

# Digitaler Durchblick in der Optik

## Lehren & Lernen mit Augmented Reality

Forscherheft von: \_\_\_\_\_



[1]

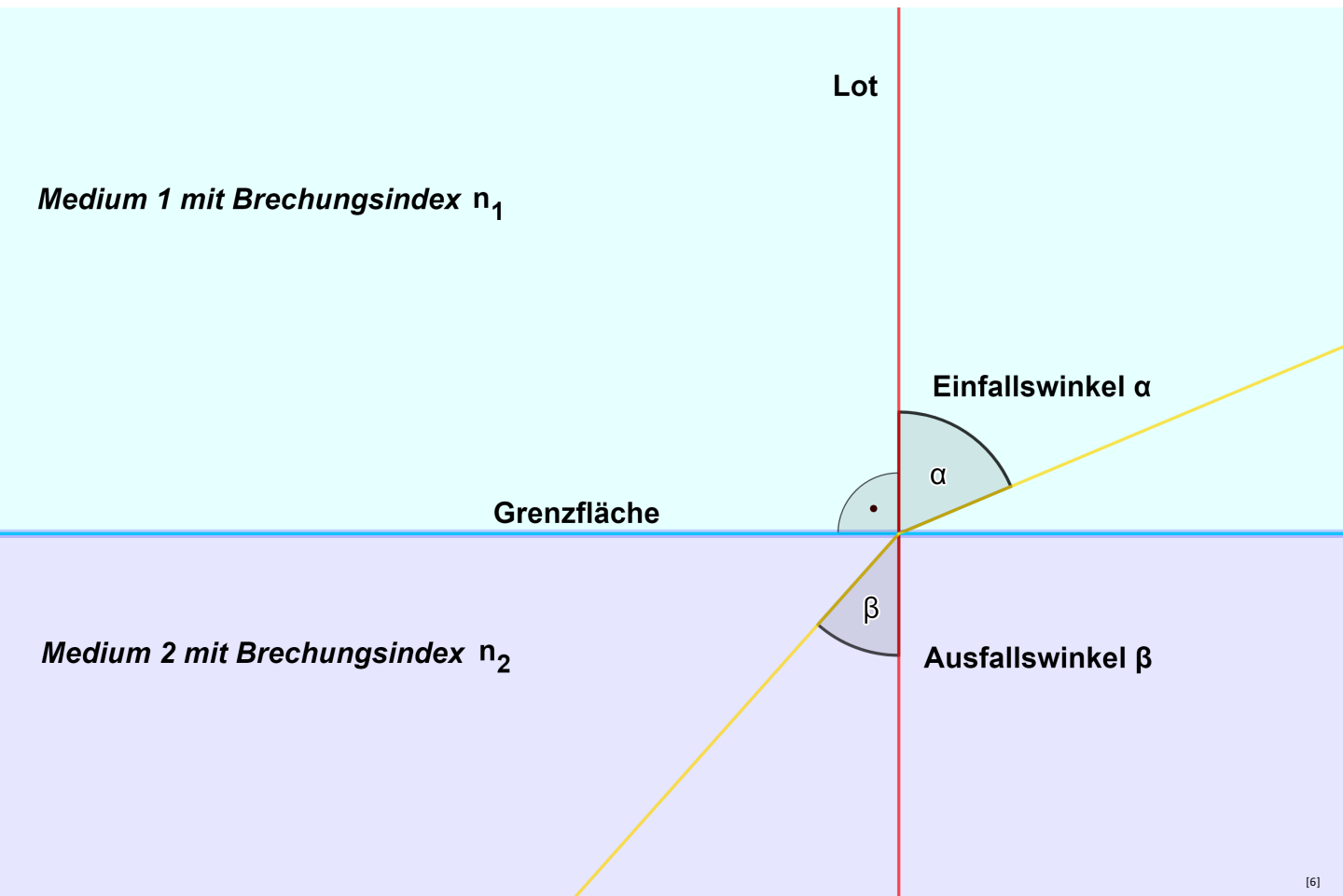
Gleich darfst du mit deiner Gruppe verschiedene Stationen zum Thema Optik bearbeiten. In deinem Forscherheft kannst du bei jedem Versuch deine wichtigsten Erkenntnisse festhalten.

