) und Interessen und Einstellungen. Die Schüler sind bezüglich physikalischer Theorien keine Tabula rasa, wenn sie am Unterricht teilnehmen, sondern besitzen von vornherein eigene Erklärungen und Konzepte zu physikalischen Fragen. Diese Konzepte entstehen, wenn sie versuchen, sich ihre Alltagserlebnisse und -erfahrungen zu ordnen und zu erklären. Sie werden dabei nicht nur von dem Schüler selbst, sondern auch von seiner Umwelt geprägt (Erwachsene, Medien). Diese in den Physikunterricht mitgebrachten Vorstellungen bezeichnet man auch häufig als Präkonzepte. Die Präkonzepte befriedigen das Erklärungsbedürfnis des Schülers und sind oft ansatzweise richtig. Im Alltag reichen diese Konzepte häufig aus und ermöglichen dem Schüler adäquates Handeln. Man sollte sie deshalb auch nicht pauschal als falsch abwerten. Allerdings sind die Vorstellungen in der Regel in ihrer Breite und Tiefe nicht tragfähig und beinhalten falsche Schlussfolgerungen.

Die Schüler besitzen gleichzeitig vielfältige und widersprüchliche Vorstellungen, was sich in einer Erklärungsvielfalt äußert. Die Schülervorstellungen sind sinnstiftend miteinander vernetzt und erweisen sich als außerordentlich stabil und dauerhaft denn Menschen möchten möglichst wenig von ihren Ansichten abweichen.

Möchte man als Lehrer gegen diese Schülervorstellungen ankämpfen, so kann es zu einer Kompartimentalisierung von Schülervorstellungen kommen. Unter Wissenskompartimentalisierung versteht man, dass das Wissen aus verschiedenen separat gehaltenen, nicht-verknüpften Teilen besteht. Es gibt drei Arten von Kompartimentalisierung: Kompartimentalisierung von korrekten und inkorrekten Konzepten, von unterschiedlichen korrekten Konzepten und schließlich von Symbolsystemen aus der Physik und Dingen der wirklichen Welt. Für den konkreten Physikunterricht bedeutet das beispielsweise, dass der

Schüler trennt zwischen Physik und Alltag und im Unterricht die vom Lehrer vermittelten Wissensinhalte wiedergibt und im Alltag seinen eigenen, altbewährten Vorstellungen Vorrang gibt.

Als Physiklehrer muss man sich darüber im Klaren darüber sein, dass Umlernen wesentlich langwieriger und mühevoller ist als Neulernen. Außerdem verbringt der Schüler wesentlich weniger Zeit im Physikunterricht verglichen mit der Zeit, in der sich neue Fehlvorstellungen bilden und festigen können.

Es steht dem Lehrer auch kein Patentrezept für den schwierigen Umgang mit Präkonzepten zur Verfügung und es wird auch sicherlich nie eines geben. Dazu sind die Präkonzepte zu attraktiv.

Die Schülervorstellungen zu thematisieren und dann einen kognitiven Konflikt auszulösen ist eine mögliche Variante zum Umgang mit Schülervorstellungen im Unterricht, die aber immer weniger propagiert wird.

Die meisten in der Literatur vorgeschlagenen Unterrichtsstrategien zum Umgang mit Schülervorstellungen folgen dem folgenden Muster:

1. Die Schüler machen eigene Erfahrungen mit den Phänomenen.
2. Es folgt entweder eine bewusste Diskussion über die Schülervorstellungen oder ein bewusstes Nicht-Erwähnen der Schülervorstellungen.
3. Der Lehrer bringt die wissenschaftliche Sicht ein. Ihr Nutzen wird diskutiert.
4. Die neue Sichtweise wird auf neue Beispiele angewandt und damit gefestigt.
5. Zum Schluss wird auf den durchlaufenen Lernprozess kritisch zurückgeblickt. Das Denken am Anfang (Alltagsvorstellung) und am Ende (physikalische Vorstellung) werden verglichen.

## ***2. Über die physikalischen Aspekte von "Licht und Sehen" bestehen vielfältige Alltagskonzepte. Beschreiben Sie drei typische Vorstellungen! Diskutieren Sie, inwieweit diese Vorstellungen Lernschwierigkeiten bereiten können!***

Fast alle Schüler der Grundschule (und teilweise noch später) haben die Vorstellung eines Lichtbades. Licht macht hell und ermöglicht Sehen. Man muss dabei nur die Augen aufmachen. Offen bleibt allerdings die Verbindung von den Gegenständen zu den Augen und auch die Schattenbildung kann nicht erklärt werden.

