



ozean der zukunft  
DIE KIELER MEERESWISSENSCHAFTEN

# KINDER- UND SCHÜLERUNI KIEL 2011

| Für Schülerinnen und Schüler von 12 bis 16 Jahren

**3D in Kino und Wohnzimmer – wie funktioniert das?**  
Begleitheft zum Vortrag von Prof. Dr.-Ing. Reinhard Koch



## 3D IN KINO UND WOHNZIMMER - WIE FUNKTIONIERT DAS?

Prof. Dr.-Ing. Reinhard Koch,  
Multimediale Informationsverarbeitung,  
Institut für Informatik, CAU



Der Fussball vor Deiner Nase - zum Greifen nahe. Du hast das Gefühl, er kommt direkt auf Dich zu. Aber wie funktioniert das eigentlich? Und warum braucht man manchmal eine spezielle Brille und manchmal nicht? Das erklärt der Informatiker Professor Reinhard Koch.

### 3D IN KINO UND WOHNZIMMER – WIE FUNKTIONIERT DAS ?

3D-Kinofilme haben in den letzten Jahren die Kinos und Filmtheater erobert und zu neuen Umsatzrekorden geführt. 3D-Funktionalität gilt bei Fernsehern als zugkräftiges Verkaufsargument und immer mehr Filme werden in 3D produziert. Spielekonsolen, Smartphones und Camcorder werden zunehmend mit brillenlosen 3D-Displays ausgestattet.

3D-Darstellungen sind keine neue Erfindung, denn schon seit der Entwicklung der Photographie in der Mitte des 19. Jahrhunderts wurden Stereophotos zur räumlichen Darstellung eingesetzt. Bereits in den 1920er Jahren wurden erste 3D-Filme gedreht und in den 1950er Jahren gab es eine große Anzahl von 3D-Filmen im Kino. Erst heutzutage allerdings steht mit der Digitalisierung der Medien eine ausgereifte Technik für Produktion und Wiedergabe zur Verfügung. Und es hat sich ein Verständnis für die Besonderheiten der Produktion von 3D-Effekten entwickelt, welche auch die menschliche Wahrnehmung einbeziehen.

In meinem Vortrag werde ich auf Geschichte, Entwicklung und zukünftige Trends der zugrundeliegenden 3D-Technologie eingehen, speziell auf stereoskopisches (brillenbasiertes) Kino sowie auf neuartige autostereoskopische (brillenlose) Techniken für den 3D-Fernsehbereich und die Spielekonsolen.

### WARUM SEHEN WIR 3D?

Wir Menschen und auch viele Tiere können die Welt dreidimensional sehen (auch stereoskopisches Sehen genannt), weil unsere zwei Augen leicht seitlich um ca. 6.5 cm verschoben, angeordnet sind. Wenn wir unsere Umgebung betrachten, dann sehen wir diese aus zwei leicht gegeneinander verschobenen Ansichten. Bei der Betrachtung eines Objektes versuchen wir nun, das Objekt genau zu sehen und drehen die Augäpfel so, dass sie das Objekt genau anschauen. Diese Neigebewegung der Augen wird **Konvergenz** genannt. Je näher ein Objekt ist, umso größer ist der Drehwinkel der Augen. Zugleich stellt sich das Auge automatisch scharf, es fokussiert entfernungsabhängig wie eine Kamera. Dieses Scharfstellen wird beim Auge **Akkommodation** genannt. Beide Vorgänge, Konvergenz und **Akkommodation**, laufen automatisch ab und sind miteinander durch die Entfernung zum Objekt gekoppelt. Im Sehsystem werden dann beide Bilder, zusammen mit der

Information über Konvergenz und Akkommodation, zu einem 3D-Bild im Gehirn zusammengebracht. Dieses bezeichnet man als 3D-Fusion.

