

Auf die richtige Beleuchtung kommt es an ...

Die richtige Beleuchtung am Arbeitsplatz

1. Einleitung

a. Lernziele

Für ein ermüdungsfreies Arbeiten und die Gesunderhaltung der Augen ist eine ausreichende Beleuchtung des Arbeitsplatzes wichtig. Eine zu starke Beleuchtung des Arbeitsplatzes strapaziert nicht nur die Augen, sondern auch die Umwelt auf unnötige Art und Weise. Wie das alles miteinander zusammenhängt, kannst du selbst in einigen kleinen Untersuchungen erforschen. Dabei lernst du eine Menge über das Licht, Lichtquellen und das Programmieren.

b. Wissenschaftlicher Hintergrund

Bei der Auseinandersetzung mit dem Thema werden Bereiche aus der Physik, Mathematik und Informatik schwerpunktmäßig angesprochen. Die Auseinandersetzung mit elementaren Zusammenhängen der Lichtausbreitung einer Lampe/LED steht dabei im Vordergrund. Es wird die Notwendigkeit von informatorischen Kenntnissen verbunden mit physikalischen Zusammenhängen aufgezeigt, um Lichtenergie umweltschonend und gesundheitsfördernd einzusetzen. Grundkenntnisse der Mathematik werden dabei zum Einsatz gebracht. Praktische Bezüge zur richtigen Auswahl von Beleuchtungsmitteln anhand von Herstellerangaben wie Lumen und Abstrahlwinkel und Leistung werden mit gesundheitlichen Aspekten verknüpft.

c. Zusammenhang mit den Entwicklungszielen der Nachhaltigkeit der UNO

Hier sind die Ziele 3, 7 und 13 zu erwähnen: Gesunderhaltung, sorgsamer Umgang mit Energie und Klimaschutz.

2. Die Aktivitäten

Du benötigst:

- mehrere Lichtquellen, z.B. Taschenlampe, LED Leuchten, Deckenbeleuchtung
- TI-Innovator Hub, TI-Nspire oder kompatibles Gerät

Du lernst:

- Lichtquellen besitzen unterschiedliche Abstrahlwinkel
- Lichtquellen erfordern den richtigen Abstand entsprechend des Einsatzes
- Lichtquellen sind entsprechend ökologischer Parameter auszuwählen,
- Lichtquelle Sonne in Deinem Zimmer sorgt nicht immer für ausreichende Beleuchtung
- ein einfaches Luxmeter zu nutzen
- LED-Lampen sind nicht immer gesundheitsfördernd
- viele LED-Lampen nicht immer energiesparend

Bevor es richtig losgehen kann, müssen einige Vorbereitungen getroffen werden. Am besten du hast drei verschiedene Lichtquellen zur Verfügung. Da kommt die Tischleuchte, eine Taschenlampe, eine Deckenleuchte in Frage. Im weiteren Verlauf betrachten wir die Tischleuchte und eine Taschenlampe genauer. Du kannst aber beliebig viele verschiedene Lichtquellen mit einbeziehen.

Ein ganz wichtiger Hinweis zu deinen Tätigkeiten: Schau nie direkt in die Lichtquelle hinein! Die Augen können davon geschädigt werden.

Du beginnst mit den Vorbereitungen:



Abbildung 1: TI-Innovator Hub
<https://education.ti.com/de/products/micro-controller/ti-innovator>

Der Innovator Hub besitzt einen sogenannten Lichtsensor. Den gilt es jetzt zusammen mit dem Rechner genauer kennenzulernen, damit die verschiedenen Leuchtmittel untersucht werden können.

Verbinde mit dem beiliegenden Kabel den Taschenrechner mit dem Hub. Die Seite mit dem aufgedruckten A verbinde mit dem Rechner. Schalte den Rechner ein und nach kurzer Zeit leuchtet eine grüne LED am Hub auf. Dann ist alles ok. Es kann losgehen.



Abbildung 2: Beide Geräte einsatzbereit

Du lernst den Lichtsensor im Innovator Hub kennen:

Wie der Name es verrät, reagiert dieser Sensor, wenn Licht auf ihn trifft mit der Ausgabe von Zahlen zwischen 0 und 100 bei entsprechender Programmierung. Du kannst ihn neben der DATA Buchse sehen. Er ist mit der Beschriftung BRIGHTNESS versehen. Damit du die Informationen des Lichtsensors zur jeweilig untersuchten Lampe erfährst, gilt es den Innovator Hub dafür mit einem kleinen Programm auszustatten.

