

Kontextorientierte Schülerexperimente aus dem Bereich der Optik „Der Ferienjob“

Roswitha Ebner *

Lehrstuhl für Didaktik der Physik
Ludwig-Maximilians-Universität München

27. Januar 2005

1 Allgemeine Informationen

Als Lernvoraussetzungen haben die Schüler wesentliche Aspekte aus dem Themenblock „Grunderscheinungen des Lichts“ kennen gelernt: Sie wissen, dass man einen Gegenstand nur dann sehen kann, wenn Licht von diesem Gegenstand direkt in das Auge fällt [1, S.135]. Ebenso können sie die Begriffe „Lichtbündel“ und „Lichtstrahlen“ zuordnen und erklären. Die geradlinige Ausbreitung von Licht wurde den Schülern anhand von Modellen zur Entstehung von Mondphasen, zur Mondfinsternis und zur Sonnenfinsternis demonstriert. Desweiteren haben sie die diffuse und die gerichtete Reflexion anhand von einfachen Experimenten kennen gelernt. Anschließend wurde das Reflexionsgesetz erarbeitet. Nachdem die Schüler die Konstruktion eines Spiegelbildes erlernten, wurde speziell auf den Winkelspiegel eingegangen. Als Hausaufgabe mussten sie „Das vollständige Spiegelbild“ [1, S.150, Nr.7] bearbeiten. Die Aufgabe ist dabei, einen Spiegel so vor sich aufzuhängen, dass man sich vom Kopf bis zu den Füßen im Spiegel betrachten kann, wobei der Spiegel dabei möglichst klein sein soll.

Im Fachlehrplan für das Fach Physik in der 9. Jahrgangsstufe werden Experimente zur Reflexion besonders empfohlen [2, 4. Ebene]. Bei dem Versuch „Der Ferienjob“ (vgl. Abbildung 1) wird diese Thematik in einen Rahmen gestellt, der für die Schüler motivierender sein soll als ein typischer „Stecknadelversuch“: In dieser Jahrgangsstufe hat man es mit Schülern zu tun, die spätestens im Laufe des Schuljahres 15 Jahre alt werden. Ab diesem Alter sind sie berechtigt, in den Ferien oder am Wochenende Aushilfstätigkeiten zu verrichten. Es werden sich daher wahrscheinlich einige Schüler der Klasse in den nächsten Ferien

*e-mail: Roswitha.Ebner@web.de

einen Ferienjob suchen. Zum Teil kann dabei auch ein Einstellungstest auf sie zukommen, wie es in diesem Experiment simuliert wird.

Die Schüler arbeiten in Kleingruppen, möglichst in Zweiergruppen, zusammen. Jede dieser Kleingruppen bekommt eine leicht modifizierte Aufgabenstellung, so dass ein einfaches Übernehmen von Lösungen der Mitschüler nicht möglich ist.

Als Vorversuch müssen die Schüler einen Einstellungstest bestehen, der ihnen eine grobe Richtung vorgibt, in die der Hauptversuch gehen soll. Sie sollen sich hier speziell damit befassen, wie sie Bilder sehen können, die hinter ihnen ausgestellt werden (vgl. Aufgabenstellung zum „Ferienjob“, Abbildung 1).

Mit diesem Wissen ist es für sie einfacher, die eigentliche Aufgabenstellung zu bearbeiten: Spiegel, Spiegelfolien oder andere spiegelnde Materialien wie Glasscheiben oder Alufolie sollen so in einem Museumsraum angebracht werden, dass ein Museumswärter von zwei vorgegebenen Punkten im Raum alle ausgestellten Bilder sehen kann. Den Schülern liegt der verwinkelte Ausstellungsraum als Modell vor. Damit nicht der gesamte Raum „verspiegelt“ wird, dürfen sie nur eine bestimmte Menge an Material verbrauchen. Als theoretische Grundlage erhalten sie einen Grundriss des Raumes, in dem alle Bilder, sowie Fenster und Glastüren eingezeichnet sind (vgl. Grundrisse der Räume in Abschnitt 3, Abbildungen 4, 7, 10, 13, 16 und 19). Anhand dessen müssen sie Lage und Position der aufzuhängenden Spiegel konstruieren. Um die Aufgabe zu lösen, müssen die Schüler ihre Kenntnisse über die Reflexion bzw. das Reflexionsgesetz einsetzen (vgl. auch [1, S.149, Nr.5]). Teilweise kann es sein, dass der Lichtweg vom zu beobachtenden Bild bis zum Auge über zwei oder drei Spiegel geht (vgl. Lösung zum „Ferienjob“ in Abschnitt 3).

