

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

Übung 1: Freie Assoziation 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>	Sachunterricht, Deutsch
<i>Dauer:</i>	ab 5 Min.
<i>Vorkenntnisse:</i>	nicht erforderlich
<i>Materialien:</i>	Licht & ich (Infoblatt 1)

Die SchülerInnen werden in mehrere Gruppen geteilt.

Die Hälfte der Gruppen sammelt ihre Ideen zur Frage: „Wofür brauchen wir Menschen Licht?“

Die andere Hälfte sammelt Ideen zur Frage: „Wie wirkt sich Licht auf uns aus?“

Die Ergebnisse werden jeweils auf einem Blatt Papier notiert.

Im Anschluss daran werden die Ergebnisse der Gruppen, die zur selben Frage gearbeitet haben, im Klassenverband zusammengeführt. Ideen aus den Gruppen, die zur anderen Frage gebrainstormt haben, werden ergänzt.

Alternativ können die beiden Brainstormings auch im Gesamtklassenverband durchgeführt werden.

Das Klassenergebnis wird mit **Infoblatt 1** verglichen, auf dem die drei Wirkungen von Licht auf den Menschen grafisch dargestellt sind:

- In welche Gruppe passen die von den SchülerInnen gesammelten Wirkungen?
- Haben die SchülerInnen Brainstormingergebnisse für jede der drei Wirkungen? Falls nicht – was könnte der Grund dafür sein?
- Gibt es Wirkungen bzw. Einsatzbereiche von Licht, die die SchülerInnen gefunden haben, die aber zu keinem der auf dem Infoblatt angeführten Bereiche passen?

Zusatzinformation zu Human Centric Lighting (HCL)

HCL ist ein ganzheitliches Lichtplanungskonzept, bei dem der Mensch und seine Bedürfnisse im Mittelpunkt stehen: nicht nur visuelle, sondern auch biologische und emotionale Wirkung/en von Licht finden Berücksichtigung. Die innere Uhr des Menschen, sein Biorhythmus, ist Basis von HCL.

Dank technologischer Entwicklungen, wie modernen LED-Leuchtmitteln oder Apps, die neue Steuerungsmöglichkeiten bieten, können Beleuchtungsintensität und Farbtemperatur den Bedürfnissen des Menschen flexibel angepasst werden. So wird sichergestellt, dass nicht nur die funktionell-visuellen Grundlagen erfüllt und wir mit ausreichend starkem Licht versorgt werden, das nicht blendet. Das richtige Licht zur richtigen Zeit steigert auch Gesundheit, Wohlbefinden und Leistungsfähigkeit.

HCL bringt noch einen weiteren Vorteil mit sich: intelligente, bedarfsgerechte Beleuchtungssysteme ermöglichen z.B. durch smarte Anwesenheitssensoren auch maximale Energieeffizienz.

Konkrete Anwendung findet HCL u.a. bereits in der Industrie, um den erhöhten Lichtbedarf von SchichtarbeiterInnen auszugleichen und die Konzentrations- und Leistungsfähigkeit zu erhöhen, oder z.B. auch in Krankenhäusern und anderen Pflegeeinrichtungen, wo man mit biodynamisch gesteuertem Kunstlicht den natürlichen Wach-Schlaf-Rhythmus der PatientInnen unterstützt.

Einstieg: Welche Eigenschaften hat Licht?**Übung 2: Giterrätsel mit anschließender freier Assoziation**

<i>Lernziel:</i>	Die SchülerInnen werden sich dessen bewusst, dass Licht verschiedenste Eigenschaften haben kann. Auf Basis persönlicher Erlebnisse versuchen sie, diese Eigenschaften mit Wirkungen auf sich selbst zu verbinden.
<i>Fachbezug:</i>	Sachunterricht, Deutsch
<i>Dauer:</i>	ab 5 Min.
<i>Vorkenntnisse:</i>	nicht erforderlich
<i>Materialien:</i>	Wie kann Licht sein? (Arbeitsblatt 1/Lösungsblatt 1)

In einem Giterrätsel suchen die SchülerInnen zehn Eigenschaften, die Licht haben kann.

Im Anschluss daran überlegen die SchülerInnen in Kleingruppen oder im Klassenverband,

- in welchen konkreten Situationen bzw. Zusammenhängen sie welche Eigenschaft von Licht schon einmal erlebt haben.
- welche Wirkung/en die Eigenschaften von Licht auf sie persönlich hatten bzw. haben könnten.

Ergänzend können die SchülerInnen die Aufgabe erhalten, jeweils fünf der Eigenschaftswörter auszuwählen und mit diesen einfache Sätze zu bilden. Das Muster für diese Satzbildungsübung könnte lauten: „Helles Licht macht mich munter.“

Die Ergebnisse der SchülerInnen werden im Anschluss zusammengeführt und die Wirkungen, die sie jeweils angegeben haben, miteinander verglichen:

Gibt es bei bestimmten Eigenschaftswörtern besonders viele Übereinstimmungen bzw. besonders viele Unterscheidungen in den genannten Wirkungen? Was könnten die Gründe dafür sein?

Visuelle Wirkung von Licht: Erkennen der Notwendigkeit von Licht für den Sehsinn**Übung 3: Aktivierende Einstiegsübung zur Vorbereitung der tiefergehenden Auseinandersetzung mit der Bedeutung von Licht für den Sehsinn**

<i>Lernziel:</i>	Die SchülerInnen erkennen, dass sie ohne Licht nicht/s sehen können.
<i>Fachbezug:</i>	Sachunterricht, Deutsch
<i>Dauer:</i>	ab 5 Min.
<i>Vorkenntnisse:</i>	nicht erforderlich
<i>Materialien:</i>	Was seht ihr? (Infoblatt 2)

Infoblatt 2 wird projiziert; alternativ kann auch ein schwarzes Blatt Papier gezeigt werden. Dazu werden nacheinander zwei Fragen an die SchülerInnen gestellt:

- » Frage 1: Was seht ihr auf dem Infoblatt?
- » Frage 2: Stellt euch vor, das ist das Bild von einem Raum, in dem es stockfinster ist. Was seht ihr, wenn ihr in diesem stockfinsternen Raum steht?

Die Antworten auf die Fragen werden

- in Form eines Brainstormings im Klassenverband gemeinsam festgehalten oder
- von jede/r Schüler/in erst in Einzelarbeit auf einem Zettel schriftlich festgehalten und danach im Klassenverband zusammengeführt.

