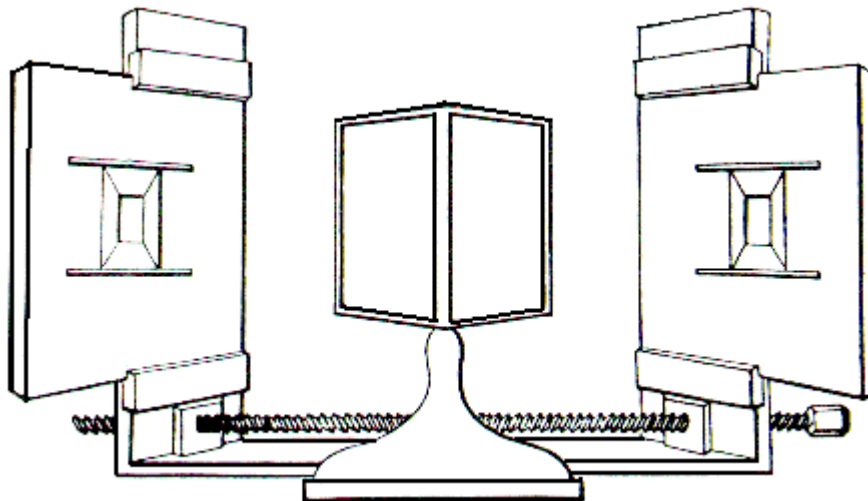


Hochschule Niederrhein, Mönchengladbach
Fachbereich Wirtschaftswissenschaften

Multimedia

Hausarbeit zum Thema: “Stereoskopie”



von
Christian Hedemann

Dozent: Dipl.-Betriebsw. Thomas Müller

Multimedia

Stereoskopie

Inhaltsverzeichnis

1. allgemeine Grundlagen	3
1.1 Was ist Stereoskopie?	3
1.2 Die Geschichte der Stereoskopie	3
1.3 Schnittpunkte mit der Wahrnehmung der Bevölkerung	4
1.4 Hindernisse einer breiten Markteinführung	4
1.5 Körperliche Gefahren der Technik	5
2. Systeme mit minimalen Kosten und / oder Aufwand für den Benutzer	5
2.1 Anaglyphenverfahren	5
2.2 Polarisationsfilter-Brillen	5
2.3 Pulfrich-Brille	6
2.4 Stereogramme	6
2.5 Holographie	6
2.6 Chromadepth-Verfahren	7
2.7 Trennung der Wahrnehmung mit Spiegeln oder Prismen	7
3. Systeme mit mittleren Kosten und / oder Aufwand für den Benutzer	7
3.1 Shutterbrillen	7
4. Systeme mit hohen Kosten und / oder Aufwand für den Benutzer	8
4.1 Polarisations-Shutterscreens	8
4.2 Autostereo Displays	8
4.3 Head Mounted Displays (HMDs)	8
4.4 Projektionssysteme	9
5. Fazit	10
5.1 Bewertung der Stereoskopie als Grundlage für Konsumgüter	10
5.2 Bewertung der Stereoskopie als Grundlage für Investitionsgüter	10
5.3 Zukunft der Stereoskopie	11

Anhang

A. Quellenverzeichnis	13
B. Weiterführende Literatur	13
C. Datenblätter über Projektionssysteme der Firma Christie Digital Inc.	13

1. allgemeine Grundlagen

1.1 Was ist Stereoskopie?

Stelrelolskolpie, die; Gesamtheit der Verfahren zur Aufnahme und Wiedergabe von raumgetreuen Bildern.[1] So steht es im Duden-Fremdwörterbuch, doch eine zufriedenstellende Antwort ist dies nicht wirklich.

Ein Bild ist immer zweidimensional – es entsteht also bei der Betrachtung kein Tiefeneffekt und sämtliche Tiefeninformationen sind Erfahrungswerte, die man im Laufe seines Lebens gesammelt hat. Der Mensch hingegen nimmt seine Umwelt durch seine zwei horizontal versetzt angeordnete Augen dreidimensional wahr: Es entsteht in beiden Augen jeweils ein zweidimensionales Bild, die erst im Gehirn zu einem räumlichen Seheindruck zusammengesetzt werden.

Die Stereoskopie beinhaltet die notwendigen Techniken, die es zulassen, dass unter bestimmten Umständen Bilder doch eine dritte Dimension bekommen, wobei auch hier jedes Auge ein leicht unterschiedliches Halbbild wahrnehmen muss.

Obwohl die Stereoskopie eine weitaus längere Geschichte vorzuweisen hat, ist doch heutzutage die Stereophonie weitaus bekannter und eigentlich aus keinem modernen Haushalt mehr wegzudenken. Doch wo liegen nun die Wurzeln des künstlich erzeugten räumlichen Bildes?

1.2 Die Geschichte der Stereoskopie

Bereits im 4. Jh. v. Chr. befasste sich der griechische Mathematiker Euklid in den Bänden 11-13 seiner Lehrbücher zur Mathematik mit der Stereometrie und war sich der Zusammenhänge zwischen den beiden Stereohalbbildern und dem damit verbundenen Seheindruck bewusst.