Wenn die Schüler meinen, der Museumswärter könnte von seinem Platz aus über die aufgehängten Spiegel, die Glastüre oder die Fensterscheibe alle Bilder sehen, so müssen sie diese in die vorhandenen Raummodelle einbauen, die maximal 40cm x 40cm groß sind und für alle frei zugänglich auf dem Pult stehen. Anschließend wird das Ergebnis der Lehrkraft präsentiert.

Diese wird als „Vorgesetzter der Aushilfe“ zur Kontrolle ein Periskop oder eine kleine Kamera verwenden, da ein Hineinhalten des Kopfes in den Modellraum nicht möglich sein wird. Ebenso sollen die Schüler ihre Lösung selbst kontrollieren.

Schnelle Schüler erhalten eine Zusatzaufgabe: Sie sollen ein weiteres Bild in ihrem Museumsraum aufhängen, wobei sie es von den beiden vorgegebenen Orten aus sehen müssen. Am besten ist es, wenn dafür kein weiterer Spiegel mehr aufgehängt werden muss. Diejenigen, die die Zusatzaufgabe so nicht lösen können, erhalten noch einen zusätzlichen Spiegel.

Der Ferienjob

Die nächsten Ferien stehen vor der Tür. Dein Geldbeutel ist absolut leer, deshalb beschließt du, einen Ferienjob anzunehmen.

Nach kurzer Suche stellt sich heraus, dass das Stadtmuseum für eine Sonderausstellung Museumswärter sucht, die sich gleichzeitig auch um ein Sicherheitskonzept für die Ausstellungsräume kümmern müssen. Du stellst dich vor und willst zusagen. Leider haben sich so viele Interessenten gemeldet, dass ein Einstellungstest durchgeführt werden muss.



Bei diesem Test sollst du dir zunächst einen Versuch überlegen, bei dem du ein ausgestelltes Bild komplett sehen kannst, wenn es

1. genau hinter dir hängt,
2. schräg hinter dir hängt,
3. rechts bzw. links hinter dir hängt.

Du hast es geschafft und bist eingestellt worden, weil dein Testergebnis sehr überzeugend war. Jetzt erhältst du jeweils zuerst den Grundriss des Raumes, um Grundüberlegungen durchzuführen. Danach bekommst du ein Modell des Raumes und musst deine Sicherheitsmaßnahmen einbauen, die dann der Museumsinhaber prüfen wird.

Aufgabe 1

Heute bist du für die Aufsicht des Raumes 1.1/1.2 eingeteilt. Von zwei verschiedenen Punkten im Raum sollst du alle ausgestellten Bilder beobachten können. Beachte dabei, dass du zu Beginn deiner Schicht bei P_1 , später bei P_2 stehst.

Aufgabe 2

Heute bist du für Raum 2.1/2.2 zuständig. Du sollst dabei die natürliche Lage des Raumes berücksichtigen, auch wenn du dich nur auf P_1 und dann bei P_2 aufhalten darfst.

Aufgabe 3

An deinem letzten Arbeitsplatz bekommst du die Aufgabe, Raum 3.1/3.2 mit den teuersten und schönsten Bildern zu bewachen. Damit sich die Besucher möglichst uneingeschränkt bewegen können, sollst du einmal unscheinbar in einer Ecke sitzen und dich dann erst etwas weiter in der Raum stellen. Gleichzeitig müssen natürlich alle Kunstwerke unter deiner Kontrolle sein. Der Raum darf durch deine Sicherheitsvorkehrungen auch nicht kleiner werden.

Zusatzaufgabe

Du bekommst vom Museumswärter ein Bild, das noch in deinen Raum zu hängen ist. Wo hängst du es auf, damit du es von deinen beiden Positionen aus sehen kannst?

Zum Glück hast du beim Einbau des Sicherheitssystems in deinem Raum sehr gespart und hast jetzt noch Material übrig, das du mit verwenden kannst.

Abbildung 1: Experimentieranleitung für den Versuch „Der Ferienjob“

Der Ferienjob

Hilfskarte 1

Welche Arten von Reflexion gibt es?

Welche musst du für dein Sicherheitskonzept verwenden?

Hilfskarte 2

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 bleibt.

Welche Materialien können eigentlich spiegeln?

Hilfskarte 3

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

Welche Gesetzmäßigkeiten gibt es bei einem Spiegel?

Hilfskarte 4

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?

Hilfskarte 5

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. Ebenso darfst du die bereits aufgestellten Spiegel für weitere Überlegungen mitverwenden.

Wie musst du die Konstruktionen anfertigen?