Je nach Vorwissen kann/können anschließend

- anhand **Arbeitsblatt 2** eine Wiederholung der fünf Sinne sowie ein Kennenlernen der sichtbaren Bestandteile des menschlichen Auges erfolgen.
- anhand **Arbeitsblatt 3** die Funktionsweise unseres Sehprozesses erarbeitet und die Notwendigkeit von Licht für diesen Sehprozess verständlich gemacht werden.

Visuelle Wirkung von Licht: Aus welchen sichtbaren Bestandteilen besteht das Auge?

Übung 4: Infotexte & Verständnisfragen

Lernziel:	Die SchülerInnen kennen die sichtbaren Elemente des menschlichen Auges und können diese benennen. Sie üben genaues Beobachten sowie die grafische Darstellung visueller Beobachtungen. Sie wiederholen die fünf Sinne bzw. was wir mit diesen wahrnehmen. Anhand der Übertragung von Infos aus einem Lesetext auf eine grafische Darstellung trainieren sie ihr Leseverständnis.
Fachbezug:	Sachunterricht, Deutsch
Dauer:	ab 5 Min.
Vorkenntnisse:	nicht erforderlich
Materialien:	Augen auf! (Arbeitsblatt 2/Infoblatt 3)

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

Lösung

1. Gerüche; Geräusche; Kälte, Wärme, Berührungen und Schmerz; Geschmäcker
2. Individuelle Lösungen
3. **S. Infoblatt 3**
4. Individuelle Lösungen
5. Iris bzw. 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.
- **Ober- und Unterlid** schützen das Auge. Pro Minute blinzeln unsere Augenlider rund 20 Mal. Dieses Blinzeln hält Staubteilchen von den Augen fern. Außerdem wird dadurch Tränenflüssigkeit, die von einer kleinen Tränendrüse im Oberlid produziert wird, auf der Oberfläche des Auges verteilt. So bleibt das Auge sauber und feucht.
- 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, die Linse zu schützen. Zwischen der Hornhaut und der Linse liegt die Aderhaut (Choroidea). Ihr vorderer Teil ist die Iris.

Tipps zur Vertiefung der Auseinandersetzung mit den Sinnesorganen

Teilen Sie die SchülerInnen in fünf Gruppen. Jede Gruppe erhält die Aufgabe, zu einem der fünf Sinne ein Mindmap mit dazu passenden Begriffen zu erstellen: Zeitwörtern, Eigenschaftswörtern und Hauptwörtern, die sie damit in Verbindung bringen.
Die einzelnen Gruppenergebnisse werden im Klassenverband präsentiert, diskutiert und ergänzt und die Ergebnisse abschließend auf große Papierbögen übertragen.

Visuelle Wirkung von Licht: Wie funktioniert der Sehsinn?

Übung 5: Infotexte & Verständnisfragen

- Lernziel:** Die SchülerInnen kennen 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 fürs Sehens und können diese erklären.
- Fachbezug:** Sachunterricht, Deutsch
- Dauer:** ab 5 Min.
- Vorkenntnisse:** **Arbeitsblatt 2** oder vergleichbares Vorwissen ist zu empfehlen, aber nicht erforderlich.
- Materialien:** **Ohne Licht sehen wir nicht! (Arbeitsblatt 3)**

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

Lösung

1. Antwort 1: „Wie ein Fotoapparat, der ständig Fotos macht.“
2. Antwort 3: „Wenn du sie schließt.“
3. Hornhaut – Pupille – Linse – Glaskörper – Netzhaut

Zusatzinformation

- Die **Hornhaut** schützt das Auge vor Schmutz und Austrocknung.
- 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. von schlechten auf gute Lichtverhältnisse braucht das Auge 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: Vertiefung zur Funktionsweise des Sehannes

Übung 6: Infotexte & Verständnisfragen

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.
Fachbezug:	Sachunterricht, Deutsch
Dauer:	ab 5 Min.
Vorkenntnisse:	Arbeitsblatt 3 oder vergleichbares Vorwissen
Materialien:	Zu wenig Licht? (Arbeitsblatt 4/Lösungsblatt 2)

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

Tipps zur Wortschatzerweiterung: Redewendungen und Sprichwörter rund um Licht & Dunkel

Anschließend an Frage 3 sammeln die SchülerInnen weitere Sprichwörter oder auch Redewendungen, die sich im engeren oder auch weiteren Sinne um Licht & Dunkelheit drehen, z.B.:

etwas im Dunkeln lassen, etwas liegt im Dunkeln, dunkle Gestalten, sich dunkel an etwas erinnern, etwas ist in geheimnisvolles Dunkel gehüllt, im Dunkeln tappen, Licht ins Dunkel bringen, den Tag erhellen, eine dunkle Seite haben, jemandem geht ein Licht auf, ...

Gemeinsam wird überlegt, welche Bedeutung Dunkel und Hell jeweils haben.

Alternativ können auch einige der o.a. Redewendungen genannt und deren Bedeutung bzw. die jeweilige Bedeutung von Hell und Dunkel im Klassenverband diskutiert werden.

Tipps für eine Versuchsreihe: Farbenraten im Dunkeln

Teilen Sie die Klasse in mehrere Gruppen. Jede Gruppe braucht einen verschließbaren Karton, zum Beispiel eine alte Schuhschachtel. In die Front jedes Kartons wird ein kleines Guckloch geschnitten, in den Deckel jeweils zwei kleine Lichtlöcher.

Aus festem Papier werden zwei Abdeckungen für die Lichtlöcher ausgeschnitten. Diese werden über die Lichtlöcher im Deckel gelegt und auf einer Seite mit einem Klebestreifen befestigt, sodass sie problemlos auf- und zugeklappt werden können.

Nun können in jeder Gruppe verschiedene Versuche durchgeführt und die Ergebnisse in Form eines einfachen Versuchsprotokolls festgehalten werden. Die einzelnen Versuchsschritte und zu beantwortenden Fragen werden im Vorhinein festgelegt und gemeinsam auf der Tafel notiert, z.B.:

Versuch 1: Ein Buntstift wird in den Karton gelegt. Beide Lichtlöcher werden abgedeckt.

- Frage 1a: Kann ich etwas erkennen?
- Frage 1b: Was erkenne ich?
- Frage 1c: Wie lange dauert es, bis ich etwas erkenne?

Versuch 2: Ein Lichtloch wird freigelegt.

- Frage 2a: Kann ich etwas erkennen?
- Frage 2b: Was erkenne ich?
- Frage 2c: Wie lange dauert es, bis ich etwas erkenne?

Versuch 3: Beide Lichtlöcher werden freigelegt.