Der wirkliche Durchbruch in der Forschung hingegen gelang erst im vorletzten Jahrhundert in London: Sir Charles Wheatstone (1802-1875), Professor für experimentelle Naturwissenschaften am King's College, veröffentlichte im Jahre 1838 seine ersten Forschungsergebnisse zu dem Thema in denen er ein Stereobild anhand geometrisch berechneter Figuren zeichnete und einen entsprechenden Apparat zur Betrachtung konstruierte.

Von da an ging es steil bergauf und genauso schnell wieder bergab – hier ein paar Stationen in der Geschichte:

- bis 1849 Stereobilder wurden durch Verschieben einer Kamera auf einer Schiene fotografiert
- 1849 – Sir David Brewster (1781-1868), engl. Physiker und Privatgelehrter erfand die erste Zweiobjektiv-Kamera
- 1851 – Jules Dobaseq, französischer Optiker führte auf der Weltausstellung in London Stereoskope nach Konstruktionen von Brewster vor – Resonanz von Publikum und Königin Victoria war überwältigend
- 1852 – zweite Abhandlung von Wheatstone zum Thema Stereoskopie und deren Vorteile für die Fotografie
- 1853 – Wilhelm Rollmann Erfindung des Anaglyphenverfahren
- 1860 – über eine Million verkaufte Stereoskope in Europa
- ab ca. 1900 – Kleinbildkameras verdrängen Stereokameras und -bilder

- 1922 - Carl Pulfrich, deutscher Physiker
Entdeckung der Pulfrich-Brille
- 5.12.1937 Fritz Boehner führt den ersten 3D-Film mit Hilfe von Polfiltern in Berlin vor
- 1948 – Dr. Dennis Gabor (1900 – 1979), ungarischer Ingenieur
Produktion der ersten Holographie
- 1971 – Physik-Nobelpreis für Dr. Dennis Gabor „für seine Erfindung und Entwicklung der holographischen Methode“
- ab ca. 1990 – Renaissance der Stereoskopie durch den Computer
- 1995 - Sanyo stellt auf der IFA Berlin ein Notebook mit Linsenraster vor
- 1999 - IFA 1999, Heinrich Hertz Institut Berlin stellt stereoskopische TFT-Displays und stereoskopisches Fernsehen auf einem Philips Plasmadisplay mit Linsenraster vor

1.3 Schnittpunkte mit der Wahrnehmung der Bevölkerung

Das Interesse der Bevölkerung hat sich gegen Ende des 20. Jahrhunderts in der Stereoskopie komplett verschoben. Waren zwischen 1850 und 1950 noch die Fotografie und das eigene Erstellen von 3D-Fotos im Vordergrund hat heutzutage kaum noch jemand eine Zweiobjektivkamera oder gar Kenntnis von dieser Technik.

Der Rückzug zum Nischenprodukt der Vergnügung und der hochtechnisierten Bereiche wie CAD oder der Weltraumforschung war die Folge: Es gibt 3D-Kinos in Vergnügungsparks und in manchen Technikmuseen, vereinzelt kommt eine Sendung in oder über 3D im Fernsehen oder ein 3D-Film „verirrt“ sich ins Kino (wie jetzt aktuell Spy Kids 3D) und manch einer hat sich vielleicht einmal eine Shutterbrille als Spielerei für den PC zugelegt.

1.4 Hindernisse einer breiten Markteinführung

Das größte Hindernis einer breiten Markteinführung dürfte die Technik selbst sein: Man bräuchte nahezu in allen Bereichen neue Geräte, um räumliche Bilder zu erzeugen und zu betrachten.

Im Bereich der Fotografie neue Kameras und Vorrichtungen zum Betrachten der Bilder (die man ohne Zusatzgerät nicht dreidimensional anschauen kann).

Heutige Fernseher sind überhaupt nicht für bessere 3D-Sendungen geeignet: Zwar ist grundsätzlich das Interlace-Verfahren der Bilddarstellung von Vorteil, welcher aber sofort durch die lange Nachleuchtzeit des Bildschirms und die geringe Auflösung zunichte gemacht wird. Eine Vertikalfrequenz von 50Hz, bzw. 60Hz entspräche 12,5 (15) Vollbildern pro Sekunde – das Bild würde ruckeln. Erst ein Fernseher mit 100Hz Vertikalfrequenz würde annehmbare 25 Bilder pro Sekunde erzeugen können (eine Bildfrequenz von 50Hz in der Übertragungstechnik vorausgesetzt). In sofern beschränken sich 3D-Verfahren beim Fernsehen auf Sendungen in denen die Kamera immer horizontal in Bewegung bleibt, was die Art der Sendung auch wiederum stark begrenzt.

Einzig beim PC wäre ein moderner Einsatz schon jetzt möglich, nur in Zeiten der detailreichen Darstellungen in hohen Auflösungen ist dort eine hohe Rechenleistung notwendig und selbst dann kann man nicht damit rechnen, dass alle Programme mit 3D-Grafik auch ergonomisch und räumlich fehlerfrei dargestellt werden. Die Frage nach einem HMD oder einer Shutterbrille wären hier nur eine Frage des persönlichen Geschmacks, während bspw. bei Videokonferenzen ein tragen von Zusatzgeräten eher auf Ablehnung stoßen dürfte.

