



PH LUZERN
PÄDAGOGISCHE
HOCHSCHULE

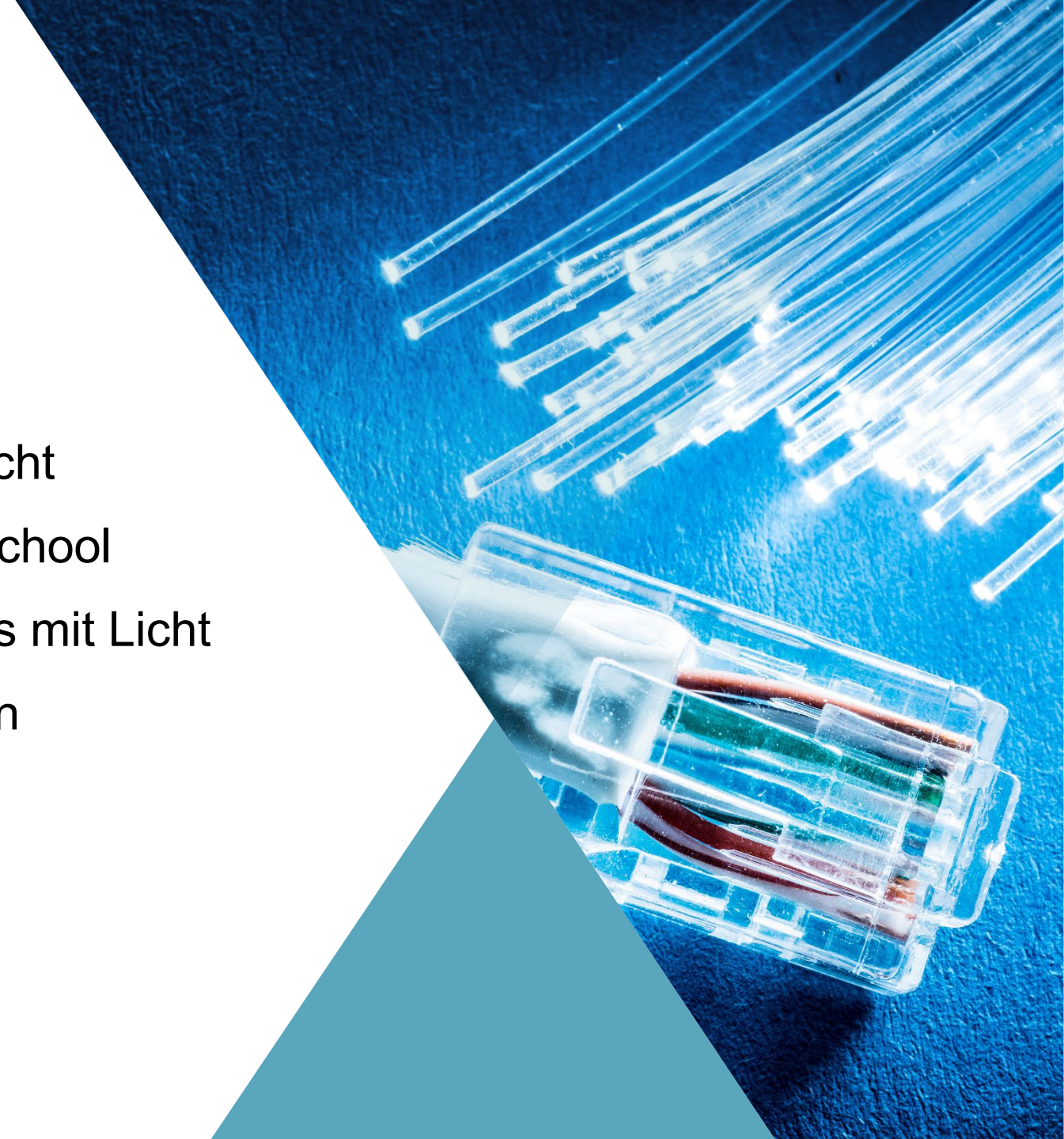
optics&photonics@school

**Photonik – die Schnittstelle
zwischen Optik und Elektronik**

weiterkommen.

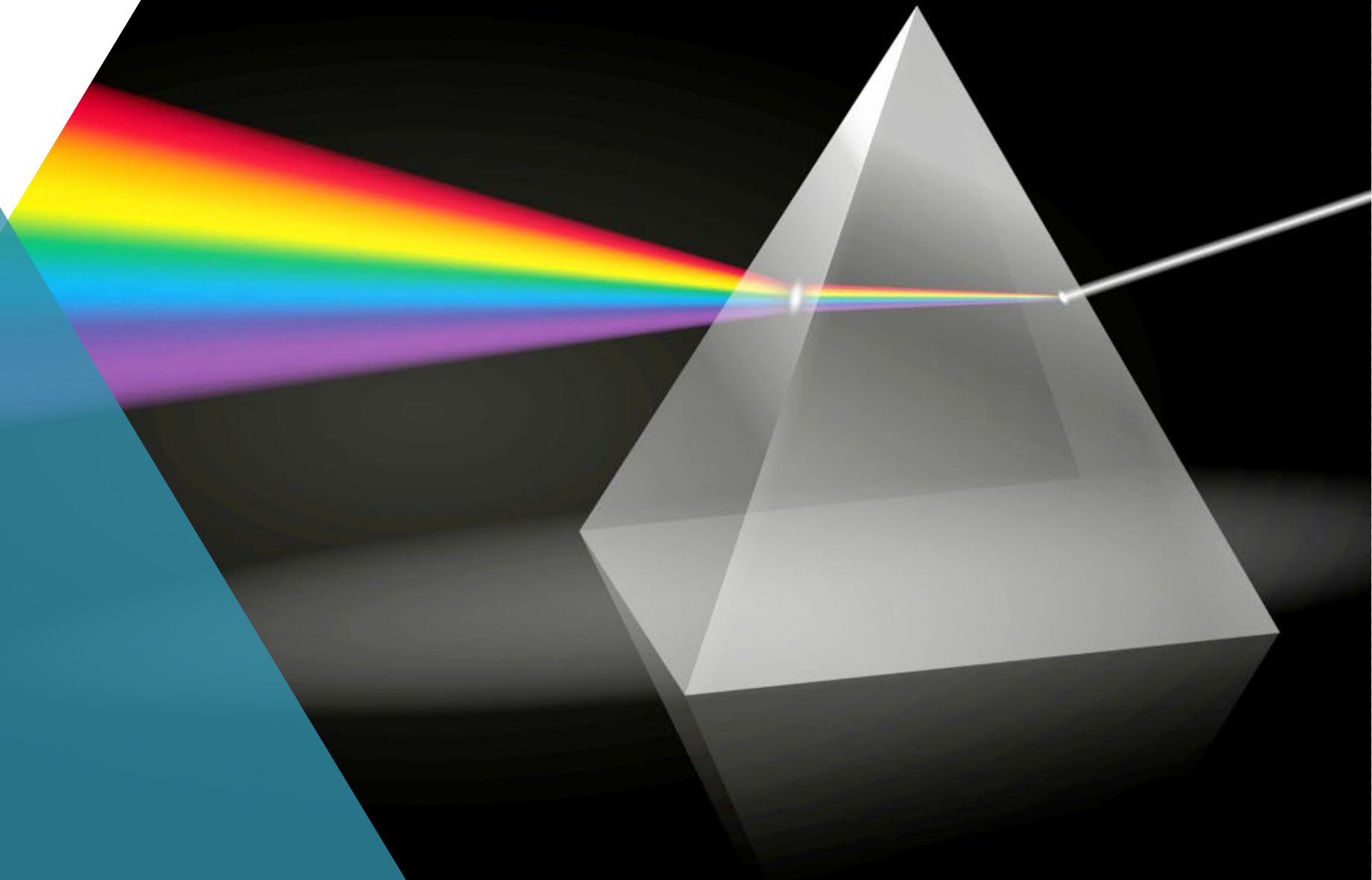
Programm

- 1 Was ist Photonik?
- 2 Photonik im Natur&Technik-Unterricht
- 3 Weiterbildung optics&photonics@school
- 4 Photonics Explorer Modul 1: Sag es mit Licht
- 5 Photonics Explorer Modul 2: Farben



1

Was ist
Photonik?



