

Staatsexamen Physik (Unterrichtsfach) / Fachdidaktik

Prüfungstermin Frühjahr 2004 Thema 2

Scheinbare Hebung eines Gegenstandes

1. Wenn Sie einen Gegenstand, der sich in einer durchsichtigen Flüssigkeit befindet, unter bestimmten Blickwinkeln betrachten, scheint dieser angehoben. Erklären sie unter Benutzung einer Skizze, wie dieser Eindruck zustande kommt!

Nennen Sie zwei Möglichkeiten, wie dieser Eindruck der scheinbaren Hebung verstärkt werden kann!

Erklärung der optischen Hebung

Betrachtet wird ein Lichtbündel, das von einem Gegenstandspunkt G ausgehend schräg auf eine Grenzfläche zwischen zwei lichtdurchlässigen Medien von verschiedenen Brechungszahlen (z.B. Wasser-Luft) trifft. Wobei das Licht vom optisch dichteren ins optisch dünnere Medium verläuft (z.B. von Wasser nach Luft).

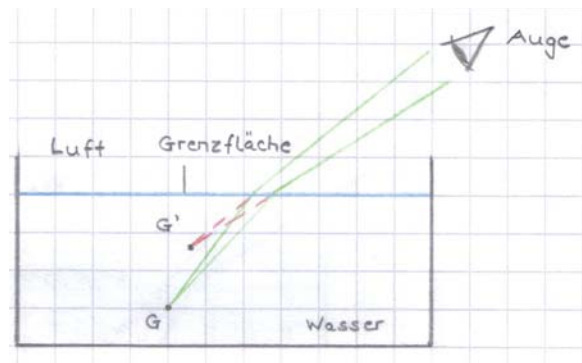


Abb. 1

Beim Übergang von Wasser nach Luft wird das Lichtbündel vom Einfallslot weg in Richtung unseres Auges gebrochen (Abb.1). Unser Gehirn geht aber aufgrund der Erfahrung davon aus, dass sich Licht geradlinig ausbreitet. Wodurch der Gegenstandspunkt vom Beobachter dort wahrgenommen wird, wo sich die rückwärts verlängerten Randstrahlen des gebrochenen Lichtbündels schneiden – in der Skizze im Punkt G' . Für den Beobachter erscheint der Gegenstandspunkt bzw. der Gegenstand angehoben und näher (siehe Skizze Abb. 1).

Möglichkeiten den Eindruck der optischen Hebung zu verstärken

1. Brechzahl des optisch dichteren Mediums vergrößern

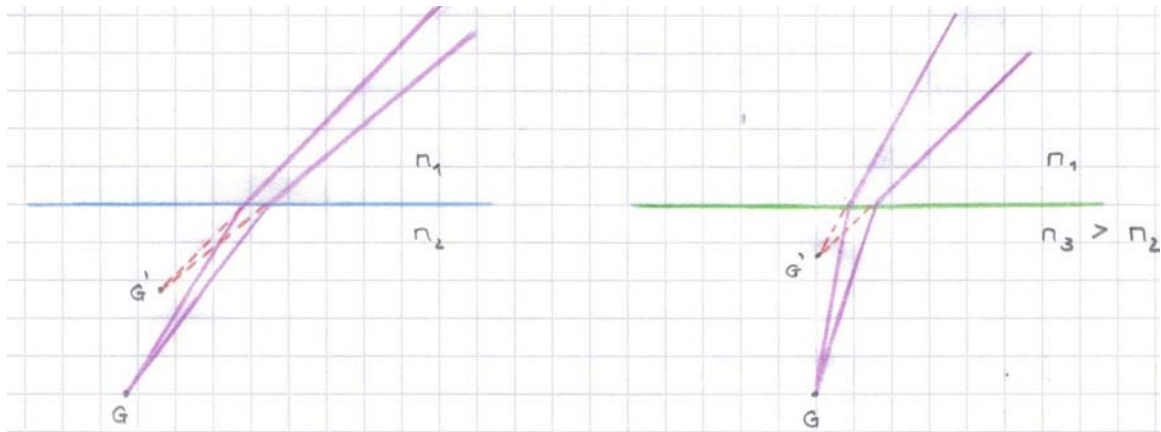


Abb. 2

2. Blickwinkel verkleinern

Je flacher man auf die Grenzfläche zwischen den beiden Medien blickt, desto verstärkter tritt die optische Hebung auf.