Abbildung 2: Hilfskarten für den Versuch „Der Ferienjob“

Um den Versuch in der beschriebenen Form durchführen zu können, benötigt man folgende Materialien:

Spiegelfliesen oder CDs, Grundrisse der Räume (siehe Anhang Abbildungen 4, 10 und 16), Modelle der Räume, Playmobilfiguren als Museumswärter, Spiegelfolie, (Foto-) Kleber, Lineal, Periskop oder kleine Kamera.



2 Hinweise zum Bau der Materialien

Für den Versuch „Der Ferienjob“ werden Modelle der Räume benötigt (vgl. Abbildung 3). In die Museumsräume werden dann die Ergebnisse der Schüler eingebaut und mit Hilfe eines Periskops überprüft.

Als Baumaterialien werden Pappkarton, Styroporplatten, weißes Papier, Spiegelfolie, sowie Bilder benötigt. Zum Verarbeiten braucht man außerdem ein Cutter-Messer, einen Styroporschneider, Klebeband und einen Klebestift.

Zu Beginn muss man sich für einen Maßstab entscheiden, um die Größe der Kartons zu bestimmen. Es bietet sich an, eine Raumhöhe von 3 - 3,5 m zu wählen. Der von mir gewählte Maßstab ist 1 : 16,7, das heißt, 6 cm im Modell entsprechen 1 m in der Wirklichkeit. Die Seitenwände werden mit dem Cutter-Messer aus dem Karton ausgeschnitten und mit weißem Papier beklebt, da die meisten Museumsräume weiße Wände haben. Die Umrisse der Fenster und der Tür müssen auf den Wänden angedeutet werden. Es ist sinnvoll, die Bilder, die in dem Museumsraum ausgestellt werden sollen, in der richtigen Größe auszudrucken oder zu kopieren und gleich „aufzuhängen“ (vgl. auch Literaturverzeichnis). Anschließend werden die Seitenwände mit dem Klebeband aneinander geklebt. Der Grundriss des Raums ist auf dem Styropor aufzuzeichnen und anschließend mit dem Styroporschneider auszuschnitten. Alternativ kann man auch eine dünne Preßspanplatte verwenden. Die Wände müssen jetzt nur noch an der Platte befestigt werden, was am einfachsten wieder mit dem Klebeband gemacht wird. Für Fenster und Türen ist spiegelndes Material zu verwenden, da in einem Museumsraum die Fenster meist abgedunkelt sind und der Raum beleuchtet ist.

Es ist ratsam, die Modelle mindestens in dem oben genannten Maßstab zu bauen. Kleinere Räume sind für die Demonstration der Lösungen nicht anschaulich genug.



Abbildung 3: Modelle von Raum 1 (*links*) und Raum 3 (*rechts*)

3 Lösungen

Für jeden Raum steht nur eine bestimmte Menge an Spiegeln bzw. Spiegelfolie zur Verfügung, so dass die Orte der Spiegel richtig konstruiert werden müssen. Wichtig ist ebenso, dass beim Einbau der Sicherheitsmaßnahmen auch die Fenster berücksichtigt werden, weil in Museen die vorhandenen Fenster meist verdunkelt werden, die Räume jedoch beleuchtet sind. Es ist ratsam mit einem Periskop oder einer Handcam das entwickelte Sicherheitskonzept zu überprüfen.

Die Lage und Position der Spiegel im Raum kann man im jeweiligen Grundriss sehen (vgl. Abbildungen 4 bis 21).

Literatur

- [1] DEGER, H.; GLEIXNER, C.; PIPPIG, R.; WORG, R.: *Galileo 9 – Das anschauliche Physikbuch*, Oldenbourg Schulbuchverlag München 2000
- [2] Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus: *Lehrplan für das bayerische Gymnasium*, München 1990
- [i.1] <http://www.oldenburg.de/bilderbogen/> (Stand: 21.02.2003)
- [i.2] <http://banzai.msi.umn.edu/leonardo/> (Stand: 10.11.2002)
- [i.3] <http://www.uni-mannheim.de/fakul/psycho/irtel/lehre/expra/w01.html>
(Stand: 01.03.2003)
- [i.4] <http://charltonhestonworld2.homestead.com/AgonyEcstasyPg2.html>
(Stand: 01.03.2003)
- [i.5] http://www.ifen.net/psichefree/immagini_di_dualita.htm# (Stand: 01.03.2003)
- [i.6] <http://www.postershop.com/Lichtenstein-Roy/Lichtenstein-Roy-Blam-2405182.html&Partnerid=2922> (Stand: 01.03.2003)
- [i.7] <http://www.omsu.edu/visit/hightech/innovationstation/activities/resdepth.cfm> (Stand: 01.03.2003)
- [i.8] http://www.artelino.com/articles/roy_lichtenstein.asp (Stand: 01.03.2003)
- [i.9] <http://www.forbes.com/2001/10/17/1017conn.html> (Stand: 01.03.2003)
- [i.10] <http://www.dorfmanprojects.com/haring.html> (Stand: 01.03.2003)
- [i.11] http://www.artbrokering.com/home_print.html (Stand: 01.03.2003)
- [i.12] <http://www.haring.com/keith/found/village.htm> (Stand: 01.03.2003)