1.5 Körperliche Gefahren der Technik

Eine Tatsache, die der Verbreitung ebenfalls entgegenwirkt ist die nicht immer fehlerfreie und ergonomische Darstellung: Flackernde Bilder aufgrund der doppelten Datenrate und fehlender Kapazitäten im technischen Bereich sorgen „nur“ für Kopfschmerzen und eine rasche Ermüdung der Augen. Schlimmer hingegen ist, wenn das Bild nicht 100% deckungsgleich dargestellt wird für den Betrachter: Kinder sind im Gegensatz zu erwachsenen Menschen in der Lage, die so entstehenden Doppelbilder zu unterdrücken. Bis zum Alter zwischen sechs und acht Jahren können sich bei fehlerhafter Benutzung stereoskopischer Vorrichtungen über einen langen Zeitraum (schätzungsweise mehrere Stunden täglich) theoretisch Entwicklungsschäden bilden: Das Gehirn der Kinder kann die Doppelbilder nicht verarbeiten und unterdrückt den Seheindruck eines Auges. Als extremste Folge träte ein Verlust des räumlichen Sehens ein, zumindest wäre aber mit einem Sehkraftverlust eines Auges zu rechnen.

Studien zu diesem Thema wurden noch keine gemacht aufgrund der mangelnden Verbreitung stereoskopischer Geräte in Kinderzimmern. Eine Analogie zwischen einem künstlich erzeugten Doppelbild und einem „natürlich“ schielenden Kind ist jedoch nicht von der Hand zu weisen.[2]

2. Systeme mit minimalen Kosten und / oder Aufwand für den Benutzer

2.1 Anaglyphenverfahren

Eine vergleichsweise einfache Umsetzung der dritten Dimension: Die beiden Halbbilder werden in zwei Farben (meistens rot/grün, aber auch rot/blau oder blau/gelb) und übereinander auf einer Fläche dargestellt. Die Trennung der Halbbilder erfolgt mit Hilfe der Brille, deren Gläser einfarbig in den selben zwei Tönen gefärbt sind und das Licht wellenlängenselektiv trennen.

Gerade im Bereich der Printmedien hat sich diese Technik bewährt, da keine zusätzlichen Geräte bei der Produktion von Nöten sind und man dem Druckwerk ohne größere Umstände die spezielle Brille beilegen kann. Der Preis einer Brille beträgt ca. 75 Cent.

Leider ist aufgrund der Trennung der Bilder über die Farbinformationen hierbei kein naturgetreues Abbild des Motivs möglich.

2.2 Polarisationsfilter-Brillen

Mit Hilfe zweier Projektoren und zwei Polarisationsfiltern wird ein Bild auf eine spezielle Leinwand geworfen. Der Betrachter muss hierbei eine Brille tragen, die die gleichen Polfilter im gleichen Winkel von denen der Projektoren hat.

Tageslicht und Kunstlicht sind von natur aus unpolarisiert, d.h. dass die Lichtteilchen in alle Richtungen senkrecht zum Lichtstrahl schwingen. Durch einen Filter werden nur die Lichtteilchen durchgelassen, die in eine bestimmte Richtung schwingen; wird nun ein zweiter Filter für den zweiten Projektor um 90° gedreht angebracht, ist es möglich, dass zwei Bilder auf der selben Leinwand gleichzeitig dargestellt werden können. Der Betrachter braucht nun nur noch die Brille aufsetzen und kann die Bilder wieder trennen.

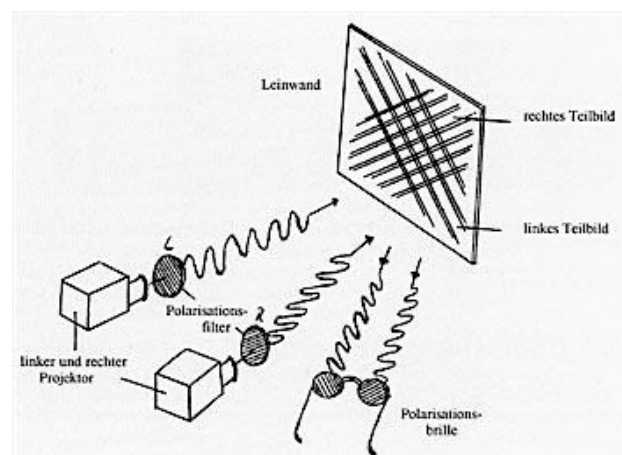


Abbildung 1 [3]

Aufgrund der Reflektionseigenschaften der Leinwände ist zu beachten, dass die Projektoren V-förmig aufgestellt werden müssen und ebenfalls ist eine spezielle Silbertuchleinwand nötig, da Standardleinwände nicht die gewünschten Reflektionseigenschaften haben wodurch eine Depolarisation stattfindet (Abbildung 1).

Dies ist ein Verfahren, das besonders im Bereich der Projektion eine relativ weite Verbreitung gefunden hat (bspw. 3D-Kinos in Vergnügungsparks): Eine große Masse an Zuschauern kann mit einfachen Brillen dazu gebracht werden, einen Film in 3D anzuschauen. Auch die Kosten halten sich für den Benutzer hierbei auf die Brillen beschränkt, die meist im Eintritt inklusive sind. Der Kaufpreis einer Brille liegt bei ebenfalls ungefähr 75 Cent.

