

## Inhaltsverzeichnis

### 3. Unterrichtsfach PHYSIK

3.1. Thematische Einführung – Studioteknik

3.2. Thematische Einführung – Mehrdimensionales Kino (2 D – 4 D Kino)

3.3. Verschiedene Verfahren und Techniken der mehrdimensionalen Filmprojektion

3.3.1. Anaglyphe Technik FarbfILTERbrille

3.3.2. Raumbild-Verfahren Polfilterbrillen

3.4. Thematische Einführung – Merkanai-Tonsysteme

3.4.1. Das IOSONO-Soundsystem des Fraunhofer Institutes München

3.5. Physik und moderne Kinoprojektoren DLP-Chip 3

3.6. Themenbezogene Literatur- und Linkliste

### 3. Unterrichtsfach PHYSIK

#### 3.1. Thematische Einführung: Studiotechnik

Bei der Produktion sogenannter "Dailys", also Fernsehserien die täglich ausgestrahlt werden, muss alles sehr schnell gehen. Jeden Tag werden im Schnitt 20 Minuten Filmmaterial produziert. Um Zeit zu sparen und die bei Film und Fernsehen meist recht lange Postproduktionsphase zu verkürzen, wird der Studiodreh mit 3 bis 4 Kameras durchgeführt und die Bilder der einzelnen Kameras während der laufenden Szene von einem Editor zusammengeschnitten. Dieser Arbeitsschritt findet in der Studioregie statt. In diesem Raum laufen alle Kamerabilder zusammen und können



mit Hilfe eines Bildmischers individuell angesteuert werden. Diesen "Live-Schnitt" findet man auch bei großen Sportveranstaltungen, Konzerten oder wichtigen politischen Veranstaltungen. Die Studioregie befindet sich in dem Fall in einem sogenannten Übertragungswagen, kurz Ü-Wagen genannt.

Ein Ü-Wagen ist ausgestattet wie ein kleines Fernsehstudio. Alle notwendigen technischen Geräte für die Aufzeichnung und Bearbeitung von Bild und Ton sind an den entsprechenden Arbeitsplätzen untergebracht. So können Beiträge im Ü-Wagen, ebenso wie im richtigen Studio, direkt von den Journalisten kommentiert, geschnitten oder synchronisiert werden. Da bei einer Live-Übertragung nichts Schlimmeres passieren kann als ein technischer Defekt oder der Ausfall einzelner Geräte, wird immer versucht, Ersatzgeräte oder zumindest einen Notfallplan parat zu haben.

Je nach Bedarf werden unterschiedlich große Ü-Wagen an die Übertragungsorte geschickt. Manche Wagen sind mit bis zu vier Kameras bestückt. Größere Ü-Wagen werden automatisch mit einer Klimaanlage ausgestattet, die bei Betrieb ein Überhitzen der vielen technischen Geräte auf so engem Raum verhindern soll. Kleinere und beweglichere Ü-Wagen mit einer oder zwei Kameras werden besonders gerne für Berichte über tagesaktuelle Geschehnisse eingesetzt. Die Größe der Ü-Wagen kann daher je nach Bedarf stark variieren und reicht vom kleinen umgebauten Smart bis hin zur großen Fahrzeugflotte mit mehreren LKWs. Da Ü-Wagen in der Regel bis unters Dach mit sehr wertvoller Übertragungstechnik ausgestattet sind, wird bei längeren Arbeitseinsätzen ein spezielles Team zur Überwachung eingesetzt.

Einsätze mit einer großen Fahrzeugflotte müssen selbstverständlich im Vorfeld perfekt geplant sein. Daher müssen Produzent, Aufnahmeleiter, Journalist und Regisseur gut zusammenarbeiten und gemeinsam an einem Strang ziehen. Bei kleineren Teams, ausgestattet mit kleinen Ü-Wagen und nur einer Kamera, übernimmt der Journalist oftmals gleichzeitig die Aufgaben des Produzent und Aufnahmeleiters. Aber auch diese Arbeitseinsätze dürfen nicht unterschätzt werden und bedürfen im Vorfeld ebenfalls einer genauen Vorbereitung.

