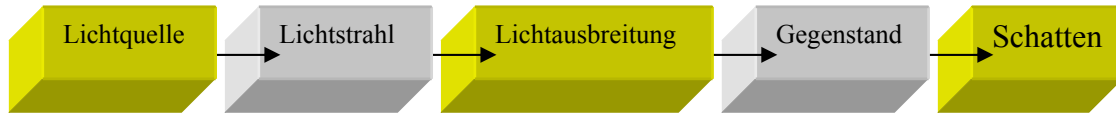
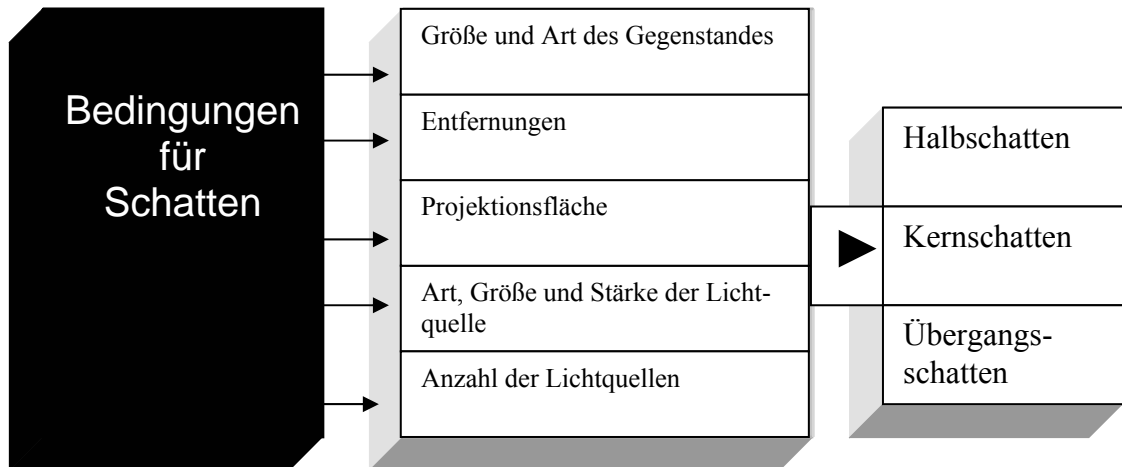


Beispiel: Schatten

1. Der physikalische Aspekt



- Licht ist eine Form von Energie.
- Licht wird von Lichtquellen erzeugt und ausgesandt.
- Licht kann als Welle oder Teilchen verstanden werden.
- Licht bewegt sich strahlenförmig im Raum.
- Trifft Licht auf Gegenstände oder Körper wird es in alle möglichen Richtungen gestreut.
- Schatten entsteht hinter lichtundurchlässigen Körpern oder Gegenständen.
- Eine punktförmige Lichtquelle erzeugt von einem Körper einen scharfen Schatten, eine ausgedehnte Lichtquelle erzeugt einen Kern- und einen Halbschatten.



Eine Lichtquelle strahlt einen Gegenstand an, dieser wirft einen Schatten. Der angestrahlte Gegenstand wirft seinen Schatten in Abhängigkeit von der Entfernung zur Lichtquelle und zur Projektionsfläche. Je weiter die Lichtquelle bzw. die Projektionsfläche entfernt ist, desto kleiner ist der Schattenwurf. Die Lichtquelle kann in ihrer Art, Größe und Stärke variieren und bestimmt dadurch, welche Schatten geworfen werden. Auch von Bedeutung ist die Anzahl der verwendeten Lichtquellen sowie deren Einfallswinkel. Der Schatten selbst kann definiert werden als Kernschatten, Halbschatten und als Übergangsschatten.

2. Einstiegsphänomene

Einstiegsphänomene bieten sich an zu folgenden Aspekten:

- Entfernung zur Lichtquelle (Wandlungsfähige Barbie)
- Zweidimensionalität (Schwertschlucker)
- Kern- und Halbschatten

Ideen zur Umsetzung des Aspekts „Entfernung zur Lichtquelle“

Wandlungsfähige Barbie

Benötigtes Material:

- 2 Barbiepuppen (gleichgroße Puppen)
- 1 Bettlaken als Leinwand
- 1 Lichtquelle (Tageslichtprojektor)

