Potenzfunktionen mit negativen Exponenten

Inhalt	Beleuchtungsstärke in Abhängigkeit von der Entfernung zur Lichtquelle

Mathematik	Potenzfunktionen mit negativen Exponenten, Strahlensätze
Physik	quadratisches Abstandsgesetz, Beleuchtungsstärke, Strahlenschutz
Biologie	Auge
Technik	Fotoapparat, Blende, Beleuchtung von Räumen

Grundlagen des Kontextes

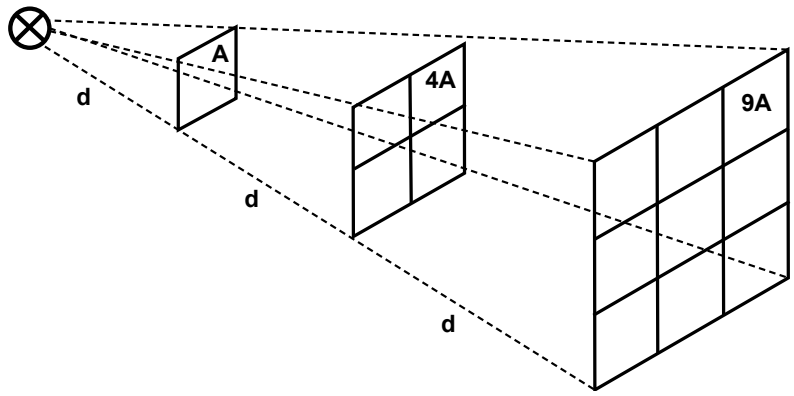


Abbildung 1: Abbildung zum Abstandsquadratgesetz

Die 1/r²-Abhängigkeit der Intensität einer punktförmigen Strahlungsquelle (beispielsweise einer LED-Handytaschenlampe) von der Entfernung soll mit dem Go Direct® Licht- und Farbsensor gemessen werden. Die Messung erfolgt mit dem Go Direct® Licht- und Farbsensor sowie dem TI Nspire™ und dem TI Bluetooth-Adapter. Der Abstand zur Lichtquelle wird dabei variiert. Die Abstandswerte werden im Messmodus „Ereignisse mit Eingabe“ manuell eingetragen. Der Go Direct® Licht- und Farbsensor gibt die Messwerte in der Einheit Lux aus, während der Abstand zwischen LED-Handytaschenlampe und Sensor in der Einheit cm angegeben wird.

Mögliche Problemfragen oder Einstiege in den Unterricht

Enger geführte Aufgabe:
Untersuche experimentell den Zusammenhang zwischen Beleuchtungsstärke und dem Abstand zur Lichtquelle (zum Beispiel einer Handytaschenlampe).

Offenere Aufgabe:
Das Wort „Helligkeit“ wird in einem abgedunkelten Raum an die Tafel geschrieben. Das Wort wird mit dem Lichtkegel einer Taschenlampe beleuchtet, welche durch die Bankreihen in Richtung der Tafel gereicht wird. Das Wort wird dabei immer besser lesbar.

Beschreibe deine Beobachtung. Finde mithilfe eines Experiments eine Funktion, die den Zusammenhang zwischen Beleuchtungsstärke und Abstand beschreibt.

Projektvorschlag:
Als Einstieg in ein Projekt eignet sich die Abhängigkeit der Pupillenöffnung von der Beleuchtungsstärke (alternativ: Blendendurchmesser bei Fotoapparaten).

Material

- Go Direct® Licht- und Farbsensor mit digitaler Messwerterfassung (TI Nspire™ und TI-Bluetooth-Adapter)
- Lineal oder Maßband
- punktförmige Lichtquelle (zum Beispiel LED-Handytaschenlampe)
- schwarze Pappe
- Laborhebebühne oder ähnliche Materialien zur Erhöhung des Versuchsaufbaus

