

Praxistest Lichtplanung

Was macht Licht im Supermarkt mit den Lebensmitteln, und was macht es mit den KonsumentInnen? Warum hat die Farbtemperatur in der Lichtplanung einen so hohen Stellenwert und wie kann man sie zur Unterstützung des eigenen Sehvermögens und Wohlbefindens optimal einsetzen? Wie kann man feststellen, ob eine Lampe wirklich energieeffizient ist, und warum sollte man bei der Einrichtung eines Raumes auch auf die Beschaffenheit der Oberflächen achten?

Das sind nur einige der Fragen, deren Antworten mit Hilfe dieses Materialpaketes erarbeitet werden können. Die Unterrichtsmaterialien für den Einsatz in der Sekundarstufe 2 liefern einen Überblick über die verschiedenen Begriffe, die für einen Lampen- oder Leuchtenkauf bzw. für die Erstellung eines Lichtkonzeptes von Relevanz sind, und geben konkrete Anleitung zur Erstellung eines Lichtkonzeptes.

Lernziele

Die SchülerInnen

- ✓ können verschiedene Wirkungen von Licht aufzählen und Beispiele dafür nennen. **(Übung 1/2/13/14/15)**
- ✓ werden sich dessen bewusst, dass Licht gezielt eingesetzt wird, um bestimmte Wirkungen damit zu erzielen, und sie können konkrete Beispiele sowohl aus ihrem Alltag als auch aus anderen Anwendungsgebieten nennen. **(Übung 1/2/13/14/15)**
- ✓ kennen wichtige Begriffe für die Lichtplanung und können diese erklären. **(Übung 1/2/4/5/6/7/8/11/12/13/14)**
- ✓ wiederholen allgemeine Informationen rund ums Licht, um das Sehen und um Leuchten. **(Übung 3)**
- ✓ erhalten einen Einblick in die entwicklungspsychologische Bedeutung des Fragens. **(Übung 3)**
- ✓ verstehen, dass Fachbegriffe in unterschiedlicher inhaltlicher Verbindung zueinander stehen, und können konkrete Beispiele aus dem Bereich Licht nennen. **(Übung 7)**
- ✓ können die verschiedenen Informationen auf einer Lampenverpackung mit eigenen Worten erklären und deren Bedeutung für die Kaufentscheidung erläutern. **(Übung 8)**
- ✓ kennen die wichtigsten Informationen zu LEDs und können Vergleichswerte zu anderen Leuchtmitteln anführen. **(Übung 9/10/11)**
- ✓ können Kriterien nennen, die für die Auswahl von Lampen und Leuchten von Relevanz sind. **(Übung 9/11/14)**
- ✓ können anhand konkreter Zahlenwerte ausführen, wie sich der Umstieg von Glühlampen auf LED-Lampen auf Energieeffizienz, CO₂-Ausstoß und Haushaltsbudget auswirkt. **(Übung 11)**
- ✓ können erklären, was man unter Lichtreflexion versteht, und wie man diese bei der Ausstattung eines Raumes gezielt nutzen kann, um Licht zu sparen. **(Übung 12)**
- ✓ kennen die verschiedenen Arten von Blendung, können beschreiben, wie sich diese aufs Sehvermögen auswirken, und Maßnahmen nennen, um negative Blendeffekte so gering wie möglich zu halten. **(Übung 12)**
- ✓ können die Wirkungen der Lichtfarben mit eigenen Worten erklären und konkrete Beispiele für deren Anwendung nennen. **(Übung 13)**
- ✓ können die Arbeitsschritte aufzählen und beschreiben, die notwendig sind, um ein Lichtkonzept für einen Raum zu erstellen. **(Übung 14)**
- ✓ können Unterschiede und Gemeinsamkeiten in den Grundlagen der Lichtplanung für verschiedene Anwendungsbereiche darlegen. **(Übung 15)**
- ✓ üben die Textanalyse. **(Übung 1/3)**
- ✓ üben die analytische Betrachtung ihres Lebensraums. **(Übung 2/14)**
- ✓ üben das zielgruppenadäquate Verfassen verschiedener Textsorten. **(Übung 3/6/15)**
- ✓ üben das Anfertigen einer Zeichnung zur Visualisierung eines Textes. **(Übung 6)**
- ✓ üben die Recherche sowie die Aufbereitung der Ergebnisse für Dritte. **(Übung 9/15)**
- ✓ üben das Lösen komplexer Textaufgaben. **(Übung 11)**
- ✓ üben das Zeichnen eines maßstabsgetreuen Grundrisses sowie die dafür notwendigen Umrechnungen. **(Übung 14)**
- ✓ lernen gängige Symbole kennen, die beim Zeichnen eines Raumgrundrisses Verwendung finden. **(Übung 14)**
- ✓ üben das Erfassen räumlicher Strukturen und Zusammenhänge. **(Übung 14)**

Materialien

Der mikromodulare Aufbau der Materialien ermöglicht die Zusammenstellung individueller Unterrichtseinheiten sowohl in inhaltlicher als auch in methodischer Hinsicht.

Alle Materialien wurden für den Einsatz im interdisziplinären Unterricht erstellt, können aber auch nur in einzelnen Fächern eingesetzt werden; die Fächerzuordnung der Übungen finden Sie in der nachfolgenden Übersicht, Details gibt es in der jeweiligen Lehrerinformation.

Lösungsblätter, Infoblätter und Wortspeicher eignen sich für die Projektion.

Einstieg

Übung 1: Lichteinsatz im Supermarkt Textanalyse mit Verständnis- und Vertiefungsfragen	GW, D, Ph	Lehrerinformation 1 Arbeitsblatt 1	Seite 4-5 Seite 6-7
Übung 2: Persönliche Beobachtung des Lebensumfeldes Entdeckungstour zur Lichtnutzung im Supermarkt	GW, Ph	Lehrerinformation 2 Infoblatt 1 Beobachtungsbogen 1 Infoblatt 2 Infoblatt 3 Infoblatt 4 Arbeitsblatt 1/1	Seite 8 Seite 9 Seite 10-13 Seite 14 Seite 15 Seite 16 Seite 6
Übung 3: Allgemeine Informationen rund ums Licht & Auseinandersetzung mit der entwicklungspsychologischen Bedeutung des Fragens Textanalyse + Formulierung zielgruppenadäquater Antworten auf Kinderfragen rund ums Licht	D, PPP, BW, Ph	Lehrerinformation 3 Arbeitsblatt 2 Arbeitsblatt 3	Seite 17-18 Seite 19-20 Seite 21

Wichtige Begriffe für die Lichtplanung

Übung 4: Die wichtigsten Lichtgrößen Begriffsfindung durch freie Assoziation oder Zuordnung	Ph	Lehrerinformation 4 Arbeitsblatt 4 Wortspeicher 1 Lösungsblatt 1	Seite 22 Seite 23 Seite 24 Seite 25
Übung 5: Vertiefung Abstrahlwinkel, Lumen, Kelvin, Watt, Lichtausbeute & Leuchtdichte Begriffssuche	Ph	Lehrerinformation 5 Arbeitsblatt 5 Wortspeicher 2 Lösungsblatt 2	Seite 26 Seite 27 Seite 28 Seite 29
Übung 6: Lichtstrom, Beleuchtungsstärke, Leuchtdichte & Abstrahlwinkel Fachbegriffe erklären und grafisch darstellen	Ph	Lehrerinformation 6 Arbeitsblatt 6 Lösungsblatt 3	Seite 30 Seite 31 Seite 32

Lampenverpackungen als Orientierungshilfe

Übung 7: Fachbegriffe & Infos auf Lampenverpackungen Aktionsspiele mit Begriffskarten	Ph	Lehrerinformation 7 Begriffskarten 1	Seite 33-34 Seite 35-37
Übung 8: Fachbegriffe & Infos auf Lampenverpackungen Zuordnungsübung	Ph, GW	Lehrerinformation 8 Arbeitsblatt 7 Lösungsblatt 4	Seite 38 Seite 39 Seite 40-41

LEDs & andere Leuchtmittel

Übung 9: Infos zu LEDs im Vergleich zu anderen Leuchtmitteln Rechercheübung	Ph	Lehrerinformation 9 Arbeitsblatt 8	Seite 42 Seite 43
Übung 10: Infos zu LEDs Kreuzworträtsel	Ph	Lehrerinformation 10 Arbeitsblatt 9 Lösungsblatt 5	Seite 44 Seite 45 Seite 46

Praxistest

Übung 11: Eigenschaften & Wirtschaftlichkeit von Glühlampe & LED-Lampe Rechenaufgaben	M, Ph	Lehrerinformation 11 Arbeitsblatt 10	Seite 47 Seite 48
Übung 12: Reflexion & Blendung Infotexte & Verständnisfragen	Ph, BW	Lehrerinformation 12 Arbeitsblatt 11	Seite 49 Seite 50-51
Übung 13: Lichtfarben & Farbwiedergabe Lückentext	BW, Ph, GW	Lehrerinformation 13 Infoblatt 5 Arbeitsblatt 12 Lösungsblatt 6	Seite 52 Seite 53 Seite 54 Seite 55
Übung 14: Erstellung eines Lichtkonzeptes Selbständige Erstellung eines Lichtkonzeptes anhand vorgegebener Arbeitsschritte	GW, Ph, BW, M, GZ	Lehrerinformation 14 Infoblatt 6 Infoblatt 5 Infoblatt 7 Infoblatt 8 Arbeitsblatt 13	Seite 56-57 Seite 58 Seite 53 Seite 59 Seite 60 Seite 61-62
Übung 15: Lichtplanung für verschiedene Anwendungsbereiche Recherche, Aufbereitung & Präsentation der Rechercheergebnisse & Analyse im Klassenverband	D, GW, Ph	Lehrerinformation 15 Infoblatt 9	Seite 63 Seite 64

Einstieg: Lichteinsatz im Supermarkt

Übung 1: Textanalyse mit anschließenden Verständnis- und Vertiefungsfragen

Lernziel:	Die SchülerInnen werden sich am Beispiel Supermarkt dessen bewusst, dass Licht eingesetzt wird, um bestimmte Wirkungen damit zu erzielen. Sie können verschiedene Wirkungen aufzählen, die Licht erzielen kann, und sind in der Lage, Beispiele dafür zu nennen. Sie kennen erste Begriffe, die für die Lichtplanung bzw. -wirkung von Relevanz sind, u.a. verschiedene Leuchten, Farbtemperatur, Farbwiedergabe und Food-Lighting.
Fachbezug:	Geographie & Wirtschaftskunde, Deutsch, Physik
Dauer:	ab 5 Min.
Vorkenntnisse:	nicht erforderlich
Materialien:	Spotlight Supermarkt (Arbeitsblatt 1)

In Einzelarbeit oder in Kleingruppen lesen die SchülerInnen den Infotext und bearbeiten die Analysefragen. Die Ergebnisse werden im Klassenverband verglichen.

Anschließend werden folgende Fragen gemeinsam diskutiert:

- Welche der angeführten Einsatzmöglichkeiten von Licht sind den SchülerInnen im Supermarkt schon einmal bewusst aufgefallen?
- Welche Fachbegriffe rund um Licht kennen die SchülerInnen bereits und was bedeuten diese?
- Welche der im Infotext geschilderten Wirkungen von Licht sind für die SchülerInnen auch in ihrem ganz persönlichen Lebensumfeld von Relevanz?

Lösung

1. *Mögliche Lösung:* Wohlgefühl, Sichtbarkeit, Orientierung, Leistungs- und Konzentrationsfähigkeit, Farbechtheit, Kaufanreiz
2. Individuelle Lösungen
3. Warmweißes Licht wirkt beruhigend und entspannend; neutralweißes Licht macht munter und regt an; kaltweißes Licht wirkt leistungs- und konzentrationsfördernd.
4. *Fachtermini im Text:* Food-Lighting, Farbtemperatur, Farbwiedergabe, UV-Strahlung, Grundbeleuchtung, Akzentbeleuchtung;
weitere mögliche Fachtermini rund ums Licht: Abstrahlwinkel, Beleuchtungsstärke, Helligkeitseindruck, Kelvin, Leuchtdichte, Lichtausbeute, Lichtstärke, Lichtstrom, Lumen, Lux, ...
5. Die Grundbeleuchtung sorgt für die gleichmäßige Ausleuchtung eines Raumes, die Akzentbeleuchtung rückt einzelne Bereiche eines Raumes in den Mittelpunkt.
6. Sie unterstützt die natürliche Farbe von Lebensmitteln und sorgt dafür, dass sie frisch und appetitlich aussehen.

Tipp zur Vertiefung – Ergänzen von Definitionen

Die SchülerInnen erhalten die Aufgabe, zu den Fachbegriffen, die sie im Text gefunden bzw. frei ergänzt haben, einfache Definitionen zu ergänzen.

Tipp zur Vertiefung – Entdeckungstour durch den Supermarkt

Die SchülerInnen erhalten die Aufgabe, bei ihrem nächsten Supermarktbesuch gezielt darauf zu achten, inwieweit bzw. in welcher Form die Wirkungen von Licht, die im Infotext geschildert werden, im Beleuchtungskonzept des Supermarktes konkrete Berücksichtigung gefunden haben.

Sie halten ihre Beobachtungsergebnisse in einem einfachen Protokoll in Stichwörtern fest.

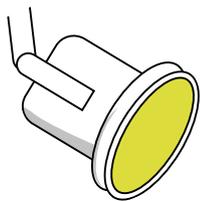
Die verschiedenen Protokolle werden im Klassenverband zusammengeführt und miteinander verglichen.

Tipps zur Vertiefung – Human Centric Lighting & die Wirkungen von Licht

Das Materialienpaket **Mensch & Licht** bietet die Möglichkeit, mit den SchülerInnen die Wirkungen von Licht auf den Menschen zu vertiefen. Es liefert einen Einblick in die Grundlagen von Human Centric Lighting sowie konkrete Tipps zur optimalen Nutzung und dem gezielten Einsatz von künstlichem Licht.

Zusatzinformation

- Die **Grundbeleuchtung** sorgt für Sichtbarkeit und Orientierung. Sie kann mithilfe von Deckenleuchten in Form von Leuchtröhren, Hängeleuchten, Deckeneinbau- oder -anbauleuchten hergestellt werden, die das Licht gleichmäßig verteilen. Zugleich schaffen diese eine einladende Atmosphäre.
- **Akzentbeleuchtung** kann bestimmte Bereiche betonen und die Aufmerksamkeit auf diese lenken. Das ist mithilfe beweglicher Strahler möglich, die gerichtetes Licht auf gewünschte Objekte oder Bereiche werfen.
- Die **Lichtfarbe** unterscheidet man grob in Warmweiß, Neutralweiß und Tageslichtweiß bzw. Kaltweiß. Die so genannte **Farbtemperatur** wird in Kelvin gemessen. Je höher der Wert, desto höher ist der Blauanteil und desto kühler ist die Lichtfarbe. Je niedriger der Wert, desto höher ist der Rotanteil und desto wärmer ist die Lichtfarbe. Bei weniger als 3.300 K ist Licht warmweiß, zwischen 3.300 und 5.300 K ist es neutral- oder universalweiß und bei mehr als 5.300 K ist es tageslicht- oder kaltweiß.
- Das Licht sollte die natürlichen Farben der einzelnen Produkte nicht verfälschen. Deshalb ist eine hohe **Farbwiedergabe** wichtig. Diese wird durch den Ra-Wert ausgewiesen, der die Verteilung der Spektralfarben der Lichtquelle und damit ihre Natürlichkeit angibt. Je höher der Wert, desto natürlicher werden die Farben der Gegenstände wiedergegeben. In Wohnräumen sollte der Ra-Wert zwischen 80 und 100 liegen.



Spotlight Supermarkt



Hast du schon einmal von einem Food-Lighting-Konzept gehört?

Wie der Name bereits ahnen lässt, geht es dabei um die richtige Beleuchtung von Lebensmitteln.

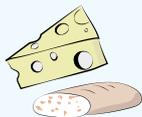
Ziel eines Food-Lighting-Konzeptes ist es, Lebensmittel im Handel in so gutes Licht zu rücken, dass die Kundschaft zum Kaufen angeregt wird.

Nicht verfälschen, sondern unterstützen

Die richtige Farbtemperatur und eine möglichst gute Farbwiedergabe unterstützen die natürliche Farbe von Lebensmitteln und sorgen so dafür, dass sie frisch und appetitlich aussehen.



Fleisch und Wurstwaren mit einem rosa-rötlichen Farbton wirken bei warmem Licht mit höherem Rotanteil frisch, weil das ihren natürlichen Farbton verstärkt und unterstützt. Weißes Fleisch, wie z.B. von Scholle oder Seezunge, wird unter kaltweißem Licht optimal zur Geltung gebracht.



Käse und Gebäck haben einen gelblichen Farbton. Bei warmem Licht mit höherem Gelbanteil wirken die Brotkruste knuspriger und der Käse frischer und saftiger. Das helle Licht regt außerdem zum Hinschauen an und fördert den Appetit.



Bei **Obst und Gemüse** erwecken satte, leuchtende Farben den Eindruck von Frische und Geschmack. Mit warmem Licht werden die natürlichen Farben am besten wiedergegeben und verstärkt. Eine zu starke Grundbeleuchtung mit kaltem Licht lässt den eigentlich noch saftig grünen Salat sehr rasch sehr alt aussehen. Um den Fäulnisprozess der empfindlichen Waren nicht zu beschleunigen, muss außerdem darauf geachtet werden, dass die eingesetzten Lampen keine UV-Strahlung abgeben.