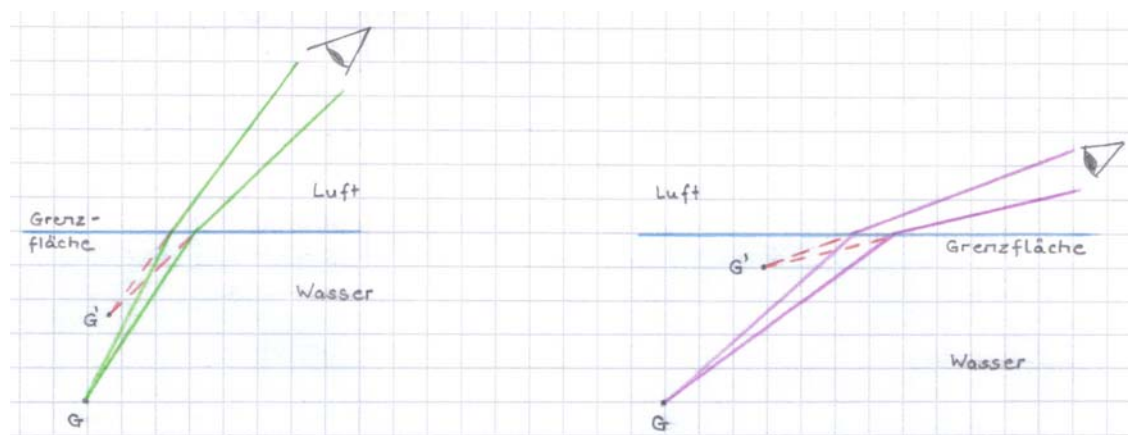


Abb. 3

2. Nennen Sie mindestens drei Beispiele aus dem Alltag, an denen das Phänomen der Hebung verdeutlicht werden kann!

a) Ein Löffel oder Strohhalm in einer durchsichtigen Flüssigkeit scheint an der Stelle, an der er in die Flüssigkeit eintaucht, einen Knick zu haben.

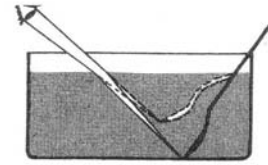


Abb. 4

b) Taucherbrille

Blickt man durch eine Taucherbrille so scheinen alle Gegenstände näher zu sein, als sie es in Wirklichkeit sind.

Weiß man z.B., dass eine Muschel auf dem Boden liegt, auf dem man steht, so kommt sie einem deshalb größer vor.

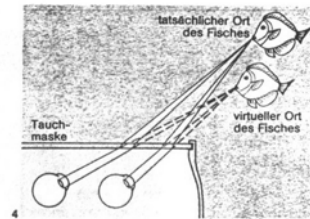


Abb. 5

c) Standpunkt eines Sterns (Refraktion)

Sieht ein Beobachter einen Stern, der schräg über ihm in horizontnähe steht, so fällt von diesem Stern Licht in das Auge des Beobachters. Jedoch sieht er den Stern höher über dem Horizont als er in Wirklichkeit ist. Denn das vom Stern ausgehende Licht wird auf seinem Weg vom Stern in das Auge des Betrachters aufgrund der unterschiedlichen Brechungsindizes der verschiedenen Luftschichten in der Erdatmosphäre, die es durchqueren muss, mehrfach (kontinuierlich) gebrochen. Daher verläuft das Licht auf seinem Weg vom Stern in das Auge nicht geradlinig, sondern auf einer gekrümmten Bahn $\Rightarrow$ Der Beobachter sieht den Stern höher über dem Horizont als er in Wirklichkeit ist.

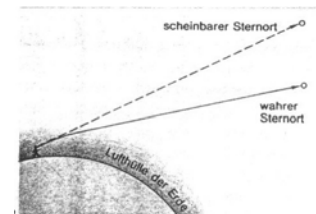


Abb. 6

Daher ist es auch möglich einen Stern (oder die Sonne) noch zu sehen, obwohl sein (ihr) wahrer Ort bereits unterhalb der Horizontlinie liegt.

