

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?

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.

Visuelle Wirkung von Licht: Wie funktioniert der Sehsinn? (Wissensstand 5. Schulstufe)
Übung 3: Infotexte & Verständnisfragen

<i>Lernziel:</i>	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.
<i>Fachbezug:</i>	Biologie
<i>Dauer:</i>	ab 5 Min.
<i>Vorkenntnisse:</i>	Arbeitsblatt 1 oder vergleichbares Vorwissen ist zu empfehlen, aber nicht erforderlich.
<i>Materialien:</i>	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.

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

Übung 4: Infotexte & Verständnisfragen

<i>Lernziel:</i>	Die SchülerInnen kennen bzw. wiederholen die verschiedenen Elemente des menschlichen Auges, können diese benennen und deren Funktion mit eigenen Worten beschreiben.
<i>Fachbezug:</i>	Biologie
<i>Dauer:</i>	ab 5 Min.
<i>Vorkenntnisse:</i>	Arbeitsblatt 2 oder vergleichbares Vorwissen
<i>Materialien:</i>	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 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.
- 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.

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

- Lernziel:* 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.
- Fachbezug:* Biologie, Deutsch
- Dauer:* ab 5 Min.
- Vorkenntnisse:* **Arbeitsblatt 4** oder vergleichbares Vorwissen
- Materialien:* **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.

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	

- 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.
- 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?

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

Übung 7: Aktivierungsübung – persönliche Assoziation

<i>Lernziel:</i>	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)
<i>Fachbezug:</i>	Deutsch, Biologie, Bildnerische Erziehung (V. 4)
<i>Dauer:</i>	ab 10 Min.
<i>Vorkenntnisse:</i>	nicht erforderlich
<i>Materialien:</i>	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.

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.

Tipps 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, ...

Tipps 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.

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.

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 Nucleus 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.

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.

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.

Tipps 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.

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.

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 Brainstormingergebnis 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.

Tipps 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.

Tipps 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.

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.

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. Fabrikhallen 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.

Tipps 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.

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.

Tipps 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.

Tipps 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.

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.