Milchprodukten im Kühlregal steht kaltweißes Licht am besten. Es schafft eine Atmosphäre von Natürlichkeit, Gesundheit und Frische und regt zum Einkauf an. Außerdem unterstreicht es den Eindruck von Sauberkeit.

Atmosphäre, Sichtbarkeit & Orientierung

Die Beleuchtung im Supermarkt hat nicht nur großen Einfluss auf die Präsentation und Wirkung der verschiedenen Lebensmittel.

Die richtige **Grundbeleuchtung** versorgt den gesamten Supermarkt gleichmäßig mit angenehmem Licht.

Deckenleuchten in Form von Leuchtröhren, Hängeleuchten, Deckeneinbau- oder -anbauleuchten schaffen eine Atmosphäre, in der sich die KundInnen wohlfühlen. Und sie machen alle Produkte sichtbar und sorgen für gute Orientierung.

Mit zusätzlicher **Akzentbeleuchtung** durch Strahler oder bewegliche Spots werden einzelne Regale oder Bereiche betont und die Aufmerksamkeit der Käuferschaft darauf gelenkt.

Last but not least hat Licht natürlich auch Auswirkungen auf die **Arbeitsleistung der MitarbeiterInnen**. Die Arbeit im Kassenbereich erfordert zum Beispiel ein hohes Maß an Konzentration und Aufmerksamkeit. Kaltweißes Licht bei den Kassen macht nicht nur munter, es fördert auch die Konzentration der KassierInnen, die bei noch so vielen Produkten und langen Schlangen immer den Überblick und die Ruhe bewahren müssen.

Hast du den Text aufmerksam gelesen? Dann beantworte nun die Fragen dazu.

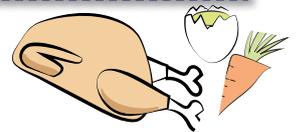
- 1. Welche Wirkungen von Licht werden im Text beschrieben?
Beschreibe diese in Stichwörtern. Je weniger Stichwörter du brauchst, umso besser.

.....
.....

- 2. Welche Lebensmittel vertragen sich mit welchem Licht am besten?
Erstelle eine einfache Übersicht. Ob in Form einer Tabelle oder einer einfachen Grafik bleibt dir überlassen.

[Empty dashed box for drawing or table]

- 3. Lichtfarben verändern nicht nur unsere Wahrnehmung von Lebensmitteln.
Welchen direkten Einfluss haben Lichtfarben auf uns Menschen?



.....
.....

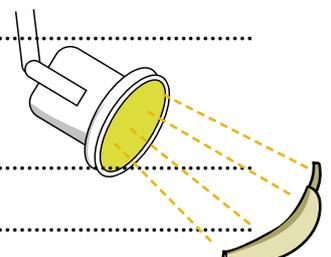
- 4. Welche Fachbegriffe zu Licht werden im Text angeführt?
Notiere diese und ergänze mindestens fünf weitere.

.....
.....
.....

- 5. Erkläre den Unterschied zwischen Grund- und Akzentbeleuchtung und nenne konkrete Beispiele außerhalb des Supermarktes.

.....
.....
.....

- 6. Wofür sorgt Beleuchtung mit einer hohen Farbwiedergabe?



.....
.....

Einstieg: Persönliche Beobachtung**Übung 2: Entdeckungstour zur Lichtnutzung im Supermarkt**

- Lernziel:** Die SchülerInnen werden sich am Beispiel Supermarkt dessen bewusst, dass Licht eingesetzt wird, um bestimmte Wirkungen damit zu erzielen.
Sie können verschiedene Wirkungen aufzählen, die Licht erzielen kann.
Sie kennen erste Begriffe, die für die Lichtplanung bzw. -wirkung von Relevanz sind, dazu zählen verschiedene Leuchten, Farbtemperatur, diffuses und gerichtetes Licht.
Die SchülerInnen üben die analytische Betrachtung ihres Lebensraumes.
- Fachbezug:** Geographie & Wirtschaftskunde, Physik
- Dauer:** ab 15 Min. (ohne Einberechnung der Entdeckungstour durch den Supermarkt)
- Vorkenntnisse:** nicht erforderlich
- Materialien:** **Licht im Überblick (Infoblatt 1)**
Licht im Supermarkt (Beobachtungsbogen 1, Infoblatt 2)
Licht im Supermarkt ... (Infoblatt 3)
Spotlight Supermarkt (Arbeitsblatt 1/1)
Licht wirkt (Infoblatt 4)

Nach gemeinsamer Besprechung der wichtigsten Grundlagen der Analyse von Licht bzw. Beleuchtung auf **Infoblatt 1** machen sich die SchülerInnen auf eine Entdeckungstour durch den nächsten Supermarkt und halten anhand der Fragestellungen auf dem Beobachtungsbogen ihre Erkenntnisse fest. Jede/r Schüler/in kann den vollständigen Fragebogen erhalten, die Klasse kann aber auch in vier Gruppen geteilt werden, und jedes Mitglied einer Gruppe erhält je Seite 1 bzw. Seite 2 bzw. ... des Fragebogens.

Die Beobachtungsergebnisse werden im Klassenverband zusammengeführt und mit **Infoblatt 2** bzw. **3** verglichen. Alternativ oder ergänzend kann der Infotext auf **Arbeitsblatt 1/1** gelesen und anschließend im Klassenverband diskutiert bzw. mit den Beobachtungsergebnissen in Verbindung gebracht werden:

- Welche Wirkungen von Licht werden im Text beschrieben?
- Welche Einsatzmöglichkeiten von Licht sind den SchülerInnen bereits bei ihrer Entdeckungstour im Supermarkt aufgefallen? Welche sind ihnen erst beim Lesen des Textes bewusst geworden?
- Welche Fachbegriffe in Bezug auf Licht werden im Text verwendet? (Food-Lighting, Farbwiedergabe, Farbtemperatur, UV-Strahlung)? Was bedeuten diese?
- Welche der in Supermärkten bewusst eingesetzten Wirkungen von Licht können die SchülerInnen auch in ihrem unmittelbaren Lebensumfeld anwenden?

Tipps zur Vertiefung – andere Anwendungsbereiche von Lichtplanung

Kennen die SchülerInnen andere Anwendungsbereiche, in denen Licht gezielt eingesetzt wird, um spezielle Wirkungen zu erzeugen? Welche sind das?

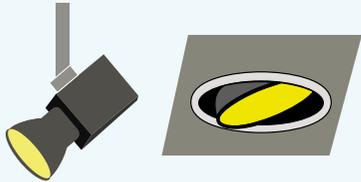
Tipps zur Vertiefung – Human Centric Lighting & die Wirkungen von Licht

Infoblatt 4 liefert einen Überblick über die Wirkungen von Licht auf den Menschen. Das Materialienpaket **Mensch & Licht** liefert einen Einblick in die Grundlagen von Human Centric Lighting sowie konkrete Tipps zur optimalen Nutzung und dem gezielten Einsatz von künstlichem Licht.

Zusatzinfos

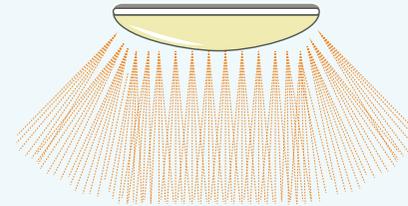
- Die **Grundbeleuchtung** sorgt für Sichtbarkeit und Orientierung. Sie kann mithilfe von Deckenleuchten in Form von Leuchtröhren, Hängeleuchten, Deckeneinbau- oder -anbauleuchten hergestellt werden, die das Licht gleichmäßig verteilen. Zugleich schaffen diese eine einladende Atmosphäre.
- **Akzentbeleuchtung** kann bestimmte Bereiche betonen und die Aufmerksamkeit auf diese lenken. Das ist mithilfe beweglicher Strahler möglich, die gerichtetes Licht auf gewünschte Objekte oder Bereiche werfen.
- Die **Farbtemperatur** wird in Kelvin gemessen. Je höher der Wert, desto höher ist der Blauanteil und desto kühler ist die Lichtfarbe. Je niedriger der Wert, desto höher ist der Rotanteil und desto wärmer ist die Lichtfarbe. Bei weniger als 3.300 K ist Licht warmweiß, zwischen 3.300 und 5.300 K ist es neutral- oder universalweiß und bei mehr als 5.300 K ist es kaltweiß oder tageslichtweiß.
- Das Licht sollte die natürlichen Farben der einzelnen Produkte nicht verfälschen. Deshalb ist eine hohe **Farbwiedergabe** wichtig. Diese wird durch den Ra-Wert ausgewiesen, der die Verteilung der Spektralfarben der Lichtquelle angibt. Je höher der Wert, desto natürlicher werden die Farben der Gegenstände wiedergegeben. In Wohnräumen sollte der Ra-Wert zwischen 80 und 100 liegen.

Licht im Überblick



Strahler

- beweglich
- dreh- oder schwenkbar



Diffuses Licht

- Das Licht wird breit gestreut.
- Sorgt für gleichmäßige, blendfreie Beleuchtung.
- kontrast- und schattenarm
- Gesamtbeleuchtung



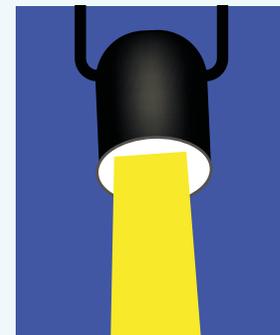
Deckenleuchte

- an der Decke ein- oder angebaut
- meist rund oder eckig
- Sorgt für gleichmäßige Beleuchtung.



Leuchtröhre

- Sorgt für großflächige, gleichmäßige Beleuchtung.



Gerichtetes Licht

- auch „gebündeltes Licht“
- Beleuchtet bestimmte Objekte oder Bereiche.
- Direktbeleuchtung
- starke Kontraste und deutliche Schatten



LED-Strips (Lichtstreifen)

- flach
- versteckt einsetzbar

Weiß ist nicht gleich weiß!

Lichtquellen können unterschiedliche Weißtöne haben.



Warmweiß

- hoher Rot-/Gelbanteil
- erinnert an eine Kerze.
- wirkt angenehm, weich.



Neutralweiß

- wirkt sachlich, aber wohnlich.
- ist anregend.



Kaltweiß

- hoher Blauanteil
- helles Weiß
- wirkt hart.

Beobachtungsbogen „Licht im Supermarkt“

Eingangsbereich

- » Wie ist die Atmosphäre, wenn du den Supermarkt betrittst?
 angenehm zu hell zu dunkel sonstiges:
- » Welche Leuchten werden verwendet?
 Leuchtröhren Strahler Deckenleuchten andere:
- » Welches Licht wird eingesetzt? diffuses Licht gerichtetes Licht
- » Das Licht ist ... neutralweiß. kaltweiß. andersfarbig:
- » Welche Wirkung wird dadurch erzielt?

Obst/Gemüse

- » Welche Leuchten werden verwendet?
 Leuchtröhren Strahler Deckenleuchten andere:
- » Welches Licht wird eingesetzt? diffuses Licht gerichtetes Licht
- » Das Licht ist ... warmweiß. kaltweiß. andersfarbig:
- » Welche Wirkung wird dadurch erzielt?

Kassabereich

- » Welche Leuchten werden verwendet?
 Leuchtröhren Strahler Deckenleuchten andere:
- » Welches Licht wird eingesetzt? diffuses Licht gerichtetes Licht
- » Das Licht ist ... warmweiß. kaltweiß. andersfarbig:
- » Welche Wirkung wird dadurch erzielt?

?

- » Werden noch weitere Lichtquellen verwendet?
 Nein Ja
- Wenn ja, welche?
- Was könnte der Grund dafür sein?
-

Fleischtheke

- » Welche Leuchten werden verwendet?
 Leuchtröhren Strahler Deckenleuchten andere:
- » Welches Licht wird eingesetzt? diffuses Licht gerichtetes Licht
- » Das Licht ist ... warmweiß. kaltweiß. andersfarbig:
- » Welche Wirkung wird dadurch erzielt?

Käsetheke

- » Welche Leuchten werden verwendet?
 Leuchtröhren Strahler Deckenleuchten andere:
- » Welches Licht wird eingesetzt? diffuses Licht gerichtetes Licht
- » Das Licht ist ... warmweiß. kaltweiß. andersfarbig:
- » Welche Wirkung wird dadurch erzielt?

Fischtheke

- » Welche Leuchten werden verwendet?
 Leuchtröhren Strahler Deckenleuchten andere:
- » Welches Licht wird eingesetzt? diffuses Licht gerichtetes Licht
- » Das Licht ist ... warmweiß. kaltweiß. andersfarbig:
- » Welche Wirkung wird dadurch erzielt?

Frische Backwaren

- » Welche Leuchten werden verwendet?
 Leuchtröhren Strahler Deckenleuchten andere:
- » Welches Licht wird eingesetzt? diffuses Licht gerichtetes Licht
- » Das Licht ist ... warmweiß. kaltweiß. andersfarbig:
- » Welche Wirkung wird dadurch erzielt?

?

- » Vergleiche die Beleuchtung der verschiedenen Frischetheken miteinander (*Fleisch, Fisch, Käse, Backwaren*). Fallen dir Unterschiede auf?

- » Was könnten deiner Meinung nach Gründe für unterschiedliche Beleuchtung an den Theken sein?

Tiefkühlschränke

- » Welche Leuchten werden verwendet?
 Leuchtröhren Strahler Deckenleuchten andere:
- » Welches Licht wird eingesetzt? diffuses Licht gerichtetes Licht
- » Das Licht ist ... warmweiß. kaltweiß. andersfarbig:
- » Welche Wirkung wird dadurch erzielt?

Kühlregale Fleisch- und Wurstwaren

- » Welche Leuchten werden verwendet?
 Leuchtröhren Strahler Deckenleuchten andere:
- » Welches Licht wird eingesetzt? diffuses Licht gerichtetes Licht
- » Das Licht ist ... warmweiß. kaltweiß. andersfarbig:
- » Welche Wirkung wird dadurch erzielt?

Kühlregale: Milchprodukte

- » Welche Leuchten werden verwendet?
 Leuchtröhren Strahler Deckenleuchten andere:
- » Welches Licht wird eingesetzt? diffuses Licht gerichtetes Licht
- » Das Licht ist ... warmweiß. kaltweiß. andersfarbig:
- » Welche Wirkung wird dadurch erzielt?

?

» Vergleiche die Beleuchtung der verschiedenen Kühlregale und Tiefkühlschränke miteinander.
 Fallen dir Unterschiede auf?

.....

.....

Gänge

- » Welche Leuchten werden verwendet?
 Leuchtröhren Strahler Deckenleuchten andere:
- » Welches Licht wird eingesetzt? diffuses Licht gerichtetes Licht
- » Das Licht ist ... warmweiß. kaltweiß. andersfarbig:
- » Welche Wirkung wird dadurch erzielt?

Regale

- » Welche Leuchten werden verwendet?
 Leuchtröhren Strahler Deckenleuchten andere:
- » Welches Licht wird eingesetzt? diffuses Licht gerichtetes Licht
- » Das Licht ist ... warmweiß. kaltweiß. andersfarbig:
- » Welche Wirkung wird dadurch erzielt?

Ausstellungsflächen/Aktionswaren

- » Welche Leuchten werden verwendet?
 Leuchtröhren Strahler Deckenleuchten andere:
- » Welches Licht wird eingesetzt? diffuses Licht gerichtetes Licht
- » Das Licht ist ... warmweiß. kaltweiß. andersfarbig:
- » Welche Wirkung wird dadurch erzielt?

?

- » Sind in einigen Bereichen Spots auf einzelne Produkte gerichtet?
 Nein Ja
- Wenn ja, was wird mit Spots beleuchtet?
-
- Was könnte der Grund dafür sein?
-

Licht im Supermarkt

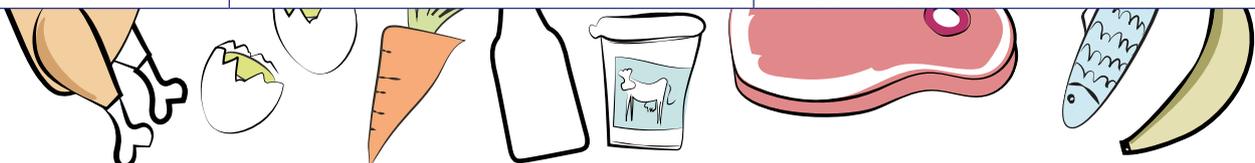
Grundbeleuchtung:

Mit Deckenleuchten, z.B. Leuchtröhren oder Deckeneinbauleuchten, wird der gesamte Raum gleichmäßig beleuchtet. Sorgt für Sichtbarkeit, Orientierung und Atmosphäre.

Akzentbeleuchtung:

Mit beweglichen Strahlern oder Spots werden einzelne Bereiche beleuchtet und dadurch hervorgehoben.

