

3D-Kino

Laborbuch von



Universität Hamburg
DER FORSCHUNG | DER LEHRE | DER BILDUNG



3D-Kino

Wie viele 3D-Filme habt ihr in eurem Leben schon im Kino gesehen? Oder habt ihr vielleicht sogar einen 3D Fernseher zu Hause? Bilder und



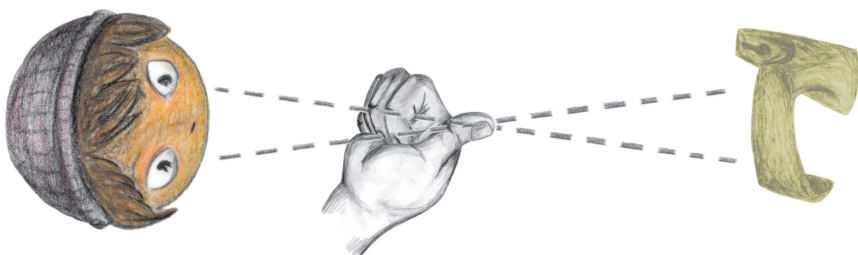
Filme anzuschauen, die nicht nur zweidimensional sind, sondern uns einen räumlichen Eindruck vermitteln, ist heute nichts Ungewöhnliches mehr. Für mich ist es aber immer wieder auf's Neue beeindruckend. Ich schaue durch eine Brille auf eine flache Leinwand und habe plötzlich das Gefühl, dass das Bild auf mich zukommt. Und habt ihr schon einmal durch eine Virtual Reality Brille geschaut? Wahnsinn!

Das Prinzip hinter dieser Technik ist dabei sehr simpel. Um es zu verstehen, genügt es zu wissen, warum wir Menschen überhaupt dreidimensional sehen können.

Räumliches Sehen

Grundvoraussetzung für räumliches Sehen sind vor allem zwei funktionierende Augen. Das Bild, das du mit deinem rechten Auge siehst, ist ein klein wenig anders, als das, das du mit dem linken Auge siehst. Das fällt besonders auf, wenn du z.B. deinen Daumen ausstreckst und ihn vor die Türklinke hältst. Wenn du nun erst das eine und dann das andere Auge zukneifst, dann sieht es so aus, als würde der Daumen vor der Klinke immer hin- und herspringen.

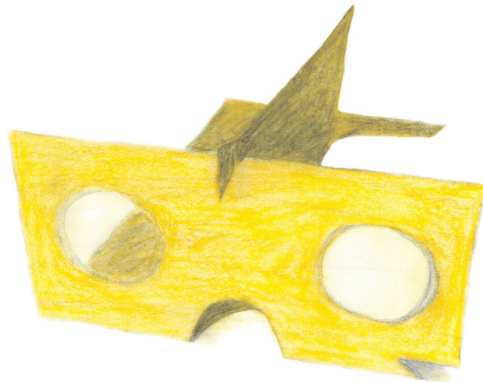
Mit Hilfe der Zeichnung unten kannst du verstehen, warum das so ist. Deine Augen sind natürlich nicht am selben Fleck im Gesicht, sondern haben einen Abstand von etwa 6,5 cm. Das heißt, das linke Auge guckt unter einem etwas anderen Winkel auf den Daumen und die dahinter liegende Klinke als das rechte. So kommen zwei leicht unterschiedliche Bilder zustande. Aus diesen beiden Bildern kann dein Gehirn nun die Entfernung zwischen deinem Daumen und der Klinke abschätzen und daraus ein räumliches Bild konstruieren.



Das ist wirklich eine Wahnsinnsleistung, die dein Hirn da ständig absolvieren muss. Du siehst nämlich tatsächlich immer nur einen ganz kleinen Ausschnitt wirklich scharf. Dein Auge justiert ständig nach und scannt so die Umgebung ab. Und immer muss dein Gehirn aus den unterschiedlichen beiden Bildern, die deine beiden Augen liefern, die Entfernungen der Gegenstände zueinander abschätzen. Und die Unterschiede sind wirklich sehr gering! Als Beispiel versuch mal die Unterschiede auf den beiden Bildern mit dem Stiftebecher nebenan zu finden (kleiner Tipp: betrachte z.B. die Spitze des vorderen hellblauen Stifts). Die beiden Bilder wurden mit einer Kamera im Abstand von etwa 6,5 cm aufgenommen, dem mittleren Abstand unserer Augen.



