

## Dreidimensionale virtuelle Welten

### Stereoskopische 3-D Darstellung

Im Alltag ist für uns dreidimensionales Sehen selbstverständlich. Und auch in vielen beruflichen Bereichen, wie bei Konstruktionen, werden dreidimensionale Skizzen angefertigt. Aber wie funktioniert das 3D-Sehen überhaupt?

Bei dem Begriff „virtuellen Welten“ denkt fast jeder an Computerspiele und die 3D-Kinofilme der letzten Jahre: Avatar und Co. Es gibt jedoch noch viele andere Einsatzmöglichkeiten dieser sich rasch fortentwickelnden Technik, wie die Medizin, das Ingenieurwesen, ja sogar die Psychologie! Doch auch hier stellt sich die Frage: Wie entsteht eigentlich der 3D-Effekt auf zweidimensionalen Leinwänden, Fernsehbildschirmen und Computermonitoren?

# Stereoskopische 3D-Darstellung



Ein Stereoskop im ehemaligen Wiener Praterkino „Kaiserpanorama“ um 1900.  
Bild: Wikimedia

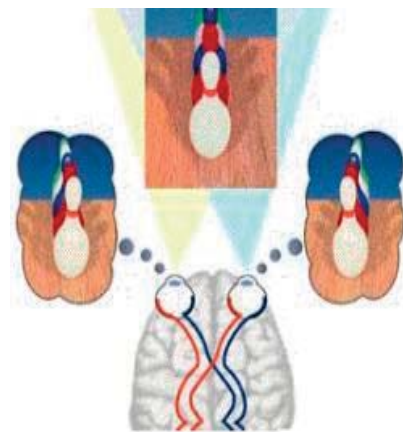
## Anfänge der Stereoskopie

Dreidimensionale Darstellungstechniken gibt es bereits seit Mitte des 19. Jahrhunderts. 1838 baute der Physiker Charles Wheatstone einen Betrachtungsapparat, das Stereoskop. Über eine Spiegelkonstruktion wurden zwei Halbbilder in die Augen des Betrachters reflektiert. In den Anfängen der 3D-Betrachtung nutzte man jedoch zunächst Zeichnungen, da die Fotografie noch in den Kinderschuhen steckte.

## Wie funktioniert räumliches Sehen?

Der Augenabstand des Menschen beträgt ca. sechs Zentimeter. Daher sehen wir alles in unserer Umwelt zweimal aus leicht unterschiedlichen Perspektiven. Jedes Auge sieht also ein anderes Bild. Erst unser Gehirn errechnet aus den unterschiedlichen Halbbildern die Tiefeneinwirkung und setzt beide Bilder zu einem räumlichen Eindruck zusammen.

Das Prinzip des räumlichen Sehens kann man leicht testen: Dazu hält man



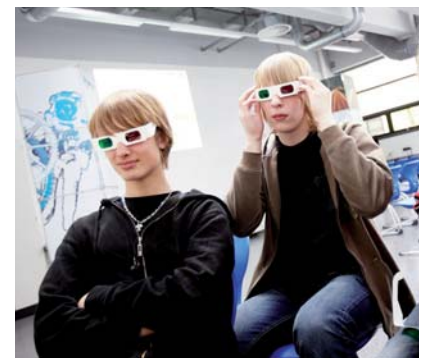
Das Prinzip des dreidimensionalen Sehens.

seinen Daumen mit ausgestrecktem Arm vor die Nase. Schließt man nun abwechselnd die Augen, bemerkt man, wie das Bild springt.