Bereich	gewünschte Wirkung	Beleuchtung
Eingangsbereich	⇒ einladende Atmosphäre ⇒ schnelle Orientierung	⇒ helle Grundbeleuchtung
Kassabereich	⇒ gute Arbeitsbedingungen für KassierInnen: optimale Sicht und Förderung der Konzentration	⇒ kaltweißes Licht ohne Schattenbildung und mit möglichst wenig Blendeffekten
Obst/Gemüse	⇒ Betonung der natürlichen Farbe des Produktes zur Vermittlung von Frische	⇒ warmweißes Licht
Fleisch	⇒ Betonung der natürlichen rosarötlichen Farbe des Produktes zur Vermittlung von Frische	⇒ warmweißes Licht mit höherem Rotanteil
Fisch	⇒ Betonung der natürlichen weißen Farbe des Produktes zur Vermittlung von Frische	⇒ kaltweißes Licht
Käse	⇒ Betonung der natürlichen Farbe des Produktes zur Vermittlung von Frische	⇒ warmweißes Licht mit höherem Gelbanteil
Milchprodukte im Kühlregal	⇒ Vermittlung von Frische, Natürlichkeit und Gesundheit ⇒ Sauberkeit der Auslagefläche	⇒ kaltweißes Licht
Fleischprodukte im Kühlregal	⇒ Betonung der natürlichen Farbe des Produktes zur Vermittlung von Frische	⇒ warmweißes Licht mit höherem Rotanteil ⇒ gute Ausleuchtung des Kühlregals
FrISCHE Backwaren	⇒ Betonung der natürlichen Farbe des Produktes ⇒ Vermittlung von Ofenfrische	⇒ warmweißes Licht mit höherem Gelbanteil
Regale	⇒ Ausleuchtung der Waren ⇒ Sichtbarkeit erzielen	⇒ Leuchtröhren an/in den Regalen
Gänge	⇒ gute Orientierung ⇒ Sichtbarkeit	⇒ helle Grundbeleuchtung ⇒ Strahler zum Setzen von Akzenten

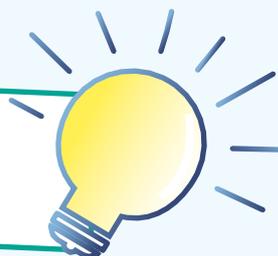


Licht im Supermarkt ...



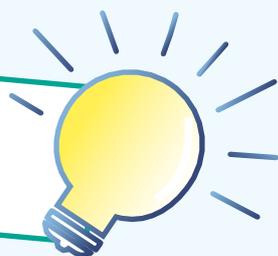
... sorgt für optimale Arbeitsbedingungen für die MitarbeiterInnen.

... schafft eine fürs Einkaufen angenehme Atmosphäre.



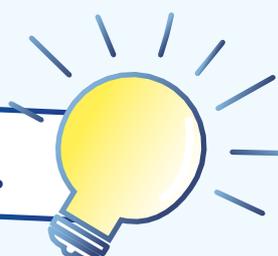
... leitet die KundInnen durchs Geschäft.

... hebt besondere Angebote durch Akzentbeleuchtung hervor.



... macht alle Produkte gut sichtbar.

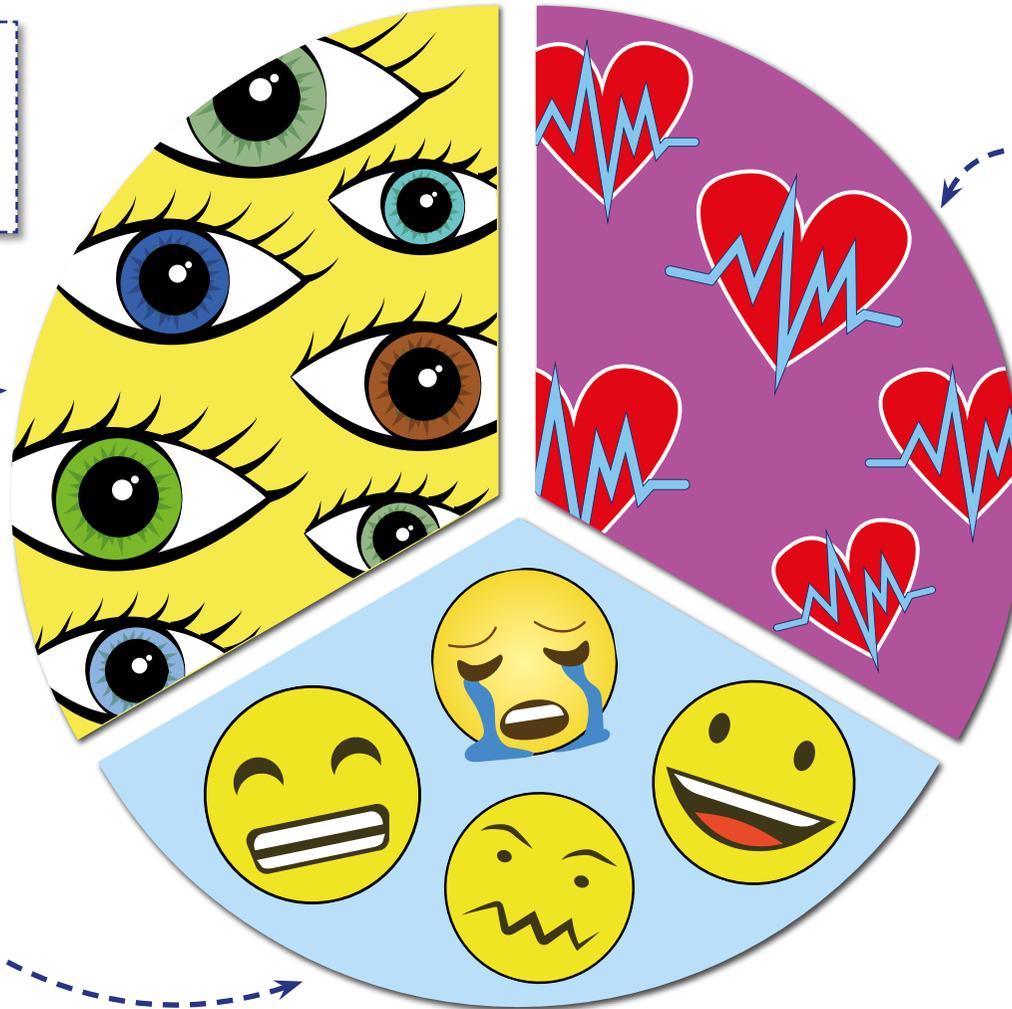
... betont die natürlichen Farben der Produkte.



Licht wirkt ...

visuell

Ohne Licht können wir nicht sehen.



biologisch

Licht steuert unsere innere Uhr. Gerät sie dauerhaft außer Takt, werden wir krank.

emotional

Licht erzeugt Stimmungen.

Einstieg: Beantwortung von Kinderfragen rund ums Licht & Auseinandersetzung mit der entwicklungspsychologischen Bedeutung des Fragens

Übung 3: Textanalyse + Formulierung zielgruppenadäquater Antworten auf Kinderfragen rund ums Licht

<i>Lernziel:</i>	Die SchülerInnen erhalten einen Einblick in die entwicklungspsychologische Bedeutung des Fragens. (Arbeitsblatt 2) Sie wissen, worauf man beim Beantworten von Kinderfragen je nach Alter des fragenden Kindes achten sollte, und können das anhand konkreter Beispiele verdeutlichen. (Arbeitsblatt 2) Sie wiederholen einige allgemeine Informationen rund ums Licht, um das Sehen und um Lampen und Leuchten. (Arbeitsblatt 3) Die SchülerInnen üben die Analyse eines Artikels. (Arbeitsblatt 2) Sie üben die Formulierung einfacher Erklärungssätze für Kinder im Volksschulalter. (Arbeitsblatt 3)
<i>Fachbezug:</i>	Deutsch, PPP, Biologie, Physik
<i>Dauer:</i>	ab 10 Min.
<i>Vorkenntnisse:</i>	nicht erforderlich
<i>Materialien:</i>	Warum, wieso, weshalb? (Arbeitsblatt 2) Kinderleicht erklärt! (Arbeitsblatt 3)

Als Einstieg wird der Artikel auf **Arbeitsblatt 2**, in dem es um die entwicklungspsychologische Bedeutung des Fragens geht, in Einzelarbeit gelesen; anschließend werden die Analyse- und Verständnisfragen bearbeitet. Die Ergebnisse werden im Klassenverband verglichen.

Arbeitsblatt 3 liefert Fragen von Kindern im Volksschulalter zum Themenkomplex Licht. Aufgabe der SchülerInnen ist das Verfassen zielgruppenaffiner Antworten auf diese Fragen.

Diese werden anschließend im Klassenverband oder in Gruppen analysiert.

Folgende Punkte sollten dabei Berücksichtigung finden:

- Ist die Antwort inhaltlich korrekt?
- Entspricht die verwendete Sprache der Zielgruppe der VolksschülerInnen?
- Entspricht der vermittelte Inhalt bzw. dessen Komplexität der Aufnahmefähigkeit bzw. dem Wissensstand der VolksschülerInnen?
- Entspricht die Länge der Antwort der Aufnahmefähigkeit der Zielgruppe?

Lösung Arbeitsblatt 2

1. Eltern von Vorschul- und Volksschulkindern
2. Mögliche Antworten: zur Information; um konkrete Hilfestellung zu geben; um die Sorge zu nehmen für den Fall, dass eine Frage nicht sofort beantwortet werden kann; ...
3. Sie beginnen, ihre Wahrnehmungen zu hinterfragen und versuchen, die Welt rund um sich zu verstehen. In diesem Alter sind Kinder allerdings noch nicht auf der Suche nach komplexeren technischen Erklärungen. Es geht um die Herstellung einfacher, für sie verständlicher Zusammenhänge, die die Welt begreifbar machen und auch Sicherheit geben.
4. Indem man einfache, für das Kind nachvollziehbare Zusammenhänge herstellt.
5. Eine mögliche Antwort wäre: „Weil ich meine Karte reingesteckt und die richtigen Zahlen eingetippt habe.“
6. Man kann dem Kind eine Frage zu seiner Frage stellen und es dadurch aktiv ins Finden einer Antwort einbeziehen bzw. erfährt man so auch, in welche Richtung das Kind denkt und kann so einfacher auf seine Frage eingehen.
7. a. Der Begriff „Kausalität“ bezeichnet den Zusammenhang zwischen Ursache und Wirkung: die Ursächlichkeit.
b. Fragen sollten mit tatsächlichen Erklärungen beantwortet werden, nicht mehr nur mit nachvollziehbaren Zusammenhängen.
8. Nein, das müssen sie nicht. Aber sie sollten sich gemeinsam mit dem Kind auf die Suche nach der passenden Antwort machen.

Lösung Arbeitsblatt 3

1. Ja, denn die Sinneszellen in deinen Augen brauchen Licht, um die Buchstaben erkennen zu können. Je weniger Licht vorhanden ist, umso mehr müssen sie sich anstrengen – das verursacht dir Kopfschmerzen.
2. Nein. Energiesparlampen verbrauchen zwar weniger Energie als Glühlampen oder Halogenlampen, moderne LED-Lampen sind aber noch sparsamer.
3. Die Lampen kosten zwar mehr, dafür halten sie aber auch deutlich länger. Und sie verbrauchen weniger Strom, sodass deine Stromrechnung sinkt.
4. Zusatzinfo: LED- Lampen halten rund 25.000 Stunden, Energiesparlampen rund 6.000 bis 12.000 Stunden und Glühlampen 1.000 bis 2.000 Stunden.
5. Nein, LEDs sind nicht giftig. Aber sie bestehen aus wertvollen Bauteilen und Rohstoffen, die zu 90 % wiederverwendet werden können.
6. Nein, die Farbtemperatur gibt den Farbton des Lichts an. Es gibt warmweißes, neutralweißes und kaltweißes Licht. Warmweißes Licht wirkt gemütlich und entspannend. Kaltweißes Licht wirkt anregend und macht munter.
7. Weil LED-Lampen weniger Strom verbrauchen als andere Lampen und auch viel länger halten. Außerdem enthalten sie keine giftigen Stoffe. Und ihre wertvollen Bauteile können wiederverwertet werden.
8. Nein, wir sagen zwar Leselampe oder Stehlampe, aber das ist eigentlich nicht richtig. Die Lampe ist nur das Leuchtmittel: also das, was tatsächlich leuchtet. Die Leuchte ist das große Ganze, in das wir die Lampe schrauben oder stecken.

Tipps zur Vertiefung – Human Centric Lighting & die Wirkungen von Licht

Das Materialienpaket **Mensch & Licht** bietet die Möglichkeit, mit den SchülerInnen die Wirkungen von Licht auf den Menschen zu vertiefen. Es liefert einen Einblick in die Grundlagen von Human Centric Lighting sowie konkrete Tipps zur optimalen Nutzung und dem gezielten Einsatz von künstlichem Licht.



So sehr es auch freut, dass die lieben Kleinen neugierig und wissbegierig sind: Zwischendurch stellen sie mit ihren schier endlos scheinenden Fragenbombardements nicht nur unser Wissen, sondern auch unsere Geduld ganz schön auf die Probe ...

Kinder kommen auf eine Welt voller Wunder: Täglich geht die Sonne auf und unter. Manchmal ist der Himmel blau, manchmal weiß, manchmal sogar tieforange. Drückt man beim Radio einen einzigen Knopf, so erklingt Musik. Der Bankomat spuckt Geld aus. Während wir nur kurz springen können, bleiben Flugzeuge einfach in der Luft. Usw. Für uns Erwachsene ist all das alltäglich. Ganz anders bei unseren Kindern: In ihren ersten Lebensjahren nehmen sie diese Ereignisse erst einmal nur auf. Mit zunehmendem Alter beginnen sie, das bis dahin Auf- und Wahrgenommene zu ordnen und zu hinterfragen.

Die Zeit des nicht enden wollenden Fragens beginnt dann üblicherweise mit dem vierten Lebensjahr: Geht die Sonne jeden Tag unter? Und das auch wenn keiner hinsieht? Warum ist der Mond nicht immer gleich groß? Warum geht das Licht an, wenn ich auf den Schalter drücke? Weshalb werde ich so schnell müde, wenn es finster ist? Und wieso kann ich im Dunkeln keine Farben erkennen?

Viele Eltern möchten auf diese Fragen eine möglichst korrekte, pädagogisch wertvolle Antwort geben und suchen nach Erklärungen, in vielen Fällen naturwissenschaftlicher Art. Wird dem Nachwuchs schlussendlich die in mühsamer Recherche gefundene Antwort kindgerecht präsentiert, muss man dann allerdings oft feststellen, dass die lieben Kleinen schon nach den ersten Worten kein Ohr mehr für die Antwort haben, die sie bis eben noch so brennend interessiert hatte.

Die Erklärung dafür liegt im Regelfall nicht im Desinteresse des Kindes, sondern in der Antwort der Eltern. Denn bei den Fragen, die Kinder im Vorschulalter stellen, geht es nicht vorrangig um wissenschaftliche Erklärungen. Eigentlich möchten die Kinder meistens nur eine Bestätigung dafür, dass sie auf dieser Welt in Sicherheit sind und bleiben. Dass die Dinge gut sind, so wie sie sind.

Daher ist es meistens auch viel wichtiger zu erklären, wofür etwas gut ist, als zu erklären, warum es so ist wie es ist. Auf die Frage: „Warum scheint die Sonne so hell?“, kann ein simples: „Weil die Tiere, Menschen und Pflanzen das Licht brauchen“ schon zufriedenstellend sein.

Jedes neue Warum ist ein Zeichen dafür, dass die vorhergehende Antwort nicht zufriedenstellend war. Oft haben Kinder auch einen Verdacht, möchten über etwas Bestimmtes sprechen und verpacken es zu diesem Zweck in endlos lange Fragenwürmer.

In einem Gespräch, in dem beide Seiten Fragen stellen, kann das Kind die ihm wichtigen Punkte aufs Tapet bringen, ohne in endlose Frageketten zu verfallen. Gemeinsam können zufriedenstellende Antworten gefunden werden. Gleichzeitig wird das Kind durch Fragen auch dazu angeregt, weiterzudenken. Dieses Weiterdenken kann zwischendurch ruhig auch in ungewöhnliche Richtungen gehen. Das Kind sollte dabei weder unterbrochen noch korrigiert werden. Je freier sich Geist und Phantasie entfalten, umso besser.

» **Schulkinder wollen Handfestes**

Mit Beginn der Schule verändert sich der Informationswunsch der Kinder. Sie lernen, Themen in ihrer Kausalität wahrzunehmen und zu verstehen.

Jetzt müssen Fakten und Informationen als Antworten geliefert werden. Technische Erklärungen sind gefragt. Keinesfalls sollte man sie zu oft mit einem „Weiß ich nicht“ abspeisen. Dadurch verlieren sie nämlich ihre natürliche Neugier und Wissbegierde. Viel besser ist es, sich gemeinsam mit ihnen auf die Suche nach Antworten zu machen: entweder in Büchern, im Internet oder in einer Bibliothek. So erhalten die Kinder nicht nur Antworten auf ihre Fragen, sondern erlernen auch die in unserer modernen Wissensgesellschaft so wichtige Kulturfähigkeit des Recherchierens. Und last but not least kann die gemeinsame Detektivarbeit auch noch richtig Spaß machen und zu einem wichtigen Eltern-Kind-Erlebnis werden.

Beantworte die Fragen zum Artikel „Warum, wieso, weshalb?“.

1. Für welche Zielgruppe wurde der Artikel geschrieben? Begründe deine Auswahl.

.....
.....

2. Welchen Zweck verfolgt der Artikel? Möchte er unterhalten, informieren, provozieren, ...?

.....

3. Warum stellen Kinder im Vorschulalter Fragen?

.....
.....
.....

4. Wie sollte man die Fragen von Kindern im Vorschulalter beantworten?

- Mit einfach formulierten wissenschaftlichen Erklärungen.
- Indem man einfache, für das Kind nachvollziehbare Zusammenhänge herstellt.
- Nur mit Gegenfragen.



5. Ein Vierjähriger steht mit seiner Mutter vor dem Bankomaten.

Neugierig fragt er nach: „Mama, warum spuckt die Maschine Geld aus?“

Formuliere eine Antwort auf diese Frage, die den Empfehlungen des Artikels entspricht.

.....
.....

6. Wie kann man scheinbar endlose Frageketten von Kindern im Vorschulalter in eine produktive Richtung lenken?

.....
.....