Du programmierst den Innovator Hub zur Abfrage des Lichtsensors:



```

lichtsensor1 4/7
Define lichtsensor1()=
Prgm
Local licht
licht:=2
While licht>1
Send "READ BRIGHTNESS "
Get licht
DispAt 1,"Sensorwert=",licht
EndWhile
EndPrgm
  
```

Abbildung 3: Programmcode



```

lichtsensor1()
Sensorwert= 0.634804
Fertig
  
```

Abbildung 4: Programmaufruf mit Ausgabe

Erstelle das Programm, wie es vorgegeben ist. Wenn alles gespeichert ist, kann das Programm mit dem Aufruf "lichtsensor1()" gestartet werden. Du kannst das Programm ganz einfach beenden, indem Du den Lichtsensor mit einem Finger zuhältst. Positioniere den Lichtsensor vor den verschiedenen Lichtquellen. Probiere verschiedene Abstände aus. Du hast es sicherlich schon bemerkt, der Lichtsensor empfängt mit zunehmendem Abstand immer weniger Licht. Eine wichtige Schlussfolgerung ist die richtige Positionierung einer Arbeitsleuchte am Arbeitsplatz. Auch die unterschiedlichen Leuchten ergeben verschiedene Sensorwerte.

Der Quellcode erläutert:

Der Quellcode für die Nutzung des Lichtsensors ist in einer Datei "lichtsensor1" gespeichert im Rechner.

Der Quellcode beginnt mit der Zeile: Define lichtsensor1()=. Innerhalb von Prgm ... EndPrgm folgen die Anweisungen des Programms. Es wird eine locale Variable deklariert. Diese Variable wird mit einem Anfangswert belegt licht=2. Eine sogenannte While-Schleife fragt den Lichtsensor mit Send "READ BRIGHTNESS" solange ab bis der gelieferte Sensorwert größer als Zwei beträgt. Mit "Get licht" bekommt die Variable "licht" immer den aktuellsten Sensorwert. Die Anweisung "DispAt1,"Sensorwert"=,licht" liefert die Bildschirmausgabe des aktuellen Sensorwertes.

Zum Beenden des Programms halte den Lichtsensor mit einem Finger zu, dann wird die Schleife im Programm ordnungsgemäß beendet und das Programm beendet. Das fertige Programm befindet sich im Onlineordner und kann auf dem Rechner gespeichert werden. Der Sensor liefert Werte zwischen 0 und 100.

Du untersuchst den Sensorwert bei unterschiedlichen Abstrahlwinkeln einer Lichtquelle/LED.

Achte auf einen gleichbleibenden Abstand der Lichtquelle zum Sensor.

Stelle den abgebildeten Versuchsaufbau her, verwende ein einfaches Geodreieck zur Winkelmessung, Der gelbe Kreis auf dem Geodreieck markiert dabei den gleichbleibenden Abstand zum Lichtsensor.

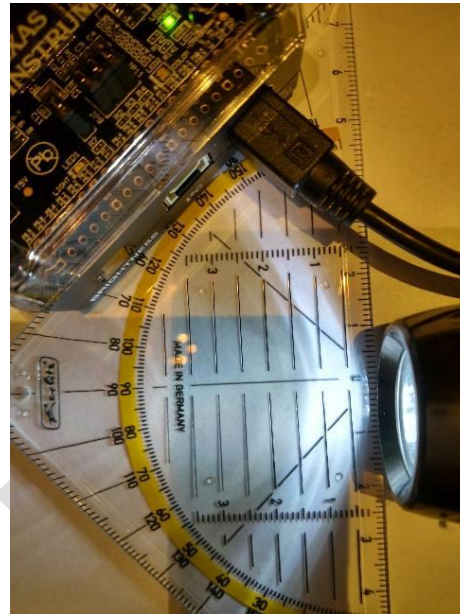


Abbildung 1: Versuchsaufbau

Notiere in einer Tabelle den Winkel und den gerundeten Sensorwert für mehrere Positionen, wiederhole mit anderen Lichtquellen den Versuch und ziehe Schlussfolgerungen aus Deinen Untersuchungen für die Verwendung der verschiedenen Lichtquellen.