- [i.13] <http://www.artofcolour.com/painting-profile/frame-profiles-no8.html>
(Stand: 01.03.2003)
- [i.14] <http://www.child-advocate.state.ri.us/>
(Stand: 01.03.2003)
- [i.15] <http://www.uib.es/depart/dqu/diq/proyfin.htm>
(Stand: 01.03.2003)
- [i.16] http://www.arttoheartweb.com/benediction_Claude_Monet_Water_Lily_Pond.htm
(Stand: 01.03.2003)
- [i.17] <http://zeitungsgeschichte.bei.t-online.de/medien/medien.htm>
(Stand: 01.03.2003)
- [i.18] <http://www.smca.at/haupthaus/images/>
(Stand: 01.03.2003)
- [i.19] <http://www.public.asu.edu/~rjjacob/spitz004.html>
(Stand: 01.03.2003)
- [i.20] [http://www.framedartoutlet.com/repro%20images%20lg%20and%20purchase/
spitzweg_karl_bookworm.htm](http://www.framedartoutlet.com/repro%20images%20lg%20and%20purchase/spitzweg_karl_bookworm.htm) (Stand: 01.03.2003)

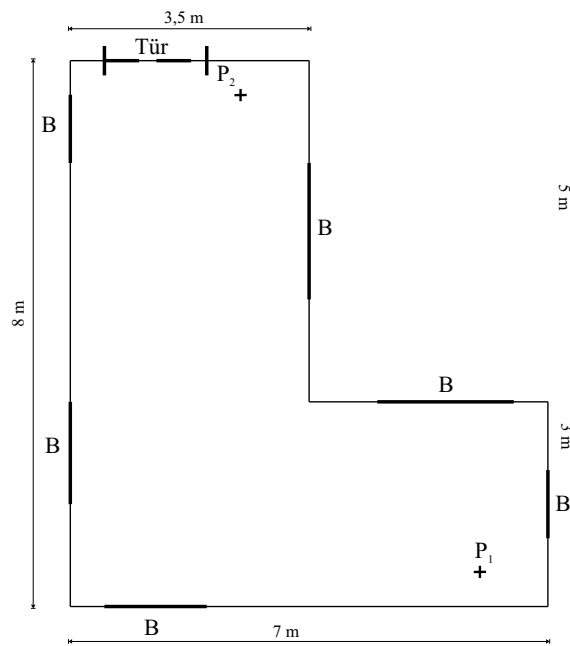


Abbildung 4: Raum 1.1

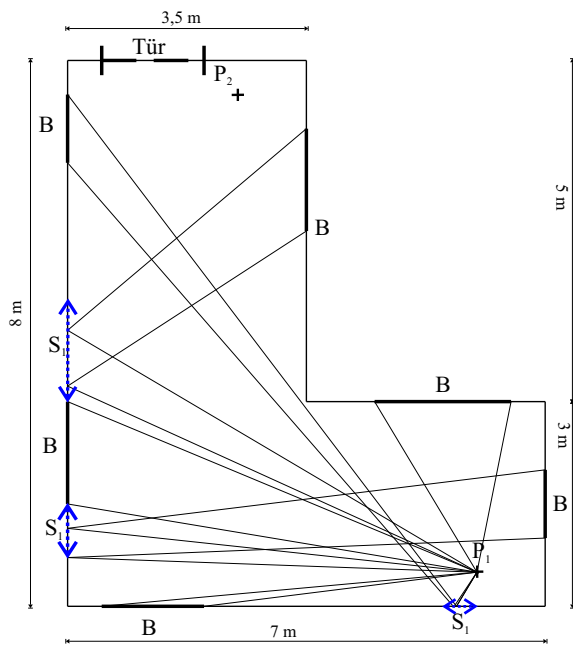


