

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?

Einstieg: Wofür brauchen wir Licht? Was macht Licht mit uns?

Übung 2: Kreuzworträtsel & darauf basierendes Brainstorming

| | |
|-----------------------|---|
| <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 |
| <i>Dauer:</i> | ab 10 Min. |
| <i>Vorkenntnisse:</i> | nicht erforderlich |
| <i>Materialien:</i> | Überkreuz gedacht ... (Arbeitsblatt 1/Lösungsblatt 1), Licht wirkt ... (Infoblatt 1) |

In Einzelarbeit lösen die SchülerInnen das Kreuzworträtsel.

Auf Basis der Ergebnisse wird anschließend im Klassenverband ein Brainstorming zu den Wirkungen von Licht auf den Menschen durchgeführt. Die Ergebnisse werden auf der Tafel festgehalten und mit **Infoblatt 1** verglichen.

Visuelle Wirkung von Licht: Wie funktioniert der Sehsinn?

Übung 3: 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. Sie wiederholen die Beleuchtung von Licht für den Sehvorgang. |
| <i>Fachbezug:</i> | Biologie |
| <i>Dauer:</i> | ab 5 Min. |
| <i>Vorkenntnisse:</i> | Vorwissen zur Funktionsweise des menschlichen Auges |
| <i>Materialien:</i> | Das menschliche Auge (Arbeitsblatt 2/ Lesetext 1), Das Auge im Detail (Arbeitsblatt 3, Infoblatt 2) |

Lesetext 1 wird kurze Zeit projiziert, sodass die SchülerInnen ihr Wissen zur Funktionsweise des menschlichen Auges auffrischen können. Anschließend wird mit **Arbeitsblatt 2** und/oder **3** das Wissen der SchülerInnen überprüft.

Lösung Arbeitsblatt 2

S. **Lesetext 1**

Lösung Arbeitsblatt 3

S. **Infoblatt 2**

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. zu vorübergehender „Blindheit“ bei plötzlicher Verschlechterung der Beleuchtung.

Emotionale Wirkung von Licht: Angst vor der Dunkelheit

Übung 4: Brainstorming & Infotext & Sprachanalyse u./o. Recherche mit anschließendem Verfassen eines Forumsbeitrages

| | |
|-----------------------|---|
| Lernziel: | Die SchülerInnen können mit eigenen Worten erklären, warum die Angst kleiner Kinder vor der Dunkelheit kein Grund zur Sorge der Erziehungsberechtigten ist. Sie nehmen wahr, dass Licht mit Sicherheit und Dunkelheit mit Unsicherheit verbunden wird, und können Ursachen dafür nennen. Sie erkennen, dass Licht sich stimmungsbeeinflussend wirkt. Sie werden sich dessen bewusst, dass die tief verwurzelte Angst vor der Dunkelheit sich auch sprachlich niedergeschlagen hat und können konkrete Beispiele dafür aufzählen. |
| Fachbezug: | Deutsch, Biologie, Psychologie und Philosophie |
| Dauer: | ab 10 Min. (ohne Vertiefung) |
| Vorkenntnisse: | nicht erforderlich |
| Materialien: | Angst im Dunkeln? (Arbeitsblatt 4) |

1. Brainstorming & Vergleich mit Infotext auf Arbeitsblatt 4

Ein Brainstorming zur Frage: „Woher kommt die Angst im Dunkeln?“ dient als Einstieg in das Thema, dieses kann entweder in Gruppen oder im Klassenverband erfolgen.

Das Klassenergebnis wird anschließend mit den Informationen auf **Arbeitsblatt 4** verglichen:

- Lagen die SchülerInnen mit ihren Vermutungen richtig?
- Welchen inhaltlichen Neinput liefert der Text?

2. Vertiefende Weiterführung

Auf dem Arbeitsblatt sind zur weiteren Vertiefung zwei Aufgaben angeführt.

Aufgabe 1 – Sprachanalyse

Die SchülerInnen sammeln Redewendungen, die auf der Urangst vor der Dunkelheit basieren und diese bis heute widerspiegeln. Jede Redewendung wird auf einem eigenen Zettel notiert. Zusätzlich wird auf dem Zettel jener Aspekt ausgeführt, der der Redewendung hauptsächlich zugrunde liegt.

