

ITWissen



Das große Online-Lexikon
für Informationstechnologie

HEIMKINO

KLAUS LIPINSKI (Hrsg.)

Inhalt

Absorber	Laser-Projektor
Bildformat	Lautsprecherbox
Bildseitenverhältnis	Lautsprecherkabel
Blu-Ray-Disc	LCD-Projektor
Breitbild	LCoS-Projektor
Composite Video	LED-Projektor
D-Cinema	Leistungsverstärker
Digital-Receiver	Lichtstrom
DLP, <i>digital light processing</i>	Lumen, lm
Dolby-Digital	Projektionswand
Dolby-Surround	Projektor
DTS, <i>digital theatre sound</i>	Projektorlampe
DTS-HD, <i>digital theatre sound high definition</i>	Referenzbild- helligkeitsbreite
DVD-Laufwerk	Röhrenprojektor
Komponentenvideo	Settop-Box
HDTV, <i>high definition television</i>	Subwoofer
Heimkino	Surround
HIPS, <i>high temperature polysilicon</i>	TOSlink
	Verstärker-Klasse

Impressum:

Herausgeber: Klaus Lipinski

Heimkino

Copyright 2008

DATAKOM-Buchverlag GmbH

84378 Dietersburg

Alle Rechte vorbehalten.

Keine Haftung für die angegebenen
Informationen.

Produziert von Media-Schmid

www.media-schmid.de

Absorber Von Absorber bzw. Schallabsorbern spricht man in der Akustik. Es handelt sich dabei um Vorrichtungen, die in einem Raum eingebaut werden und die Schallenergie aufnehmen und in eine andere Energieform umwandeln. Die akustische Absorption ist frequenzabhängig. Daher gibt es neben den stark frequenzabhängigen Absorbern auch solche, mit denen eine breitbandige Absorption möglich ist. Dazu gehören poröse und gelochte Platten, Vorhänge, Teppiche, Glas- und Steinwolle. Sie sind dann besonders effizient wenn die Luftbewegung am schnellsten, also die Schallschnelle am größten ist.

Bei der Anbringung von Absorbern sind die Frequenzen zu beachten, die eine Dämpfung erfahren sollen, da die Abstände zwischen den reflektierenden Wänden und den Absorbern einen Einfluss auf die zu dämpfende Wellenlänge hat.

Das Deutsche Institut für Normung e.V. (DIN) hat die Schallabsorber in Schallabsorptionsklassen eingeteilt. Nach DIN 11654, die es auch als EN-Norm und ISO-Standard gibt, sind Schallabsorber in fünf Absorptionsklassen eingeteilt. Die fünf Absorptionsklassen "A" bis "E" haben ein spezifisches Absorptionsverhalten in den Oktaven zwischen 250 Hz und 500 Hz, 500 Hz und 1 kHz, 1 kHz und 2 kHz sowie von 2 kHz bis 4kHz.

Darüber hinaus gibt es mit DIN 18041 eine Grundlage für die akustische Qualität in mittelgroßen Räumen. Diese Norm befasst sich mit den technischen Details für die Anbringung absorbierender und reflektierender Elemente zur Verbesserung der Sprachverständlichkeit.

Bildformat Das Bildformat drückt sich im Bildseitenverhältnis und der Bilddarstellung aus.
picture format Generell unterscheidet man zwischen den Bildformaten von Computern und PCs, sowie von Fernsehen und Kino.
Bei den PC-Bildformaten kann man standardmäßig von einem Bildseitenverhältnis von 4:3 (1,33:1) für das Verhältnis aus Bildhöhe zu Bildbreite ausgehen. Daneben setzt sich bei Monitoren zunehmend das 16:10-Format durch, das auf das Sehfeld des Menschen optimiert ist. Daneben gibt es noch das 5:4-Format sowie diverse Formate für Spezial-Monitore.

*PALplus-Übertragung
dargestellt als Letterbox und
im anamorphical Widescreen*



Beim Fernsehen gibt es zwei Standard-Bildschirmformate, das 4:3- und das Breitbild im Format 16:9 (1,78:1). Filme mit anderen Bildformaten, werden auf diesen beiden Bildschirmformaten abgebildet.

Kinofilme werden normalerweise in einem von drei Bildformaten wiedergegeben: der Breitwandfilm mit einem Bildformat von 1,85:1, Panavision und Cinemascope mit 2,35:1 und das europäische Bildformat mit 1,67:1.