Photon + Elektronik = Photonik

- > Photonik setzt sich aus dem Begriff **Photon** und der Endung von **Elektronik** zusammen
 - > Photonen sind die kleinsten Energiepakete des Lichts
 - > Elektronen wechselwirken mit Photonen, wodurch sich die Schnittstelle zur Elektronik ergibt
- > Die Photonik beschäftigt sich mit Licht und dessen technischer Nutzung
 - > Optische Technologien, die zur Erzeugung, Verstärkung, Übertragung, Steuerung und Messung von elektromagnetischer Strahlung verwendet werden
- > Themen wie Energie- und Ressourcenschonung werden zum Grundpfeiler neuester technischer Errungenschaften
 - > Photonische Technologien haben Zukunftspotential!

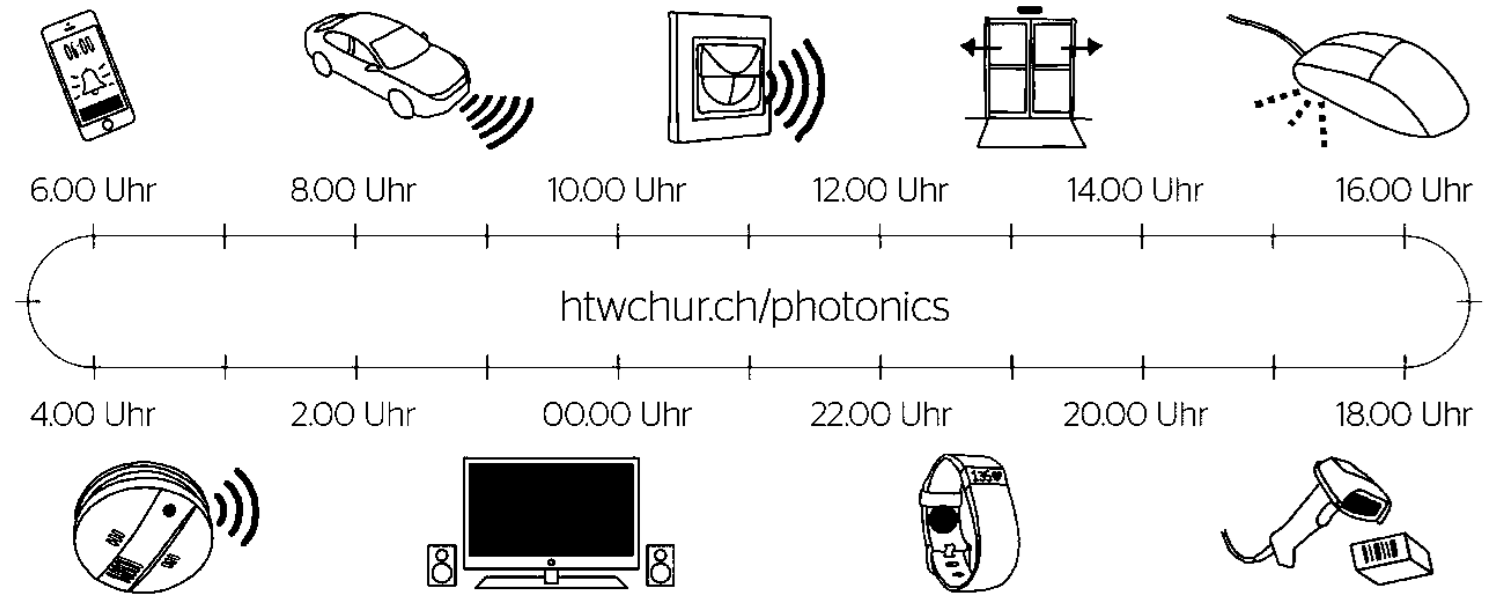
Fakten zum Licht

- > Licht ist ein Spezialfall elektromagnetischer Strahlung und hat sowohl Teilchen- als auch Welleneigenschaften (Demtröder, 2016)
- > Bei Idealbedingungen im Vakuum erreicht Licht mit annähernd 300'000'000 m/s die höchstmögliche Geschwindigkeit im Universum, die man auch als Lichtgeschwindigkeit kennt (Steglich & Heise, 2019)
- > Gebündelt kann Licht für den Bruchteil einer Sekunde eine Leistung von annähernd 1'000'000'000 Megawatt erzielen (Denz, 2019)
- > Das menschliche Auge kann nur Licht mit Wellenlängen von 380 nm bis 780 nm ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$) erfassen, das sogenannte „sichtbare Licht“, durch das wir Objekte und insbesondere Farben wahrnehmen (Slabke, 2018)
- > Licht mehrerer verschiedener Farben bzw. Wellenlängen wird im Auge zusammenaddiert, wodurch für uns meist nur mehr eine Farbe erkennbar ist

Einsatzgebiete der Photonik

> Photonik im Alltag

- > Beleuchtungen
- > Laserdrucker
- > Flachbildschirme
- > Smartphones
- > CDs, DVDs und Blu-rays
- > Strichcodelesegerät