### Große Fahrzeugflotten für Außenübertragungswagen bestehen in der Regel aus folgenden Wagen:

- Im **Ü-Wagen** haben Bildtechniker, Regisseur, Tontechniker, Redakteur und Journalist (oder Sprecher) ihre voll ausgestatteten Arbeitsplätze
- Der Ü-Wagen wird begleitet von einem zusätzlichen **MAZ-Wagen** zur Aufzeichnung von Bild und Ton auf magnetische Medien, wie z.B. Videoband. Dies ist aber nur der Fall, wenn die benötigte Ausstattung im Ü-Wagen hierfür nicht ausreicht
- Sollte am Ort des Geschehens kein oder nicht ausreichend Strom vorhanden sein, fährt in der Fahrzeugflotte zusätzlich noch ein **Aggregatwagen** mit, der eine unabhängige Stromversorgung sicherstellt
- Sogenannte **Rüstwagen**, beladen mit Kameras, Stativen und sonstiger technischer Ausrüstung sind ebenso Teil einer großen Fahrzeugflotte
- Ein extra **Richtfunk- und Mastwagen** wird benötigt, wenn vom Ort der Übertragung die Fernsehsignale direkt live zum Funkhaus auf dem Luftweg übertragen werden sollen. Mittlerweile werden hierfür aber immer häufiger integrierte Satelliten-Systeme oder die Übertragung über Streaming Verfahren (Internet) angewendet.
- Zusätzliche Autos oder Trailer für Masken- und Kostümbildner etc. beschließen den Konvoi

Für die Verbindung der Kameras mit dem Ü-Wagen werden entweder dicke meterlange Studiokabel verlegt oder Bild und Ton werden über Richtfunk in das mobile Studio übermittelt. Vorteil der Übertragung mittels Richtfunk ist, dass die Kamera flexibel bewegt und weiter vom Ü-Wagen entfernt werden kann. Bei der Kabelübertragung kommt bei einem großen Ü-Wagen mit vielen Kameras schnell eine ziemlich große Masse an verlegtem Kabel zusammen. Wenn dann auch noch größere Entfernungen zwischen Ü-Wagen und Kamera zu überbrücken sind, kann es leicht zu Problemen kommen. Bei Fenstern, Türen oder Fluchtwegen ist es wichtig, diese freizuhalten bzw. die Kabel so zu verlegen, dass keine Gefahren für die Zuschauer entstehen und dennoch eine optimale Signalübertragung gewährleistet ist. Rollenweise Gaffa-Tape, ein in der Filmbranche sehr beliebtes, enorm stabiles Klebeband, wird hierfür verbraucht.

Alle in Studios produzierten Fernsehsendungen werden ebenfalls in einer solchen Studioregie bearbeitet und aufgezeichnet. Viele Fernsehstudios besitzen daher schon eine angeschlossene Regie. In anderen Fällen, wie zum Beispiel in Halle 9 der Bavaria Filmstadt, werden für die Aufzeichnungen von Fernsehshows Ü-Wägen eingesetzt, die dann vor der Halle stehen. Vor allem bei Live-Übertragungen ist ein präzises und konzentriertes Arbeiten der Editoren und Regisseure Voraussetzung, denn kleinste Fehler werden sofort zum Zuschauer nach Hause geschickt. Somit tragen alle Beteiligten von Studioaufzeichnungen eine große Verantwortung. Vom Moderator vor der Kamera bis hin zum Techniker in der kleinen Studioregie.

### 3.2. Thematische Einführung: Mehrdimensionales Kino (2 D – 4 D Kino)

Von mehrdimensionalem Kino spricht man in der Regel bei Filmen in 3 D oder 4 D Qualität. Der Begriff 3 D-Film steht als Abkürzung für "dreidimensionaler Film". Darunter versteht man Filme, die auf entsprechende Produktions- und Projektionsverfahren aufbauen und durch den Einsatz von 3 D-Brillen beim Zuschauer den Eindruck einer räumlichen Tiefe vermitteln.

Der erste 3 D-Film in rot-grün hieß *The Power of Love*, war ein Stummfilm und wurde am 27. September 1922 aufgeführt. Besondere Hochkonjunktur erlebten 3 D-Filme zunächst in den 50er Jahren. Mit Aufkommen des Fernsehens als preiswerte Alternative zum Kino, gingen die Besucherzahlen in den Kinos zurück und man versuchte mit Außergewöhnlichem die Zuschauer wieder anzulocken. 3 D-Filme erwiesen sich als erfolgreicher Publikumsmagnet für das Kino, da Filme im Rot-Grün Verfahren nicht auf dem heimischen Schwarz-Weiß-Fernseher angesehen werden konnten

