

Mensch & Licht

Warum können wir im Dunkeln nichts sehen? Wieso sind nachts alle Katzen grau? Weshalb spielen Gruselfilme üblicherweise in der Nacht? Was macht unsere innere Uhr und warum können wir sie nicht einfach umstellen? Und wie können wir mit künstlichem Licht nicht nur die eigene Stimmung aufhellen, sondern auch unsere Leistungsfähigkeit verbessern?

Das sind nur einige der Fragen, deren Antworten mit Hilfe dieses Materialienpaketes erarbeitet werden können. Die Unterrichtsmaterialien für den Einsatz in der Sekundarstufe 1 liefern einen Überblick über die Wirkungen von Licht auf den Menschen, einen Einblick in die Grundlagen von Human Centric Lighting sowie konkrete Tipps zur optimalen Nutzung und dem gezielten Einsatz von künstlichem Licht.

Lernziele

Die SchülerInnen

- ✓ werden sich der verschiedenen Wirkungen von Licht bewusst und können diese mit eigenen Worten beschreiben und konkrete Beispiele aus ihrem Lebensalltag nennen. **(Übung 1/17/18)**
- ✓ verstehen die Bedeutung von Licht fürs Sehen und können diese erklären. **(Übung 3/4/5)**
- ✓ kennen die sichtbaren Elemente des menschlichen Auges, können diese benennen und deren Aufgaben beschreiben. **(Übung 2)**
- ✓ kennen die wichtigsten Elemente des menschlichen Auges und können beschreiben, wie diese am Gelingen des Sehvorganges beteiligt sind. **(Übung 3/4/5)**
- ✓ können mit eigenen Worten den Unterschied zwischen Lichtquelle und Lichtempfänger erklären, zwischen Temperaturstrahlern und Kaltstrahlern unterscheiden und verstehen die Begriffe Absorption und Reflexion. **(Übung 6)**
- ✓ verstehen, dass Licht sich auf ihre Stimmung auswirkt, und können konkrete Beispiele aus ihrem Lebensumfeld nennen. **(Übung 7/8)**
- ✓ nehmen den natürlichen Tag-Nacht-Wechsel bewusst wahr und verstehen, dass der Lebensrhythmus von Lebewesen sich daran orientiert. **(Übung 9/10/12)**
- ✓ analysieren ihren eigenen Tagesrhythmus. **(Übung 9)**
- ✓ können Ursachen dafür nennen, dass unsere innere Uhr durcheinanderkommt, und wissen über die Folgen Bescheid, die ein dauerhaftes Leben gegen die innere Uhr mit sich bringt. **(Übung 10)**
- ✓ können erklären, wie es zum Tag-Nacht-Wechsel sowie zu Morgen- und Abenddämmerung kommt. **(Übung 11)**
- ✓ kennen den Begriff der Zeitzone und wissen, was ein Jetlag ist. **(Übung 11)**
- ✓ verstehen, dass sie ihre innere Uhr und damit ihre Leistungsfähigkeit und Gesundheit mit künstlichem Licht unterstützen, aber auch stören können, und können konkrete Beispiele nennen. **(Übung 12)**
- ✓ können Beispiele aus ihrem Alltag nennen, bei denen künstliches Licht sich positiv auf ihre Gesundheit, Leistungsfähigkeit, Stimmung oder auch ihr Sehvermögen auswirkt. **(Übung 13/14/17)**
- ✓ können den Begriff „Human Centric Lighting“ mit eigenen Worten erklären. **(Übung 14/15/17/18)**
- ✓ kennen die Begriffe „Lichtstärke“, „Beleuchtungsstärke“ und „Lichtfarbe“ sowie deren Bedeutung für intelligentes Lichtmanagement. **(Übung 16)**
- ✓ üben das Decodieren eines Textes mit Hilfe einer Codetafel. **(Übung 5)**
- ✓ üben die Beschriftung einer Grafik anhand textlicher Hinweise. **(Übung 4)**
- ✓ festigen, erweitern und differenzieren ihren Wortschatz. **(Übung 7)**
- ✓ üben die Analyse und das möglichst exakte Beschreiben von Bildern. **(Übung 7)**
- ✓ üben das Anfertigen einer Zeichnung auf Basis einer schriftlichen Beschreibung. **(Übung 7)**
- ✓ üben das Erkennen zueinander passender Informationen bzw. Satzteile. **(Übung 8/12)**
- ✓ üben das Verfassen verschiedener Textsorten. **(Übung 8)**
- ✓ üben die Videoanalyse. **(Übung 10)**
- ✓ üben das Erkennen einer logischen Abfolge bzw. die Reihung aufeinander aufbauender Schritte. **(Übung 12/17)**
- ✓ üben die Textanalyse. **(Übung 14)**
- ✓ üben die Reihung von Stichworten nach deren inhaltlicher Bedeutung. **(Übung 15)**
- ✓ üben die Recherche. **(Übung 16)**

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, Wortspeicher, Lesetext und Angabeblätter eignen sich für die Projektion.

Einstieg

Übung 1: Wofür brauchen wir Licht? Was macht Licht mit uns? Mindmapping	D, BW, Ph	Lehrerinformation 1 Infoblatt 1	Seite 4 Seite 5
---	--------------	------------------------------------	----------------------------------

Visuelle Wirkung von Licht

Übung 2: Sichtbare Bestandteile des Auges Infotexte & Verständnisfragen	BW	Lehrerinformation 2 Arbeitsblatt 1 Infoblatt 2	Seite 6 Seite 7 Seite 8
Übung 3: Wie funktioniert der Sehsinn? Infotexte & Verständnisfragen	BW	Lehrerinformation 3 Arbeitsblatt 2 Lösungsblatt 1 Infoblatt 3	Seite 9 Seite 10 Seite 11 Seite 12
Übung 4: Wie funktioniert der Sehsinn? (Vertiefung) Infotexte & Verständnisfragen	BW	Lehrerinformation 4 Arbeitsblatt 3 Wortspeicher 1 Lesetext 1 Arbeitsblatt 4 Infoblatt 4	Seite 13-14 Seite 15 Seite 16 Seite 17 Seite 18 Seite 19
Übung 5: Vertiefung: Stäbchen & Zapfen Decodierung oder Lese-/Vorleseübung & Verständnisfragen	BW, D	Lehrerinformation 5 Arbeitsblatt 5 Lösungsblatt 2	Seite 20 Seite 21-22 Seite 23-24
Übung 6: Lichtquelle & Lichtempfänger Infotexte & Verständnisaufgaben	PH	Lehrerinformation 6 Arbeitsblatt 6	Seite 25 Seite 26

Emotionale Wirkung von Licht

Übung 7: Wie wirkt sich Licht auf Stimmungen aus? Aktivierungsübung - persönliche Assoziation	D, BW, BE	Lehrerinformation 7 Stimmungsbilder 1	Seite 27-28 Seite 29-34
Übung 8: Wie wirkt sich Licht auf Stimmungen aus? Zuordnungsübung	D, BW	Lehrerinfo 8 Arbeitsblatt 7 Lösungsblatt 3	Seite 35 Seite 36 Seite 37

Biologische Wirkung von Licht

Übung 9: Analyse des persönlichen Tagesrhythmus Übertragung von Tagesablauf und Leistungshochs/-tiefs in eine vorgegebene Skala	BW	Lehrerinformation 9 Arbeitsblatt 8 Infoblatt 5	Seite 38-39 Seite 40 Seite 41
Übung 10: Was ist die innere Uhr? Videoanalyse	BW, D	Lehrerinformation 10 Arbeitsblatt 9 Arbeitsblatt 10	Seite 42-44 Seite 45 Seite 46
Übung 11: Wie kommt es zum Tag-Nacht-Wechsel? Lesetexte & Verständnisfragen	BW, GW, PH	Lehrerinformation 11 Arbeitsblatt 11	Seite 47 Seite 48
Übung 12: Wie beeinflussen Tag-Nacht-Wechsel und Licht die innere Uhr? Lesetexte & Verständnisfragen	BW, D	Lehrerinformation 12 Arbeitsblatt 12 Lösungsblatt 4	Seite 49-50 Seite 51-52 Seite 53

Human Centric Lighting

Übung 13: Künstliches Licht & die innere Uhr Zuordnungsübung & Verständnisaufgaben	D, BW	Lehrerinformation 13 Arbeitsblatt 13	Seite 54 Seite 55
Übung 14: Der Mensch im Mittelpunkt der Lichtplanung Textanalyse in der Gruppe	D, BW	Lehrerinformation 14 Arbeitsblatt 14 Arbeitsblatt 15 Arbeitsblatt 16 Arbeitsblatt 17	Seite 56 Seite 57 Seite 58 Seite 59 Seite 60
Übung 15: Der Mensch im Mittelpunkt der Lichtplanung Erstellung einer Wortcloud	D, BW	Lehrerinformation 15 Infoblatt 6	Seite 61 Seite 62
Übung 16: Lichtstärke, Beleuchtungsstärke & Lichtfarbe	PH, D	Lehrerinformation 16 Arbeitsblatt 18	Seite 63-64 Seite 65

Abschluss

Übung 17: Künstliches Licht für Wohlbefinden, Gesundheit & zum Sehen Reihungsübung & erste Schritte zu intelligenter Lichtplanung	BW, D	Lehrerinformation 17 Arbeitsblatt 19 Lösungsblatt 5	Seite 66 Seite 67 Seite 68
Übung 18: Wiederholung aller Wirkungsbereiche von Licht Rätsel zur Einzelbearbeitung bzw. für Gruppenwettbewerb	BW, D	Lehrerinformation 18 Arbeitsblatt 20 Angabebblatt 1 Angabebblatt 2 Lösungsblatt 6	Seite 69 Seite 70-71 Seite 72 Seite 73 Seite 74

Einstieg: Wofür brauchen wir Licht? Was macht Licht mit uns?**Übung 1: Mindmapping in der Gruppe**

<i>Lernziel:</i>	Die SchülerInnen werden sich der verschiedenen Wirkungen von Licht bewusst, können diese mit einfachen Worten beschreiben und konkrete Beispiele aus ihrem unmittelbaren Lebensumfeld nennen.
<i>Fachbezug:</i>	Deutsch, Biologie, Physik
<i>Dauer:</i>	ab 5 Min.
<i>Vorkenntnisse:</i>	nicht erforderlich
<i>Materialien:</i>	Licht wirkt ... (Infoblatt 1)

Die SchülerInnen werden in mehrere Gruppen geteilt.

Der Arbeitsauftrag für die Gruppen lautet, ein Mindmap zur biologischen, emotionalen und visuellen Wirkung von Licht zu erstellen. Dies erfolgt in vier Arbeitsschritten:

- individuelles Brainstorming jedes Gruppenmitglieds in Form eines Mindmaps
- Diskussion der Mindmaps in der Gruppe
- Erstellung eines gemeinsamen Mindmaps auf Basis der einzelnen Mindmaps der Gruppenmitglieder
- Überprüfung, ob alle Einzelmindmaps Eingang gefunden haben und die Ergebnisse übersichtlich dargestellt sind, sowie etwaige Überarbeitung des Mindmaps

Vorgaben für die Arbeit mit Mindmaps

Formale Vorgaben fürs Mindmap:

- Querformat ⇒ Platz zum Querdenken
- Hauptgedanke in der Mitte ⇒ „Wirkungen von Licht“
Von dort 3 Hauptäste ⇒ „biologische“/„emotionale“/„visuelle“, diese können zur besseren Übersicht unterschiedliche Farben bekommen.
- Jeder Gedanke bekommt eine eigene Linie.
- Für die Beschriftung der Gedanken/Linien nur ein Schlüsselwort wählen.
- Das Blatt beim Schreiben nicht drehen ⇒ das Mindmap soll übersichtlich und auf einen Blick und ohne Drehen lesbar sein.
- Bilder und Symbole verwenden.

Die Gruppenergebnisse werden im Klassenverband zusammengeführt.

Das Klassenergebnis wird mit **Infoblatt 1** verglichen:

- Finden sich im Klassenergebnis die richtigen Erklärungen bzw. Beschreibungen?
- Bei welcher Wirkungsgruppe ist es den SchülerInnen besonders einfach bzw. schwer gefallen, die richtige Erklärung zu finden? Warum könnte das der Fall sein?

Licht wirkt ...

visuell

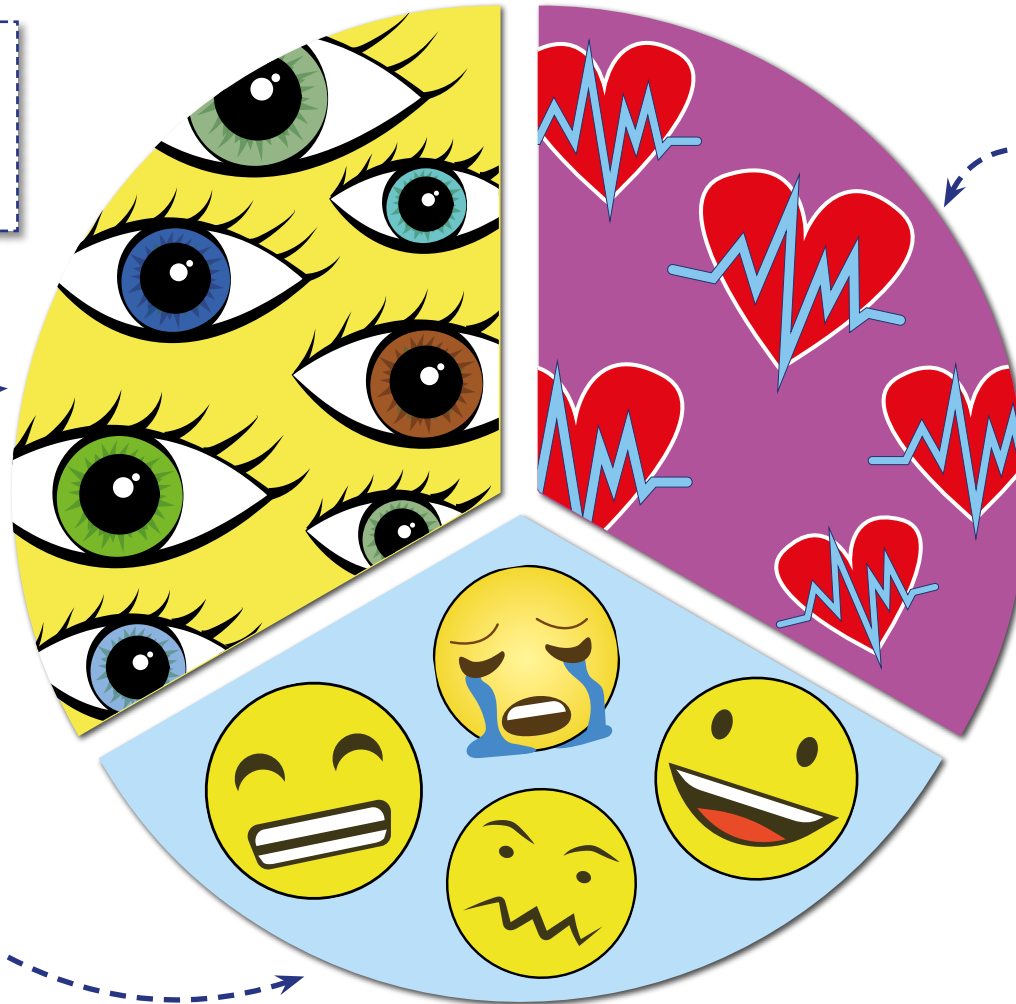
Ohne Licht können wir nicht sehen.

biologisch

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

emotional

Licht erzeugt Stimmungen.



Visuelle Wirkung von Licht: Aus welchen sichtbaren Bestandteilen besteht das Auge? (Wissensstand: 5. Schulstufe)

Übung 2: Infotexte & Verständnisfragen

Lernziel:	Die SchülerInnen kennen/wiederholen die sichtbaren Elemente des menschlichen Auges und können diese benennen. Die SchülerInnen üben genaues Beobachten sowie die grafische Darstellung visueller Beobachtungen.
Fachbezug:	Biologie
Dauer:	ab 5 Min.
Vorkenntnisse:	nicht erforderlich
Materialien:	Augen auf! (Arbeitsblatt 1/Infoblatt 2)

Ersterarbeitung der sichtbaren Elemente des menschlichen Auges

Infoblatt 2 wird im Klassenverband oder in Kleingruppen angesehen. Zu den darauf angeführten Bestandteilen werden im Zuge einfacher Brainstormings alle Informationen gesammelt, die den SchülerInnen dazu einfallen (Funktion, Aufbau, ...).

Die gesammelten Ergebnisse werden auf Basis einer einfachen Onlinerecherche überprüft, korrigiert und ergänzt. Mit **Arbeitsblatt 1** wird das neu erworbene Wissen abschließend überprüft und gefestigt.

Wiederholung der sichtbaren Elemente des menschlichen Auges

In Einzelarbeit wird **Arbeitsblatt 1** bearbeitet. Die Ergebnisse werden im Klassenverband zusammengeführt und mit **Infoblatt 2** verglichen.

Lösung

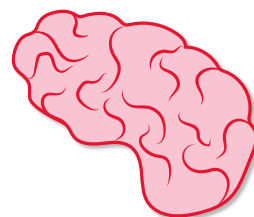
1. Nase, Zunge, Ohren, Haut
2. **S. Infoblatt 2**
3. Ober- und Unterlid (inkl. Tränendrüse im Oberlid), Augenbraue, Pupille, Wimpern, Iris oder Regenbogenhaut

Zusatzinformation

- Die **Wimpern** schützen das Auge nicht nur vor Fremdkörpern, sondern dämpfen auch Sonnenlicht und Wind ab. Insgesamt hat ein Mensch rund 420 Wimpern: Jeweils 150 bis 250 am oberen Lid und 50 bis 100 am unteren. Die Wimpern am Oberlid sind länger, sie erreichen eine Länge von rund 12 mm, jene am Unterlid rund 8 mm (<http://de.statista.com/statistik/daten/studie/1754/umfrage/anzahl-der-haare-an-verschiedenen-koerperstellen>).
- Die **Augenbrauen** unterstützen die Wimpern. Sie schützen das Auge vor allem vor Nässe, z.B. Schweiß, der die Stirn hinunterläuft, aber auch vor Staub und Fremdkörpern.
- **Ober- und Unterlid** schützen das Auge. Die Augenlider blinzeln rund 20 Mal pro Minute. Dieses Blinzeln hält Staubteilchen von den Augen ab. Außerdem wird dadurch Tränenflüssigkeit, die von einer kleinen Tränendrüse im Oberlid produziert wird, auf der Oberfläche des Auges verteilt. So bleibt das Auge feucht und sauber.
- Der kugelförmige **Augapfel** hat einen Durchmesser von rund 2,2 cm. Er liegt geschützt in der knöchernen Augenhöhle und ist von Muskel-, Fett- und Bindegewebe umgeben. Babys kommen mit einem Augapfel von rund 1,7 cm Durchmesser auf die Welt, mit drei Jahren ist der Augapfel ausgewachsen. Den Großteil des Augapfels macht der Glaskörper aus, eine gelartige Flüssigkeit. Er sorgt für die Form des Auges und hilft bei der Bündelung des Lichtes. Vorne sitzt die Linse vor dem Glaskörper und trennt diesen von der Pupille. Am hinteren bzw. körperzugewandten Ende des Glaskörpers liegt die Netzhaut (Retina) mit den Nervenzellen, die die Lichtsignale von der Linse empfangen und verarbeiten.
- Die äußere **Haut** rund um den Augapfel nennt man Lederhaut (Sklera). Diese geht vorne in die durchsichtige Hornhaut (Kornea) über, deren Aufgabe es ist, Pupille und Iris zu schützen. Zwischen der Hornhaut und der Linse liegt die Aderhaut (Chorioidea). Ihr vorderer Teil ist die Iris.

Augen auf!

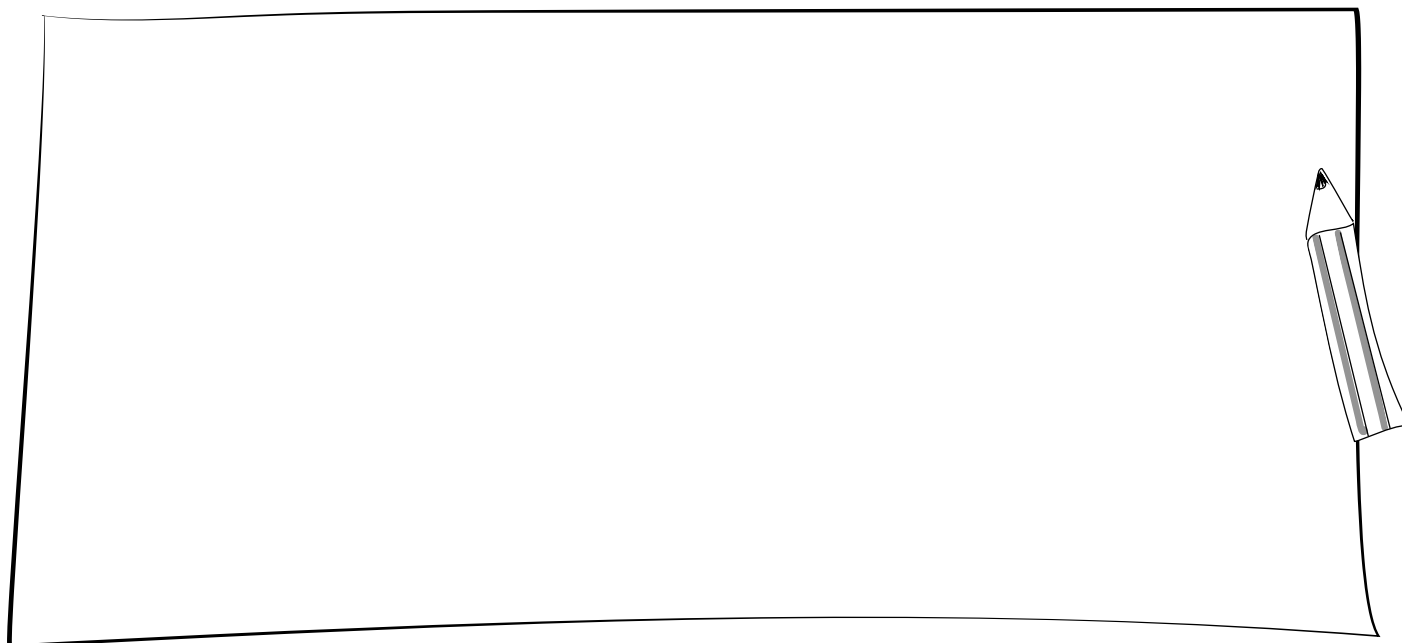
Mit unseren fünf Sinnen nehmen wir die Welt rund um uns wahr. Jeder Sinn hat ein eigenes Organ: das Sinnesorgan. Dieses versorgt unser Gehirn mit Wahrnehmungen.



1. Welche anderen Sinnesorgane stehen uns zur Verfügung, um die Umgebung wahrzunehmen?

.....

2. Zeichne das Auge deiner Sitznachbarin/deines Sitznachbarn möglichst detailgetreu nach. Vergiss dabei nicht auf jene Teile, die dein Auge umgeben und es schützen sollen. Beschrifte die einzelnen Teile anschließend.



3. Welcher Teil hat welche Aufgabe?

Befeuchtung des Auges



.....

Schutz vor Schweiß



.....

Steuerung der Lichtmenge,
die ins Auge dringt



.....