7. Volksschulkinder sind laut Artikel in der Lage, Themen in ihrer Kausalität wahrzunehmen.

a. Wofür steht der Begriff „Kausalität“?

.....

b. Was bedeutet das in Hinblick auf die Beantwortung der Fragen von Volksschulkindern.

.....

8. Müssen Eltern jede Frage sofort beantworten können?

.....

9. Zurück zu Frage 2: Erfüllt der Artikel den von dir angenommenen Zweck? Begründe deine Entscheidung.

.....
.....

Kinderleicht erklärt

Kinder stellen jede Menge Fragen. Einige dieser Fragen haben auch mit Licht zu tun.

Nachfolgend findest du Fragen von Volksschulkindern.

Formuliere zu jeder Frage eine kindaffine, einfach verständliche Antwort.

- Achte dabei auf
- ✓ dein Vokabular: Benutze möglichst keine Fremdwörter.
 - ✓ den Satzbau: Vermeide Schachtel- und Passivsätze.

1. Bekommt man beim Lesen Kopfschmerzen, wenn das Licht zu schwach ist?

2. Spart man mit Energiesparlampen wirklich mehr Energie ein als mit allen anderen Lampen?

3. LED-Lampen sind doch teurer als andere Lampen. Wie kann es sein, dass man damit Geld spart?

4. Warum dürfen LEDs nicht in den Restmüll? Sind sie giftig?

5. Gibt die Farbtemperatur an, wie warm eine Lampe wird?

6. Warum schützen wir unsere Umwelt, wenn wir LED-Lampen benutzen?

7. Sind Lampe und Leuchte dasselbe?

Wichtige Begriffe für die Lichtplanung: Die wichtigsten Lichtgrößen

Übung 4: Begriffsfindung durch freie Assoziation oder Zuordnung

- Lernziel:* Die SchülerInnen setzen sich mit wichtigen Begriffen im Zusammenhang mit Lichtplanung bzw. dem Kauf einer neuen Lampe auseinander und können deren Bedeutung mit eigenen Worten erklären.
- Fachbezug:* Deutsch, Biologie, Physik
- Dauer:* ab 5 Min.
- Vorkenntnisse:* nicht erforderlich
- Materialien:* **Lampe gesucht! (Arbeitsblatt 4, Wortspeicher 1, Lösungsblatt 1)**

Die SchülerInnen ergänzen die gesuchten Begriffe auf dem Arbeitsblatt. Sollten keine Vorkenntnisse vorliegen, kann der Wortspeicher zur Unterstützung projiziert werden.

Die Ergebnisse werden im Klassenverband zusammengeführt. Anschließend wird diskutiert, in welchem Zusammenhang diese Begriffe zu professioneller Lichtplanung stehen.

Zusatzinformation

- **Lumen:** Eine Kerze leuchtet mit etwa 12 Lumen (lm), eine 40 Watt Leuchtstofflampe mit rund 3.000 lm.
- **Abstrahlwinkel:** Je kleiner der Wert, desto kleiner ist die beleuchtete Fläche. Gleichzeitig ist die Bündelung des Lichts auf dieser kleinen Fläche stärker – sie wird heller beleuchtet. Je größer der Wert ist, umso größer ist die beleuchtete Fläche. Bei gleichem Leuchtmittel ist die Fläche dafür weniger hell.
- Neben dem Abstrahlwinkel ist auch der **Abstand zwischen Lampe und beleuchteter Fläche** bzw. beleuchtetem Objekt für die Beleuchtungsstärke verantwortlich. Je größer der Abstand zwischen Lampe und Objekt, umso größer ist die beleuchtete Fläche. Je kleiner der Abstand ist, umso kleiner ist die beleuchtete Fläche.
- **Farbtemperatur:** Je höher der Kelvin-Wert ist, umso kühler ist das Licht.

Farbtemperatur	Kelvin	Wirkung
warmes Licht	< 3.300 Kelvin	beheglich, wohnlich
neutralweißes Licht	3.300 – 5.300 Kelvin	anregend
tageslichtweißes, kaltes Licht	> 5.300 Kelvin	leistungs- und konzentrationssteigernd

- **Beleuchtungsstärke:** Sie beeinflusst maßgeblich, ob das Auge seiner Sehaufgabe nachkommen kann. Ein Lux bedeutet, dass ein Lichtstrom von einem Lumen einen Quadratmeter Fläche gleichmäßig ausleuchtet.
- Je höher die **Lichtausbeute** einer Lichtquelle ist, desto effizienter ist sie. Das heißt, umso mehr der zugeführten elektrischen Energie wird in Licht umgewandelt.

Ungefähre Richtwerte für die Lichtausbeute:

- Glühbirne: rd. 10 lm/W
- Halogenlampe: rd. 20 lm/W
- Leuchtstofflampe: rd. 70-90 lm/W
- LED-Lampe: rd. 60-170 lm/W

Lampe gesucht!

Was wird hier beschrieben?

Ordne den Definitionen die richtigen Begriffe zu.

»
Sie gibt an, wie viel Strahlungsleistung einer Lichtquelle (= Lichtstrom) auf einen bestimmten Raumwinkel entfällt; einfacher gesagt: wie viel sichtbares Licht von einer Lampe in eine bestimmte Richtung abgegeben wird.

»
Das ist die Maßeinheit für die Lichtstärke.

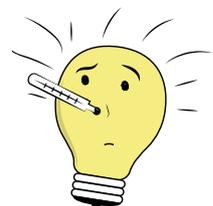
»
Das ist die gesamte fürs menschliche Auge sichtbare Lichtleistung, die eine Lichtquelle nach allen Seiten abstrahlt.



»
Das ist die Maßeinheit für den gesamten fürs menschliche Auge sichtbaren Lichtstrom, den eine Lichtquelle in einer Sekunde abstrahlt.

»
Sie gibt an, wie viel Lichtstrom auf einer bestimmten Fläche auftrifft, bzw. bezeichnet man damit die Intensität, mit der eine Fläche beleuchtet wird.

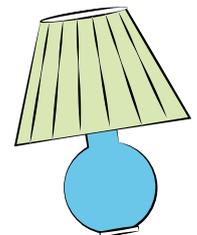
»
Das ist die Maßeinheit der Beleuchtungsstärke.



»
Sie gibt an, ob ein Leuchtmittel warm oder kalt wirkendes Licht abgibt.

»
Das ist die Maßeinheit der Farbtemperatur.

»
Er beschreibt den Lichtausfallwinkel einer Lampe. Je kleiner er ist, umso kleiner ist die beleuchtete Fläche.



»
Das ist die Maßeinheit für den Stromverbrauch einer Lampe in einer Stunde; damit wird angegeben, wie viel Strom eine Lampe pro Stunde verbraucht.

»
Sie gibt an, wie effizient eine Lampe leuchtet: wie viel Energie tatsächlich in Licht umgewandelt wird. Sie wird in Lumen pro Watt (lm/W) angegeben.

»
Das ist der Helligkeitseindruck, den unser Auge von einer beleuchteten Fläche wahrnimmt; er wird in Candela pro m² angegeben.

Lampe gesucht!



Lampe gesucht!

» Lichtstärke

Sie gibt an, wie viel Strahlungsleistung einer Lichtquelle (= Lichtstrom) auf einen bestimmten Raumwinkel entfällt; einfacher gesagt: wie viel sichtbares Licht von einer Lampe in eine bestimmte Richtung abgegeben wird.

» Candela (cd)

Das ist die Maßeinheit für die Lichtstärke.

» Lichtstrom

Das ist die gesamte fürs menschliche Auge sichtbare Lichtleistung, die eine Lichtquelle nach allen Seiten abstrahlt.

» Lumen

Das ist die Maßeinheit für den gesamten fürs menschliche Auge sichtbaren Lichtstrom, den eine Lichtquelle in einer Sekunde abstrahlt.

» Beleuchtungsstärke

Sie gibt an, wie viel Lichtstrom auf einer bestimmten Fläche auftrifft, bzw. bezeichnet man damit die Intensität, mit der eine Fläche beleuchtet wird.

» Lux

Das ist die Maßeinheit der Beleuchtungsstärke.

» Farbtemperatur

Sie gibt an, ob ein Leuchtmittel warm oder kalt wirkendes Licht abgibt.

» Kelvin

Das ist die Maßeinheit der Farbtemperatur.

» Abstrahlwinkel

Er beschreibt den Lichtausfallswinkel einer Lampe. Je kleiner er ist, umso kleiner ist die beleuchtete Fläche.

» Watt

Das ist die Maßeinheit für den Stromverbrauch einer Lampe in einer Stunde; damit wird angegeben, wie viel Strom eine Lampe pro Stunde verbraucht.

» Lichtausbeute

Sie gibt an, wie effizient eine Lampe leuchtet: wie viel Energie tatsächlich in Licht umgewandelt wird. Sie wird in Lumen pro Watt (lm/W) angegeben.

» Leuchtdichte

Das ist der Helligkeitseindruck, den unser Auge von einer beleuchteten Fläche wahrnimmt; er wird in Candela pro m² angegeben.

Wichtige Begriffe für die Lichtplanung: Vertiefung Abstrahlwinkel, Lumen, Kelvin, Watt, Lichtausbeute & Leuchtdichte

Übung 5: Begriffssuche

Lernziel: Die SchülerInnen überprüfen und vertiefen ihr Wissen rund um Abstrahlwinkel, Lumen, Kelvin, Watt, Lichtausbeute und Leuchtdichte.

Fachbezug: Physik

Dauer: ab 5 Min.

Vorkenntnisse: **Lampe gesucht! (Arbeitsblatt 4)** oder vergleichbares Wissen

Materialien: **Lampengrößen gesucht! (Arbeitsblatt 5/Wortspeicher 2/Lösungsblatt 2)**

In Einzel- oder Gruppenarbeit ergänzen die SchülerInnen die gesuchten Begriffe.

Je nach Schwierigkeitsgrad kann vor Start der Übung der Wortspeicher kurz projiziert werden.

Die Ergebnisse werden anschließend im Klassenverband verglichen. Gemeinsam können Definitionen zu den Lösungsbegriffen formuliert werden.



Lichtausbeute

Watt

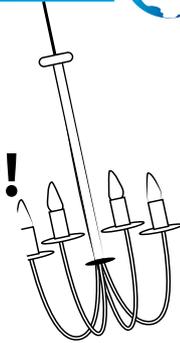
Kelvin

Leuchtdichte

Abstrahlwinkel

Lumen

Lampengrößen gesucht!

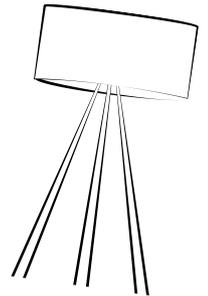


Je kleiner er ist, umso kleiner ist die beleuchtete Fläche.

ABSTRAHLWINKEL
4 2

Je höher dieser Wert einer Lampe ist, umso mehr Licht gibt sie ab.

LUMEN
11 6



Je niedriger dieser Wert einer Lampe ist, umso wärmer ist das Licht.

KELVIN
1



Je höher dieser Wert einer Lampe ist, umso höher sind deine Stromkosten, wenn du sie verwendest.

WATT
8



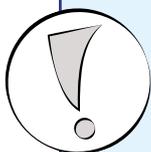
Je höher sie ist, umso weniger Strom geht bei der Erzeugung von Licht verloren.

LICHTAUSBEUTE
5 9 10

Sie ist die einzige technische Lichtgröße, die vom Auge der BetrachterInnen abhängig ist.

LEUCHTDICHTE
7 3

Jenes Zeichen, das dir nicht nur bei Lampen und Leuchten auf einen Blick Auskunft darüber gibt, ob sie Stromsparer oder Stromfresser sind, ist das



E N E R G I E L A B E L
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

Wichtige Begriffe für die Lichtplanung: Lichtstrom, Beleuchtungsstärke, Leuchtdichte & Abstrahlwinkel**Übung 6: Fachbegriffe erklären und grafisch darstellen**

- Lernziel:* Die SchülerInnen setzen sich mit den Begriffen Lichtstrom, Beleuchtungsstärke, Leuchtdichte und Abstrahlwinkel auseinander und können diese mit eigenen Worten einfach erklären und grafisch darstellen.
Die SchülerInnen üben die einfache verbale und grafische Darstellung komplizierter Fachbegriffe.
- Fachbezug:* Physik
- Dauer:* ab 10 Min.
- Vorkenntnisse:* nicht erforderlich
- Materialien:* **Begriffe in Wort und Bild (Arbeitsblatt 6/Lösungsblatt 3)**

In Einzelarbeit lösen die SchülerInnen die Aufgaben auf dem Arbeitsblatt. Die Ergebnisse werden im Klassenverband verglichen.

Anschließend wird diskutiert, in welchem Zusammenhang diese Begriffe zu professioneller Lichtplanung stehen.

Begriffe in Wort und Bild

Fachbegriffe sind oft schwer zu verstehen – und auch nicht immer einfach zu erklären.

1. Definition

Wie würdest du 11-Jährigen die Bedeutung der nachfolgenden Begriffe vermitteln?

Verfasse eine einfache Definition folgender Begriffe:

A Lichtstrom	B Beleuchtungsstärke
C Leuchtdichte	D Abstrahlwinkel

2. Visualisierung

„Bilder sagen mehr als tausend Worte“, diesen Satz hast du sicher schon gehört.

Fertige zu jedem Begriff eine leicht verständliche Zeichnung an, die diesen verdeutlicht.

3. Relationen aufzeigen → übergreifendes Begriffsverständnis generieren

„Bilder sagen mehr als tausend Worte“, diesen Satz hast du sicher schon gehört.

Fertige zu jedem Begriff eine leicht verständliche Zeichnung an, die diesen verdeutlicht.

- Erkläre den Zusammenhang mit kurzen, einfachen Worten.
- Stelle den Zusammenhang grafisch dar.

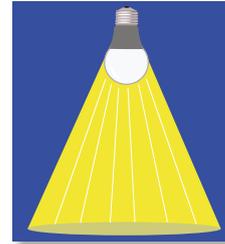


Echt stark?

1.

A

Der **Lichtstrom** ist die gesamte Lichtleistung, die eine Lampe abstrahlt.



B

Die **Beleuchtungsstärke** gibt an, wie viel Lichtstrom auf eine bestimmte Fläche trifft.



C

Die **Leuchtdichte** gibt an, welche Helligkeit unser Auge auf einer beleuchteten Fläche wahrnimmt.



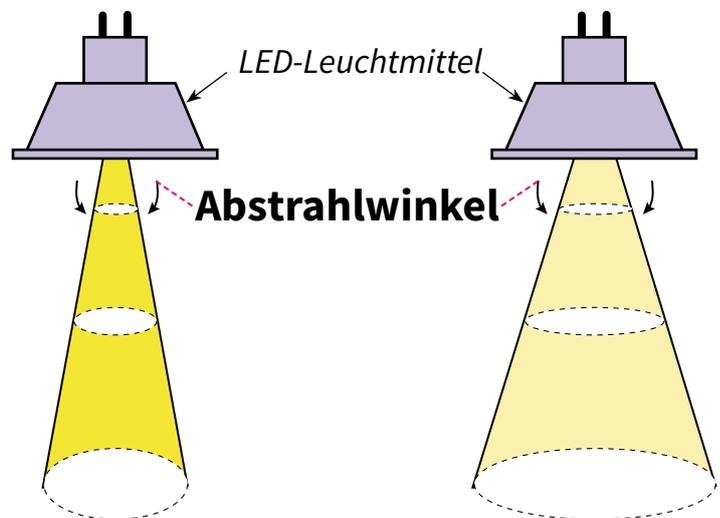
D

Der **Abstrahlwinkel** beschreibt den Lichtausfallwinkel einer Lampe.



2.

- » Je kleiner der Abstrahlwinkel einer Lampe ist, desto größer ist die Beleuchtungsstärke.
- » Je größer der Abstrahlwinkel einer Lampe ist, umso kleiner ist die Beleuchtungsstärke.



Kleiner Abstrahlwinkel, große Beleuchtungsstärke

Großer Abstrahlwinkel, kleinere Beleuchtungsstärke

Lampenverpackungen als Orientierungshilfe: Die wichtigsten Fachbegriffe & Infos

Übung 7: Aktionsspiele mit Begriffskarten

<i>Lernziel:</i>	Die SchülerInnen setzen sich mit verschiedenen Fachbegriffen rund um Lampen und Leuchten auseinander und können diese mit eigenen Worten erklären. Sie verstehen, dass die verschiedenen Begriffe miteinander in unterschiedlicher inhaltlicher Verbindung stehen.
<i>Fachbezug:</i>	Physik
<i>Dauer:</i>	ab 10 Min.
<i>Vorkenntnisse:</i>	nicht erforderlich
<i>Materialien:</i>	Begriffskarten 1

Die Begriffskarten, die jeweils einen Fachbegriff sowie die dazugehörige Erklärung umfassen, werden auf verstärktes Papier gedruckt und ausgeschnitten. Mit den Karten können verschiedene Aktionsspiele durchgeführt werden, um die Fachbegriffe kennenzulernen und zu festigen. Folgende Spielvarianten sind z.B. möglich:

Variante 1 – Zuordnung zu Oberbegriffen

Jede/r Schüler/in zieht eine Karte, liest diese und legt sie verdeckt vor sich. Die Lehrkraft nennt nun nacheinander verschiedene Oberbegriffe, z.B.:

- Energiesparen
- Farbe
- Helligkeit
- Lampe
- Lebensdauer
- Leuchte
- Maßeinheit
- Strom
- Umweltschutz
- ...