4 D-Filme sind ganz normale 3 D-Filme, die zur Perfektionierung der Illusion noch mit anderen Effekten kombiniert werden, Die Sitze der Zuschauer bewegen sich passend zum Film und rütteln oder vibrieren und neigen sich zur Nachahmung von Kurven nach links oder rechts. Außerdem kann es sein, dass Wind, Sprühregen, Nebel und Düfte zum Einsatz kommen, um die Illusion perfekt zu machen. Angesichts all der hierfür notwendigen Technik können 4 D-Filme aber nur in dafür speziell ausgestatteten Kinos vorgeführt werden. Auf Grund der Vielfalt von Reizen spricht man mancherorts bereits von 4 D / 5 D-Filmen.

Ein 3 D-Film muss aus zwei verschiedenen Perspektiven gedreht werden, da das menschliche Auge, um dreidimensional sehen zu können, für jedes Auge eine andere Perspektive benötigt. Daher werden bei der Produktion von 3 D-Filmen so genannten Stereokameras eingesetzt, welche zwei Blickwinkel gleichzeitig aufnehmen können.

Mit Hilfe der folgenden kleinen Übung kann man schnell und einfach deutlich machen, wie unterschiedlich die Perspektiven unserer beiden Augen sind.

#### **Anschauungsbeispiel**

Zwei Augen – zwei Blickwinkel  
= Grundlage für dreidimensionales Sehen

Wenn man sich einen Finger vor die Augen hält und eines der Augen schließt, so hat der Finger in Bezug zum Hintergrund eine ganz bestimmte Position. Schließt man im Wechsel nun das andere Auge, so scheint der Finger um ein paar Zentimeter zur Seite zu springen. Natürlich bewegt sich der Finger nicht, aber die andere Perspektive des zweiten Auges lässt es uns so erscheinen. Nur durch das Zusammenspiel dieser unterschiedlichen Blickwinkel ist es uns möglich dreidimensional zu sehen. Ein 3 D-Film baut genau auf diesem Prinzip auf.

### 3.3. Verschiedene Verfahren und Techniken der mehrdimensionalen Filmprojektion

In der Regel werden für die Vorführung von 3 D-Filmen entweder die anaglyphe Technik (rot-grün) oder das Raumbild-Verfahren (Polarisationstechnik) angewandt. Bei beiden Varianten muss der Zuschauer, um den Film dreidimensional sehen zu können, eine spezielle Brille aufsetzen, d.h. entweder eine Farbfilter- oder eine Polarisationsbrille. Diese Brillen bewirken, dass jedes Auge nur eine bestimmte Perspektive wahrnehmen kann und die jeweils andere Perspektive ausgeblendet wird. Würden wir versuchen, einen 3 D-Film ohne entsprechendes Hilfsmittel anzusehen, so würden unsere Augen die beiden gezeigten Perspektiven gleichzeitig sehen und wir könnten nur ein unscharfes Bild erkennen. Das kann man leicht nachprüfen, indem man die Brille während der Vorführung kurz absetzt und sich den Film kurz ohne sie ansieht.

#### 3.3.1. Anaglyphe Technik (Farbfilterbrille)

Eine Projektionsvariante für 3 D-Filme ist die der anaglyphen Technik. Bei der Projektion auf die Kinoleinwand werden hierbei zur Bildtrennung die zwei Perspektiven mit zwei unterschiedlichen Farben eingefärbt. Die hierbei meist verwendeten Komplementärfarben Rot und Grün sind dann dementsprechend bei den Folien der 3 D-Brille wieder zu finden. Setzt sich der Zuschauer die nun passend gefärbte Brille auf, d.h. mit einer roten Folie vor dem einen und einer grünen Folie vor dem anderen Auge, so sieht jedes Auge nur seine bestimmte Perspektive und die andere wird durch den Farbfilter ausgeblendet.