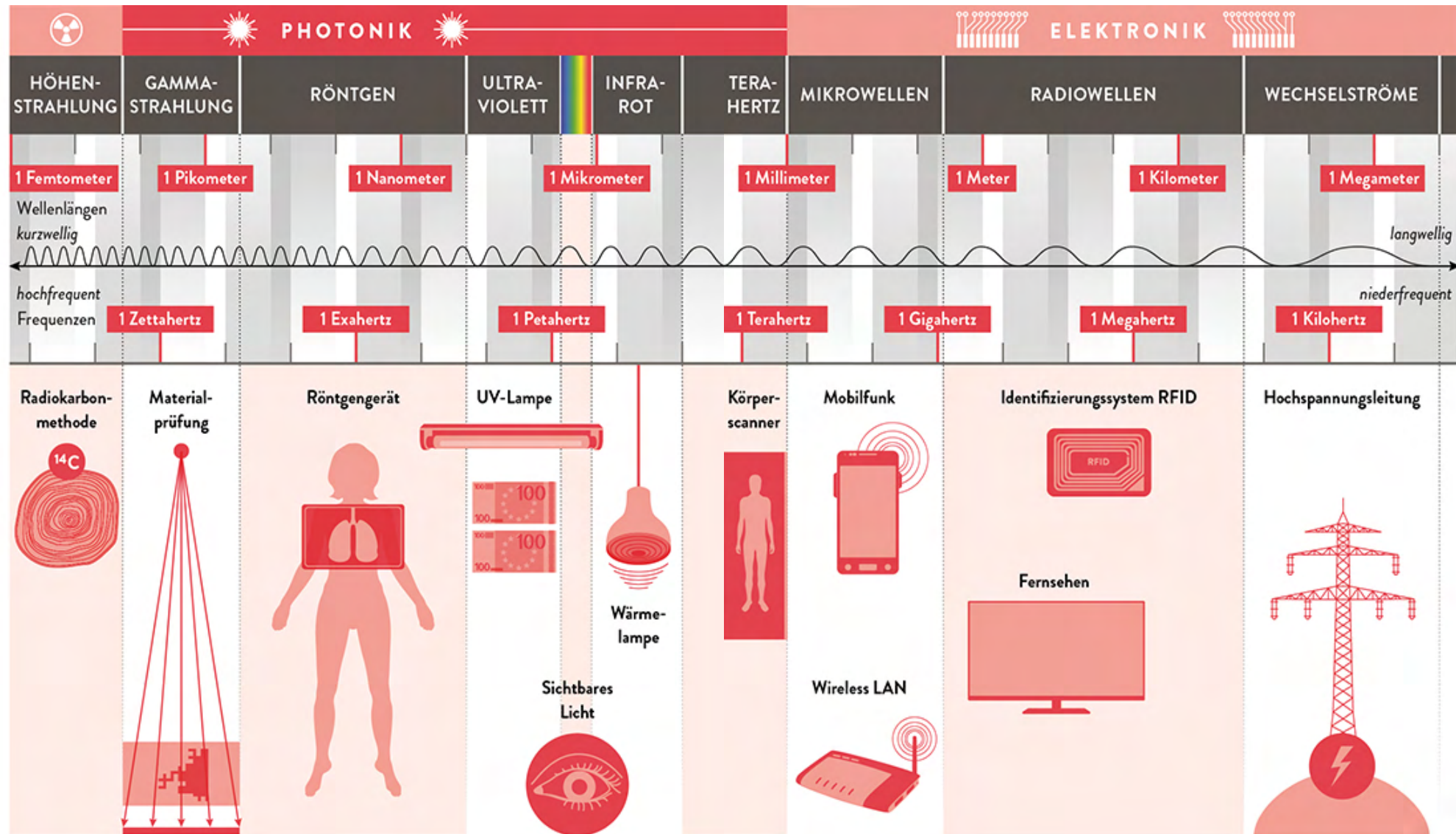
Einsatzgebiete der Photonik

- > Photonik in der Kommunikation
 - > Optische Kommunikation mit Photonen als Informationsträger → Glasfasertechnik (Laserlicht kann in Glasfaserkabeln weite Strecken mit geringen Verlusten zurücklegen)
- > Photonik in der Medizin
 - > Optoelektronische Pulsmessgeräte
 - > „Weglasern“ von Fehlsichtigkeit
 - > Erfassen und Manipulieren von winzigen Viren und Bakterien mittels Laserpinzette

Einsatzgebiete der Photonik

- > Photonik in der Mess- und Sensortechnik
 - > Geschwindigkeitsmessungen
 - > Messung von Topografie und Entfernungen
 - > Lichtschrankentechnik zur Messung von Stückzahlen auf einem Fließband
- > Photonik in der Industrie
 - > Laserschneiden, -schweißen, -löten
 - > Laserpolieren, -härten, -legieren und -beschichten
 - > Erzeugung von 3D-Strukturen (3D-Druck)

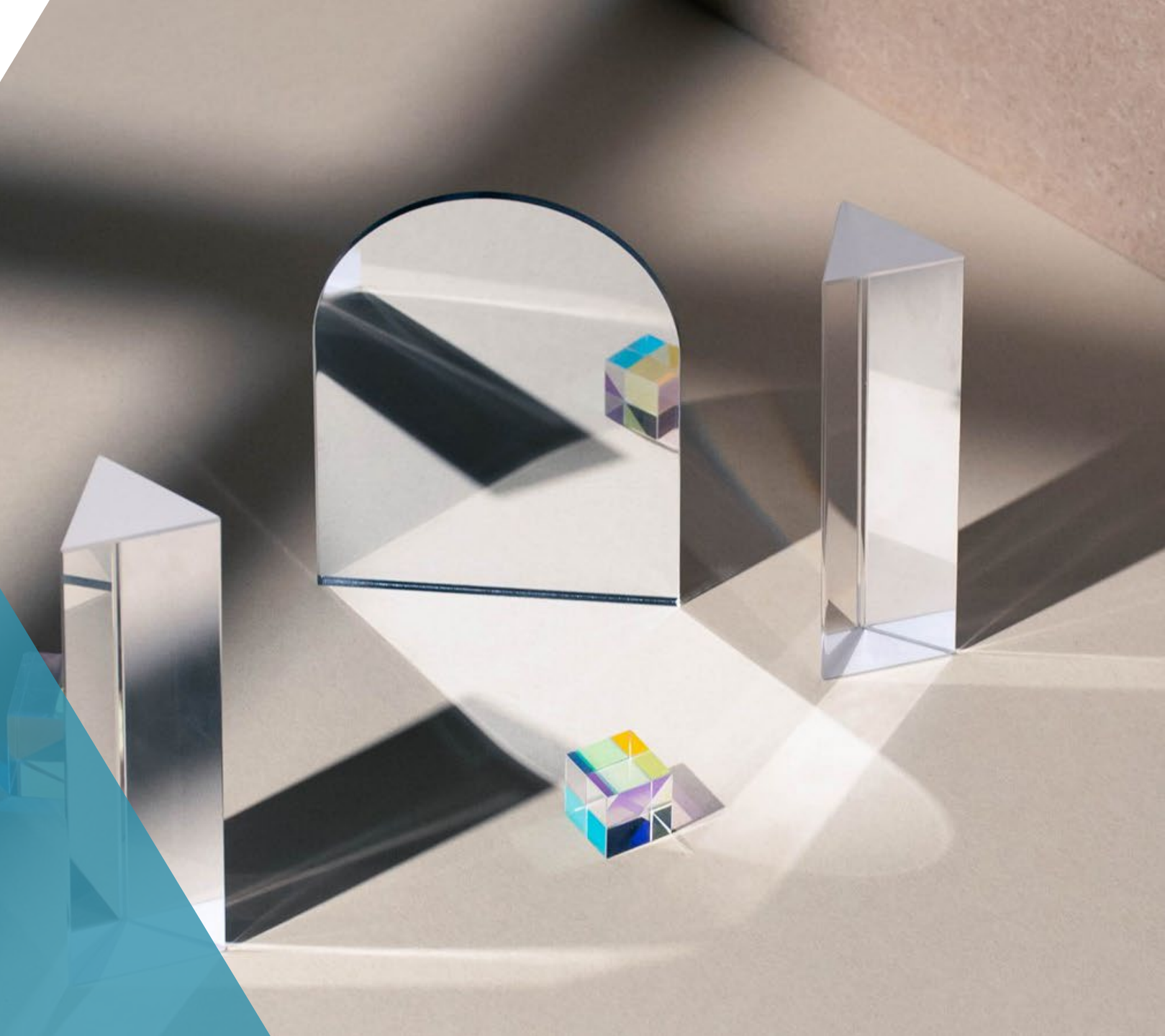
Was ist Photonik? – Elektromagnetische Spektrum



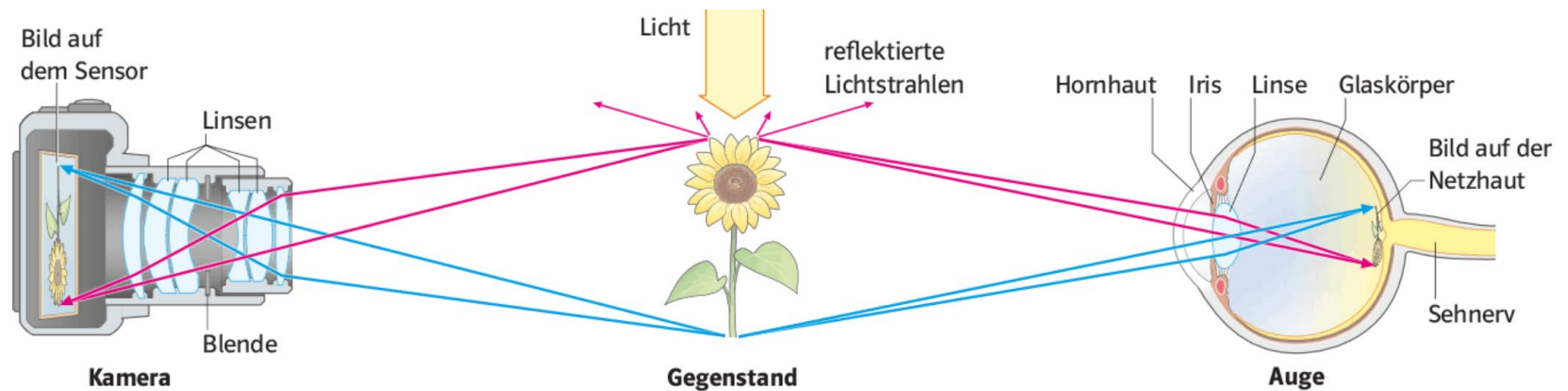
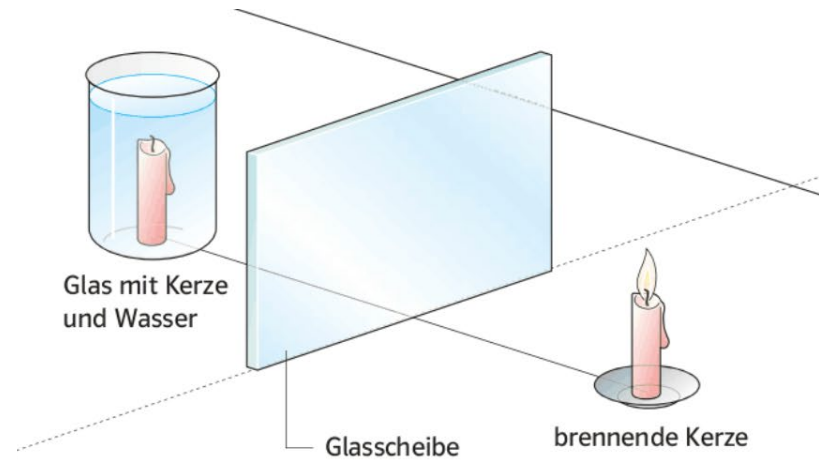
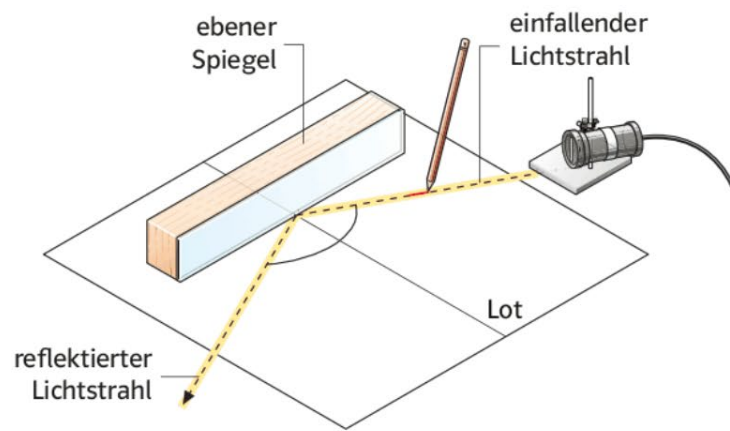
<http://photonik-infografiken.de/>