Damit du die Experimente mit deiner Gruppe erfolgreich durchführen kannst, beachte bitte folgende Regeln:

- **Lies genau – und arbeitet zusammen.**
- **Vorsichtig arbeiten!** Tablets und andere Geräte sind **teuer!**
- **Fragt nach! Wirklich!** 😊

# Das Brechungsgesetz mit variablen Brechungsindizes

Damit du die folgende Aufgabe bearbeiten kannst, musst du einige Fachbegriffe kennen:



## Brechungsindex $n$ :

Materialeigenschaft,  $n_{\text{Wasser}} = 1,33$        $n_{\text{Luft}} = 1,00028 \approx 1,00$

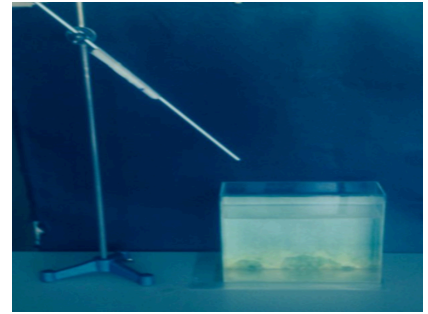
Geht ein Lichtstrahl von einem optisch dichteren in ein optisch dünneres Medium über,

d.h.  $n_1 > n_2$  wird der Lichtstrahl **vom Lot weg** gebrochen  
geht er vom optisch dünneren ins optisch dichtere Medium über,

d.h.  $n_2 > n_1$  wird der Lichtstrahl **zum Lot hin** gebrochen

# Das Brechungsgesetz mit variablen Brechungsindizes

1. Ziele mit dem Zielrohr auf den Fisch, der sich auf dem Boden des Behälters befindet. Lasse anschließend den Speer durch das Zielrohr gleiten.
2. Warum ist es so schwierig den Fisch zu treffen? Kreuze deine Vermutung an!

