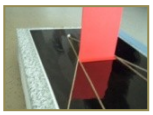
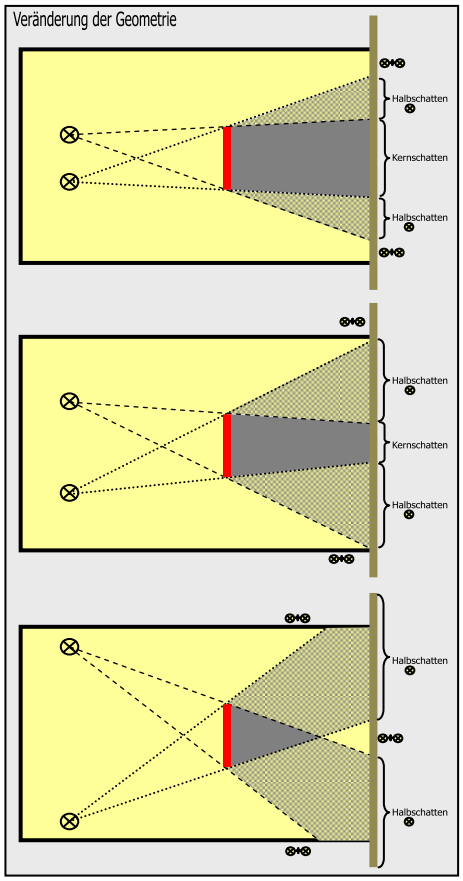
zu fassen, dass ein „Schatten" nie isoliert existiert, sondern immer an ein Hindernisobjekt gebunden ist (also „Schatten des Menschen", „Schatten des Mondes", ...).



Besser als Demonstrationsexperimente, seien sie noch so gut arrangiert, erweisen sich gewiss einfache Anordnungen für die Hand der Schülerinnen und Schüler wie nebenstehend abgebildet. Ein schlichter Karton oder auch eine feste Styropor-Platte, worauf Lichtquellen und ein Objekt und Stecknadeln (LQ) und Schnüre (Lichtstrahl) drapiert werden können. Die linke Abbildung zeigt diese einfache Anordnung für Handversuche der Schülerinnen und Schüler, die zunächst mit Teelicht oder LED durchgeführt, dann mit Stecknadeln (= Lichtquelle) und Kordel (= Randstrahlen) abstrahiert dargestellt werden. Die Lernenden können dieses Arrangement räumlich erleben, also auch beliebige Positionen eines Betrachters einnehmen, der aus den verschiedenen „Schattenbereichen" in Richtung Lichtquelle(n) blickt (siehe rechte Abbildung). Dieses dann in eine Zeichnung an die Tafel zu transferieren, dürfte keine Probleme mehr bereiten.



Im weiteren Verlauf muss dann der grundlegende Aufbau (2 Lämpchen – Objekt – Schirm) Variationen in verschiedene Richtungen erfahren:

1. Veränderung der Geometrie (Positionierung, Hindernisgröße) und funktionale Betrachtungen, deren Realisierung (im Versuch oder im Modell oder in der zeichnerischen Darstellung) und Verbalisierung;
2. Erhöhung der Anzahl der Lichtquellen (bis hin zur ausgedehnten Lichtquelle, dabei Festigung der Modellvorstellung „Lichtstrahl" und „punktförmige Lichtquelle" [7]);
3. Schatten in unserer Umwelt (ohne Schatten kein räumliches Sehen[8]); Erfahrungen mit Schatten etc.
4. Komplexere Schattenphänomene (wie Sonnen- und Mondfinsternisse, Sonnenstand und Schattenwurf zu verschiedenen Jahreszeiten, ...[9]).

»» Anmerkungen zur „Veränderung der Geometrie"

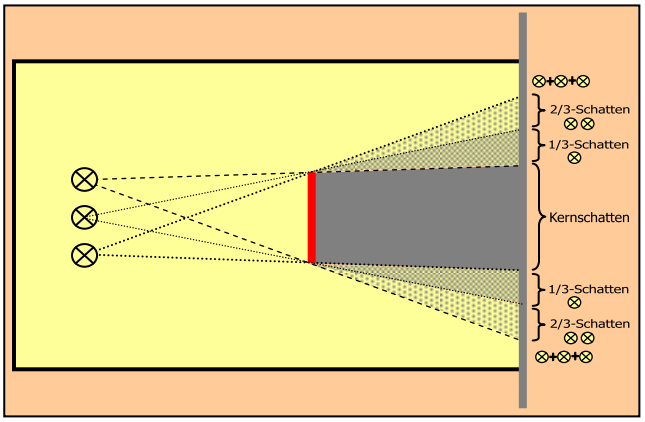
Die Geometrie „Lampe – Hindernis – Schirm" lässt sich in vielfacher Weise verändern

- Distanz der beiden Lampen
- Distanz des Hindernisses zu den Lampen, zum Schirm
- Ausdehnung des Hindernisses
- usf.

Am besten in Schülerversuchen oder im Modell werden verschiedene Abhängigkeiten untersucht. Hierbei kann der für die naturwissenschaftliche Erkenntnis ungemein wichtige Sachverhalt angestrebt werden, nur eine „Größe" zu verändern, die anderen jedoch konstant zu lassen, um sichere funktionale Aussagen treffen zu können,

z. B.

- Je größer die Entfernung der beiden Lichtquellen, desto kleiner der Kernschatten; ab einer bestimmten Distanz des Schirms (des Betrachters) gibt es keinen Kernschatten mehr, zwischen die beiden Halbschatten gelangt das Licht beider Lichtquellen.
- Je mehr die Lichtquellen seitlich versetzt zum Hindernis sind, desto größer ist der Halbschatten.
- usf.



»» Anmerkungen zu Erhöhung der Zahl der Lichtquellen

Wichtig ist die Erkenntnis, dass es bei 3 Lichtquellen keine „Halbschatten" mehr gibt (im definierten Sinne), sondern Bereiche, die von zwei der drei Lichtquellen (= 2/3-Schatten) oder von einer der drei Lichtquellen (= 1/3-Schatten) beleuchtet sind (natürlich auch: von allen drei bzw. keiner). Ein Beobachter, der vom Schirm aus in Richtung Hindernis blickt, sieht je nach Position keine, eine, zwei oder alle drei Lichtquellen.

---

[6] Neben der fachlichen Dimension gibt es immer auch die sprachliche, d. h. es müssen die sprachlichen Mittel und Sprachmuster bereitgestellt und trainiert werden.

[7] die eigentlich nicht existiert, weswegen die Schattenränder niemals scharf sein können, sondern stets einen mehr oder minder ausgedehnten Bereich eines „Übergangsschattens" aufweisen.

[8] dreidimensionale Darstellungen, 3D-Animationen am Computer (auch Querverbindung zum Fach **Bildende Kunst**: Techniken zur Darstellung von Räumlichkeit)

[9] Querverbindungen zum Fach **Erdkunde** (Jahreszeiten, Tageslängen, Klima, ...)