Unterbewusst nimmt dein Gehirn die Unterschiede bei den beiden Stiftebechern sofort wahr und kann aus den zwei Bildern einen 3D-Eindruck erstellen. Du musst es nur schaffen, dass das linke Bild nur von deinem linken Auge gesehen wird, das rechte Bild nur von dem rechten. Dann überlagern sich die beiden Bilder und ein räumlicher Eindruck entsteht. Als Hilfe kannst du ein Stereoskop (siehe Abbildung unten) benutzen. Wenn du gerade keins zur Hand hast, kannst du es auch mit dem 'Parallelblick' versuchen. Halte dafür das Heft in einigem Abstand vor deine Augen und versuche nun quasi durch das Heft hindurch zu schauen. Dann wirst du beide Bilder doppelt sehen. Nun musst du versuchen, die beiden mittleren Bilder zu überlagern. Nach einiger Zeit sollte sich ein 3D-Eindruck einstellen.



Für dreidimensionales Sehen brauchen wir also ein leistungsfähiges Hirn und zwei, in unterschiedlichem Abstand aufgenommene, Bilder. Beim Menschen bekommen wir diese leicht unterschiedlichen Bilder durch den Abstand unserer Augen zueinander.

Daumen-Experiment

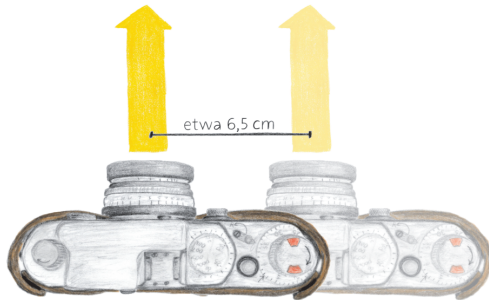
Nun könntest du einwenden, dass du auch mit nur einem Auge noch dreidimensional sehen kannst. Aber das stimmt nicht. Das wirkt nur so, weil wir noch andere Möglichkeiten haben um Entfernungen abzuschätzen. So weiß dein Gehirn auch unterbewusst, dass Dinge, die weiter weg sind, etwas kleiner erscheinen. Oder du siehst den Schatten eines Objektes und bekommst dadurch einen dreidimensionalen Eindruck. Oder du erkennst, dass ein Objekt, welches vor einem anderen steht, natürlich auch näher an dir dran ist als das andere. Es gibt also viele Hilfen, die uns einen 3D-Eindruck vermitteln können.

Eine echte räumliche Tiefe bekommst du nur mit zwei funktionierenden Augen. Dazu ein kleines Experiment: Versuche mal, mit einem geschlossenen Auge deine Zeigefinger vor deinen Augen an den Fingerspitzen zusammen zu führen. Und dann probiere es noch mal mit geöffneten Augen ...



3D-Kino

Jetzt weißt du also, warum du 3D sehen kannst. Und du hast auch schon gelernt, wie wir einen solchen 3D-Eindruck künstlich erzeugen können (nämlich indem wir mit einer Kamera zwei Bilder im Abstand von etwa 6,5 cm aufnehmen und diese dann mit einem Stereoskop oder dem Parallelblick betrachten). Aber wie funktioniert das im Kino? Um die Technik der aktuellen real3D-Projektionen zu verstehen, müssen wir einen kurzen Ausflug in das Thema 'Licht' machen.



