

Wie entsteht eine Fata Morgana?

Du könntest deinen Vortrag mit einem kleinen Schauspiel als verirrter Wanderer in der Wüste beginnen. Binde dir z. B. ein Tuch gegen die Sonne um den Kopf, schleppe dich in den Klassenraum, setze eine Flasche an, mache deutlich, dass kein Wasser mehr darin ist. Starre dann auf einen entfernten Punkt und stammle etwas wie: „Wasser! Oder ist das wieder nur eine Fata Morgana?“

Die **Fata Morgana** kennen wir aus Geschichten – sie ist eine Täuschung, die verirrten Wanderern in der Wüste Wasser vorgaukelt. In Wirklichkeit ist dort jedoch kein Wasser. Aber gibt es denn wirklich solche Trugbilder? Ja, es gibt sie. Dieses Foto zeigt das Deadvlei – eine Senke in der Wüste Namib in Afrika. Hier regnet es höchstens alle 10 Jahre, ansonsten ist das Tal seit mehreren Hundert Jahren trocken. Trotzdem scheint Wasser zwischen den abgestorbenen Bäumen zu stehen – was sieht man hier, wenn dies kein See ist? Das führt uns zur ersten Frage:



► Zeige ein Bild einer Fata Morgana – einer scheinbaren Wasserfläche in der Wüste. Passe deinen Text an das Bild an, das du zur Verfügung hast.

► Optimal ist es, wenn du die Bilder z. B. über einen Beamer an die Wand projizieren kannst. Hast du diese Möglichkeit nicht, kannst du die Abbildungen auch herumgehen lassen.

Woran erkennt man eigentlich Wasserflächen?

Man erkennt Wasser ja auch dann, wenn es keine Wellen gibt, sondern eine spiegelglatte Oberfläche. Die Beschreibung als spiegelglatt gibt schon die Lösung – es ist die **Spiegelung** der Bäume und des Ufers, an der man das Wasser in diesem Bild erkennt.

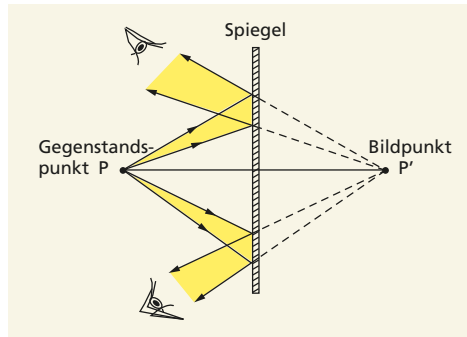


► An dieser Stelle zeige ein Bild einer Spiegelung in einer echten Wasserfläche.

Wie entsteht ein Spiegelbild?

Jeder Punkt eines Gegenstandes sendet Lichtstrahlen aus. Wir können diesen Gegenstand sehen, wenn Licht von ihm in unser Auge fällt. Fallen die Lichtstrahlen auf einen Spiegel oder eine Wasseroberfläche, werden sie dort reflektiert.

Fällt nun das reflektierte Licht ins Auge, stammt es zwar ursprünglich auch von dem Gegenstand. Sein Weg verläuft durch die **Reflexion** aber geknickt. Diesen Knick erkennt unser Gehirn nicht. Sondern es verlängert die Strahlen über den Spiegel hinaus nach hinten bis zu dem Punkt, an dem sie sich schneiden würden. Dort, am Schnittpunkt der Strahlen, sieht man das Spiegelbild des Gegenstandspunktes, von dem die Strahlen ausgegangen sind.



► Verdeutliche mit einem Zeigestock oder einem Laserpointer auf der Grafik, worüber du jeweils sprichst.

Eine Spiegelung erzeugt also den Eindruck von Wasser – weil in der Wüste ebenfalls eine Spiegelung der toten Bäume zu sehen ist, hat man den Eindruck, als stünde hier Wasser.

Wenn im Deadvlei jedoch kein Wasser steht, was ruft dann die Spiegelung hervor?

Es ist die Luft. Denn der Boden, ein heller, fast weißer Ton, kommt nicht als Spiegel infrage. Es bleibt also nur die Luft als spiegelndes Medium. Aber wie kann das sein – ein Spiegel oder auch eine Wasseroberfläche sind ja Grenzflächen, an denen Licht reflektiert wird. Die Luft dagegen umgibt uns gleichmäßig als Gas.

► Stelle die Frage nach der Ursache für die Spiegelung an dein Publikum. Gib ihm genügend Zeit, um über die Frage nachzudenken. Vielleicht kommt schon eine passende Idee.