13- bis 14-Jährigen sehen Lampen als Lichtquellen, aus denen Licht geradlinig austritt und die Gegenstände beleuchtet. Hier wird die Schattenbildung verstanden. Die physikalische Vorstellung, dass Licht vom Gegenstand ins Auge fällt, wird aber nicht akzeptiert.

Selten tritt die Sehstrahlvorstellung auf. Der Schüler stellt sich den Sehvorgang so vor, dass er einen Gegenstand sieht, weil er hinschaut. Diese Schülervorstellung entspricht auch der alltäglichen Redewendung, aus etwas einen Blick werfen. Man findet diese Vorstellung z.B. bei Supermans Röntgenblick.

Physikalisch betrachtet wird Licht von Gegenständen teilweise absorbiert, teilweise gestreut. Bezüglich des Sehens besteht kein Unterschied zwischen beleuchteten und selbstleuchtenden Gegenständen. Die Schüler kommen häufig nicht zu dieser Einsicht und lehnen sie ab.

Diskussion:

Diese Schülervorstellungen lösen Lernschwierigkeiten im Bereich Sehvorgang aus. Bei allen Schülervorstellungen fehlt die Sender-Empfängervorstellung als elementare physikalische Theorie des Sehens: „Die Sonne (Lampe, Kerze. ...) strahlt Licht nach allen Seiten ab. Ein Teil des Lichts fällt auf den Körper. Dadurch strahlt auch die Oberfläche des Körpers Licht ab, d.h. der Körper wird wieder zu einem Sender von Licht. Fällt von dem

Licht, das der beleuchtete Körper abstrahlt, ein Teil in das Auge ein, entsteht dort auf der Netzhaut ein Bild des Gegenstandes und der Wahrnehmungsreiz wird ausgelöst.“

Erst wenn SchülerInnen die Vorstellung haben, dass Licht vom beleuchteten Gegenstand zum Auge strömt, können sie strahlengeometrische Konstruktionen zur Erklärung der Entstehung wahrgenommener Bilder verstehen!

Lernschwierigkeiten sehe ich abgesehen davon, dass die physikalische Sichtweise des Sehvorgangs nicht verstanden wird, bei vielen Phänomenen der Optik, in denen die Vorstellung, dass Licht von einer Quelle auf ein Objekt fällt und ins Auge reflektiert wird, eine wichtige Rolle spielt.

Der Vorgang des Sehens muss nämlich verstanden werden, sonst entstehen Lernschwierigkeiten in den Bereichen Schatten, Spiegelbild, Reflexionsgesetz, Bildentstehung bei der Sammellinse, da hier jeweils davon ausgegangen wird, dass Licht von Gegenständen gestreut wird.

Allgemein kann man anmerken, dass bei der reinen Reproduktion von Lerngegenständen die Schülervorstellungen nicht unbedingt hinderlich sind, sobald es aber um Verständnisfragen geht, bereiten die Schülervorstellungen große Probleme beim Lernen.

***3. Innerhalb einer Unterrichtseinheit sollen SchülerInnen Eigenschaften von Sammellinsen erarbeiten. Konzipieren Sie dazu Aufgabenstellungen für drei Lernstationen! Geben Sie jeweils Lernziele und schulartgemäße Ergebnisformulierungen an!***

Ich setze voraus, dass die SchülerInnen bereits Sammellinsen und das Lichtstrahlmodell kennen. Der Unterschied zwischen virtuellen und reellen Bildern und der Begriff optische Achse ist den SchülerInnen bekannt. Die Stationen werden in ihrer Reihenfolge im Unterricht durchlaufen.

### **1. Station: Brennweite und Brennpunkt**

An dieser Lernstation lässt du mehrere parallele Strahlen einer Lampe auf eine Sammellinse fallen.

1. Richte die Lampe so aus, dass die Strahlen parallel zur optischen Achse verlaufen. Wie verlaufen die Strahlen hinter der Sammellinse? Markiere den Punkt  $F_1$ , in dem sie sich treffen. Stelle nun die Lampe auf die andere Seite der Linse und lass ebenfalls Strahlen parallel zur optischen Achse auf die Sammellinse fallen. Markiere nun auch diesen Punkt  $F_2$ . Miss den Abstand der Linse zu  $F_1$  und danach den Abstand der Linse zu  $F_2$ . Was stellst du fest?
2. Stelle nun die Lampe so auf, dass das parallele Lichtbündel durch den Punkt  $F_1$  verläuft. Was passiert jetzt mit den Lichtstrahlen hinter der Sammellinse?
3. Lass nun ein schräges Lichtbündel auf die Sammellinse fallen. Notiere deine Beobachtungen. (Hinweis: Durch welche Ebene fällt das Licht?)