#### 3.3.2. Raumbildverfahren (Polfilterbrillen)

Bei dem Raumbild-Verfahren bekommt das Publikum eine Polfilterbrille. Diese Brille besteht, wie der Name schon sagt, aus zwei Polarisationsfiltern. Wird der Film nun von den zwei Projektoren auf die Kinoleinwand übertragen, so lassen die zwei Filter der Brille jeweils nur das Projektorbild durchdringen, das mit dem entsprechenden Winkel für das jeweilige Auge auf der Leinwand erscheint. Dafür sind die Polarisationsfilter der einzelnen Augen um 90 Grad gedreht und auf den Einfallswinkel der zwei Projektorbilder eingestellt. Damit diese Variante der 3 D-Projektion funktioniert, muss der Zuschauer seinen Kopf aber stets gerade halten. Neigt er ihn zur Seite filtern die Polarisationsfilter das Licht nicht mehr und der 3 D-Effekt geht verloren. Die Polarisationstechnik wird auch im 4 D-Erlebniskino der Bavaria Filmstadt mit dem Film *Lissi und die wilde Kaiserfahrt* umgesetzt.



#### Definition Polarisation:

Licht breitet sich in Wellen aus. Diese Wellen schwingen normalerweise unpolarisiert in alle Richtungen senkrecht zur Ausbreitungsrichtung. Von polarisiertem Licht spricht man dann, wenn die Wellen möglichst gebündelt in eine Richtung schwingen. So genannte Polarisationsfilter übernehmen diese Bündelung der Wellen und lassen nur polarisiertes Licht hindurch.

### 3.4. Thematische Einführung: Mehrkanal-Tonsysteme

Mit einem modernen Tonsystem wird immer das Ziel verfolgt, allen Zuhörern ein möglichst realitätsnahes räumliches Klangerlebnis zu bieten. Der Zuhörer sollte erkennen können wie sich die Klangquellen im Raum bewegen und wo sie genau herkommen. Im Laufe der

Jahrzehnte wurden verschiedene Tonsysteme entwickelt, die mit immer mehr Kanälen arbeiteten und die Anordnung der Lautsprecher im Raum zu optimieren versuchten. Speziell die Beschallung eines Kinosaals birgt besondere Herausforderungen, da es hier einen großen Raum mit vielen Sitzplätzen so zu beschallen gilt, dass allen Zuschauern ein ansprechendes Klangerlebnis geboten wird. Man spricht an dieser Stelle auch vom so genannten "Sweet Spot", d.h. von dem Bereich mit optimaler Tonqualität, der im Kino möglichst alle Sitzplätze einschließt.

### Mehrkanal-Tonsysteme – ein Überblick

**1 Kanal** - Begonnen hat die Entwicklung der Tonsysteme mit einfachen Mono-Aufnahmen im Jahr 1877. Da diese Aufnahmen jedoch kaum realistischen Raumklang wiedergaben, entwickelte man

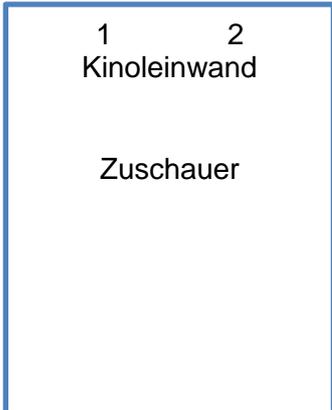
im ersten Drittel des 20. Jahrhunderts ein Verfahren mit Zweikanalton-Technik. Moderne Tonwiedergabegeräte verfügen jedoch immer noch über die Möglichkeit, Aufnahmen auch auf nur einem Kanal, also mono, abspielen zu lassen.

**2 Kanäle** - Die Zweikanalton-Technik, oder auch Stereophonie genannt, verbesserte ab den 1950er Jahren die Klangqualität von Tonaufnahmen enorm. Durch die Aufnahme und Wiedergabe von zwei gleichwertigen Tonkanälen ergab sich die Möglichkeit, durch den Einsatz von Stereolautsprechern eine erste räumliche Zuordnung der Tonquellen in Rechts und Links zu ermöglichen. Ziel der Tonwiedergabe mittels mehrerer Lautsprecher ist es, die Hörzone in einem großen Raum zu vergrößern und zu verbessern.



Kinoleinwand

Zuschauer



1      2  
Kinoleinwand

Zuschauer

**3 Kanäle** – Bei diesen Tonsystemen kommen zwei Kanäle mit zusätzlichem Hilfskanal zum Einsatz. Der Lautsprecher des dritten Kanals sendet nicht, wie die anderen zwei Kanäle den gesamten Ton, sondern wird zum Beispiel beim Film als zusätzlicher Kanal nur für die Dialoge zentral platziert. Eine weitere Variante mit 3 Kanälen arbeitet mit drei gleichwertigen Kanälen. Wie in der Grafik sichtbar sind die Lautsprecher hier in einer Reihe frontal zu den Zuschauern angeordnet.