Was außer Reflexionen verändert denn noch den Weg des Lichts?

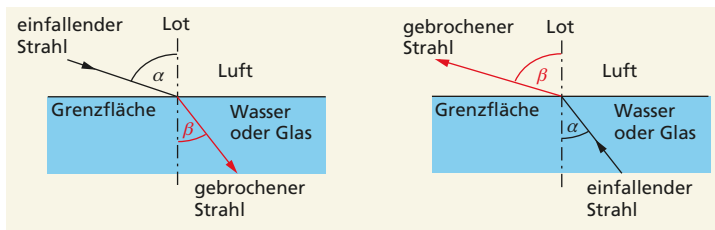
Licht kann gebrochen werden.

Die Lichtgeschwindigkeit ist abhängig von dem Stoff, in dem sich das Licht fortbewegt. Ein Maß für die Lichtgeschwindigkeit ist die **Brechzahl**: Ist die Brechzahl groß, ist die Lichtgeschwindigkeit klein und man nennt den Stoff **optisch dicht**.

Ist die Brechzahl klein, ist die Lichtgeschwindigkeit groß und man nennt den Stoff **optisch dünn**.

Tritt Licht nun von einem Stoff in einen anderen Stoff mit einer anderen Brechzahl ein, ändert sich auch die Geschwindigkeit des Lichts und der Lichtstrahl bekommt an der Grenzfläche einen Knick – man sagt: Das Licht wird **gebrochen**.

► Auch diese Frage kannst du wieder an deine Zuhörer richten.



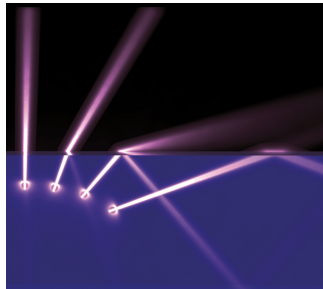
► Benutze wieder den Stock oder den Pointer, um die Brechung an den beiden Grafiken zu verdeutlichen.

Beim Übertritt von einem optisch dünnen in einen optisch dichten Stoff wird das Licht zum Lot hin gebrochen – das sieht man in der linken Abbildung, wo ein Lichtstrahl von Luft in Wasser fällt.

Beim Übertritt von einem optisch dichten in einen optisch dünnen Stoff wird das Licht vom Lot weg gebrochen.

Dieses Foto zeigt den Verlauf verschiedener gebrochener Strahlen, die von Wasser in Luft übergehen. Fällt euch einer der Strahlen als besonders auf?

Der besondere Strahl ist der ganz rechts in der Abbildung. Dieser Strahl wird an der Grenzfläche von Wasser zu Luft so stark gebrochen, dass er das Wasser nicht verlässt, sondern zurückgeworfen wird. Man nennt das eine **Totalreflexion**.



► Richte die Frage nach einem besonderen Strahl wieder an dein Publikum.

Totalreflexionen können auftreten, wenn Licht von einem optisch dichteren Medium in ein optisch dünneres fällt. Der Einfallswinkel muss dabei größer als ein bestimmter Winkel sein, den man den Grenzwinkel der Totalreflexion nennt.

Also kann auch die Brechung dazu führen, dass Licht reflektiert wird.

Aber auch für die Totalreflexion brauchen wir eine Grenzfläche – wo kann eine solche Grenzfläche in einer gleichmäßigen Lufthülle liegen? So gleichmäßig ist die Lufthülle aber gar nicht.

Welche Eigenschaften der Lufthülle sind nicht überall gleich?

Die Temperatur ist nicht überall gleich. Der Boden in der Wüste ist sehr heiß, dadurch erwärmt sich auch die Luftschicht direkt über dem Boden. Nach oben hin nimmt die Temperatur der Luft ab.

Man hat hier also vereinfacht gesagt zwei Luftschichten – eine warme am Boden und eine kalte darüber.

Die Temperatur der Luft beeinflusst aber ihre Brechzahl.

Denn in Gasen ist die Brechzahl abhängig von der Dichte. Die Dichte eines Gases wiederum ist abhängig von seiner Temperatur – je höher die Temperatur, desto geringer die Dichte, und je geringer die Dichte des Gases ist, desto geringer ist die Brechzahl.

Heiße Luft hat also eine geringere Dichte und damit auch eine geringere Brechzahl.

Kalte Luft hat entsprechend eine höhere Dichte und eine höhere Brechzahl.

