Licht, Helligkeit und Abstand

Sie haben vielleicht bemerkt, dass Licht heller erscheint, wenn Sie ihm nah sind und dunkler, wenn Sie weiter entfernt sind. Wenn Sie diese Seite durch eine einzige Glühbirne beleuchtet lesen, wird sich die Menge des Lichts auf der Seite erhöhen, wenn die Seite näher an die Lichtquelle gebracht wird. Mithilfe eines Lichtsensors können Sie bestimmen, wie die Helligkeit des Lichts sich mit dem Abstand zur Lichtquelle verändert und dieses Ergebnis mit einem mathematischen Modell vergleichen.

Es gibt viele Arten, die Helligkeit von Licht zu messen. Da dieses Experiment mit vielen verschiedenen Lichtsensoren durchgeführt werden kann, von denen jeder eine andere Menge misst, werden wir das Wort *Intensität* verwenden, um die relative Helligkeit des Lichts zu beschreiben, obwohl die Bezeichnung für Ihren Sensor nicht ganz passend sein wird. Unabhängig von der Art, wie das Licht gemessen wird, werden dieselben relativen Änderungen mit dem Abstand beobachtet und nur dies wird in diesem Experiment untersucht. Sie werden die Lichtintensität in verschiedenen Abständen von einer kleinen Lichtquelle messen und sehen, wie die Intensität sich mit dem Abstand verändert.

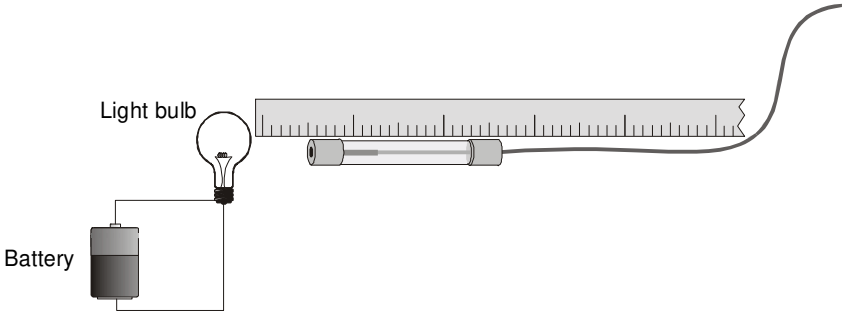

Abbildung 1

LERNZIEL

- Bestimmen der mathematischen Beziehung zwischen der Intensität und dem Abstand von der Lichtquelle

MATERIAL

Computer
Vernier Computerschnittstelle
Logger *Pro*
Lichtsensor

Metermaß **oder**
Vernier Dynamik-System und Optik-Erweiterungsset
klare Glühbirne (1.5 V)
Batterie (1.5 V)

VORBEREITENDE FRAGEN

1. Nehmen Sie an, dass eine kleine Lichtquelle in die Mitte von zwei transparenten Kugeln gestellt wird. eine Kugel hat den Radius *R,* die andere den Radius 2*R*. Energie in Form von Licht verlässt die Quelle mit einer Geschwindigkeit *P*. Diese Energie *P* passiert die Oberfläche der inneren Kugel und erreicht die äußere Kugel. Intensität ist die Energie pro Einheitengebiet. Wie ist die Intensität in jeder Kugel? Lösen Sie dieses Problem, indem Sie folgendes beachten:
   - Wie lässt dich die Energie, die die innere Kugel durchläuft mit der Energie vergleichen, die die äußere Kugel erreicht?
   - Wie lassen sich die Oberflächen der Kugeln vergleichen?
   - Wie wird sich ganz allgemein die Intensität mit dem Abstand von der Quelle verändern?