Schutz vor Staub und
anderen Fremdkörpern



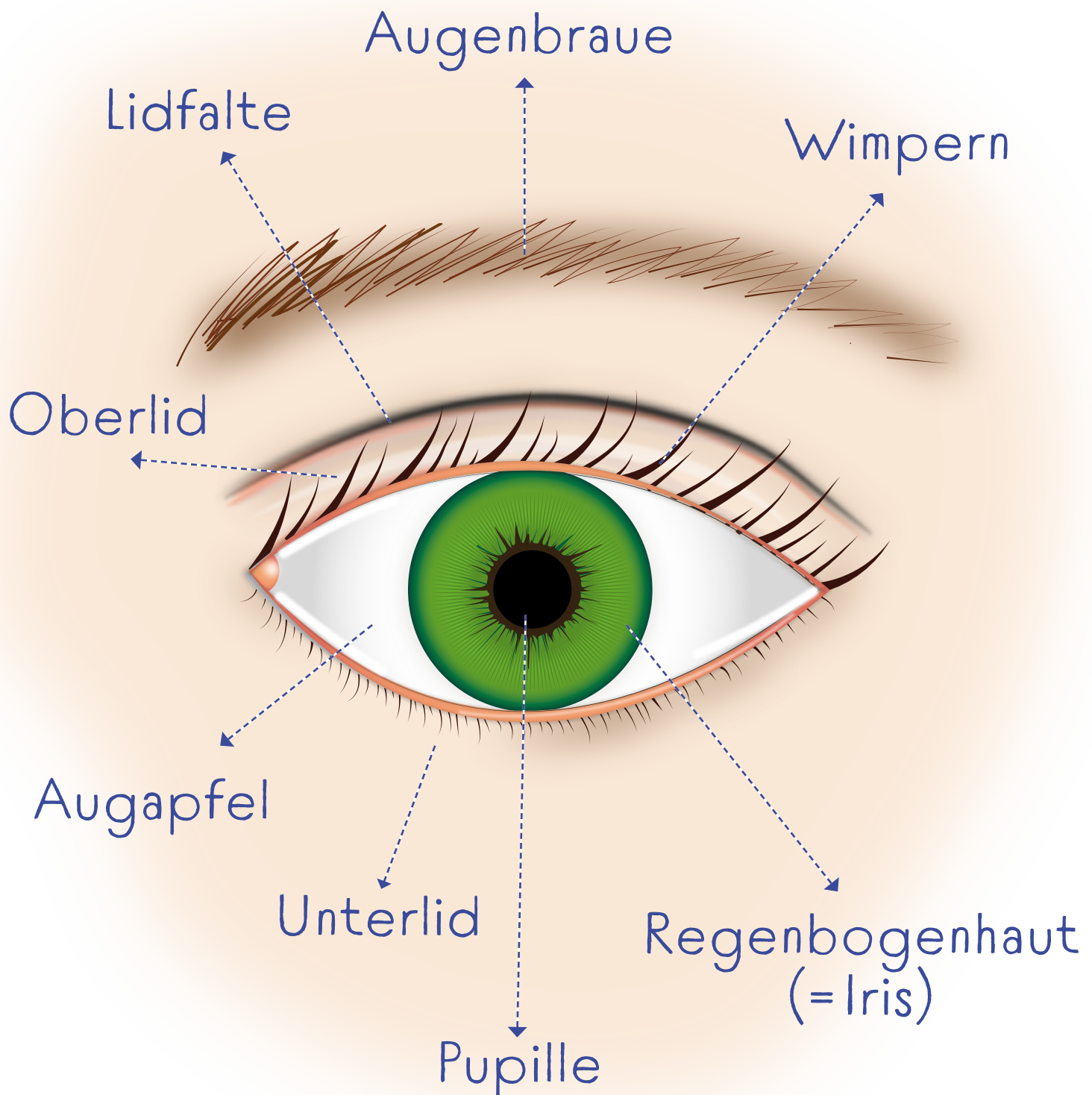
.....

Unterstützung der Pupille beim
Zusammenziehen und Ausdehnen



.....

Augen auf!



Visuelle Wirkung von Licht: Wie funktioniert der Sehsinn? (Wissensstand 5. Schulstufe)

Übung 3: Infotexte & Verständnisfragen

Lernziel:	Die SchülerInnen kennen bzw. wiederholen die wichtigsten Elemente des menschlichen Auges und können diese benennen. Sie können mit eigenen Worten beschreiben, wie unser Sehsinn funktioniert. Sie verstehen die Bedeutung von Licht für das Sehen und können diese erklären.
Fachbezug:	Biologie
Dauer:	ab 5 Min.
Vorkenntnisse:	Arbeitsblatt 1 oder vergleichbares Vorwissen ist zu empfehlen, aber nicht erforderlich.
Materialien:	Ohne Licht sehen wir nicht! (Arbeitsblatt 2/Lösungsblatt 1/Infoblatt 3)

Einsatz zur Ersterarbeitung

Anhand **Infoblatt 3** wird im Klassenverband gemeinsam besprochen, wie das Sehen funktioniert und welche Aufgaben die verschiedenen Teile des Auges dabei übernehmen.

Mit **Arbeitsblatt 2** wird das neu erworbene Wissen anschließend überprüft und gefestigt.

Einsatz zur Wiederholung

In Einzelarbeit wird Arbeitsblatt 2 bearbeitet. Die Ergebnisse werden im Klassenverband zusammengeführt und mit **Infoblatt 3** verglichen.

Lösung

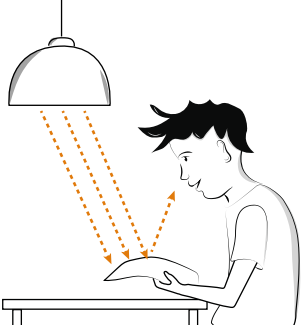
1. **S. Lösungsblatt 1**
2. **S. Infoblatt 3**
3. Iris bzw. Regenbogenhaut
4. Wenn es zu hell ist, macht sich die Pupille klein, damit nicht zu viele Lichtstrahlen ins Auge eindringen und man geblendet wird. Ist es sehr dunkel, macht sich die Pupille besonders groß, damit möglichst viele Lichtstrahlen eindringen können.

Zusatzinformation

- Die **Hornhaut** ist halbkugelartig gewölbt, durchsichtig und bedeckt den vorderen Augapfel – den Bereich vor Pupille und Iris. Sie schützt das Auge vor Schmutz und Austrocknung.
Die Bindehaut bedeckt die inneren Augenlider und den vorderen Teil des Augapfels bis zur Hornhaut.
- Der kugelförmige **Augapfel** hat einen Durchmesser von rund 2,2 cm. Er liegt geschützt in der knöchernen Augenhöhle und ist von Muskel-, Fett- und Bindegewebe umgeben. Babys kommen mit einem Augapfel von rund 1,7 cm Durchmesser auf die Welt, mit drei Jahren ist der Augapfel ausgewachsen. Den Großteil des Augapfels macht der Glaskörper aus, eine gelartige Flüssigkeit. Er sorgt für die Form des Auges und hilft bei der Bündelung des Lichtes. Vorne sitzt die Linse vor dem Glaskörper und trennt diesen von der Pupille. Am hinteren bzw. körperzugewandten Ende des Glaskörpers liegt die Netzhaut (Retina) mit den Nervenzellen, die die Lichtsignale von der Linse empfangen und verarbeiten.
- Die Ursachen für **Kurz- und Weitsichtigkeit** liegen in der Form des Augapfels. Nur wenn die Entfernung zwischen Netzhaut und Linse passt, landet ein scharfes Bild auf der Netzhaut.
- Ist der Augapfel zu lang, so landet das Bild noch vor der Netzhaut und man sieht in der Ferne verschwommen. In diesem Fall ist man kurzsichtig.
- Ist der Augapfel zu kurz, so landet das scharfe Bild erst hinter der Netzhaut und man sieht in der Nähe verschwommen. In diesem Fall ist man weitsichtig.
Mit künstlichen Linsen in Form von Brillen oder Kontaktlinsen kann man diese Fehler ausgleichen. Bei Kurzsichtigkeit wird das Bild durch eine künstliche Linse verkleinert (konkave Linse), bei Weitsichtigkeit wird es vergrößert (konvexe Linse).
- Das menschliche Auge erkennt bei **schlechten Lichtverhältnissen** zwar keine Farben mehr, aber Kontraste. Für die Umstellung von guten auf schlechte bzw. schlechten auf gute Lichtverhältnisse braucht es eine Eingewöhnungszeit. Gibt es diese nicht, so kommt es z.B. zu einer Blendung beim Hochziehen der Jalousien oder durch Scheinwerfer eines entgegenkommenden Autos bzw. kommt es zu vorübergehender „Blindheit“ bei plötzlicher Verschlechterung der Beleuchtung.

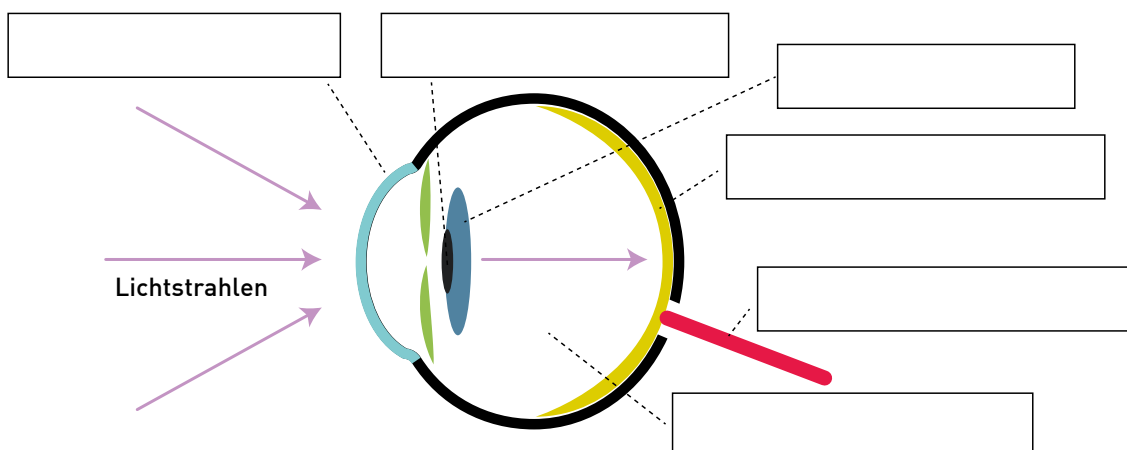
Ohne Licht sehen wir nicht!

1. Was passiert, während du das Arbeitsblatt liest? Wie kommt es, dass deine Augen etwas sehen?
Bring die verschiedenen Schritte in die richtige Reihenfolge.



- ☐ Das Arbeitsblatt, das du gerade liest, wird von Lichtstrahlen beleuchtet.
- ☐ Dieses Bild siehst du schlussendlich.
- ☐ Der Sehnerv schickt dieses Bild direkt an dein Gehirn weiter.
- ☐ Die Lichtstrahlen prallen am Blatt ab. Einige davon landen bei deinen Augen.
- ☐ Auf den Millionen Sinneszellen der Netzhaut entsteht ein auf den Kopf gestelltes Bild.
- ☐ Dort sind jede Menge Bilder abgespeichert. Dein Gehirn vergleicht das Bild mit all diesen Bildern und wandelt es in ein neues um.
- ☐ Dort wandern sie durch die Hornhaut zur Pupille. Sie steuert, wie viele Lichtstrahlen ins Innere deines Auges gelangen.
- ☐ Hinter der Pupille sitzt die Linse. Sie fängt die Lichtstrahlen auf, die durch die Pupille kommen, bündelt sie und wirft sie durch den Glaskörper auf die Netzhaut.

2. Beschrifte den Querschnitt eines Auges mit den Bezeichnungen aus dem Text.



3. Zu einem Teil des Auges gibt es kein Namensfeld. Es handelt sich dabei um den Muskel, der deiner Pupille hilft, sich zu verkleinern und groß zu machen. Dieser Muskel bestimmt außerdem deine Augenfarbe.
Ergänze die Bezeichnung in der Grafik und notiere außerdem die zweite Bezeichnung für diesen Muskel.

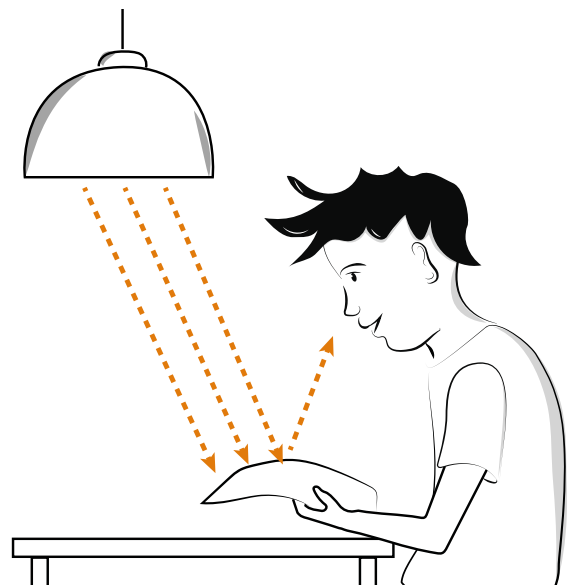
.....

4. Wann macht sich deine Pupille besonders klein und warum tut sie das?

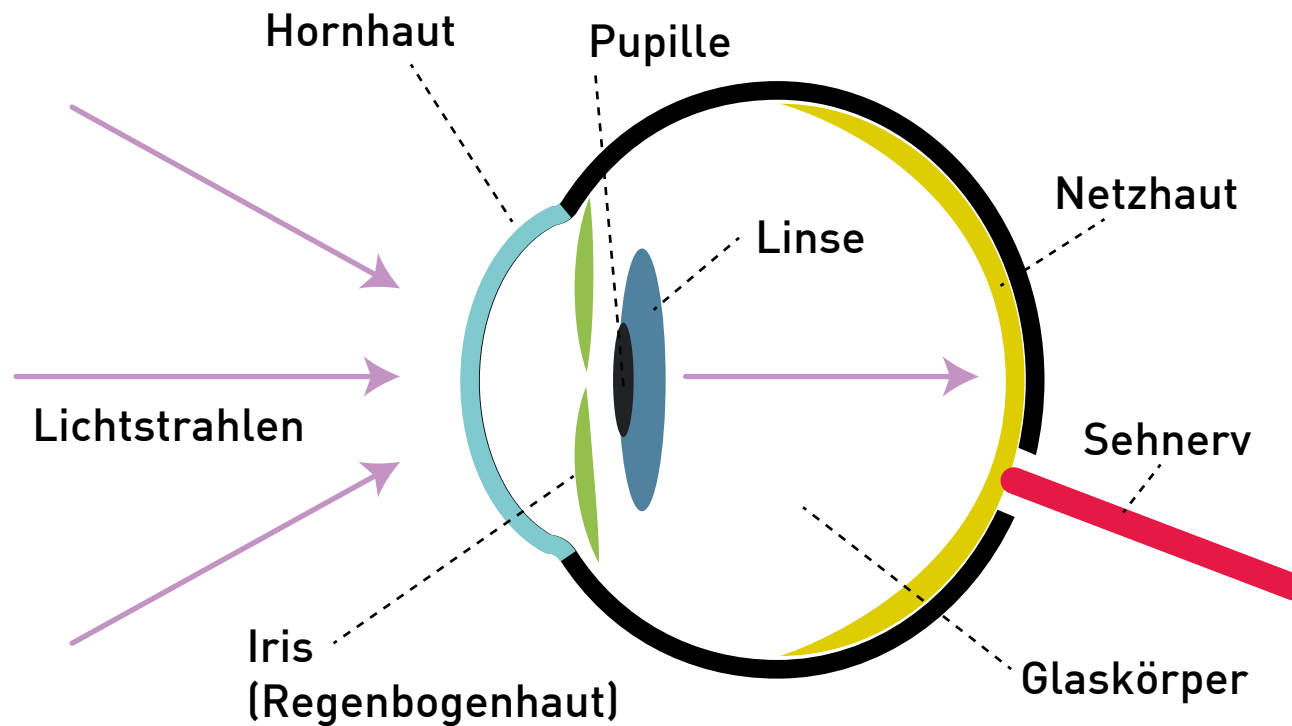
.....

Ohne Licht sehen wir nicht!

- 1 Das Arbeitsblatt, das du gerade liest, wird von Lichtstrahlen beleuchtet.
- 2 Die Lichtstrahlen prallen am Blatt ab. Einige davon landen bei deinen Augen.
- 3 Dort wandern sie durch die Hornhaut zur Pupille. Sie steuert, wie viele Lichtstrahlen ins Innere deines Auges gelangen.
- 4 Hinter der Pupille sitzt die Linse. Sie fängt die Lichtstrahlen auf, die durch die Pupille kommen, bündelt sie und wirft sie durch den Glaskörper auf die Netzhaut.
- 5 Auf den Millionen Sinneszellen der Netzhaut entsteht ein auf den Kopf gestelltes Bild.
- 6 Der Sehnerv schickt dieses Bild direkt an dein Gehirn weiter.
- 7 Dort sind jede Menge Bilder abgespeichert. Dein Gehirn vergleicht das Bild mit all diesen Bildern und wandelt es in ein neues um.
- 8 Dieses Bild siehst du schlussendlich.



Ohne Licht sehen wir nicht!



Visuelle Wirkung von Licht: Wie funktioniert der Sehsinn? (Vertiefung)

Übung 4: Infotexte & Verständnisfragen

Lernziel:	Die SchülerInnen kennen bzw. wiederholen die verschiedenen Elemente des menschlichen Auges, können diese benennen und deren Funktion mit eigenen Worten beschreiben.
Fachbezug:	Biologie
Dauer:	ab 5 Min.
Vorkenntnisse:	Arbeitsblatt 2 oder vergleichbares Vorwissen
Materialien:	Das menschliche Auge (Arbeitsblatt 3/Wortspeicher 1/Lesetext 1), Das Auge im Detail (Arbeitsblatt 4, Infoblatt 4)

Einsatz zur Ersterarbeitung

- Variante 1: Anhand **Infoblatt 4** werden im Klassenverband die verschiedenen Bestandteile des Auges und deren Funktion gemeinsam besprochen.
- Variante 2: Der Text auf **Lesetext 1** wird laut vorgelesen bzw. wird er zum stillen Lesen eine bestimmte Zeit projiziert. Je nach Schwierigkeitsgrad dürfen sich die SchülerInnen Notizen machen.

Anschließend wird mit **Arbeitsblatt 3** und/oder **4** überprüft, ob die SchülerInnen alles verstanden haben bzw. wird das neu erworbene Wissen gefestigt. Zur Lösung von **Arbeitsblatt 3** kann je nach Vorwissen bzw. gewünschtem Schwierigkeitsgrad **Wortspeicher 1** projiziert werden.

Einsatz zur Wiederholung

In Einzelarbeit wird **Arbeitsblatt 3** und/oder **4** bearbeitet. Die Ergebnisse werden im Klassenverband zusammengeführt und mit **Infoblatt 4** verglichen.

Lösung Arbeitsblatt 3

S. **Lesetext 1**

Lösung Arbeitsblatt 4

S. **Infoblatt 4**

Zusatzinformation

- Die **Hornhaut** ist halbkugelförmig gewölbt, durchsichtig und bedeckt den vorderen Augapfel – den Bereich vor Pupille und Iris. Sie schützt das Auge vor Schmutz und Austrocknung.
- Die **Bindehaut** bedeckt die inneren Augenlider und den vorderen Teil des Augapfels bis zur Hornhaut.
- Der kugelförmige **Augapfel** hat einen Durchmesser von rund 2,2 cm. Er liegt geschützt in der knöchernen Augenhöhle und ist von Muskel-, Fett- und Bindegewebe umgeben. Babys kommen mit einem Augapfel von rund 1,7 cm Durchmesser auf die Welt, mit drei Jahren ist der Augapfel ausgewachsen. Den Großteil des Augapfels macht der Glaskörper aus, eine gelartige Flüssigkeit. Er sorgt für die Form des Auges und hilft bei der Bündelung des Lichtes. Vorne sitzt die Linse vor dem Glaskörper und trennt diesen von der Pupille. Am hinteren bzw. körperzugewandten Ende des Glaskörpers liegt die Netzhaut (Retina) mit den Nervenzellen, die die Lichtsignale von der Linse empfangen und verarbeiten.
- Um auch bei unterschiedlichen Entfernungen ein scharfes Bild auf die Netzhaut zu werfen, passt sich die **Linse** an. Man nennt das Akkommodation. Bei weiten Entfernungen dehnt sie sich aus und wird dünner – so bricht sie das Licht weniger und wir sehen auch weit entfernte Gegenstände scharf. Bei kurzen Entfernungen zieht sie sich zusammen und wird kleiner und dicker – so bricht sie das Licht stärker und wir sehen nah liegende Gegenstände scharf.
- Die Ursachen für **Kurz- und Weitsichtigkeit** liegen in der Form des Augapfels. Nur wenn die Entfernung zwischen Netzhaut und Linse passt, landet ein scharfes Bild auf der Netzhaut. Ist der Augapfel zu lang, so landet das Bild noch vor der Netzhaut und man sieht in der Ferne verschwommen. In diesem Fall ist man kurzsichtig.

Ist der Augapfel zu kurz, so landet das scharfe Bild erst hinter der Netzhaut und man sieht in der Nähe verschwommen. In diesem Fall ist man weitsichtig.

Mit künstlichen Linsen in Form von Brillen oder Kontaktlinsen kann man diese Fehler ausgleichen. Bei Kurzsichtigkeit wird das Bild durch eine künstliche Linse verkleinert (konkave Linse), bei Weitsichtigkeit wird es vergrößert (konvexe Linse).

- Das menschliche Auge erkennt bei **schlechten Lichtverhältnissen** zwar keine Farben mehr, aber Kontraste. Für die Umstellung von guten auf schlechte bzw. schlechten auf gute Lichtverhältnisse braucht es eine Eingewöhnungszeit. Gibt es diese nicht, so kommt es z.B. zu einer Blendung beim Hochziehen der Jalousien bzw. kommt es zu vorübergehender „Blindheit“ bei plötzlicher Verschlechterung der Beleuchtung.

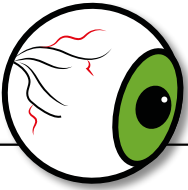
Das menschliche Auge

Ergänze in den nachfolgenden Infosätzen den jeweils gesuchten Teil des Auges.



- » Auf der (Retina) sitzen Millionen lichtempfindlicher Sehzellen: Stäbchen und Zapfen. Sie werten die Lichtreize aus und geben ihre Infos an den Sehnerv weiter.
- » An der Stelle, wo sich der Sehnerv und die Netzhaut treffen, befinden sich keine Sehzellen. Daher nennt man diese Stelle 
- » Zwischen Linse und Netzhaut füllt der das Auge aus. Die durchsichtige Masse gibt dem Auge seine Form.
- » Der gibt die Informationen der Sehzellen ans Gehirn weiter.
- » Der hilft der Linse, sich an Entfernungen anzupassen. So wird das Bild auf der Netzhaut scharf. Zieht er sich zusammen, wird die Linse kleiner und dicker: wir sehen in der Nähe scharf. Ist er entspannt, dehnt sich die Linse aus und wir sehen weiter entfernte Objekte scharf.
- » Den vorderen Teil des Auges, die Pupille und die Iris, schützt die durchsichtige Licht lässt sie durch. 
- » Die (Regenbogenhaut) hilft der Pupille bei der Größenveränderung. Außerdem bestimmt sie unsere Augenfarbe.
- » Die bündelt das Licht, das durch die Pupille dringt, und erzeugt auf der Netzhaut ein scharfes Bild. 
- » Die zähe umschließt den Großteil des Augapfels. Sie schützt ihn vor Stößen und Schlägen.
- » Die (Sehloch) steuert, wie viel Licht ins Auge dringt. Indem sie sich zusammenzieht oder ausdehnt, regelt sie die Stärke des Lichteinfalls.
- » Unter der Lederhaut sitzt die In ihr sind viele Blutgefäße. Sie versorgen das Auge mit Nährstoffen.