Im Anschluss werden die Ergebnisse in Gruppen bzw. im Klassenverband zusammengeführt.

Aufgabe 2 – Recherche & Gestaltung eines Infotextes für Eltern kleiner Kinder

Die SchülerInnen recherchieren in Einzelarbeit, wie Eltern ihre Kinder in der Phase der Angst vor der Dunkelheit unterstützen können.

Auf Basis ihrer Rechercheergebnisse schreiben sie als Antwort auf die Frage eines besorgten Elternteils einen Forumsbeitrag, der konkret umsetzbare Tipps liefern sollte.

Die Ergebnisse können anschließend paarweise ausgetauscht und analysiert werden:

- Wie ist die Sprache des Forumsbeitrages? Entspricht sie dem Medium Internet?
- Enthält der Beitrag konkrete Tipps, die einfach umsetzbar sind?
- Enthält der Beitrag psychologisches Hintergrundwissen und in welchem Ausmaß ist das sinnvoll?

3. Sammeln weiterer Emotionen & Stimmungen

Abschließend sammeln die SchülerInnen im Klassenverband weitere Emotionen bzw. Stimmungen, die man mit Licht erzeugen kann.

Zusatzinformation zu Aufgabe 2

Mögliche Redewendungen sind z.B.: etwas im Dunkeln lassen, etwas liegt im Dunkeln, dunkle Gestalten, etwas ist in geheimnisvolles Dunkel gehüllt, im Dunkeln tappen, eine dunkle Seite haben, ...

**Emotionale Wirkung von Licht: Wie wirkt sich Licht auf unsere Stimmung aus?
Wie können wir mit Licht Stimmungen generieren?**

Übung 5: Freie Assoziation

- Lernziel:** Die SchülerInnen verstehen, dass sich Licht in vielfältiger Weise auf unsere Stimmung auswirkt. Sie können konkrete Beispiele dafür nennen, wie sich Lichtsituationen auf die Stimmung auswirken. Sie kennen konkrete Anhaltspunkte, um mit Licht besondere Stimmungen im Sinne von „Ambiente“ zu erzeugen.
Die SchülerInnen üben die bildnerische Darstellung von Beispielszenarien für die emotionale Wirkung von Licht. **(Variante 2)**
- Fachbezug:** Variante 1: Deutsch, Biologie; Variante 2: Bildnerische Erziehung, Biologie
- Dauer:** ab 30 Min.
- Vorkenntnisse:** nicht erforderlich
- Materialien:** **Licht & Laune (Angabeblatt 1/Stimmungsbilder 1)**

Variante 1 – Schriftliche Beschreibung von Beispielszenarien zur Verdeutlichung der vierfältigen emotionalen Wirkung von Licht

Die SchülerInnen entwerfen zu jedem Punkt auf dem Angabeblatt ein einfaches, kurzes Szenario, das die jeweilige Wirkung von Licht anhand eines konkreten Beispiels erklärt bzw. fassbar macht. Die Stimmungsbilder können dabei als Anregung dienen.

Die Ergebnisse werden anschließend im Klassenverband zusammengeführt.

Gemeinsam kann überlegt werden,

- welche weiteren Stimmungen/Emotionen man mit Licht erzeugen kann.
- wo gezielt welche emotionale Wirkung von Licht genutzt wird. (Z.B. in der Gastronomie, in Geschäften, in Hotels, in der Geisterbahn, im Theater, im Kino, im Verhörraum, in der Bibliothek, ...)
- welche Stimmung/en sie gerne in ihrem Zuhause schaffen würden.

Variante 2 – Bildnerische Darstellung eines erklärenden Szenarios

Alle Schüler/innen bekommen eine Nummer zugewiesen. Wichtig ist, dass sich keine der Nummern wiederholt. Jede/r Schüler/in wählt eine der auf dem Angabeblatt angeführten Stimmungen bzw. Emotionen und zeichnet dazu eine Szenario, das diese spezielle Wirkung von Licht veranschaulicht. Die Zeichnung wird mit der zugewiesenen Nummer versehen.