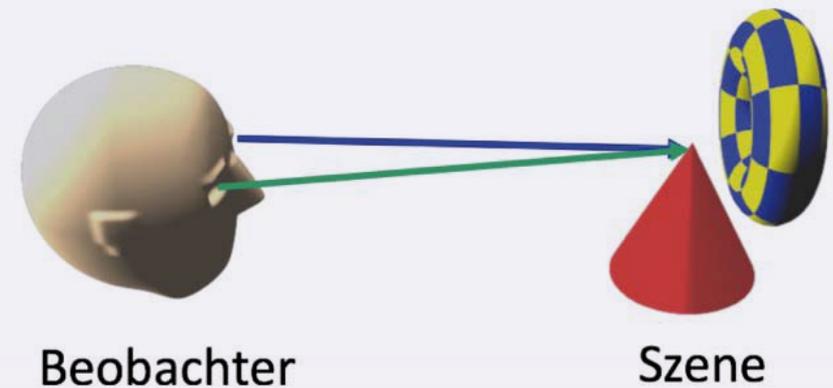


Abb. 1: Eine Person beobachtet eine 3D-Umgebung mit beiden Augen. Das Sehsystem kann 3D sehen, sofern die beiden Augenbilder noch fusioniert werden können.

Wenn ein Objekt zu nah kommt, dann können die Augen nicht weiter drehen, und wir sehen Doppelbilder. Ein einfaches Experiment zeigt dies: Betrachte Deinen Zeigefinger aus Armlängenabstand, und Du kannst ihn in 3D sehen. Bringe den Zeigefinger immer näher zur Nase und verfolge ihn mit den Augen. Ab einem bestimmten Abstand siehst Du den Finger zwei mal als Doppelbild, die Augen können nicht weiter konvergieren. Das Doppelbild siehst Du auch, wenn Du mit den Augen weit entfernte Objekte betrachtest



Abb. 2: Linkes und rechtes Auge sehen zwei tiefenabhängig verschobene Bilder, die zu einem einzigen 3D-Eindruck verbunden (fusioniert) werden.

und gleichzeitig den Finger nah vor die Augen hältst. Dann konvergieren die Augen auf das entfernte Objekt und nicht auf den Finger. Die Größe der Verschiebung des Doppelbildes ist hierbei von der Entfernung abhängig: Objekte, die weit weg sind, sind kaum verschoben, aber nahe Objekte weisen eine große Verschiebung auf. Diese Verschiebung wird auch **Disparität** genannt. Für kleinere Verschiebungen kann das Sehsystem diese zu einem 3D-Eindruck verbinden (fusionieren). Wird die Verschiebung zu groß, dann klappt die Fusion nicht mehr und wir sehen ein Doppelbild.

#### WARUM KANN ICH IM KINO 3D SEHEN?

Der Trick des 3D-Kinos besteht darin, den beiden Augen die verschobenen Ansichten der Umgebung naturgetreu vorzuspielen. Dazu benötigt man die beiden Ansichten für das linke und rechte Auge, die mit einer Stereokamera (2 Kameras, je eine für jedes Auge) aufgenommen werden. Zusätzlich muss dafür gesorgt werden, dass das linke Auge nur den „linken“ Film und das rechte Auge nur den „rechten“ Film sieht. Schon vor 160 Jahren erkannte der Physiker David Brewster dieses Prinzip, und es wurden bald **Stereoskope** zum 3D-Sehen gebaut – damals noch für Zeichnungen und stereoskopische Photographien.



Abb. 3: David Brewster (1781-1868), Physiker (Optik)

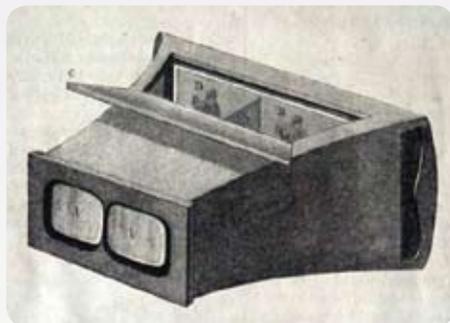


Abb. 4: Brewster-Stereoskop (1852)

Das Prinzip ist heute nicht viel anders, nur wird die Bildtrennung normalerweise mit Brillen bewerkstelligt. Zur Bildtrennung können z.B. Farben verwendet werden (rot/grün oder rot/blau), wobei die beiden Bilder einfach farbig übereinander gedruckt werden. Dabei geht leider die Originalfarbe verloren. Besser ist die Ausnutzung der Lichtpolarisation, wie sie heute in den 3D-Kinos eingesetzt wird.



Abb. 5: Links: Rot-Blau Farbbrille. Rechts: Polarisierte Farbbrille für 3D-Kino.