## Weitere Techniken

### Anaglyphen-Bilder

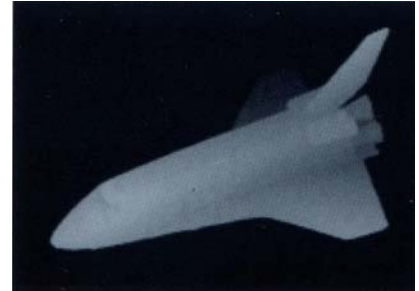
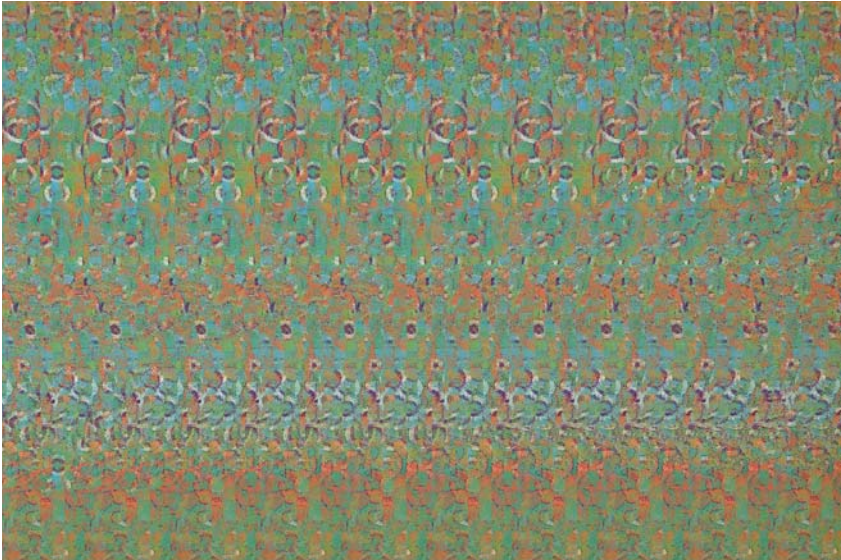
Fast jeder kennt sie, die Rot-Grün- oder Rot-Cyan-Bilder, zu deren Betrachtung man eine 3D-Brille mit entsprechenden Farbfiltern braucht. Bei dieser Technik werden die beiden Halbbilder in Komplementärfarben eingefärbt und übereinander gedruckt. Die ersten 3D-Kinofilme basierten auf der Anaglyphen-Technik, deren Nachteil jedoch die fehlende Farbwiedergabe ist: Anaglyphenbilder oder -Filme zeigen meist nur Schwarzweiß-Bilder.



Schüler betrachten mit Rot-Grün-Brillen Anaglyphenbilder.

### Autostereogramme

In den 1990er Jahren waren diese großformatigen Bilder, die bunte, sich wiederholende Muster zeigen, sehr beliebt. Um den 3D-Effekt zu erleben, muss man diese Bilder zunächst vor die Nase halten, sie langsam vom Gesicht



Diese Raumfähre verbirgt sich im links stehenden Autostereogramm.

wegführen und nach Möglichkeit dabei nicht blinzeln. Man muss dabei versuchen, anders auf das Bild zu schauen, als man es normalerweise tut - fast, als würde man durch das Bild hindurch sehen wollen. Die meisten Menschen sehen nach einiger Zeit ein räumliches Objekt, aber es gibt auch Personen, bei denen die Autostereogramm-Technik gar nicht funktioniert.

### 3D-Monitore und -Kinofilme

Sie werden immer beliebter: 3D-Monitore, mit denen man Filme oder Computerspiele räumlich erleben kann. Es gibt verschiedene Techniken, die dabei zum Einsatz kommen: das Polarisationsverfahren, Shutter-Brillen oder eine dem Monitor vorgeschaltete Barrieremaske. Bei Kinofilmen wird vor allem das Polarisationsverfahren verwendet, das im Gegensatz zur Anaglyphen-Technik auch Farben darstellen kann.

### Das Experiment

Zunächst erarbeiten wir uns die Grundlagen, die für eine dreidimensionale Computerdarstellung nötig sind. Neben der Beleuchtung und der Perspektive spielt dabei auch die sogenannte Objektverdeckung eine große Rolle.

Wir lernen verschiedene 3D-Techniken kennen und überprüfen sie. Funktionieren die vorab beschriebenen Verfahren wirklich? Wir testen Stereobildpaare, Anaglyphenbilder, Autostereogramme und einen 3D-Computermonitor. Wie gut ist der 3D-Effekt? Braucht man Hilfsmittel zur Betrachtung der Bilder? Wo liegen die Vor- und Nachteile der einzelnen Techniken? Und wie funktioniert die Polarisationsbrille, mit der wir 3D-Kino erleben können. Wo liegt überhaupt der Unterschied zur Shutter-Brille?

### Erstellung eines Anaglyphenbildes

Professionelle Anaglyphenbilder (wie das von der Marsoberfläche auf der Vorderseite) werden mit speziellen Kameras aufgenommen, aber man kann Rot-Grün-Bilder auch ganz leicht ohne Profiausstattung erstellen. Dazu benötigt man lediglich eine Digitalkamera und einen Computer mit einem Bildbearbeitungsprogramm.

Nachdem wir zwei Fotos (von Euch selbst, vom Schülerlabor oder sonstigen Personen oder Objekten) geschossen haben, bearbeiten wir sie am Computer: eines wird rot eingefärbt, eines grün. Beide übereinander gelegt, etwas verschoben - fertig!