Alle Zeichnungen werden eingesammelt, gemischt, und jede/r Schüler/in erhält anschließend eine beliebige Zeichnung. Ist es die eigene, so wird diese gegen eine andere ausgetauscht.

Auf einem Zettel notiert jede/r Schüler/in zu jeder Zeichnung, welche Stimmung bzw. Emotion damit vermittelt werden sollte. Vor jeder Einschätzung wird die Nummer der Zeichnung angeführt.

Ist dieser Vorgang abgeschlossen, werden die Ergebnisse zusammengeführt:

- Wurden alle Stimmungen von allen SchülerInnen richtig erkannt?
Falls nicht – was könnten die Gründe dafür sein?
- Welche Szenarien wurden besonders häufig gewählt?
- Welche Szenarien haben die SchülerInnen überrascht?

Gemeinsam kann überlegt werden,

- welche weiteren Stimmungen/Emotionen man mit Licht erzeugen kann.
- wo gezielt welche emotionale Wirkung von Licht genutzt wird. (Z.B. in der Gastronomie, in Geschäften, in Hotels, in der Geisterbahn, im Theater, im Kino, im Verhörraum, in der Bibliothek, ...)
- welche Stimmung/en sie gerne in ihrem Zuhause schaffen würden.

Biologische Wirkung von Licht: Persönlicher Tagesrhythmus & Zusammenhänge zum Tag-Nacht-Wechsel
Übung 6: 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 5), 24 Stunden (Infoblatt 3)**

Die SchülerInnen halten ihren persönlichen Tagesrhythmus und ihre erlebten Leistungshochs und -tiefs auf **Arbeitsblatt 5** fest.

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 3** 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?

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. 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 7: 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 durcheinanderkommt. Sie kennen die Folgen, wenn man langfristig gegen die innere Uhr lebt. Die SchülerInnen üben die Videoanalyse. |
| Fachbezug: | Biologie, Deutsch |
| Dauer: | ab 10 Min. |
| Vorkenntnisse: | nicht erforderlich |
| Materialien: | Innere Uhr: So gibt der Tag-Nacht-Rhythmus den Takt vor (Arbeitsblatt 6) Nobelpreis für Medizin für Erforschung der inneren Uhr (Arbeitsblatt 7) |
| 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 6**, die SchülerInnen von Gruppe 2 jene auf **Arbeitsblatt 7**.

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.

Tipps 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 6

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 7

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. 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 beeinflussen Tag-Nacht-Wechsel und Licht die innere Uhr?

Übung 8: 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: | Kenntnis der biologischen Wirkung von Licht zweckmäßig, aber nicht zwingend erforderlich |
| Materialien: | Der Körper im Wechsel zwischen Tag & Nacht (Arbeitsblatt 8/Lösungsblatt 2) |

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 2**
- 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'Ortois 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'Ortois 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.

- **Biologisch wirksame Beleuchtung:**

Orientiert sich am Tageslicht und unterstützt den circadianen Rhythmus. Dabei sind folgende Faktoren ausschlaggebend:

- Beleuchtungsstärke: gemessen in Lux; vertikale Beleuchtungsstärken sind besonders wichtig.
- Flächigkeit/Lichtverteilung im Raum: flächige Beleuchtung im oberen Raumbereich zum Erreichen der melanopsinhaltenen Ganglienzellen
- Lichtrichtung
- Farbtemperatur: farbiges Aussehen des Lichts einer Lichtquelle; wird in Kelvin angegeben; Farbtemperatur des Himmels variiert zwischen 6.000 und 10.000 Kelvin; ab tageslichtweißen Lichtquellen über 5.300 Kelvin setzt biologische Wirkung von Licht ein.
- Dynamik des Lichts im Tages- und auch Jahreszeitenverlauf

- **Welches Licht hat welche Wirkung?**

Die größte biologische Wirkung hat tageslichtähnliches Licht mit hohen Blauanteilen. Beleuchtungsstärke und Blauanteile im Licht sollten bis Mittag kontinuierlich ansteigen und anschließend bis zum Abend langsam wieder abnehmen.