Weitere Beispiele:

- Der Boden einer Tasse, die mit einer lichtdurchlässigen Flüssigkeit gefüllt ist, sieht höher aus als er in Wirklichkeit ist und die Tasse erscheint einem somit nicht so tief.
- Blickt man schräg auf ein Aquarium, so scheinen die Fische näher an der Vorderseite des Aquariums zu sein, als sie es in Wirklichkeit sind.

3. Beschreiben Sie ausführlich einen Demonstrationsversuch, der gleichzeitig für die ganze Klasse beobachtbar das Phänomen zeigt!

Weiterhin soll dieser Versuch eine der von Ihnen in 1. genannten Möglichkeiten demonstrieren.

Auf dem Boden einer wassergefüllten Glaswanne liegt ein Gegenstand, z.B. ein aus Plastilin geformter Modellfisch, der in der Mitte ein Loch besitzt. Durch ein an einem Stativ befestigtes Glasrohr wird dieses Loch anvisiert und das Rohr in dieser Position fixiert. Anschließend wird ein Holzstab durch das Glasrohr gestoßen, um den Fisch zu treffen. Die Anvisierung des Loches im Modellfisch wird mit Hilfe einer Kamera für die ganze Klasse sichtbar auf die Wand projiziert.

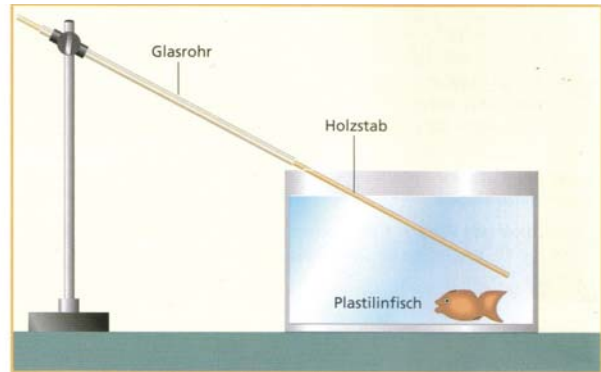


Abb. 7

In Übereinstimmung mit der Klasse, die das ganze über die Kamera mitverfolgen kann, wird das Glasrohr vom Lehrer oder einem Schüler so fixiert, dass es aus Kameraperspektive so scheint, als würde man beim anschließenden Durchstoßen des Holzstabes das Loch im Fisch treffen. Bei Durchstoßen verfehlt man jedoch das anvisierte Ziel. Der Holzstab geht über dem Ziel vorbei.

Als Hilfe zur Aufklärung dieses Sachverhalts kann außerhalb der Glaswanne eine Lichtquelle (am Besten ein Laser) so angebracht werden, dass das von ihr ausgehende Lichtbündel von unten durch das Loch im Modellfisch und dann nach dem Übergang von Wasser in Luft durch das Glasrohr verläuft (Abb. 8). Damit kann dann der Verlauf des Lichts, das vom Modellfisch ausgeht, sichtbar gemacht werden und das Phänomen der scheinbaren Hebung demonstriert werden. Der Verlauf des Lichts lässt sich besser erkennen, wenn in das Wasser ein Tropfen Milch gegeben wird.

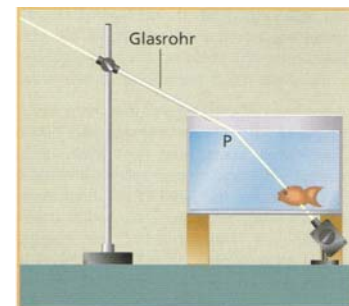


Abb. 8

Verändert man nun den Blickwinkel unter dem man den Fisch anvisiert, so stellt man fest, je „flacher“ man beim Anvisieren auf die Wasseroberfläche schaut, desto weiter verfehlt der anschließend gestoßene Holzstab das anvisierte Ziel (das Loch im Modellfisch). Die optische Hebung wird verstärkt.

Je „steiler“ man auf die Wasseroberfläche blickt, desto näher kommt man mit dem Holzstab den anvisierten Modellfisch, bis man ihn schließlich trifft, weil die optische Hebung das Anvisieren kaum noch verfälscht bzw. bei einem Blickwinkel von 90° keine Brechung und somit keine optische Hebung mehr auftritt.

4. Das Phänomen „gebrochener Stab“ ist als Alltagserscheinung allgemein bekannt. Diskutieren Sie, ob man dieses Phänomen im Unterricht mit Hilfe der optischen Hebung erklären kann.