2

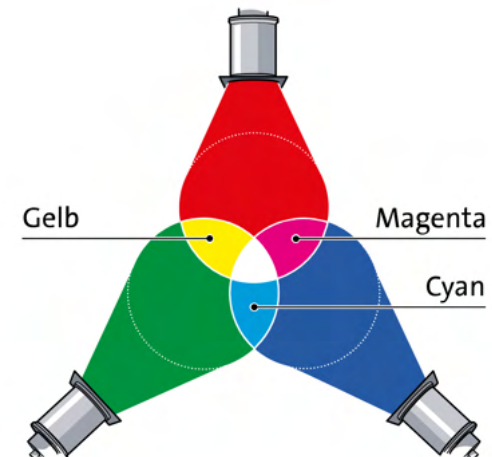
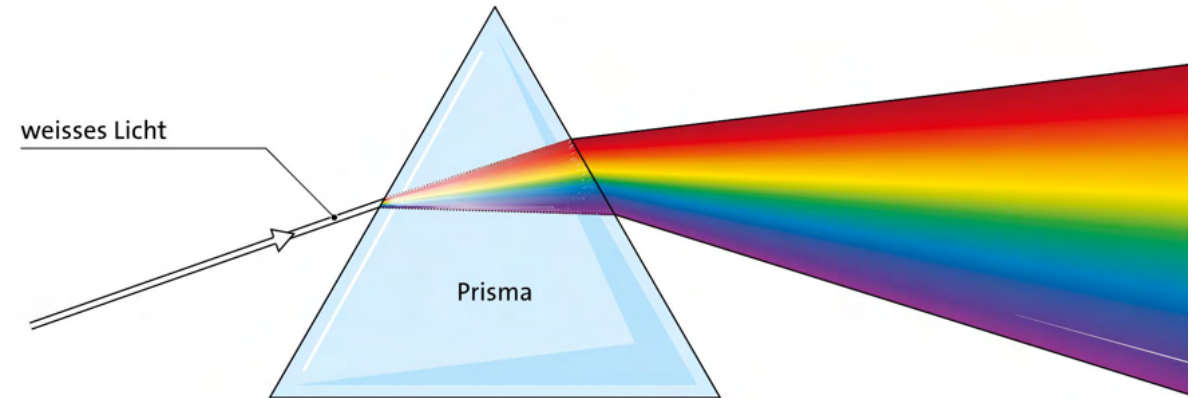
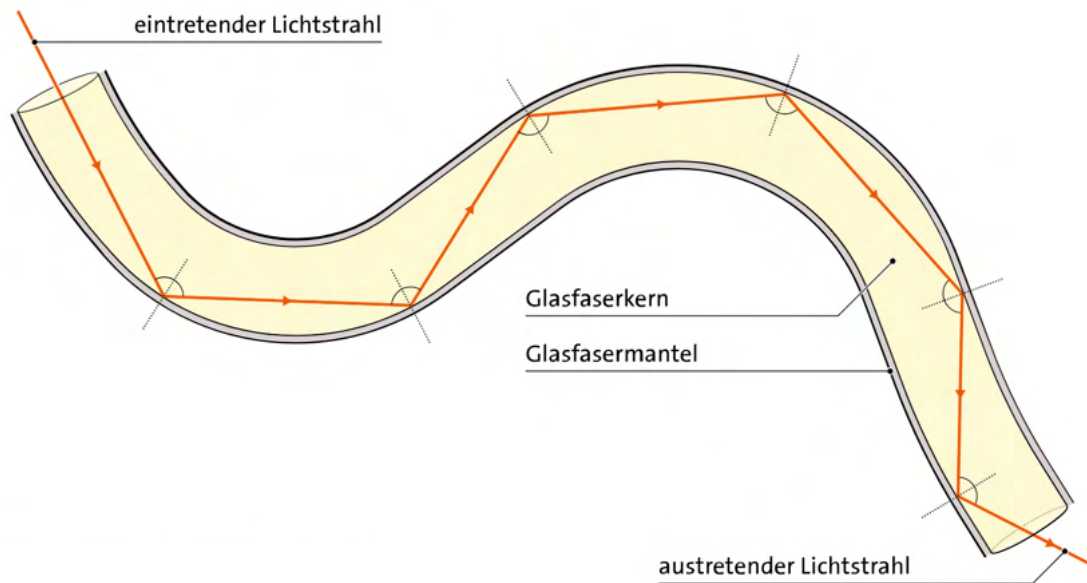
Photonik im Natur&Technik- Unterricht



Blick ins Lehrmittel Prisma



Blick ins Lehrmittel NaTech



1 | Wesen und Bedeutung von Naturwissenschaften und Technik verstehen

> NT.1.2

Die Schülerinnen und Schüler können technische Alltagsgeräte bedienen und ihre Funktionsweise erklären.

> NT.1.2.b

Die Schülerinnen und Schüler können technische Geräte austesten, hinterfragen und dazu Verbesserungen vorschlagen (z.B. Schattenwurf und Neigungswinkel bei Solarzellen).

> NT.1.2.c

Die Schülerinnen und Schüler können Grundprinzipien von Alltagsgeräten erkennen, vergleichen und präsentieren (z.B. wärmeerzeugende Geräte, Wärmepumpe, Lampen, Übersetzung Fahrrad, Zapfenzieher, Personenlift, Sicherungsautomat, Lautsprecher, Leuchtdiode, Solarzellen).

2 | Stoffe untersuchen und gewinnen

> NT.2.1

Die Schülerinnen und Schüler können Stoffe untersuchen, beschreiben und ordnen.

> NT.2.1.b

Die Schülerinnen und Schüler können Versuchsergebnisse vergleichen und Messgenauigkeit diskutieren. \equiv Messverfahren, Messgenauigkeit

> NT.2.1.c

Die Schülerinnen und Schüler können Versuche zur Unterscheidung oder Gruppierung von Stoffen selbstständig planen, durchführen und auswerten.

5 | Mechanische und elektrische Phänomene untersuchen

> NT.5.2

Die Schülerinnen und Schüler können Grundlagen der Elektrizität verstehen und anwenden.

> NT.5.2.a

Die Schülerinnen und Schüler können erklären und mit einfachen Experimenten zeigen, dass der elektrische Strom verschiedene Wirkungen hat (z.B. Licht-, Wärme-, magnetische und chemische Wirkung).

6 | Sinne und Signale erforschen

> NT.6.2

Die Schülerinnen und Schüler können Hören und Sehen analysieren.