Das menschliche Auge

Die zähe **Lederhaut** umschließt den Großteil des Augapfels. Sie schützt ihn vor Stößen und Schlägen.

Unter der Lederhaut sitzt die **Aderhaut**. In ihr sind viele Blutgefäße. Sie versorgen das Auge mit Nährstoffen.

Den vorderen Teil des Auges, die Pupille und die Iris, schützt die durchsichtige **Hornhaut**. Licht lässt sie allerdings durch.

Die **Pupille** steuert, wie viel Licht ins Auge dringt. Indem sie sich zusammenzieht oder ausdehnt, regelt sie die Stärke des Lichteinfalls.

Die **Iris** hilft der Pupille bei der Größenveränderung. Außerdem bestimmt sie unsere Augenfarbe.

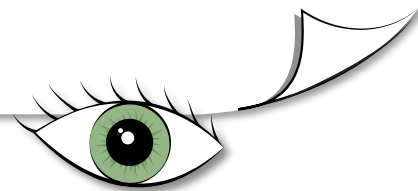
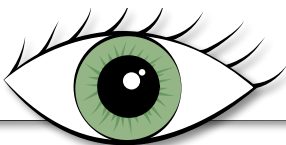
Die **Linse** bündelt das Licht, das durch die Pupille dringt, und erzeugt auf der Netzhaut ein Bild.

Der **Ziliarmuskel** hilft der Linse, sich an Entfernungen anzupassen. So wird das Bild auf der Netzhaut scharf. Zieht er sich zusammen, wird die Linse kleiner und dicker und wir sehen in der Nähe scharf. Ist er entspannt, dehnt sich die Linse aus und wir sehen weiter entfernte Objekte scharf.

Zwischen Linse und Netzhaut füllt der **Glaskörper** das Auge aus. Die durchsichtige Masse gibt dem Auge seine Form.

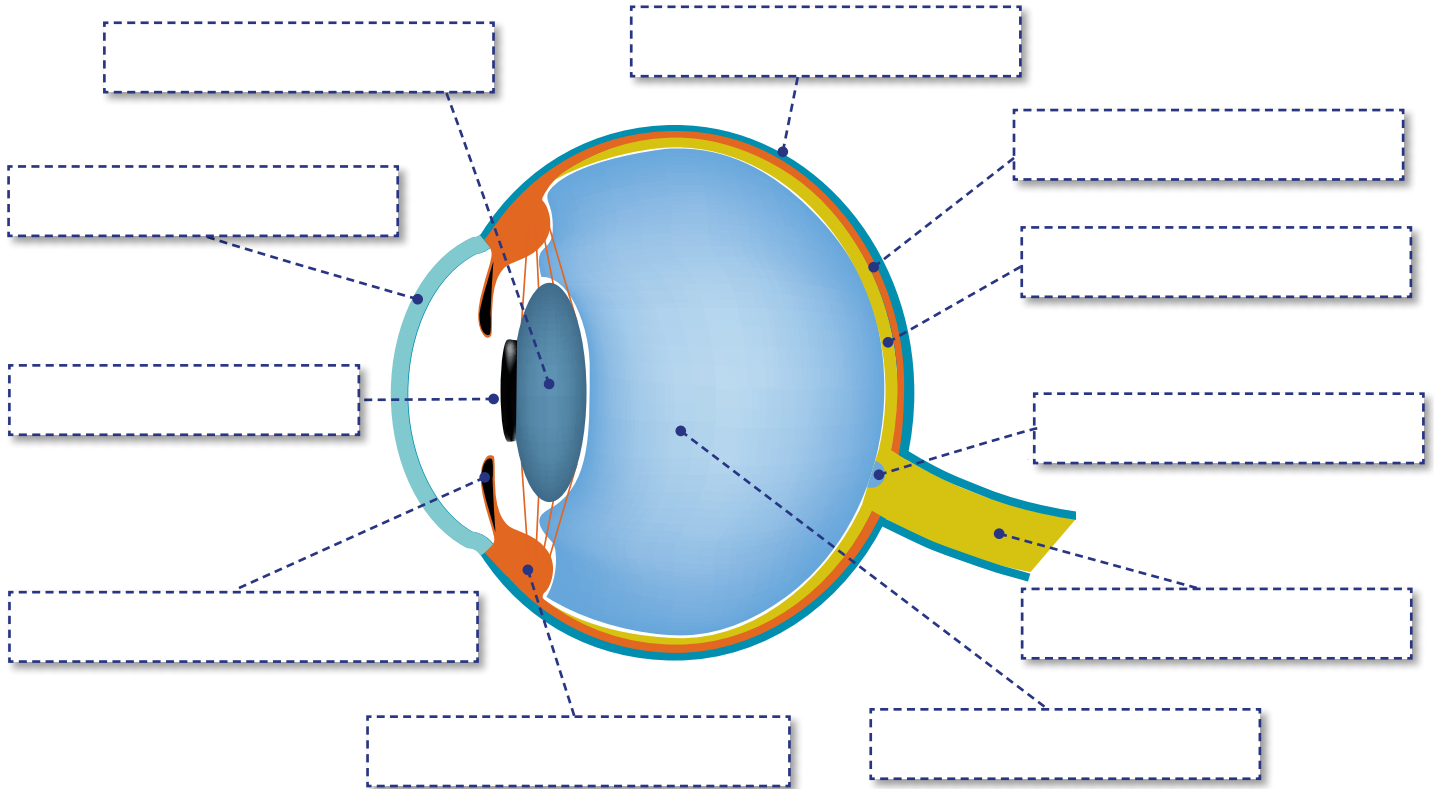
Auf der **Netzhaut** sitzen Millionen lichtempfindlicher Sehzellen: Stäbchen und Zapfen. Sie werten die Lichtreize aus und geben ihre Infos an den Sehnerv weiter. Der **Sehnerv** gibt die Informationen der Sehzellen ans Gehirn weiter.

An der Stelle, wo sich der Sehnerv und die Netzhaut treffen, befinden sich keine Sehzellen. Daher nennt man diese Stelle **blinder Fleck**.



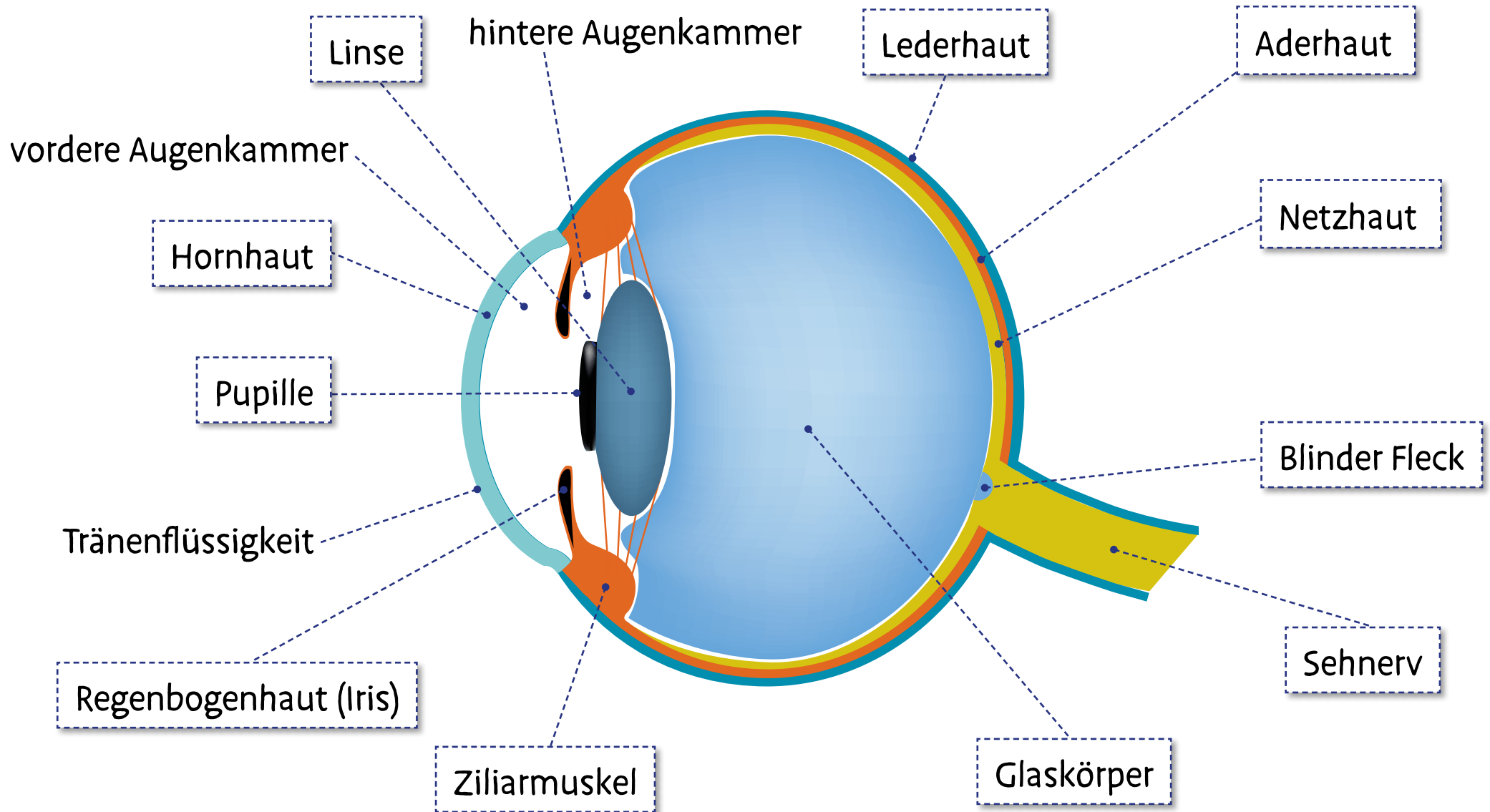
Das menschliche Auge

Beschrifte die Grafik. Die Infotexte helfen dir dabei.



- » Die zähe **Lederhaut** umschließt den Großteil des Augapfels. Sie schützt ihn vor Stößen und Schlägen.
- » Unter der Lederhaut sitzt die **Aderhaut**. In ihr sind viele Blutgefäße. Sie versorgen das Auge mit Nährstoffen.
- » Den vorderen Teil des Auges, die Pupille und die Iris, schützt die durchsichtige **Hornhaut**. Licht lässt sie allerdings durch.
- » Die **Pupille** steuert, wie viel Licht ins Auge dringt. Indem sie sich zusammenzieht oder ausdehnt, regelt sie die Stärke des Lichteinfalls.
- » Die **Iris** hilft der Pupille bei der Größenveränderung. Außerdem bestimmt sie unsere Augenfarbe.
- » Die **Linse** bündelt das Licht, das durch die Pupille dringt, und erzeugt auf der Netzhaut ein Bild.
- » Der **Ziliarmuskel** hilft der Linse, sich an Entfernungen anzupassen. So wird das Bild auf der Netzhaut scharf. Zieht er sich zusammen, wird die Linse kleiner und dicker und wir sehen in der Nähe scharf. Ist er entspannt, dehnt sich die Linse aus und wir sehen weiter entfernte Objekte scharf.
- » Zwischen Linse und Netzhaut füllt der **Glaskörper** das Auge aus. Die durchsichtige Masse gibt dem Auge seine Form.
- » Auf der **Netzhaut** sitzen Millionen lichtempfindlicher Sehzellen: Stäbchen und Zapfen. Sie werten die Lichtreize aus und geben ihre Infos an den Sehnerv weiter.
- » Der **Sehnerv** gibt die Informationen der Sehzellen ans Gehirn weiter.
- » An der Stelle, wo sich der Sehnerv und die Netzhaut treffen, befinden sich keine Sehzellen. Daher nennt man diese Stelle **blinder Fleck**.

Ohne Licht sehen wir nicht!



Visuelle Wirkung von Licht: Vertiefung zur Funktionsweise des Sehannes (5. Schulstufe)**Übung 5: Decodierung oder Lese-/Vorleseübung**

<i>Lernziel:</i>	Die SchülerInnen kennen die Aufgaben von Pupille und Iris. Sie wissen, wie die Pupille auf viel bzw. wenig Licht reagiert. Sie kennen den Einfluss von Stäbchen und Zapfen auf unser Sehvermögen und können erklären, wie sich mangelndes bzw. fehlendes Licht darauf auswirkt. Die SchülerInnen üben das Decodieren eines Textes mit Hilfe einer Codetafel.
<i>Fachbezug:</i>	Biologie, Deutsch
<i>Dauer:</i>	ab 5 Min.
<i>Vorkenntnisse:</i>	Arbeitsblatt 4 oder vergleichbares Vorwissen
<i>Materialien:</i>	Zu wenig Licht? (Arbeitsblatt 5/Lösungsblatt 2)

Die SchülerInnen bearbeiten das Arbeitsblatt in Einzelarbeit: Erst decodieren sie einen Text, anschließend beantworten sie Verständnisfragen zu diesem Text.

Die Ergebnisse werden im Klassenverband verglichen.

Alternativ zur Decodierungsaufgabe kann der Infotext (**Lösungsblatt 2**) auch laut vorgelesen bzw. zum selber Lesen projiziert werden, bevor die Aufgaben auf Seite 2 des Arbeitsblattes gelöst werden.

Zu wenig Licht?

Solange du die Augen geöffnet hast und ausreichend Licht in sie dringen kann, entschlüsseln die Sehzellen auf deiner Netzhaut rund um die Uhr Lichtstrahl für Lichtstrahl und schicken die Infos an dein Gehirn weiter. So entsteht Bild für Bild.

Der nachfolgende Infotext ist auch verschlüsselt. Decodiere ihn und schreibe den Text mit richtiger Groß- und Kleinschreibung auf einen Zettel. Beantworte anschließend die Fragen zum Text.

CODETAFEL

a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	ß	t	u	v	w	x	y	z
α	β	χ	δ	ε	φ	γ	η	ι	φ	κ	λ	μ	ν	ο	π	θ	ρ	σ	Σ	τ	υ	ϖ	ω	ξ	ψ	ζ

die πυπιλλε στευερτ, ωιε ωιελ λιχητ δειν αυγε αυφνιμμτ:



ιστ εσ σεηρ ηελλ, μαχητ σιε σιχη σο κλειν ωιε μοεγλιχη, δαμιτ νιχητ ζυ ωιελ λιχητ ιν δειν αυγε φαελλτ υνδ δυ γεβλενδετ ωιρστ.



ιστ εσ σεηρ δυνκελ, ωειτετ σιε σιχη. σο κανν μεηρ λιχητ ιν δειν αυγε εινδρινγεν.

διε ιρισ, δερ ρινγμυσκελ, δερ ρυνδ υμ δεινε πυπιλλε λιεγτ, ηιλφτ ιηρ βειμ ωεργροεΞερν υνδ κλεινμαχηεν. μαν νενντ διε ιρισ αυχη ρεγενβογενηαυτ.

δαμιτ αυσ δεν λιχητστραηλεν, διε δυρχη δεινε πυπιλλε εινδρινγεν, ειν βιλδ εντστεητ, σινδ αυφ δεινερ νετζηαυτ μιλλιονεν won σεηζελλεν ιμ ειנסατζ:

- μιτ δεν σταεβχηεν υντερσχηειδεστ δυ ηελλ υνδ δυνκελ.
- μιτ δεν ζαπφεν ερκεννστ δυ διε ωερσχηιεδενεν φαρβεν.

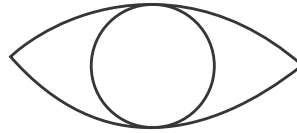
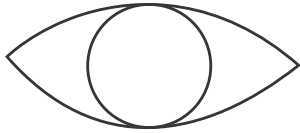
σταεβχηεν υνδ ζαπφεν αρβειτεν νυρ βει λιχητ. δεσηαλβ καννστ δυ αυχη νιχητσ σεηεν, ωενν εσ στοχκφινστερ ιστ.

διε ζαπφεν βραυχηεν μεηρ λιχητ αλσ διε σταεβχηεν. Ιστ εσ ζωαρ νιχητ στοχκφινστερ, αβερ σεηρ δυνκελ, κοεννεν δεινε σταεβχηεν νοχη αρβειτεν, δεινε ζαπφεν νιχητ μεηρ.

1. Zeichne ein, wie sich deine Pupille verändert:

a. im abgedunkelten Kinosaal.

b. im grellen Scheinwerferlicht.



2. Wie nennt man den Ringmuskel, der deine Pupille dabei unterstützt?

Schreibe beide Bezeichnungen jeweils mit dem bestimmten Artikel auf.

» »

3. Manche Menschen haben zu wenig Stäbchen oder Zapfen.

Welche Sehprobleme verursacht das?

	Menschen mit zu wenig Stäbchen	Menschen mit zu wenig Zapfen
... können Rot und Grün nicht unterscheiden.		
... sehen bei etwas weniger Licht nur mehr verschwommen.		
... können keine Farben sehen.		
... sehen in der Nacht sehr schlecht.		

4. Erkläre, auf welcher biologischen Tatsache das Sprichwort „Im Finsternen sind alle Katzen grau“ beruht.

.....

5. Was ist die Ursache dafür, dass beim Lesen bei schlechter Beleuchtung die Buchstaben vor den Augen verschwimmen?

.....

Zu wenig Licht?

Die Pupille steuert, wie viel Licht dein Auge aufnimmt:



Ist es sehr hell, macht sie sich so klein wie möglich, damit nicht zu viel Licht in dein Auge fällt und du geblendet wirst.



Ist es sehr dunkel, weitet sie sich. So kann mehr Licht in dein Auge eindringen.

Die Iris, der Ringmuskel, der rund um deine Pupille liegt, hilft ihr beim Vergrößern und Kleinmachen. Man nennt die Iris auch Regenbogenhaut.

Damit aus den Lichtstrahlen, die durch deine Pupille eindringen, ein Bild entsteht, sind auf deiner Netzhaut Millionen von Sehzellen im Einsatz:

- Mit den **Stäbchen** unterscheidest du Hell und Dunkel.
- Mit den **Zapfen** erkennst du die verschiedenen Farben.

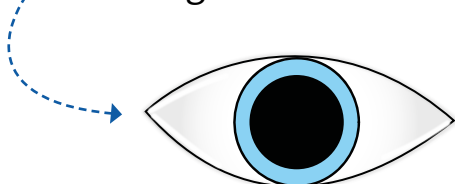
Stäbchen und Zapfen arbeiten nur bei Licht. Deshalb kannst du auch nichts sehen, wenn es stockfinster ist.

Die Zapfen brauchen mehr Licht als die Stäbchen. Ist es zwar nicht stockfinster, aber sehr dunkel, können deine Stäbchen noch arbeiten, deine Zapfen nicht mehr.

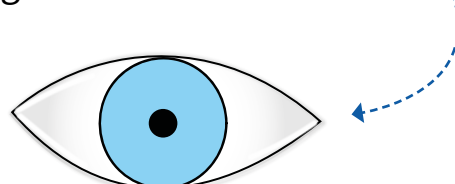
Zu wenig Licht?

1. Veränderung der Pupille

a. im abgedunkelten Kinosaal.



b. im grellen Scheinwerferlicht.



2. Die Iris bzw. die Regenbogenhaut

3. Zu wenig Stäbchen oder Zapfen?

	Menschen mit zu wenig Stäbchen	Menschen mit zu wenig Zapfen
... können Rot und Grün nicht unterscheiden.		X
... sehen bei etwas weniger Licht nur mehr verschwommen.	X	
... können keine Farben sehen.		X
... sehen in der Nacht sehr schlecht.	X	

4. Die grauen Katzen

Gelangt zu wenig Licht ins Auge, können die Zapfen nicht mehr arbeiten. Damit erhält unser Gehirn keine Farbinformationen mehr. Das heißt, dass wir im Finsternen keine Farben mehr sehen, sondern nur noch Grauschattierungen.

5. Wenn die Buchstaben verschwimmen

Die Stäbchen arbeiten zwar auch noch bei wenig Lichteinfall in unser Auge, sie können allerdings nicht mehr ihre volle Leistung erbringen. Daher verschwimmen die Konturen der Buchstaben, wenn das Licht fürs Lesen bzw. die Arbeit der Stäbchen nicht mehr ausreicht.

Visuelle Wirkung von Licht: Lichtquelle & Lichtempfänger

Übung 6: Infotexte & Verständnisaufgaben

- Lernziel:** Die SchülerInnen können mit einfachen Worten den Unterschied zwischen Lichtquelle und Lichtempfänger erklären.
 Sie können zwischen Temperaturstrahlern und Kaltstrahlern unterscheiden und Beispiele dafür nennen.
 Sie kennen die Begriffe Absorption und Reflexion und können erklären, welcher Effekt bei Oberflächen auftritt, die sehr viel Licht absorbieren.
- Fachbezug:** Physik
- Dauer:** ab 5 Min.
- Vorkenntnisse:** nicht erforderlich
- Materialien:** **Wo kommt das Licht her? (Arbeitsblatt 6)**

Die SchülerInnen bearbeiten das Arbeitsblatt in Einzelarbeit. Die Ergebnisse werden anschließend im Klassenverband verglichen.

Lösung

1.

	Temperaturstrahler	Kaltstrahler
Display eines Smartphones		X
Glühlampe	X	
Halogenlampe	X	
Kerze	X	
LED-Lampe		X
Neonröhre		X
Sonne	X	

2. Die elektrische Energie, die Temperaturstrahlern zugeführt wird, damit sie Licht durch Hitze erzeugen, wird zu einem großen Teil nicht in Licht, sondern in Wärme umgewandelt.
 Bei Kaltstrahlern wird Licht erzeugt, indem z.B. Gasatome angeregt werden. Die zu diesem Zweck zugeführte Energie wird direkt in Licht umgewandelt, und es entstehen keine Energieverluste in Form von Wärmeenergie.
3. Je mehr Licht eine Oberfläche reflektiert, umso heller wirkt sie.
 Je mehr Licht eine Oberfläche absorbiert, umso dunkler erscheint sie.

Tipps für zwei einfache Experimente zu Reflexion & Absorption außerhalb des Physiksaals

- **Lichtstrahlen & Hindernisse**
 In einem abgedunkelten Raum werden verschiedene Gegenstände mit einer Taschenlampe beleuchtet, z.B. Klarsichtfolie, Alufolie, Glas, Tasse, Tuch, Jacke, einzelnes Blatt Papier, Buch, ...
- **Weiß & Schwarz**
 Eine Person hält mit einer Hand ein weißes Blatt Papier, mit der anderen ein schwarzes Blatt Papier hoch. Eine andere Person beleuchtet die Blätter aus kurzer Distanz abwechselnd mit einer Taschenlampe. Wie verändert sich der Bereich zwischen Taschenlampe und Blatt Papier? Was kann man daraus folgern?

Wo kommt das Licht her?

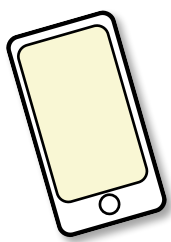
Um etwas sehen zu können, brauchen wir eine **Lichtquelle**: einen Körper, der leuchtet.

Lichtquellen, bei denen Licht durch Erhitzung erzeugt wird, nennt man „Temperaturstrahler“.

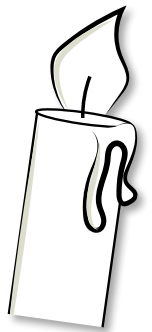
Bei einer Glühlampe wird z.B. ein Wolframdraht zum Glühen gebracht.

Lichtquellen, die Licht ohne Wärme, sondern direkt aus einem chemischen oder elektrischen Prozess erzeugen, sind „Luminiszenzstrahler“. Man nennt sie auch „Kaltstrahler“.