- Frage 3a: Kann ich etwas erkennen?
- Frage 3b: Was erkenne ich?
- Frage 3c: Wie lange dauert es, bis ich etwas erkenne?

Nach Abschluss der Versuchsreihe werden die Ergebnisse zusammengeführt und analysiert, z.B. mit Hilfe folgender Fragen:

- Bei welchem Versuch konnten die meisten/wenigsten SchülerInnen den Stift erkennen?
- Bei welchem Versuch haben die meisten/wenigsten SchülerInnen die Farbe des Stiftes erkannt?
- Bei welchem Versuch hat das Auge am längsten/kürzesten gebraucht, um etwas zu erkennen?
- ...

Linktipp zu Licht & Schatten

Auf www.nela-forscht.de/experimentierwelt/licht finden sich zahlreiche kindgerechte Erklärungen und Experimente rund um Licht und Schatten.

Visuelle Wirkung von Licht: Exkurs – Wortschatzübung rund ums Sehen**Übung 7: Lückentextübung zur Wortschatzerweiterung**

<i>Lernziel:</i>	Die SchülerInnen erweitern ihren Wortschatz um verschiedene Synonyme für den Begriff „sehen“ und verstehen deren unterschiedlichen inhaltlichen Einsatz. Sie üben die Konjugation von Zeitwörtern.
<i>Fachbezug:</i>	Deutsch
<i>Dauer:</i>	ab 5 Min.
<i>Vorkenntnisse:</i>	nicht erforderlich
<i>Materialien:</i>	Sehen oder ...? (Arbeitsblatt 5/Lösungsblatt 3)

Die SchülerInnen fügen in einem Lückentext die jeweils passenden Synonyme zu „sehen“ ein.
Im Anschluss daran können im Klassenverband weitere Synonyme für den Begriff „sehen“ gesucht werden.

Weitere Synonyme für „sehen“

achten auf, ausmachen, begafften, beschatten, bespitzeln, bestaunen, betrachten, blicken, ein Auge riskieren, Einblick nehmen, erblicken, erfassen, glotzen, gucken, identifizieren, lokalisieren, mustern, registrieren, sichten, untersuchen, wahrnehmen, zuschauen, ...

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

Übung 8: Aktivierungsübung – persönliche Assoziation

Lernziel:	Die SchülerInnen verstehen, dass sich Licht auf ihre Stimmung auswirkt. Sie können Beispiele dafür nennen, in welcher Form sich verschiedene Licht- bzw. Beleuchtungssituationen auf ihre Stimmung auswirken. Sie üben die Analyse von Bildern.
Fachbezug:	Sachunterricht, Deutsch
Dauer:	ab 5 Min.
Vorkenntnisse:	nicht erforderlich
Materialien:	Was fühlst du? (Stimmungsbilder 1)

Auf den Stimmungsbildern sind verschiedene Lichtsituationen abgebildet.

Variante 1 – anonyme Umfrage

- Die einzelnen Bilder werden den SchülerInnen nacheinander gezeigt. Jede/r Schüler/in notiert auf einem Zettel, welches Gefühl das jeweilige Bild bzw. die darauf gezeigte Lichtsituation in ihm/ihr 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 einfache 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 einfache 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.

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.

Tipp zur Vertiefung

Jede/r SchülerIn wählt ein Stimmungsbild aus und verfasst dazu eine 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?
- Gibt es Übereinstimmungen im von den SchülerInnen verwendeten Wortschatz?

Emotionale Wirkung von Licht: Wie wirkt sich Licht auf unsere Stimmung aus?**Übung 9: Zuordnungsübung**

- Lernziel:* Die SchülerInnen verstehen, dass sich Licht auf unsere Stimmung auswirkt.
Sie können Beispiele dafür nennen, wie sich Lichtsituationen auf die Stimmung auswirken.
Die SchülerInnen üben die inhaltlich logische und grammatikalisch korrekte Verknüpfung von zwei zueinandergehörigen Satzteilen.
- Fachbezug:* Sachunterricht, Deutsch
- Dauer:* ab 5 Min.
- Vorkenntnisse:* nicht erforderlich
- Materialien:* **Macht Licht Laune? (Arbeitsblatt 6/Lösungsblatt 4)**

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

Tipp zur Vertiefung

Die SchülerInnen erhalten die Aufgabe, die folgenden Sätze fertigzustellen:

- Wenn das Licht im Theatersaal zu Beginn der Vorstellung nicht ausgehen würde, ...
- Wenn in der Discothek das gleiche Licht wie in unserem Wohnzimmer zu Hause leuchten würde, ...
- Weil wir bei hellem Licht gut sehen, ...
- Weil wir bei schlechter Beleuchtung nicht gut sehen, ...

Die Ergebnisse werden miteinander verglichen.

Biologische Wirkung von Licht: Tag-Nacht-Wechsel und Auswirkungen auf Lebewesen**Übung 10: Zuordnungsübung**

<i>Lernziel:</i>	Die SchülerInnen nehmen den natürlichen Tag-Nacht-Wechsel bewusst wahr. Sie verstehen, dass der Lebensrhythmus von Lebewesen sich am Tag-Nacht-Wechsel orientiert.
<i>Fachbezug:</i>	Sachunterricht, Deutsch
<i>Dauer:</i>	ab 5 Min.
<i>Vorkenntnisse:</i>	nicht erforderlich
<i>Materialien:</i>	Tag oder Nacht? (Arbeitsblatt 7/Lösungsblatt 5/Infoblatt 4)

Ausgangspunkt kann die Frage sein, welchen Tieren die SchülerInnen bereits in freier Wildbahn begegnet sind. Anschließend lösen sie in Einzelarbeit die Zuordnungsübung auf **Arbeitsblatt 7**.

Das Ergebnis wird im Klassenverband verglichen.

Gemeinsam wird anschließend diskutiert, in welche Gruppe sich die SchülerInnen einordnen würden:

Sind sie tag- oder nachtaktiv?

Anhand **Infoblatt 4** wird nun im nächsten Schritt zum Thema gemacht, dass nicht nur Tiere, sondern auch Menschen und Pflanzen sich am natürlichen Tag-Nacht-Wechsel orientieren. Alle Lebewesen haben eine innere Uhr, die sich am Tag-Nacht-Wechsel und dem Sonnenlicht ausrichtet.