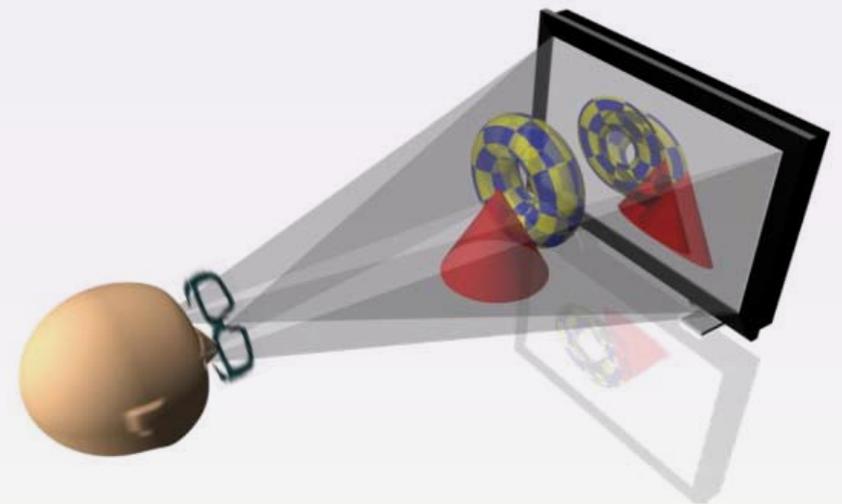


Abb. 6: Stereoskopisches Fernsehen mit Brille

## WIE WERDEN 3D-FILME HEUTE AUFGENOMMEN?

3D-Filme, besser **stereoskopische Filme** genannt, gibt es schon sehr lange. Bereits vor 90 Jahren wurde der erste 3D-Film mit rot/grün-Technik aufgenommen. In den 1950er Jahren gab es einen richtigen Run auf 3D-Filme mit Polarisationsbrillen. Die Effekte waren aber zu stark, es traten wegen zu großer Ungleichheit (= Disparität) Doppelbilder auf, und die Zuschauer bekamen Kopfschmerzen. Das lag auch daran, dass das Auge immer auf die Leinwand scharfstellt (akkommodiert), da dort das Bild erzeugt wird, aber auf die scheinbare Position der 3D-Objekte vor der Leinwand konvergiert, um Doppelbilder zu vermeiden. Dieser Konflikt erzeugt Unwohlsein beim zuschauen. Heutzutage hat man die korrekte Handhabung dieser Effekte besser verstanden, und speziell ausgebildete **3D-Filmemacher**, sogenannte **Stereographer**, können gute 3D-Effekte ohne Kopfschmerzen erzeugen. Insbesondere kann nun der Abstand der beiden Kameras zueinander sowie die Konvergenz kontrolliert werden.



Five-man crew clusters around big Natural Vision camera to line up shot for new 3-D movie.

## How They Make Movies Leap at You

Hollywood now challenges TV with a rush to three-dimensional films that add lifelike depth to scenes of exciting action.

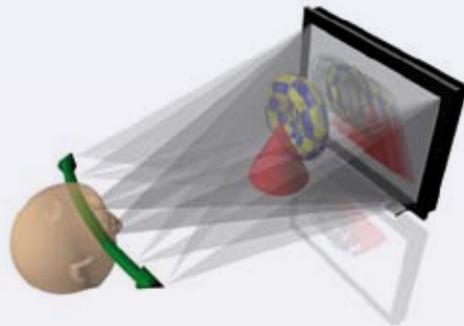
Abb. 7: Popular Science 1953: Stereo-Filmkamera mit zwei Augenkameras für links und rechts.



Abb. 8: Stereo-Aufnahmesystem mit zwei Filmkameras aus dem EU-Projekt 3D4YOU (2008-2011).

## 3D-SEHEN OHNE BRILLE: GEHT DAS AUCH?

Die 3D-Postkarte und das Wackelbild machen es vor: es geht auch ohne Brille! Einige neue Smartphones oder Spielekonsolen wie das Nintendo 3DS haben bereits spezielle 3D-Ausgabeschirme ohne Brille. Hierbei wird eine spezielle Folie vor den Bildschirm geklebt, welche eine große Anzahl an Zylinderlinsen enthält. Die Pixel des Bildschirms werden dadurch abgelenkt und treffen wahlweise in das linke oder rechte Auge. Durch geschickte Zuordnung der einzelnen Bildpunkte zu den Ansichten für die Augen kann so eine Art Projektor erzeugt werden, der das Bild ohne Brille trennt. Auch für 3D-Fernsehen ist so ein System möglich: es wird **Autostereoskopie** genannt. Da der Betrachter den Kopf nicht ganz still halten kann, ist hierfür nicht nur ein Stereobildpaar nötig, sondern es werden viele leicht verschobene Ansichten benötigt. Autostereoskopische Geräte haben heutzutage bis zu 28 Ansichten, damit man bequem vor dem Fernseher sitzen und sich auch bewegen kann.