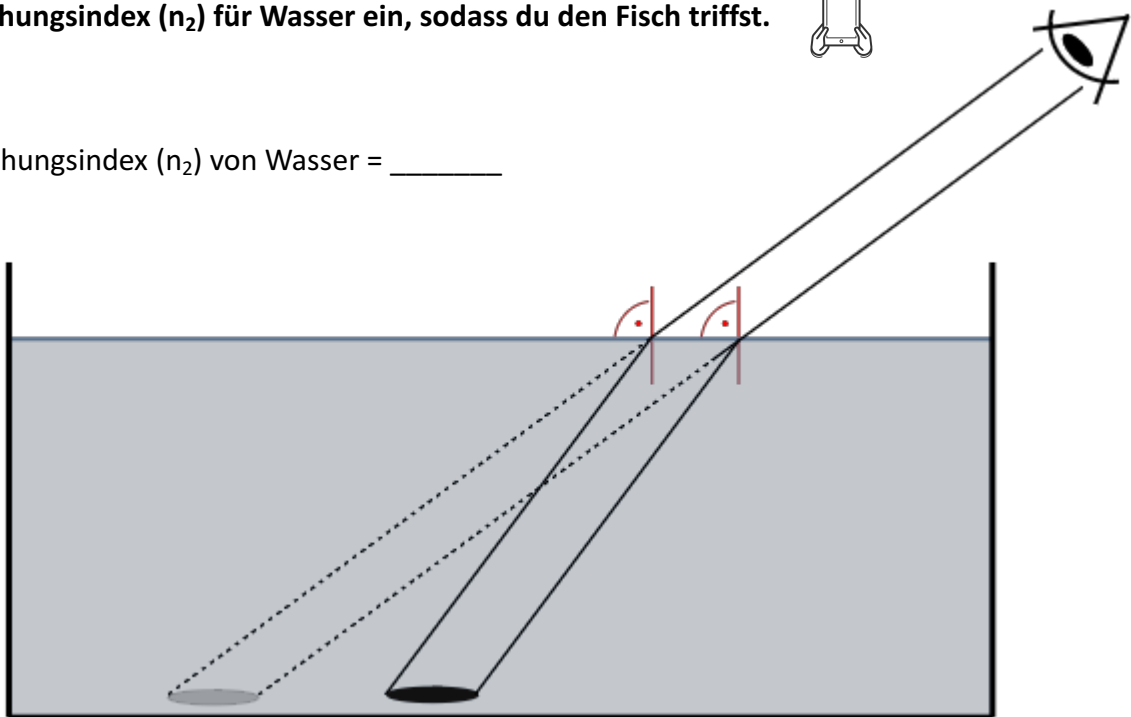


[6]

- ☐ Durch die Druckwelle des Speeres verschiebt sich der Fisch.
  - ☐ Der Fisch erscheint durch das Wasser viel größer als er in Wirklichkeit ist.
  - ☐ Das Licht wird an der Wasseroberfläche gebrochen also abgelenkt. Daher befindet sich der Fisch scheinbar an einer anderen Stelle.
3. Überprüfe nun deine Vermutung mit Hilfe des Laserstrahls in deiner App. Passe dazu zuerst den Einfallswinkel ( $\alpha_{\text{ein}}$ ) des Lasers mit dem des Speers an und stelle dann den Brechungsindex ( $n_2$ ) für Wasser ein, sodass du den Fisch triffst.



Brechungsindex ( $n_2$ ) von Wasser = \_\_\_\_\_



# Das Brechungsgesetz mit variablen Brechungsindizes

Wie du siehst ändert der Lichtstrahl beim Übergang vom Medium Luft ins Medium Wasser seine Richtung. Man sagt er wird „gebrochen“.

Da unser Gehirn jedoch von einer geradlinigen Ausbreitung des Lichts ausgeht und vermutet man den Fisch an einer anderen Stelle. (Siehe Abbildung vorige Seite)

## 4. Ändere nun in der App den Brechungsindex des unteren Mediums.



### 4.1 Notiere deine Beobachtung.

---

### 4.2 Gibt es den Fall, dass keine Ablenkung des Lichtstrahls auftritt?

---

## 5. Finde nun die Ausfallswinkel

- a) für den Übergang Luft ( $n_1$ ) -> Wasser ( $n_2$ ) und
- b) für den Übergang Wasser ( $n_1$ ) -> Luft ( $n_2$ ) heraus. ( $n_{\text{Luft}} = 1$ )

Übergang Luft -> Wasser.

Luft	0°	15°	30°	45°	60°	75°	87°
Wasser							

Übergang Wasser -> Luft.

Wasser	0°	15°	30°	45°	60°	75°	87°
Luft							

# Das Brechungsgesetz mit variablen Brechungsindizes

## 6. Ergänze folgende Beobachtungen:

Beim Übergang Luft  $\rightarrow$  Wasser ist der Brechungswinkel  $\beta_W$  des Lichts stets \_\_\_\_\_ als der Einfallswinkel  $\alpha_L$ . Man sagt, das Licht wird zum Lot \_\_\_\_\_ gebrochen!

Beim umgekehrten Übergang Wasser  $\rightarrow$  Luft ist der Brechungswinkel  $\beta_L$  stets \_\_\_\_\_ als der Einfallswinkel  $\alpha_W$ . Man sagt, das Licht wird vom Lot \_\_\_\_\_ gebrochen.

Nur bei \_\_\_\_\_ Einfall oder wenn die beiden Brechungsindizes \_\_\_\_\_ sind, wird das Licht nicht abgelenkt.