> NT.6.2.d

Die Schülerinnen und Schüler können Fehlsichtigkeiten und deren Korrekturen beschreiben (z.B. Kurz-, Weit- und Alterssichtigkeit).

6 | Sinne und Signale erforschen

> NT.6.3

Die Schülerinnen und Schüler können optische Phänomene untersuchen.

> NT.6.3.a

Die Schülerinnen und Schüler können die Eigenschaften von Konvex- und Konkavlinen experimentell bestimmen und entsprechende Versuchsprotokolle anfertigen. \equiv Brennpunkt

> NT.6.3.b

Die Schülerinnen und Schüler können den Aufbau von optischen Geräten darstellen und die wichtigsten Bestandteile benennen (z.B. Fernrohr, Mikroskop, Fotoapparat).

6 | Sinne und Signale erforschen

> NT.6.3

Die Schülerinnen und Schüler können optische Phänomene untersuchen.

> NT.6.3.c

Die Schülerinnen und Schüler können die Bedingungen für Totalreflexion experimentell bestimmen und ein Versuchsprotokoll anfertigen.

> NT.6.3.e

Die Schülerinnen und Schüler können die Entstehung der Abbildung in/mit optischen Geräten mithilfe des Strahlengangmodells erklären (z.B. Fernrohr, Mikroskop, Fotoapparat).

3

Weiterbildung
optics&photonics
@school





- > EYESTvzw ist eine in Belgien ansässige Non-Profit-Organisation, die im November 2011 von Mitgliedern des Brüsseler Photonik-Teams der Vrije Universität Brüssel gegründet wurde. Ihr Ziel:
 - > Jugendliche für Ingenieurwesen, Wissenschaft und Technologie begeistern
 - > Bildungsprogramme für Lehrkräfte erstellen

- > Die EYEST-Bildungsprogramme werden von Unternehmen gesponsert und von Hochschulen und anderen Organisationen finanziell unterstützt. Sie werden Lehrkräften und Schulen gratis zur Verfügung gestellt.



Weiterbildung an der PHLU im Herbst 2024: optics&photonics@school

- > Spannende physikalische Lerninhalte aus der Optik, Experimente aus dem Themengebiet Photonik an der HSLU und ein Besuch eines Unternehmens, das Photonik-Technologie nutzt, stehen im Zentrum dieses Weiterbildungsangebots
- > **Mittwoch, 04.09.2024: Kick-off-Veranstaltung**
 - > Verschiedene Fachleute erläutern das Thema «Photonik» aus verschiedenen Bereichen
 - > Forschung: Wo wird die Photonik heute angewendet und was ist morgen möglich?
 - > Industrie: Welche Produkte werden in der Region hergestellt, wozu werden sie verwendet und welche Berufe werden in Zukunft gefragt sein?
 - > Swissem: Warum braucht es die Zusammenarbeit von Industrie und Schule?
 - > PH Luzern: Wie können wir den optischen Unterricht gestalten, um junge Menschen für diese zukunftsweisende Technologie zu begeistern?

Weiterbildung an der PHLU im Herbst 2024: optics&photonics@school

- > **Mittwoch, 30.10.2024: Besuch eines Betriebes aus dem Bereich Photonik**
 - > Welche Bereiche der Photonik kommen in verschiedenen Unternehmen im Raum Zentralschweiz zur Anwendung?
 - > Ein spezieller Fokus liegt auf den Ausbildungsberufen in den Industriebetrieben.

- > **Mittwoch, 13.11.2024: Experimente mit dem „Photonics Explorer“**
 - > Mit dem Lehrmittelkoffer „Photonics Explorer“ werden praktische Beispiele für den Optik-Unterricht erarbeitet.
 - > Die theoretische Seite der Optik und Photonik wird anhand der Durchführung von Experimenten aufgefrischt.
 - > Die teilnehmenden Lehrkräfte erhalten einen persönlichen „Photonics Explorer“ zum Einsatz im eigenen Unterricht, gestiftet vom Swissmem Industriesektor Photonics.

Weiterbildung an der PHLU im Herbst 2024: optics&photonics@school

- > **Mittwoch, 04.12.2024: Laborversuche an der Hochschule Luzern**
 - > An der Hochschule Luzern sind Photonik-Technologien seit Jahren ein Ausbildungs- und Forschungsthema.
 - > Im Labor besteht die Möglichkeit, Experimente aus der Ausbildung durchzuführen und einen Einblick in die Forschung zu erhalten.

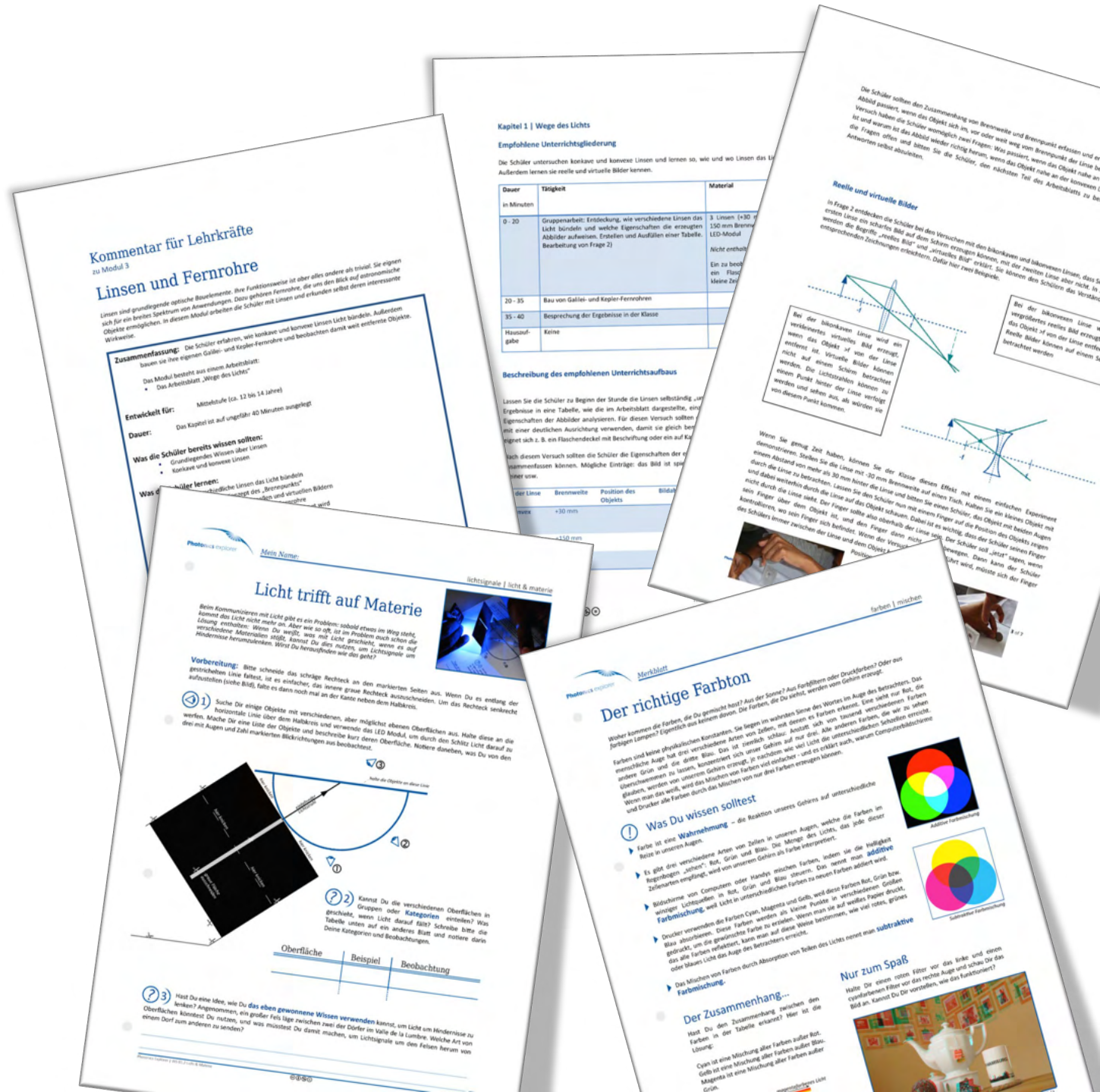
Photonics Explorer

- > 10 x Aluminium-Spiegel (7x7 cm)
- > 20 x Polarisatoren (7x5 cm)
- > 10 x Farbfilter-Sets (7x4 cm) mit Rot, Grün, Blau, Cyan, Magenta und Gelb
- > 10 x LED-Module mit roten, grünen und blauen LEDs
- > 10 x Sätze von robusten Kunststofflinsen mit den Brennweiten -30 mm, +30 mm und +150 mm
- > 10 x Folien mit Spalt und Doppelspalt für optische Beugungsexperimente
- > 10 x Beugungsgitter
- > 10 x Klasse 2 Laser
- > 1 x 5 m Polymer-Lichtwellenleiter