1. Heiß oder kalt? Zu welcher Gruppe gehören die verschiedenen Lichtquellen?



	Temperaturstrahler	Kaltstrahler
Display eines Smartphones		
Glühlampe		
Halogenlampe		
Kerze		
LED-Lampe		
Neonröhre		
Sonne		



2. Temperaturstrahler sind nicht sehr effizient. Erkläre, woran das liegt.

Nutze diese Begriffe für deine Erklärung: *Energie, Wärme, umgewandelt, verloren*

.....

.....

Körper, die beleuchtet werden, nennt man **Lichtempfänger**.

Sie nehmen einen Teil der Lichtstrahlen, mit denen sie beleuchtet werden, auf. Man nennt das Absorption. Der andere Teil der Lichtstrahlen wird zurückgeworfen. Das nennt man Reflexion.

3. Heller oder dunkler? Entscheide, was Sache ist.

Ein Tipp: An heißen Sommertagen raten ExpertInnen von schwarzer Kleidung ab, weil diese besonders viel Sonnenlicht und damit auch Wärme aufnimmt.



Je mehr Licht eine Oberfläche reflektiert, umso wirkt sie.



Je mehr Licht eine Oberfläche absorbiert, umso erscheint sie.

Emotionale Wirkung von Licht: Wie wirkt sich Licht auf die Stimmung aus?

Übung 7: Aktivierungsübung – persönliche Assoziation

Lernziel:	Die SchülerInnen verstehen, dass sich Licht auf ihre Stimmung auswirkt. Sie können Beispiele dafür nennen, in welcher Form sich verschiedene Licht- bzw. Beleuchtungssituationen auf ihre Stimmung auswirken. Sie üben die Analyse von Bildern. Sie üben die möglichst exakte Beschreibung eines Bildes. (V. 4) Sie üben das Anfertigen einer Zeichnung auf Basis einer schriftlichen Beschreibung. (V. 4)
Fachbezug:	Deutsch, Biologie, Bildnerische Erziehung (V. 4)
Dauer:	ab 10 Min.
Vorkenntnisse:	nicht erforderlich
Materialien:	Was fühlst du? (Stimmungsbilder 1)

Auf den Stimmungsbildern sind verschiedene Lichtsituationen abgebildet.

Variante 1 – anonyme Umfrage

- Die einzelnen Bilder werden den SchülerInnen nacheinander gezeigt. Jede/r Schüler/in notiert auf einem Zettel, welches Gefühl das jeweilige Bild bzw. die darauf gezeigte Lichtsituation
 - in den abgebildeten ProtagonistInnen weckt.
 - in ihnen selbst weckt.
- Die Ergebnisse werden anschließend im Klassenverband ausgewertet und miteinander diskutiert:
 - Bei welchen Bildern gab es besonders viele bzw. kaum Übereinstimmungen? Was könnten jeweils Gründe dafür sein?
 - Gibt es Bilder, die ähnliche Reaktionen hervorrufen? Woran könnte das liegen?

Variante 2 – Gruppenarbeit zu jeweils einem Stimmungsbild

- Die SchülerInnen werden in sechs Gruppen geteilt. Jede Gruppe erhält ein Stimmungsbild und notiert, welche Gefühle die dargestellte Person haben könnte. Im nächsten Schritt versuchen die SchülerInnen, eine Erklärung dafür zu formulieren.
- Anschließend präsentiert jede Gruppe ihr Ergebnis. Gemeinsam wird diskutiert,
 - ob es noch weitere Gefühle gibt, die die dargestellte Person haben könnte.
 - ob die Gefühlserklärung der Gruppe den anderen stimmig erscheint.

Variante 3 – Gruppenarbeit zu allen Stimmungsbildern

- Die SchülerInnen werden in mehrere Gruppen geteilt. Jede Gruppe erhält einen Satz mit allen Stimmungsbildern und notiert zu jedem Bild, welche Gefühle die dargestellte Person haben könnte. Im nächsten Schritt versuchen die SchülerInnen, eine Erklärung für die notierten Gefühle zu formulieren.
- Anschließend werden die Gruppenergebnisse für jedes Stimmungsbild zusammengeführt. Gemeinsam wird diskutiert,
 - bei welchen Stimmungsbildern es besonders viele bzw. wenige Übereinstimmungen gibt und was jeweils Gründe dafür sein könnten.
 - welche Gefühle Licht noch erzeugen kann.

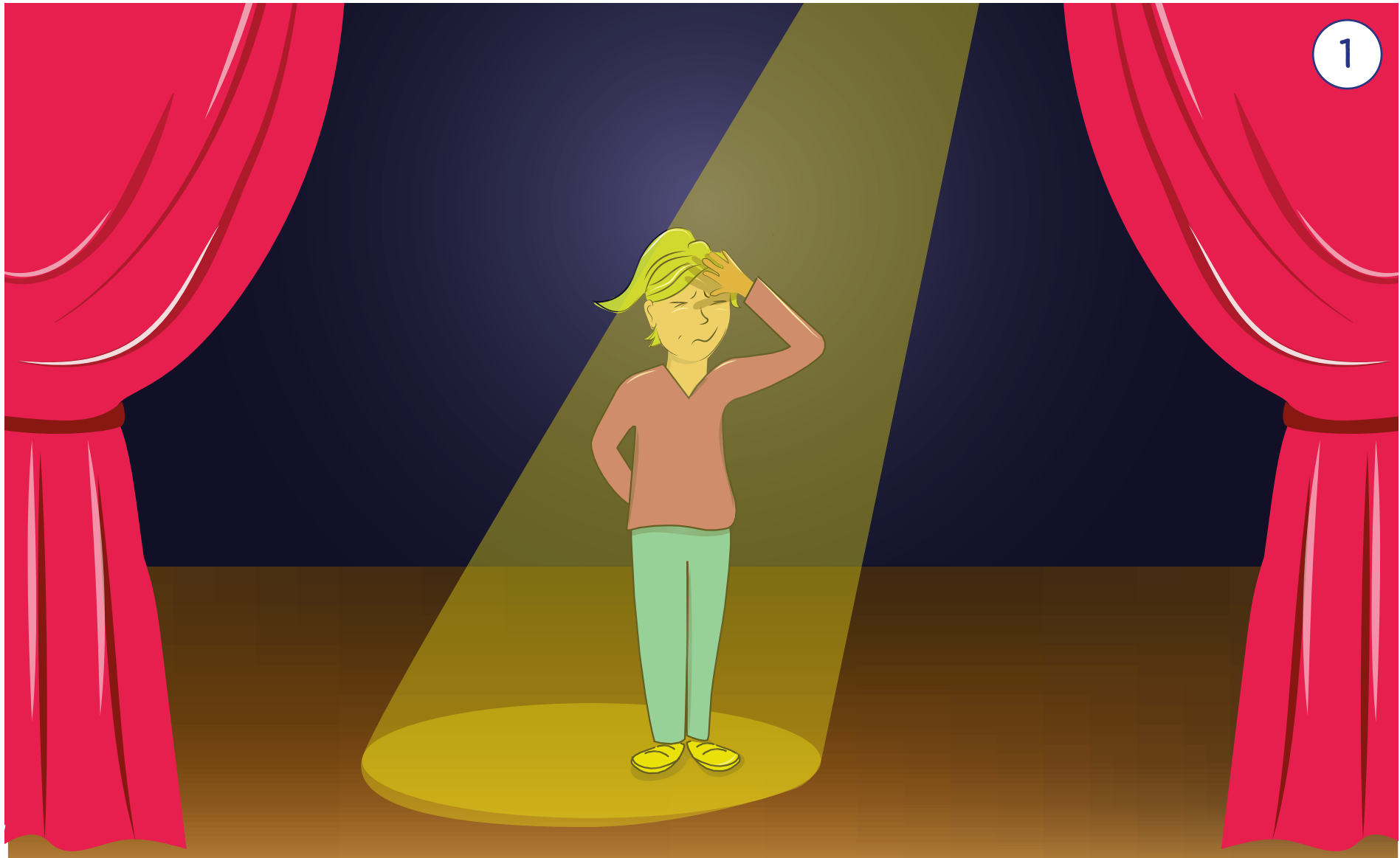
Variante 4 – Stimmungsbilder beschreiben und nachzeichnen

- Jede/r SchülerIn wählt ein Stimmungsbild aus und verfasst dazu eine detaillierte Bildbeschreibung.
- Anschließend bilden alle SchülerInnen, die sich für dasselbe Bild entschieden haben, eine Gruppe und vergleichen ihre Beschreibungen:
 - Gibt es Details zum Bild, die nicht alle notiert haben?
Wenn ja – warum wurden sie nicht notiert bzw. übersehen?
 - Gibt es Übereinstimmungen im von den SchülerInnen verwendeten Wortschatz?

- Im nächsten Schritt bilden jeweils zwei SchülerInnen aus unterschiedlichen Gruppen ein Paar und tauschen ihre Bildbeschreibungen aus. Anhand der Bildbeschreibung zeichnet nun jede/r Schüler/in das beschriebene Bild nach.
- Die Ergebnisse des Nachzeichnens werden paarweise miteinander besprochen und analysiert. Folgende Fragen können dabei unterstützen:
 - In welchen Punkten unterscheidet sich das gezeichnete Bild deutlich von der Vorlage? Was ist der Grund dafür?
 - War die Beschreibung für die/den Zeichnenden verständlich und nachvollziehbar?
 - Wo fehlten genauere Infos, um anhand der Beschreibung das Bild zu zeichnen?

Als **Abschluss jeder Variante** können die Ergebnisse, also die Gefühle, die Licht in uns wecken bzw. bestärken kann, auf einem Riesenplakat dargestellt werden. Zu diesem Zweck werden die Gefühle erst aufgelistet, evt. nach verschiedenen Kriterien geordnet (z.B. welche erleben wir als positiv, welche als negativ, welche als neutral) und anschließend an die SchülerInnen bzw. an Schülergruppen verteilt. Sie gestalten jedes Gefühl auf einem A5- oder A4-Blatt (Text + Bild), die einzelnen Blätter werden anschließend zusammengeklebt.

Was fühlst du?



2



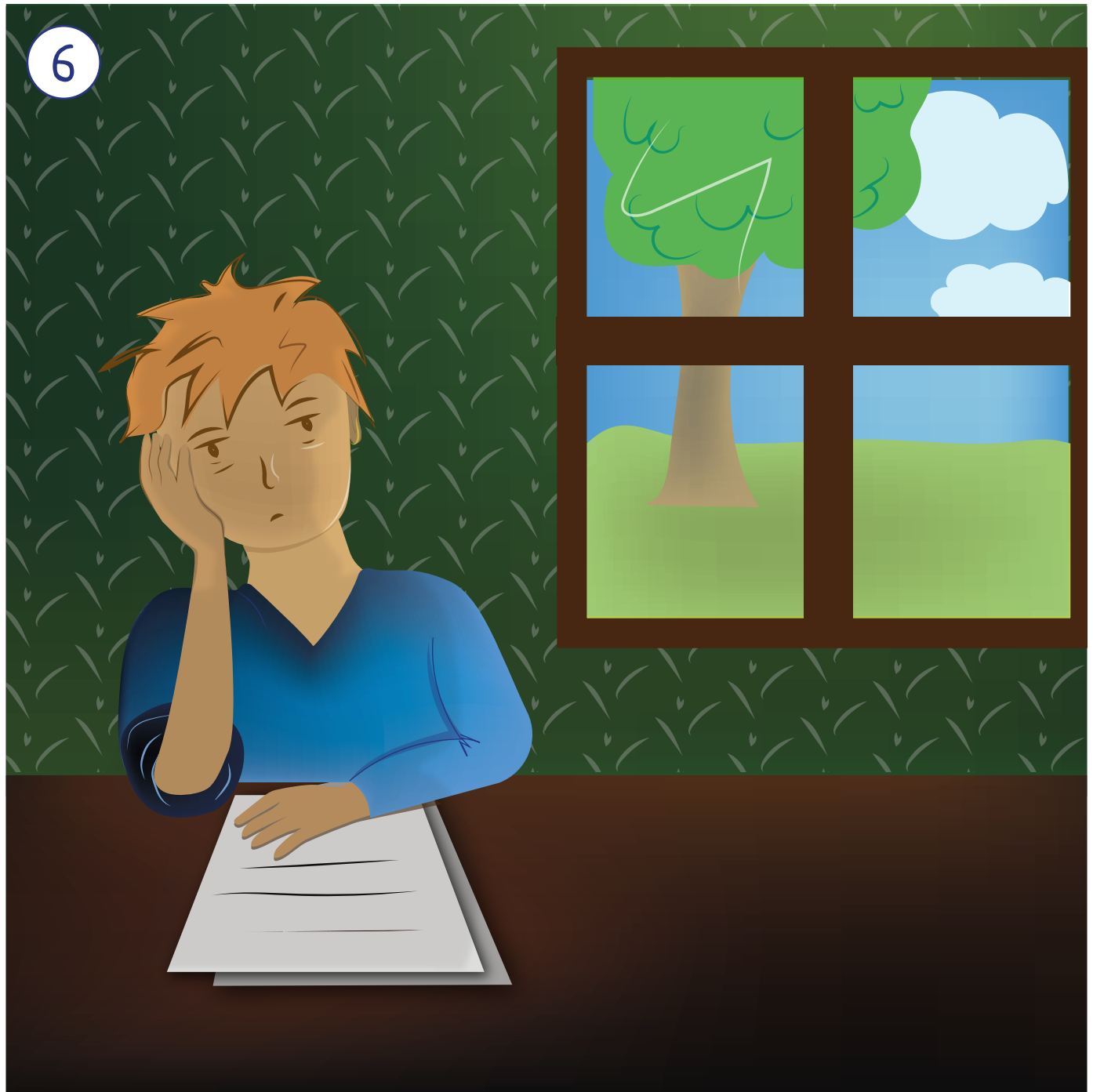
3





5





Emotionale Wirkung von Licht: Wie wirkt sich Licht auf unsere Stimmung aus?**Übung 8: Zuordnungsübung**

Lernziel:	Die SchülerInnen verstehen, dass sich Licht auf unsere Stimmung auswirkt. Sie können konkrete Beispiele dafür nennen, wie sich Lichtsituationen auf die Stimmung auswirken. Sie üben die inhaltlich logische und grammatikalisch korrekte Verknüpfung von zwei zueinander gehörigen Satzteilen. Sie üben das Verfassen verschiedener Textsorten. (Tipps)
Fachbezug:	Deutsch, Biologie
Dauer:	ab 5 Min.
Vorkenntnisse:	nicht erforderlich
Materialien:	Licht macht Laune? (Arbeitsblatt 7/Lösungsblatt 3)

Die SchülerInnen bearbeiten das Arbeitsblatt in Einzelarbeit.
Die Ergebnisse werden anschließend im Klassenverband verglichen.

Tipp zur Vertiefung – Verfassung einer kurzen Erörterung

Die SchülerInnen schreiben eine kurze Erörterung. Beginn dieser Erörterung ist einer der nachfolgenden Wenn-Sätze:

- Wenn bei einem Konzert der Saal die ganze Zeit so hell erleuchtet wäre wie die Bühne, ...
- Wenn Clubbinglocations oder Discotheken genauso beleuchtet wären wie unser Klassenzimmer, ...
- Wenn das Licht im Kinosaal bei Filmbeginn nicht ausgehen würde, ...

Tipp zur Vertiefung – Recherche & Verfassen eines Zeitungsartikels für Eltern

Die SchülerInnen recherchieren zur Frage, warum Dunkelheit vielen Kindern Angst macht, und verfassen auf Basis ihrer Rechercheergebnisse einen Zeitungsartikel für Eltern von Kindern im Volksschulalter, in dem nicht nur die Ursache erläutert, sondern auch Hilfestellungen für den Alltag genannt werden.

Licht macht Laune!

Licht schafft Stimmungen.

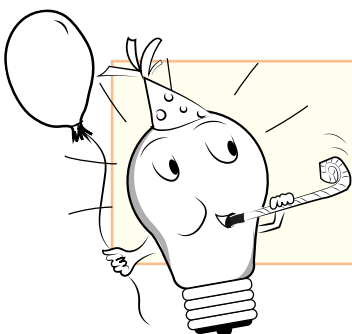
Diese Stimmungen wirken sich auf die Stimmungen von uns Menschen aus. Sie haben Einfluss auf unser Befinden.

Kombiniere die zueinander gehörigen Satzteile.

- | | |
|---|--|
| 1 Geht das Licht im Theatersaal aus, | ☐ dass man sich gruselt. E |
| 2 Wenn wir im dunklen Kinosaal sitzen, | ☐ bringt sie ganz ohne tanzende Menschen Bewegung in jedes Tanzlokal. B |
| 3 Indem eine Discokugel ständig das Licht ändert, | ☐ so schlägt sich das negativ auf unsere Laune nieder. N |
| 4 Nachdem die Augen unsere wichtigsten Sinnesorgane sind und sie im Finsternen nicht funktionieren, | ☐ so hebt das unsere Stimmung. E |
| 5 Ist ein Zimmer mit Sonne durchflutet, | ☐ schauen alle gespannt auf die hell beleuchtete Bühne. A |
| 6 Ist ein Raum nur trüb beleuchtet, | ☐ wirft moderne Straßenbeleuchtung möglichst wenig Schatten. T |
| 7 Damit wir uns abends auf den Gehsteigen sicher fühlen, | ☐ lenkt nichts unsere Augen vom Film auf der Leinwand ab. M |
| 8 Bei hellem Sonnenschein kommt es selten vor, | ☐ macht Dunkelheit vielen Menschen Angst. I |

Mit der Stärke, der Farbe und der Richtung von künstlichem Licht kannst du in Räumen besondere Stimmungen schaffen.

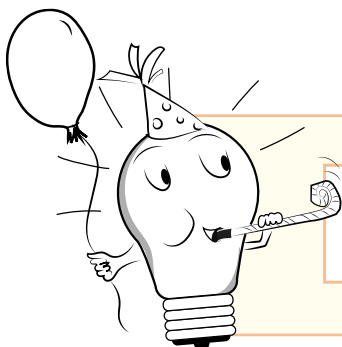
Hast du alle Sätze richtig zugeordnet, ergeben die Lösungsbuchstaben ein Synonym für diese Art von Stimmung.



1	2	3	4	5	6	7	8

Licht macht Laune!

- | | |
|--|---|
| 1 Geht das Licht im Theatersaal aus, | schauen alle gespannt auf die hell beleuchtete Bühne. |
| 2 Wenn wir im dunklen Kinosaal sitzen, | lenkt nichts unsere Augen von der Leinwand ab. |
| 3 Indem eine Discokugel ständig das Licht ändert, | bringt sie ganz ohne tanzende Menschen Bewegung in jedes Tanzlokal. |
| 4 Nachdem die Augen unsere wichtigsten Sinnesorgane sind und sie im Finsternen nicht funktionieren, | macht Dunkelheit vielen Menschen Angst. |
| 5 Ist ein Zimmer mit Sonne durchflutet, | so hebt das unsere Stimmung. |
| 6 Ist ein Raum nur trüb beleuchtet, | so schlägt sich das negativ auf unsere Laune nieder. |
| 7 Damit wir uns abends auf den Gehsteigen sicher fühlen, | wirft moderne Straßenbeleuchtung möglichst wenig Schatten. |
| 8 Bei hellem Sonnenschein kommt es selten vor, | dass man sich gruselt. |



A	M	B	I	E	N	T	E
1	2	3	4	5	6	7	8

Biologische Wirkung von Licht: Analyse des persönlichen Tagesrhythmus und der Zusammenhänge zum Tag-Nacht-Wechsel

Übung 9: Tagesablauf & persönliche Leistungskurve

Lernziel:	Die SchülerInnen verstehen, dass alle Lebewesen sich am natürlichen Tag-Nacht-Wechsel orientieren. Sie können mit eigenen Worten erklären, in welcher Form der natürliche Tag-Nacht-Wechsel den Körper des Menschen beeinflusst. Sie werden sich ihres eigenen Tagesrhythmus und der damit verbundenen Leistungskurve bewusst.
Fachbezug:	Biologie
Dauer:	ab 10 Min.
Vorkenntnisse:	nicht erforderlich
Materialien:	Mein Tagesablauf & meine Leistungskurve (Arbeitsblatt 8), 24 Stunden (Infoblatt 5)

Die SchülerInnen erhalten die Aufgabe, ihren persönlichen Tagesrhythmus und ihre erlebten Leistungshochs und -tiefs auf **Arbeitsblatt 8** festzuhalten. Dies kann als Hausaufgabe oder auch retrospektiv direkt in der Unterrichtseinheit erfolgen.

Die Ergebnisse werden im Klassenverband analysiert:

- Wo gibt es Gemeinsamkeiten?
- Wo gibt es Unterschiede?
- In welcher Form ändert sich der Tagesrhythmus am Wochenende?
- Passt die Leistungskurve zum Tagesrhythmus bzw. in welchen Bereichen müsste der Tagesrhythmus der Leistungskurve angepasst werden?

Anschließend werden die auf **Infoblatt 5** dargestellten Vorgänge im Körper mit den eigenen Ergebnissen verglichen:

- Wo gibt es Unterschiede?
- Wo gibt es Übereinstimmungen?
- Erklären die neuen Informationen die Leistungstiefs, die die SchülerInnen an sich selbst wahrnehmen?

Tipp zur Vertiefung: Lerche oder Eule?

Nach einer kurzen Erklärung der Unterschiede zwischen Lerchen und Eulen erhalten die SchülerInnen die Aufgabe, sich einer dieser Gruppen zuzuordnen und die Begründung dafür in einfachen Ich-Sätzen aufzuschreiben. Z.B. „Ich bin am Morgen schon topfit.“

Anschließend bilden alle SchülerInnen, die sich gleich zugeordnet haben eine Gruppe. Gemeinsam wird ein Infoblatt gestaltet, auf dem dargestellt wird, was Lerchen bzw. Eulen ausmacht.

Zusatzinfo:

- **Chronobiologie:**
Das ist die Wissenschaft, die die zeitliche Organisation physiologischer Prozesse und wiederholte Verhaltensmuster bei Organismen untersucht. Nachgewiesene Regelmäßigkeiten bezeichnet man als „biologische Rhythmen“.
- **Unser Körper & die innere Uhr:**
Jede Zelle in unserem Körper hat eine eigene innere Uhr, die wichtigste sitzt im Gehirn. Sie empfängt ihre Signale von darauf spezialisierten Sinneszellen in den Augen, die bei Lichteinfall ein elektrisches Signal an den suprachiasmatischen Nukleus schicken.
Licht und Temperatur sind Zeitgeber, die dabei helfen, unsere innere Uhr zu synchronisieren und an den natürlichen Tag-Nacht-Wechsel anzupassen. Fallen diese Zeitgeber über einen längeren Zeitraum weg, bleibt unsere innere Uhr zwar erhalten, sie entfernt sich aber vom tatsächlichen Tag-Nacht-Rhythmus. Über lange Zeit gesehen, kann das krank machen.
Am fittesten sind die meisten Menschen zwischen 10 und 12 Uhr mittags und gegen 17 Uhr. Ein Leistungstief haben die meisten gegen 14 Uhr.
- **Melatonin:**
Dieses Hormon, das unseren Schlaf-Wach-Rhythmus maßgeblich beeinflusst, wird im Zwischenhirn in der Zirbeldrüse produziert. Es macht uns müde, weshalb es auch als „Schlafhormon“ bezeichnet wird. Bei Tageslicht

wird kein Melatonin ausgeschüttet – die Konzentration des Hormons geht zurück und wir werden munter. Die Information, ob es hell oder dunkel ist, erhält die Zirbeldrüse vom suprachiasmatischen Nucleus. Er sitzt ungefähr über der Nasenwurzel an der Kreuzung der beiden Sehnerven und bekommt seine Infos direkt von speziellen Sehzellen, die Hell-/Dunkel-Reize wahrnehmen. Sie reagieren besonders sensibel auf sichtbares Licht aus dem blauen Spektrum, das z.B. auch von Smartphone- oder Tabletscreens ausgestrahlt wird.