2.3 Pulfrich-Brille

Ähnlich dem Anaglyphenverfahren ist die Pulfrich-Brille aufgebaut: Eine Pappbrille mit zwei Folien anstatt Brillengläsern. Nur sind diese hierbei nicht farbig, sondern die linke Folie ist durchsichtig und die rechte ist leicht abgedunkelt. Die Folge ist, dass das rechte Auge das Bild um ca. 1/50 Sekunde später wahrnimmt und so bei einer sich ständig in einer bestimmten Geschwindigkeit bewegenden Kamera ein räumlicher Eindruck entsteht.

Dieser Effekt kann auch mit heimischer Technik reproduziert werden, nur ist das Verfahren wieder gleichzeitig das größte Hindernis: Der Themenbereich des Gefilmten schränkt sich stark ein aufgrund des nicht stillstehenden Bildes, das für den Effekt ständig in Bewegung halten werden muss. Klarer Vorteil jedoch ist, dass das Bild auch ohne Hilfsmittel zu erkennen ist und man sich also nicht ausschließlich auf 3D festlegt, es sind keine speziellen Geräte zur Aufnahme notwendig und der Effekt kann auch bei anderen Übertragungen bedingt angetroffen werden (bspw. Sportübertragungen im Fernsehen). Eine Pulfrich-Brille kostet etwa 75 Cent.

2.4 Stereogramme

Hierzulande besser bekannt unter dem Namen „magisches Auge“: Anfang der 90er Jahre hatten diese Bilder ihre Hochphase. Es handelt sich hierbei um relativ einfache Motive, die in einem verrauschten Bild versteckt sind. Um sie zu erkennen muss man das Bild in einem gewissen Abstand vor den Augen halten und einen Punkt hinter dem Bild fokussieren. Durch die getrennte Wahrnehmung der Bildhälften entsteht auch hier ein räumlicher Eindruck, der aber schon bei geringsten Bewegungen verschwinden kann, da man den Fokus verliert.

2.5 Holographie

Als Bild und als Sicherheitsmerkmal oftmals im realen Leben angetroffen ist die Holographie mittlerweile festes Bestandteil unserer Gesellschaft geworden und hat damit wohl die größte Verbreitung als stereoskopisches Verfahren erlangt.

Hierbei wird ein Laser durch einen halbdurchlässigen Spiegel geleitet, der sich dort teilt. Der eine Strahl trifft direkt auf eine Fotoplatte und der andere trifft zuerst auf das zu fotografierende Objekt, wird von diesem reflektiert und trifft danach auf die Fotoplatte. An der Stelle, an der die beiden Laserstrahlen zusammentreffen entstehen Interferenzen. Die Helligkeitsverteilung des entstandenen Interferenzmusters ist damit ein Abbild des Objekts und wird später je nach Lichteinfall auf dem Hologramm unterschiedlich sichtbar.

Der große Vorteil hierbei ist, dass der Betrachter keine Hilfsmittel braucht, um den Effekt zu sehen und auch Menschen mit einer körperlichen Beeinträchtigung in Form fehlenden räumlichen Sehvermögens können das Hologramm durch kippen dreidimensional wahrnehmen.

2.6 Chromadepth-Verfahren[4]

Kein wirklich konventionelles stereoskopisches Verfahren ist das Chromadepth-Verfahren: Mit Hilfe dieser Technik werden die Tiefeninformationen eines Bildes in Farben umgesetzt, wobei rot die dem Betrachter am nächsten gelegene Farbe ist, blau die am weitesten entfernte und die übrigen Farben verteilen sich nach dem Schema eines Regenbogens. Das Ergebnis ist ein plastisches, wenn auch flaches Bild. Der Tiefeneindruck entsteht erst mit einer Brille, welche anstatt Gläsern prismatische Folien hat, die die Wellenlängen der Farben unterschiedlich stark bricht.

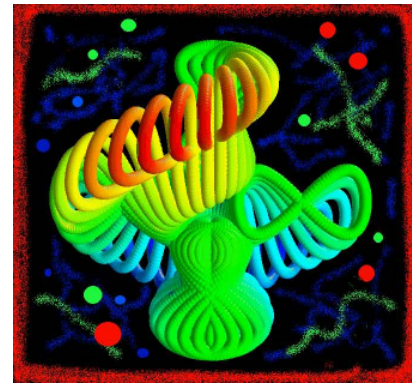


Abbildung 2 [5]

Eine Chromadepth-Brille ist mit rund 1,60 Euro etwas teurer, als die anderen vorgestellten 3D-Brillen.

2.7 Trennung der Wahrnehmung mit Spiegeln oder Prismen

Eine der ältesten und wohl auch am umständlichsten anzuwendenden Verfahren. Das Gesichtsfeld wird hierbei getrennt und mit Hilfe von Spiegeln oder Prismen auf die zwei Halbbilder gelenkt. Auf dem Deckblatt der Hausarbeit ist ein Stereoskop nach Wheatstone abgebildet: Der Betrachter schaut auf die zwei in der Mitte angebrachten Spiegel und sieht damit das links und rechts vom Gerät angebrachte Bild gleichzeitig.