Abbildung 5: Raum 1.1 mit Lösung zu Position 1

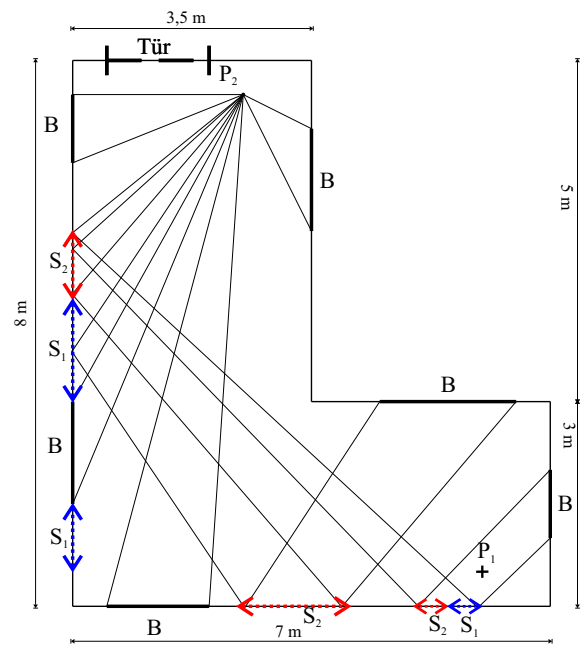


Abbildung 6: Raum 1.1 mit Lösung zu Positionen 1 und 2

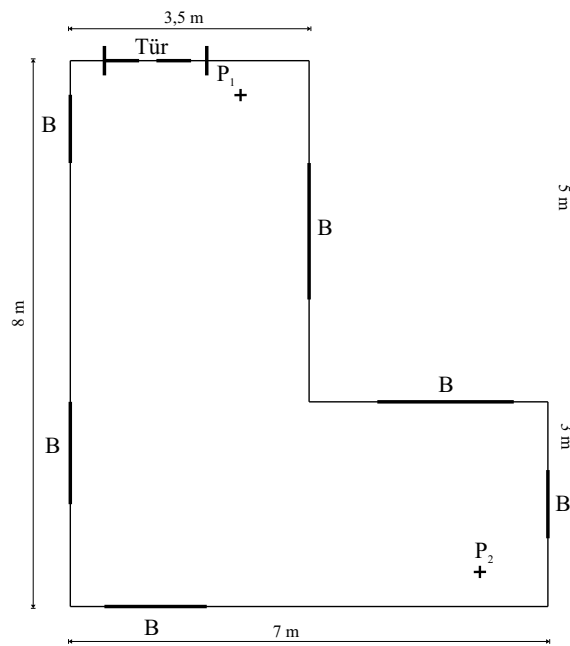


Abbildung 7: Raum 1.2

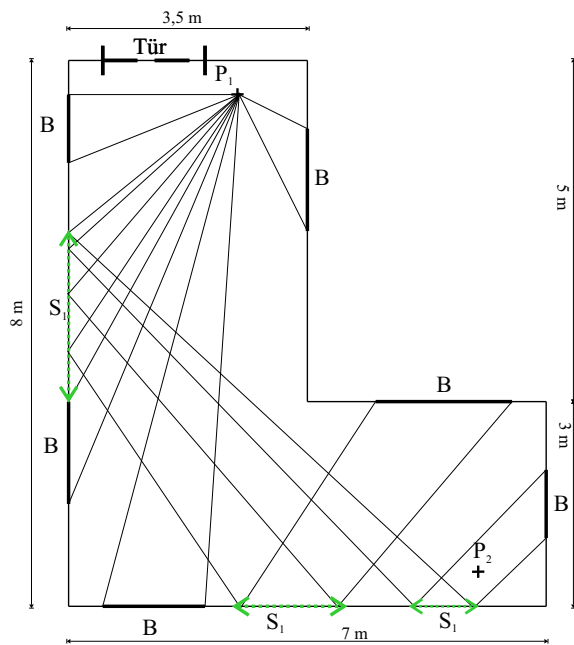


Abbildung 8: Raum 1.2 mit Lösung zu Position 1

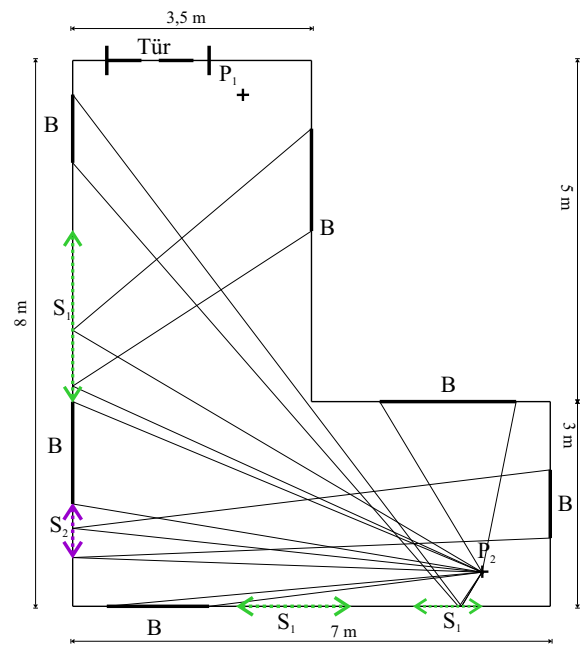


Abbildung 9: Raum 1.2 mit Lösung zu Positionen 1 und 2

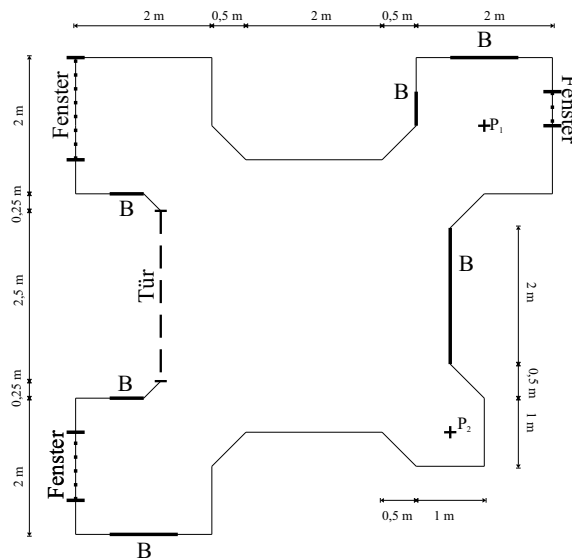


Abbildung 10: Raum 2.1

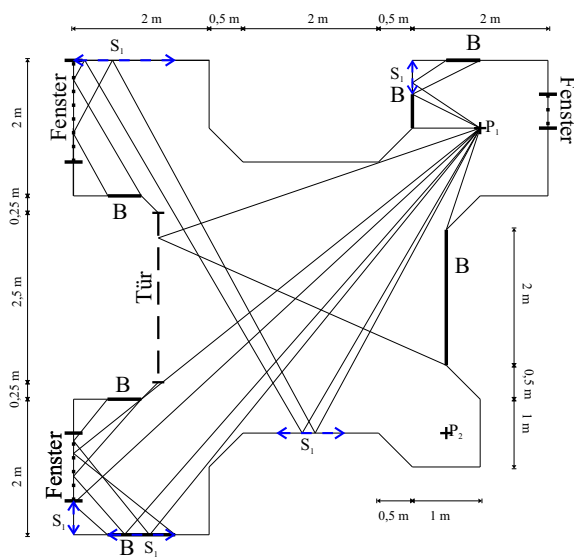