Melatonin & der Tag-Nacht-Wechsel: Ungefähr um 6 Uhr früh reduziert die Zirbeldrüse die Ausschüttung von Melatonin. Der Melatoninspiegel sinkt und Blutdruck, Körpertemperatur und Reaktionsfähigkeit nehmen zu. Gegen 7.30 Uhr wird kein Melatonin mehr ausgeschüttet – wir werden wach. Rund zwei Stunden bevor wir einschlafen, üblicherweise zwischen 19 und 21 Uhr, startet die Zirbeldrüse wieder mit der Melatoninproduktion. Der Melatoninspiegel steigt und Blutdruck, Körpertemperatur und Reaktionsfähigkeit sinken wieder.

- **Chronotypen:**

Bei Menschen unterscheidet man grundsätzlich zwischen zwei Chronotypen: Morgen- und Nachtmenschen. Die einen stehen früh auf und gehen früh zu Bett, die anderen stehen spät auf und gehen dafür auch spät zu Bett – FrühaufsteherInnen und LangschläferInnen.

Zu welcher der beiden Gruppen man (eher) gehört, ist genetisch bedingt.

Im Laufe des Lebens kann sich der Chronotyp auch verändern: So neigen Jugendliche und junge Erwachsene eher zum Chronotyp Eule, ältere Menschen eher zum Typ Lerche.

- **Die innere Uhr von Pflanzen:**

Auch Pflanzen wechseln zwischen Wach- und Ruhephasen. Diese hängen direkt mit dem natürlichen Tag-Nacht-Rhythmus zusammen. Indem sie ihre Blätter in Richtung Sonne recken, trifft tagsüber möglichst viel Licht auf sie und die Photosynthese funktioniert besonders gut. Bei Dunkelheit legen sie eine Pause ein.

Schon 1729 hat der Astronom Jacques d'Ortous de Mairan sich die Frage gestellt, was mit Pflanzen passiert, wenn man ihnen das Licht entzieht. Er hat eine Mimose in einen abgedunkelten Raum gestellt und beobachtet, dass sie ihre Blätter trotz Dunkelheit pünktlich zum Sonnenaufgang in die Höhe gereckt hat. Deshalb gilt Jacques d'Ortous de Mairan als der Entdecker der inneren Uhr von Pflanzen.

Johann Gottfried Zinn zeichnete 1759 bei der Gartenbohne einen circadianen Rhythmus auf. Er verband die Blätter einer Bohnenpflanze mit einem Hebelmechanismus, der deren Bewegungen auf eine rotierende Walze übertrug. Die ersten drei Aufzeichnungstage ging das Licht im 12-Stunden-Rhythmus an bzw. aus, ab dem vierten Tag stand die Pflanze im Dunkeln. Trotz Dunkelheit hörten die Blattbewegungen nicht auf – der Beweis, dass die Bewegungen nicht auf den tatsächlichen Wechsel zwischen Licht und Dunkel zurückzuführen ist.

Mein Tag



Wie schaut dein Tagesablauf an einem normalen Schultag aus?

Zeichne auf der Zeitleiste ein,

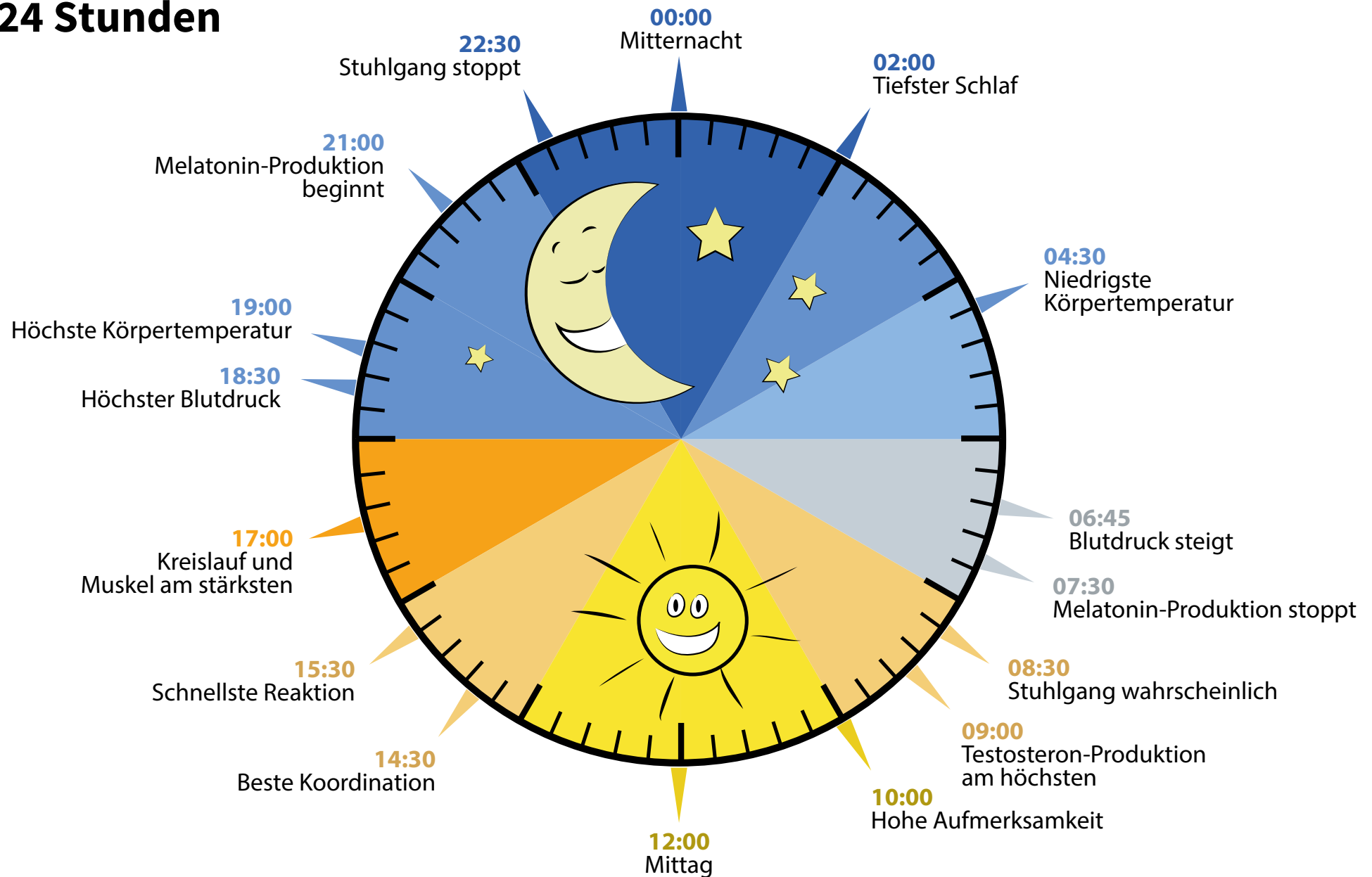
1. wann du aufstehst.
2. wann du in der Schule bist.
3. wann üblicherweise Schularbeiten und Tests stattfinden.
4. wann du Aufgaben machst und lernst.
5. wann du welcher Freizeitbeschäftigung nachgehst.
6. wann du schlafen gehst.

Markiere unter der Zeitleiste

- mit **grüner** Farbe jene Zeiträume, in denen du dich besonders fit und leistungsfähig fühlst.
- mit **blauer** Farbe jene Zeiträume, in denen du dich besonders müde und erschöpft fühlst.



24 Stunden



Biologische Wirkung von Licht: Was ist die innere Uhr?

Übung 10: Videoanalyse

Lernziel:	Die SchülerInnen wissen, dass alle Lebewesen eine innere Uhr haben, und können mit eigenen Worten erklären, was diese ist bzw. bewirkt. Sie können zwischen den Chronotypen ‚Lerche‘ und ‚Eule‘ unterscheiden. Sie verstehen den Zusammenhang zwischen Licht und unserer inneren Uhr und können diesen erklären. Sie können Ursachen dafür nennen, dass unsere innere Uhr durcheinander kommt. Sie kennen die Folgen, wenn man langfristig gegen die innere Uhr lebt. Die SchülerInnen üben die Videoanalyse.
Fachbezug:	Biologie, Deutsch
Dauer:	ab 15 Min.
Vorkenntnisse:	nicht erforderlich
Materialien:	Innere Uhr: So gibt der Tag-Nacht-Rhythmus den Takt vor (Arbeitsblatt 9) Nobelpreis für Medizin für Erforschung der inneren Uhr (Arbeitsblatt 10)
Sonstiges:	Internetanbindung erforderlich

Die SchülerInnen werden in zwei Gruppen geteilt.

Gruppe 1 schaut sich das knapp 3-minütige Video „Innere Uhr: So gibt der Tag-Nacht-Rhythmus den Takt vor“ von Quarks/WDR vom 3.4.2019 auf www.youtube.com/watch?v=BqhuCsMp9xc an.

Gruppe 2 schaut sich den rund 2,5-minütigen ARD-Tagesschau-Beitrag „Nobelpreis für Medizin für Erforschung der inneren Uhr“ vom 04.10.2017 auf www.youtube.com/watch?v=PGz79vWpBMo an.

Im Anschluss beantworten die SchülerInnen von Gruppe 1 in Einzelarbeit die Analysefragen auf **Arbeitsblatt 9**, die SchülerInnen von Gruppe 2 jene auf **Arbeitsblatt 10**. Je nach Schwierigkeitsgrad der Aufgabe können sie die Fragen bereits vor Ansehen des Videos erhalten bzw. sich beim Ansehen des Videos Notizen machen dürfen.

Die Ergebnisse werden anschließend innerhalb jeder Gruppe verglichen und zusammengeführt. Auf Basis der Analyseergebnisse wird gemeinsam eine Zusammenfassung der wichtigsten Infos aus dem Video erstellt.

Im nächsten Schritt präsentiert jede Gruppe das Ergebnis ihrer Analyse im Klassenverband. Die Informationen aus den beiden Videos werden miteinander verglichen und zusammengeführt.

Tipp zur Vertiefung – Gestaltung eines Infoblattes/Infoplakates

Basierend auf dem gemeinsamen Analyseergebnis erstellt jede/r Schüler/in in Einzelarbeit ein Infoblatt/Infoplakat zur inneren Uhr.

Im nächsten Schritt bilden zwei Schüler/innen eine Gruppe – die beiden Infoblätter/Infoplakate werden in der 2er-Gruppe verglichen und zusammengeführt. Anschließend bilden zwei 2er-Gruppen eine Gruppe – wieder werden die Infoblätter/Infoplakate verglichen und zusammengeführt.

Dieser Vorgang wird so lange wiederholt, bis es ein gemeinsames Infoblatt/Infoplakat der Klasse gibt.

Lösung Arbeitsblatt 9

1. Die Erde folgt einem 24-Stunden-Takt, dem sich alle Lebewesen angepasst haben: Pflanzen, Tiere und Menschen.
2. Sie bestimmt, ob wir aktiv sind oder schlafen, und beeinflusst beinahe alle Körperfunktionen.
3. 20 verschiedene Gene prägen unsere innere Uhr und sind dafür verantwortlich, ob wir FrühaufsteherInnen sind.
4. Der Rhythmus bleibt relativ konstant; in den meisten Fällen dauert er etwas länger als 24 Stunden.
5. Das sind Menschen, deren innerer Takt etwas kürzer als 24 Stunden ist. Diese Menschen sind schon morgens fit und leistungsfähig.
6. Lerchen und Eulen; Lerchen sind morgens schon fit und werden dafür früher müde. Eulen bleiben abends länger wach, kommen aber morgens schwerer aus dem Bett.
7. Das Sonnenlicht gibt unserem inneren Rhythmus die Tageszeit von außen vor. Es gelangt über die Augen in den Körper. Spezielle Rezeptoren reagieren auf Helligkeit und sorgen vor allem durch das Schlafhormon Melatonin dafür, dass sich innere und äußere Tageszeit synchronisieren.

8. Je nach Längengrad, in dem wir uns befinden, verschiebt sich der Sonnenaufgang um vier Minuten. Das heißt, selbst in ein und derselben Zeitzone geht die Sonne im Osten früher auf als im Westen. Das beeinflusst auch die innere Uhr der Menschen, die dort leben.
9. Im Winter verschiebt sich unser Rhythmus nach hinten. Er startet später, weil auch die Sonne später aufgeht. Wir werden alle etwas mehr Eule.
10. Innerer Rhythmus

Lösung Arbeitsblatt 10

1. Er hat keinen Rhythmus, auf den er sich einstellen kann, weil er zwischen unterschiedlichen Tag- und Nachtdiensten wechselt. Er erlebt das als sehr anstrengend.
2. Sie bestimmt, wann wir wach und leistungsfähig sind.
3. Pflanzen, Tiere, Menschen
4. Bestimmte Gene
5. Synchron zum Tag-Nacht-Wechsel der Erde
6. Das Stresshormon Cortisol wird morgens produziert und macht uns munter. Das Schlafhormon Melatonin wird abends produziert und macht uns müde.
7. Die Eulen stehen spät auf und werden spät müde. Die Lerchen stehen früh auf und werden früh müde.
8. Nein, das ist durch die Gene bestimmt.
9. Kurzfristig durch einen Flug, der eine Zeitverschiebung mit sich bringt ⇒ Jetlag
10. Bluthochdruck, Anfälligkeit für Herzinfarkt und Schlaganfall
11. Biologischer Rhythmus

Zusatzinfo

- **Chronobiologie:**
Das ist die Wissenschaft, die die zeitliche Organisation physiologischer Prozesse und wiederholte Verhaltensmuster bei Organismen untersucht. Nachgewiesene Regelmäßigkeiten bezeichnet man als „biologische Rhythmen“.
- **Unser Körper & die innere Uhr:**
Jede Zelle in unserem Körper hat eine eigene innere Uhr, die wichtigste sitzt im Gehirn. Sie empfängt ihre Signale von darauf spezialisierten Sinneszellen in den Augen, die bei Lichteinfall ein elektrisches Signal an den suprachiasmatischen Nukleus schicken.
Licht und Temperatur sind Zeitgeber, die dabei helfen, unsere innere Uhr zu synchronisieren und an den natürlichen Tag-Nacht-Wechsel anzupassen. Fallen diese Zeitgeber über einen längeren Zeitraum weg, bleibt unsere innere Uhr zwar erhalten, sie entfernt sich aber vom tatsächlichen Tag-Nacht-Rhythmus. Über lange Zeit gesehen, kann das krank machen.
Am fittesten sind die meisten Menschen zwischen 10 und 12 Uhr mittags und gegen 17 Uhr. Ein Leistungstief haben die meisten gegen 14 Uhr.
- **Melatonin:**
Dieses Hormon, das unseren Schlaf-Wach-Rhythmus maßgeblich beeinflusst, wird im Zwischenhirn in der Zirbeldrüse produziert. Es macht uns müde, weshalb es auch als „Schlafhormon“ bezeichnet wird. Bei Tageslicht wird kein Melatonin ausgeschüttet – die Konzentration des Hormons geht zurück und wir werden munter. Die Information, ob es hell oder dunkel ist, erhält die Zirbeldrüse vom suprachiasmatischen Nucleus. Er sitzt ungefähr über der Nasenwurzel an der Kreuzung der beiden Sehnerven und bekommt seine Infos direkt von speziellen Sehzellen, die Hell-/Dunkel-Reize wahrnehmen. Sie reagieren besonders sensibel auf sichtbares Licht aus dem blauen Spektrum, das z.B. auch von Smartphone- oder Tabletscreens ausgestrahlt wird.
Melatonin & der Tag-Nacht-Wechsel: Ungefähr um 6 Uhr früh reduziert die Zirbeldrüse die Ausschüttung von Melatonin. Der Melatoninspiegel sinkt und Blutdruck, Körpertemperatur und Reaktionsfähigkeit nehmen zu. Gegen 7.30 Uhr wird kein Melatonin mehr ausgeschüttet – wir werden wach. Rund zwei Stunden bevor wir einschlafen, üblicherweise zwischen 19 und 21 Uhr, startet die Zirbeldrüse wieder mit der Melatoninproduktion. Der Melatoninspiegel steigt und Blutdruck, Körpertemperatur und Reaktionsfähigkeit sinken wieder.
- **Chronotypen:**
Bei Menschen unterscheidet man grundsätzlich zwischen zwei Chronotypen: Morgen- und Nachtmenschen. Die einen stehen früh auf und gehen früh zu Bett, die anderen stehen spät auf und gehen dafür auch spät zu

Bett – FrühaufsteherInnen und LangschläferInnen.

Zu welcher der beiden Gruppen man (eher) gehört, ist genetisch bedingt.

Im Laufe des Lebens kann sich der Chronotyp auch verändern: So neigen Jugendliche und junge Erwachsene eher zum Chronotyp Eule, ältere Menschen eher zum Typ Lerche.

- **Die innere Uhr von Pflanzen:**

Auch Pflanzen wechseln zwischen Wach- und Ruhephasen. Diese hängen direkt mit dem natürlichen Tag-Nacht-Rhythmus zusammen. Indem sie ihre Blätter in Richtung Sonne recken, trifft tagsüber möglichst viel Licht auf sie und die Photosynthese funktioniert besonders gut. Bei Dunkelheit legen sie eine Pause ein.

Schon 1729 hat der Astronom Jacques d'Ortous de Mairan sich die Frage gestellt, was mit Pflanzen passiert, wenn man ihnen das Licht entzieht. Er hat eine Mimose in einen abgedunkelten Raum gestellt und beobachtet, dass sie ihre Blätter trotz Dunkelheit pünktlich zum Sonnenaufgang in die Höhe gereckt hat. Deshalb gilt Jacques d'Ortous de Mairan als der Entdecker der inneren Uhr von Pflanzen.

Johann Gottfried Zinn zeichnete 1759 bei der Gartenbohne einen circadianen Rhythmus auf. Er verband die Blätter einer Bohnenpflanze mit einem Hebelmechanismus, der deren Bewegungen auf eine rotierende Walze übertrug. Die ersten drei Aufzeichnungstage ging das Licht im 12-Stunden-Rhythmus an bzw. aus, ab dem vierten Tag stand die Pflanze im Dunkeln. Trotz Dunkelheit hörten die Blattbewegungen nicht auf – der Beweis, dass die Bewegungen nicht auf den tatsächlichen Wechsel zwischen Licht und Dunkel zurückzuführen ist.

Innere Uhr: So gibt der Tag-Nacht-Rhythmus den Takt vor

Analysefragen zum Video auf www.youtube.com/watch?v=BqhuCsMp9xc

1. Welchem Takt folgt die Erde und wer hat sich daran angepasst?

.....

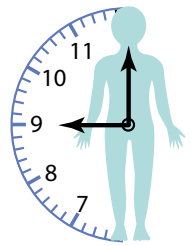
.....

2. In welcher Form beeinflusst die innere Uhr dein Leben?

.....

.....

.....



3. Wovon hängt ab, wie deine innere Uhr tickt?

.....

4. Was passiert mit der inneren Uhr von Menschen, die den natürlichen Tag-Nacht-Wechsel nicht mitbekommen?

.....

.....

5. Im Video werden abhängig von ihrer inneren Uhr zwei Typen von Menschen unterschieden. Welche sind das und wie unterscheiden sie sich? Antworte in Stichworten.

.....

.....

6. Zu welchem Typ gehören Menschen, deren innerer Rhythmus länger als 24 Stunden dauert?

.....

7. In welcher Form hängt Licht mit unserer inneren Uhr zusammen?

.....

.....

.....

8. Welche Bedeutung kommt Längengraden in Zusammenhang mit unserer inneren Uhr zu?

.....

.....

.....

9. Was passiert im Winter mit unserer inneren Uhr?

.....

10. Im Video wird gleich zu Beginn ein Synonym für „innere Uhr“ verwendet. Welches ist das?

.....

Nobelpreis für Medizin für Erforschung der inneren Uhr

Analysefragen zum Video auf www.youtube.com/watch?v=PGz79vWpBMo

1. Der Beitrag startet mit Kai Kempa, der seit 19 Jahren bei der Berufsfeuerwehr Köln arbeitet. Wie beschreibt er seinen Alltagsrhythmus?

.....

.....

2. Welche Aufgabe hat die innere Uhr?

.....

3. Wer hat aller eine innere Uhr?

.....

4. Wer ist Taktgeber für unsere innere Uhr, die im 24-Stunden-Takt schlägt?

.....

5. Wie sollte die innere Uhr optimalerweise ticken?

.....



6. Welche Hormone läuten im menschlichen Körper das Ende der Nacht bzw. das Ende des Tages ein?

.....

.....

7. Schlafforscher Thomas Penzel spricht von zwei grundsätzlichen Typen in Sachen innerer Uhr. Welche sind das und was unterscheidet sie? Erkläre in Stichworten.

.....

.....

8. Kannst du beeinflussen, zu welchem Typ du gehörst?

.....

9. Nenne ein Beispiel dafür, wie die innere Uhr kurzfristig durcheinander gebracht wird.

.....

.....

10. Was sind mögliche Folgen, wenn man langfristig gegen seine innere Uhr lebt, zum Beispiel weil man Schichtarbeit macht?

.....

11. Im Zuge des Videos wird ein Synonym für „innere Uhr“ verwendet. Welches ist das?

.....

Biologische Wirkung von Licht: Wie kommt es zum Tag-Nacht-Wechsel und was ist ein Jetlag?**Übung 11: Lesetexte + Verständnisfragen**

<i>Lernziel:</i>	Die SchülerInnen können mit eigenen Worten erklären, wie es zum Tag-Nacht-Wechsel kommt. Sie können die Begriffe Horizont, Morgen- und Abenddämmerung in einen inhaltlichen Kontext bringen. Sie erhalten einen ersten Einblick in Zeitzonen. Sie wissen, wie ein Jetlag zustande kommt.
<i>Fachbezug:</i>	Biologie, Geographie, Physik
<i>Dauer:</i>	ab 5 Min.
<i>Vorkenntnisse:</i>	nicht erforderlich
<i>Materialien:</i>	Tag & Nacht (Arbeitsblatt 11)

Die SchülerInnen bearbeiten das Arbeitsblatt in Einzelarbeit. Die Ergebnisse werden im Klassenverband verglichen.

Lösung

1. Bei Tag steht die Sonne über dem Horizont, bei Nacht steht sie darunter.
2. Das liegt daran, dass die Strahlung der Sonne, die nicht mehr/noch nicht zu sehen ist, von der Erdatmosphäre gestreut wird und ein Teil dieser gestreuten Strahlung über dem Horizont sichtbar ist.
3. Am Tag-Nacht-Wechsel in Österreich
4. Jetlag

Zusatzinformation

Bei Jetlag sollte man möglichst viel Zeit im Freien verbringen. Das Sonnenlicht beschleunigt die Anpassung der inneren Uhr an den neuen Rhythmus.

In der ersten Nacht sollte man außerdem optimalerweise erst bei Sonnenuntergang ins Bett gehen und nicht vor dem Sonnenaufgang aufstehen.

Tag & Nacht

Der **Wechsel von Tag und Nacht** steuert unsere innere Uhr.

Die Erde braucht 24 Stunden, um sich ein Mal um sich selbst zu drehen.

Im Laufe dieser Umdrehung wird immer nur eine Erdhälfte von der Sonne angestrahlt.

Die andere Hälfte liegt im Dunkeln. Auf der Seite, die von der Sonne angestrahlt wird, ist Tag.