- Kühlweiße Lichtfarben und hohe Beleuchtungsstärken aktivieren am Morgen.
- Warme Lichtfarben und reduzierte Helligkeit entspannen am Abend und bereiten aufs Schlafengehen vor.
- Tageslichtähnliche Beleuchtung erhöht die Leistungsfähigkeit.

- **Zu wenig Licht?**

5 bis 20 % der Bevölkerung entwickeln bei zu wenig natürlichem Licht Mangelerscheinungen, die sich in Symptomen wie verstärktem Schlafbedürfnis, fehlender Antriebskraft, Stimmungsschwankungen bis hin zu Depressionen niederschlagen.

Man sollte daher jeden Tag mindestens eine halbe Stunde im Freien verbringen. Optimalerweise sollte außerdem möglichst viel natürliches Licht in Innenraum-Beleuchtungskonzepte integriert werden, z.B. durch die Einplanung von Oberlichtern oder großen Fensterflächen.

- **SAD:**

Seit Anfang der 1980er forschen WissenschaftlerInnen zu SAD, saisonal abhängigen Depressionen. Anders als bei einer klassischen Depression leiden die Betroffenen nicht unter Schlaflosigkeit, sondern unter einem stark erhöhten Schlafbedürfnis. Ähnlich verhält es sich mit dem Appetit – während dieser bei herkömmlichen Depressionen meist vergeht, wird er bei SAD angeregt.

SADs, die in der dunklen Jahreszeit auftreten, werden erfolgreich mit Licht therapiert.

Lichttherapien sollten optimalerweise morgens eingesetzt werden, da die Auswirkungen auf den Biorhythmus um diese Tageszeit am effektivsten sind.

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: Aktuelle wissenschaftliche Forschung zum Biorhythmus**Übung 9: Medienkritische Analyse von Onlinebeiträgen**

| | |
|-----------------------|--|
| <i>Lernziel:</i> | Die SchülerInnen erhalten einen Einblick in den aktuellen Stand der Forschung zum Biorhythmus. Sie wiederholen wichtige Begriffe rund um die biologische Wirkung von Licht und vertiefen ihr Wissen. Die SchülerInnen üben die kritische Analyse von Onlinetexten. |
| <i>Fachbezug:</i> | Deutsch, Biologie |
| <i>Dauer:</i> | 1 UE bzw. bei Bearbeitung des Arbeitsblattes als Hausübung ab 15 Min. |
| <i>Vorkenntnisse:</i> | Kenntnis der biologischen Wirkung von Licht sinnvoll, aber nicht zwingend erforderlich |
| <i>Materialien:</i> | Nobelpreis für Forschung zum Biorhythmus (Arbeitsblatt 9/Linkliste 1) |
| <i>Zusätzlich:</i> | Internetzugang erforderlich |

Auf der Linkliste sind 12 Links zu Onlinebeiträgen angeführt, die anlässlich der Verleihung des Medizin-Nobelpreises 2017 erstellt wurden.

Jede/r Schüler/in liest einen der Texte und analysiert diesen anhand der Fragen bzw. Aufgaben auf **Arbeitsblatt 9**. Bei der Auswahl bzw. Zuordnung der Texte ist darauf zu achten, dass ein Text von zumindest zwei SchülerInnen gelesen und analysiert wird.

Im nächsten Schritt vergleichen alle SchülerInnen, die zum selben Text gearbeitet haben, ihre Ergebnisse:

- Wo stimmen diese überein?
- Wo stimmen diese nicht überein und was sind die Gründe dafür?

Abschließend präsentiert jede Gruppe das Ergebnis ihrer Analyse im Klassenverband. Die Informationen aus den Texten werden miteinander verglichen.

Tipps zur Vertiefung – Gestaltung eines Zeitungsberichts zur Verleihung des Nobelpreises

Basierend auf dem gemeinsamen Analyseergebnis erstellt jede/r Schüler/in in Einzelarbeit einen Zeitungsbericht zur Verleihung des Nobelpreises. Dieser darf aus maximal 3.000 Zeichen (mit Leerzeichen) bestehen.