Jene SchülerInnen, die denken, dass ihre Karte bzw. der darauf angeführte Begriff in unmittelbarem Zusammenhang dazu steht, stehen auf. Die Karten werden vorgelesen – im Klassenverband wird entschieden, ob die Zuordnung korrekt ist, bzw. wird gemeinsam nach weiteren Begriffen gesucht, die zum Oberbegriff passen.

Variante 2 – Gruppenspiel „Begriffe erklären“ + anschließende thematische Ordnung

Im Vorfeld wählt die Lehrkraft jene Begriffskarten aus, die sie für geeignet hält.

Die Klasse wird in mehrere Gruppen geteilt. Die Begriffskarten werden bunt gemischt und verdeckt aufgelegt. Nun zieht nacheinander jeweils ein Mitglied jeder Gruppe eine Karte und liest entweder die Erklärung darauf vor oder versucht, den Begriff mit eigenen Worten zu umschreiben.

Jene Gruppe, die den Begriff zuerst errät, bekommt die Begriffskarte. Die Gruppe, die am Schluss die meisten Karten hat, hat gewonnen.

Vertiefend kann jede Gruppe den Auftrag erhalten, die erspielten Begriffskarten thematisch zu ordnen und mit passenden Oberbegriffen zu versehen. Die Gruppenergebnisse werden im Klassenverband präsentiert und diskutiert. Dabei unterstützen folgende Fragen:

- Welche Oberbegriffe haben sich bei mehreren Gruppen gefunden? Welche nur bei einer Gruppe?
- Gibt es Begriffe, die zu mehreren Oberbegriffen passen? Welche sind das?
- Gibt es Begriffe, die nur zu einem Oberbegriff passen? Welche sind das?
- Welchen Begriffen sind die SchülerInnen bereits begegnet? Welche waren ihnen neu?
- ...

Variante 3 – Gruppenspiel „Gruppenbildung“ + gemeinsame Reflexion der vielfältigen Möglichkeiten

Jede/r Schüler/in zieht eine Karte. Nachdem jede/r ihre/seine eigene Karte gelesen hat, bewegen sich die SchülerInnen frei im Klassenzimmer und versuchen andere SchülerInnen zu finden, deren Begriffskarte zu ihrer eigenen passt.

Da einige Begriffe mehreren Gruppen zugeordnet werden können, gibt es unterschiedliche Lösungsansätze, die im Anschluss gemeinsam reflektiert werden sollten.

Dabei unterstützen folgende Fragen

- Warum habt ihr euch als Gruppe zusammengefunden? Was verbindet eure Begriffe?
- Stimmen die anderen Gruppen mit der Einteilung überein? Was spricht dagegen?
- Welche anderen Gruppenbildungen sind ebenfalls möglich und warum?
- Gibt es klar abgegrenzte Gruppen, deren Begriffe keine vielfältige Zuordnung zulassen?

Variante 4 – „Lebende Mindmap“

Jede/r Schüler/in zieht eine Karte.

Nun startet der/die erste Schüler/in, liest ihre/seine Begriffskarte vor und platziert sich als Erster im Zentrum des Klassenzimmers.

Nach und nach liest jede/r Schüler/in ihre/seine Karte vor, und gemeinsam wird entschieden, wo diese/r sich optimalerweise platzieren sollte. SchülerInnen, deren Begriffskarte in direkter Verbindung zueinander stehen, können sich an den Händen nehmen bzw. kann auch Wolle genutzt werden, um die vielfältigen Verbindungen zwischen den verschiedenen Begriffskarten nachvollziehbar zu machen.

» **Farbtemperatur**

Beschreibt die Lichtfarbe des Leuchtmittels. Farbtemperaturen bis 3.300 Kelvin bezeichnet man als warmweiß, zwischen 3.300 und 5.300 Kelvin spricht man von neutralweiß und über 5.300 Kelvin von kaltweiß bzw. tageslichtweiß.

» **Lichtfarbe**

Sie beschreibt den Farbton, den das Licht einer Lampe hat. Man unterscheidet zwischen Warmweiß, Neutralweiß und Kaltweiß bzw. Tageslichtweiß.

» **Kelvin (K)**

Das ist die Maßeinheit der Farbtemperatur. Je höher der Wert, desto kühler ist die Farbe.

» **Farbwiedergabe-Index (Ra)**

Er gibt an, wie originalgetreu Lichtquellen die Farben der Umgebung wiedergeben.

» **Ra-Wert**

Der Wert gibt die Qualität der Farbwiedergabe einer Lichtquelle an. Je höher der Wert, desto natürlicher gibt das Licht die Farben der Gegenstände wieder.

» **Ra 100**

Das ist der Maximalwert, den eine Lichtquelle in Sachen natürlicher Farbwiedergabe erreichen kann. Das heißt, dass die Farben von Gegenständen in ihrem Licht genauso wiedergegeben werden wie im natürlichen Sonnenlicht.

» **Fassung**

In diesen Teil einer Leuchte steckt oder schraubt man den Sockel einer Lampe. Damit das gelingt und der elektrische Kontakt hergestellt wird, müssen die beiden allerdings zusammenpassen.

» **Sockel**

Dieser Teil des Leuchtmittels wird in die Fassung einer Leuchte geschraubt oder gesteckt und stellt den elektrischen Kontakt her. E- und G-Sockel sind die bekanntesten Sockel-Arten.

» **E27**

Das ist die gebräuchlichste Sockelgröße bei Lampen. Die Zahl gibt den Außendurchmesser des Schraubgewindes in Millimetern an.

» **Abstrahlwinkel**

Er beschreibt den Lichtausfallswinkel einer Lampe. Je kleiner der Wert, desto kleiner ist die beleuchtete Fläche.

» **Lichtkegel**

Je kleiner der Abstrahlwinkel einer Lampe ist, umso enger wird dieser lichterfüllte Bereich und damit auch die beleuchtete Fläche.

» **Beleuchtungsstärke**

Sie gibt an, wie viel Licht (genauer: Lichtstrom) auf eine bestimmte Fläche trifft.

» **Lux (lx)**

Das ist die Maßeinheit der Beleuchtungsstärke.

» **Leuchtdichte**

Sie gibt an, welche Helligkeit unser Auge auf einer beleuchteten Fläche wahrnimmt.

» **Helligkeitseindruck**

Wie hell das Auge eine beleuchtete oder leuchtende Fläche wahrnimmt, wird mit der Leuchtdichte angegeben.

» **Candela pro Flächeneinheit (cd/m²)**

Das ist die Maßeinheit für die Leuchtdichte: für den Helligkeitseindruck, den das menschliche Auge wahrnimmt.

» **Lichtstärke**

Sie gibt an, wie viel Strahlungsleistung einer Lichtquelle (= Lichtstrom) auf einen bestimmten Raumwinkel entfällt.

» **Candela (cd)**

Das ist die Maßeinheit für die Lichtstärke: die Menge an Licht, die auf einen bestimmten Raumwinkel entfällt.

» **Lichtstrom**

Das ist die Lichtleistung einer Lichtquelle: das Licht, das eine Lichtquelle nach allen Seiten abstrahlt.

» **Lumen (lm)**

Das ist die Maßeinheit des Lichtstroms.

» **Stromverbrauch**

Er ist von Leuchtmittel zu Leuchtmittel sehr unterschiedlich. Bei einer guten LED-Lampe liegt er um 85-90 % niedriger als bei einer alten Glühbirne. Auf ihn zu achten, tut nicht nur unserer Umwelt gut, sondern auch unserer Brieftasche.

» **Watt (W)**

Das ist die Maßeinheit für den Stromverbrauch einer Lampe oder eines Elektrogerätes in einer Stunde.

» **Lichtausbeute**

Sie gibt an, wie effizient eine Lampe leuchtet: wie viel Energie tatsächlich in Licht umgewandelt wird.

» **Wirtschaftlichkeit einer Lichtquelle**

Eine Lichtquelle wandelt zugeführte Energie in Licht um. Je höher das Verhältnis Lumen zu Watt, desto mehr Energie wird in Licht umgesetzt: sie steigt.

» **Lumen pro Watt (lm/W)**

Diese Maßeinheit gibt die Lichtausbeute einer Lampe an: wie viel Energie tatsächlich in Licht umgewandelt wird.

» **Energieeffizienzklasse**

Das ist eine Bewertungsskala, die du auf europäischen Energielabels findest. Sie gibt rasche Auskunft über den Stromverbrauch eines Elektrogerätes oder Leuchtmittels.

» **Energielabel**

Dieses Zeichen auf einer Lampenverpackung gibt an, zu welcher Energieeffizienzklasse die Lampe gehört.

» **Lebensdauer einer Lampe**

Die Nutzungsdauer einer Lampe wird in Stunden und/oder Jahren angegeben.

» **25.000 h = 25 Jahre**

Das ist ein Beispiel für die geschätzte Lebensdauer eines Leuchtmittels. Du findest diese auf der Verpackung von Lampen. Die Rechnung ist einfach: durchschnittlich wird von rund 1000 Betriebsstunden pro Jahr ausgegangen, das sind 2,5 bis drei Stunden pro Tag.

» **1 Jahr vs. 20-50 Jahre**

Dieser Vergleich ist neben dem viel niedrigeren Stromverbrauch ein weiteres wichtiges Argument für den Umstieg von Glühlampen auf LED-Lampen. Denn hier stehen 365 Tage Lebensdauer einer Glühbirne gegen 7.300 bis 18.250 Tage einer LED-Lampe.

Lampenverpackungen als Orientierungshilfe: Die wichtigsten Infos auf Lampenverpackungen

Übung 8: Zuordnungsübung

Lernziel:	Die SchülerInnen setzen sich mit verschiedenen Informationen auf Lampenverpackungen auseinander und können diese mit eigenen Worten erklären.
Fachbezug:	Physik, Geographie und Wirtschaftskunde
Dauer:	ab 5 Min.
Vorkenntnisse:	Begriffskarten 1 bzw. vergleichbares Wissen
Materialien:	Gut verpackt (Arbeitsblatt 7/Lösungsblatt 4)

Die SchülerInnen benennen die verschiedenen Abkürzungen und Symbole auf einer Lampenverpackung und notieren dazu einfache Definitionen.

Die Ergebnisse werden im Klassenverband verglichen.

Gemeinsam kann besprochen werden,

- welche Infos sich mehrfach auf der Verpackung finden und in welcher Form sie aufscheinen.
- welche der angeführten Infos nicht mit unmittelbaren Eigenschaften der Lampe zu tun haben.
- welche der angeführten Infos für die SchülerInnen neu sind.
- welche Bedeutung die verschiedenen Angaben auf einer Lampenverpackung für die Kaufentscheidung haben.

Tipps zur Vertiefung – zusätzliche Begriffe auf Lösungsblatt 4/2

Auf Lösungsblatt 4/2 sind einige Begriffe angeführt, die auf der abgebildeten Lampenverpackung nicht direkt zu finden sind. Gemeinsam kann besprochen werden,

- mit welchen auf der Verpackung angeführten Informationen diese jeweils in Verbindung stehen.
- warum diese Begriffe beim Kauf einer Lampe von Bedeutung sein können.

Tipps zur Vertiefung – Analyse verschiedener Lampenverpackungen

Die SchülerInnen nehmen verschiedene Lampenverpackungen von zu Hause in die Schule mit. Diese werden in Gruppen analysiert. Die Ergebnisse werden im Klassenverband verglichen:

- Welche Informationen sind auf allen Lampenverpackungen enthalten?
Werden diese Informationen immer gleich dargestellt bzw. falls nicht: inwieweit variiert deren Darstellung?
- Welche Informationen sind nicht auf allen Lampenverpackungen enthalten?
Was könnte der Grund dafür sein?
- Finden die SchülerInnen die Darstellung der Informationen gelungen?
Wenn nein - in welcher Hinsicht würden sie diese ändern?
- Gibt es Informationen, die den SchülerInnen auf den Lampenverpackungen fehlen?
Wenn ja - welche sind das und warum halten sie diese für relevant?
- Welche Verpackungen halten die SchülerInnen aus welchen Gründen für besonders gelungen bzw. für nicht gelungen?
- Wenn die SchülerInnen die Aufgabe erhalten würden, eine neue Lampenverpackung zu gestalten - worauf würden sie besonderen Wert legen?

Gut verpackt

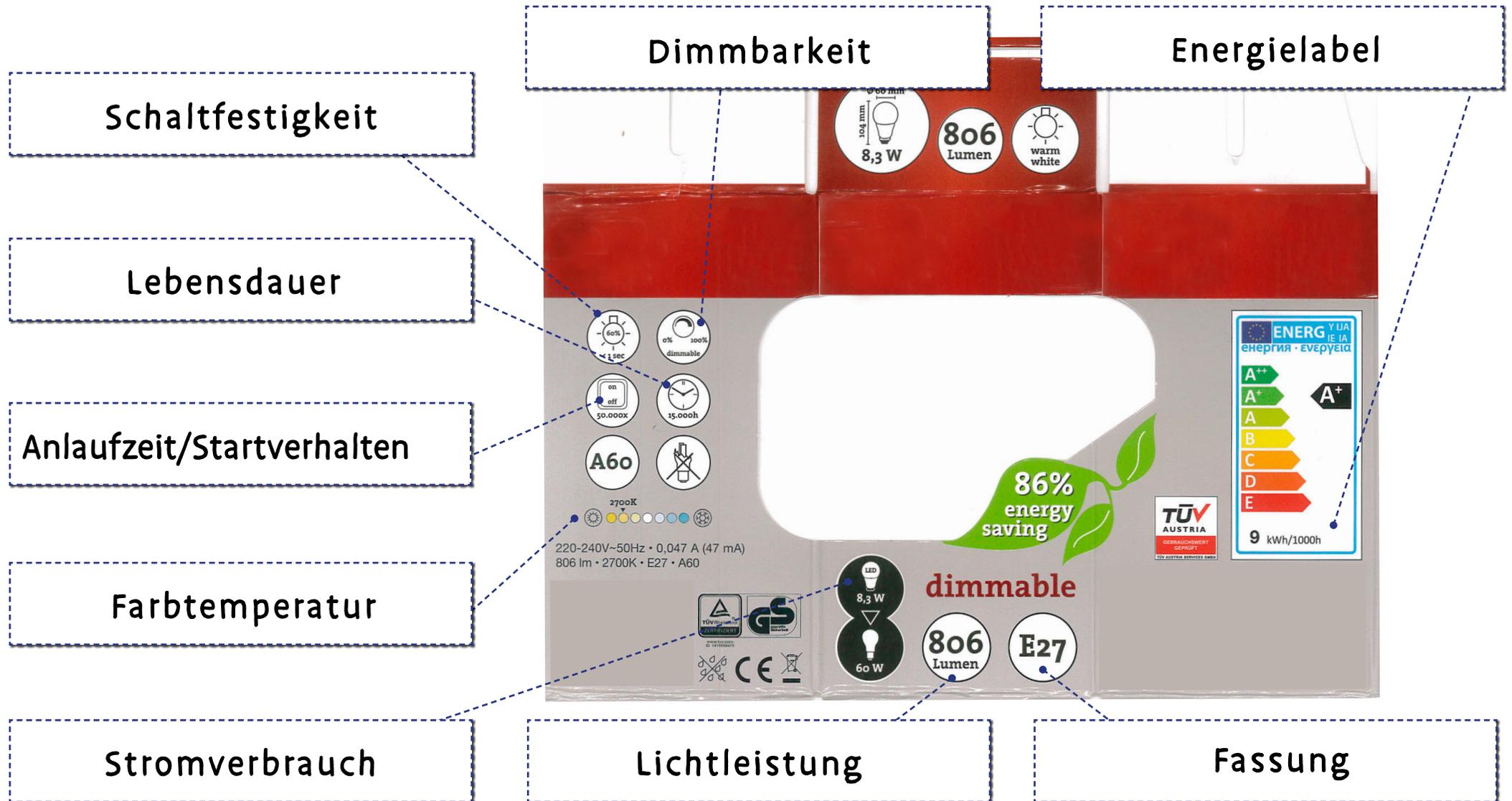
Lampenverpackungen enthalten jede Menge Informationen. Manche sind selbsterklärend, andere wiederum sind gar nicht so einfach zu verstehen. Benenne die verschiedenen Abkürzungen und Symbole auf der Verpackung und schreibe dazu jeweils eine kurze Erklärung.

The image shows a light bulb packaging with several key features and symbols:

- Top section:** A lightbulb icon with '8,3 W' and '806 Lumen', and a sun icon with 'warm white'.
- Left side:** A dimmer switch icon with '1 sec', a dimmable range icon from '0%' to '100%', an 'on/off' switch with '50.000x', and a clock icon with '15.000h'.
- Center:** A large white area with a green leaf graphic that says '86% energy saving'.
- Bottom left:** 'A60' bulb shape icon, '2700K' color temperature, and technical specifications: '220-240V~50Hz • 0,047 A (47 mA)', '806 lm • 2700K • E27 • A60'.
- Bottom center:** 'dimmmable' text, a lightbulb icon with '8,3 W' and '60 W', and '806 Lumen'.
- Bottom right:** 'E27' bulb base icon, 'TÜV AUSTRIA' logo, and an energy label showing 'A+'.
- Bottom:** Various certification logos including TÜV, GS, CE, and a recycling symbol.

There are several empty dashed boxes around the packaging, intended for students to write their explanations for the symbols and abbreviations they find.

Gut verpackt



Gut verpackt

Begriffserklärungen

» **Abstrahlwinkel**

Er beschreibt den Lichtausfallswinkel einer Leuchte. Je kleiner er ist, umso kleiner ist die beleuchtete Fläche.

