

	<h2>Die Ausstellung</h2>	
--	--------------------------	--

Du und zwei deiner Freunde seid für morgen zu einer Geburtstagsfeier eingeladen worden. Ihr freut euch schon sehr, da ihr auch ins Kino gehen werdet. Es taucht jedoch ein Problem auf. Euer Kunstlehrer



hat für morgen, zur Finanzierung eines großen Schulfestes, eine kleine Gemäldeausstellung mit anschließendem Verkauf angesetzt. Damit den Ausstellungsstücken nichts passiert, werden für jeden der drei Räume jeweils zwei Schüler zur Bewachung eingeteilt und ihr seid darunter. Da ihr jedoch unbedingt zu der Party eures Freundes gehen möchtet, bittet ihr euren Lehrer euch frei zu geben. Er erklärt euch, dass ihr euch frei nehmen könnt, wenn ihr ihm beweist, dass es einem Schüler pro Raum gelingen kann, von einem Platz aus alle Bilder im Auge zu behalten.

Ihr erbittet euch von eurem Lehrer die Grundrisse der drei Räume, um Grundüberlegungen durchführen zu können. Dabei müsst ihr beachten, dass durch den Einbau der Sicherheitsmaßnahmen die Besucher der Ausstellung beim Betrachten der Bilder nicht gestört werden sollen. Danach erhaltet ihr noch ein Modell des Raumes und müsst eure Sicherheitsmaßnahmen einbauen, damit der Lehrer beurteilen kann, ob nun wirklich ein Schüler ausreicht, um alles zu bewachen.

Hinweise für Lehrkräfte

Alle Lernvoraussetzungen, die gegeben sein müssen, damit die SchülerInnen den Versuch mit Erfolg absolvieren können, sollten innerhalb der ersten sieben Stunden des Physikunterrichts behandelt worden sein. Hierbei handelt es sich um die beiden Einheiten „Ausbreitung des Lichts“ mit circa vier Stunden und um die Einheit „Reflexion des Lichts“ mit circa drei Stunden. In der ersten Einheit ist für den Versuch die Behandlung des „Lichtbündels“ und des „Lichtstrahls als Modell“ von Bedeutung. Die zweite Einheit ist für das erfolgreiche Absolvieren dieses Experiments von sehr großer Bedeutung, da der Lehrplan hier folgende für den Versuch wichtige Punkte vorsieht:

- Gerichtete und diffuse Reflexion
- Reflexionsgesetz: Einfallender und reflektierter Strahl liegen mit dem Einfallslot in einer Ebene; Einfalls- und Reflexionswinkel sind gleich groß; Umkehrbarkeit des Lichtweges
- Reflexion an ebenen Spiegeln; Spiegelbild; Anwendungen [VSE]

Besonders bei der Reflexion empfiehlt der Lehrplan die Durchführung von Schülerexperimenten. Allgemein sagt der Lehrplan hierzu: „Von Anfang an spielt das Experiment eine zentrale Rolle, nicht nur als Demonstrationsversuch durch den Lehrer, sondern ganz besonders auch als Schülerexperiment.“

Bei dem Versuch „Die Ausstellung“ handelt es sich um einen der abgewandelten Versuche, der bereits in der 8. Jahrgangsstufe des Gymnasiums unter dem Titel "Der Ferienjob" zum Einsatz kam. Bevor der Versuch jedoch in der Realschule eingesetzt werden konnte, musste die Versuchsanleitung den jüngeren SchülerInnen angepasst werden. Thema war im Original die Aufnahme eines Ferienjobs im Museum, bei der Spiegel derart angebracht werden mussten, dass alle Gemälde von einem Standpunkt aus im Auge behalten werden konnten. Diese Aufgabenstellung wurde dahingehend abgewandelt, dass der Kunstlehrer SchülerInnen benötigt, um eine Ausstellung zu bewachen. Da die SchülerInnen zur gleichen Zeit jedoch eine Einladung zu einer Party haben, möchten sie dieser Aufgabe entgehen, indem sie zeigen, dass auch weniger SchülerInnen ausreichen, um einen ausreichenden Schutz der Ausstellungsstücke zu gewährleisten. Angepasst werden mussten zudem die Grundrisse. Einerseits, um zu der neuen Aufgabenstellung zu passen, andererseits, um sie an das Niveau der Realschule anzupassen. Die neuen Grundrisse können dem Anhang entnommen werden.