Ob ein Medium optisch dichter oder optisch dünner als ein anderes Medium ist, lässt sich also anhand des Brechungsverhaltens erkennen.

Der aus dem Wasser kommende Lichtstrahl wird vom Lot weg gebrochen, Luft ist also optisch dünner als Wasser.

# Additive Farbmischung

Lara ist eine begabte Sängerin und hat heute Abend ihren ersten großen Auftritt. Unerwartet, kurz vor ihrer Show, gehen fast alle Scheinwerfer kaputt. Für die Bühnenbeleuchtung stehen dem Lichttechniker (also dir) jetzt nur noch drei verschiedenfarbige Scheinwerfer zur Verfügung.













1. **Schaue dir die Bühne für den Auftritt genau an und nenne danach die drei verschiedenen Farben der Bühnenscheinwerfer.**



Bei den Farben \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ und \_\_\_\_\_ handelt es sich um die Grundfarben der additiven Farbmischung. Durch das Überlagern (Addieren) der einzelnen Grundfarben können ganz neue Farben entstehen.

2. **Mische die einzelnen Grundfarben bei gleicher Intensität und finde heraus, welche neue Farbe durch die jeweilige Kombination entsteht.**



Die Mischung von	ergibt:		
<u>Grün</u> + <u>Rot</u>	 Schwarz <input type="radio"/>	 Lila <input type="radio"/>	 Gelb <input type="radio"/>
_____ + _____	 Rot <input type="radio"/>	 Cyan <input type="radio"/>	 Grün <input type="radio"/>
<u>Rot</u> + _____	 Gold <input type="radio"/>	 Orange <input type="radio"/>	 Magenta <input type="radio"/>
<u>Rot</u> + <u>Grün</u> + <u>Blau</u>	 Weiß <input type="radio"/>	 Grau <input type="radio"/>	 Schwarz <input type="radio"/>

Vermischt man Grün und Rot so entsteht \_\_\_\_\_. Bei \_\_\_\_\_ und \_\_\_\_\_ erhält man \_\_\_\_\_.  
Wenn man Rot und Blau kombiniert, dann ergibt sich \_\_\_\_\_.

# Additive Farbmischung

Super! Für Laras Auftritt hast du jetzt gelernt, wie man aus drei Grundfarben vier weitere Mischfarben herstellen kann! Leider reicht dies für eine großartige Lichtshow noch nicht...

Für mehr Farbtöne kannst du ganz einfach die **Intensität** der Grundfarben verstellen. Diese wird über die sogenannte RGB-Skala (**R**ot-**G**rün-**B**lau-Skala) angegeben und kann in einem Bereich von 0 bis 255 für jede Farbe eingestellt werden.

3. Vermische nun die Grundfarben mit verschiedenen RGB-Werten. Nutze dazu die RGB-Schieberegler in deiner Augmentierung. Versuche anschließend die drei folgenden Farben zu erstellen und gebe dabei deren RGB-Werte an.



RGB-Werte

Rot: \_\_\_\_\_

Grün: \_\_\_\_\_

Blau: \_\_\_\_\_



RGB-Werte

Rot: \_\_\_\_\_

Grün: \_\_\_\_\_

Blau: \_\_\_\_\_



RGB-Werte

Rot: \_\_\_\_\_

Grün: \_\_\_\_\_

Blau: \_\_\_\_\_

4. Überlege dir zum Schluss zwei Anwendungsbereiche der additiven Farbmischung.

Hinweis: Ein Mikroskop könnte dir dabei helfen!

- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

Da du nun den Umgang mit den drei Grundfarben bei der additiven Farbmischung beherrscht und den roten, blauen und grünen Scheinwerfer zur Erstellung vieler verschiedener Farben verwenden kannst, kann Laras Auftritt noch rechtzeitig gerettet werden! Viel Spaß bei Laras Show.. ☺

# Phänomene des Mondes

Hat jemand etwas vom Mond  
abgebissen?



[8]

Der berühmte Werwolf-  
Blutmond?