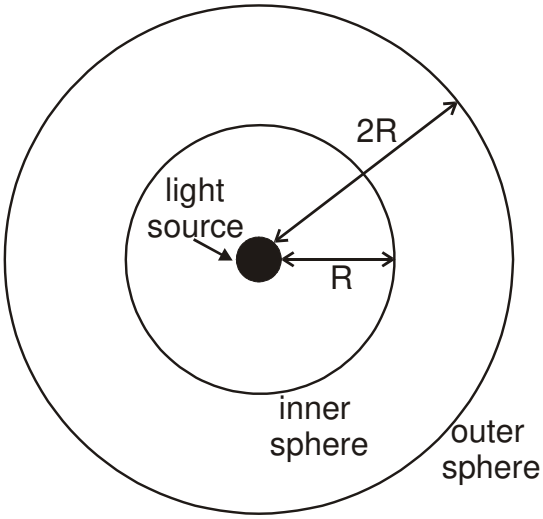

Abbildung 2

2. Die meisten Lichtquellen, die Sie verwenden können, sind keine echten punktförmigen Lichtquellen. Was denken Sie, wie sich die Antwort auf Frage 1 verändern würde, wenn eine typische Glühbirne verwendet würde?

VORBEREITENDE TÄTIGKEITEN

1. Verbinden Sie den Lichtsensor mit *Channel 1* der Schnittstelle. Besitzt Ihr Sensor einen Auswahlschalter, stellen Sie diesen auf 600 lux.
2. Achten Sie darauf, dass die Achse des Heizdrahts der Glühbirne horizontal ist und direkt auf den Lichtsensor zeigt. Dadurch erscheint die Glühbirne für den Lichtsensor mehr wie eine punktförmige Lichtquelle.
3. Heizdraht und Lichtsensor sollten sich in derselben vertikalen Höhe befinden, wie es in Abbildung 1 zu sehen ist.
4. Platzieren Sie das Ende des Heizdrahtes (nicht das Glas der Glühbirne) bei der 0,0 cm-Markierung des Metermaßes.
5. Öffnen Sie die Datei “29 Light Brightness Dist” im Ordner *Physik mit Vernier*. Das Messfenster zeigt die Lichtintensität an.
6. Schalten Sie zur Verdunklung des Zimmers das Licht aus. Ein dunkler Raum ist entscheidend zur Erzielung guter Ergebnisse. Es darf keine reflektierenden Oberflächen hinter oder neben der Glühbirne geben.

VORGEHENSWEISE

1. Platzieren Sie den Lichtsensor 2 cm entfernt vom Heizdraht der Glühbirne und achten Sie auf den Wert der Intensität im Messfenster. Achten Sie darauf, dass sich die Intensität ändert, wenn Sie den Sensor bewegen, ansonsten müssen Sie einen anderen Maßstab einstellen oder eine schwächere Lichtquelle verwenden. Bewegen Sie den Sensor von der Glühbirne weg und beobachten Sie die angezeigten Intensitätswerte. Wie ist Ihre Vorhersage für die Beziehung zwischen der Intensität und dem Abstand zu einer Lichtquelle?

2. Drücken Sie zum Starten der Datenerfassung auf [▶ Collect]. Platzieren Sie den Lichtsensor in einem Abstand von 2 cm zum Heizdraht.
   Wichtig: Der Abstand muss vorsichtig gemessen werden. Achten Sie darauf, dass Sie vom Heizdraht der Lampe bis zum Sensor des Lichtsensors messen.
3. Warten Sie, bis sich der Intensitätswert auf dem Bildschirm nicht mehr ändert. Drücken Sie auf [Keep], geben Sie den Abstand zwischen Lichtsensor und Lichtquelle ein und drücken Sie auf [OK], um den Wert der Intensität zu speichern. Auf dem Graphen erscheint ein Punkt.
4. Bewegen Sie den Lichtsensor 1 cm weiter weg von der Lichtquelle und wiederholen Sie Schritt 3.
5. Wiederholen Sie Schritt 3, indem Sie den Sensor in 1 cm-Schritten weg bewegen, bis der Lichtsensor 10 cm von der Lichtquelle entfernt ist.
6. Drücken Sie auf [■ Stop], wenn Sie die Datenerfassung beendet haben. Notieren Sie in der Datentabelle die angezeigten Datenpaare von Intensität und Abstand oder drucken Sie eine Kopie der Tabelle aus.