Zusatzinfo

Nachttiere sind ans Leben in der Dunkelheit angepasst. Einige davon erkennt man z.B. an langen Tastaaren (Feldhamster), besonders gutem Gehör bzw. Geruchssinn oder an sehr großen Augen (Kaninchen). Für viele kleine nachtaktive Tiere ist die Dunkelheit Schutz vor großen Feinden, z.B. für Mäuse, Regenwürmer oder Frösche. Uhu oder Fledermaus haben ein besonders gutes Gehör, das ihnen das Sehen ersetzt. So können sie im Dunkeln erfolgreich auf Futterjagd gehen.

Biologische Wirkung von Licht: Auswirkungen des Tag-Nacht-Wechsels auf unseren Organismus

Übung 11: Konjugationsübung

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. Die SchülerInnen üben die Konjugation von Zeitwörtern.
Fachbezug:	Sachunterricht, Deutsch
Dauer:	ab 5 Min.
Vorkenntnisse:	nicht erforderlich
Materialien:	Tag & Nacht (Arbeitsblatt 8/Lösungsblatt 6)

In einem Infotext zur inneren Uhr ergänzen die SchülerInnen die konjugierten Zeitwörter. Die Ergebnisse werden anschließend miteinander verglichen.

Zusatzinfo

- **Chronobiologie:**
Diese Wissenschaft untersucht die zeitliche Organisation physiologischer Prozesse und wiederholte Verhaltensmuster bei Organismen. 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: der suprachiasmatische Nucleus. Er empfängt seine Signale direkt von Sinneszellen in den Augen. Fällt Licht auf diese, schicken sie ein elektrisches Signal an ihn.
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.
- **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.
Die meisten Menschen haben zwischen 10 und 12 Uhr mittags und gegen 17 Uhr ein Leistungshoch. Ein Leistungstief steht bei den meisten gegen 14 Uhr an.
- **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 tagsüber in Richtung Sonne recken, trifft 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 untersucht, 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 auch als 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 die Bewegungen der Blätter 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. Damit lieferte auch Zinn den Beweis dafür, dass die Bewegungen der Pflanzen nicht auf den tatsächlichen Wechsel zwischen Licht und Dunkel zurückzuführen sind, sondern auf eine innere Uhr, die sich daran ausrichtet, aber auch ohne Sonnenlicht funktioniert.

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

Übung 12: Übertragung des eigenen Tagesrhythmus in eine vorgegebene Skala

Lernziel:	Die SchülerInnen werden sich ihres eigenen Tagesrhythmus bewusst und hinterfragen auch bewusst ihre Leistungskurve. Sie verstehen, dass unser Organismus sich am natürlichen Tag-Nacht-Wechsel orientiert. Sie können mit eigenen Worten erklären, in welcher Form der natürliche Tag-Nacht-Wechsel den Körper des Menschen beeinflusst.
Fachbezug:	Sachunterricht, Deutsch
Dauer:	ab 10 Min.
Vorkenntnisse:	nicht erforderlich
Materialien:	Mein Tag (Arbeitsblatt 9), 24 Stunden (Infoblatt 5)

Die SchülerInnen erhalten die Aufgabe, ihren persönlichen Tagesrhythmus und ihre erlebten Leistungshochs und -tiefs auf **Arbeitsblatt 9** festzuhalten, entweder als Hausaufgabe oder retrospektiv direkt im Unterricht

Die Ergebnisse werden im Klassenverband analysiert:

- Wo gibt es Gemeinsamkeiten? Wo gibt es Unterschiede?
- In welcher Form ändert sich der Tagesrhythmus am Wochenende?

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 Infos die Leistungstiefs bzw. -hochs, die die SchülerInnen an sich selbst wahrnehmen?

Zusatzinformation

- **Chronotypen:** Grundsätzlich unterscheidet man Morgen- und Nachtmenschen. Die einen stehen früher auf und werden früher müde, die anderen stehen später auf und gehen dafür auch später zu Bett. Zu welcher der beiden Gruppen man (eher) gehört, ist genetisch bedingt.
Bei den Lerchen ist das Hoch am Vormittag besonders ausgebildet, bei den Eulen das Hoch am Nachmittag. Der Großteil der Menschen ist keine eindeutige Lerche oder Eule, sondern eine Mischform. Je nachdem, welchem Typ man eher entspricht, verschieben sich Leistungshochs und -tiefs.
- **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 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.

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 schon am Morgen topfit.“

Anschließend bilden alle Kinder, die sich gleich zugeordnet haben, eine Gruppe. Gemeinsam wird ein großes Lerchen- bzw. Eulen-Plakat gestaltet, auf dem auch die verschiedenen Begründungen ihren Platz finden.

Biologische Wirkung von Licht: Licht zur Unterstützung unserer inneren Uhr (Vertiefung)

Übung 13: Lesetexte & Verständnisfragen

- Lernziel:** 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.
- Fachbezug:** Sachunterricht, Deutsch
- Dauer:** ab 5 Min.
- Vorkenntnisse:** **Arbeitsblatt 7/8** bzw. vergleichbares Vorwissen
- Materialien:** **Licht hilft! (Arbeitsblatt 10)**

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

Lösung

- Aufgabe 1&2

		warm & rötlich	hell & weiß
2	Ich habe in der Schule einen Test.		x
5	Ich lese nach dem Abendessen in meinem neuen Comic.	x	
3/4	Ich mache meine Hausaufgaben.		x
6	Ich mache mich zum Schlafengehen bereit.	x	
1	Ich werde in der Früh geweckt.	x	
3/4	Ich übe fürs nächste Deutsch-Diktat.		x

- Für Ereignisse, die mit dem Aufstehen und der Zeit vor dem Schlafengehen bzw. dem Schlafengehen zu tun haben, ist warm-rötliches Licht am besten.
 - Für Ereignisse, die während des Tages stattfinden und bei denen Konzentration wichtig ist, ist hell-weißes Licht am besten.
- Aufgabe 3
Sehr helles Licht meiden und nicht zu lange auf beleuchtete Bildschirme von Smartphone oder Tablet schauen. Das viele Licht macht es schwieriger einzuschlafen, weil der Körper glaubt, dass es noch Tag ist.