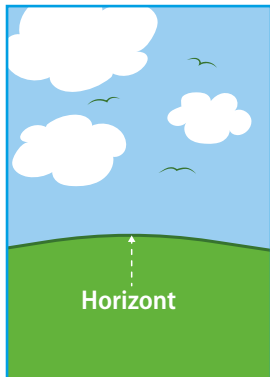
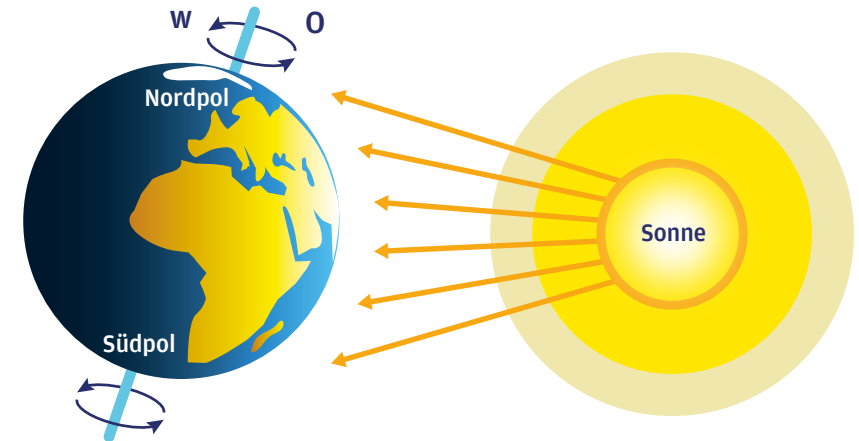
Auf der anderen Seite ist Nacht.

1. Was ist der Grund für den Tag-Nacht-Wechsel? Die Rotation ...

☐ ... der Erde um
die eigene Achse

☐ ... der Erde um
die Sonne

☐ ... des Mondes um
die Erde



Der **Horizont** ist die Linie, die Himmel und Erde voneinander abgrenzt.

2. Ergänze die fehlenden Begriffe.

Bei Tag steht die Sonne dem Horizont, bei Nacht steht sie dar

Ist die Sonne untergegangen, bleibt es trotzdem noch eine Zeitlang hell. Diese Zeit nennt man Abenddämmerung.

Morgens vor Sonnenaufgang ist es ähnlich: die Sonne ist noch nicht zu sehen, aber es dämmt schon.

3. Was könnte der Grund dafür sein? *Ein Tipp: Was passiert mit Lichtstrahlen, die auf Körper treffen?*

.....

Die Erde ist in **24 Zeitzonen** eingeteilt. Sie verlaufen von Norden nach Süden. Zwischen nebeneinander liegenden Zonen liegt jeweils eine Stunde Zeitunterschied. Österreich liegt in der MEZ, der Mitteleuropäischen Zeitzone.

4. Ist es in Österreich 12 Uhr mittags, so ist es in New York gerade einmal 6 Uhr morgens.

Woran orientiert sich deine innere Uhr, wenn du von Österreich nach New York fliegst?

☐ ... am Tag-Nacht-Wechsel in Österreich

☐ ... am Tag-Nacht-Wechsel in New York

5. Bis sich unsere innere Uhr auf die tatsächliche Uhrzeit einstellt, dauert es eine Zeitlang. Der Körper muss neu lernen, wann er munter sein und wann er sich erholen soll. *Wie nennt man die Zeit der Umstellung und die damit verbundene Müdigkeit?* ----->

--	--	--	--	--	--

Biologische Wirkung von Licht: Wie beeinflussen Tag-Nacht-Wechsel und Licht die innere Uhr?

Übung 12: Zuordnungsübung + Verständnisaufgaben

Lernziel:	Die SchülerInnen nehmen den natürlichen Tag-Nacht-Wechsel bewusst wahr. Sie verstehen, dass der Lebensrhythmus von Lebewesen sich am Tag-Nacht-Wechsel orientiert. Sie können mit eigenen Worten erklären, in welcher Form der natürliche Tag-Nacht-Wechsel den Körper des Menschen beeinflusst. Sie kennen die daran beteiligten Hormone und können deren Funktion mit eigenen Worten beschreiben. Sie verstehen, dass sie ihre innere Uhr mit künstlichem Licht beeinflussen können, und sind in der Lage, konkrete Beispiele dafür zu nennen.
Fachbezug:	Biologie, Deutsch
Dauer:	ab 5 Min.
Vorkenntnisse:	nicht erforderlich
Materialien:	Der Körper im Wechsel zwischen Tag & Nacht (Arbeitsblatt 12/Lösungsblatt 4)

In Einzelarbeit werden einzelne Satzteile eines Textes zur Funktionsweise der inneren Uhr des menschlichen Körpers einander zugeordnet. Anschließend werden Verständnisfragen zu diesem Text bearbeitet.

Im Klassenverband werden die Ergebnisse verglichen. Gemeinsam kann abschließend nach weiteren konkreten Beispielen aus dem Alltag der SchülerInnen gesucht werden, in denen diese ihre innere Uhr mit künstlichem Licht positiv oder auch negativ beeinflussen können. Folgende Fragen können dabei unterstützen:

- Wann fällt es den SchülerInnen einfacher aufzustehen – wenn es noch ganz finster oder schon hell ist?
- Bei welchem Licht können sich die SchülerInnen besser konzentrieren – wenn es taghell oder wenn es dämmerig ist?
- Was passiert, wenn sie schon sehr müde sind und plötzlich von grellem Licht angestrahlt werden?

Lösung

- Zuordnungsübung Seite 1 ⇔ s. **Lösungsblatt 4**
- Aufgaben Seite 2
 1. Cortisol macht wach und leistungsfähig.
Serotonin macht glücklich, munter und konzentriert.
Melatonin macht müde.
 2. Die Sonne geht später auf und früher unter.
Daher bleibt der Melatoninspiegel tagsüber hoch, während der Serotoninspiegel sinkt.
 3. Viele Menschen reagieren mit Müdigkeit, Antriebslosigkeit, Schlafstörungen oder sogar einer sogenannten „Winterdepression“.
 4. Blaufilter reduzieren den Anteil des Blaulichts, das ein Display ausstrahlt. So kann auch der Wachmacher-Effekt von Blaulicht, der die Melatoninproduktion stoppt, reduziert werden. Wir werden nicht künstlich wach gehalten.

Zusatzinfo

- **Chronobiologie:**
Das ist die Wissenschaft, die die zeitliche Organisation physiologischer Prozesse und wiederholte Verhaltensmuster bei Organismen untersucht. Nachgewiesene Regelmäßigkeiten bezeichnet man als „biologische Rhythmen“.
- **Unser Körper & die innere Uhr:**
Jede Zelle in unserem Körper hat eine eigene innere Uhr, die wichtigste sitzt im Gehirn. Sie empfängt ihre Signale von darauf spezialisierten Sinneszellen in den Augen, die bei Lichteinfall ein elektrisches Signal an den suprachiasmatischen Nukleus schicken.
Licht und Temperatur sind Zeitgeber, die dabei helfen, unsere innere Uhr zu synchronisieren und an den

natürlichen Tag-Nacht-Wechsel anzupassen. Fallen diese Zeitgeber über einen längeren Zeitraum weg, bleibt unsere innere Uhr zwar erhalten, sie entfernt sich aber vom tatsächlichen Tag-Nacht-Rhythmus. Über lange Zeit gesehen, kann das krank machen.

Am fittesten sind die meisten Menschen zwischen 10 und 12 Uhr mittags und gegen 17 Uhr. Ein Leistungstief haben die meisten gegen 14 Uhr.

- **Chronotypen:**

Bei Menschen unterscheidet man grundsätzlich zwischen zwei Chronotypen: Morgen- und Nachtmenschen. Die einen stehen früh auf und gehen früh zu Bett, die anderen stehen spät auf und gehen dafür auch spät zu Bett – FrühaufsteherInnen und LangschläferInnen.

Zu welcher der beiden Gruppen man (eher) gehört, ist genetisch bedingt.

Im Laufe des Lebens kann sich der Chronotyp auch verändern: So neigen Jugendliche und junge Erwachsene eher zum Chronotyp Eule, ältere Menschen eher zum Typ Lerche.

- **Die innere Uhr von Pflanzen:**

Auch Pflanzen wechseln zwischen Wach- und Ruhephasen. Diese hängen direkt mit dem natürlichen Tag-Nacht-Rhythmus zusammen. Indem sie ihre Blätter in Richtung Sonne recken, trifft tagsüber möglichst viel Licht auf sie und die Photosynthese funktioniert besonders gut. Bei Dunkelheit legen sie eine Pause ein.

Schon 1729 hat der Astronom Jacques d'Ortous de Mairan sich die Frage gestellt, was mit Pflanzen passiert, wenn man ihnen das Licht entzieht. Er hat eine Mimose in einen abgedunkelten Raum gestellt und beobachtet, dass sie ihre Blätter trotz Dunkelheit pünktlich zum Sonnenaufgang in die Höhe gereckt hat. Deshalb gilt Jacques d'Ortous de Mairan als der Entdecker der inneren Uhr von Pflanzen.

Johann Gottfried Zinn zeichnete 1759 bei der Gartenbohne einen circadianen Rhythmus auf. Er verband die Blätter einer Bohnenpflanze mit einem Hebelmechanismus, der deren Bewegungen auf eine rotierende Walze übertrug. Die ersten drei Aufzeichnungstage ging das Licht im 12-Stunden-Rhythmus an bzw. aus, ab dem vierten Tag stand die Pflanze im Dunkeln. Trotz Dunkelheit hörten die Blattbewegungen nicht auf – der Beweis, dass die Bewegungen nicht auf den tatsächlichen Wechsel zwischen Licht und Dunkel zurückzuführen ist.

Tipp zur Vertiefung – Analyse der Beleuchtungssituation & Erstellung eines einfachen Lichtkonzeptes

Das **Materialienpaket „Praxistest Lichtplanung“** bietet die Möglichkeit, mit den SchülerInnen nach einer Bestandsaufnahme vorhandener Leuchtkörper (z.B. zu Hause im eigenen Zimmer oder im Klassenzimmer) zu überlegen, welche Leuchtkörper notwendig wären, um zu jeder Tageszeit für jeden Zweck das richtige Licht einschalten zu können.

Der Körper im Wechsel zwischen Tag & Nacht

Pflanzen passen sich dem Wechsel von Tag und Nacht an. Tagsüber strecken sie ihre Blätter der Sonne entgegen, nachts entspannen sie sich und lassen die Blätter locker hängen.

Wie sieht das bei uns Menschen aus?

Verbinde die zueinander gehörigen Satzteile miteinander.

- | | |
|---|--|
| 1 Wir Menschen atmen nachts seltener, | ☐ sondern macht uns ebenso wie das Cortisol munter und leistungsfähig. E |
| 2 Im Schlaf erholt sich unser Körper | ☐ unser Körper schaltet von Erholung auf Aktion um. H |
| 3 Noch bevor wir aufwachen, | ☐ wir werden wach. T |
| 4 Cortisol macht uns wieder leistungsfähig, | ☐ umso mehr Serotonin wird ausgeschüttet. W |
| 5 Körpertemperatur, Blutdruck, Puls und Reaktionsfähigkeit steigen, | ☐ stattdessen schüttet unsere Zirbeldrüse Melatonin aus. L |
| 6 Je mehr kaltweißes Blaulicht nun auf die Sinneszellen unserer Netzhaut fällt, | ☐ weil es uns müde macht und zum Einschlafen bringt. E |
| 7 Dieses Glückshormon hebt nicht nur unsere Laune, | ☐ umso weniger Blaulicht erreicht die Sinneszellen auf unserer Netzhaut. C |
| 8 Je später und dunkler es wieder wird, | ☐ und sammelt Kraft für den nächsten Tag. I |
| 9 Die Produktion von Cortisol und Serotonin wird eingestellt, | ☐ Wegweiser dafür ist der Tag-Nacht-Wechsel. R |
| 10 Dieses Hormon wird auch Schlafhormon genannt, | ☐ auch unser Herz schlägt nicht so oft wie tagsüber. L |
| 11 Diesen 24-Stunden-Rhythmus unseres Körpers nennt man „innere Uhr“, | ☐ startet unser Körper bei Sonnenaufgang mit der Produktion von Stresshormonen. C |

Alles richtig zugeordnet? In der richtigen Reihenfolge ergeben die Lösungsbuchstaben ein Hilfsmittel, das Schlaf-forscherInnen vor allem Kindern und Jugendlichen empfehlen, die morgens schwer aus dem Bett kommen.



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	

Alles klar in Sachen Tag-Nacht-Rhythmus?

Dann sollte dir das Lösen der nachfolgenden Aufgaben einfach fallen.

1. Hormone leisten einen wesentlichen Beitrag zu unserem Tag-Nacht-Rhythmus.
Notiere die drei Hormone, die im Text genannt wurden, und führe ihre Wirkung an.

..... macht

..... macht

..... macht

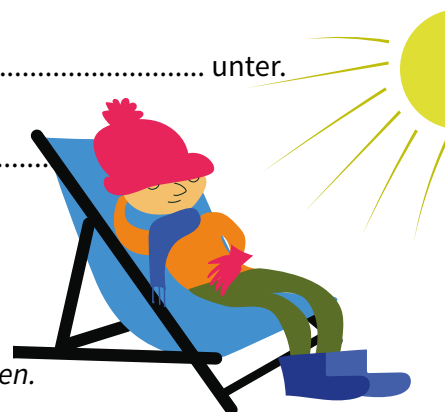
2. Im Winter gibt es von Haus aus weniger Licht. *Ergänze die fehlenden Wörter.*

Die Sonne geht auf und unter.

Daher bleibt der Melatoninspiegel tagsüber

während der Serotoninspiegel

3. Viele Menschen reagieren auf diese Veränderungen im Winter.
Nenne mögliche Wirkungen der veränderten Lichtsituation auf den Menschen.



.....

.....

4. Mit künstlichem kaltweißem Licht mit hohem Blauanteil können wir die Sinneszellen auf unserer Netzhaut täuschen und trotz trüber Aussichten für weniger Melatonin und mehr Serotonin sorgen. Leuchtstofflampen und weiße LEDs mit Farbtemperaturen über 5.300 Kelvin sind dafür besonders geeignet. Lampen mit einer Farbtemperatur weniger als 2.700 Kelvin haben wenig Blaulichtanteil. Sie erzeugen eher die beruhigende Stimmung eines Sonnenuntergangs oder -aufgangs.

Displays von Smartphone oder Tablet strahlen Licht mit einem hohen Blauanteil und einer Farbtemperatur von 6.500 Kelvin oder mehr aus. Warum werben viele Handyhersteller mit einem speziellen Blaufilter?

.....

.....

.....

Der Körper im Wechsel zwischen Tag & Nacht

- | | |
|---|---|
| 1 Wir Menschen atmen nachts seltener, | auch unser Herz schlägt nicht so oft wie tagsüber. |
| 2 Im Schlaf erholt sich unser Körper | und sammelt Kraft für den nächsten Tag. |
| 3 Noch bevor wir aufwachen, | startet unser Körper bei Sonnenaufgang mit der Produktion von Stresshormonen. |
| 4 Cortisol macht uns wieder leistungsfähig, | unser Körper schaltet von Erholung auf Aktion um. |
| 5 Körpertemperatur, Blutdruck, Puls und Reaktionsfähigkeit steigen, | wir werden wach. |
| 6 Je mehr kaltweißes Blaulicht nun auf die Sinneszellen unserer Netzhaut fällt, | umso mehr Serotonin wird ausgeschüttet. |
| 7 Dieses Glückshormon hebt nicht nur unsere Laune, | sondern macht uns ebenso wie das Cortisol munter und leistungsfähig. |
| 8 Je später und dunkler es wieder wird, | umso weniger Blaulicht erreicht die Sinneszellen auf unserer Netzhaut. |
| 9 Die Produktion von Cortisol und Serotonin wird eingestellt, | stattdessen schüttet unsere Zirbeldrüse Melatonin aus. |
| 10 Dieses Hormon wird auch Schlafhormon genannt, | weil es uns müde macht und zum Einschlafen bringt. |
| 11 Diesen 24-Stunden-Rhythmus unseres Körpers nennt man „innere Uhr“, | Wegweiser dafür ist der Tag-Nacht-Wechsel. |



SchlafforscherInnen empfehlen Kindern und Jugendlichen, die morgens schwer aus dem Bett kommen:

L I C H T W E C K E R

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

Biologische Wirkung von Licht: Auswirkungen von künstlichem Licht auf die innere Uhr**Übung 13: Lesetexte und Verständnisfragen**

<i>Lernziel:</i>	Die SchülerInnen verstehen, dass sie ihre innere Uhr und damit ihre Leistungsfähigkeit und ihre Gesundheit mit künstlichem Licht unterstützen, aber auch stören können. Sie können Verhaltensweisen aufzählen, die ihre innere Uhr durcheinander bringen und mit einfachen Worten erklären, warum dies der Fall ist.
<i>Fachbezug:</i>	Deutsch, Biologie
<i>Dauer:</i>	ab 5 Min.
<i>Vorkenntnisse:</i>	Vorwissen zur Funktionsweise der inneren Uhr
<i>Materialien:</i>	Innere Uhr & künstliches Licht (Arbeitsblatt 13)

In Einzel- oder Gruppenarbeit bearbeiten die SchülerInnen das Arbeitsblatt.
Die Ergebnisse werden anschließend im Klassenverband miteinander verglichen.

Lösung:

1. individuelle Antworten
2. individuelle Antworten
3. Zum Beispiel, wenn man vor dem Schlafengehen noch länger aufs Display von Smartphone oder Tablet schaut. Oder wenn beim Zähneputzen vorm Schlafengehen richtig helles Licht leuchtet. Dieses Licht gaukelt den Sehzellen auf der Netzhaut bzw. dem Gehirn vor, dass es noch heller Tag ist. Die Zeit zum Schlafen scheint noch weit weg.
Andererseits kann man durch Abdunkeln eines Raumes die Melatoninproduktion im Körper ankurbeln.
4. SchichtarbeiterInnen
5. Eltern von Kindern, die noch nicht durchschlafen.

Zusatzinformation

Als Zeitgeber bezeichnet man Einflussgrößen, die sich auf die innere Uhr auswirken. Licht ist der wichtigste Zeitgeber. Daneben gibt es auch soziale Zeitgeber, wie zum Beispiel Arbeitszeiten.

Unterschied zwischen äußeren Zeitgebern und innerer Uhr führt zu Schlafmangel mit all seinen Folgen, es kommt zu einem Jetlag.

Innere Uhr & künstliches Licht

Vor der Erfindung des künstlichen Lichts standen die Menschen mit Sonnenaufgang auf und gingen mit Sonnenuntergang schlafen. Ihre innere Uhr war im Einklang mit dem Wechsel von Tag und Nacht.

Dank künstlichem Licht ist unser Alltag heute nicht mehr vom Stand der Sonne abhängig. Wir können unabhängig vom Tageslicht rund um die Uhr allen Tätigkeiten nachgehen.

Und das ist auch wichtig – denn mehr als 90 % unserer Zeit verbringen wir indoor. Tageslicht nehmen wir größtenteils nur durchs Fenster wahr.



1. Wie schaut dein Tagesablauf heute aus? Wie viel Zeit wirst du insgesamt unter freiem Himmel verbringen?

.....

2. Und am letzten Sonntag – wie viel Zeit hast du an deinem freien Tag im Freien verbraucht?

.....

Der Tag-Nacht-Wechsel steuert unsere innere Uhr. Äußere Zeitgeber nehmen auf diese allerdings wenig Rücksicht. Unser Tagesablauf hat sich vom tatsächlichen Tag-Nacht-Wechsel entfernt. Zum Beispiel stehen wir heute nicht mehr bei Sonnenaufgang auf, sondern dann, wenn der Wecker läutet.

Künstliches Licht kann dafür sorgen, dass wir trotzdem das richtige Licht zur richtigen Tageszeit haben. Es unterstützt unsere innere Uhr. Mit warmem, rötlichem Licht können wir z.B. den Sonnenaufgang nachstellen, obwohl dieser noch gar nicht stattgefunden hat. So fällt uns das Aufstehen einfacher. Mit weißem Licht zaubern wir Tageslicht in geschlossene Räume. So können wir uns besser konzentrieren.

3. Mit künstlichem Licht kannst du deine innere Uhr auch verwirren. *Nenne zumindest zwei Beispiele dafür.*

.....

.....

Stimmt unser tatsächlicher Tagesrhythmus nicht mit unserer inneren Uhr überein, so fühlen wir uns müde und abgeschlagen. Hält dieser Zustand länger an, können wir sogar krank werden. Das Risiko von Bluthochdruck, Herzinfarkt oder Schlaganfall steigt deutlich an.

4. Welche Berufsgruppe ist besonders gefährdet?

.....

5. Welche Bevölkerungsgruppe ist besonders gefährdet?

.....

Human Centric Lighting: Der Mensch im Mittelpunkt der Lichtplanung

Übung 14: Brainstorming - Textanalyse in der Gruppe - Evaluation des Brainstormings

Lernziel:	Die SchülerInnen verstehen, dass sie die Wirkungen von Licht gezielt für sich nutzen können, und sie kennen die technischen Voraussetzungen, die dafür notwendig sind. Sie können den Begriff „Human Centric Lighting“ mit eigenen Worten erklären. Sie üben die Textanalyse.
Fachbezug:	Deutsch, Biologie
Dauer:	ab 15 Min.
Vorkenntnisse:	grundlegende Kenntnis über die drei Wirkungen des Lichts
Materialien:	Wie Licht (biologisch) wirkt und richtig eingesetzt werden kann (Arbeitsblatt 14) Lichtkonzepte für biologisch wirksame Beleuchtung (Arbeitsblatt 15) Lichtplanung (Arbeitsblatt 16) Smarte Lichtlösungen unterstützen Biorhythmus (Arbeitsblatt 17)

Als Einstieg wird ein Brainstorming zu folgender Frage durchgeführt: „Was könnte der Begriff ‚Human Centric Lighting‘ bedeuten?“ Die Ergebnisse werden festgehalten, strukturiert, aber fürs Erste nicht weiter diskutiert bzw. bewertet.

Die Klasse wird in vier Gruppen geteilt. Jede Gruppe erhält eines der vier Arbeitsblätter mit folgenden Aufgaben:

- » gemeinsames Lesen des Textes
- » Erklären der unterstrichenen Begriffe
- » Erstellen einer stichwortartigen Zusammenfassung des Textes

Im Klassenverband werden die Ergebnisse der Gruppen verglichen und zusammengeführt.

Gemeinsam wird außerdem das Brainstormingsergebnis vom Beginn der Unterrichtseinheit den Ergebnissen aus den Textanalysen gegenübergestellt:

- Lagen die SchülerInnen mit ihren ersten Vermutungen zum Begriff richtig?
- Was waren ihre wichtigsten Kriterien zur inhaltlichen Definition des Begriffes?

Abschließend erstellen sie gemeinsam auf Basis ihrer Textanalyseergebnisse eine Definition des Begriffes.

Zusatzinformation

Smart Lighting Konzepte ermöglichen die optimale, vollautomatische Umsetzung von Human Centric Lighting. Die Beleuchtung muss nicht mehr händisch angepasst werden, sondern Lichtintensität, -verteilung und -farbe werden dank Tageslicht- und Anwesenheitssensoren sowie einprogrammierten Dynamiken automatisch modifiziert. So ist nicht nur rund um die Uhr für die richtige Lichtstimmung gesorgt, dank der intelligenten Lichtsteuerung hilft Smart Lighting auch beim Energiesparen.

Tipp zur Vertiefung – Materialienpaket „Smartes Licht“

Das **Materialienpaket „Smartes Licht“** ermöglicht die Auseinandersetzung mit Smart Home und Smart Lighting. Neben einem Einblick in die inhaltlichen Zusammenhänge und technischen Grundlagen erhalten die SchülerInnen konkrete Tipps für eine vorausschauende Planung eines Smart-Lighting- bzw. Smart-Home-Systems.