DATEN-TABELLE

Abstand (cm)	Intensität

ANALYSE

1. Untersuchen Sie den Graphen der Lichtintensität gegenüber dem Abstand. Stimmt er mit dem vorhergesagten Modell überein? Wie können Sie dies belegen?
2. Passen Sie ein Modell an Ihre Daten an.
   a. Drücken Sie auf den Knopf zur Kurvenanpassung. Wählen Sie *inverse square* aus der Liste der angezeigten Kurvenanpassungen und drücken Sie [Try Fit].
   b. Es wird die bestmögliche Anpassung an den Graphen angezeigt. Die Kurve sollte sich eng an Ihre Daten schmiegen.
3. Wie gut passt sich die Regressionsgerade an Ihre Daten an? Folgen Ihre Daten angenähert einer inversen Quadratfunktion? Stimmt die Gleichung mit Ihrem Modell der Lichtintensität, das die konzentrischen Kugeln verwendet, überein?
4. Nennen Sie ein paar Gründe, weshalb Ihr experimenteller Aufbau nicht mit der Beziehung übereinstimmt, die Sie in den vorbereitenden Fragen zwischen Intensität und Abstand vorhergesagt haben.

ERWEITERUNGEN

1. Bestätigen Sie die Beziehung zwischen Intensität und Abstand, indem Sie den linearen Graphen für $I = k \bullet 1/d^2$ finden. Verifizieren Sie mithilfe von Logger *Pro* die Beziehung des Kehrwerts des Quadrats zwischen Intensität und Abstand. Geben Sie die Daten ein und erstellen Sie eine modifizierte Datenspalte mit der Überschrift "Abstand^–2", um $1/d^2$ darzustellen. Stellen Sie die Intensität gegenüber Abstand^–2 grafisch dar. Eine Ursprungsgerade würde die inverse Quadrat-Beziehung verifizieren.

2. Wenn Sie ein Fenster haben, das Richtung Sonne zeigt, könnte es interessant sein, ein Experiment zur Messung der Intensität der Sonne durchzuführen. Besitzt Ihr Sensor einen Auswahlschalter, stellen Sie diesen auf 150.000 lux und laden Sie die Kalibrierung für diese Einstellung. Platzieren Sie den Lichtsensor 10 cm von einer 150 W Glühbirne entfernt und messen Sie die Intensität. Halten Sie den Lichtsensor Richtung Sonne und messen Sie die Intensität der Sonne relativ zur Glühbirne. Wie viele Glühbirnen müssten Sie in 10 cm Entfernung zum Lichtsensor aufstellen, damit Sie mit der Intensität der Sonne übereinstimmen? Verwenden Sie die mathematische Beziehung aus diesem Experiment zur Berechnung der Intensität der Sonne, wenn sie sich in 10 cm Entfernung zum Lichtsensor befände. Bestimmen Sie, wie viele Glühbirnen äquivalent zu diesem Wert wären.

3. Messen Sie mithilfe des Lichtsensors die Intensität der Sonne über die Periode eines ganzen Schultags.

4. Untersuchen Sie Sonnenbrillen mithilfe des Lichtsensors. Um wie viel Prozent wird die Intensität der Sonne reduziert, wenn Licht durch die Gläser der Sonnenbrille fällt?

5. Vergleichen Sie mithilfe des Lichtsensors andere Lichtquellen mit der in diesem Experiment verwendeten. Wie verändert sich beispielsweise die Intensität, wenn Sie sich von einer langen oder von einer kreisförmigen Leuchtstoffröhre weg bewegen?