Unterrichtsmaterial (8 Module)

- > Lektionsplanungen mit Lehrpersonenkommentar
- > Arbeitsblätter
- > Merkblätter
- > Modular aufgebaut
- > Anpassbar (PDF- und Word-Dateien)
- > Themen in Abstimmung mit den Kompetenzzielen des Lehrplans



Lerninhalte für die Sekundarstufe 1

- > Lichtsignale:
Die Eigenschaften des Lichts und seine Verwendung in der Telekommunikation
- > Farben:
Farbwahrnehmung, additive und subtraktive Farbmischung
- > Linsen und Fernrohre:
Brechung und Abbildung
- > Auge und Sehvermögen:
Das menschliche Auge, Digitalkamera, Akkommodation

Lerninhalte für die Sekundarstufe 2

- > Polarisation:
Anwendungen in Displays und Biowissenschaften
- > Lichterzeugung:
Vergleich von Lichtquellen auf Effizienz und Nachhaltigkeit
- > Beugung und Interferenz:
Beugung an einem Spalt, Spektrometrie
- > Arbeit in der Wissenschaft:
Soll junge Menschen ermutigen, eine Karriere in der Wissenschaft und der Technik anzustreben

4

Photonics Explorer Modul 1: Sag es mit Licht



Ziel des Moduls

Seit über zweitausend Jahren nutzt der Mensch Lichtsignale zur Übermittlung von Informationen über grosse Entfernungen. Heute sind die meisten von uns viel stärker von optischer Telekommunikation abhängig als wir uns vorstellen. Das Internet, wie wir es kennen, wäre ohne Lichtleitkabel auf dem Grund der Ozeane und Lichtleitkabel, die Städte und sogar einzelne Häuser verbinden, nicht möglich. Und es gibt gute Gründe, warum gerade Licht zur Kommunikation genutzt wird – Gründe, die direkt mit den grundlegenden Eigenschaften von Licht zusammenhängen.

- > Im Modul 1 dient die Nutzung von Licht zur Kommunikation als Rahmen, um den Schülerinnen und Schülern die Eigenschaften des Lichts, das Reflexionsgesetz und die Anwendung technischer Verfahren zu vermitteln.

Photonics Explorer Modul 1: Sag es mit Licht – Einbettung

In einem entlegenen Tal der südamerikanischen Anden hat sich die Bevölkerung entschlossen, ohne Elektrizität zu leben. Vor einigen Jahren wollte die Regierung das Tal für den Bau eines Wasserkraftwerks fluten. Als die Menschen dagegen protestierten, verteidigte die Regierung das Vorhaben damit, dass auch die Menschen im Tal Elektrizität nutzen. Daraufhin schworen alle Einwohner der drei in dem Tal liegenden Dörfer, nie wieder Elektrizität in irgendeiner Form zu verwenden. Das Kraftwerk wurde dann in einem anderen Tal gebaut.

Die Menschen in dem Tal sind aber nicht gegen Technologie an sich. Um der Regierung zu zeigen, dass sie ohne Elektrizität mindestens ebenso gut leben können, wie die Menschen in der Hauptstadt – wenn nicht besser – erfanden Sie viele technische Meisterleistungen, wie Wassermühlen, die sehr komplexe Maschinen antreiben, oder extrem genaue mechanische Uhren, um nur einige zu nennen.

Dann trafen sich die Ältesten der drei Dörfer und entschieden, ihre drei Dörfer durch ein schnelles Kommunikationssystem zu verbinden – ein erster Versuch mit Vögeln war ein völliges Desaster (die Vögel wurden von Kondoren angegriffen). Längere Nachrichten konnten per Brief verschickt werden, allerdings dauerte das einen halben Tag. Wichtige Themen sollten jedoch schnell, zuverlässig und zu jeder Tages- und Nachtzeit übermittelt werden können. Ausserdem wurde beschlossen, dass das System niemanden stören und die Umwelt nicht schädigen sollte.

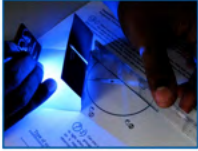
Da die Älteren sich nicht auf ein System einigen konnten, schrieben sie die Kriterien auf, die das System erfüllen sollte, und forderten alle Bewohner des Tals auf, an einem Wettbewerb teilzunehmen. Das System, das den Wettbewerb gewinnt, wird umgesetzt und der Name des Erfinders wird in den Giebel des Hauses eingeritzt, in dem der Ältestenrat sich trifft – die höchste Ehre, die es im Tal gibt.

Photonics Explorer Modul 1: Sag es mit Licht – Material

Photonics explorer Mein Name: _____ lichtsignale | licht & materie

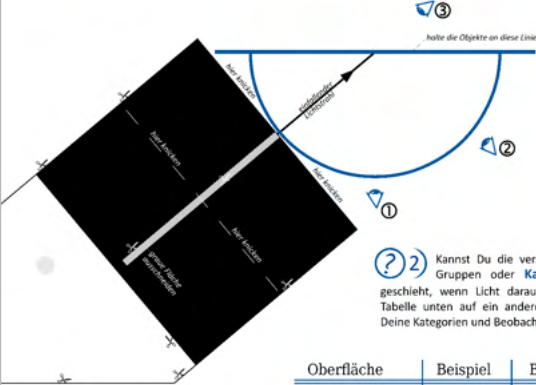
Licht trifft auf Materie

Beim Kommunizieren mit Licht gibt es ein Problem: sobald etwas im Weg steht, kommt das Licht nicht mehr an. Aber wie so oft, ist im Problem auch schon die Lösung enthalten: Wenn Du weißt, was mit Licht geschieht, wenn es auf verschiedene Materialien stößt, kannst Du dies nutzen, um Lichtsignale um Hindernisse herumzulenken. Wirst Du herausfinden wie das geht?



Vorbereitung: Bitte schneide das schräge Rechteck an den markierten Seiten aus. Wenn Du es entlang der gestrichelten Linie faltest, ist es einfacher, das innere graue Rechteck auszuschneiden. Um das Rechteck senkrecht aufzustellen (siehe Bild), falte es dann noch mal an der Kante neben dem Halbkreis.

① Suche Dir einige Objekte mit verschiedenen, aber möglichst ebenen Oberflächen aus. Halte diese an die horizontale Linie über dem Halbkreis und verwende das LED Modul, um durch den Schlitz Licht darauf zu werfen. Mache Dir eine Liste der Objekte und beschreibe kurz deren Oberfläche. Notiere daneben, was Du von den drei mit Augen und Zahl markierten Blickrichtungen aus beobachtest.



② Kannst Du die verschiedenen Oberflächen in Gruppen oder **Kategorien** einteilen? Was geschieht, wenn Licht darauf fällt? Schreibe bitte die Tabelle unten auf ein anderes Blatt und notiere darin Deine Kategorien und Beobachtungen.

Oberfläche	Beispiel	Beobachtung

③ Hast Du eine Idee, wie Du **das eben gewonnene Wissen verwenden** kannst, um Licht um Hindernisse zu lenken? Angenommen, ein großer Fels läge zwischen zwei der Dörfer im Valle de la Lumbre. Welche Art von Oberflächen könntest Du nutzen, und was müsstest Du damit machen, um Lichtsignale um den Felsen herum von einem Dorf zum anderen zu senden?