Dieses Verfahren ist universell einsetzbar auf bewegte wie unbewegte Bilder, setzt aber voraus, dass man zwei voneinander getrennte Bildquellen hat. Ebenfalls kann nicht mehr als einer auf einmal das Bild räumlich sehen und aufgrund der antiquierten Technik kann man die Verfahren heutzutage nur noch der Grundlagenforschung zuteilen.

3. Systeme mit mittleren Kosten und / oder Aufwand für den Benutzer

3.1 Shutterbrillen

Shutterbrillen stellen zur Zeit den De-facto-Standard dar in Bereichen, die sich teure HMDs nicht leisten können und doch ein ausgeprägtes 3D-Bild am PC erleben wollen.

Die Technik hierbei ist genauso einfach zu beschreiben wie anzuwenden: Der Bildschirm stellt entweder ein Interlaced-Bild dar oder abwechselnd ein Bild für das rechte und dann für das linke Auge. Die Aufgabe der Brille ist es mit Hilfe des Sync-Signals des Monitors in sehr schnellen Abständen das richtige Brillenglas per LCD-Technik undurchsichtig zu schalten.

Da hierfür bis auf entsprechende Rechenleistung, die spezielle Brille und einen Softwaretreiber, der auf offenen 3D-Standards wie z.B. OpenGL oder Direct-3D aufbaut, nichts weiter notwendig ist, sind die Anschaffungskosten von ca. 15,- bis 30,- Euro sicherlich noch dem unteren bis mittleren Preissegment zuzuordnen.

Auch noch zu erwähnen wäre, dass diese Technik in den letzten Jahren zunehmenden Konkurrenz bekam durch HMDs, die immer besser und günstiger werden. Ein wirklicher Nutzen im Massenmarkt war und ist noch nicht abzusehen, weshalb die meisten Hersteller ihre Produktpalette diesbezüglich inzwischen bereinigt haben.

Im industriellen Bereich hingegen eröffneten sich für die Shutterbrille im Zusammenhang mit aktiven Projektionssystemen neue Verwendungsmöglichkeiten.

4. Systeme mit hohen Kosten und / oder Aufwand für den Benutzer

4.1 Polarisations-Shutterscreens

Shutterscreens arbeiten mit Polarisationsverfahren. Vor den Monitor wird ein Filter montiert, der ebenfalls mit Hilfe des Sync-Signals seine Polarisation pro Bild laufend ändert. Der Betrachter muss hier eine Polfilter-Brille tragen, um einen 3D-Effekt sehen zu können – ebenfalls kann ein großes Publikum das Bild gleichzeitig anschauen und es kann höchstens der Bildschirm flimmern, nie die gesamte Umgebung wie bei Shutterbrillen.

Diese Technik ist in den letzten Jahren fast nahezu vom Markt verschwunden und ist vielleicht noch in Bereichen wie Museen oder Galerien anzutreffen. Preise liegen zwischen ca. 1.400,- Euro (für 17“ Monitore) bis ca. 1.700,- Euro (für 21“ Monitore).

4.2 Autostereo Displays

Autostereo-Displays sind nach der Holographie das zweite Verfahren, das komplett ohne Hilfsmittel auskommt. Hierbei handelt es sich um Bildschirme, die ein Linsenraster über der Bildfläche haben und so die zwei vertikal verschachtelte Halbbilder gleichzeitig anzeigen, ohne dass der Betrachter dies merkt, da die Linsen das Bild für ihn wieder entzerren. Ein 3D-Eindruck entsteht.

Der Vorteil ist hier auch wieder, dass man keine Brillen braucht und dass mehrere Betrachter gleichzeitig den räumlichen Eindruck haben können. Solange nur zwei Halbbilder verwendet werden, ist der Betrachtungswinkel arg eingeschränkt. Abhilfe verspricht hier die Verwendung von sieben bis neun verschiedenen Kamerapositionen, die auf der Bildfläche gleichzeitig dargestellt und von den Linsen entzerrt werden. Alternativ kann noch das Linsenraster an die Bewegungen des Kopfes des Betrachters angepasst werden mit Hilfe von Kameras. [6]

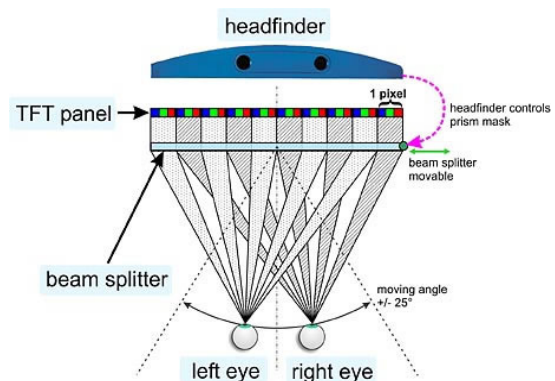


Abbildung 3 [6]

Jetzt kann man auch ohne eine Benutzereingabe zu machen um das Objekt in einem gewissen Winkel ähnlich einem Hologramm herumschauen, nur geht dies auf Kosten der Rechenleistung, da nun nicht nur zwei virtuelle Kameras berechnet werden müssen, sondern direkt sieben! Hand in Hand geht mit jedem weiteren Kamerawinkel noch ein Verlust an Auflösung, da das Display hinter dem Linsenraster nicht beliebig viele Bildpunkte gleichzeitig darstellen kann.