Lernziel: Die Schüler sollen Brennweite und Brennpunkt als wesentliche Eigenschaften der Sammellinse kennen.

Ergebnis: Beide Brennpunkte haben denselben Abstand von der Sammellinse. Lichtstrahlen, die parallel zur optischen Achse verlaufen, laufen hinter der Sammellinse durch den Brennpunkt. Lichtstrahlen, die durch den Brennpunkt verlaufen, werden nach der Linse parallel zur optischen Achse. Ein schräges Lichtbündel verläuft nach der Linse durch die Brennebene.

### **2. Station: Strahlenverlauf durch eine Sammellinse / Besondere Strahlen**

Virtueller Versuch (am Computer):

Du hast einen Laser und eine dünne Sammellinse.

Richte den Laserstrahl (wichtig: hier ein Lichtstrahl!) so aus, dass er parallel zur optischen Achse auf die Linse trifft.

Wie läuft der Stahl nach der Linse weiter?

Richte dann den Laserstrahl so aus, dass er durch den optischen Mittelpunkt der Linse verläuft. Was passiert jetzt mit dem Laserstrahl nach der Linse?

Versuche nun, den Laserstrahl so auszurichten, dass er nach der Linse parallel zur optischen Achse verläuft. Wie schafft man das?

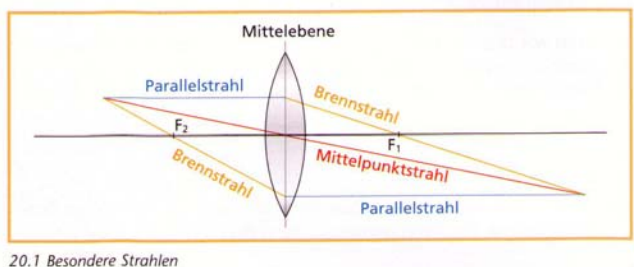
Notiere deine Ergebnisse in dein Heft.

Lernziel: Die Schüler sollen den Verlauf der Strahlen (Brenn-, Parallel- und Mittelpunktstrahl) durch die Sammellinse kennen lernen.

Ergebnis: Ein achsenparalleler Lichtstrahl verläuft hinter der Sammellinse durch den Brennpunkt.

Ein Mittelpunktstrahl durchläuft die Linse ohne Richtungsänderung.

Ein Strahl durch den Brennpunkt (Brennstrahl) verläuft nach der Linse parallel zur optischen Achse.



### 3. Station: Abbildung durch Sammellinsen

Du hast eine Linse mit Brennweite 20cm.

Stelle die Perl-Eins vor die Linse auf die optische Bank und ermittle das Bild mit dem Transparentschirm und die Bildweite b für die Gegenstandsweite a)  $g=50\text{cm}$ , b)  $g=40\text{cm}$ , c)  $g=30\text{cm}$ , d)  $g=20\text{cm}$ , e)  $g=10\text{cm}$ .

Schreibe deine Ergebnisse auf.

Hinweis: Bewege den Schirm auf der optischen Bank hin und her bis du das Bild klar sehen kannst. Gibt es immer ein Bild?

Lernziel: Die Schüler sollen erkennen, dass je nach Gegenstandsweite unterschiedlich abgebildet wird.

Ergebnis: Man erhält bei der Abbildung an dünnen Sammellinsen

- seitenverkehrte reelle Bilder

a)  $g > 2f$ , hierbei ergibt sich eine Verkleinerung

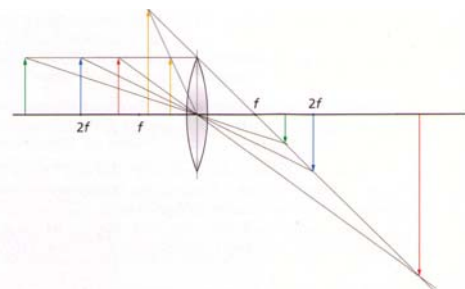
b)  $g = 2f$ , hierbei sind Bild und Gegenstand gleich groß

c)  $2f > g > f$ , hierbei ergibt sich eine Vergrößerung

- keine reellen Bilder für

d)  $g = f$

e)  $g < f$ .



Gegenstandsweite $g$	$g > 2f$	$g = 2f$	$2f > g > f$	$g < f$	$f < b < 2f$	$g = 2f$	$b > 2f$	Bildweite $b$
Bild auf der Gegenstandsseite								
Größe	verkleinert	gleich groß	vergrößert					
Orientierung	seitenverkehrt	seitenverkehrt	seitenverkehrt					
Art	reell	reell	reell	virtuell				