Den Schülern wurde zu Beginn des Versuches lediglich die Anleitung und ein Grundriss ausgehändigt. Zudem wurden sie informiert, dass Fenster und Türen nicht beklebt werden dürfen, und dass ihnen lediglich eine begrenzte Anzahl von Spiegeln zur Verfügung steht. Somit waren sie gezwungen, die Position der Spiegel unter Verwendung des Reflexionsgesetzes und nicht durch Ausprobieren zu bestimmen. Das Modell und die Spiegel wurden der Gruppe erst ausgehändigt, wenn die Position der Spiegel im Grundriss bereits eingezeichnet worden waren. Nachdem die Spiegel von den SchülerInnen angebracht worden waren, konnten sie selbst, oder natürlich die Lehrkraft, mittels eines Periskops kontrollieren, ob die Wachperson alle Bilder von einem Punkt aus im Blick hat.

„Die Ausstellung“

Um den Schülern eine Möglichkeit zu bieten ihre Ergebnisse zu kontrollieren, werden Modelle der Räume benötigt. Damit die Modelle über mehrere Jahre hinweg verwendet werden können, bietet es sich an, für den Bau Holz zu verwenden. Zur Vereinfachung des Baues und um später auch andere Grundrisse umsetzen zu können, empfiehlt es sich lediglich ein einfaches rechteckiges, oder wie in diesem Fall ein quadratisches Modell zu bauen. Verschiedene Grundrisse lassen sich dann leicht durch den Einsatz kleiner Trennwände realisieren. (Siehe Abbildung 1)

Je nach vorhandenen Stauraum stehen zwei verschiedene Modellvarianten zur Verfügung. Zum einen eine klappbare Variante, zum anderen eine „starre“ Variante. Unabhängig davon muss jedoch der passende Maßstab gewählt werden. Wichtig ist auch die Raumhöhe in Betracht zu ziehen. Für ein möglichst realitätsnahes Modell empfiehlt es sich von einer Raumhöhe von ca. 3 bis 4 m auszugehen. Ich entschied mich für einen Maßstab von 1:15, somit entsprechen 10 cm am Modell 150cm in der Realität. Als Grundriss entschied ich mich für ein Quadrat mit einer Seitenlänge von 50 cm, was in der Realität einem Raum mit 7,5 m Wandlänge entspricht.

1 Das Grundmodell

1.1 Das „klappbare“ Modell

Das „klappbare“ Modell hat den Vorteil, dass es leicht verstaut und transportiert werden kann. Aufgrund der zusätzlich benötigten Materialien ist es jedoch leider erheblich teurer als die andere Variante. Zudem gestaltet sich der Bau bei weitem schwieriger.

Den folgenden Angaben liegt das bereits erwähnte Modell im Maßstab 1:15 zugrunde.

Materialliste:

- 4 Bretter à 50cm x 20cm, die Dicke sollte 12mm nicht unterschreiten, da sonst Probleme beim Einschlagen der Türbänder auftreten könnten
- 2 kleinere Türbänder
- 4 – 6 Schatullenscharniere
- kleine Nägel

Zur Bearbeitung der Materialien benötigt man zudem eine Bohrmaschine, Hammer und Schleifpapier. Es empfiehlt sich, im Fachhandel eine sogenannte Bohrlehre auszuleihen, da dadurch die Bohrungen für die Türbänder leichter gelingen.

Zuerst werden an der Breitseite von zweien der Bretter jeweils das Flügelteil des Türbandes befestigt. Dazu wird mit Hilfe der Bohrlehre die benötigte Anzahl der Bohrungen so angebracht, dass die offene Seite des Flügelteils an die Mitte des Brettes grenzt. Nun muss nur noch das Flügelteil eingeschlagen werden. Bei den verbleibenden beiden Brettern müssen nun nur noch die Bohrungen für die Rahmenteile angebracht werden. Hierbei ist darauf zu achten, dass der Stift des Rahmenteils etwa auf Höhe der Mitte ist. Nur so ist garantiert, dass die Teile am Ende gut zusammenpassen. Im nächsten Schritt werden die beiden Bretter mit dem eingeschlagenen Flügelteil am anderen Ende durch zwei oder auch drei Schatullenscharniere miteinander verbunden. Es ist darauf zu achten, dass die Öffnungen der Türbänder beide nach oben bzw. nach unten zeigen. Mit den verbleibenden beiden Brettern wird nun ebenso verfahren. Hier sind es die beiden Stifte, die die gleiche Ausrichtung aufzuweisen haben. Zum Abschluss empfiehlt es sich, eventuelle Unebenheiten im Holz abzuschleifen, um Verletzungen durch Schiefer zu vermeiden.