Diese Technik noch in einem sehr frühen Stadium; die vielversprechende Theorie dahinter lässt jedenfalls auf folgende Generationen hoffen. Die Preisspanne jetziger Displays liegt zwischen ca. 1.300,- Euro (15“ TFT) bis 17.000,- Euro (22“ TFT).

4.3 Head Mounted Displays (HMDs)

Auch bekannt unter dem Namen „Cyberhelme“.

Der Betrachter setzt dabei einen Helm auf, der für jedes Auge ein Bild auf einem kleinen Display bereitstellt. Aufgrund der Bauweise dieser Helme befindet der Benutzer sich in kompletter Dunkelheit mit den Displays als einzige Lichtquelle.

Vorteile sind hier, dass der Betrachter sich vollends auf das Bild konzentrieren kann, welches bei neuen Modellen in etwa einem 22“ Bildschirm in einem Meter Entfernung entspricht [7].

Weiterhin kann aufgrund der Bauweise leicht ein Kopfhörer oder eine Vorrichtung zum Head-Tracking (Bewegungen des Kopfes wirken sich im Programm auf die Kameraposition aus) integriert werden.

Nachteile: Man kann nur alleine das Gerät verwenden – andere in der Umgebung sind zu 100% vom Bild abgeschnitten. Weiterhin wird Motion Sickness begünstigt: Man führt Kopfbewegungen durch und das Auge nimmt keine Veränderung wahr, oder umgekehrt. Folgen sind u.a. Schwindelgefühl und Übelkeit bis hin zum Erbrechen (wie bei der Seekrankheit)[8].

Letztere Nebenwirkung kann man verringern mit Displays, die auf den Brillenbügel gesteckt und bei Bedarf heruntergeklappt werden. Solche Geräte sind jedoch oft als monokulare Versionen ausgelegt und fallen damit nicht in den Bereich der Stereoskopie.

Die Preise liegen bei ca. 100,- Euro für gebrauchte und nicht mehr unterstützte Helme, über 1.000,- bis 3.000,- Euro im SoHo-Bereich bis zu fünfstelligen Beträgen im High-End Bereich.

Hier einige Standardauflösungen von HMDs:

Alte Geräte	640	x	480	Pixel bei	8	Bit Farbtiefe
Neue Geräte	800	x	600	Pixel bei	24	Bit Farbtiefe
High-End Geräte ..	1280	x	1024	Pixel bei	24	Bit Farbtiefe

4.4 Projektionssysteme[9]

Wie schon am Anfang beschrieben, arbeiten Projektionssysteme entweder mit Hilfe von zwei Projektoren und polarisiertem Licht (passive Systeme), oder mit einem Projektor, der abwechselnd die Bilder für das linke und rechte Auge seriell auf eine Leinwand projiziert (aktives System). Bei dem letztgenannten Verfahren sind Shutterbrillen Voraussetzung, die die Bilder dann wieder auf das entsprechende Auge verteilen – eine nicht depolarisierende Silberleinwand wäre in dem Fall nicht mehr nötig.

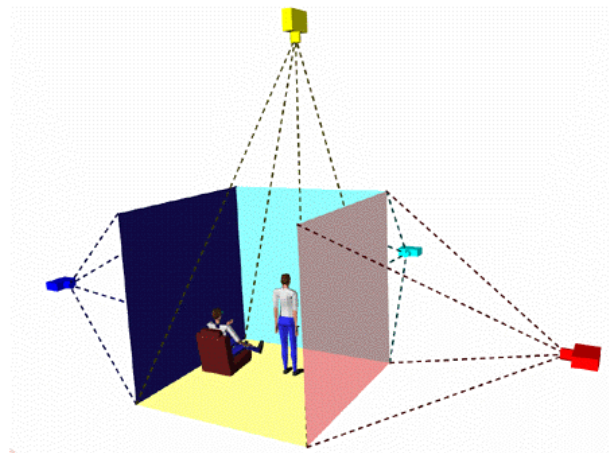


Abbildung 4 [10]

Doch sind die Anforderungen an die 3D-Darstellung stetig gewachsen und ein Film auf einer Leinwand gibt die Wirklichkeit nur sehr beschränkt wieder und spätestens wenn man selbst im Lichtstrahl des Projektors steht, wird die Illusion zerstört.

Auch hierfür gibt es eine Lösung, die mittlerweile schon bei Großbildfernsehern Anwendung findet: Die Rückwandprojektion. Das Bild wird nicht mehr auf eine Leinwand geworfen, sondern auf die Rückseite einer matten Acrylglasplatte, wodurch der Betrachter in der Lage ist, sich frei vor dem Bild zu bewegen. Mittlerweile ist man auch nicht mehr nur auf ein Bild aus einem Projektor beschränkt, sondern kann bspw. drei Projektoren verwenden, um zwei Wände plus Boden mit einem Bild zu versehen, oder eine sog. „CAVE“ (Cave Automatic Virtual Environment, Abbildung 3) zu bauen in der hinter jeder Wand ein Projektor aufgebaut ist inkl. dem Fußboden und der Decke – man befindet sich so alleine oder mit anderen in einem virtuellen Raum in welchem man sich frei bewegen kann.