Abbildung 11: Raum 2.1 mit Lösung zu Position 1

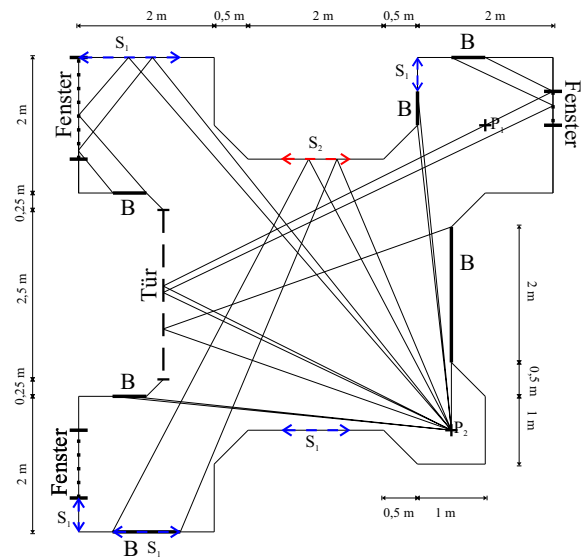


Abbildung 12: Raum 2.1 mit Lösung zu Positionen 1 und 2

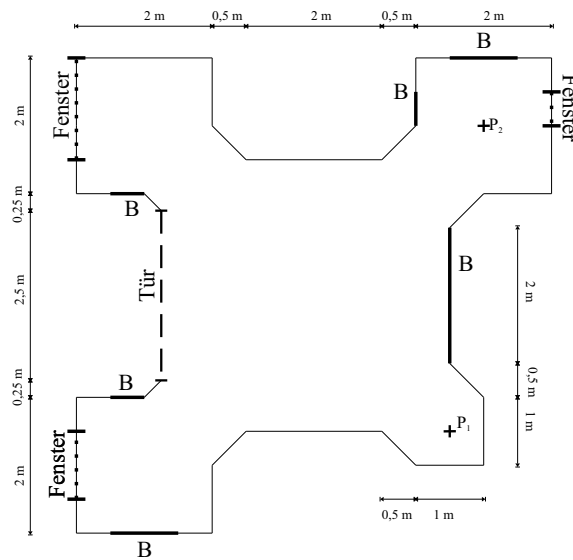


Abbildung 13: Raum 2.2

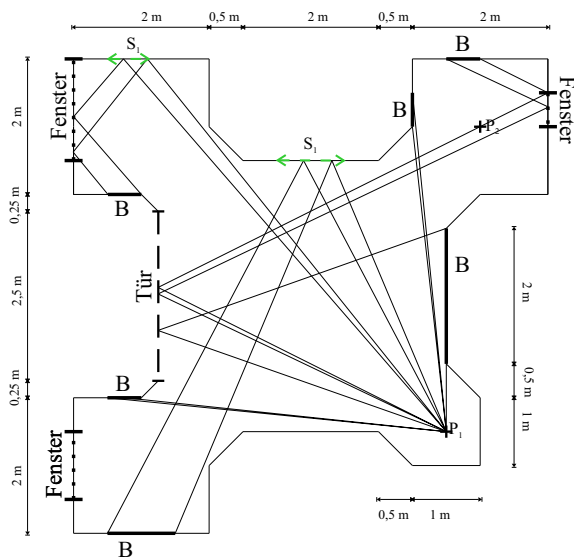


Abbildung 14: Raum 2.2 mit Lösung zu Position 1

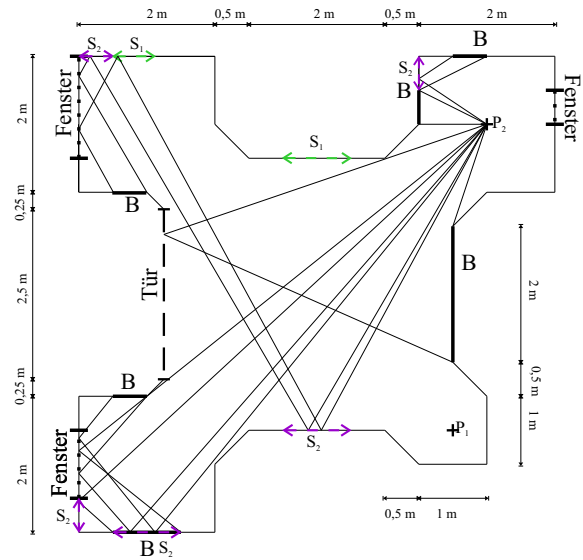


Abbildung 15: Raum 2.2 mit Lösung zu Positionen 1 und 2

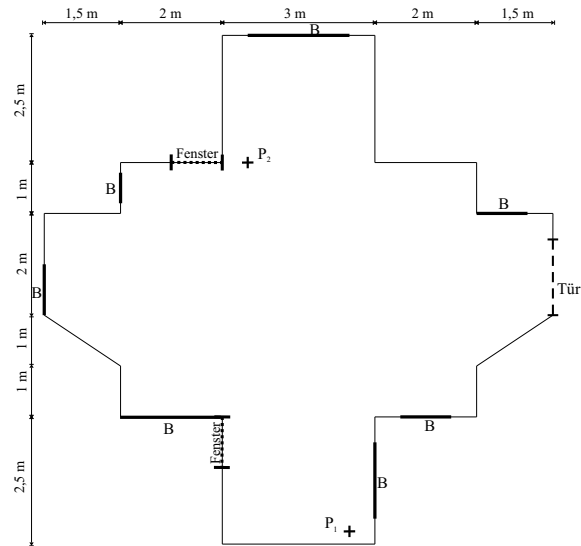