Versuchsaufbau

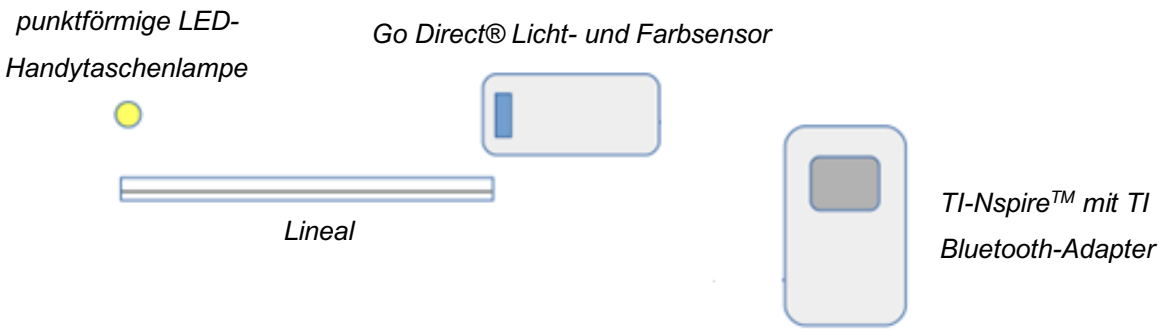


Abbildung 2: Versuchsaufbau zur Beleuchtungsstärke in Abhängigkeit von der Entfernung der Lichtquelle

Versuchsdurchführung

Der maximale Abstand ist von der verwendeten Lichtquelle abhängig. Bei der Messung der Lichtintensität zwischen der punktförmigen Lichtquelle und dem Go Direct® Licht- und Farbsensor wird bei Nutzung eines Smartphones in Abständen von jeweils 5 cm zwischen beiden eine Messung durchgeführt. Der maximale Abstand beträgt etwa 30 cm.

Tipps und Tricks

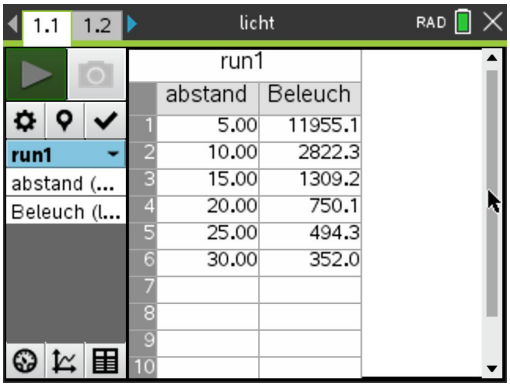
- Das Experiment sollte unter möglichst abgedunkelten Bedingungen durchgeführt werden. Um die Reflexion der punktförmigen LED-Handytaschenlampe an der Tischplatte zu minimieren, sollte eine schwarze Pappe auf den Tisch gelegt und der Versuchsaufbau leicht erhöht aufgebaut werden. Zudem sollte kein Streulicht auf den Sensor fallen. Die geringste Entfernung muss so gewählt werden, dass der Lichtsensor nicht übersteuert wird.
- Bei Laserlicht ist keine Abnahme der Beleuchtungsstärke nach dem quadratischen Abstandsgesetz feststellbar. Laserlicht kann als Gegenbeispiel diskutiert werden.

Auswertung

Im Rahmen der nachfolgenden Beispielmessung wurde bei einem Abstand zwischen der LED-Handytaschenlampe und dem Go Direct® Licht- und Farbsensor von 5 cm begonnen und die Messwerte im Abstand von 5 cm aufgenommen. Es ergibt sich ein quadratisch reziproker Zusammenhang zwischen Entfernung und Lichtintensität. Ein Vergleich zwischen Messwerten und Approximation zeigt eine gute Übereinstimmung. Durch die Regression wurde die Funktion

$$y = 271288 \cdot x^{-1{,}96276}$$

ermittelt. Als Exponent ergab sich -1,96, also ein Wert, der recht dicht am erwarteten theoretischen Wert von -2 liegt.



	run1 abstand	Beleuch
1	5.00	11955.1
2	10.00	2822.3
3	15.00	1309.2
4	20.00	750.1
5	25.00	494.3
6	30.00	352.0
7		
8		
9		
10		

Abbildung 3: Messwerte

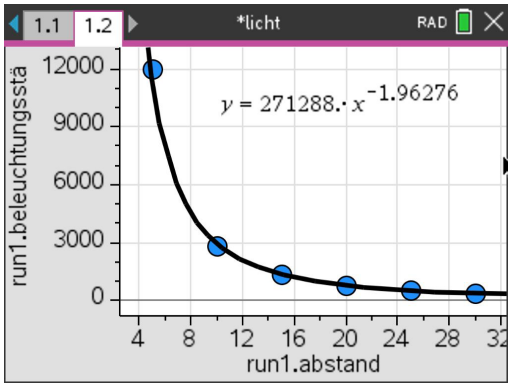


Abbildung 4: Diagramm