Zusatzinformation zu Human Centric Lighting (HCL)

HCL ist ein ganzheitliches Lichtplanungskonzept, bei dem der Mensch und seine Bedürfnisse im Mittelpunkt stehen: nicht nur visuelle, sondern auch biologische und emotionale Wirkung/en von Licht finden Berücksichtigung. Die innere Uhr des Menschen, sein Biorhythmus, ist Basis von HCL. Dank technologischer Entwicklungen, wie modernen LED-Leuchtmitteln oder Apps, die neue Steuerungsmöglichkeiten bieten, können Beleuchtungsintensität und Farbtemperatur den Bedürfnissen des Menschen flexibel angepasst werden. So wird sichergestellt, dass nicht nur die funktionell-visuellen Grundlagen erfüllt und wir mit ausreichend starkem Licht versorgt werden, das nicht blendet. Das richtige Licht zur richtigen Zeit steigert auch Gesundheit, Wohlbefinden und Leistungsfähigkeit. HCL bringt noch einen weiteren Vorteil mit sich: intelligente, bedarfsgerechte Beleuchtungssysteme ermöglichen z.B. durch smarte Anwesenheitssensoren auch maximale Energieeffizienz. Konkrete Anwendung findet HCL u.a. bereits in der Industrie, um den erhöhten Lichtbedarf von SchichtarbeiterInnen auszugleichen und die Konzentrations- und Leistungsfähigkeit zu erhöhen, oder z.B. auch in Krankenhäusern und anderen Pflegeeinrichtungen, wo man mit biodynamisch gesteuertem Kunstlicht den natürlichen Wach-Schlaf-Rhythmus der PatientInnen unterstützt.

Biologische Wirkung von Licht: Zeitverschiebungen (Vertiefung -)**Übung 14: Lesetexte & Verständnisfragen**

<i>Lernziel:</i>	Die SchülerInnen verstehen, warum Zeitverschiebungen oder z.B. auch ein Beruf, in dem man nachts arbeitet, die innere Uhr durcheinander bringen. Die SchülerInnen wiederholen die Uhr und führen einfache Textrechnungen rund um Zeitverschiebungen durch.
<i>Fachbezug:</i>	Sachunterricht
<i>Dauer:</i>	ab 5 Min.
<i>Vorkenntnisse:</i>	Arbeitsblatt 7/8 bzw. vergleichbares Vorwissen
<i>Materialien:</i>	Wenn die innere Uhr falsch tickt (Arbeitsblatt 11/Lösungsblatt 7)

In Einzel- oder Gruppenarbeit bearbeiten die SchülerInnen das Arbeitsblatt.
Das Ergebnis wird im Klassenverband besprochen.

Lösung

1. s. **Lösungsblatt 7**
2. a. munter; b. müde
3. bei der Umstellung auf Sommerzeit (Ende März) bzw. auf Winterzeit (Ende Oktober)
4. z.B.: ÄrztInnen, BäckerInnen, Feuerwehr, KellnerInnen, Krankenpflegepersonal, NachtwächterInnen, NachtbusfahrerInnen, PolizistInnen, RadiomoderatorInnen, TankstellenmitarbeiterInnen, TaxifahrerInnen

Biologische Wirkung von Licht: Künstliches Licht & Nachtberufe**Übung 15: Zuordnungsübung**

Lernziel: Die SchülerInnen wiederholen die Möglichkeiten, die ihnen künstliches Licht bietet, um ihre Leistungsfähigkeit zu beeinflussen.

Fachbezug: Sachunterricht, Deutsch

Dauer: ab 5 Min.

Vorkenntnisse: **Arbeitsblatt 11** oder vergleichbares Vorwissen

Materialien: **Alles verdreht?! (Arbeitsblatt 12/Lösungsblatt 8)**

Die SchülerInnen verbinden die zueinander gehörigen Satzteile miteinander.
Das Ergebnis wird anschließend im Klassenverband verglichen und überprüft.

Abschluss: Künstliches Licht für Wohlbefinden, Gesundheit & zum Sehen

Übung 16: Reihungsübung

<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 trainieren ihr Leseverständnis und üben das Erkennen einer zeitlichen Abfolge.
<i>Fachbezug:</i>	Sachunterricht, Deutsch
<i>Dauer:</i>	ab 5 Min.
<i>Vorkenntnisse:</i>	Grundwissen zu den drei Wirkungen des Lichts auf den Menschen
<i>Materialien:</i>	Licht an! (Arbeitsblatt 13/Lösungsblatt 9)

In Einzelarbeit bringen die SchülerInnen Sätze, die aus dem Tagesablauf eines Schulkindes stammen, in die richtige Reihenfolge.

Im Anschluss daran

- können die SchülerInnen sich in Gruppen oder auch im Klassenverband Gedanken dazu machen, wie die einzelnen Schritte 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?
- kann gemeinsam überprüft werden, welche Beleuchtungsmöglichkeiten es im Klassenzimmer gibt.
- können die SchülerInnen in Gruppen ein Plakat mit den wichtigsten Regeln zum Einsatz von künstlichem Licht gestalten.
- können gemeinsam Ideen gesammelt werden, wie die SchülerInnen in Zukunft künstliches Licht gezielt dafür einsetzen können, um sich munter, fit, gesund, müde, ... zu fühlen.

Zusatzinformation zu Human Centric Lighting (HCL)

HCL ist ein ganzheitliches Lichtplanungskonzept, bei dem der Mensch und seine Bedürfnisse im Mittelpunkt stehen: nicht nur visuelle, sondern auch biologische und emotionale Wirkung/en von Licht finden Berücksichtigung. Die innere Uhr des Menschen, sein Biorhythmus, ist Basis von HCL.

Dank technologischer Entwicklungen, wie modernen LED-Leuchtmitteln oder Apps, die neue Steuerungsmöglichkeiten bieten, können Beleuchtungsintensität und Farbtemperatur den Bedürfnissen des Menschen flexibel angepasst werden. So wird sichergestellt, dass nicht nur die funktionell-visuellen Grundlagen erfüllt und wir mit ausreichend starkem Licht versorgt werden, das nicht blendet. Das richtige Licht zur richtigen Zeit steigert auch Gesundheit, Wohlbefinden und Leistungsfähigkeit.

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.

Konkrete Anwendung findet HCL u.a. bereits in der Industrie, um den erhöhten Lichtbedarf von SchichtarbeiterInnen auszugleichen und die Konzentrations- und Leistungsfähigkeit zu erhöhen, oder z.B. auch in Krankenhäusern und anderen Pflegeeinrichtungen, wo man mit biodynamisch gesteuertem Kunstlicht den natürlichen Wach-Schlaf-Rhythmus der PatientInnen unterstützt.

Abschluss: Künstliches Licht für Wohlbefinden, Gesundheit & zum Sehen

Übung 17: Zuordnungsübung

<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 üben die einfache Addition und Subtraktion.
<i>Fachbezug:</i>	Sachunterricht, Mathematik
<i>Dauer:</i>	ab 5 Min.
<i>Vorkenntnisse:</i>	Grundwissen zu den drei Wirkungen des Lichts auf den Menschen
<i>Materialien:</i>	Licht ins Dunkel (Arbeitsblatt 14/Lösungsblatt 10)

In Einzelarbeit ordnen die SchülerInnen einzelne Aussagen den drei Hauptwirkungen von Licht zu. Eine Rechenaufgabe ermöglicht die Kontrolle, ob die SchülerInnen richtig zugeordnet haben.