## Pixelraster der Bilder

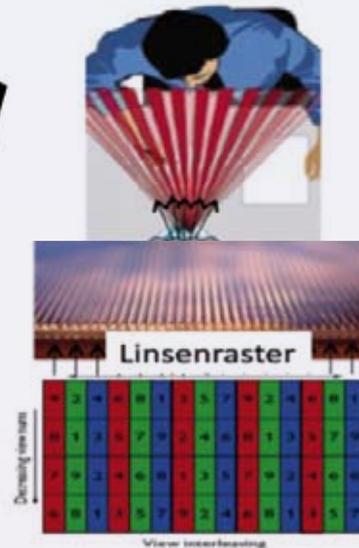


Abb. 9: Links: Autostereoskopischer Fernseher mit vielen Ansichten, ohne Brille. Rechts: Linsenraster vor dem Bildschirm erzeugt Projektionen für die beiden Augen.

### WOHER KOMMEN DIE VIELEN ANSICHTEN?

Wenn der Fernseher nicht 2 sondern 28 Ansichten benötigt, dann können diese vielen Ansichten nicht mehr direkt durch Kameras aufgenommen werden. Es wäre viel zu teuer und kompliziert, so viele Filmkameras gleichzeitig aufzustellen und abzuspielen. Die Datenmenge wäre auch viel zu groß dafür. Daher nutzt man einen Trick: statt der vielen Filme speichert man nur einen Farbfilm, und zusätzlich wird die Entfernung (Tiefe) der Umgebung gemessen und gespeichert. Dann können die unterschiedlichen Ansichten einfach aus dem Farbfilm und der Tiefe berechnet werden. Das funktioniert genau wie im Sehsystem, wo die Verschiebung der Bilder, die Disparität, ja tiefenabhängig ist. Tiefe und Farbe werden in einem speziellen Datenformat gespeichert und an das Autostereoskopie-System gegeben. Dieses berechnet dann automatisch alle Ansichten. Diese Technik ist noch in der Entwicklung, zeigt aber sehr vielversprechende Möglichkeiten auf. Mit etwas Aufwand und Bildverarbeitungsverfahren kann sogar ein wenig um die Objekte der Umgebung herum geschaut werden, um einen guten Tiefeneindruck zu erhalten.

Es ist auch möglich, einen 3D-Knopf zu konstruieren, der den 3D-Eindruck nicht nur ein- und ausschaltet, sondern auch die Tiefe per Drehknopf verändern kann. So kann individuell die Tiefe eingestellt werden ähnlich wie bei der Lautstärke oder der Farbe des Bildes.



Abb. 10: Aufnahmesystem für Autostereoskopie-Fernsehen. In der Mitte die Farbkamera, rechts und links Tiefenkameras, um die Umgebungsentfernung zu berechnen. Das System erzeugt das Spezialformat (Farbe+Tiefe) für das brillenlose 3D-Sehen im Fernsehen. Foto: © CAU

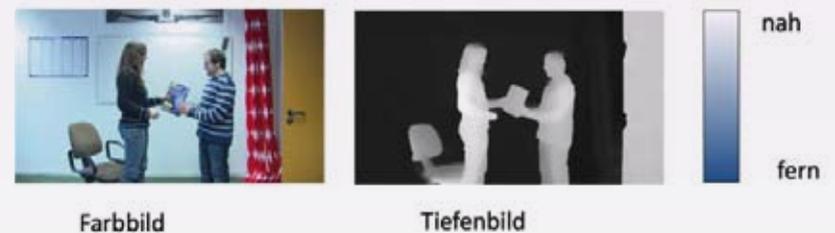


Abb. 11: Ausgabeformat mit Farbe und Tiefe (nah=hell, fern=dunkel).