Abbildung 16: Raum 3.1

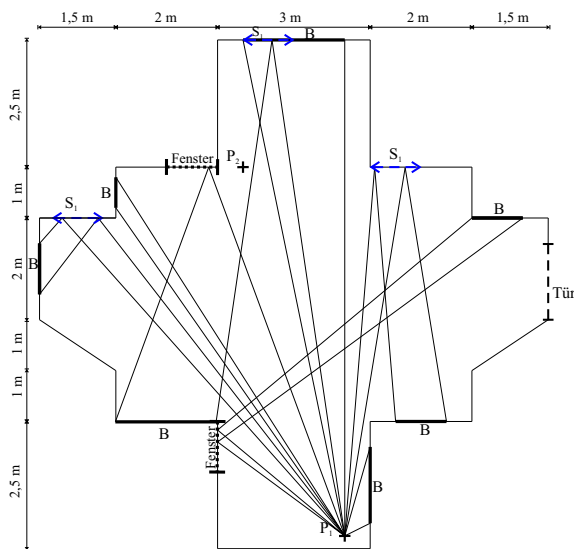


Abbildung 17: Raum 3.1 mit Lösung zu Position 1

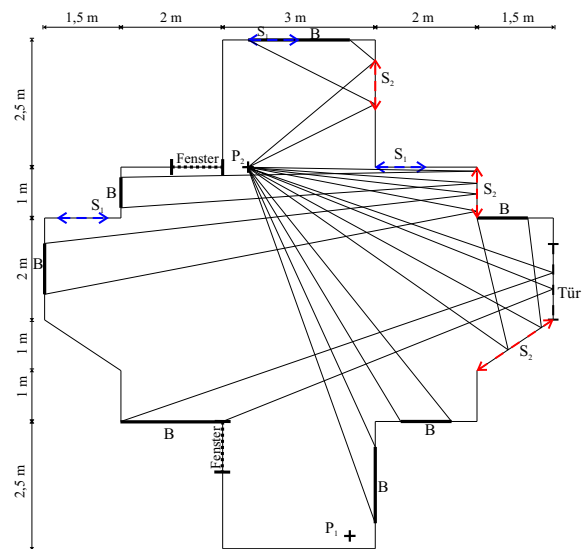


Abbildung 18: Raum 3.1 mit Lösung zu Positionen 1 und 2

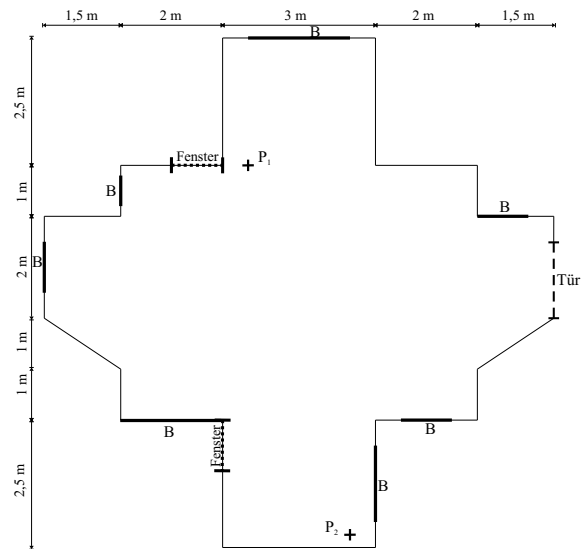


Abbildung 19: Raum 3.2

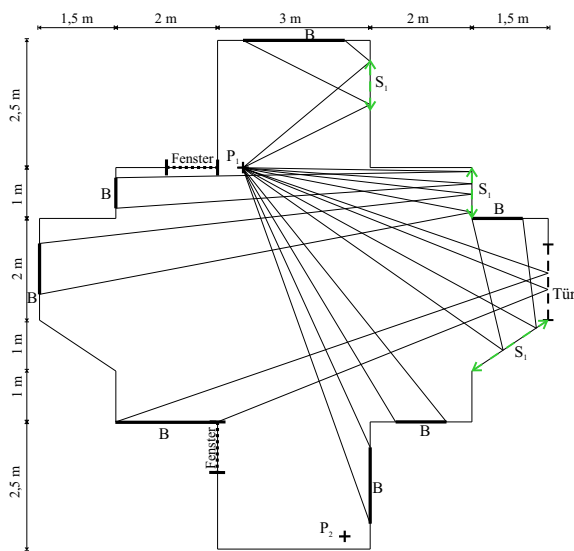


Abbildung 20: Raum 3.2 mit Lösung zu Position 1

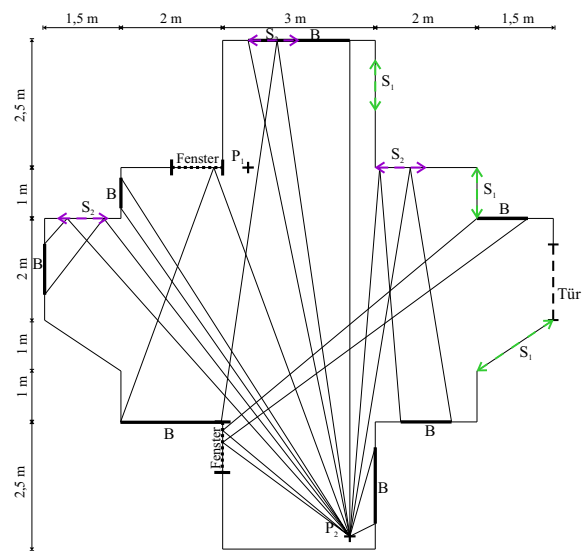


Abbildung 21: Raum 3.2 mit Lösung zu Positionen 1 und 2