**4 Kanäle** – Bei der Quadrofonie werden die vier verwendeten Lautsprecher in den Ecken des Raumes angebracht. Von den vier im Vorfeld synchron aufgezeichneten Klangkanälen geben zwei allerdings hauptsächlich die Raumsignale und die Schallreflexion des Raumes wieder, in dem die Aufnahme stattfand.



**5 Kanäle** - Als Erweiterung zur Quadrofonie wird bei dieser Variante ein neuer Kanal eingeführt. Ebenso wie bei der 3-Kanal-Variante wird ein zusätzlicher Lautsprecher zentral montiert und gibt beispielsweise nur die Dialoge eines Films wieder. Zudem sind hinter den Zuschauern noch zwei Lautsprecher angebracht, die das gleiche wiedergeben.

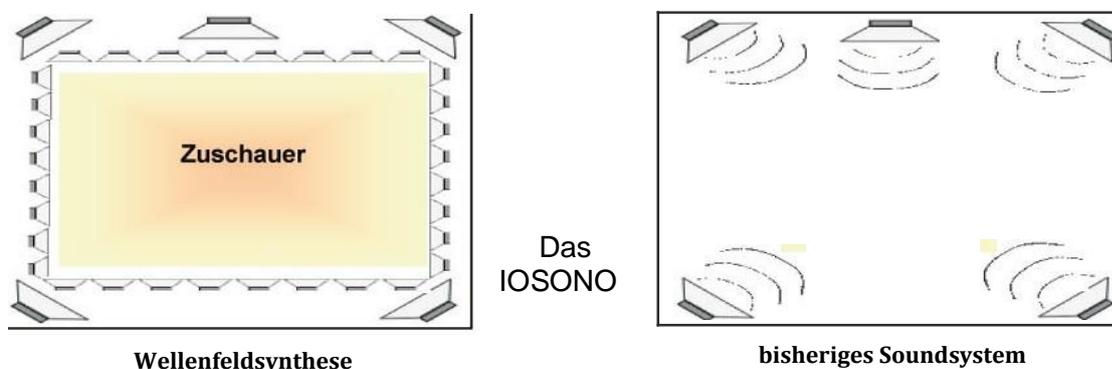


### 3.4.1. IOSONO Soundsystem

Das IOSONO-Soundsystem wurde von den Wissenschaftlern des Fraunhofer-Institutes für Digitale Medientechnologie entwickelt. Basierend auf dem Prinzip der Wellenfeldsynthese ist es zwar ein sehr aufwendiges, aber auch sehr beeindruckendes Mehrkanalverfahren.

#### Definition Wellenfeldsynthese:

Anders als bei üblichen Mehrkanalverfahren werden bei der akustischen Wellenfeldsynthese, kurz WFS, die Luftschwingungen realer Situationen virtuell im Raum nachgestellt. Auf diese Weise ist es möglich, Klangquellen sowohl innerhalb des Raumes als auch außerhalb wie in Realität exakt lokalisieren zu können. Dadurch, dass sich die Schallwellen aus den verschiedenen Lautsprechern innerhalb des Raumes überlagern, entstehen neue Schallwellen, die von dem Punkt der Überlagerung in alle Richtungen schwingen. Somit kann man eine Klangquelle exakt im Raum positionieren. Die Zuhörer können dabei sogar um die Klangquelle herumgehen.



Das IOSONO Soundsystem bietet mit 432 Lautsprechern im Kinosaal die Möglichkeit, eine Vielzahl von Klangquellen im Raum entstehen und sich durch den Saal bewegen zu lassen. Auf diese Weise gibt es nicht wie bei bisherigen Soundsystemen in Kinosälen nur für einen kleinen Teil des Saals ein gutes Klangbild, sondern der akustische "Sweet Spot" umfasst alle Bereiche des Saals. Ergebnis ist ein absolut realistisches Klangbild, bei dem sich der Zuschauer mitten in der Szene wiederfindet. Die Koordination der Lautsprecher wird über ein kompliziertes Computersystem gesteuert. Der Computer bekommt ein Signal über Position und Art des herzustellen Klangbildes und errechnet daraus, welche Lautsprecher wie zum Einsatz kommen müssen, damit dieses Tonsignal realistisch umgesetzt werden kann. Ob langsame oder schnelle Bewegungen, der Zuhörer kann mit dem IOSONO Soundsystem exakt bestimmen, wie sich die Klangquellen durch den Raum bewegen.