Winkel in Grad	Sensorwert Lichtquelle 1	Sensorwert Lichtquelle 2
0	72	45
20	71	44
30	71	40
40	65	36
50	60	32

Tabelle

Schlussfolgerung aus den Untersuchungen:

Verschiedene Lichtquellen liefern erwartungsgemäß unterschiedliche Sensorwerte. Die Lichtausbeute ist nicht konstant bei unterschiedlichen Abstrahlwinkeln. Dieser Abstrahlwinkel von LED's sollte beim Einsatz und bei der Beschaffung entsprechend beachtet werden.

Du erforschst das Licht an Deinem Arbeitsplatz:

Ermittle mit dem Lichtsensor die Sensorwerte, die das Umgebungslicht an Deinem Arbeitsplatz zu verschiedenen Tageszeiten erzeugt und notiere die gerundeten Werte in einer Tabelle.

Uhrzeit	Sensorwert
8:00	2
11:00	45
12:00	60
16:00	32
17:00	28

Tabelle 2

Schlussfolgerung aus den Untersuchungen:

Das Umgebungslicht unterliegt Schwankungen. Zur Mittagszeit erreichte das Umgebungslicht sein Maximum. In den Morgen- und Abendstunden ist eine zusätzliche Beleuchtung notwendig.

Du erforschst die Bedeutung des Abstandes der Lichtquelle/LED-Lampe zur Ausleuchtung des Arbeitsplatzes.

Untersuche dazu das Licht einer Lichtquelle/LED Lampe mit dem Lichtsensor für unterschiedliche Abstände. Das Umgebungslicht sollte sich dabei nicht ändern.

Abstand Sensor-Lichtquelle	Sensorwert
0,1 m	65
0,3 m	8
0,5 m	4
0,6 m	3
0,7 m	2

Tabelle 3

Schlussfolgerung aus den Untersuchungen:

Der Abstand zur Lichtquelle hat einen entscheidenden Einfluss auf die Lichtausbeute, die an der geforderten Stelle auftritt. Bei der Installation und Auswahl der Lampen ist dieser Parameter entscheidend für die korrekte Ausleuchtung des gewünschten Platzes. Eine zu geringe Lichtstärke kann sich negativ auf die Gesundheit der Betroffenen auswirken.

Der Lichtsensor als Luxmeter

Die Beleuchtungsstärke wird in Lux angegeben. Die richtige Beleuchtung an Arbeitsplätzen [Arbeitsstättenverordnung \(ArbStättV\)](#) , bzw. die [Technische Regel für Arbeitsstättenbeleuchtung \(ASR A 3.4\)](#). Die Tabelle gibt einige Richtwerte an.

Parkplatz	Wohnraum	Allgemeinbeleuchtung	Konzentriertes Arbeiten
10-25 Lux	50-200 Lux	200-300 Lux	500-1000 Lux
Sommertag	Neblicher Herbsttag	Bürotätigkeit	Werkstattarbeit
100 000 Lux	600 Lux	500 Lux	1500 Lux

Tabelle 4 Beleuchtungsstärken

Verwende das mitgelieferte Programm in der Datei Lux Calibration for BRIGHTNESS sensor und benutze deinen Versuchsaufbau aus Rechner und Innovator als Luxmeter. Bestimme die Beleuchtungsstärke am Arbeitsplatz und ziehe aus der Messung persönliche Schlussfolgerungen bezüglich der in der Tabelle aufgeführten Angaben.

Schlussfolgerung aus den Untersuchungen:

Gemessen am Arbeitsplatz mit eingeschalteter LED: 1200 Lux. Ein konzentriertes Arbeiten ist mit der Beleuchtung am Arbeitsplatz möglich. Eventuell sollte eine LED mit weniger Lux eingesetzt werden. Das führt zu einer geringeren Belastung der Umwelt