Die Größe oder Form des Bildes ist ebenfalls nicht mehr eingeschränkt: Dank moderner DMD-Technologie ist es problemlos möglich, mehrere Projektoren zu einem gemeinsamen Bild nahtlos und ohne Helligkeitsunterschiede in den Überlappungsbereichen zusammenzufassen, oder das Bild korrekt angepasst auf eine unebene Fläche zu projizieren.

Die Preise bewegen sich zwischen 20.000,- Euro (LCD) bis 115.000,- Euro (DMD).

Technische Daten einiger Projektionssysteme der Firma Christie Digital Inc.:

Helligkeit: 250 ANSI-Lumen (CRT)
2 x 3300 ANSI-Lumen (LCD)
2000 – 10000 ANSI-Lumen (DMD)
Auflösung: bis 1500 x 1200 ANSI-Pixel je nach Modell (CRT)
1024 x 768 (LCD)
1024 x 768 oder 1280 x 1024 je nach Modell (DMD)

5. Fazit

5.1 Bewertung der Stereoskopie als Grundlage für Konsumgüter

Die Stereoskopie durfte in der Vergangenheit nur kurze Momente erleben, in denen sie in einem bestimmten Sektor eine starke Verbreitung erleben durfte: Im 19. Jahrhundert war es die Fotografie, im Verlaufe des 20. Jahrhundert die Filmindustrie, Ende des 20. Jahrhunderts der Computersektor. Diverse Technologien haben sich mittlerweile in den einzelnen Bereichen als besonders geeignet erwiesen, aber der große Durchbruch wie bei der Stereophonie lässt immer noch auf sich warten.

Dies ist u.a. damit zu erklären, dass die Fortschritte im zweidimensionalen Bild viel schneller vorstatten gingen und das Stereobild regelmäßig verdrängten, welches - egal mit welcher Technik - immer einen doppelten Produktionsaufwand verursachte.

Moderne PC-Bildschirme, um beim aktuellsten Beispiel zu bleiben, haben bereits eine doppelt so hohe Auflösung bei höchstens der Hälfte des Preises eines HMDs.

Ließe man die Kosten außen vor, bliebe immer noch die Frage nach den Verwendungsmöglichkeiten: Denkbar wären 3D-Anwendungen, Filme oder bspw. Videotelephonie, welche gerade durch den dreidimensionalen Aspekt des Gegenübers in Testfällen auf durchweg positive Resonanz gestoßen ist.

Nur sind 3D-Anwendungen meist auf den flachen Monitor ausgelegt und so haben zum Beispiel manche Elemente des Bildes keine dritte Dimension (vor allem Bedienfelder). Ein Angebot an interessanten 3D-Filmen müsste existieren, die aber oftmals Eigenproduktionen von Vergnügungsparks, Filme mit vielen 3D-Effekten und wenig Handlung oder generell Nischenfilme sind. Weiterhin steht der Videotelephonie noch die Technik im Weg: Sein gegenüber durch eine Polfilter oder Shutterbrille zu betrachten mag vielleicht noch als Notlösung gehen – ein HMD wäre hier schlichtweg nicht denkbar. Auch gibt es bei der Videotelephonie noch ein psychologisches Problem: Man spricht mit jemandem, der einen nicht direkt in die Augen sieht aufgrund der räumlichen Trennung zwischen Bildschirm und Kamera.

Insofern ist die Diskrepanz zwischen technischen Möglichkeiten, erhältlichen Anwendungen und dem Preis kurz- und mittelfristig einfach noch zu groß, damit sich die Stereoskopie für die breite Masse vermarkten ließe.

5.2 Bewertung der Stereoskopie als Grundlage für Investitionsgüter

Anders als bei der Betrachtung als Konsumgut ist die Stereoskopie aus dem Bereich professioneller Anwendungen nicht mehr wegzudenken: Der Nutzen überwiegt schon länger den Preis der High-End Geräte bei weitem.

Beispiele wären hier:

- als Unterstützung bei CAD-Anwendungen (Produktdesign, Architektur...)
- in der Medizin zur Darstellung von CT- oder MRT-Aufnahmen
- zur Assistierung bei Operationen, die an einem anderen Ort durchgeführt werden
- zur eigenen Durchführung solcher Operationen per Roboterarmen
- beim Militär zur Schulung des kämpfenden Personals
- in der Forschung zur Steuerung von Sonden (z.B. auf entfernten Planeten)
- Städteplanung

Gerade für die Ölindustrie ist die Stereoskopie ein wahrer Segen geworden, wenn es um die Entscheidung bei Probebohrungen geht: Eine solche Bohrung verursacht Kosten in Höhe von etwa 30 Mio. Euro – die Anschaffung eines 3D-Projektionssystems beschränkt sich auf insgesamt ca. 200.000 Euro. Mit Hilfe der Stereoskopie haben die Geologen eine um ein Vielfaches aussagekräftigere Vorstellung von dem, was sich unter der Erdoberfläche befindet, als mit zweidimensionalen Grafiken.