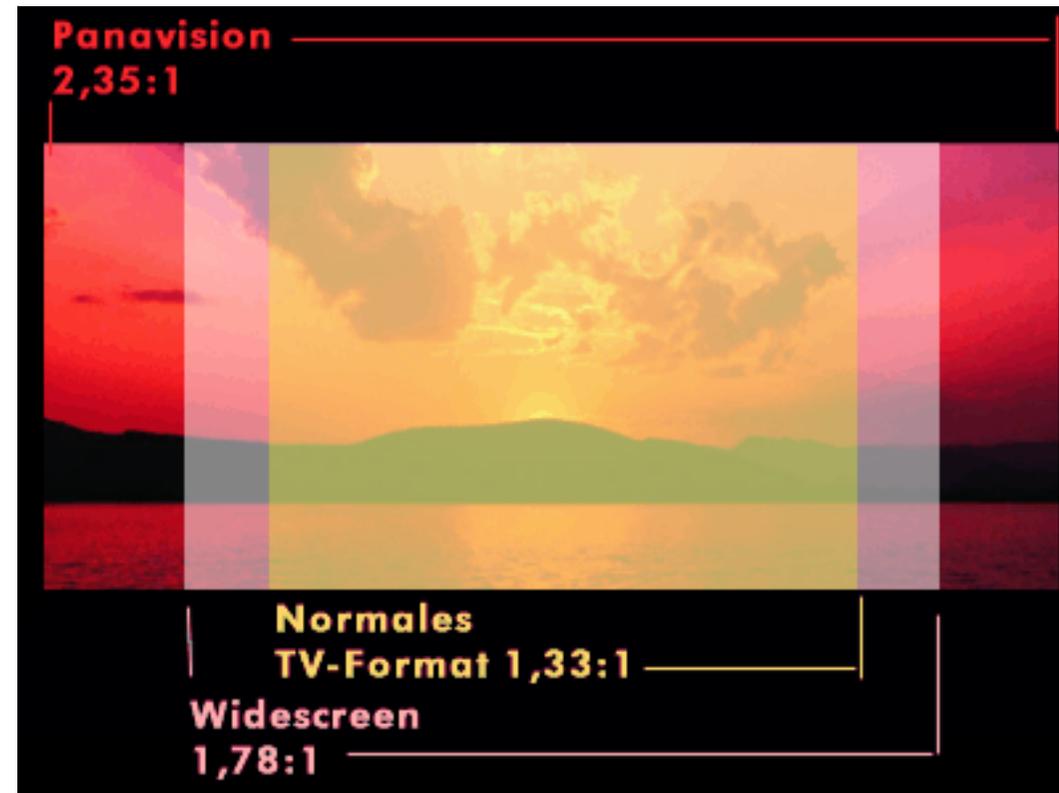
Da die Kinofilme ein von der Fernsehetechnik abweichendes Bildformat haben, müssen diese an das Bildschirmformat angepasst werden. Dafür gibt es die Letterbox, das Pan-und-Scan und das anamorphical Widescreen. Bei diesen Anpassungen wird die Darstellung auf dem Fernsehschirm entweder gestaucht wiedergegeben oder die Darstellung hat an den Seiten oder oben und unten schwarze Balken.

Bildseitenverhältnis
picture aspect ratio

Das Bildseitenverhältnis ist das Verhältnis von Breite zu Höhe eines Bildes, eines Displays oder eines Filmes.

Das für Fernseher standardisierte Bildseitenverhältnis beträgt 4:3 bzw. 1,33:1 und wurde in den neueren Widescreen-Standards um das Verhältnis von 16:9 bzw. 1,78:1

*Darstellungen mit
verschiedenen
Bildseitenverhältnissen*



erweitert. Kinofilme haben ein Bildseitenverhältnis von 1,78:1, bezeichnet als Widescreen und 2,35:1, bekannt als Panavision und Cinemascope. Neben diesen standardisierten Fernsehformaten gibt es in der Computertechnik diverse andere Breitbildformate mit Seitenverhältnissen von 5:4, 15:9, 18:10 und 16:10. Auf DVDs werden Videos in den Fernsehformaten 4:3 oder 16:9 gespeichert. Darüber hinaus

können DVDs Filme in Letterbox, Pan & Scan und Anamorphical Widescreen speichern.