Das „klappbare“ Modell

1.2 Das „starre“ Modell

Die Vorteile dieses Modells liegen in der Einfachheit des Baus und in der Kostengünstigkeit. Der Nachteil ist die Sperrigkeit und der damit verbundene große Platzbedarf beim Transport und bei der Lagerung des Modells.

Zum Bau dieser Variante werden folgende Materialien gebraucht:

2 Bretter à 50,0 cm x 20,0 cm x 0,6 cm

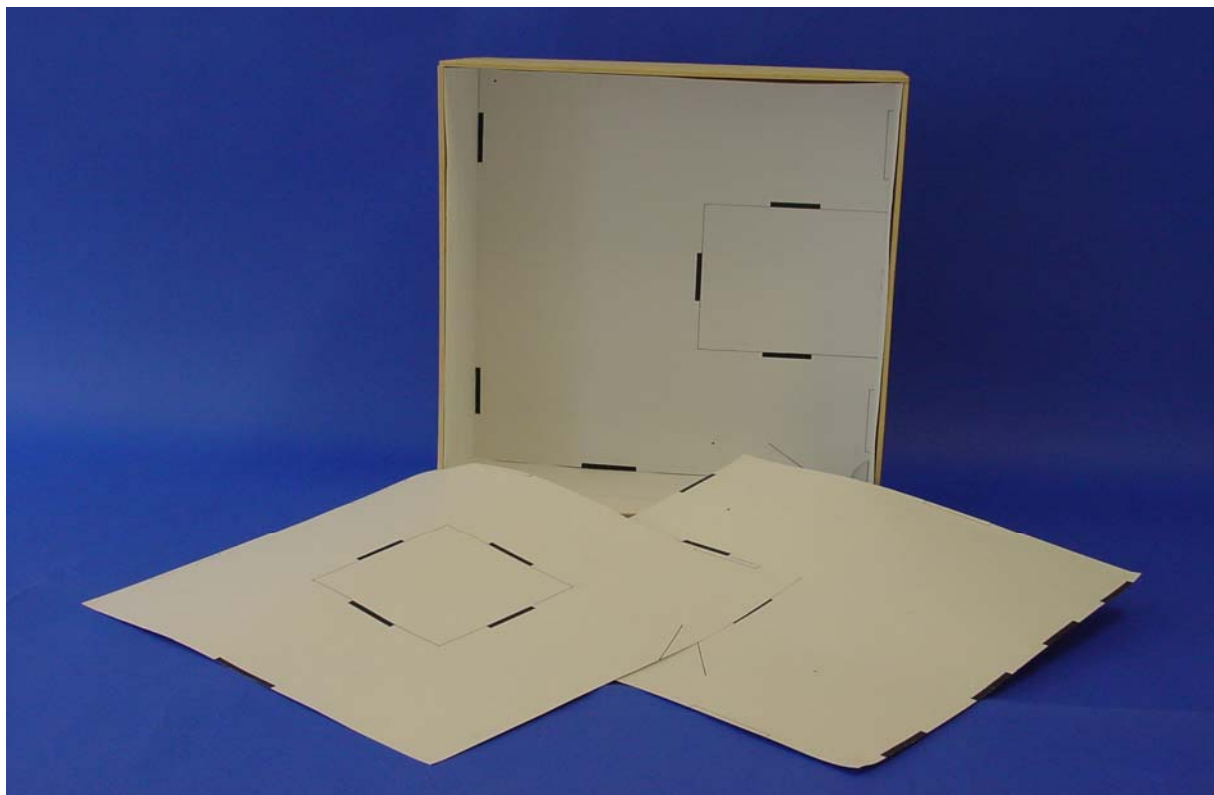
2 Bretter à 51,2 cm x 20,0 cm x 0,6 cm (Wird eine andere Dicke gewählt, muss die Länge entsprechend angepasst werden: Zu der Ausgangslänge von 50,0 cm wird die doppelte Dicke addiert. Dies ist nötig, damit das Modell am Ende an allen Ecken bündig abschließt.)