[9]

Fällt uns der Himmel auf den Kopf?



[10]



# Phänomene des Mondes

Um diese Phänomene zu verstehen, müsste man aus dem Weltraum auf die Himmelskörper blicken...



Das ist übrigens die „Mondrakete“.

[11]

Nachdem ein Weltraumprogramm unser Budget doch etwas übersteigt, nehmen wir eine Alternative:

Ein AR-Simulation von Sonne, Erde und Mond.

# Phänomene des Mondes

Nicolaus Kopernikus

stellte in seinem heliozentrischen Weltbild statt der Erde die Sonne in den Mittelpunkt des Sonnensystems.

~~~~~

**Target 1**

~~~~~

[12]



Ny Copernicus

Richtet das Tablet auf Target 1. So wird eine Simulation der Mondbewegung um die Erde gezeigt.

Ihr könnt um die auftauchende Simulation herum- und auch **weiter davon weggehen!**

## Aufgabe:

Beschreibt in wenigen Worten, welcher Teil der Mondoberfläche beleuchtet ist.

---

---

---

---

# Phänomene des Mondes

## Experiment:

## Mondphasen

### Teamarbeit!

Einer von euch ist Teamleiter und liest den anderen vor was zu tun ist.

Einer ("die Erde") setzt sich in die Mitte auf den Drehstuhl.

Ein zweiter hält den Mond über die Positionen 1-8.

Der Mittlere blickt vom Stuhl immer in Richtung Mond. Er beschreibt welche Mondphase er auf dem Modellmond beobachten kann!

## Aufgabe:

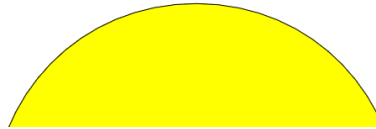
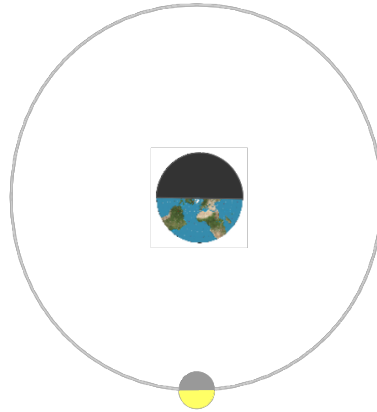
Ordnet die Bilder der Mondphasen ihrer Position auf dem Blatt zu.

Wieso beobachtet man diese Formen?

---

---

# Phänomene des Mondes



## Aufgabe:

[16]

Wieso hat der Mond im Experiment nicht die Modellsonne verdeckt?

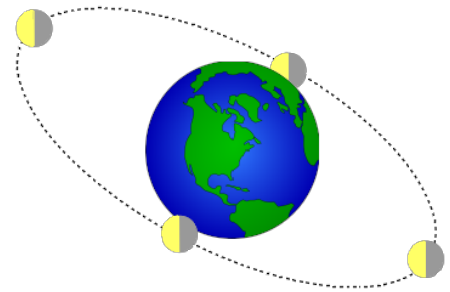
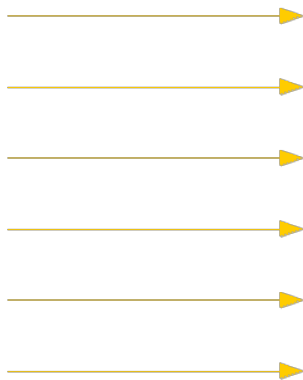
Wie müsste er stehen, damit er die Sonne verdeckt?

---

---

# Phänomene des Mondes

Dass der Mond die Sonne nicht verdeckt hat liegt daran, dass er oberhalb der Erde (also des Beobachters am Stuhl) stand.



[15]

In der Realität kreist der Mond auf einer gekippten Bahn um die Erde, steht also manchmal oberhalb der Sonne (wie im Experiment), manchmal aber auch unterhalb oder genau davor.