Die Leinwand (Bettlaken)

hängt ca. 2 m von der Lichtquelle entfernt. Zwei gleichgroße Barbiepuppen werden direkt vor der Leinwand gehalten, so dass die Schüler auf der anderen Seite auch zwei gleichgroße Puppen sehen. Dann wird eine Puppe langsam in Richtung Lichtquelle be-

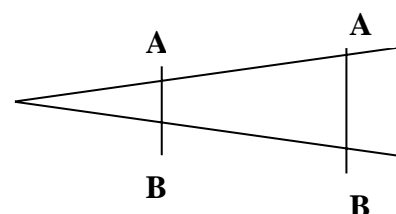


wegt, nun wird eine kleine Puppe (die an der Leinwand) und eine große Puppe (näher zur Lichtquelle) sichtbar. Die Positionen der Puppen werden abwechselnd getauscht. So werfen die Puppen mal einen größeren, mal einen kleineren Schatten.

Erläuterung

Licht pflanzt sich geradlinig fort. Gleichzeitig aber verlaufen die einzelnen Strahlen nicht parallel, sondern breiten sich – ausgehend von der Lichtquelle – fächerförmig aus, so dass das Licht sich von der Lichtquelle in alle Richtungen des Raumes fortpflanzt. Aufgrund dieser Eigenschaft des Lichtes, sich in alle Richtungen des Raumes geradlinig fortzupflanzen, kann das Phänomen geometrisch mithilfe des zweiten Strahlensatzes erklärt werden.

Er besagt: Wenn zwei von einem Punkt S ausgehende Strahlen von parallelen Geraden geschnitten werden, dann verhalten sich die Abschnitte auf den Parallelen wie die entsprechenden Scheitelabschnitte: $AB : A'B' = SA : SA'$.



Präsentation	Zwei gleichgroße Puppen werden zwischen eine Leinwand und einer Lichtquelle positioniert. Die Schatten der Puppen nehmen durch wechselnde Positionen unterschiedliche Größe an.
Erklärungsbedürftige Beobachtung	Je näher die Puppen an der Lichtquelle sind, desto größer ist der Schatten. Je weiter sie weg sind, desto kleiner ist er.
Vermutung	Die Größe des Schattens hängt von der Entfernung zur Lichtquelle ab.

Prüfen der Hypothese in anderen Sachzusammenhängen

Die in den Einstiegsphänomenen enthaltenen physikalischen Aspekte können in den folgenden Sachverhalten wieder gefunden werden. Die Grundschüler(innen) können sie so in anderen Zusammenhängen nachvollziehen und ihre zuvor gewonnenen Hypothesen überprüfen.

- Ein Kind befindet sich zwischen einer großen Lichtquelle (z.B. Strahler) und einer Hauswand und bewegt sich auf die Hauswand zu.
- Fingerschattenspiele direkt vor einer Lichtquelle (z.B. Tageslichtprojektor) und mit einigem Abstand verändern das Schattenbild, es wird kleiner.
- Ein Auto nähert sich im Dunkeln mit eingeschaltetem Licht langsam einem Fußgänger. Je dichter es kommt, desto kleiner wird der Schatten.
- Die flache Hand wird über einen Tisch gehalten und abgesenkt. Der produzierte Schatten verkleinert sich.

Ideen zur Umsetzung des Aspekts „Zweidimensionalität“

Schwertschlucker

Benötigtes Material:

- 1 Tageslichtprojektor
- 2 Bettlaken (zusammen)
- 1 Schwert aus Pappe oder Holz



In einem abgedunkelten Raum wird eine Lampe (die möglichst wenig streut) hinter einem Bettlaken eingeschaltet. Zwischen dem Bettlaken und der Lampe befindet sich eine Person. Diese ist in der Seitenansicht zu sehen. Diese Person hat den Mund weit geöffnet und führt ein großes Messer am Mund vorbei. Im Schattenbild sehen die Betrachter eine Person, die ein großes Messer verschluckt.

Erläuterung

Schattenbilder haben keine Tiefendimension. Da es sich um einen undurchsichtigen Körper handelt, können Lichtstrahlen, die auf den Körper fallen, nicht in Richtung Bettlaken weitergeleitet werden. Die Strahlen, die – dem Körper am nächsten – ihn noch passieren können, begrenzen das Schattenbild. Es können so nur Konturen des Körpers im Schattenbild sichtbar werden. Konturen innerhalb des Körpers – wie etwa die Ohren eines Kopfes, der im Schattenbild als Profil abgebildet ist – sind nicht erkennbar, da innerhalb der Grenzen des Schattenbildes (in der Regel) keine Lichtstrahlen auftreffen. Das Schattenbild ist gleichmäßig dunkel.