Oder bei der Autoindustrie: Wird ein neues Modell eingeführt, wird ein Prototyp entwickelt an dem entschieden wird, ob das neue Auto so in Masse gefertigt wird, oder ob noch Änderungen nötig sind. Früher mussten diese Prototypen oft überarbeitet werden, um dem Urteil der Verantwortlichen gerecht zu werden. Heutzutage können die Designer ein 3D-Modell im Maßstab 1:1 vorführen und Änderungen in Echtzeit durchführen. Am Ende ist nur noch ein Modell notwendig für die Endabnahme.

In diesem Zusammenhang sei noch die virtuelle Modellfabrik Cyberbikes AG im Heinz Nixdorf Museumsforum in Paderborn genannt. Dieses Projekt, das von Ende 1994 bis Ende 1997 lief, setzte es sich zum Ziel, eine komplette Fahrradfabrik virtuell abzubilden. Mit Hilfe der verwendeten stereoskopischen Geräte (HMD und Projektor) können heutzutage Besucher Rundgänge über das Firmengelände machen. Denkbar wäre ebenfalls, dass auf diese Weise eine echte Fabrik entworfen und ausgerüstet würde bevor überhaupt der erste Stein zum Bau gelegt wurde.[11]

Wägt man die eingesparten Kosten gegen die Anschaffungskosten eines stereoskopischen Systems, sind 200.000 Euro plötzlich nur noch Peanuts, zumal ein solches System viele Jahre genutzt wird.

5.3 Zukunft der Stereoskopie

Da die Stereoskopie nun soweit fortentwickelt ist, dass seriöse Anwendungen möglich geworden sind, werden sich sicherlich in Zukunft noch weitere Einsatzmöglichkeiten auftun.

Die jeweils gewonnenen Erkenntnisse werden in spätere Projekte einfließen und die manuelle Steuerung von Maschinen ist bereits heute möglich mit einem dreidimensionalem Bild.

Als nächstes Ziel, das Intel auf seiner Homepage zu dem Thema [12] erwähnt, wird wohl der „sehende Computer“ auf der Roadmap stehen: Mit einer Kamera sehen können Computer schon heute in gewissem Umfang, aber mit Hilfe einer zweiten Kamera und passender Software werden komplizierte Sensoren zur Entfernungsmessung der Vergangenheit angehören. Ebenfalls profitieren wird von der Technik die Robotik, die damit sich autonom fortbewegende Maschinen konstruieren könnte. Laut Intel rechnen Experten schon in den nächsten fünf bis zehn Jahren damit, dass sehende Computer eine große Rolle bei der Mensch-Maschine-Interaktion spielen werden.

Die Schaffung von Hologrammen im Raum in Echtzeit wird dagegen wohl nach jetzigem Stand der Technik ein ebenso langfristiges Ziel bleiben, wie eine große Verbreitung der Stereoskopie im Konsumentenmarkt.

In diesem Marktsegment wird eher das Massentertainment, in welchem höhere Budgets und höhere Auslastungszeiten zu finden sind, in den kommenden Jahren eine tragende Rolle spielen.

Anhang

A. Quellenverzeichnis

Titelbild von <http://www.stereoskopie.de>

- [1] Duden-Fremdwörterbuch, 6. Auflage
- [2] persönlich geführtes Interview mit Dr. med. Klaus Egli
vom 05.02.2004 in seiner Praxis in Mönchengladbach-Rheydt
- [3] <http://www.3d-historisch.de>
Anwenderseite über 3D-Fotographie
- [4] <http://www.chromatek.com>
Ehemalige Homepage der Firma Chromatek Inc.
- [5] <http://sprott.physics.wisc.edu/pickover/home.htm>
Homepage von Dr. phil. Cliff Pickover
- [6] <http://www.seereal.com/default.de.htm>
SeeReal Technologies GmbH, Dresden
Hersteller von Autostereo Displays
- [7] Richard Jahn, Ulrike Kuhlmann:
Fremde Welten – Head Mounted Displays im Test
C't 03/2004, Seite 110
- [8] http://kidshealth.org/kid/talk/qa/motion_sickness.html
KidsHealth – eine Initiative der Nemours Foundation
- [9] persönlich geführtes Interview mit Klaus Hilles, European Business Manager
vom 12.02.2004 im europäischen Firmensitz von Christie Digital Inc.
in Mönchengladbach
- [10] <http://www-personal.umich.edu/~galtland/skiVR/present/skiVR.htm>
Virtual Skiing Project der University of Michigan, USA
- [11] <http://www.cyberbikes.hnf.de/index.htm>
Cyberbikes Projekt des Heinz Nixdorf Museumsforum, Paderborn
- [12] <http://www.intel.com/deutsch/home/trends/future/vision.htm>
Die Open Source Computer Vision Library von Intel

weiterhin:

<http://www.christiedigital.com>
Christie Digital Inc., Kanada

<http://www.stereo3d.com>
Anwenderseite über Stereoskopie

<http://www.stereoskopie.de>
Anwenderseite über Stereoskopie

B. Weiterführende Literatur

- Henrik Thoms, Björn Bischof, Sebastian Heymann, Kristian Hildebrand:
Tiefenwahrnehmung
<http://www-public.tu-bs.de:8080/~y0020456/wahrnehmung/Wp.pdf>

C. Datenblätter über Projektionssysteme der Firma Christie Digital Inc.