Das Phänomen „gebrochener Stab“ kann mit Hilfe der optischen Hebung erklärt werden, indem als Gegenstandspunkt ein Endpunkt des Stabes und das von ihm ausgehende Lichtbündel betrachtet wird (Abb. 9). Das Lichtbündel wird an der Grenzfläche vom Einfallslot weg und zum Auge hin gebrochen. Der scheinbare Ort an dem der Beobachter

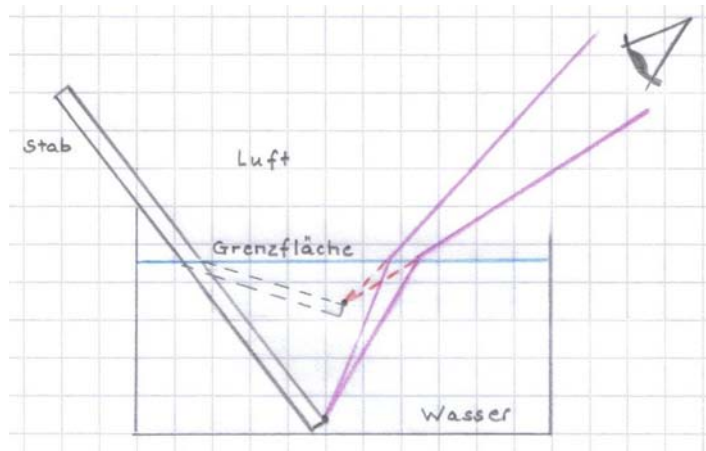


Abb. 9

das Stabende sieht, ergibt sich wieder, indem man die Randstrahlen des gebrochenen Lichtbündels geradlinig rückwärts verlängert. Aus diesem ermittelten scheinbaren Endpunkt des Stabes wird dann die restliche scheinbare Gesamterscheinung des Stabes vervollständigt (Abb. 9). Diese Begründung klärt das Phänomen des gebrochenen Stabes auf einer sehr anschaulichen Ebene, was es für Schüler gut nachvollziehbar macht.

Problematisch ist hier, dass von einem einzigen Punkt, für den man das Phänomen genau untersucht, auf die restliche scheinbare gerade Erscheinung des Stabes geschlossen wird. Und die Realität zeigt, dass je nach Blickwinkel und Beobachtungspunkt der Stab für den Betrachter nicht nur gebrochen und näher, sondern auch deutlich erkennbar gekrümmt erscheinen kann. Diese Krümmung wird bereits bei einfachen Versuchen (z.B. ein in eine Glaswanne mit Wasser gehaltener Stab - Abb.10), die in der Schule durchgeführt werden, oder im Lebensalltag

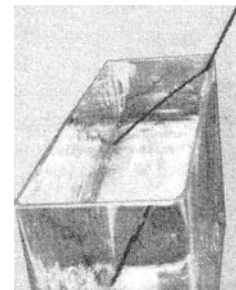


Abb. 10

sichtbar und somit für Schüler erfahrbar. Sie ist beobachtbar, wenn man schräg auf den Stab blickt. Nur wenn die Ebene, die Stab und Auge aufspannen, senkrecht zur Wasseroberfläche ist, erscheint der Stab nicht gekrümmt.

Zwar kann die Krümmung auch mit Hilfe der optischen Hebung erklärt werden (Abb. 11), jedoch ist dies für Schüler einer 7. Klasse zu komplex.

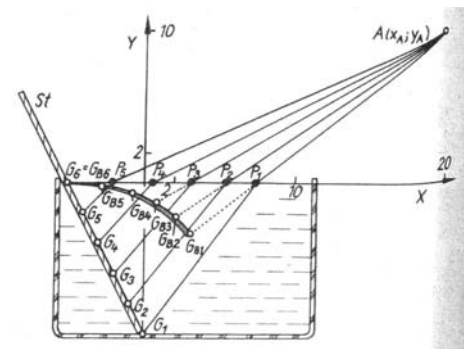


Abb. 11

Reduziert man aber das Phänomen „geknickter Stab“ auf den „Knick“ und vernachlässigt die Krümmung des Stabes, so lässt sich diese Erscheinung für eine 7. Klasse anschaulich mit Hilfe der optischen Hebung erklären.