» **Dimmbarkeit**

Sie gibt an, ob die Helligkeit einer Lampe stufenlos geregelt werden kann.

» **Energielabel**

Es liefert einen schnellen Überblick über den Stromverbrauch und die Energieeffizienz einer Lampe.

» **Entsorgungshinweis**

Hausmüll oder Sammelstelle? Dieser Hinweis gibt dir Auskunft darüber. LEDs gehören übrigens immer zur Sammelstelle – sie können nämlich zu 90 % recycelt werden.

» **Farbwiedergabe**

Der Ra-Wert gibt an, wie originalgetreu eine Lichtquelle die Farben der Umgebung wiedergibt.

» **Gewindekennung**

Sie gibt an, welchen Sockeltyp eine Lampe hat. Sockel und Fassung müssen zusammenpassen. Sonst lässt sich die Lampe nicht in die Leuchte schrauben bzw. stecken.

» **Hg**

Das ist die Abkürzung für giftiges Quecksilber.

» **Lebensdauer**

Die Nutzungsdauer einer Lampe wird in Stunden und/oder Jahren angegeben. Bei der Angabe in Jahren wird von rund 1.000 Betriebsstunden jährlich ausgegangen.

» **Lichtfarbe**

Sie beschreibt den Farbton, den das Licht einer Lampe hat. Man unterscheidet zwischen Warmweiß, Neutralweiß und Kaltweiß bzw. Tageslichtweiß.

» **Lumen (lm)**

Dieser Wert gibt die Lichtleistung einer Lampe an, ihre Helligkeit.

» **Maße**

Nicht jede Lampe passt in jede Leuchte! Daher sind auch Länge und Durchmesser einer Lampe angegeben.

» **Schaltfestigkeit**

Sie gibt an, wie oft eine Lampe an- und ausgeschaltet werden kann.

» **Startverhalten/Anlaufzeit**

Hier wird angegeben, wie lange eine Lampe braucht, um 60 % ihrer Helligkeit zu erreichen.

» **Watt (W)**

Dieser Wert gibt den Stromverbrauch einer Lampe an.

LEDs & andere Leuchtmittel: Infos zu LEDs im Vergleich zu anderen Leuchtmitteln

Übung 9: Rechercheübung

Lernziel:	Die SchülerInnen setzen sich mit den wichtigsten Informationen zu LEDs auseinander und kennen Vergleichswerte anderer Leuchtmittel. Die SchülerInnen üben die Recherche.
Fachbezug:	Physik
Dauer:	ab 10 Min.
Vorkenntnisse:	Wissen zu den verschiedenen Lichtgrößen
Materialien:	LEDs im Focus (Arbeitsblatt 8)

Die SchülerInnen recherchieren die auf **Arbeitsblatt 8** gefragten Informationen zu LEDs. Dies kann entweder als Hausaufgabe oder im Unterricht erfolgen.

Die Ergebnisse werden im Klassenverband verglichen.

Gibt es keine Möglichkeit der Onlinerecherche, so werden die SchülerInnen in Gruppen geteilt.

Jede Gruppe erhält einen Ausdruck der Broschüre „LED. Ihr Zuhause in neuem Licht“ des Landes Oberösterreich und des OÖ Energiesparverbandes (www.energiesparverband.at/fileadmin/esv/Broschueren/LED-Broschuere.pdf). Alle Fragen bzw. Aufgabenstellungen auf dem Arbeitsblatt sind durch genaue Lektüre dieser Broschüre beantwortbar.

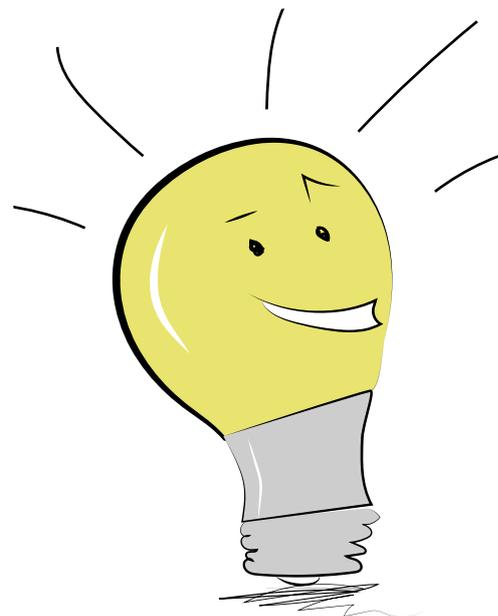
Lösung

- LED steht für Licht emittierende Diode.
Das Verb „emittieren“ bedeutet „aussenden“. Eine Diode ist ein elektronisches Bauelement, das Strom in eine Richtung passieren lässt.
D.h. eine LED ist eine Licht aussendende Diode.
- In der LED sind winzige Elektronik-Chips aus Halbleiterkristallen, die elektrische Energie in Licht umwandeln.
- Bei der Glühlampe erzeugt ein Glühdraht das Licht. Dieser muss dafür stark erhitzt werden – ein Großteil der Energie, die einer Glühlampe zugeführt wird, wird für die Erhitzung benötigt, nur ein kleiner Teil wird tatsächlich in Licht umgewandelt.
- Ja, diese ist aber deutlich geringer als bei anderen Leuchtmitteln. Sie entsteht auf der Rückseite einer leuchtenden LED-Fläche, weshalb eine gute Wärmeableitung über einen Kühlkörper aus der Lampe wichtig ist. Der Lichtstrahl selbst ist kalt.
- Die Lichtausbeute gibt an, wie viel der einer Lampe zugeführten Energie tatsächlich in Licht umgewandelt wird. Je höher die Lichtausbeute, umso effizienter ist eine Lampe. Bei einer LED-Lampe liegt die Lichtausbeute bei 130-160 Lumen/Watt. Damit ist sie rund 10 Mal größer als bei einer Glühlampe.
- LED-Lampe: 100 %, Energiesparlampe: +25 % → 125 %, Halogenlampe: +275 % → 375 %, Glühlampe: +400 % → 500 %
- Retrofit-Lampen haben den gleichen Sockel wie ihre weniger energieeffizienten Vorgänger und können daher problemlos in vorhandene Leuchten eingesetzt werden. Sie sind in verschiedenen Formen erhältlich und einfach austauschbar. Das heißt, dass alte Leuchten mit neuen LED-Lampen aufgerüstet werden können.
- LED Retrofit-Lampen: rd. 25.000 h; Energiesparlampen: max. 12.000 h; Glühlampe: max. 2.000 h
- Die Ökobilanz umfasst die Umweltbelastungen, die ein Produkt von seiner Herstellung bis zu seiner Entsorgung verursacht.
Die Ökobilanz von LED-Lampen ist besser als die anderer Leuchtmittel, ihre Umweltbelastung beträgt z.B. nur ein Fünftel jener einer Halogenglühlampe. Der Hauptteil des Energieverbrauchs einer Lampe entsteht bei ihrer Nutzung. LEDs sind zwar in der Produktion aufwändiger, durch geringen Stromverbrauch und hohe Lebensdauer gleichen sie diesen Mehraufwand allerdings wieder aus.
- LEDs enthalten wertvolle Ressourcen. Damit diese recycelt werden können, müssen LEDs am Ende ihrer Lebensdauer ordnungsgemäß bei einer Sammelstelle entsorgt und dürfen nicht einfach in den Restmüll geworfen werden.

LEDs im Focus

Recherchiere die Antworten auf die nachfolgenden Fragen.

1. Wofür steht LED?
Erkläre Fremdwörter oder Fachbegriffe, falls solche enthalten sind.
2. Wie wird bei LEDs Licht erzeugt?
3. Wie wird bei einer Glühlampe Licht erzeugt?
4. Entsteht bei LEDs Abwärme?
5. Was ist die Lichtausbeute, wie hoch ist diese bei einer LED-Lampe und um wie viel größer ist sie im Vergleich zu jener einer Glühlampe?
6. Erstelle eine einfache Grafik, in der du darstellst, wie viel Strom eine Energiesparlampe, eine Halogenlampe bzw. eine Glühlampe im Vergleich zu einer LED-Lampe mit derselben Lichtleistung verbrauchen. Der Stromverbrauch der LED-Lampe ist dabei dein Ausgangspunkt (= 100 %).
7. Welchen Vorteil haben LED Retrofit-Lampen bei der Umrüstung auf energieeffiziente Leuchtmittel?
8. Wie hoch ist die durchschnittliche Lebensdauer von LED Retrofit-Lampen?
Wie hoch ist die maximale Lebensdauer von Energiesparlampen, wenn diese bei 48 % einer LED-Retrofit-Lampe liegt?
Wie hoch ist die Lebensdauer einer Glühlampe, wenn diese höchstens ein Sechstel der Lebensdauer einer Energiesparlampe umfasst?
9. Was versteht man grundsätzlich unter Ökobilanz und wie fällt diese bei LEDs im Vergleich zu anderen Leuchtmitteln aus?
10. Was muss man bei der Entsorgung von LEDs beachten?



LEDs & andere Leuchtmittel: Infos zu LEDs**Übung 10: Kreuzworträtsel**

<i>Lernziel:</i>	Die SchülerInnen setzen sich mit den wichtigsten Informationen zu LEDs auseinander bzw. wiederholen sie diese.
<i>Fachbezug:</i>	Physik
<i>Dauer:</i>	ab 5 Min.
<i>Vorkenntnisse:</i>	Wissen zu LEDs
<i>Materialien:</i>	LED an! (Arbeitsblatt 9/Lösungsblatt 5)

Die SchülerInnen lösen das Kreuzworträtsel auf **Arbeitsblatt 9**.
Die Ergebnisse werden im Klassenverband verglichen.

Tipps zur Vertiefung

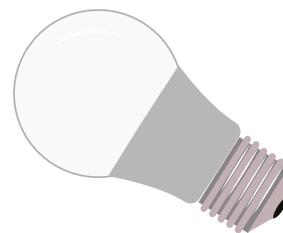
Die SchülerInnen werden in mehrere Gruppen geteilt.
Jede der Gruppen erstellt ein Kreuzworträtsel zu

- Glühlampen
- Halogenlampen
- Energiesparlampen

Die fertigen Kreuzworträtsel können zwischen den Gruppen getauscht und gelöst werden.

LED an!

1. Diese Bewegung, die bei Kerzenlicht für Atmosphäre sorgt, stört bei künstlichen Lampen. Bei LED-Lampen ist man davor sicher.
2. Nachdem LEDs anders als z.B. Leuchtstofflampen dieses giftige Schwermetall nicht enthalten, gehören sie nicht in den Sondermüll.
3. Dank des punktgenau gerichteten Lichts von LEDs, ist sie mit ihnen perfekt möglich.
4. Mit 130 bis 160 Lumen/Watt ist sie bei LEDs rund 10 Mal größer als bei Glühlampen.
5. Es gibt auch LED-Lampen, deren Lichtstärke stufenlos regelbar ist; sie sind ...
6. In Glühlampen erzeugt der Glühdraht das Licht, in Energiesparlampen ist es ein spezielles Gas, und in LEDs wandeln sie elektrische Energie in Licht um.
7. Sie liegt bei LEDs bei rund 25.000 Stunden und ist damit rund 25 Mal höher als bei einer Glühlampe. Bei manchen Modellen darf man sich sogar über 50.000 Betriebsstunden freuen.
8. Für diesen Begriff steht das „D“ in „LED“.
9. Im Restmüll haben LEDs nichts verloren – denn 90 % ihrer Bauteile und Rohstoffe können dadurch weiterverwendet werden.
10. Sie mögen das Licht von LEDs deutlich weniger als jenes anderer künstlicher Lichtquellen. Outdoor-Beleuchtung mit LEDs bewahrt uns daher nicht nur vor einer lichtbedingten Invasion durch diese Lebewesen, sondern schützt auch unser Ökosystem.
11. Weil LEDs diese anders als z.B. Energiesparlampen nicht brauchen, eignen sie sich auch zur Beleuchtung von Räumen, die nur kurz benutzt werden.
12. Um dieselbe Lichtmenge wie eine Glühlampe zu erzeugen, braucht eine LED-Lampe nur diesen Anteil an Energie.



Crossword puzzle grid with 12 numbered clues. The grid consists of empty cells for letters, with numbers 1 through 12 indicating the starting point and direction of each clue.

Lichtplanung: Wirtschaftlichkeit & Energieeffizienz von LED-Lampen & Glühlampen**Übung 11: Rechenaufgaben**

Lernziel: Die SchülerInnen können anhand konkreter Zahlenwerte ausführen, wie sich der Umstieg von Glühlampen auf LED-Lampen auf Energieeffizienz, CO₂-Ausstoß und Haushaltsbudget auswirkt. Die SchülerInnen üben das Lösen komplexer Textaufgaben.

Fachbezug: Mathematik, Physik

Dauer: ab 10 Min.

Vorkenntnisse: Wissen zu Lichtgrößen von Vorteil

Materialien: **Effizient und wirtschaftlich? (Arbeitsblatt 10)**

In Einzelarbeit lösen die SchülerInnen die Aufgaben auf dem Arbeitsblatt. Die Ergebnisse werden im Klassenverband verglichen.

Tipp zur Vertiefung/Zusatzinformation: Strompreis

Falls Internetrecherche möglich ist, können die SchülerInnen die Aufgabe erhalten, den aktuellen Durchschnittsstrompreis auf Basis des Preismonitors der e-control (www.e-control.at/preismonitor) zu ermitteln. Der auf dem Arbeitsblatt angegebene Strompreis basiert auf den Werten vom November 2019.

Lösung

1. Glühlampe: 0,36 kWh, LED-Lampe: 0,05 kWh
2. A. Glühlampe: 0,07 €, LED-Lampe: 0,01 € pro Tag
B. Glühlampe: 25,56 €, LED-Lampe: 3,65 € pro Jahr
3. 21,91 €
4. Ab Tag 67 (3,99 € höhere Anschaffungskosten/Stromersparnis der LED gegenüber der Glühlampe von sechs Cent pro Tag = 66,5)
5. Glühlampe: 0,46 Jahre, LED-Lampe: 6,85 Jahre
6. A. 15 €
B. Die Anschaffungskosten der Glühlampen sind drei Mal so hoch wie jene der LED-Lampe.
7. 775 kWh (Ersparnis pro Tag 0,31 kWh; Lebensdauer 2.500 Tage)
8. 139,5 kg

Effizient und wirtschaftlich?

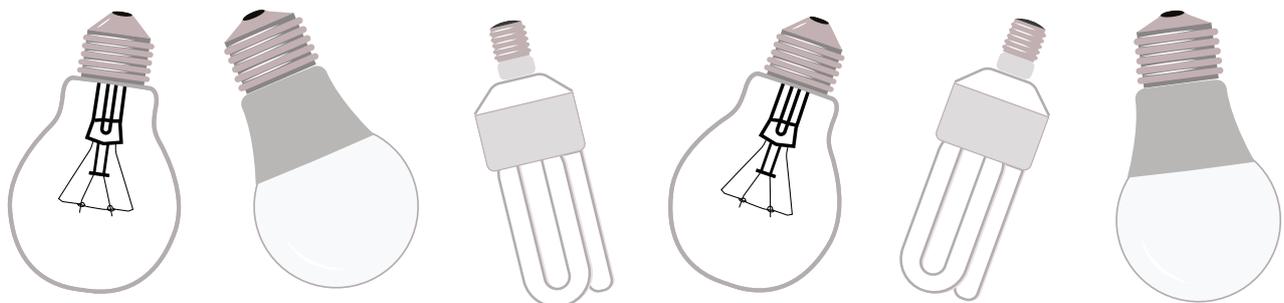
Eine 60 Watt Glühlampe kostet einen Euro und hält 1.000 Stunden.

Eine LED-Lampe mit vergleichbarer Helligkeit (806 Lumen) kostet € 4,99. Ihr Stromverbrauch liegt bei 8 Watt, ihre Lebensdauer liegt bei mindestens 15.000 Stunden.

Wie wirkt sich der Umstieg von Glühlampe auf LED-Lampe auf die Energieeffizienz, den CO₂-Ausstoß und den Geldbeutel aus, wenn die Lampe durchschnittlich sechs Stunden am Tag leuchtet?

Runde alle Werte auf zwei Stellen nach dem Komma.

1. Berechne den täglichen Stromverbrauch beider Lampen in kWh.
2. A. Berechne die täglichen Energiekosten beider Lampen.
B. Berechne die Energiekosten beider Lampen pro Jahr in Euro.
Gehe bei deinen Berechnungen von Kosten von 20 Cent pro Kilowattstunde aus.
3. Wie hoch ist die jährliche Kostenersparnis der LED-Lampe im Vergleich zur alten Glühlampe?
4. Ab welchem Tag amortisieren sich die höheren Anschaffungskosten der LED-Lampe alleine aufgrund der Stromersparnis gegenüber der Glühlampe?
5. Wie hoch ist die Lebensdauer der Glühlampe bzw. der LED-Lampe bei der angegebenen Betriebsdauer von sechs Stunden pro Tag in Jahren?
6. A. Wie hoch sind die Anschaffungskosten für die Glühlampen, die du benötigst, um den Zeitraum der Lebensdauer der LED-Lampe abzudecken?
B. Setze die Anschaffungskosten der Glühlampen und der LED-Lampe in Relation.
7. Wie viele kWh Strom sparst du mit der LED-Lampe innerhalb ihrer gesamten Lebensdauer im Vergleich zur Verwendung von Glühlampen?
8. Wenn man davon ausgeht, dass beim Verbrauch einer kWh Strom 180 g CO₂-Emissionen entstehen:
Wie hoch ist die CO₂-Ersparnis bei der Umstellung von einer Glühlampe auf eine LED-Lampe innerhalb der gesamten LED-Lebensdauer? Gib diese in Kilogramm an.