Im Anschluss an die Lösung der Aufgabe

- können die SchülerInnen in Gruppen ein Plakat mit den wichtigsten Regeln zum Einsatz von künstlichem Licht gestalten.
- können gemeinsam Ideen gesammelt werden, wie die SchülerInnen in Zukunft künstliches Licht gezielt dafür einsetzen können, um sich munter, fit, gesund, müde, ... zu fühlen.

Zusatzinformation zu Human Centric Lighting (HCL)

HCL ist ein ganzheitliches Lichtplanungskonzept, bei dem der Mensch und seine Bedürfnisse im Mittelpunkt stehen: nicht nur visuelle, sondern auch biologische und emotionale Wirkung/en von Licht finden Berücksichtigung. Die innere Uhr des Menschen, sein Biorhythmus, ist Basis von HCL.

Dank technologischer Entwicklungen, wie modernen LED-Leuchtmitteln oder Apps, die neue Steuerungsmöglichkeiten bieten, können Beleuchtungsintensität und Farbtemperatur den Bedürfnissen des Menschen flexibel angepasst werden. So wird sichergestellt, dass nicht nur die funktionell-visuellen Grundlagen erfüllt und wir mit ausreichend starkem Licht versorgt werden, das nicht blendet. Das richtige Licht zur richtigen Zeit steigert auch Gesundheit, Wohlbefinden und Leistungsfähigkeit.

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.

Konkrete Anwendung findet HCL u.a. bereits in der Industrie, um den erhöhten Lichtbedarf von SchichtarbeiterInnen auszugleichen und die Konzentrations- und Leistungsfähigkeit zu erhöhen, oder z.B. auch in Krankenhäusern und anderen Pflegeeinrichtungen, wo man mit biodynamisch gesteuertem Kunstlicht den natürlichen Wach-Schlaf-Rhythmus der PatientInnen unterstützt.

Abschluss: Do's & Dont's beim Einsatz künstlichen Lichts für mehr Gesundheit, Wohlbefinden und zum Sehen

Übung 18: Zuordnungsübung

<i>Lernziel:</i>	Die SchülerInnen können bei unterschiedlichen Verhaltensweisen bzw. Einsätzen künstlichen Lichts entscheiden, ob diese sich positiv auf Gesundheit, Wohlbefinden und fürs Sehen auswirken. Sie wiederholen die Bedeutung der inneren Uhr für ihr persönliches Wohlbefinden.
<i>Fachbezug:</i>	Sachunterricht
<i>Dauer:</i>	ab 5 Min.
<i>Vorkenntnisse:</i>	Grundwissen zu den drei Wirkungen des Lichts auf den Menschen
<i>Materialien:</i>	Alles gut? (Arbeitsblatt 15/Lösungsblatt 11)

Die SchülerInnen entscheiden bei verschiedenen Aussagen rund um die Do's und Don'ts beim Einsatz künstlichen Lichts, ob diese richtig oder falsch sind.

Bei richtiger Auswahl ergeben die Buchstaben in den angekreuzten Feldern einen Lösungsbegriff.

Zusatzinformation zu Human Centric Lighting (HCL)

HCL ist ein ganzheitliches Lichtplanungskonzept, bei dem der Mensch und seine Bedürfnisse im Mittelpunkt stehen: nicht nur visuelle, sondern auch biologische und emotionale Wirkung/en von Licht finden Berücksichtigung. Die innere Uhr des Menschen, sein Biorhythmus, ist Basis von HCL.

Dank technologischer Entwicklungen, wie modernen LED-Leuchtmitteln oder Apps, die neue Steuerungsmöglichkeiten bieten, können Beleuchtungsintensität und Farbtemperatur den Bedürfnissen des Menschen flexibel angepasst werden. So wird sichergestellt, dass nicht nur die funktionell-visuellen Grundlagen erfüllt und wir mit ausreichend starkem Licht versorgt werden, das nicht blendet. Das richtige Licht zur richtigen Zeit steigert auch Gesundheit, Wohlbefinden und Leistungsfähigkeit.

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.

Konkrete Anwendung findet HCL u.a. bereits in der Industrie, um den erhöhten Lichtbedarf von SchichtarbeiterInnen auszugleichen und die Konzentrations- und Leistungsfähigkeit zu erhöhen, oder z.B. auch in Krankenhäusern und anderen Pflegeeinrichtungen, wo man mit biodynamisch gesteuertem Kunstlicht den natürlichen Wach-Schlaf-Rhythmus der PatientInnen unterstützt.

Unsere 5 Sinne

Station 1: Setzleistenkarten

Lernziel: Die SchülerInnen wiederholen die fünf Sinne bzw. was wir mit diesen wahrnehmen.
Fachbezug: Sachunterricht
Materialien: **Meine 5 Sinne (Handzettel 1/Setzleistenkarten 1)**

Struktur der Materialien & Vorbereitung der Station

Jeweils drei Setzleistenkarten bilden ein Set:

- Karte mit der Abbildung des Sinnesorgans (nummeriert)
- Karte mit der Bezeichnung des Sinnesorgans
- Karte mit der Beschreibung der Aufgabe/n des Organs (enthält Lösungswort)

Die Setzleistenkarten werden im Vorfeld in der gewünschten Anzahl vervielfältigt und ausgeschnitten. Jede/r Schüler/in erhält einen Handzettel.

Methode

Die SchülerInnen kombinieren die zueinander gehörigen Setzleistenkarten und befolgen dabei die auf den Abbildungskarten numerisch vorgegebene Reihenfolge.

Bei richtiger Reihung und Zuordnung ergeben die Lösungswörter auf den Beschreibungskarten von links nach rechts notiert einen Lösungssatz. Dieser wird auf den Handzettel übertragen.

Anschließend ist auf dem Handzettel noch eine Lückenaufgabe zu lösen. Bei richtiger Lösung erhalten die SchülerInnen ein Lösungswort.

Lösung

- Der Lösungssatz lautet: „Fällt einer unserer fünf Sinne aus, so finden wir uns schwerer in der Welt zurecht.“
- Das Lösungswort von Aufgabe 5 lautet: „AUFMERKSAM“.