## Glossar

### Komplementärfarben

Farben, die miteinander gemischt, einen Grau-Schwarz-Ton ergeben. Sie werden auch Ergänzungsfarben genannt. Dazu zählen die Farbpaare Rot-Grün, Blau-Orange sowie Gelb-Violett.

### Polarisation

Licht besteht aus Wellen, die sich in alle Raumrichtungen ausbreiten und deren Teilchen rechtwinklig zu ihrer Ausbreitungsrichtung schwingen. Mit Filtern, so genannten Polarisationsfiltern, kann man Lichtteilchen, die in eine bestimmte Richtung schwingen, herausfiltern. So kann man polarisiertes Licht, dessen Teilchen in eine vorgegebene Richtung schwingen, erzeugen. Polarisationsfilter finden nicht nur bei den gleichnamigen Brillen Verwendung; in der Fotografie kann man mit ihnen Reflexionen reduzieren und auch in Sonnenbrillen und LCDs (Liquid Crystal Display) kommen sie zum Einsatz

### Shutter-Brillen

Die Gläser dieser Spezialbrillen bestehen aus einem LCD mit Flüssigkristallen, das elektronisch zwischen durchlässig und undurchlässig umgeschaltet werden kann. Um den 3D-Effekt richtig erleben zu können, braucht man zusätzlich spezielle Monitore, deren Bildwiederholungsrate mit 120 Herz doppelt so hoch liegt, wie bei herkömmlichen Bildschirmen. Diese Frequenz ist notwendig, weil zwei unterschiedliche Bilder mit jeweils 60 Herz im Wechsel gezeigt werden. Die Shutter-Brille verschließt im gleichen Takt immer ein Auge.

### Stereoskop

Ein Gerät, das es ermöglicht, jedem Auge des Betrachters ein anderes Bild zu zeigen. So entsteht, bei der Betrachtung zweier Aufnahmen einer Stereokamera im Gehirn die Wahrnehmung eines räumlichen Bildes.

### Stereoskopie

Ein Verfahren, das es ermöglicht, zweidimensionalen Bildern räumliche Wirkung zu verleihen. Dazu werden paarweise Bilder (Halbbilder) erstellt, die jedem Auge mit einem Stereoskop getrennt zugewiesen werden.

## Das DLR im Überblick

Das DLR ist das nationale Forschungszentrum der Bundesrepublik Deutschland für Luft- und Raumfahrt. Seine umfangreichen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten in Luftfahrt, Raumfahrt, Verkehr und Energie sind in nationale und internationale Kooperationen eingebunden. Über die eigene Forschung hinaus ist das DLR als Raumfahrt-Agentur im Auftrag der Bundesregierung für die Planung und Umsetzung der deutschen Raumfahrtaktivitäten sowie für die internationale Interessenswahrnehmung zuständig. Das DLR fungiert als Dachorganisation für den national größten Projektträger.

In den dreizehn Standorten Köln (Sitz des Vorstandes), Berlin, Bonn, Braunschweig, Bremen, Göttingen, Hamburg, Lampoldshausen, Neustrelitz, Oberpfaffenhofen, Stuttgart, Trauen und Weilheim beschäftigt das DLR circa 6.500 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Das DLR unterhält Büros in Brüssel, Paris und Washington D.C.

## Die TU Dortmund

Natur zu erforschen, Menschen zu bilden, technische Herausforderungen anzunehmen und den damit verbundenen kulturellen und gesellschaftlichen Wandel unserer Gesellschaft mitzugestalten, dies sind die Kernaufgaben der Technischen Universität Dortmund.

An den 16 Fakultäten der TU Dortmund studieren über 22.000 Menschen. Schwerpunkte liegen hier in den Natur- und Ingenieurwissenschaften sowie in der Lehrerbildung.



**Deutsches Zentrum  
für Luft- und Raumfahrt e.V.**  
in der Helmholtz-Gemeinschaft

**DLR\_School\_Lab TU Dortmund**  
Gebäude BCI, Raum F1-U01  
Emil-Figge-Straße 66  
44221 Dortmund

Leitung Dr. Sylvia Rückheim  
Telefon 0231 755-6356  
Telefax 0231 755-3187  
E-Mail [schoollab-tudortmund@dlr.de](mailto:schoollab-tudortmund@dlr.de)

[www.DLR.de/dlrschoollab/tu-dortmund](http://www.DLR.de/dlrschoollab/tu-dortmund)