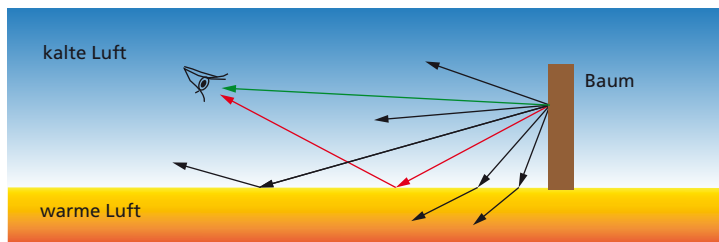
Die Unterschiede sind sehr gering. Trotzdem reichen diese Unterschiede zwischen heißer und kalter Luft aus, um eine Spiegelung in der Luft zu erzeugen. Man spricht daher auch von einer Luftspiegelung. Eine Fata Morgana ist also eine Luftspiegelung.

Wir kennen nun die Brechung und die Totalreflexion und wissen, dass die Brechzahl von der Temperatur abhängig ist.

► Hier zeige eine Folie, in der dies stichpunktartig zu lesen ist, etwa so:
Heiße Luft → niedrige Brechzahl
Kalte Luft → hohe Brechzahl

Wie entsteht dadurch nun die Fata Morgana?

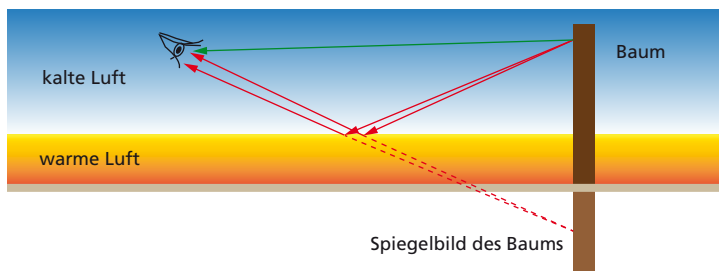
Die Skizze zeigt einen einsamen Baum in der Wüste, der von einem Auge betrachtet wird. Über dem Boden ist die Luft warm, darüber ist sie kalt.



► Benutze wieder den Zeigestock oder den Laserpointer, um die Strahlenverläufe an den beiden Grafiken zu verdeutlichen.

Von jedem Punkt des Baums gehen unendlich viele Lichtstrahlen aus – hier sind für einen dieser Punkte einige der Strahlen skizziert. Manche Strahlen gehen nur durch die kalte Luftschicht, manche treffen auf die Grenze zur warmen Luftschicht und werden dort gebrochen. Und für einige von den gebrochenen Strahlen ist der Einfallswinkel so groß, dass es zur Totalreflexion an dieser Grenzschicht kommt.

Für das, was man sieht, sind die Lichtstrahlen entscheidend, die ins Auge fallen. Das sind zum einen Strahlen, die direkt vom Baum kommen – wie der grüne Strahl. Zum anderen sind das die im passenden Winkel total reflektierten Strahlen wie der rote. Wie bei einer gewöhnlichen Spiegelung verlängert das Gehirn die ins Auge treffenden Strahlen geradlinig



nach hinten – sodass man dort ein Spiegelbild des Baums sieht. Und natürlich sieht man auch Spiegelungen von der Umgebung wie den Sanddünen oder dem Himmel. So entsteht der Eindruck einer Wasserfläche mitten in der Wüste.

Gibt es Fata Morganas nur in der Wüste?

Man muss nicht in die Wüste gehen, um eine solche Luftspiegelung zu sehen – im Sommer sieht man über dem erhitzten Asphalt der Straßen auch häufig Luftspiegelungen, die einem Wasserpfützen vorgaukeln. Auch das Watt kann sich in der Sonne so aufheizen, dass die Luftschicht über ihm warm genug für eine Luftspiegelung ist.

▶ Stelle die Frage deinem Publikum. Die Luftspiegelungen über der Straße werden sicher einigen einfallen.



Urheberverzeichnis

Abbildungen: © Science Photo Library/TEK IMAGE 3; Artesia Wells/Shutterstock.com 5; BogDog/Shutterstock.com 1 (unten); Maurus Spescha/Shutterstock.com 1 (oben); Soloviova Liudmyla/Shutterstock.com 1; Wasant/Shutterstock.com 5; Dr. Wiebke Salzmann (Grafiken S. 4)

Autorin: Dr. Wiebke Salzmann

© Duden 2021
Bibliographisches Institut GmbH
Mecklenburgische Straße 53, 14197 Berlin

ISBN des zugehörigen Buchs: 978-3-411-71047-8
www.duden.de