Die Beleuchtungsstärke ist nicht alles: Lumen

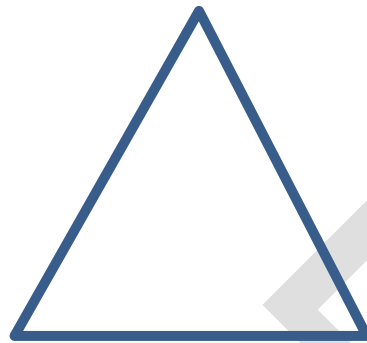
Du hast es schon selber festgestellt, mit zunehmendem Abstand von der Lichtquelle verringert sich die Lichtstärke, weil die Lampe eine immer größere Fläche beleuchtet. Aus diesem Grund gibt es eine weitere Angabe für jede LED vom Hersteller. Der abgestrahlte Lichtstrom wird in Lumen angegeben. Folgendes Beispiel illustriert das:

Herstellerangaben: Lichtstrom: 400 Lumen, Abstrahlwinkel: 110°

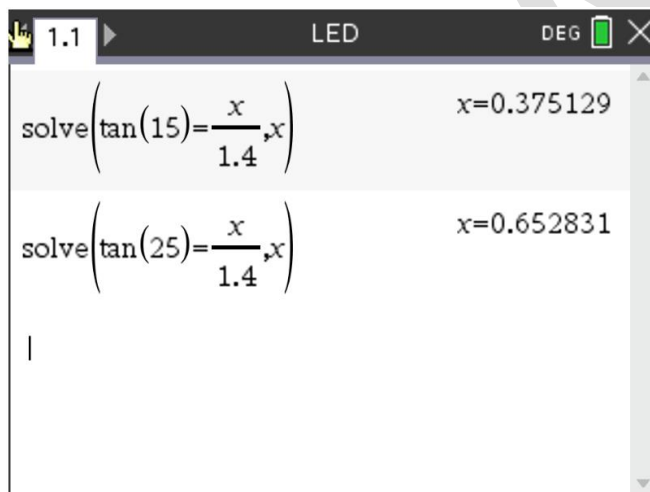
In einem Meter Abstand erhältst du auf etwa einer Fläche von 6,4m² eine Lichtstärke von etwa 150 Lux. Für eine Ausleuchtung eines Büroarbeitsplatzes (500 Lux siehe Tabelle 5) wäre diese Lampe nicht geeignet.

Du erkundest die Bedeutung des Abstrahlwinkels einer LED-Lampe.

Jede LED-Lampe besitzt einen Abstrahlwinkel. (siehe Zeichnung) Zwei LED-Lampen mit 30 und 50 Grad Abstrahlwinkel stehen zur Ausleuchtung der in der Skizze dargestellten Breite von 1,20 m zur Auswahl. Die jeweilige Lampe hat zur auszuleuchtenden Breite einer Fläche einen Abstand von 1,40 m. Entscheide mittels Rechnung, welche der beiden Lampen zur gesamten Ausleuchtung der geforderten Breite der Fläche eingesetzt werden sollte. Begründe die getroffene Entscheidung.



Schlussfolgerung aus den Untersuchungen:



Es eignet sich für diese Anforderungen nur die Lampe mit einem Abstrahlwinkel von 25 Grad.

Du betrachtest einen weiteren Parameter einer LED, die Leistung

Die Leistung einer LED wird vom Hersteller immer mit benannt in den Unterlagen zur Lampe. Die Leistungsangabe kann benutzt werden, die Kosten für die elektrische Energie zu ermitteln. Verschiedene Hersteller bieten Lampen mit gleichem Abstrahlwinkel und dabei gleicher Lichtausbeute an. Die Anbieter unterscheiden sich aber in der Angabe der Leistung der jeweiligen Lampe. Eine LED wird mit einer Leistung von zwei Watt angeboten und das zweite Angebot mit einer Leistung von drei Watt. Vergleiche die beiden Angebote unter Einbeziehung finanzieller und umweltgerechter Aspekte.

Schlussfolgerung aus den Untersuchungen:

Aus Sicht eines energiesparenden Einsatzes von Lampen sollte die Lampe mit der geringeren Leistung bevorzugt werden.

3. Projektideen

Im Appendix sind viele Informationen zu den LED's, zur Umweltbelastung und zu gesundheitlichen Risiken zusammengetragen. Diese Fakten und Sachverhalte erlauben weitere Betrachtungsweisen zur Nutzung der LED's. Deine Lehrkraft kann in weiteren kleinen Projekten das Material fächerverbindend und fächerübergreifend thematisieren.