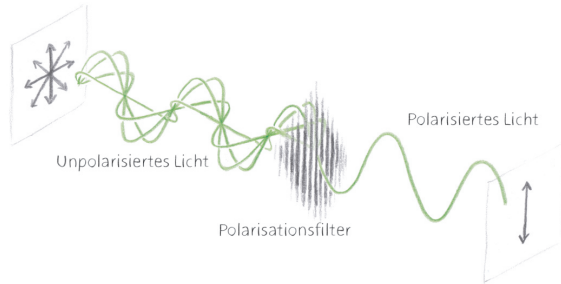
Wenn wir in der Physik von Licht sprechen, dann denken wir in der Regel nicht nur an einen Lichtstrahl, sondern wir stellen uns das Licht als eine Welle vor. Eine Welle, die im Raum schwingt, wie zum Beispiel auch eine einfache Seilwelle. Hast du mal ausprobiert, mit einem Seil eine Welle zu schlagen? Du hast viele verschiedene



Möglichkeiten die Welle zu schlagen. Entweder immer von oben nach unten oder von rechts nach links oder irgendwas dazwischen. Bei der Lichtwelle ist es tatsächlich genau das gleiche. Auch eine Lichtwelle kann im Raum in

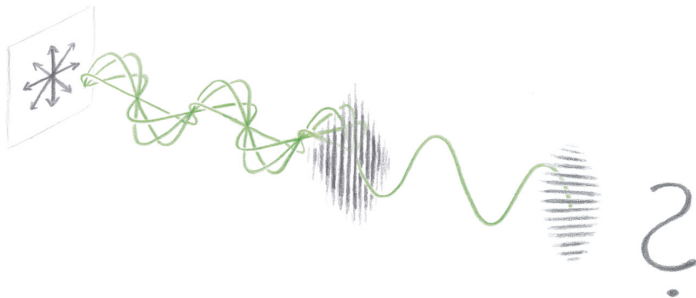
unterschiedliche Richtungen schwingen, ähnlich wie auf der Abbildung auf Seite 5. Diese Schwingungsrichtung einer Lichtwelle wird in der Physik Polarisation genannt.

Eine reguläre Glühlampe sendet Lichtwellen aus, die in alle möglichen Richtungen schwingen. In der Physik würden wir sagen, das Licht ist unpolarisiert. Um



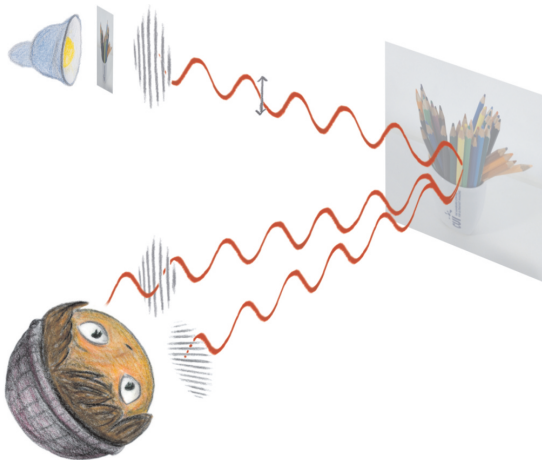
daraus polarisiertes Licht, also Licht, bei dem alle Wellen in die gleiche Richtung schwingen, zu machen, kann ich einen Filter, Polarisationsfilter genannt, benutzen. Dieser Filter lässt jetzt nur noch Lichtwellen mit einer bestimmten Schwingungsrichtung durch.

Jetzt baue ich noch einen zweiten Filter hinter den ersten, der genau senkrecht zum ersten orientiert ist. Kannst du dir denken, was jetzt mit den Lichtwellen passiert?