Tipp zur Vertiefung – Analyse der Beleuchtungssituation & Erstellung eines einfachen Lichtkonzeptes

Das **Materialienpaket „Praxistest Lichtplanung“** bietet die Möglichkeit, mit den SchülerInnen nach einer Bestandsaufnahme vorhandener Leuchtkörper (z.B. zu Hause im eigenen Zimmer oder im Klassenzimmer) zu überlegen, welche Leuchtkörper notwendig wären, um zu jeder Tageszeit für jeden Zweck das richtige Licht einschalten zu können.



Wie Licht (biologisch) wirkt und richtig eingesetzt werden kann

Licht ist in unserem Leben selbstverständlich und fällt erst auf, wenn es nicht mehr da ist. Licht, ob als natürliches Sonnenlicht oder als Kunstlicht, hat großen Einfluss auf den menschlichen Organismus. Die Wirkung von Licht regt den Menschen an, entspannt ihn, beeinflusst Stimmung, Aufmerksamkeit, kognitive Leistungsfähigkeit und den Schlaf-Wach-Zyklus. „Human Centric Lighting“ rückt den Menschen und seine Bedürfnisse in den Mittelpunkt bei der Lichtplanung. Dabei achten Lichtplaner vor allem auf das Wohlbefinden, die Stimmung und die Gesundheit des Menschen, kurz: auf die biologische Wirkung von Licht.

Wie wirkt Licht überhaupt?

Gelangt Licht auf die Sensoren der Netzhaut, produziert das Zwischenhirn unter anderem Serotonin, ein sogenanntes Glückshormon, und das Stresshormon Cortisol. Wenn im Licht hohe Blauanteile wie im Himmelblau vorhanden sind, wird die Ausschüttung des Schlafhormons Melatonin unterdrückt. Dies sorgt dafür, dass sich Menschen wach oder konzentriert fühlen, oder es wirkt euphorisierend. Licht hat somit Einfluss auf den Tag- und Nachtrhythmus des Körpers. Im Winter, wenn es weniger Tageslicht gibt, bleibt der Melatoninspiegel auch tagsüber hoch und der Serotoninspiegel sinkt. Müdigkeit, Schlafstörungen und sogar eine saisonal bedingte Depression können die Folge sein. Helle Decken mit kaltweißem Licht sorgen für eine vollständige Melatonin-Suppression am Tag. Im Gegenzug wird ein hoher Melatoninspiegel während der Nacht erreicht, wenn das Licht aus ist. Dies führt zu einem tiefen Schlaf und einer guten Regeneration.

Wo biologisch wirksames Licht eine wichtige Rolle spielt

Zahlreiche Studien beweisen: Neben BüromitarbeiterInnen profitieren auch SchülerInnen, StudentInnen, PatientInnen in Kliniken oder BewohnerInnen von Alters- und Pflegeheimen von intelligenten Beleuchtungssystemen.

Bei älteren Menschen wirkt sich Licht positiv auf den inneren Rhythmus und den Nachtschlaf aus. Bei SchülerInnen steigt dank optimaler Lichtverhältnisse die Lesegeschwindigkeit um 35 % und die kognitiven Fähigkeiten sind besser. Einige Räume der Intensivstation der Berliner Charité sind mit innovativen Lichtlösungen ausgestattet, um den Heilungsverlauf zu verbessern. Der höchste Nutzen zeigt sich in der Industrie, wo Human Centric Lighting die Produktivität der ArbeitnehmerInnen erhöht. Zudem gibt es weniger Unfälle durch die erhöhte Wachsamkeit sowie weniger Krankheitstage.





Bereits bei der Planung werden Nutzung und Wirkung von Licht aufeinander abgestimmt. Dabei orientieren sich Lichtplaner am natürlichen Tageslicht und der inneren Uhr des Menschen.

Folgende Dinge beeinflussen die biologische Wirkung von Licht:

» **Höhe der Beleuchtungsstärke**

Biologisch wirksam sind bereits Beleuchtungsstärken zwischen 500 und 1.500 Lux. Dabei ist es wichtig, dass das Licht alle Rezeptoren in der Netzhaut des menschlichen Auges erreicht. Ganglienzellen werden vom Blauanteil im Licht angesprochen, der sich oberhalb der üblichen Blickrichtung befindet. Eine helle, tageslichtweiße Deckenbeleuchtung erreicht somit die größte Wirkung.

» **Blauanteil vs. Rotanteil im Licht**

Tageslichtweißes Licht einer Farbtemperatur von über 5.300 Kelvin macht wach und aktiviert. Neben Leuchtstofflampen sind besonders weiße LEDs mit Farbtemperaturen zwischen 6.000 und 8.000 Kelvin geeignet. Lampen mit wenig Blaulichtanteil, das heißt einer Farbtemperatur von 2.700 Kelvin oder weniger, schaffen eine Stimmung wie bei einem Sonnenuntergang und haben daher eine beruhigende Wirkung auf den eigenen Biorhythmus.

» **Einfallwinkel und Fläche**

Natürliches Tageslicht fällt von oben und von vorne ins Auge. Das bedeutet, dass sich auch künstliche Beleuchtung daran orientiert. Die hellen Flächen sollten sich deshalb vom Sehstrahl aus bis zu einem Winkel von 45 Grad nach oben befinden. Außerdem nimmt die biologische Wirkung von Licht mit der Intensität der sichtbaren Leuchtdichte der Lichtquelle zu. Empfehlenswert sind Lichtdecken oder Leuchten, die einen Teil des Lichts indirekt gegen die Decke und an das obere Drittel der Wände abstrahlen.

» **Im Tagesverlauf veränderliches, dynamisches Licht**

Um den natürlichen Tagesrhythmus nicht zu stören, sind in der Morgendämmerung und am Abend warme Lichtfarben bis 3.000 Kelvin empfehlenswert – in Kombination mit niedrigen Beleuchtungsstärken. Die Farbtemperatur sollte sich über den Tag zu kaltweißem Licht verändern, so dass zwischen 09:00 und 16:00 Uhr Farbtemperaturen von über 5.000 Kelvin an der Decke möglich sind. Im Alltag übernehmen elektronische Vorschaltgeräte die Steuerung über den Tagesverlauf. In modernen Leuchten für den Hausgebrauch sind mehrere Lampen mit je einer anderen Spektralverteilung zusammengefasst, die sich nach Wunsch kombinieren lassen.



Quelle: www.feei.at/leistungen/informations-service/wissen-uber-licht (Stand: 23.10.2019)



[...] Ob Arbeitszimmer, Wohnzimmer, Stiegenhaus oder Wintergarten – je nach Raum muss das Licht und die Beleuchtung individuell geplant werden. So sollte in einem Wohnzimmer das optimale Licht zum Lesen oder in der Garage das ideale Licht für die Motorkontrolle vorhanden sein.

Gütemerkmale für Beleuchtung:

- Leuchtdichte verteilt sich gleichmäßig im Raum.
- Beleuchtungsstärken werden auf die Seh-Aufgabe abgestimmt.
- Direkt- und Reflexblendung sind begrenzt.
- Gute Farbwiedergabe
- Flimmerfreies Licht
- Einbindung des einfallenden Tageslichts

HCL: Das sind Anwendungsgebiete und aktuelle Tendenzen

Wo findet sich Human Centric Lighting heute in der Praxis wieder? Viele Felder sind relevant: In der Industrie kann beispielsweise der erhöhte Lichtbedarf des Personals im Schichtbetrieb kompensiert werden; mit Oberlicht-Lösungen und biodynamisch gesteuertem Kunstlicht. In Büros und Konferenzräumen werden Wohlbefinden und Konzentration gesteigert, zudem ermöglichen individuelle Lichteinstellungen zu jeder Zeit ein optimiertes Arbeitsklima.

In Spitälern und Pflegeanstalten wird im Sinne von Human Centric Light so geplant, dass die Beleuchtung die Genesung der Patienten fördert. Auch im Bildungsbereich ergeben sich mittels HCL heute geniale Möglichkeiten, die natürlich auch auf weitere Bereiche umgemünzt werden können: Lichtfarbe und Farbtemperatur können so eingestellt werden, dass Schülerinnen und Schüler – je nach Situation – aktiviert werden (in den Morgenstunden), sich besser konzentrieren können (im Unterricht), oder sich besser entspannen können (nach wichtigen Prüfungen). Mit Individualisierung kann also in der Lichtplanung enorm viel bewirkt werden. Aktuelle Studien empfehlen jedoch, Automatiksteuerung vorerst nur zu integrieren, wenn es optional auch weiterhin manuelle Steuermöglichkeiten gibt.

In der Praxis überzeugen HCL-Konzepte durch Lösungsvielfalt in verschiedensten Anwendungsbereichen. Egal ob ganze Beleuchtungssysteme installiert werden, oder einzelne Lichtelemente steuerbar gemacht werden – Human Centric Lighting kann im Alltag, am Arbeitsplatz und im Wohnbereich vieles bewirken. Zukunft schon heute – und im Fokus steht immer der Mensch als Anwender/in!



Quelle: www.feei.at/leistungen/informations-service/wissen-uber-licht (Stand: 23.10.2019)



Vernetzt steuerbare Lampen holen ihre BesitzerInnen morgens behutsam aus dem Schlaf, erleichtern ihnen tagsüber die Konzentration und begleiten sie abends mit automatischen Sonnenuntergängen in die Nachtruhe. Stufenlose Übergänge zwischen den Lichtfarben erleichtern den Alltag und bieten das optimale Licht für jede Tageszeit: Per Schalter, Dimmer, Sprachsteuerung oder über eine App können bestimmte Routinen wie „Aufwachen“ oder „Einschlafen“ festgelegt werden.

Human Centric Lighting (HCL) – Smarte Lichtsysteme folgen innerer Uhr

HCL-Konzepte berücksichtigen den Verlauf des Tageslichts, indem die Farbtemperatur des Lichts über den Tag hinweg nachempfunden wird. Der positive Effekt von Tageslicht hängt mit dem dritten Fotorezeptor im Auge zusammen, der 2002 entdeckt wurde. Es handelt sich dabei um spezielle Ganglienzellen, die infolge der Lichtstimulation die Aktivität und den Hormonhaushalt des Körpers und damit seinen biologischen Rhythmus regeln.

HCL als ganzheitliches Planungskonzept

Human Centric Lighting ist grundsätzlich auf den Biorhythmus ausgerichtet, doch selbstverständlich wollen auch ganz grundlegende funktionell-visuelle Planungsanforderungen erfüllt werden: Die ideale Beleuchtung ist ausreichend stark, blendet GebäudeinsassInnen aber nicht. Die Helligkeitsverteilung muss gleichmäßig erfolgen und möglichst flimmerfrei sein – et cetera.

Fügt man diese „Bausteine“ zu einem großen Ganzen zusammen, so bekommt man ein stimmiges Lichtplanungskonzept im Sinne von HCL. Ein solches kann unseren Tagesablauf positiv beeinflussen, Gesundheit und Wohlbefinden steigern und uns am Arbeitsplatz produktiver machen. Human Centric Lighting hat also ganz konkrete Benefits für uns alle. [...].

HCL profitiert vom technologischen Fortschritt

Diese noch relativ neue Wahrnehmung von „gesundem Licht“ haben wir aber nicht etwa nur Forschungserkenntnissen aus der Biologie zu verdanken, sondern auch diversen technologischen Entwicklungen in der Lichttechnik. Moderne LED-Leuchtmittel wurden etabliert, die Digitalisierung ermöglicht ganz neue (und intelligente) Steuerungsmöglichkeiten – zudem geht der Trend deutlich in Richtung Vernetzung und Automatisierung von Beleuchtungssystemen.

Energieeffizienz durch intelligente Beleuchtung und LED

Ebendiese Automatisierung sorgt nicht nur für alltägliche Erleichterungen, sondern ermöglicht auch maximale Energieeffizienz. Je nach Einsatzgebiet können teilweise auch über 50 Prozent des Energieverbrauchs eingespart werden: Beispielsweise mit einer Kombination aus Tageslichtsystem und zeitgesteuerter, bedarfsgerechter LED-Beleuchtung, die zudem über smarte Anwesenheits-Sensorik verfügen kann.



Quelle: www.feei.at/leistungen/informations-service/wissen-uber-licht (Stand: 23.10.2019)

Human Centric Lighting: Der Mensch im Mittelpunkt der Lichtplanung**Übung 15: Erstellung einer Wortcloud**

<i>Lernziel:</i>	Die SchülerInnen können den Begriff „Human Centric Lighting“ mit eigenen Worten erklären. Die SchülerInnen üben die Reihung von Stichworten nach deren inhaltlicher Bedeutung für das Verständnis eines Begriffes.
<i>Fachbezug:</i>	Biologie, Deutsch
<i>Dauer:</i>	ab 10 Min.
<i>Vorkenntnisse:</i>	Kenntnis über die drei Wirkungen des Lichts und die Definition von Human Centric Lighting
<i>Materialien:</i>	Human Centric Lighting (Infoblatt 6)

Die SchülerInnen werden in mehrere Gruppen geteilt.
Jede Gruppe sammelt Substantive, die mit Human Centric Lighting in Verbindung stehen.
Die gesammelten Substantive werden nach ihrer Wichtigkeit fürs Verständnis des Begriffes gereiht.
Das Ergebnis wird in Form einer Wortcloud auf einem Plakat festgehalten.

Abschließend werden die Ergebnisse der einzelnen Gruppen im Klassenverband zusammengeführt.
Das Klassenergebnis kann mit **Infoblatt 6** verglichen werden.

Zusatzinformation

Smart Lighting Konzepte ermöglichen die optimale, vollautomatische Umsetzung von Human Centric Lighting. Die Beleuchtung muss nicht mehr händisch angepasst werden, sondern Lichtintensität, -verteilung und -farbe werden dank Tageslicht- und Anwesenheitssensoren sowie einprogrammierten Dynamiken automatisch modifiziert. So ist nicht nur rund um die Uhr für die richtige Lichtstimmung gesorgt, dank der intelligenten Lichtsteuerung hilft Smart Lighting auch beim Energiesparen.

Tipp zur Vertiefung – Materialienpaket „Smartes Licht“

Das **Materialienpaket „Smartes Licht“** ermöglicht die Auseinandersetzung mit Smart Home und Smart Lighting. Neben einem Einblick in die inhaltlichen Zusammenhänge und technischen Grundlagen erhalten die SchülerInnen konkrete Tipps für eine vorausschauende Planung eines Smart-Lighting- bzw. Smart-Home-Systems.

A word cloud of German terms related to lighting and human health. The words are arranged in a circular pattern, with 'Biorhythmus' being the largest and most central word. Other prominent words include 'Lichtplanung', 'Sehleistung', 'Lichtsteuerung', 'Leistungskraft', 'Innere Uhr', 'Energieeffizienz', 'Wohlbefinden', 'Gesundheit', 'Atmosphäre', 'Flimmerfreiheit', 'Anwesenheitssensoren', 'Lichtbedarf', 'Dimmbarkeit', 'Lichtfarben', 'Sehkomfort', 'Vitalität', 'Architektur', 'Dynamik', 'Wach-/Schlafrythmus', 'Konzentration', 'Produktivität', 'Ambiente', 'Lichtqualität', 'Beleuchtungsstärke', 'Leuchtdichte', 'Helligkeiten', 'Tageslicht', 'Anamnese', 'Lebensqualität', 'Chronobiologie', and 'Umweltbiologie'.

Lichtplanung
 Sehleistung
 Lichtsteuerung
 Leistungskraft
 Innere Uhr
 Energieeffizienz
 Wohlbefinden
 Gesundheit
 Atmosphäre
 Flimmerfreiheit
 Anwesenheitssensoren
 Lichtbedarf
 Dimmbarkeit
 Lichtfarben
 Sehkomfort
 Vitalität
 Architektur
 Dynamik
 Wach-/Schlafrythmus
 Konzentration
 Produktivität
 Ambiente
 Lichtqualität
 Beleuchtungsstärke
 Leuchtdichte
 Helligkeiten
 Tageslicht
 Anamnese
 Lebensqualität
 Chronobiologie
 Umweltbiologie

Human Centric Lighting: Lichtstärke, Beleuchtungsstärke und Lichtfarbe

Übung 16: Rechercheübung zu Stärke und Farbe von Licht

- Lernziel:** Die SchülerInnen können die Begriffe „Lichtstärke“, „Beleuchtungsstärke“ und „Lichtfarbe“ mit eigenen Worten erklären und auch den Zusammenhang dieser Begriffe mit intelligentem Lichtmanagement darlegen.
Die SchülerInnen üben die gezielte Recherche zur Beantwortung konkreter Fragen.
- Fachbezug:** Physik, Deutsch
- Dauer:** ab 10 Min.
- Vorkenntnisse:** Kenntnis der drei Wirkungen von Licht und der Definition von Human Centric Lighting
- Materialien:** **Stärke & Farbe von Licht (Arbeitsblatt 18)**

Die SchülerInnen recherchieren die Antworten auf die Fragen auf dem Arbeitsblatt.
Die Ergebnisse werden im Klassenverband verglichen.

Im Anschluss überlegt jede Gruppe, welche Beleuchtungsmöglichkeiten die verschiedenen Räume ihres Zuhauses bieten sollten, um die vielfältigen Anforderungen an Licht zu erfüllen bzw. die vielfältigen Wirkungen von Licht positiv für sich zu nutzen.

Lösung

1. Die Lichtstärke gibt an, wie viel Strahlungsleistung einer Lichtquelle (= Lichtstrom) auf einen bestimmten Raumwinkel entfällt. Es handelt sich um das sichtbare Licht, das von einer Lampe in eine bestimmte Richtung abgegeben wird.
2. Die Maßeinheit für die Lichtstärke ist Candela (cd).
3. Keiner, denn bei der Lichtstärke handelt es sich um eine Eigenschaft einer Lichtquelle.
4. Bei der Lichtstärke wird jener Teil des Lichtstroms angegeben, den das menschliche Auge wahrnimmt. Die spektrale Wahrnehmungsfähigkeit des menschlichen Auges ist Maßstab.
Die Lichtstärke einer Infrarot-Strahlungsquelle liegt z.B. bei Null, weil ihr Lichtstrom fürs menschliche Auge unsichtbar ist.
5. Lumen ist die Einheit für den gesamten fürs menschliche Auge sichtbaren Lichtstrom, den eine Lichtquelle in einer Sekunde abstrahlt. Eine Kerze leuchtet mit etwa 12 Lumen (lm), eine 40 Watt Leuchtstofflampe mit rund 3.000 lm.
6. Die Lichtstärke der LED-Lampe ist höher, da dieselbe Menge an Lichtstrom sich auf einen kleineren Bereich verteilt.
7. Damit bezeichnet man den Lichtstrom, der auf einer bestimmten Fläche auftrifft. Die Maßeinheit ist Lux. Die Beleuchtungsstärke beeinflusst maßgeblich, ob das Auge seiner Sehaufgabe nachkommen kann. Ein Lux bedeutet, dass ein Lichtstrom von einem Lumen einen Quadratmeter Fläche gleichmäßig ausleuchtet.
8. Sie gibt Auskunft darüber, ob ein Leuchtmittel warmes oder kalt wirkendes Licht abgibt. Die Maßeinheit ist Kelvin. Je mehr Kelvin, umso kühler ist das Licht.
- 9.

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

Zusatzinformation

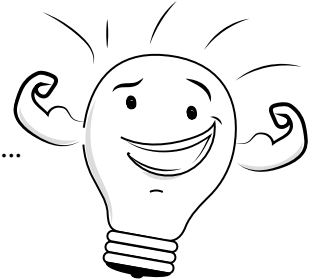
- **Lichtausbeute:** Das ist das Verhältnis zwischen Lichtstrom einer Lampe und deren Leistung (Watt). Sie sagt aus, wie viel Energie tatsächlich in Licht umgewandelt wird. Die Lichtausbeute wird in Lumen pro Watt angegeben.
- **Warmes & kaltes Licht:**
 - Warmes Licht eignet sich für Wohn- und Schlafzimmer, weil es eine entspannte, behagliche Atmosphäre verbreitet.
 - Neutralweißes Licht eignet sich dank seiner angenehm-aktivierenden Wirkung für Bereiche, in denen gearbeitet wird (Arbeitszimmer, Büro, Hobbywerkstatt, ...). Auch zum Schminken ist diese Farbtemperatur optimal.
 - Tageslichtweißes Licht aktiviert nicht nur, sondern fördert auch die Konzentration und Arbeitsleistung. Fabrikshallen setzen darauf, um die Produktivität zu erhöhen und das Unfallrisiko gleichzeitig möglichst gering zu halten.
- **Leuchtstoffröhre – LEDs**
 Leuchtstofflampen eignen sich ebenso für eine biologisch wirksame Beleuchtung wie LEDs. Leuchtstofflampen haben eine Farbtemperatur von 8.000 Kelvin und damit einen hohen Blauanteil. Durch die Kombination mit Leuchtkörpern mit Farbtemperaturen zwischen 3.000 und 6.500 Kelvin kann die Farbtemperatur der künstlichen Beleuchtung dem Tageslichtwechsel angepasst werden: von aktivierend-kühlweißem Licht bis zu entspannend-warmem Licht.
 LEDs haben eine längere Lebensdauer als Leuchtstoffröhren. Weiße LEDs decken außerdem ein besonders weites Lichtspektrum ab. Der Blau- und Gelbanteil im Licht kann beliebig modifiziert werden.
 Hybrid-Leuchten kombinieren Leuchtstofflampen und LEDs, um sowohl biologische als auch visuelle Wirkung von Licht zu nutzen.
- **Smart Lighting**
 Smart Lighting Konzepte ermöglichen die optimale, vollautomatische Umsetzung von Human Centric Lighting. Die Beleuchtung muss nicht mehr händisch angepasst werden, sondern Lichtintensität, -verteilung und -farbe werden dank Tageslicht- und Anwesenheitssensoren sowie einprogrammierten Dynamiken automatisch modifiziert. So ist nicht nur rund um die Uhr für die richtige Lichtstimmung gesorgt, dank der intelligenten Lichtsteuerung hilft Smart Lighting auch beim Energiesparen.

Tipp zur Vertiefung – Materialienpaket „Smartes Licht“

Das **Materialienpaket „Smartes Licht“** ermöglicht die Auseinandersetzung mit Smart Home und Smart Lighting. Neben einem Einblick in die inhaltlichen Zusammenhänge und technischen Grundlagen erhalten die SchülerInnen konkrete Tipps für eine vorausschauende Planung eines Smart-Lighting- bzw. Smart-Home-Systems.

Stärke & Farbe von Licht

Intelligentes Lichtmanagement beruht darauf, dass die Stärke und die Farbe von künstlichem Licht über den Tag hinweg den verschiedenen Tätigkeiten und Bedürfnissen des Menschen angepasst werden.



1. Was versteht man unter Lichtstärke?

.....

2. Was ist die Einheit für die Lichtstärke?

.....

3. Welcher Zusammenhang besteht zwischen Lichtstärke und Abstand der Beobachterin/des Beobachters zur Lichtquelle?

.....

.....

4. Was bedeutet die Formulierung: „Das menschliche Auge ist Bezugspunkt bei der Angabe der Lichtstärke“?

.....

.....

5. Was gibt man in Lumen an?

.....

6. Eine birnenförmige LED-Lampe hat einen kleineren Abstrahlwinkel als eine herkömmliche Glühbirne. Ist bei demselben Lumen-Wert die Lichtstärke der Glühbirne oder der LED-Lampe höher?

.....

7. Was ist die Beleuchtungsstärke und in welcher Einheit wird sie angegeben?

.....

8. Was sagt die Farbtemperatur über Leuchtmittel aus und wie lautet die Maßeinheit?

.....