Biologische Wirkung von Licht: Wiederholung & Festigung wichtiger Begriffe**Übung 10: Ergänzung eines Glossars oder Glossar-Gruppenquiz**

| | |
|-----------------------|---|
| <i>Lernziel:</i> | Die SchülerInnen wiederholen bzw. festigen wichtige Begriffe rund um die biologische Wirkung von Licht. |
| <i>Fachbezug:</i> | Biologie |
| <i>Dauer:</i> | ab 10 Min. |
| <i>Vorkenntnisse:</i> | Kenntnis der biologischen Wirkung von Licht |
| <i>Materialien:</i> | Glossar (Arbeitsblatt 10/Wortspeicher 1/Glossar 1) |

Die SchülerInnen ergänzen auf dem Arbeitsblatt die zu den Erklärungen gehörigen Glossarbegriffe. Zur Vereinfachung der Übung kann **Wortspeicher 1** projiziert werden.

Die Ergebnisse werden im Klassenverband miteinander verglichen. Gemeinsam können dem Glossar auch noch weitere Begriffe hinzugefügt werden, die den SchülerInnen im inhaltlichen Zusammenhang wichtig erscheinen.

Alternativ kann zu den Glossarbegriffen auch ein **Quiz** durchgeführt werden.

- » Die SchülerInnen werden in mehrere Gruppen geteilt.
- » Nun wird eine beliebige Glossarerklärung vorgelesen (**Glossar 1**) – jene Gruppe, die zuerst den passenden Glossarbegriff nennt, erhält einen Punkt.
- » Das wird so lange mit weiteren Glossarerklärungen wiederholt, bis alle Glossarbegriffe richtig zugeordnet und alle Punkte ausgespielt sind.

Alternative zur Vertiefung – Erstellung eines Glossars anhand des Wortspeichers

Geben Sie Ihren SchülerInnen die Aufgabe, zu den Begriffen auf **Wortspeicher 1** einfache Erklärungen zu erstellen. Diese können anschließend in Gruppen miteinander verglichen und bei Bedarf modifiziert werden, bis schlussendlich ein Klassen-Glossar entstanden ist.

Human Centric Lighting: Der Mensch im Mittelpunkt der Lichtplanung

Übung 11: Human Centric Lighting: Der Mensch im Mittelpunkt der Lichtplanung

| | |
|-----------------------|---|
| 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 20 Min. |
| Vorkenntnisse: | grundlegende Kenntnis über die drei Wirkungen des Lichts |
| Materialien: | Wie Licht (biologisch) wirkt und richtig eingesetzt werden kann (Arbeitsblatt 11) Lichtkonzepte für biologisch wirksame Beleuchtung (Arbeitsblatt 12) Lichtplanung (Arbeitsblatt 13) Smarte Lichtlösungen unterstützen Biorhythmus (Arbeitsblatt 14) |

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

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

- » gemeinsames Lesen des Textes
- » Erklärung 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 – 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 12: 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> | Deutsch, Biologie |
| <i>Dauer:</i> | ab 10 Min. |
| <i>Vorkenntnisse:</i> | Kenntnis der grundlegenden Definition von Human Centric Lighting sowie der drei Wirkungen von Licht |
| <i>Materialien:</i> | Human Centric Lighting (Infoblatt 4) |

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 4** 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.

Human Centric Lighting: Lichtstärke, Beleuchtungsstärke und Lichtfarbe

Übung 13: Rechercheübung zu Stärke und Farbe von Licht & zielgruppenadäquate Gestaltung eines Infoblattes

| | |
|-----------------------|---|
| <i>Lernziel:</i> | 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. Sie üben die Aufbereitung von Fachinhalten für eine bestimmte Zielgruppe. |
| <i>Fachbezug:</i> | Physik, Deutsch |
| <i>Dauer:</i> | 1 UE (ohne Gestaltung eines Infoblattes ab 10 Min.) |
| <i>Vorkenntnisse:</i> | nicht erforderlich |
| <i>Materialien:</i> | Stärke & Farbe von Licht (Arbeitsblatt 15) |

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

Im Anschluss wird die Klasse in mehrere Gruppen geteilt.