Präsentation	Eine Person stellt sich dicht an eine Leinwand (z.B. Bettlaken) und wird von einer Lichtquelle (z.B. Tageslichtprojektor) im Profil angestrahlt, so dass der Schatten der Person auf die Leinwand projiziert wird. Der Schatten der Person „schluckt“ ein Schwert.
Erklärungsbedürftige Beobachtung	Die Versuchsperson bleibt unverletzt.
Vermutung	Schattenbilder verlieren ihre Tiefendimension, sie sind flächig und gleichmäßig schwarz. Der Schatten hingegen ist keine Fläche, sondern eine räumliche Figur. Der Schattenraum wird genutzt, um Schattenbilder zu kreieren.

Prüfen der Hypothese in anderen Zusammenhängen

- Ein Krake mit vielen Armen kann als Schatten auf einer Leinwand dargestellt werden, ohne die nötige Anzahl der Personen zu sehen.
- Eine Person wird zum Flaschengeist, indem sie ein gutes Stück vor eine durchsichtige Flasche direkt an die Projektionsfläche stellt.
- Ein Mensch wird ohne Kopf dargestellt, in dem er nur den Kopf absenkt und auf die Brust legt.



Ideen zur Umsetzung des Aspekts: „Kern- und Halbschatten“

Schwarzer und tiefschwarzer Schatten

Der Raum wird abgedunkelt.

Auf einem Tisch oder einer anderen ebenen Fläche werden zwei Teelichter und ein beliebiger Gegenstand so platziert, dass sie ein gleichseitiges Dreieck bilden. Die Teelichter werden angezündet, und der Gegenstand wirft verschiedene Schatten. Direkt hinter dem Gegenstand entsteht der dreieckige Kernschatten, wo weder das Licht der einen noch der anderen Lichtquelle hingelangt.

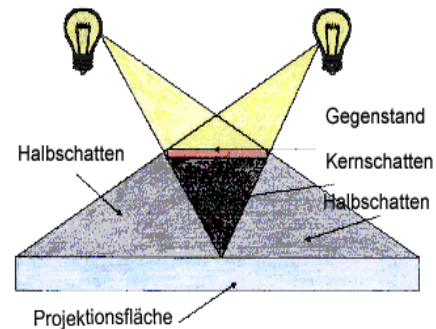
Dort, wo jeweils nur das Licht einer Lichtquelle, jedoch nicht das Licht der anderen hingelangt, entstehen Halbschatten.

Benötigtes Material:

2 Teelichter

1 beliebiger Gegenstand

1 ebene Fläche



Erläuterung

Wenn zwei Lichtquellen A und B, die in ausreichender Entfernung voneinander stehen, vorhanden sind, dann wirft ein Gegenstand zwei Schattenbilder. Die Fläche, an denen sich diese beiden Schattenbilder überlagern, wird von keiner der beiden Lichtquellen beleuchtet. Dieser Bereich wird Kernschatten genannt. Die anderen Bereiche der Schattenbilder wirken im Vergleich zum Kernschatten heller. Das liegt daran, dass auf das Schattenbild der Lichtquelle A Lichtstrahlen der Lichtquelle B gelangen und umgekehrt. Somit werden diese Bereiche Halbschatten genannt.

Präsentation

Zwei Lichtquellen und ein Gegenstand bilden die Eckpunkte eines Dreiecks. Der Gegenstand wird von diesen beiden Lichtquellen angestrahlt und es entstehen Schatten.

Erklärungsbedürftige Beobachtung

Es sind zwei verschiedene Arten von Schatten zu sehen (heller und dunkler).

Vermutung

Wo kein Licht hingelangt, entsteht der dunklere Schatten. Die helleren Schatten werden jeweils nur von einer Lichtquelle beschienen.

Prüfen der Hypothese in anderen Sachzusammenhängen

- Die flache Hand wird über einen Tisch gehalten. Sie wird von mindestens zwei Lichtquellen beleuchtet. Sie wirft verschieden helle (Halbschatten) und einen dunklen (Kernschatten) Schatten.
- Eine Katze bewegt sich zwei Straßenlaternen und wird von beiden angestrahlt. Hellere und ein dunkler Schatten werden projiziert.

5. Weiterführende physikalische Aspekte der Schattenphänomene