Die Qualität des IOSONO Soundsystems ist zu vergleichen mit der Aufnahme eines Symphonieorchesters, bei der jedes Instrument einzeln aufgenommen wurde ohne Störungen durch Diffusschall, erste Reflexionen oder durch das Spiel der anderen Instrumente. Beim Einsatz im 4D-Kino ergänzt das IOSONO Soundsystem die Illusion des mehrdimensionalen Filmerlebnisses, indem es zusätzlich eine realistische Geräuschkulisse schafft.

### 3.5. Physik und moderne Kinoprojektoren – DLP-Chip

Der DLP-Chip (Digital Light Processing) ist wichtiger Bestandteil moderner Kinoprojektoren. Bei dieser Technik ist eine Vielzahl winziger Spiegel auf einem DMD-Chip (Digital Micromirror Device) montiert. Die hierbei verwendeten knapp 2 Millionen Spiegelchen sind jeweils nicht einmal ein Fünftel so breit wie ein menschliches Haar. Damit lassen sich im Moment Bildauflösungen von bis zu 2048x1080 Pixel generieren.

Jeder Spiegel ist elektronisch ansteuerbar und kann durch die Kraftwirkung elektrostatischer Felder binnen 16 IJS zwischen seinen zwei festen Endzuständen (An oder Aus) hin und her wechseln. Die jeweiligen Winkel der kleinen Spiegel auf dem DMD-Chip entscheiden darüber, ob das Licht geradewegs zur Optik zurückgeworfen oder zum Absorber weitergeleitet wird. Je nachdem, ob der Spiegel öfters "an" oder "aus" ist, entsteht ein Punkt mit variabler Intensität auf der Leinwand. Damit lassen sich 1024 Grautöne auf der Leinwand darstellen.

Die DMD-Chips werfen nur das Licht der Projektorlampe zurück. Will man ein farbiges Bild bekommen, werden schnell rotierende Farbscheiben vor den Lampen (1-Chip Projektor) oder noch weitere Chips in den Projektor eingebaut. So geschehen bei dem so genannten 3-Chip Projektor. Bei diesem Projektor wird das weiße Licht, noch bevor es einen DMD-Chip erreicht, mittels zwischengeschalteter Farbfilter in die drei Grundfarben aufgeteilt. Diese drei Farbstränge treffen nun jeweils auf einen von drei DMD-Chips und die daraus entstandenen Teil-Reflexionen werden mit Hilfe eines Prismas zu einem vollständigen Farbbild zusammengefügt. Diese Methode erfreut sich großer Beliebtheit, da sie durch die Möglichkeit, 16,7 Millionen Farben darzustellen, eine hohe Farbtreue gewährleistet.

Diese Projektionstechnik wird nicht nur in den 3D Projektionen von Freizeitparks (z.B. *Lissi und die wilde Kaiserfahrt* in der Bavaria Filmstadt) eingesetzt, sondern findet sich auch in immer mehr deutschen Kinos als alternative Projektionsmöglichkeit wieder. Viele Filme werden mittlerweile schon extra für die digitale Projektion produziert.

### 3.6. Themenbezogene Literatur- und Linkliste

#### **Fernsehtechnik**

Buchholz, Axel / Schult, Gerhard [Hrsg] (2002): Fernseh-Journalismus. Ein Handbuch für Ausbildung und Praxis. 6. aktualisierte Auflage. München: List Verlag. S.383-389.

#### **Mehrdimensionales Kino / Physik und moderne Kinoprojektoren – DLP-Chip**

Fastert, Gerhard / Ignatowitz, Eckhard / Jungblut, Volker / Maier, Ulrich (2004): Physik für Schule und Beruf. Haan: Verlag Europa-Lehrmittel.

#### **Mehrkanal-Tonsysteme**

Birkner, Christian (2002): Surround-Einführung in die Mehrkanalton-Technik. Bergkirchen: PPV Medien.

#### **Weitere Webseiten**

DLP Projektoren

Texas Instruments Inc (2014): DLP. [www.dlp.com](http://www.dlp.com) / [www.hcinema.de/dlp.htm](http://www.hcinema.de/dlp.htm).

Wikipedia über Digital Light Processing

o.V. (2014): Digital Light Processing. [http://en.wikipedia.org/wiki/Digital\\_Light\\_Processing](http://en.wikipedia.org/wiki/Digital_Light_Processing).