9. Ergänze die nachfolgende Tabelle.

Farbtemperatur	Kelvin	Wirkung
warmes Licht (hoher Rotanteil)		beholdlich, wohnlich
neutralweißes Licht		anregend
tageslichtweißes, kaltes Licht (hoher Blauanteil)		leistungs- und konzentrationssteigernd

Abschluss: Künstliches Licht für Wohlbefinden, Gesundheit & zum Sehen

Übung 17: Reihungsübung & erste Schritte zu intelligenter Lichtplanung

Lernziel:	Die SchülerInnen wiederholen die drei Wirkungen von Licht. Sie können für diese Wirkungen einfache, konkrete Beispiele aus ihrem Alltag nennen. Sie verstehen, dass sie mit künstlichem Licht selbst bestimmen können, wie sich Licht auf sie auswirkt. Sie führen erste Schritte einer modernen, auf HCL basierenden Lichtplanung durch. Sie üben das Erkennen einer zeitlichen Abfolge.
Fachbezug:	Biologie, Deutsch
Dauer:	ab 5 Min.
Vorkenntnisse:	Grundwissen zu den drei Wirkungen des Lichts auf den Menschen
Materialien:	Licht an! (Arbeitsblatt 19/Lösungsblatt 5)

In Einzelarbeit bringen die SchülerInnen Sätze, die den Tagesablauf einer Schülerin/eines Schülers beschreiben, in die richtige Reihenfolge.

Anschließend werden Gruppen gebildet. Jede Gruppe erstellt eine Auflistung über verschiedene Tätigkeiten, die zu Hause stattfinden, und das jeweils optimale Licht dafür. Der Tagesablauf auf dem Arbeitsblatt dient als Ausgangsbasis, die von den SchülerInnen ergänzt wird.

Im Anschluss überlegt jede Gruppe, welche Beleuchtungsmöglichkeiten die verschiedenen Räume ihres Zuhauses bieten sollten, um die vielfältigen Anforderungen an Licht zu erfüllen bzw. die vielfältigen Wirkungen von Licht positiv für sich zu nutzen.

Die Gruppenergebnisse werden zusammengeführt. Gemeinsam kann überlegt werden, welche spezifischen Beleuchtungssysteme die Anforderungen an künstliches Licht erfüllen könnten.

Alternativ bzw. auch ergänzend zu ersten Versuchen intelligenter Lichtplanung

- können die SchülerInnen sich in Gruppen oder auch im Klassenverband Gedanken dazu machen, wie die einzelnen Schritte im Tagesablauf mit anderem Licht abgelaufen wären.
Z.B.: Würde mir in der Früh das Aufstehen leichter fallen, wenn es im Zimmer stockdunkel bzw. gleißend hell wäre?
- können die SchülerInnen in Gruppen ein Plakat mit den wichtigsten Regeln zum Einsatz von künstlichem Licht gestalten.
- können gemeinsam in Form eines Brainstormings oder eines Mindmaps Ideen gesammelt werden, wie die SchülerInnen in Zukunft künstliches Licht gezielt dafür einsetzen können, um sich munter, fit, gesund, müde, ... zu fühlen.

Zusatzinformation

Smart Lighting Konzepte ermöglichen die optimale, vollautomatische Umsetzung von Human Centric Lighting. Die Beleuchtung muss nicht mehr händisch angepasst werden, sondern Lichtintensität, -verteilung und -farbe werden dank Tageslicht- und Anwesenheitssensoren sowie einprogrammierten Dynamiken automatisch modifiziert. So ist nicht nur rund um die Uhr für die richtige Lichtstimmung gesorgt, dank der intelligenten Lichtsteuerung hilft Smart Lighting auch beim Energiesparen.

Tipp zur Vertiefung – Materialienpaket „Smartes Licht“

Das **Materialienpaket „Smartes Licht“** ermöglicht die Auseinandersetzung mit Smart Home und Smart Lighting. Neben einem Einblick in die inhaltlichen Zusammenhänge und technischen Grundlagen erhalten die SchülerInnen konkrete Tipps für eine vorausschauende Planung eines Smart-Lighting- bzw. Smart-Home-Systems.

Tipp zur Vertiefung – Analyse der Beleuchtungssituation & Erstellung eines einfachen Lichtkonzeptes

Das **Materialienpaket „Praxistest Lichtplanung“** bietet die Möglichkeit, mit den SchülerInnen nach einer Bestandsaufnahme vorhandener Leuchtkörper (z.B. zu Hause im Kinderzimmer oder im Klassenzimmer) zu überlegen, welche Leuchtkörper notwendig wären, um zu jeder Tageszeit für jeden Zweck das richtige Licht einschalten zu können.

Licht an!

Künstliches Licht hilft uns, sehen zu können. Es versetzt uns in die richtige Stimmung. Und es unterstützt uns dabei, gesund zu bleiben und tolle Leistungen zu bringen.

Intelligente Lichtplanung berücksichtigt all diese Punkte. Bei Lichtkonzepten, die auf Human Central Lighting basieren, soll für jede Tageszeit das richtige Licht verfügbar sein. Damit wir sehen, damit wir uns wohlfühlen und damit wir gesund bleiben.

Bringe die einzelnen Sätze in die richtige Reihenfolge.

- ☐ Am frühen Abend besuchen mich ein paar Freunde. Wir chillen und hören Musik. Dazu schalte ich die Effektleuchte ein, die mit coolen Lichteffekten für Partystimmung sorgt. Es dauert nicht lange, und wir sind am Tanzen. **(P)**
- ☐ Nach der großen Pause wird es echt laut und unruhig. Irgendwie sind wir alle überdreht. Unser Lehrer schaltet das Licht um: es leuchtet jetzt nicht mehr so hell, sondern ist etwas gedämpfter und leicht rötlich. Nach kurzer Zeit wird es ruhiger und wir sind wieder bei der Sache. **(E)**
- ☐ Am Morgen, wenn mein Wecker läutet, ist es noch stockdunkel. **(M)**
- ☐ In der Schule steigen wir gleich mit einem Bio-Test in den Tag ein. Während es draußen noch richtig trüb ist, sind wir im Klassenzimmer bei hellem Licht fleißig am Lösen der Aufgaben. **(T)**
- ☐ Beim morgendlichen Zähneputzen im Bad scheint richtig helles Licht, sodass ich mit jedem Handgriff wacher werde. **(T)**
- ☐ Zuhause angekommen gibt's zuerst mal Mittagessen am hell erleuchteten Esstisch. Nach einer kurzen Pause stehen die Hausaufgaben an. Die mache ich in meinem Zimmer. Meine Deckenleuchte und meine Schreibtischlampe sorgen für richtig helles Licht. So gehen mir die Aufgaben leicht von der Hand. **(L)**
- ☐ In meinem Zimmer vergrabe ich mich unter der Bettdecke. Zum Einschlafen lese ich noch ein bisschen. Meine Nachttischlampe gibt richtig sanftes, angenehmes Licht. Schon während des Lesens merke ich, wie mir immer wieder die Augen zufallen ... **(K)**
- ☐ In meinem Zimmer ist es aber schon angenehm hell. Denn mein Lichtwecker leuchtet warm und rötlich, fast wie ein Sonnenaufgang. Da fällt das Aufstehen gleich viel leichter. **(I)**
- ☐ Wahnsinn, wie rasch so ein Tag vergeht! Am Abend sitzt die ganze Familie bei gemütlichem Licht am Esstisch und jeder erzählt, was tagsüber so alles passiert ist. **(U)**
- ☐ Als es dann später Zeit ist, ins Bett zu gehen, mache ich mich im Bad fürs Schlafen fertig. Anders als in der Früh ist das Licht hier jetzt nicht taghell, sondern gedämpft und leicht rötlich. Es erinnert an einen Sonnenuntergang. **(N)**

Schreibe die Lösungsbuchstaben in der Reihenfolge deiner Zuordnung in die Lösungsfelder.

Bei Human Central Lighting steht bei der Erstellung eines Lichtkonzeptes für einen Raum der Mensch im

1

2

3

4

5

6

7

8

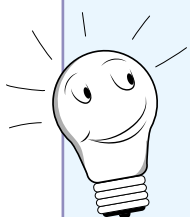
9

10

3

Licht an!

- 1 Am Morgen, wenn mein Wecker läutet, ist es noch stockdunkel. **(M)**
- 2 In meinem Zimmer ist es aber schon angenehm hell. Denn mein Lichtwecker leuchtet warm und rötlich, fast wie ein Sonnenaufgang. Da fällt das Aufstehen gleich viel leichter. **(I)**
- 3 Beim morgendlichen Zähneputzen im Bad scheint richtig helles Licht, sodass ich mit jedem Handgriff wacher werde. **(T)**
- 4 In der Schule steigen wir gleich mit einem Bio-Test in den Tag ein. Während es draußen noch richtig trüb ist, sind wir im Klassenzimmer bei hellem Licht fleißig am Lösen der Aufgaben. **(T)**
- 5 Nach der großen Pause wird es echt laut und unruhig. Irgendwie sind wir alle überdreht. Unser Lehrer schaltet das Licht um: es leuchtet jetzt nicht mehr so hell, sondern ist etwas gedämpfter und leicht rötlich. Nach kurzer Zeit wird es ruhiger und wir sind wieder bei der Sache. **(E)**
- 6 Zuhause angekommen gibt's zuerst mal Mittagessen am hell erleuchteten Esstisch. Nach einer kurzen Pause stehen die Hausaufgaben an. Die mache ich in meinem Zimmer. Meine Deckenleuchte und meine Schreibtischlampe sorgen für richtig helles Licht. So gehen mir die Aufgaben leicht von der Hand. **(L)**
- 7 Am frühen Abend besuchen mich ein paar Freunde. Wir chillen und hören Musik. Dazu schalte ich die Effektleuchte ein, die mit coolen Lichteffekten für Partystimmung sorgt. Es dauert nicht lange, und wir sind am Tanzen. **(P)**
- 8 Wahnsinn, wie rasch so ein Tag vergeht! Am Abend sitzt die ganze Familie bei gemütlichem Licht am Esstisch und jeder erzählt, was tagsüber so alles passiert ist. **(U)**
- 9 Als es dann später Zeit ist, ins Bett zu gehen, mache ich mich im Bad fürs Schlafen fertig. Anders als in der Früh ist das Licht hier jetzt nicht taghell, sondern gedämpft und leicht rötlich. Es erinnert an einen Sonnenuntergang. **(N)**
- 10 In meinem Zimmer vergrabe ich mich unter der Bettdecke. Zum Einschlafen lese ich noch ein bisschen. Meine Nachttischlampe gibt richtig sanftes, angenehmes Licht. Schon während des Lesens merke ich, wie mir immer wieder die Augen zufallen ... **(K)**



Bei Human Central Lighting steht bei der Erstellung eines Lichtkonzeptes für einen Raum der Mensch im



Abschluss: Wiederholung aller Wirkungsbereiche von Licht**Übung 18: Rätsel**

<i>Lernziel:</i>	Die SchülerInnen wiederholen nochmals unterschiedliche Lerninhalte rund um die drei Wirkungen von Licht. Sie verstehen die Bedeutung von Human Centric Lighting sowohl für ihr persönliches Wohlbefinden und ihre Leistungsfähigkeit als auch im ökologischen Zusammenhang.
<i>Fachbezug:</i>	Biologie, Deutsch
<i>Dauer:</i>	ab 5 Min.
<i>Materialien:</i>	Human Centric Lighting (Arbeitsblatt 20/Angabeblatt 1 u. 2/Lösungsblatt 6)

Das Rätsel (**Arbeitsblatt 20/1**) kann in Einzel- oder Gruppenarbeit gelöst werden. Die Fragen können dabei laut vorgelesen, projiziert (**Angabeblatt 1**) oder in gedruckter Form an die SchülerInnen/Gruppen ausgeteilt werden (**Arbeitsblatt 20/2**).

Alternativ kann die Lösung des Rätsels auch in Form eines Gruppenwettkampfes erfolgen.

- Die Klasse wird in mehrere Gruppen geteilt.
- Jede Gruppe erhält **Arbeitsblatt 20/1**. Außerdem wird **Angabeblatt 2** projiziert, sodass alle SchülerInnen die Lösungsfelder gut sehen können.
- Nun wird der Reihe nach Frage für Frage vorgelesen. Jene Gruppe, die zuerst die richtige Antwort auf eine Frage nennt, darf den von ihr gelösten Begriff auf ihrem Angabezettel eintragen.
- Jene Gruppe, die am Schluss die meisten Begriffe auf **Arbeitsblatt 20/1** stehen hat, gewinnt.

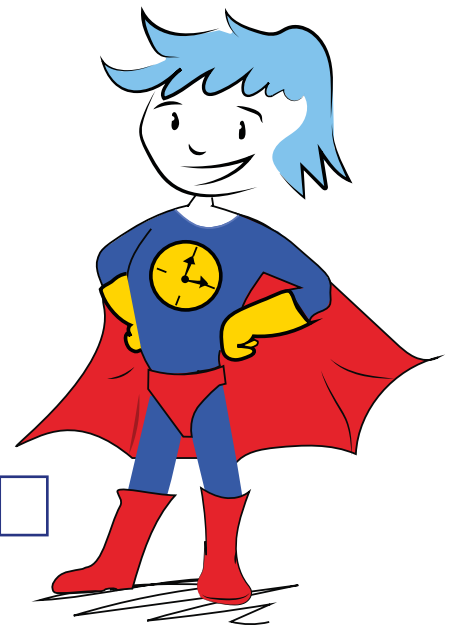
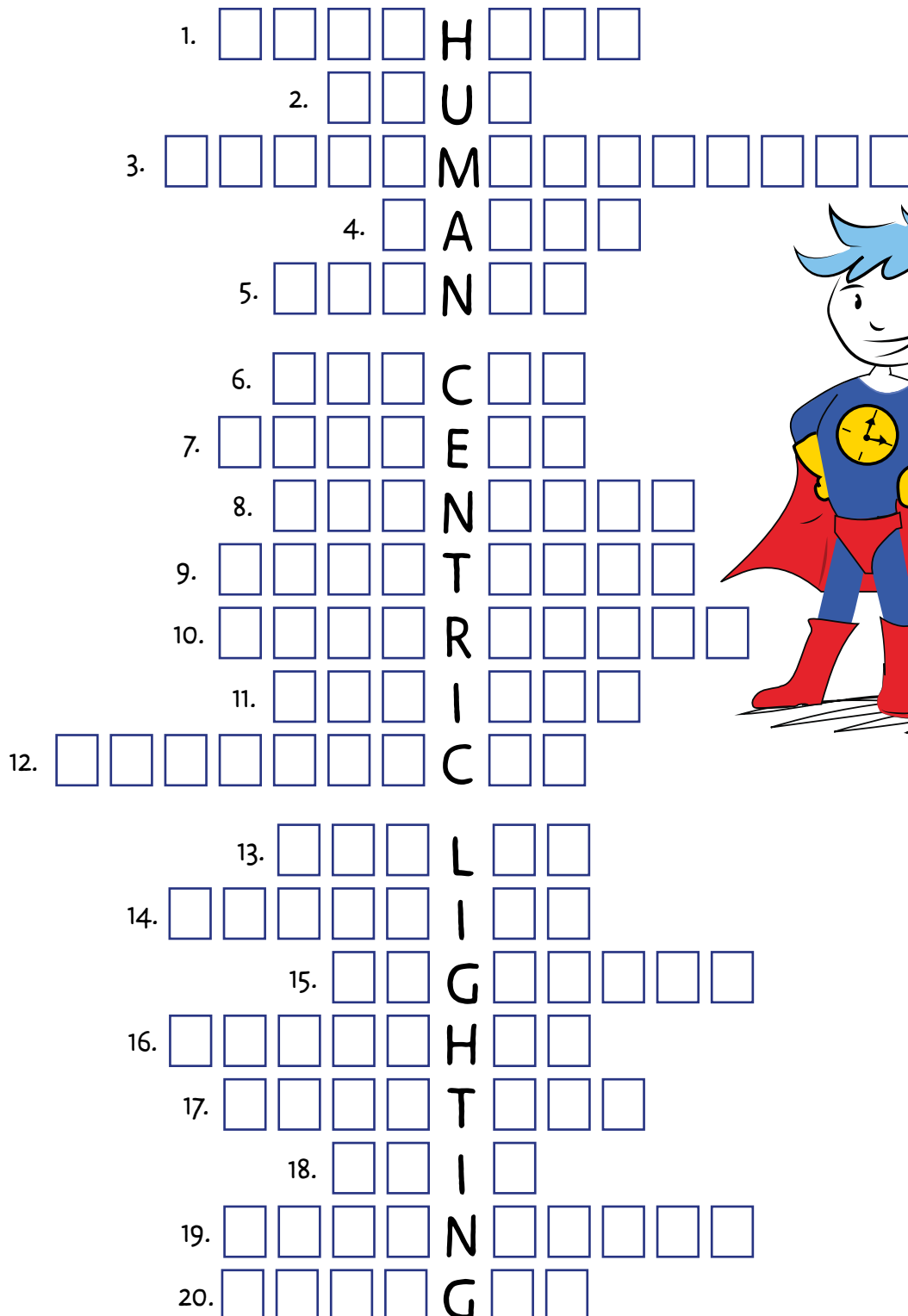
Human Centric Lighting

Bei Human Centric Lighting steht der Mensch im Mittelpunkt der Lichtplanung.

Clevere Beleuchtungskonzepte versorgen uns nicht nur mit genug Licht, um sehen zu können. Sie achten auch auf unsere innere Uhr, damit wir gesund und leistungsfähig bleiben, und versetzen uns außerdem noch in positive Stimmung.

So ein cleveres Konzept kann man nur erstellen, wenn man über alle drei Wirkungen von Licht ausreichend Bescheid weiß.

Kennst du die gesuchten Begriffe und kannst das Rätsel lösen?



Finde die gesuchten Begriffe rund um die visuelle, emotionale und biologische Wirkung von Licht und löse das Rätsel.

1. Ist sie defekt, können wir auch bei Licht nicht sehen. Denn auf ihr entsteht unter Mitwirkung der Linse ein auf den Kopf gestelltes Bild.
2. Mit künstlichem Licht können wir sie entweder heben oder trüben.
3. Zwei Mal im Jahr kommt jede innere Uhr ein wenig durcheinander. Was ist die Ursache dafür?
4. Ohne diese Sehzellen kannst du keine Farben unterscheiden.
5. Ist dein Augapfel zu lang, so siehst du in ihr nur verschwommen.
6. Welches Tier ist Bezeichnung für einen Menschen, der schon früh am Morgen topfit ist?
7. Sie sind beim Kamel besonders lang, damit seine Augen vor Wüstensand geschützt sind.
8. 20 Mal pro Minute sorgst du damit dafür, dass dein Auge mit Tränenflüssigkeit benetzt und feucht gehalten wird.
9. Dieses Hormon, das in der Zirbeldrüse in deinem Kleinhirn gebildet wird, wird nur produziert und ausgeschüttet, wenn kein Licht auf deine Augen trifft.
10. Ein beleuchteter Körper nimmt einen Teil der Lichtstrahlen auf. Was ist der Fachausdruck für diese Aufnahme?
11. Sie steuert die Lichtstärke, die ins Innere deines Auges eintritt.
12. Künstliche Leuchten können uns dieses liefern, damit wir auch nachts fit sind.
13. So nennt man die Folgen reisebedingter Zeitverschiebungen auf deinen Tag-Nacht-Rhythmus.
14. Er hilft deinem Körper, nicht zu überhitzen. Damit er dir dabei nicht in die Augen läuft, sind die Augenbrauen in Stellung.
15. Er hat einen Durchmesser von rund 2,2 cm und liegt in der Augenhöhle.
16. Mit diesen Sehzellen unterscheiden wir Hell und Dunkel.
17. Er macht vielen Kindern Angst. Um das Sicherheitsgefühl zu heben, wird bei Straßenbeleuchtung darauf geachtet, möglichst wenig von ihm zu produzieren.
18. Dieser Muskel unterstützt nicht nur deine Pupille bei der Lichtstärkenregulierung, sondern ist auch für deine Augenfarbe verantwortlich.
19. Sie ist in Gefahr, wenn dein Tagesablauf über längere Zeit stark vom Wechsel zwischen Tag und Nacht abweicht.
20. Mit intelligenten Beleuchtungssystemen können wir nicht nur unsere Stimmung und unsere Leistungsfähigkeit heben, sondern gleichzeitig auch jede Menge dieser wertvollen Ressource einsparen.

Human Centric Lighting

1. Ist sie defekt, können wir auch bei Licht nicht sehen. Denn auf ihr entsteht unter Mitwirkung der Linse ein auf den Kopf gestelltes Bild.
2. Mit künstlichem Licht können wir sie entweder heben oder trüben.
3. Zwei Mal im Jahr kommt jede innere Uhr ein wenig durcheinander. Was ist die Ursache dafür?
4. Ohne diese Sehzellen kannst du keine Farben unterscheiden.
5. Ist dein Augapfel zu lang, so siehst du in ihr nur verschwommen.
6. Welches Tier ist Bezeichnung für einen Menschen, der schon früh am Morgen topfit ist?
7. Sie sind beim Kamel besonders lang, damit seine Augen vor Wüstensand geschützt sind.
8. 20 Mal pro Minute sorgst du damit dafür, dass dein Auge mit Tränenflüssigkeit benetzt und feucht gehalten wird.
9. Dieses Hormon, das in der Zirbeldrüse in deinem Kleinhirn gebildet wird, wird nur produziert und ausgeschüttet, wenn kein Licht auf deine Augen trifft.
10. Ein beleuchteter Körper nimmt einen Teil der Lichtstrahlen auf. Was ist der Fachausdruck für diese Aufnahme?
11. Sie steuert die Lichtstärke, die ins Innere deines Auges eintritt.
12. Künstliche Leuchten können uns dieses liefern, damit wir auch nachts fit sind.
13. So nennt man die Folgen reisebedingter Zeitverschiebungen auf deinen Tag-Nacht-Rhythmus.
14. Er hilft deinem Körper, nicht zu überhitzen. Damit er dir dabei nicht in die Augen läuft, sind die Augenbrauen in Stellung.
15. Er hat einen Durchmesser von rund 2,2 cm und liegt in der Augenhöhle.
16. Mit diesen Sehzellen unterscheiden wir Hell und Dunkel.
17. Er macht vielen Kindern Angst. Um das Sicherheitsgefühl zu heben, wird bei Straßenbeleuchtung darauf geachtet, möglichst wenig von ihm zu produzieren.
18. Dieser Muskel unterstützt nicht nur deine Pupille bei der Lichtstärkenregulierung, sondern ist auch für deine Augenfarbe verantwortlich.
19. Sie ist in Gefahr, wenn dein Tagesablauf über längere Zeit stark vom Wechsel zwischen Tag und Nacht abweicht.
20. Mit intelligenten Beleuchtungssystemen können wir nicht nur unsere Stimmung und unsere Leistungsfähigkeit heben, sondern gleichzeitig auch jede Menge dieser wertvollen Ressource einsparen.

Human Centric Lighting

1. H

2. U

3. M

4. A

5. N

6. C

7. E

8. N

9. T

10. R

11. I

12. C

13. L

14. I

15. G

16. H

17. T

18. I

19. N

20. G



Human Centric Lighting

1. N E T Z H A U T
2. L A U N E
3. Z E I T U M S T E L L U N G
4. Z A P F E N
5. F E R N E
6. L E R C H E
7. W I M P E R N
8. B L I N Z E L N
9. M E L A T O N I N
10. A B S O R P T I O N
11. P U P I L L E
12. T A G E S L I C H T
13. J E T L A G
14. S C H W E I S S
15. A U G A P F E L
16. S T Ä B C H E N
17. S C H A T T E N
18. I R I S
19. G E S U N D H E I T
20. E N E R G I E