Photonics Explorer | WS 01_2 Licht & Materie 1/1

The image shows a microscopic view of a photonic crystal structure, characterized by a regular array of small, colorful spheres (red, green, and black) on a yellow background. A large, semi-transparent blue triangle is overlaid on the left side of the image, pointing towards the center. The number '5' is printed in white on the blue triangle.

5

Photonics
Explorer Modul 2:
Farben

Aufbau des Moduls

- > Das Modul besteht aus zwei Kapiteln
 - > Regenbogenfarben: Die Schülerinnen und Schüler entdecken, wie Farbfilter funktionieren, und verwenden sie, um zu untersuchen, wie die Farben im Regenbogen entstehen.
 - > Farbmischung: Am Beispiel des Farbdrucks wird die subtraktive Farbmischung illustriert, und am Beispiel des Computerbildschirms die additive Farbmischung.
- > Was die Schülerinnen und Schüler lernen
 - > Sonnenlicht enthält alle Farben des Regenbogens
 - > Die Farben in weißem Licht können zerlegt werden (z.B. durch Brechung)
 - > Farbfilter und farbige Gegenstände sehen farbig aus, weil sie einen Teil des sichtbaren Spektrums absorbieren
 - > Additive und subtraktive Farbmischung

Photonics Explorer Modul 2: Farben – Material Regenbogenfarben

Photonics explorer Mein Name: farben | regenbogen

Das Geheimnis der Regenbogenfarben

Woran denkst Du, wenn Du einen Regenbogen siehst? An Hoffnung, Glück, Schönheit – oder nur an Regen? Die meisten Menschen finden Regenbögen hübsch und sind von ihren schönen Farben fasziniert. Aber woher kommen die Farben im Regenbogen eigentlich?

Im Märchen heißt es, dass man am Ende des Regenbogens entweder eine Kiste mit Gold oder einen Eimer Farbe findet. Das wurde bisher nicht wissenschaftlich bewiesen. Aber wenn wir den Ursprung des Regenbogens finden, erfahren wir viel über Farben: was sie sind und wie sie entstehen.

Dieses Arbeitsblatt zeigt Dir, wie Du mit einer CD und Farbfiltren das Geheimnis der Regenbogenfarben lösen kannst. Dazu musst Du aber sehr genau hinschauen. Genaue Beobachtung ist der Schlüssel zum erfolgreichen Experimentieren!

1 Regenbögen gibt es nicht nur am Himmel. Wenn Du ein Wasserglas ins Sonnenlicht stellst und genau hinschaust (Tipp: spiele mit Schatten), siehst Du farbige Streifen. Hast Du ein durchsichtiges Lineal? Halte es ins Sonnenlicht und versuche, **einen Regenbogen zu erzeugen!** Manche Kristalle funkeln sogar Regenbögen in verschiedene Richtungen. Auch wenn der Himmel bewölkt ist, kannst Du Regenbogenfarben auf einer CD sehen. Wo kannst Du Regenbögen noch sehen? Zeichne noch mindestens ein weiteres Verfahren auf, mit dem Du Regenbögen erzeugen kannst:

2 Welche Farbe haben Sonnenlicht, ein Glas voll Wasser oder eine CD? Was glaubst Du, wo die Farben des Regenbogens herkommen? Wenn Du eine **Theorie** hast, schreibe sie bitte hier auf:

1/3

Photonics explorer Mein Name: farben | regenbogen

9 Zurück zum Regenbogen. Woher kommen die verschiedenen Farben im Regenbogen? Lege die CD so auf den Tisch, dass Du die Regenbogenfarben siehst. Verändere nicht Deine Haltung, halte Dir den roten Farbfilter vor ein Auge und knief das andere Auge zu. Schau abwechselnd mit und ohne Filter auf die CD. Was siehst Du, wenn Du die Regenbogenfarben genau beobachtest? Wie verändert sich beim Blick durch den Filter ihre Helligkeit?

10 pack bitte alle Sachen, die Du für das Experiment brauchst. Pack ein weißes Blatt Papier vor die CD. Welche Unterschiede stellst Du fest?

11 Experiment jetzt anders herum: Filtere das Licht mit dem roten Farbfilter vor die CD, so dass rotes Licht auf die CD fällt. Was siehst Du? Welche Unterschiede stellst Du fest?

12 Meinung? Tipp: Überlege Dir Experimente mit mehreren Filtern oder zeichne jedes Experiment auf, bevor Du es durchführst.

13 mit Farben zu tun hat. Bei der CD und beim Regenbogen sind die Farben unterschiedlich, aber in beiden Fällen passiert etwas mit dem Licht. Was ist das? Worin unterscheiden sie sich? Worin gleichen sie sich? Was fällt Dir ein? Was gefällt Dir? Was ist Dir wichtig? Was ist Dir weniger wichtig? Was ist Dir neu? Was ist Dir bekannt? Was ist Dir interessant? Was ist Dir wichtig? Was ist Dir weniger wichtig? Was ist Dir neu? Was ist Dir bekannt? Was ist Dir interessant?

14 Welche Schlussfolgerungen ziehst Du? Wie funktionieren Farbfiltren?

2/3

Photonics explorer Merkblatt farben | regenbogen

Das Geheimnis der Regenbogenfarben

Also was nun? Woher kommen die Farben im Regenbogen? Das Geheimnis: Alle Farben des Regenbogens sind im weißen Sonnenlicht enthalten. Weiß ist eine Mischung aus allen Farben.

Jetzt mal langsam. Wenn Du die Farben in Deinem Wasserfarbenkasten mischst, wird das Ergebnis immer dunkler, je mehr Farben Du hinzufügst. Aber ist das der gleiche Effekt, den Du beobachten konntest, als Du in Deinen Experimenten mehrere Farbfiltren zusammen verwendet hast? Tatsächlich entfernen sowohl Deine Wasserfarben als auch die Farbfiltren Farben aus dem weißen Licht. Um es technisch richtig auszudrücken: Sie „absorbieren“ die Farben. Je mehr Farben man mischt, umso mehr weißes Licht wird absorbiert und das Ergebnis wird immer dunkler.

Ein Regenbogen hingegen entfernt keine Farben aus dem Sonnenlicht. Er zerlegt sie. Wenn Licht in einem schiefen Winkel auf ein durchsichtiges Material trifft, werden die verschiedenen Farben, aus denen das weiße Licht besteht, in leicht unterschiedliche Richtungen zerlegt. Bei einem Regenbogen trennen sich die Farben leicht auf, wenn sie in einen Regenbogen eintreten und dann etwas mehr, wenn sie wieder austreten. Das gleiche passiert bei einem Wasserglas oder einem durchsichtigen Lineal.

Was Du wissen solltest

- Weißes Sonnenlicht enthält alle Farben des Regenbogens.
- Wenn Licht in einem schiefen Winkel auf durchsichtiges Material trifft, werden die Farben, aus denen es besteht, in verschiedene Richtungen zerlegt.
- Wenn Teile des Lichts absorbiert werden – z. B. durch einen Farbfiltren oder einen bunten Gegenstand – wird das übrige Licht farbiger.

Die Welt in Farbe

Hast Du schon einmal eine grüne Tomate gegessen? Sie schmeckt nicht halb so gut wie eine rote Tomate. Aber warum sieht eine reife Tomate für uns rot aus? Oder eine Zitrone gelb? Oder Zucker weiß? ...

Eine reife Tomate sieht rot aus, weil sie alle Farben außer Rot und ein bisschen Orange absorbiert. Dieses rote Licht wird in alle Richtungen gestreut. Wenn ein Teil davon Dein Auge erreicht, erkennt Dein Gehirn es als rot und Du weißt, dass die Tomate reif ist und Du sie essen kannst. Unterschiedliche Früchte haben unterschiedliche Stoffe in ihrer Schale, die unterschiedliche Teile des Sonnenlichts absorbieren und so Farben erzeugen. Zucker streut, genau wie weißes Papier, alle Farben und sieht deshalb weiß aus.

Schau Dir jetzt bitte das Foto auf der linken Seite an. Was würde sich wohl verändern, wenn Du das Foto durch einen roten oder blauen Filter anschauen würdest? Wie würden die Tomaten und die blauen Becher durch die Filter aussehen? Probier es aus und prüfe, ob Du das Geheimnis der Regenbogenfarben wirklich gelöst hast!