1 Brett 50 cm x 50 cm x 1,2 cm

1 Packung Nägel

Zur Verarbeitung reichen bei diesem Modell der Hammer und das Schleifpapier.

Die beiden kürzeren Bretter werden an gegenüberliegenden Seiten des Grundbrettes festgenagelt. Die beiden längeren Bretter werden an den zwei verbliebenen Seiten befestigt. Wichtig ist, dass die Nägel nicht aus dem Holz ragen und alle Unebenheiten im Holz abgeschliffen werden.



Das „starre“ Modell

2 „Die Ausstattung“

Zuerst müssen ausgehend vom Grundmodell verschiedene Grundrisse konzipiert werden. Diese sollten dann in der entsprechenden Größe, hier 50 cm x 50 cm, auf Photokarton aufgezeichnet werden. (Siehe Abbildung) Auch die Position der Tür und der Bilder muss auf dem Grundriss vermerkt werden. Nun müssen für alle Wände zusätzlich eingezeichneten Wände Modelle gebaut werden. Hierzu werden Bretter mit den entsprechenden Maßen benötigt. Die Länge ergibt sich aus der Zeichnung, die Höhe hängt davon ab, welche Variante

Nun müssen noch die „Bilder“ und die „Tür“ angebracht werden. Es empfiehlt sich eine einheitliche Bildbreite zu wählen, da so das langwierige Suchen nach dem richtigen Bild entfällt. Bildmotive lassen sich ebenso wie eine „Tür“ und „Fenster“ leicht im Internet finden. Die „Bilder“ und die „Türen“ sollten laminiert werden um eine lange Haltbarkeit möglich zu machen.

Daraus ergibt sich für die „Ausstattung“ der Räume folgende Materialliste:

Zur Versuchsdurchführung wird zudem noch Spiegelfolie benötigt. Zur Kontrolle der Lösung bietet sich die Verwendung eines Periskops an.



Stefanie Grandl, Didaktik der Physik, LMU München

Hilfeskarte 1	Die Ausstellung	
---------------	------------------------	--

Welche Arten von Reflexion gibt es?

Welche musst du für dein Sicherheitskonzept verwenden?

Bei einer diffusen Reflexion reflektiert die beleuchtete Fläche das Licht nach allen Richtungen, ohne eine bestimmte Richtung auszuzeichnen. Das Lichtbündel wird aufgelöst, so dass man die beleuchtete Fläche von überall sehen kann, was dir wahrscheinlich nicht viel nützen wird. Für dein Sicherheitskonzept musst du daher die gerichtete Reflexion, die Spiegelung verwenden, weil dabei das Licht gebündelt wird.

Welche Materialien können eigentlich spiegeln?

Viele glatte Oberflächen wie z. B. Glas, Alufolie oder der für uns alltägliche Spiegel haben eine „Spiegeleigenschaft“.

Welche Gesetzmäßigkeiten gibt es bei einem Spiegel?

Hilfeskarte 4	Die Ausstellung	
---------------	------------------------	--

Eine einfache Formulierung des Reflexionsgesetzes besagt, dass ein Lichtstrahl, der auf eine glatte Ebene trifft, im gleichen Winkel diese Ebene verlässt, wie er auf sie getroffen ist. Die Winkel werden immer bezüglich des Lots auf die Ebene gemessen.

Was weißt du außerdem noch über das Licht?

Hilfeskarte 5	Die Ausstellung	
---------------	------------------------	--

Das Licht breitet sich geradlinig aus und der Lichtweg ist umkehrbar. Für deine Konstruktion kann es daher wichtig sein, dass Licht an mehr als nur einem spiegelnden Material gespiegelt wird.

Wie musst du die Konstruktion anfertigen?

Zusatzaufgabe	Die Ausstellung	
---------------	------------------------	--

Ihr bekommt von eurem Lehrer noch ein zusätzliches Bild, das noch in die Ausstellung zu hängen ist. In welchen Raum und an welche Stelle hängt ihr das Bild, damit es von beiden Positionen aus gesehen werden kann?

Zum Glück habt ihr beim Einbau des Sicherheitssystems sehr gespart und habt somit jetzt noch Material übrig, das ihr mit verwenden könnt.