Sinn	Sinnesorgan/e	Zeitwort
Gesichtssinn	AUGEN	SEHEN
TASTSINN	Haut	FÜHLEN
GEHÖRSINN	OHREN	hören
Geschmackssinn	ZUNGE	SCHMECKEN
GERUCHSSINN	NASE	RIECHEN

Visuelle Wirkung von Licht – sichtbare Teile des menschlichen Auges

Station 2: Zuordnungsübung anhand inhaltlicher Hinweise

Lernziel: Die SchülerInnen können die einzelnen Teile benennen, aus denen das menschliche Auge besteht. Sie üben die Beschriftung einer Grafik anhand textlicher Hinweise. Sie üben das Lösen einfacher mathematischer Textaufgaben.

Fachbezug: Sachunterricht, Deutsch, Mathematik

Materialien: **Augen auf! (Handzettel 2), Infokarten 1**

Struktur der Materialien & Vorbereitung der Station

Ein Spielset besteht aus sieben Infokarten.

Die Vorlage für ein Spielset wird im Vorfeld in der gewünschten Anzahl vervielfältigt und ausgeschnitten.

Jede/r Schüler/in erhält einen Handzettel.

Methode

Anhand kurzer inhaltlicher Hinweise auf den Infokarten ordnen die SchülerInnen die verschiedenen Bestandteile des Auges den Abbildungen auf dem Handzettel zu.

Anhand der Lösungsbuchstaben können sie ihre Zuordnung selbst überprüfen.

Anschließend wird mit drei einfachen Fragen ihr Textverständnis abgefragt.

Lösung

1. Das Lösungswort lautet: „Regenbogenhaut“.
2. Die langen Augenbrauen schützen das Kamel vor dem Sand.
3. Sie halten die Augen feucht und sauber.
4. Menschen blinzeln ungefähr alle 3 Sekunden.

Zusatzinfo

- 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.
- **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 Tränen-drüse 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 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 kann man diese Fehler ausgleichen. Bei Kurzsichtigkeit wird das Bild durch eine künstliche Linse verkleinert (konkave Linse), bei Weitsichtigkeit wird es vergrößert (konvexe Linse).

Visuelle Wirkung von Licht – wie funktioniert das Sehen?

Station 3: Reihungsübung mit Hilfe einer erklärenden Grafik

- Lernziel:** Die SchülerInnen kennen die wichtigsten Elemente des menschlichen Auges und können diese benennen.
Sie können mit eigenen Worten beschreiben, wie unser Gesichtssinn funktioniert.
Sie verstehen die Bedeutung von Licht fürs Sehen und können diese erklären.
- Fachbezug:** Sachunterricht, Deutsch
- Materialien:** **Ohne Licht sehen wir nicht! (Handzettel 3/Satzkarten 1/Legezettel 1)**

Struktur der Materialien & Vorbereitung der Station

- Jeweils 10 Satzkarten bilden ein Spielset.
- Die Satzkarten werden im Vorfeld in der gewünschten Anzahl vervielfältigt (optimalerweise auf verstärktem Papier) und ausgeschnitten.
- Jede/r Schüler/in erhält einen Handzettel.
- Je nach gewünschtem Schwierigkeitsgrad kann der Legezettel als zusätzliches Hilfsmittel bei der Station zur Verfügung gestellt werden.

Methode

- Die SchülerInnen bringen die verschiedenen Sätze durch aufmerksames Lesen in eine logische Reihenfolge. Der erste und der letzte Satz sind vornummeriert.
- In Satz 1 bis 8 ist jeweils ein Wort unterstrichen. Dieses Wort muss im jeweils nächsten Satz vorkommen.
- Um die Aufgabe zu vereinfachen kann der Legezettel aufgelegt werden. Die vorgegebene Satzlänge liefert eine zusätzliche Hilfestellung.
- Auf jeder Satzkarte ist ein Lösungsbuchstabe enthalten. Bei richtiger Reihung erhalten die SchülerInnen ein Lösungswort.

Lösung

Richtige Reihung:

1. Der Handzettel, den du gerade liest, wird von Lichtstrahlen beleuchtet. Diese Lichtstrahlen prallen am Blatt ab.
2. Einige Lichtstrahlen landen bei deinen Augen und wandern erst einmal durch die Hornhaut zur Pupille.
3. Die Pupille ist die Eingangstür ins Innere deines Auges. Sie regelt, wie viele Lichtstrahlen in dein Auge gelangen und lässt sie weiter zur Linse.
4. Die Linse fängt die Lichtstrahlen auf, bündelt sie und wirft sie durch den Glaskörper auf die Netzhaut.
5. Auf der Netzhaut sitzen Millionen kleiner Helfer: die Stäbchen und die Zapfen.
6. Die Stäbchen unterscheiden Hell und Dunkel. Die Zapfen erkennen die verschiedenen Farben.
7. Und so entsteht dank der fleißigen Stäbchen und Zapfen aus den Lichtstrahlen ein Bild auf deiner Netzhaut.
8. Der Sehnerv schickt dieses Bild direkt an dein Gehirn weiter.
9. In deinem Gehirn sind schon jede Menge Bilder abgespeichert.
10. Dein Gehirn vergleicht das Bild mit all diesen Bildern und wandelt es in ein neues Bild um. Dieses Bild siehst du schlussendlich.

Das Lösungswort lautet: „FOTOAPPARAT“.

Zusatzinfo

- Die **Hornhaut** schützt das Auge vor Schmutz und Austrocknung.
- 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 – Versuchsreihe zur Verdeutlichung der Notwendigkeit von Licht zum Sehen

Station 4: Versuchsreihe rund ums Sehen im Dunkeln

- Lernziel:** Die SchülerInnen erkennen anhand einer einfachen Versuchsreihe,
- dass sie ohne Licht nicht sehen können.
 - dass ihre Augen Zeit brauchen, um sich auf Dunkelheit umzustellen und etwas erkennen zu können.
 - dass es bei sehr schwacher Beleuchtung nur schwer bzw. nicht möglich ist, Farben zu erkennen.
- Fachbezug:** Sachunterricht
- Materialien:** **Sehen im Dunkeln? (Handzettel 4) + mehrere Guckkästen (s. Bastelanleitung) + Buntstifte + einfache Stoppuhren (alternativ Handys)**

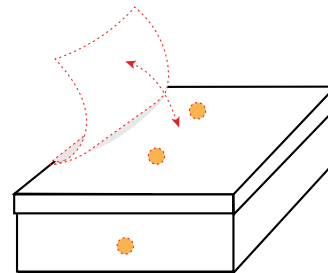
Struktur der Materialien & Vorbereitung der Station

Im Vorfeld müssen mehrere Guckkästen gebastelt werden. Dies kann mit den SchülerInnen erfolgen. Weiters werden Buntstifte (oder Filzstifte oder bunte Bausteine ...) sowie einfache Stoppuhren benötigt. An Stelle der Stoppuhren können auch Handys zur Zeitnehmung eingesetzt werden. Schlussendlich arbeitet jede/r Schüler/in alleine mit einem Guckkasten, einem Buntstift und einer Stoppuhr. Alle notwendigen Versuchsangaben sind auf dem Handzettel enthalten.