1/1

Photonics Explorer Modul 2: Farben – Material Farbmischung

Photonics explorer Mein Name: farben|mischen

Der richtige Farbton

Welches ist Deine Lieblingsfarbe? Wie entsteht sie?

Wenn wir die Wahl haben, benutzen wir gerne Stifte, Taschen oder T-Shirts in den Farben, die uns gefallen. Heute finden wir es normal, dass Produkte in verschiedenen Farben erhältlich sind. Viele Chemiker haben lange daran geforscht, Moleküle (mehrere miteinander verbundene Atome) zu finden, die genau die Teile des weißen Lichts absorbieren, welche die gewünschte Farbe erzeugen. Und sie haben viele Verfahren entwickelt, um diese Moleküle so auf Gegenstände aufzutragen, dass diese farbig aussehen: Lackieren, Drucken, Färben...

Das Einfärben von Gegenständen ist aber nicht so einfach, wie es scheint, vor allem, wenn man einen bestimmten Farbton genau treffen möchte. Um den richtigen Farbton zu erzeugen, muss man normalerweise andere Farben im genau richtigen Verhältnis mischen. In diesem Arbeitsblatt erforschen wir einige der Verfahren, die dafür geeignet sind.

1 Damit Du siehst, wie schwierig es ist, einen Farbton genau zu treffen, versuche bitte, die **Augenfarbe** eines Klassenkameraden zu malen. Die Iris, der farbige Ring um die Pupille, dient als eine Art Tor, das steuert, wie viel Licht ins Auge dringen kann. Jede Iris hat eine andere Farbe. Manche sehen vielleicht ähnlich aus, aber die Forschung hat gezeigt, dass nicht einmal Zwillinge identische Augen haben – jede Iris ist ein Einzelfall!

Suche Dir einen Mitschüler aus, dessen Augenfarbe Du malen möchtest. Verwende die Maltechnik, die Du möchtest (Wasserfarben, Filz- oder Buntstifte, Malkreide...) und versuche, den Farbton so genau wie möglich zu treffen. Du siehst, ob Du die Farbe gut getroffen hast, wenn andere Mitschüler anhand Deines Bilds Dein Modell erkennen können.

2 Wie viele Farben hast Du gemischt, um die Augenfarbe Deines Klassenkameraden zu treffen?

Schau Dir jetzt die **Fotodrucke** in Deinen Schulbüchern an. Findest Du es nach Deinem Experiment von eben nicht beeindruckend, wie genau die Hersteller des Buchs Farben drucken können? Wie machen das die Leute in der Druckerei? Schau genau hin und finde es selbst heraus!

3 Schau Dir ein gedrucktes Foto mit einem starken **Vergrößerungsglas** an, am besten an einer Stelle, an der das Bild hell ist. Was fällt Dir auf? Woraus besteht das Bild wirklich?

4 Wie wird **Weiß** in einem Druck erzeugt? Und was bestimmt die **Helligkeit** der Farben in einem Druck?

5 Was glaubst Du: Wie viele verschiedene Farben werden verwendet, um die Farben auf dem Bild zu erzeugen? Kannst Du erraten, welche Farben das sind?





1/3

Photonics explorer Mein Name: farben|mischen

Fast alle Fotos, die in Büchern, auf Postern oder auf Verpackungen im Supermarkt abgebildet sind, werden aus schwarzer Farbe und nur drei weiteren Farben hergestellt: **Cyan, Magenta und Gelb**. Indem man diese drei Farben mischt, kann man das gesamte Farbspektrum erzeugen, welches man überall auf Drucken findet.

Andererseits hast Du gesehen, dass der Bildschirm Deines Computers oder Handys die Farben jedes Bildpunkts festlegt, und **Blau** regelt. Warum nimmt man Rot, Grün und Blau, und nicht Cyan, Magenta und Gelb, wenn man Farben durch die Wahlmenü in Punkt 8 hat Dich wahrscheinlich schon auf die bei der Lösung dieser Frage helfen:

sortiere die **Farbfilter** in zwei Gruppen: 1) Cyan, Magenta, Gelb und 2) Rot, Grün und Blau. Probiere alle möglichen Kombinationen aus diesen beiden Gruppen mit den Filtern in der zweiten Gruppe.



Sortiere die Farbfilter in zwei Gruppen: 1) Cyan, Magenta, Gelb und 2) Rot, Grün und Blau. Probiere alle möglichen Kombinationen aus diesen beiden Gruppen mit den Filtern in der zweiten Gruppe.

Welche Unterschiede fallen Dir bei der Mischung der Farben aus der zweiten Gruppe auf?

Probiere alle Kombinationen der drei Farben und trage unten ein, welche Farbe Du an der Stelle siehst, an der sich Rot, Grün und Blau mischen.

Farbe	Rot	Grün	Blau
Cyan			
Magenta			
Gelb			

Indem Du mit den Parametern im Farbwahlmenü herumspielt und die Parameter verändert, versuchst, herauszufinden, wofür sie stehen. Kannst Du einen **Zusammenhang** zwischen den Farben in der Tabelle entdecken? Wenn Dir etwas einfällt, überlege Dir ein Experiment, mit dem Du Deine Theorie überprüfen kannst.

2/3

Photonics explorer Merkblatt farben | mischen

Der richtige Farbton

Woher kommen die Farben, die Du gemischt hast? Aus der Sonne? Aus Farbfiltern oder Druckfarben? Oder aus farbigen Lampen? Eigentlich aus keinem davon. Die Farben, die Du siehst, werden vom Gehirn erzeugt.

Farben sind keine physikalischen Konstanten. Sie liegen im wahrsten Sinne des Wortes im Auge des Betrachters. Das menschliche Auge hat drei verschiedene Arten von Zellen, mit denen es Farben erkennt. Eine sieht nur Rot, die andere Grün und die dritte Blau. Das ist ziemlich schlau: Anstatt sich von tausend verschiedenen Farben überschweren zu lassen, konzentriert sich unser Gehirn auf nur drei. Alle anderen Farben, die wir zu sehen glauben, werden von unserem Gehirn erzeugt. Je nachdem wie viel Licht die unterschiedlichen Sehzellen erreicht. Wenn man das weiß, wird das Mischen von Farben viel einfacher – und es erklärt auch, warum Computerbildschirme und Drucker alle Farben durch das Mischen von nur drei Farben erzeugen können.

Was Du wissen solltest

- Farbe ist eine **Wahrnehmung** – die Reaktion unseres Gehirns auf unterschiedliche Reize in unseren Augen.
- Es gibt drei verschiedene Arten von Zellen in unseren Augen, welche die Farben im Regenbogen „sehen“: Rot, Grün und Blau. Die Menge des Lichts, das jede dieser Zellenarten empfängt, wird von unserem Gehirn als Farbe interpretiert.
- Bildschirme von Computern oder Handys mischen Farben, indem sie die Helligkeit winziger Lichtquellen in Rot, Grün und Blau steuern. Das nennt man **additive Farbmischung**, weil Licht in unterschiedlichen Farben zu neuen Farben addiert wird.
- Drucker verwenden die Farben Cyan, Magenta und Gelb, weil diese Farben Rot, Grün bzw. Blau absorbieren. Diese Farben werden als kleine Punkte in verschiedenen Größen gedruckt, um die gewünschte Farbe zu erzielen. Wenn man sie auf weißes Papier druckt, das alle Farben reflektiert, kann man auf diese Weise bestimmen, wie viel rotes, grünes oder blaues Licht das Auge des Betrachters erreicht.
- Das Mischen von Farben durch Absorption von Teilen des Lichts nennt man **subtraktive Farbmischung**.




Der Zusammenhang...

Hast Du den Zusammenhang zwischen den Farben in der Tabelle erkannt? Hier ist die Lösung:

Cyan ist eine Mischung aller Farben außer Rot. Gelb ist eine Mischung aller Farben außer Blau. Magenta ist eine Mischung aller Farben außer Grün.




Nur zum Spaß

Halte Dir einen roten Filter vor das linke und einen cyanfarbenen Filter vor das rechte Auge und schau Dir das Bild an. Kannst Du Dir vorstellen, wie das funktioniert?



1/1