## Aufgabe:

Stellt euch so, dass ihr die schräge Mondbahn in der AR-Simulation sehen könnt.

Nicolaus Kopernikus

stellte in seinem heliozentrischen Weltbild statt der Erde die Sonne in den Mittelpunkt des Sonnensystems.

~~~~~

**Target 1**

~~~~~



Nicolaus Copernicus

[12]

# Phänomene des Mondes

Gerade habt ihr gesehen, wie der Mond manchmal oberhalb, manchmal unterhalb der Erde steht.

Dazwischen muss er daher natürlich auch stehen.

In seltenen Fällen, steht dann auch die Sonne in der Linie Erde-Mond und der Mond wirft einen Schatten auf die Erde.

Hört sich kompliziert an? In der AR-Simulation wird sichtbar was das heißt:

## Aufgabe: Sonnenfinsternis

Beobachtet, wie der Mond einen Schatten auf die Erde wirft.

Auf welchem Kontinent ist diese Sonnenfinsternis zu beobachten?

---

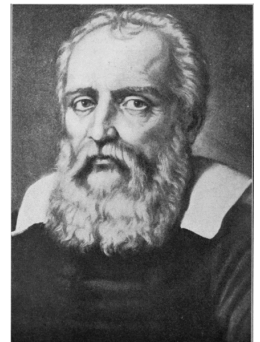
### Galileo Galilei

verbesserte das Fernrohr und machte damit die Beobachtung des Nachthimmels deutlich einfacher.

oooooooooooo

### Target 2

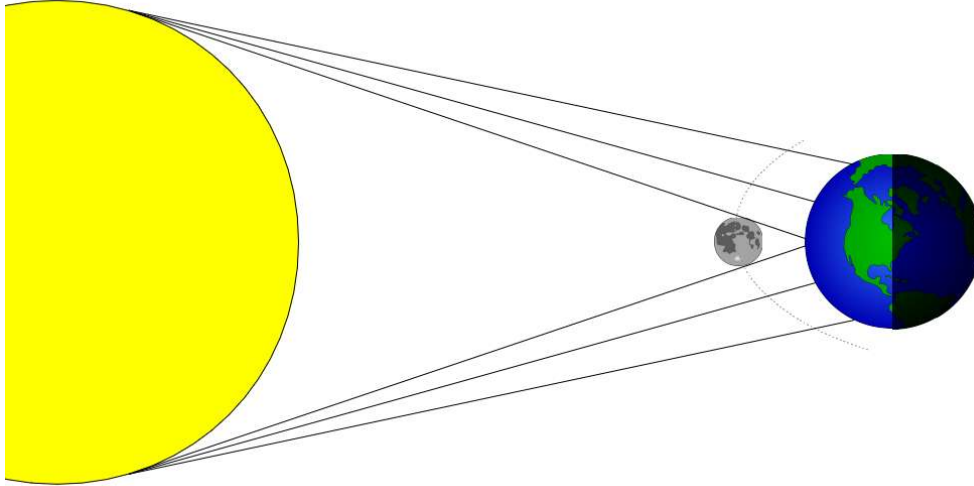
oooooooooooo



*Galileo Galilei*

[13]

# Phänomene des Mondes



[15+17]

Die **Lichtstrahlen** der Sonne **treffen** einen **kleinen Bereich nicht** mehr - nur hier ist Totalschatten!

Nur in dem kleinen Bereich auf der Erde kann man eine Sonnenfinsternis beobachten.

Weil eine Mondfinsternis allgemein nur selten auftritt, und sie dann nur sehr wenig Oberfläche auf der Erde (be)trifft, kann es viele Jahrzehnte dauern, bis am selben Ort - z.B. in Süddeutschland - eine Sonnenfinsternis auftritt.

# Phänomene des Mondes

Wir wissen jetzt also, dass der Mond seinen Schatten auf die Erde werfen kann.

Geht das auch „andersherum“? Kann also auch der Schatten der Erde auf den Mond fallen?