## WIE WIRD MAN INFORMATIKER ODER INFORMATIKERIN UND WELCHE VORAUSSETZUNGEN GIBT ES?

Entscheidend ist, dass man großes Interesse am logischen Denken und dem Fach Mathematik hat. Aber auch technisches Interesse ist wichtig. Als Informatikerin oder Informatiker sind die Berufsaussichten besonders gut, da hochqualifizierte Absolventen sehr gefragt sind.

### BERUFSBERATUNG INFORMATIK:

Als Voraussetzung benötigt man die allgemeine Hochschulreife oder die fachgebundene Hochschulreife. Im Bachelorstudium (3 Jahre) werden Grundlagen der Informatik und deren Anwendungen gelehrt. Es gibt hier auch ein Nebenfach mit Anwendungsbezug, z.B. Betriebswirtschaftslehre oder Elektrotechnik. Als Vertiefung kann das Masterstudium (2 Jahre) angeschlossen werden. Die Lehrveranstaltungen der Arbeitsgruppe Multimediale Informationsverarbeitung, aus deren Bereich hier berichtet wird, liegen weitgehend im Masterbereich. Wer als Wissenschaftler/In in diesem Gebiet weiter arbeiten möchte, fertigt eine Doktorarbeit an und wird Doktor der Ingenieurwissenschaften (Dr.-Ing.).

Die **Christian-Albrechts-Universität Kiel** hat einige **besondere Angebote** für Schülerinnen und Schüler. Es gibt:

- ▶ die **Software-Challenge**: Bei der Software-Challenge haben Schülerinnen und Schüler ein Schuljahr Zeit, ein Programm mit möglichst ausgefeilter Strategie zu schreiben, um die gegnerischen Schulen zu besiegen.
- ▶ **Movingart** – Bilder lernen laufen: Ist ein Projekt zum Einsatz der Software Scratch im Kunstunterricht der Sekundarstufe I.
- ▶ **Schnupperstudium**: Während des Schnupperstudiums soll interessierten Schülerinnen und Schülern ein Einblick in das Universitätsleben, insbesondere in das Studienfach Informatik, gewährt werden.
- ▶ Am bundesweiten **Girls'Day** bietet sich die Gelegenheit für Schülerinnen ab der fünften Klasse, einen Einblick in technische und eher männerdominierte Berufe zu wagen.
- ▶ **Begabtenförderung**: Begabte Schülerinnen und Schüler erhalten durch die Begabtenförderung die Möglichkeit, bereits ab dem elften Jahrgang Vorlesungen und Übungen des Informatikstudienganges zu besuchen.



### | Prof. Dr.-Ing. Reinhard Koch

Multimediale Informationsverarbeitung, Institut für Informatik, CAU  
[rk@mip.informatik.uni-kiel.de](mailto:rk@mip.informatik.uni-kiel.de)

Die hier beschriebene 3D-Fernsehkamera wurde an der Christian-Albrechts-Universität in dem IST-Forschungsprojekt 3D4YOU des 7. EU-Rahmenprogramms der EU zwischen 2008-2011 gebaut. Die 3D-Kamera wird jetzt an der CAU durch das Förderprogramm EXIST des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) weiter gefördert und zur Serienreife entwickelt.



## DER KIELER EXZELLENZCLUSTER OZEAN DER ZUKUNFT

Der Kieler Exzellenzcluster „Ozean der Zukunft“ ist ein in Deutschland einmaliger Forschungsverbund von mehr als 240 Wissenschaftlern aus sechs Fakultäten der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, des Leibniz-Instituts für Meereswissenschaften (IFM-GEOMAR), des Instituts für Weltwirtschaft (IfW) und der Muthesius Kunsthochschule.

Ziel des interdisziplinären Verbundes aus Meeres-, Geo- und Wirtschaftswissenschaftlern sowie Medizinern, Mathematikern, Juristen und Gesellschaftswissenschaftlern ist es, den Ozean- und Klimawandel gemeinsam zu erforschen, die Risiken und Chancen neu zu bewerten und ein weltweit nachhaltiges Management der Ozeane und mariner Ressourcen zu ermöglichen. Der Exzellenzcluster „Ozean der Zukunft“ wird im Rahmen der Exzellenzinitiative von der deutschen Forschungsgemeinschaft im Auftrag von Bund und Ländern gefördert.

Weitere Informationen unter: [www.ozean-der-zukunft.de](http://www.ozean-der-zukunft.de)