Bastelanleitung für einen Guckkasten

Materialien für 1 Guckkasten:

- 1 verschließbarer Karton (z.B. Schuhschachtel)
- 1 Schere
- 1 Bastelmesser
- festes, lichtundurchlässiges oder schwarzes Papier
- Klebeband



Bastelanleitung:

In die Front des Kartons wird ein kleines Guckloch geschnitten, in den Deckel zwei kleine Lichtlöcher. Aus dem festen Papier werden zwei Abdeckungen für die Lichtlöcher ausgeschnitten. Diese werden über die Lichtlöcher im Deckel gelegt und auf einer Seite mit einem Klebestreifen befestigt, sodass sie auf- und zugeklappt werden können.

Methode

Die SchülerInnen führen die auf ihrem Handzettel angeführten Versuche durch und vermerken direkt nach jedem Versuchsschritt ihre Ergebnisse. Basierend auf diesen Ergebnissen ergänzen sie anschließend einfache Sätze, die die wichtigsten Erkenntnisse aus der Versuchsreihe nochmals zusammenfassen.

Lösung Aufgabe 2

nicht; Farben; länger

Emotionale Wirkung von Licht

Station 5: 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.
- Fachbezug:** Sachunterricht, Deutsch
- Materialien:** **Licht macht Laune! (Handzettel 5/Satzkarten 2)**

Struktur der Materialien & Vorbereitung der Station

Jeweils 16 Satzkarten und 6 Stimmungsbilder bilden ein Spielset.
Sie werden im Vorfeld in der gewünschten Anzahl vervielfältigt und ausgeschnitten.
Jede/r Schüler/in erhält einen Handzettel.

Methode

Die SchülerInnen ordnen jeder Zahlenkarte die dazu passende ?-Karte zu und übertragen die Lösungsbuchstaben von den Textkarten in die Lösungsfelder auf dem Handzettel.
Anschließend vervollständigen sie vorgegebene Satzanfänge.

Lösung

3. Das Lösungswort lautet „EINFLUSS“.
4. Z.B. Angst, Freude, Traurigkeit, Aufregung, Anspannung, ...

Biologische Wirkung von Licht – was ist die innere Uhr?

Station 6: Lückentext- und Silbenübung

- 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.
Die SchülerInnen können aus einzelnen Silben korrekte Wörter zusammensetzen.
- Fachbezug:** Sachunterricht, Deutsch
- Materialien:** **Tag und Nacht (Handzettel 6/Lückentext- & Silbenkarten 1)**

Struktur der Materialien & Vorbereitung der Station

Ein Spielset besteht aus vier verschiedenfarbigen Lückentext- sowie jeweils dazugehörigen Silbenkarten. Die Vorlage für ein Spielset wird im Vorfeld in der gewünschten Anzahl vervielfältigt und ausgeschnitten. Jede/r Schüler/in erhält einen Handzettel.

Methode

Die SchülerInnen legen die Lückentextkarten beginnend mit Nummer 1 nebeneinander auf. Anschließend sortieren sie die Silbenkarten und legen sie unter die farblich passende Lückentextkarte. Nun bilden sie aus den Silbenkarten die passenden Zeitwörter und legen sie auf die dafür vorgesehenen Felder. Abschließend werden die Wörter noch auf dem Handzettel ergänzt.

Zusatzinfo

- **Chronobiologie:**
Diese Wissenschaft untersucht die zeitliche Organisation physiologischer Prozesse und wiederholte Verhaltensmuster bei Organismen. 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: der suprachiasmatische Nucleus. Er empfängt seine Signale direkt von Sinneszellen in den Augen. Fällt Licht auf diese, schicken sie ein elektrisches Signal an ihn.
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.
- **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.
Die meisten Menschen haben zwischen 10 und 12 Uhr mittags und gegen 17 Uhr ein Leistungshoch. Ein Leistungstief steht bei den meisten gegen 14 Uhr an.
- **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 tagsüber in Richtung Sonne recken, trifft 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 untersucht, 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 auch als 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 die Bewegungen der Blätter 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. Damit lieferte auch Zinn den Beweis dafür, dass die Bewegungen der Pflanzen nicht auf den tatsächlichen Wechsel zwischen Licht und Dunkel zurückzuführen sind, sondern auf eine innere Uhr, die sich daran ausrichtet, aber auch ohne Sonnenlicht funktioniert.

Künstliches Licht für Wohlbefinden, Gesundheit & zum Sehen

Station 7: Zuordnungs- und Rechenübung

- Lernziel:** Die SchülerInnen können für die drei Wirkungen von Licht einfache, konkrete Beispiele aus ihrem Alltag nennen.
Sie verstehen, dass sie mit künstlichem Licht selbst bestimmen können, wie sich Licht auf sie auswirkt.
Die SchülerInnen üben Addieren und Subtrahieren.
- Fachbezug:** Sachunterricht, Mathematik
- Materialien:** **Licht ins Dunkel (Handzettel 7/Kontrollzettel 1/Lösungsfolie 1)**

Struktur der Materialien & Vorbereitung der Station

Der Kontrollzettel wird im Vorfeld in der gewünschten Anzahl vervielfältigt.
Die Lösungsfolie wird ein- oder mehrfach auf Folie gedruckt und entweder direkt bei der Station oder am Lehrertisch platziert.
Jede/r Schüler/in erhält einen Handzettel.

Methode

Die SchülerInnen ordnen einzelne Aussagen auf ihrem Handzettel den drei Hauptwirkungen von Licht zu.
Zur Ergebniskontrolle übertragen sie die entsprechenden Zahlenwerte vom Kontrollzettel in eine vorgegebene Abschlussrechnung. Haben sie alle Aussagen richtig zugeordnet, die Zahlen richtig übertragen und schlussendlich noch richtig gerechnet, erhalten sie als Ergebnis die „10“.
Ist das Ergebnis falsch, können die SchülerInnen mit Hilfe der Lösungsfolie überprüfen, ob bei der Zuordnung der Aussagen bzw. bei der Übertragung der Zahlen auf ihren Handzettel ein Fehler passiert ist.