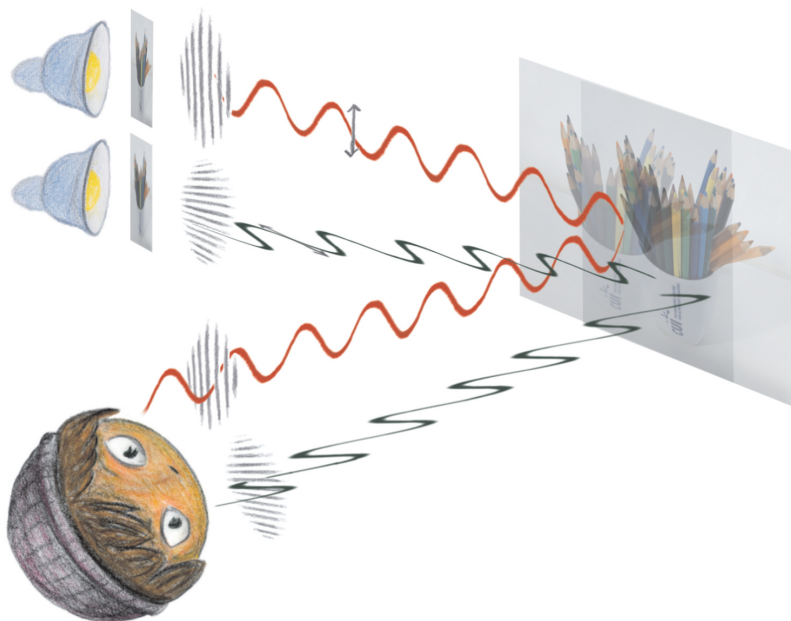
Hast du es erraten? Es kommt kein Licht mehr durch! Aber was hilft das jetzt bei der Kinoprojektion von 3D-Filmen? Nun ja, die große Herausforderung ist ja, dass z.B. das linke Auge nur das für das linke Auge bestimmte Bild zu sehen bekommt. Ich nenne es im Folgenden der Einfachheit halber 'linkes Bild'. Gleiches gilt für das rechte Auge und das 'rechte Bild'. Von der Leinwand werden aber nun beide Bilder gleichzeitig projiziert und somit auch von beiden Augen gleichzeitig gesehen. Und genau da hilft das Prinzip der Polarisation.

Das 'linke Bild' wird von einem Projektor, aus dem unpolarisiertes Licht kommt, durch einen Filter geschickt. Das 'linke Bild' besteht nun also nur noch aus polarisiertem Licht. In der Skizze unten habe ich es rot dargestellt. Die Leinwand, auf die das Licht dann trifft, ist mit Silber beschichtet. Die Reflexion an einer solchen silberbeschichteten Leinwand ändert nichts an der Polarisation des Lichtes. Somit trifft das polarisierte Licht des 'linken Bildes' nach der Reflexion an der Leinwand gleichzeitig in dein linkes und dein rechtes Auge. Am Kinoeingang hast du aber eine Brille bekommen. Diese Brille hat anstelle von Brillengläsern ebenfalls Polarisationsfilter. Wenn du die Brille also aufsetzt, dann hast du jetzt vor jedem deiner Augen einen solchen Filter.



Und zwar ist der Filter vor deinem linken Auge parallel zu dem Filter vor dem 'linken Bild' ausgerichtet. Der Filter vor deinem rechten Auge ist genau senkrecht dazu. Jetzt musst du noch einmal kurz an das Rätsel von Seite 6 denken. Da haben wir gesehen, dass das Licht einen parallelen Filter passieren kann, einen senkrecht zur Schwingungsrichtung orientierten aber nicht. Somit kann also das Licht des 'linken Bildes' nur in dein linkes Auge gelangen, nicht jedoch in dein rechtes.

Analog funktioniert das mit dem 'rechten' Bild. Jetzt gelangt also nur das 'linke Bild' in dein linkes Auge und das 'rechte Bild' in dein rechtes Auge. Beide Bilder kommen aber vom gleichen Ort, von der Leinwand, werden im Kopf also überlagert und voilà, du kannst das Bild in 3D sehen!



This image shows a single page of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There is no handwriting or other markings on the paper.

This image shows a single page of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There is no handwriting or other markings on the paper.

This image shows a single page of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There is no text or other markings on the page.

This image shows a single page of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There is no handwriting or other markings on the paper.

IMPRESSUM:

Universität Hamburg, Light & Schools (www.lightandschools.de)

Text, Bilder, Layout: Dortje Schirok (dortje.schirok@uni-hamburg.de)

Inspiriert durch ThorLabs (www.thorlabs.com)