Jede Gruppe erhält die Aufgabe, ein Infoblatt zum Thema für eine der nachfolgenden Zielgruppen zu gestalten:

- VolksschülerInnen zwischen 8 und 10 Jahren
- Junge Menschen, die in ihre erste eigene Wohnung einziehen
- Menschen zwischen 30 und 60 Jahren
- FachberaterInnen im Elektrofachhandel

Bei der Zielgruppenzuteilung sollte darauf geachtet werden, dass jede Zielgruppe von mindestens zwei Gruppen bearbeitet wird.

Die Infoblätter der Gruppen werden anschließend im Klassenverband pro Zielgruppe verglichen und einander gegenübergestellt:

- Wurde die Sprache der Zielgruppe getroffen?
- Wurde das inhaltliche Vorwissen der Zielgruppe ausreichend berücksichtigt?
- Wurde ausreichend Bezug auf alltägliche Zusammenhänge bzw. Anwendungen der Zielgruppe genommen?

Abschließend kann im Klassenverband ein Brainstorming durchgeführt werden, welche Beleuchtungsmöglichkeiten die verschiedenen Räume des eigenen Zuhauses bieten sollten, um die vielfältigen Anforderungen an Licht zu erfüllen bzw. damit die SchülerInnen und deren Familien die vielfältigen Wirkungen von Licht positiv für sich nutzen können.

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 höher der Kelvin-Wert, umso kühler 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.

Abschluss: Künstliches Licht für Wohlbefinden, Gesundheit & zum Sehen

Übung 14: Reihungsübung & erste Schritte zu intelligenter Lichtplanung

| | |
|-----------------------|---|
| <i>Lernziel:</i> | 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. |
| <i>Fachbezug:</i> | Biologie, Deutsch |
| <i>Dauer:</i> | ab 5 Min. (nur Reihung) bis zu 1 UE |
| <i>Vorkenntnisse:</i> | Grundwissen zu den drei Wirkungen des Lichts auf den Menschen |
| <i>Materialien:</i> | Licht an! (Arbeitsblatt 16/Lösungsblatt 3) |

In Einzelarbeit bringen die SchülerInnen Sätze, die aus dem Tagesablauf einer Schülerin/eines Schülers stammen, 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.

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 15: Rätsel**

- Lernziel:* 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.
- Fachbezug:* Biologie, Deutsch
- Dauer:* ab 10 Min.
- Materialien:* **Human Centric Lighting (Arbeitsblatt 17/Angabeblatt 2 u. 3/Lösungsblatt 4)**

Das Rätsel (**Arbeitsblatt 17/1**) kann in Einzel- oder Gruppenarbeit gelöst werden. Die Fragen können dabei laut vorgelesen, projiziert (**Angabeblatt 2**) oder in gedruckter Form an die SchülerInnen/Gruppen ausgeteilt werden (**Arbeitsblatt 17/2**).

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

- Die Klasse wird in mehrere Gruppen geteilt.
- Jede Gruppe erhält **Arbeitsblatt 17/1**. Zusätzlich wird **Angabeblatt 3** 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 ihrem Arbeitsblatt stehen hat, gewinnt.

Abschluss: Kreative Auseinandersetzung mit den Wirkungen bzw. der metaphorischen Bedeutung von Licht

Übung 16: Zitatanalyse in Form einer Erörterung

Lernziel: Die SchülerInnen kennen verschiedene metaphorische Bedeutungen, in denen Licht und Dunkelheit Einzug in unsere Sprache gefunden haben.
Sie üben anhand konkreter Beispiele rund um Licht die inhaltliche Ableitung metaphorischer Bedeutung sprachlicher Bilder und deren schriftliche Ausführung.
Die SchülerInnen üben die Analyse eines Zitates bzw. der darin verwendeten Metaphorik.
Sie üben das Verfassen einer Erörterung.

Fachbezug: Deutsch

Dauer: ab 20 Min.

Vorkenntnisse: Kenntnis der drei Wirkungen von Licht

Materialien: **Licht & Dunkel in Zitaten (Arbeitsblatt 18)**

Die SchülerInnen wählen eines der auf dem Arbeitsblatt angeführten Zitate und verfassen eine Erörterung zur Analyse der darin verwendeten metaphorischen Verwendung von Licht bzw. Dunkelheit.

Im Anschluss werden die Ergebnisse im Klassenverband analysiert, miteinander verglichen und diskutiert.