## Experiment: Mondfinsternis

Wo muss sich der Modellmond befinden, sodass er vom Schatten der Erde getroffen wird?  
(-> Im Experiment ausprobieren!)

Im August 2017 konnte man in den USA eine Sonnenfinsternis beobachten. Wo stand damals der Mond?  
(-> auch ausprobieren!)



# Phänomene des Mondes

Wie schon das Experiment zu den Mondphasen zeigt auch die Simulation die Realität nicht genau.

Die Entfernungen zwischen den Himmelskörpern sind viel größer.

Außerdem sind Erde und Mond winzig, im Vergleich zu Sonne und Erde.



Hier seht ihr die wirklichen Größenverhältnisse.

# Quellenverzeichnis

- [1] <http://sfairika.gr/site/wp-content/uploads/2015/12/biometriki-tautotita.jpg>
- [2] <https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/736x/7d/b8/e3/7db8e3fd56967806fbceac1c0c21b67d--augmented-reality-the-top.jpg>
- [3] <https://thumbs.dreamstime.com/t/moon-phases-collage-elements-image-provided-nasa47768123.jpg>
- [4] [http://www.learnline.schulministerium.nrw.de/suche/\\*\\*?contenttypes%5B%5D=Simulation&page=1&primary\\_service=sodis&keywords%5B%5D=Sehen](http://www.learnline.schulministerium.nrw.de/suche/**?contenttypes%5B%5D=Simulation&page=1&primary_service=sodis&keywords%5B%5D=Sehen)
- [5] <http://www.iconsfind.com/2017/02/21/control-device-gadget-gesture-handheld-tablet-touch-icon/>
- [6] Stationenheft: Lehr-Lern-Labor zum Thema Optik des Physik und ihre Didaktik Lehrstuhls an der Universität Würzburg <https://tetfolio.fu-berlin.de/tet/738474>
- [7] <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/3/3e/Emmetropia-GM.svg/1920px-Emmetropia-GM.svg.png>
- [8] <https://pixabay.com/p-303621/>; <https://pixabay.com/p-2303202/>
- [9] <https://pixabay.com/de/vollmond-mond-wolf-heulen-948567/>
- [10] [https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Ast%C3%A9rix#/media/File:Asterix\\_Parc\\_-\\_panoramio.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Ast%C3%A9rix#/media/File:Asterix_Parc_-_panoramio.jpg); [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Annular\\_eclipse\\_%22ring\\_of\\_fire%22.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Annular_eclipse_%22ring_of_fire%22.jpg)
- [11] [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Apollo\\_11\\_Launch\\_-\\_GPN-2000-000630.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Apollo_11_Launch_-_GPN-2000-000630.jpg)
- [12] [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f9/Kopernikus%2C\\_Nikolaus\\_-\\_Reu%C3%9Fner\\_1578\\_Portrait1.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f9/Kopernikus%2C_Nikolaus_-_Reu%C3%9Fner_1578_Portrait1.jpg);  
[https://de.wikipedia.org/wiki/Nikolaus\\_Kopernikus#/media/File:Nicolaus\\_Coppernicus\\_sig.png](https://de.wikipedia.org/wiki/Nikolaus_Kopernikus#/media/File:Nicolaus_Coppernicus_sig.png)
- [13] [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:PSM\\_V78\\_D338\\_Galileo\\_Galilei.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:PSM_V78_D338_Galileo_Galilei.png)  
[https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Galileo\\_Galilei\\_Signature\\_2.svg](https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Galileo_Galilei_Signature_2.svg)
- [14] [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Johannes\\_Kepler.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Johannes_Kepler.jpg)
- [15] <https://pixabay.com/en/earth-globe-world-america-23593/>
- [16] [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a6/Stereographic\\_projection\\_SW.JPG](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a6/Stereographic_projection_SW.JPG)
- [17] [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Moon\\_Sketch\\_vector.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Moon_Sketch_vector.svg)