Praxistest: Reflexion & Blendung

Übung 12: Infotexte + Verständnisfragen

- Lernziel:** Die SchülerInnen können mit eigenen Worten erklären, was man unter einer Lichtreflexion versteht. Sie kennen die verschiedenen Arten von Blendung und können beschreiben, in welcher Form sich diese auf das Sehvermögen auswirken. Sie können konkrete Maßnahmen nennen, um negative Blendeffekte so gering wie möglich zu halten.
- Fachbezug:** Physik, Biologie
- Dauer:** ab 5 Min.
- Vorkenntnisse:** Funktionsweise des Sehvorganges
- Materialien:** **Alles blendend? (Arbeitsblatt 11)**

In Einzelarbeit lesen die SchülerInnen die Infotexte auf dem Arbeitsblatt und lösen die Verständnisaufgaben. Die Ergebnisse werden im Klassenverband verglichen.

Lösung

- Das ist jener Wert an Leuchtdichte, bei dem ein Objekt vor seinem Hintergrund gerade noch wahrgenommen wird.
- Nein. Die Leuchtdichte ist der Helligkeitseindruck, den ein Auge von einer beleuchteten Fläche bzw. einem beleuchteten Objekt hat. Dieser ist bei jedem Menschen unterschiedlich ebenso wie auch die Sehschwelle, die jenen Leuchtdichtewert angibt, bei dem jemand ein Objekt gerade noch erkennt.
- Formen der Direktblendung:

Ursache	Physiologische Blendung	Psychologische Blendung
besonders helle Leuchte in einem Raum		X
Scheinwerfer eines im Dunkeln entgegenkommenden Fahrzeuges	X	
sehr helles Fenster in einem Raum		X
Taschenlampenkegel, in den man im Dunkeln plötzlich blickt	X	

- In Innenräumen kommt die physiologische Blendung eher selten vor, weil es im Regelfall eine Grundbeleuchtung gibt, die den Blendungseffekt reduziert.
- Helle Flächen haben einen hohen Reflexionsgrad. Das heißt, dass sie einen großen Anteil des auf die Fläche fallenden Lichtstroms reflektieren. Weiße Wände z.B. werfen rund 85 % des Lichtstroms zurück.
- Um z.B. Text auf dem Computerbildschirm gut lesen zu können, ist ein deutlicher Kontrast zwischen den Buchstaben und dem Bildschirmhintergrund notwendig. Durch Spiegelung von Licht auf dem Bildschirm kann sich dieser Kontrast deutlich reduzieren.

Tipp zur Vertiefung – Gestaltung von Bildschirmarbeitsplätzen

Die SchülerInnen erhalten die Aufgabe, die ergonomischen Vorgaben für die Gestaltung von Bildschirmarbeitsplätzen zu recherchieren und dazu die wichtigsten Faustregeln zu notieren. Die Ergebnisse werden im Klassenverband zusammengeführt und diskutiert.

Tipp zur Vertiefung – Funktionsweise des Auges

Das Materialienpaket „Mensch & Licht“ bietet die Möglichkeit, mit den SchülerInnen die Funktionsweise des Auges zu wiederholen.

Zusatzinformation

- Mit dem **UGR-Verfahren** (UGR = Unified Glare Rating) wird die psychologische Direktblendung bewertet, die die Leuchten in einem Raum verursachen können. Dabei finden verschiedene Standorte und auch verschiedene Blickrichtungen Berücksichtigung.
- Mit dem **CRF-Kontrastwiedergabefaktor** (CRF = Contrast Rendering Factor) wird die Reflexblendung auf horizontalen glänzenden Flächen angegeben.

Alles blendend?

Wir brauchen zwar Licht zum Sehen, zu viel Licht kann die Sehleistung allerdings auch beeinträchtigen. In diesem Fall spricht man von „Blendung“.

Um gut und störungsfrei zu sehen, müssen wir Kontraste wahrnehmen können. Werden wir geblendet, so wird die Wahrnehmung von Kontrasten erschwert und die Sehschwelle erhöht. Wie stark ein Blendeffekt wahrgenommen wird, ist individuell unterschiedlich.



1. Was ist die Sehschwelle?
- Das ist die Mindestanzahl an Sehzellen, die funktionieren müssen, um noch Kontraste wahrnehmen zu können.
 - Das ist jene Belichtungsstärke, bei der das Auge noch Farben unterscheiden kann.
 - Das ist jener Wert an Leuchtdichte, bei dem ein Objekt vor seinem Hintergrund gerade noch wahrgenommen wird.

2. Ist die Sehschwelle ein Wert, der bei allen Menschen gleich hoch ist? Begründe deine Antwort.

.....

.....

.....

Grundsätzlich unterscheidet man zwei Arten von Blendung: die **Direktblendung** und die **Reflexblendung**.



✓ Direktblendung

Sie entsteht durch zu hohe Leuchtdichten, z.B. durch falsch angebrachte Leuchten, leuchtende Flächen oder durch freistrahkende Lichtquellen.

- » Bei einer **physiologischen Direktblendung** wird das Sehvermögen direkt herabgesetzt.
- » Bei einer **psychologischen Direktblendung** kommt es zu Störimpfindungen, die zwar das Sehvermögen nicht unmittelbar herabsetzen, längerfristig aber zu Ermüdung und sinkender Leistungs- und Konzentrationsfähigkeit führen.

3. Um welche Form der Direktblendung handelt es sich? Kreuze an.

Ursache	Physiologische Blendung	Psychologische Blendung
besonders helle Leuchte in einem Raum		
Scheinwerfer eines im Dunkeln entgegenkommenden Fahrzeuges		
sehr helles Fenster in einem Raum		
Taschenlampenkegel, in den man im Dunkeln plötzlich blickt		

4. Welche Form der Direktblendung kommt in Innenräumen eher selten vor?
Begründe deine Entscheidung.

.....

.....

.....

Was tun gegen Direktblendung in Innenräumen?

- ✓ Überprüfung der Ausrichtung von Lampen und der Anbringung Leuchten
- ✓ Verdunkelungsmöglichkeiten bei Fenstern (Jalousien, Vorhänge)
- ✓ Abschirmung von Lichtquellen durch spezielle Reflektoren und Raster

✓ **Reflexblendung**

Die Reflexblendung entsteht durch Spiegelung auf glänzenden Oberflächen, z.B. auf Bildschirmen oder nassen Straßen.

Grundsätzlich können wir die Lichtspiegelung positiv nutzen. So wirkt etwa ein Raum mit hellen Wänden und Möbeln automatisch heller als einer mit dunkler Innenausstattung.

5. Erkläre, wie man Lichtspiegelung nutzen kann, um mit wenig Licht eine gute Beleuchtungsstärke zu erzielen.

.....

.....



So weit, so gut.

Spiegelt sich allerdings das Licht von Leuchten oder Fensterflächen auf glänzenden Oberflächen, so führt das zu einer Kontrastminimierung. Bei hoher Leuchtdichte kommt es zu einer Reflexblendung. Die Sehzellen auf unserer Netzhaut arbeiten auf Hochtouren, um trotz dieser Kontrastminderung verwertbare Bilder an unser Gehirn zu schicken. Das führt zu rascher Ermüdung und einem Nachlassen der Konzentration. Sogar Kopfschmerzen und Schwindelgefühle können sich einstellen.

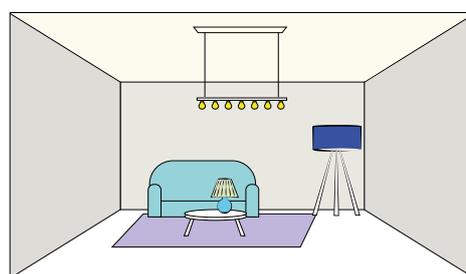
6. Kannst du erklären, warum Reflexblendung besonders häufig mit Bildschirmarbeit in Verbindung gebracht wird?

.....

.....

Was tun gegen Reflexblendung in Innenräumen?

- ✓ richtige Anordnung von Leuchten
- ✓ richtige Anordnung von Arbeitsplätzen, sodass das Licht nicht frontal, sondern seitlich auf den Schreibtisch fällt
- ✓ Leuchtdichtebegrenzung
- ✓ Ausstattung von Innenräumen mit matten Oberflächen



Praxistest: Lichtfarben & Farbwiedergabe**Übung 13: Lückentext**

<i>Lernziel:</i>	Die SchülerInnen können die Wirkungen der Lichtfarben mit eigenen Worten erklären und konkrete Beispiele für deren Anwendung nennen.
<i>Fachbezug:</i>	Biologie, Physik, Geographie & Wirtschaftskunde
<i>Dauer:</i>	ab 5 Min.
<i>Vorkenntnisse:</i>	Lichtfarben und deren Wirkungen
<i>Materialien:</i>	Licht wirkt! (Infoblatt 5/Arbeitsblatt 12/Lösungsblatt 6)

Je nach Vorwissen kann **Infoblatt 5** vor Beginn der Übung gemeinsam besprochen werden.

In Einzelarbeit ergänzen die SchülerInnen den Lückentext. Die Ergebnisse werden im Klassenverband verglichen. Anschließend werden gemeinsam weitere Anwendungen bzw. Einsatzbereiche der verschiedenen Lichtfarben gesammelt.

Tipps zur Vertiefung – Human Centric Lighting & die Wirkungen von Licht

Das Materialienpaket **Mensch & Licht** bietet die Möglichkeit, mit den SchülerInnen die Wirkungen von Licht auf den Menschen zu vertiefen. Es liefert einen Einblick in die Grundlagen von Human Centric Lighting sowie konkrete Tipps zur optimalen Nutzung und dem gezielten Einsatz von künstlichem Licht.

Weiß ist nicht gleich weiß!

Warmweiß

< 3.300 Kelvin

gemütlich, angenehm, wohnlich

Zuhause

Wohnzimmer, Schlafzimmer, Kinder-/Jugendzimmer

Weitere Einsatzbereiche

Bäckereien, bestimmte Lebensmittel im Supermarkt, Wartesäle, Pausenräume, ...

Neutralweiß

3.300 – 5.300 Kelvin

hell, klar, freundlich

Zuhause

Küche, WC, Bad, Flur, Schreibtischbeleuchtung

Weitere Einsatzbereiche

Klassenzimmer, Wartezimmer, Büroräume, Krankenhäuser, ...

Tageslichtweiß

> 5.300 Kelvin

anregend, leistungssteigernd, konzentrationsfördernd

Zuhause

Arbeitsräume, Bereiche für hochkonzentriertes Arbeiten

Weitere Einsatzbereiche

Bibliotheken, Grafikstudios, Elektrotechnik, Fertigungshallen, Labore, OP-Räume, Werkstätten, ...

Licht wirkt!

Im nachfolgenden Text sind einige Begriffe verloren gegangen.
Kannst du sie wieder ergänzen?



Licht kann aktivieren oder beruhigen. Beim Kauf einer Lampe solltest du daher immer auf die achten.

Ein gutes Beispiel sind Industriehallen: Hier sollen die MitarbeiterInnen trotz mangelndem möglichst produktiv arbeiten. Die Betriebe setzen daher Licht mit hohem ein. Das macht wach und aktiviert und trägt damit auch zur am Arbeitsplatz bei. Die Farbtemperatur beträgt mindestens

Ganz anders schaut es zuhause im Wohn- oder Schlafzimmer aus. Hier wollen wir in gemütlicher, entspannter Atmosphäre zur Ruhe kommen. In diesen Räumen eignet sich daher der Einsatz von Licht mit einer Farbtemperatur unter

..... Licht ist hell genug für einen Arbeitsbereich zu Hause und wird oft als angenehmer empfunden als tageslichtweißes Licht. Die Farbtemperaturen reichen von

Damit Farben zuhause möglichst realitätsgetreu wiedergegeben werden, solltest du bei der Wahl einer Lampe außerdem auf den achten. Er sollte mindestens betragen. In Grafikbüros oder OP-Sälen sollte er möglichst nah an der liegen.

Licht wirkt!



Licht kann aktivieren oder beruhigen. Beim Kauf einer Lampe solltest du daher immer auf die **Farbtemperatur** achten.

Ein gutes Beispiel sind Industriehallen: Hier sollen die MitarbeiterInnen trotz mangelndem **Tageslicht** möglichst produktiv arbeiten. Die Betriebe setzen daher **kaltweißes** Licht mit hohem **Blauanteil** ein. Das macht wach und aktiviert und trägt damit auch zur **Sicherheit** am Arbeitsplatz bei. Die Farbtemperatur beträgt mindestens **5.300 K**.

Ganz anders schaut es zuhause im Wohn- oder Schlafzimmer aus. Hier wollen wir in gemütlicher, entspannter Atmosphäre zur Ruhe kommen. In diesen Räumen eignet sich daher der Einsatz von **warmem** Licht mit einer Farbtemperatur unter **3.300 K**.

Neutralweißes Licht ist hell genug für einen Arbeitsbereich zu Hause und wird oft als angenehmer empfunden als tageslichtweißes Licht. Die Farbtemperaturen reichen von **3.000 K bis 5.300 K**.

Damit Farben zuhause möglichst realitätsgetreu wiedergegeben werden, solltest du bei der Wahl einer Lampe außerdem auf den **Ra-Wert** achten. Er sollte mindestens **80** betragen. In Grafikbüros oder OP-Sälen sollte er möglichst nah an der **100** liegen.

Praxistest: Erstellung eines Lichtkonzeptes für einen (Lebens-)Raum bzw. Arbeitsraum

Übung 14: Erstellung eines Lichtkonzeptes anhand vorgegebener Arbeitsschritte

- Lernziel:** Die SchülerInnen können die Arbeitsschritte aufzählen und beschreiben, die notwendig sind, um ein Lichtkonzept für einen Raum zu erstellen.
 Sie können Entscheidungskriterien nennen, die für die Auswahl von Lampen und Leuchten von Relevanz sind.
 Sie üben das Erfassen und die kritische Analyse vorhandener Lampen und Leuchten.
 Die SchülerInnen üben das Zeichnen eines (maßstabsgetreuen) Grundrisses.
 Sie lernen gängige Symbole kennen, die beim Zeichnen eines Raumgrundrisses Verwendung finden.
 Sie üben das Erfassen räumlicher Strukturen und Zusammenhänge.
- Fachbezug:** Geographie & Wirtschaftskunde, Physik, Biologie und Wirtschaftskunde, Mathematik, Geometrisches Zeichnen
- Dauer:** ab 30 Min. *(ohne Erhebung der Raummaße und des Ist-Lichtstatus)*
- Vorkenntnisse:** Wissen zu den wichtigsten Parametern, die für die Lichtplanung zu berücksichtigen sind
- Materialien:** **Licht für den Menschen (Infoblatt 6)**
Weiß ist nicht gleich weiß! (Infoblatt 5)
Basics für die Lichtplanung (Infoblatt 7)
Von morgens bis abends das richtige Licht (Infoblatt 8)
Mein Lichtkonzept (Arbeitsblatt 13)

Als Einstieg in die Aufgabe wird **Infoblatt 6** kurz gemeinsam besprochen. Anschließend erstellen die SchülerInnen in Einzelarbeit anhand der auf dem Arbeitsblatt angeführten Arbeitsschritte ein Lichtkonzept für einen (Lebens-) Raum oder Arbeitsraum. Dieser Raum kann entweder vorgegeben oder frei gewählt werden. Die Infoblätter können im Vorfeld gemeinsam besprochen werden oder den SchülerInnen als Unterstützung bei der Erstellung ihres Lichtkonzeptes zur Verfügung gestellt werden.

Haben alle SchülerInnen ihr Lichtkonzept erstellt, gibt es zwei Möglichkeiten der Analyse:

- ⇒ Es werden Gruppen gebildet. Wurde kein Raum nur von einer Schülerin/einem Schüler gewählt, so kann die Gruppenteilung nach dem ausgewählten Raum erfolgen, es können aber auch verschiedene Räume in einer Gruppe gemischt werden.
 In den Gruppen werden die einzelnen Lichtkonzepte gemeinsam besprochen und gegebenenfalls modifiziert.

- ⇒ Die SchülerInnen bilden Paare. Die/Der Partner/in erhält jeweils
 - einen einfachen Grundriss von dem Raum, für den das Lichtkonzept erstellt wurde; dieser Grundriss enthält nur die Raummaße, Türen und Fenster.
 - die Übersicht über die Nutzungs- und Lichthanforderungen.

Im ersten Schritt werden die Lichthanforderungen der Partnerin/des Partners überprüft:

*Wäre man anhand des Raumes und der Aktivitäten, die darin stattfinden, zum selben Ergebnis gekommen?
 Falls nicht - in welchen Punkten wäre man aus welchen Gründen zu anderen Schlüssen gekommen?*

Im zweiten Schritt wird basierend auf den Erkenntnissen aus Schritt 1 der Grundriss durch Leuchten ergänzt.

Abschließend werden die Ergebnisse paarweise verglichen und diskutiert.

Im Anschluss können die Lichtkonzepte bzw. Ergebnisse aller SchülerInnen im Klassenverband zusammengeführt und nach verschiedenen Gesichtspunkten analysiert werden, z.B. können die Nutzungsanforderungen verglichen werden, die zum gleichen Raum erstellt wurden.

Tipp zur Vertiefung – die Bedeutung von Tageslicht

Die optimale Nutzung von Tageslicht ist Teil jedes professionellen Lichtkonzeptes: nicht nur wegen der Energieeinsparung, sondern auch wegen der positiven Auswirkungen von Tageslicht auf uns Menschen.

Gemeinsam kann erst ein Brainstorming durchgeführt werden, welche entsprechenden baulichen Maßnahmen den SchülerInnen bereits begegnet sind (z.B. Lichtkuppeln). Anschließend wird gemeinsam nach einfachen Möglichkeiten gesucht, um das Tageslicht bei sich zu Hause effektiv zu nutzen (z.B. tagsüber keine dunklen bzw. lichtdämpfenden Vorhänge, Jalousien hochziehen, ...).

Zusatzinformation

- **Modelling – Licht & Schatten**

Schatten sorgen dafür, dass wir dreidimensional sehen. Sie ermöglichen die einfache Wahrnehmung von Objekten und Entfernungen. Beleuchtung mit diffusem Licht ohne Schatten erschwert den Sehvorgang und kann aufgrund optischer Täuschungen, die etwa dazu führen, dass Entfernungen falsch eingeschätzt werden, sogar zu einem Sicherheitsrisiko werden.

Andererseits wiederum bilden punktförmige Lichtquellen mit stark gerichtetem Licht sehr tiefe Schatten, in deren Bereichen das menschliche Auge nichts erkennen kann.

Als „Modelling“ wird der richtige Mix aus Licht und Schatten bezeichnet, der die Sehleistung fördert und gleichzeitig auch eine angenehme Lichtatmosphäre schafft.

- **Tageslicht am Arbeitsplatz**

In der Arbeitsstättenverordnung (AStV) sind bauliche Mindestanforderungen an die Arbeitsstätten definiert. So müssen etwa die ArbeitgeberInnen für eine möglichst gleichmäßige, natürliche Belichtung von Arbeitsräumen sorgen. Schließt es der Arbeitsvorgang nicht aus, wie es z.B. in Fotolaboren der Fall ist, so müssen Arbeitsräume natürlich belichtet werden. Die Lichteintrittsflächen der Fenster, Oberlichter oder Lichtkuppeln müssen mindestens 10 % der Fußbodenflächen betragen, die Sichtverbindung ins Freie in Augenhöhe mindestens 5 %. Gleichzeitig muss nachteiliges Einwirken von Sonnenlicht durch entsprechenden Wärme- und Blendschutz sichergestellt werden.

Weiterführender Link zum Thema: www.arbeiterkammer.at/beratung/arbeitundgesundheit/Arbeitsumfeld/Belichtung_und_Beleuchtung.html

- **Tageslicht & Stromeinsparung**

Dank moderner Lichtmanagementsysteme, die das künstliche Licht tageslichtabhängig stufenlos regeln bzw. z.B. auch komplett abschalten, besteht ein Stromeinsparungspotenzial von bis zu 70 %.

Jeder Leuchte bzw. Leuchtengruppe wird zu diesem Zweck ein Lichtsensor zugeordnet, der die aktuelle Lichtmenge im Innen- und Außenbereich misst und die Leuchte gemäß einem im Vorfeld definierten Niveau automatisch regelt.

Licht für den Menschen



Basics für die Lichtplanung

Allgemein- oder Grundbeleuchtung

... sorgt für die gleichmäßige Beleuchtung eines gesamten Raumes, ohne dabei Akzente zu setzen. Das heißt, alle Gegenstände und Personen im Raum sind gleich gut erkennbar. Es kommt kaum zu Schattenbildung und Kontrasten. Die Augen ermüden rascher.

- ⇒ *Ziel:* Raumübersicht und Orientierung
- ⇒ *Lichteinfall:* Licht wird entweder nach oben zur Decke abgegeben oder es verteilt sich von der Decke herab gleichmäßig nach allen Seiten. Man spricht von indirektem, diffusem, flächigem Licht.
- ⇒ *Leuchtkörper:* Deckenleuchte, Deckenfluter, Wandstrahler, Pendelleuchte in der Raummitte (mit Glas- oder hellem Stoffschirm), LED-Panel, ...

Zonen- oder Platzbeleuchtung

... sorgt für die Beleuchtung einzelner Bereiche, an denen Tätigkeiten mit bestimmten Lichtbedürfnissen ausgeübt werden. Es entstehen deutliche Kontraste und Schatten.

- ⇒ *Ziel:* Versorgung einzelner Bereiche mit den dort benötigten Lichtverhältnissen
- ⇒ *Lichteinfall:* Das Licht ist auf einen bestimmten Bereich gerichtet und diesen akzentuierend. Man spricht von direktem, gebündeltem bzw. gerichtetem Licht.
- ⇒ *Leuchtkörper:* Pendelleuchte mit kegelförmigem Licht über Esstisch, Leselampe in der Lesecke, Schreibtischlampe, flächiger Strahler zur Beleuchtung des Badspiegels, Strahler über der Küchenarbeitsfläche, ...

Stimmungsbeleuchtung

... sorgt für besondere Atmosphäre.

- ⇒ *Ziel:* Erzielen einer besonderen Lichtstimmung bzw. Atmosphäre
- ⇒ *Lichteinfall:* Ist von der gewünschten Atmosphäre abhängig, z.B. Discokugel, die die Lichteffekte gleichmäßig von der Decke nach allen Seiten verteilt, oder z.B. ein Strahler, der eine Wand in eine sanfte Farbe färbt.
- ⇒ *Leuchtkörper:* abhängig von gewünschter Atmosphäre, z.B. Wandleuchte, Tischleuchte, Strahler, Effektleuchte, LED-Streifen, ...

» Beleuchtungsformen kombinieren

Räumen, die nur über eine Allgemeinbeleuchtung verfügen, fehlen mit dem Licht-Schatten-Wechsel auch die Kontraste und damit die Gemütlichkeit. Bei der Lichtplanung von Wohnräumen sollte man daher immer auf eine Kombination aus indirektem, diffusem und direktem, gebündeltem Licht achten.

» Beim Leuchten- und Lampenkauf auf Flexibilität achten

Je mehr Einstellungsmöglichkeiten die einzelnen Leuchten in einem Raum bieten, umso mehr Beleuchtungsfunktionen kann man mit ihnen abdecken.

Von morgens bis abends das richtige Licht

Moderne Beleuchtungskonzepte unterstützen den Menschen während des gesamten Tagesablaufs mit dem richtigen Licht.

Tageszeit	gewünschte Wirkung	Lichtfarbe	Lichtausrichtung
morgens	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Unterstützung des natürlichen Tag-Nacht-Rhythmus durch Simulation des Sonnenaufgangs ✓ langsame Aktivierung 	warmweiß	engstrahlende, inselartig ausgerichtete, direkte Beleuchtung von Wänden, Raumecken, Frühstückstisch, ...
tagsüber	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Aktivierung 	neutralweiß	indirekte Beleuchtung von Wänden und Deckenflächen
abends	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Unterstützung des natürlichen Tag-Nacht-Rhythmus durch Simulation des Sonnenuntergangs ✓ Entspannung 	warmweiß	engstrahlende, inselartig ausgerichtete, direkte Beleuchtung von Wänden, Raumecken, Esstisch, ...
tageszeitunabhängig	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Aktivierung & Erhöhung der Leistungs- und Konzentrationsfähigkeit 	tageslichtweiß, kalt	sowohl indirekte Beleuchtung von Wänden und Deckenflächen als auch inselartige Beleuchtung z.B. eines Arbeitsplatzes

Mein Lichtkonzept

Die Basis eines professionellen Lichtkonzeptes ist sorgfältige Analyse.
 Ein Lichtkonzept mit maximaler Lichtqualität, Nutzerfreundlichkeit und Energieeffizienz ist nur möglich, wenn die Ziele einer Beleuchtungsanlage zu Beginn klar definiert werden.

1. Wahl des Raumes

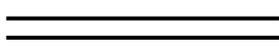
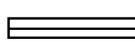
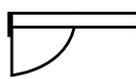
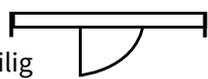
Suche dir einen Raum aus, für den du ein Licht-Konzept erstellen möchtest.
 Wichtig ist, dass du weißt, welche Aktivitäten in diesem Raum stattfinden.

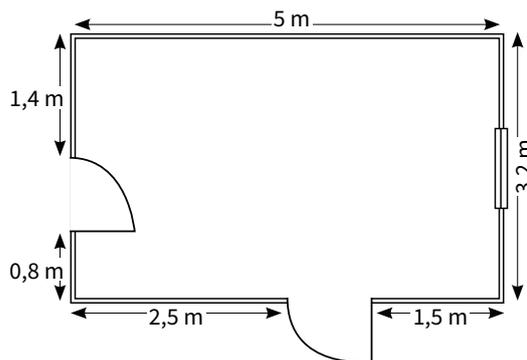
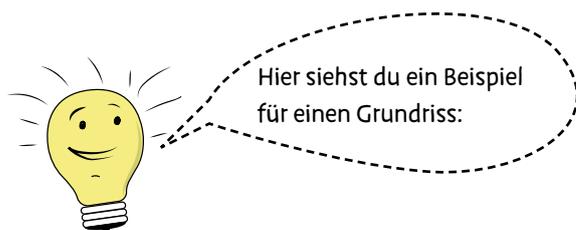
Tip: Wenn du einen Raum wählst, auf dessen Gestaltung du tatsächlich Einfluss nehmen kannst, hast du einen direkten Nutzen aus dieser Übung.

2. Bestandsaufnahme Raummaße & Anfertigung eines Grundrisses

Fertige einen maßstabsgetreuen Grundriss des Raumes an.

- ⇒ Nimm die genauen **Maße** des Raumes. Vergiss dabei nicht auf Fenster und Türen. Bei den Türen ist auch die Öffnungsrichtung wichtig.
- ⇒ Entscheide dich je nach Größe des Raumes für einen einfach umrechenbaren **Maßstab** und rechne alle Raummaße entsprechend um.
Tip: Ein A4-Blatt ist 21 cm x 29,7 cm groß.
 Ist der Raum z.B. 4 m x 5 m groß, wäre der Maßstab 1:20 cm optimal. In diesem Fall wäre dein maßstabsgetreuer Grundriss 20 cm x 25 cm groß.
- ⇒ Nimm einen glatten A4-Zettel und zeichne den **Grundriss** des Raumes darauf.
 Benutze dabei folgende Symbole:

Wand 	Fenster 	Tür 
2-flügelige Tür 	Fenstertür 2-teilig 	Fenstertür 3-teilig 



3. Bestandsaufnahme Licht

Welche Lichtquellen sind aktuell in Verwendung?

- ⇒ Fertige nach dem folgenden Muster eine **Liste aller Lichtquellen** im Raum an.

laufende Nr.	Leuchtenart	Lampenart	Anzahl der Lampen	Lichttemperatur (Kelvin)	Gesamtlumen	Gesamtverbrauch (Watt/h)
1	Deckenleuchte	Halogen	4	3.000 K	2.800 lm	165 W

Tip: Je genauer die Infos zu den verwendeten Lampen und Leuchtmitteln sind, umso einfacher fällt die Entscheidung, ob Lampen und/oder Leuchten ausgetauscht werden sollten.

- ⇒ Vermerke die Lichtquellen in deinem **Grundriss**. Trage dazu einfach die jeweiligen Nummern mit Bleistift ein.

4. Nutzungsanforderungen & Lichnanforderungen

Welche Aktivitäten finden in dem Raum statt und welches Licht ist dafür notwendig?

Tipp: Das Infoblatt „Weiß ist nicht gleich weiß!“ liefert dir wertvollen Input für diese Aufgabe!

- ⇒ Erstelle eine übersichtliche **Tabelle mit allen Nutzungsanforderungen**. Das nachfolgende Muster für ein Kinderzimmer hilft dir dabei, keine wichtigen Informationen auszulassen. Damit deine Tabelle übersichtlich ist, solltest du sie im Querformat erstellen.

Tätigkeit	Ort	Leuchtenart	spezielle Anforderungen	gewünschte Wirkung		notwendige Lichtfarbe		
				beruhigend	aktivierend	warmweiß	neutralweiß	kaltweiß
lesen	Bett	Nachttischleuchte	dimmbar, schwenkbar	X		X		
Hausaufgaben machen	Schreibtisch	Schreibtischleuchte	schwenkbar, höhenverstellbar		X		X	

- Tipp:*
- Eine Leuchte kann auch verschiedene Nutzungsanforderungen erfüllen, wenn sie zum Beispiel dimmbar, drehbar oder schwenkbar ist.
 - Ein Lichtkonzept für einen Raum umfasst immer Grund- und Akzentbeleuchtung. Vergiss das nicht bei deiner Planung!

5. Einzeichnen der Lichtquellen im Grundriss

- ⇒ Schreibe alle für deine Aktivitäten notwendigen Leuchten untereinander auf und ordne jeder Leuchte eine eigene **Farbe** oder ein eigenes **Symbol** zu.

Z.B.: Nachttischleuchte  Schreibtischleuchte  Deckenlampe 

- ⇒ Zeichne die Leuchten anschließend in der gewählten Farbe oder mit dem Symbol dort in deinen **Grundriss** ein, wo die Lichtquelle notwendig bzw. sinnvoll ist.

6. Vergleich & Analyse

- ⇒ Vergleiche abschließend den Ist-Zustand mit deinem Lichtplan. Wie viele Lichtquellen gibt es aktuell – wie viele würde es hinkünftig geben?
- ⇒ Vergleiche die Lichtquellen, die aktuell im Raum vorhanden sind, mit den von dir gesammelten Lichnanforderungen. Gibt es einfache Änderungen, die ohne große Neuanschaffungen möglich sind?
 - Besitzen alle Lampen die für ihre/n Einsatzzweck/e richtige Farbtemperatur? Falls nicht: Ist ein Austausch möglich?
 - Sind die beweglichen Leuchten an den richtigen Stellen im Raum platziert? Manchmal reicht es schon, eine Stehlampe umzustellen, um die Lichtsituation in einem Raum zu verbessern.
 - Befinden sich unter den aktuell im Einsatz befindlichen Lampen noch Stromfresser, die durch LED-Lampen ersetzt werden können?

Praxistest: Lichtplanung für verschiedene Anwendungsbereiche

Übung 15: Recherche, Aufbereitung der Informationen in der Gruppe, Präsentation der Ergebnisse & Analyse im Klassenverband

<i>Lernziel:</i>	Die SchülerInnen können die Grundlagen der Lichtplanung für verschiedene Anwendungsbereiche mit eigenen Worten darlegen. Sie verstehen, dass es über die verschiedenen Anwendungsbereiche hinaus Gemeinsamkeiten gibt, und können diese benennen. Die SchülerInnen üben die Onlinerecherche. Sie üben die Strukturierung von Informationen und die Gestaltung einfacher Infofolien mit den wichtigsten Informationen zu einem Thema. Sie üben das Präsentieren.
<i>Fachbezug:</i>	Deutsch, Geographie & Wirtschaftskunde, Physik
<i>Dauer:</i>	ab 1 UE (ohne Recherche)
<i>Vorkenntnisse:</i>	Kenntnis der verschiedenen Lichtgrößen bzw. Fachbegriffe zu Licht sowie deren Bedeutung
<i>Materialien:</i>	Lichtplanung – so what? (Infoblatt 9)

Die SchülerInnen werden in mehrere Gruppen geteilt.

Jede Gruppe erhält den Auftrag, entweder als Hausaufgabe oder im Rahmen des Unterrichts Input für ein Beleuchtungskonzept für einen der nachfolgenden Anwendungsbereiche zu recherchieren:

- Arztpraxis
- Autowerkstatt
- Bibliothek
- Büro
- Fastfoodrestaurant
- Fitnessraum
- Forschungslabor
- Industriehalle
- Museum
- OP-Raum
- Restaurant
- Verkaufsraum

Die Rechercheergebnisse werden in der Gruppe zusammengeführt und strukturiert.
Die wichtigsten Infos werden auf einer Infofolie dargestellt.

Jede Gruppe präsentiert ihre Ergebnisse im Klassenverband.

Die Ergebnisse werden im Klassenverband zusammengeführt und analysiert. Folgende Fragen unterstützen dabei:

- Worin liegen die Ursachen dafür, dass sich die Anforderungen an die Lichtplanung in den verschiedenen Anwendungsbereichen unterscheiden?
- Gibt es Übereinstimmungen zwischen den verschiedenen Anwendungsbereichen und wenn ja, welche sind das?
- Zwischen welchen Anwendungsbereichen gibt es die meisten Übereinstimmungen?
Was könnten die Ursachen dafür sein?
- Zwischen welchen Anwendungsbereichen gibt es die wenigsten Übereinstimmungen?
Was könnten die Ursachen dafür sein?

Infoblatt 9 liefert verschiedene Parameter, die bei der Lichtplanung je nach Anwendungsbereich von unterschiedlicher Relevanz sind. Das Infoblatt kann entweder vor Beginn der Recherche zur Anregung projiziert werden oder bei der Analyse der Ergebnisse im Klassenverband unterstützen.

Lichtplanung – so what?

Wartungsvereinfachung

Akzentsetzung

Leistungsfähigkeit

Ambiente

Aktivierung

Hervorheben

Sichtbarkeit

Anpassungsfähigkeit

Aufmerksamkeit

Atmosphäre

Attraktivität

Raumgestaltung

Ausleuchtung

Beleuchtungsstärke

Biorhythmus

Blendbegrenzung

Gestaltung

Inszenierung

Blicklenkung

Dekoration

Energieeffizienz

Innere Uhr

Farbechtheit

Gesundheit

Konzentration

Langlebigkeit

Nachhaltigkeit

Sauberkeit

Produktivität

Widerstandsfähigkeit

Wohlbefinden

Orientierung

Sicherheit

Flexibilität

Sehkomfort

Strukturierung

Vitalität