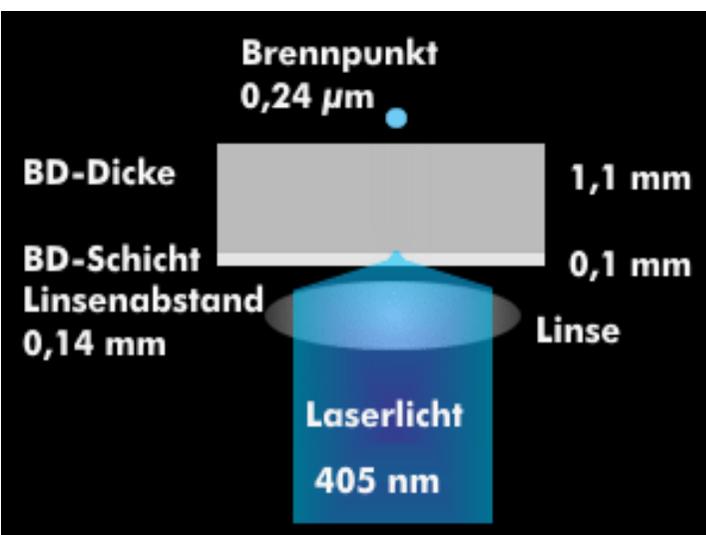
Blu-Ray-Disc *BD, blu ray disc*

Eine Blu-Ray-Disc (BD) ist ein optischer Speicher, in der Größe einer Compact Disc (CD) und mehrschichtig aufgebaut wie eine DVD, allerdings mit einer wesentlich größeren Speicherkapazität.

Darüber hinaus bietet die Blu-Ray-Disc theoretisch die Möglichkeit bis zu achtlagige Speicherschichten anzusteuern. Die Blu-Ray hat ihren Namen wegen des blauen Laserlicht, das eine sehr kurze Wellenlänge hat. Dadurch können die Datenspuren enger als bei der DVD gehalten werden, ebenso sind die Pits and Lands kleiner, wodurch die höhere Speicherdichte erreicht wird. Blu-Ray-Disc gibt es in den Formaten BD-ROM, BD-R und BD-RE.

Weitere Speichertechnologien, die auf einen kurzwelligen blauen Laser setzen ist die HD-DVD, die UDO-Disc, die EVD-Disc und die PDD-Disc.

Die Blu-Ray-Spezifikationen wurden von den Blu Ray Disc Founders (BDF) entwickelt. Neben der Wellenlänge des Lasers von 405 nm und der numerischen Apertur von



*Spezifikationen der
Blu-Ray-Disc*

	Blu-Ray-Disc
Kapazität	SL: 23,3 GB/ 25 GB/ 27 GB DL: 50 GB
Datenrate	35,95 Mbit/s
Lesemethode	CLV
Laser-Wellenlänge	405 nm
Numer. Apertur	0,85
Linsenabstand	0,14 mm bis 0,5 mm
Brennpunkt	0,24 µm
Dicke	1,2 mm
Schichtdicke	0,1 mm SL 0,075 mm DL
Spurweite	0,32 µm

0,85 gehören die Dicke der Trägerschicht, die nur 0,1 mm beträgt, zu den wichtigsten Spezifikationen. Die Blu-Ray-Technologie, die vor allem von Sony und Matsushita unterstützt wird, ist auf beiden Seiten beschichtet. Bei 1-lagiger Beschichtung beträgt die Speicherkapazität 23,3 GB, 25 GB oder 27 GB/Seite, was mit den Channel Bits zusammenhängt, bei 2-lagiger Beschichtung bis zu 50 GB/Seite. Darüber hinaus ist an 4-lagige BDs mit 100 GB Speicherkapazität gedacht. Die maximale Datenrate beträgt 36 Mbit/s, was dem 3,3 fachen einer DVD entspricht.

Mit der Speicherkapazität einer Blu-Ray-Disc kann man etwa 13 Stunden normales Video aufzeichnen und etwa zwei Stunden *HDTV*.

Im August 2004 wurde das BD-Profil 1.0 der BD-ROM für die physische Ebene der Formatierung verabschiedet. Weiterhin wurde das UDF-Dateiformat (UDF 2.5) und die Codecs für Audio und Video festgelegt: Pulscodemodulation (PCM), MPEG-2, *Dolby Digital* und Digital Theatre Sound (*DTS*) sowie VC-1 und H.264/AVC. Die Audiodateiformate DD+ und *DTS-HD* müssen von der BD-ROM unterstützt werden. Neuere Entwicklungen mit bis zu acht Layern haben pro Seite eine Speicherkapazität von 200 Gigabyte (GB).

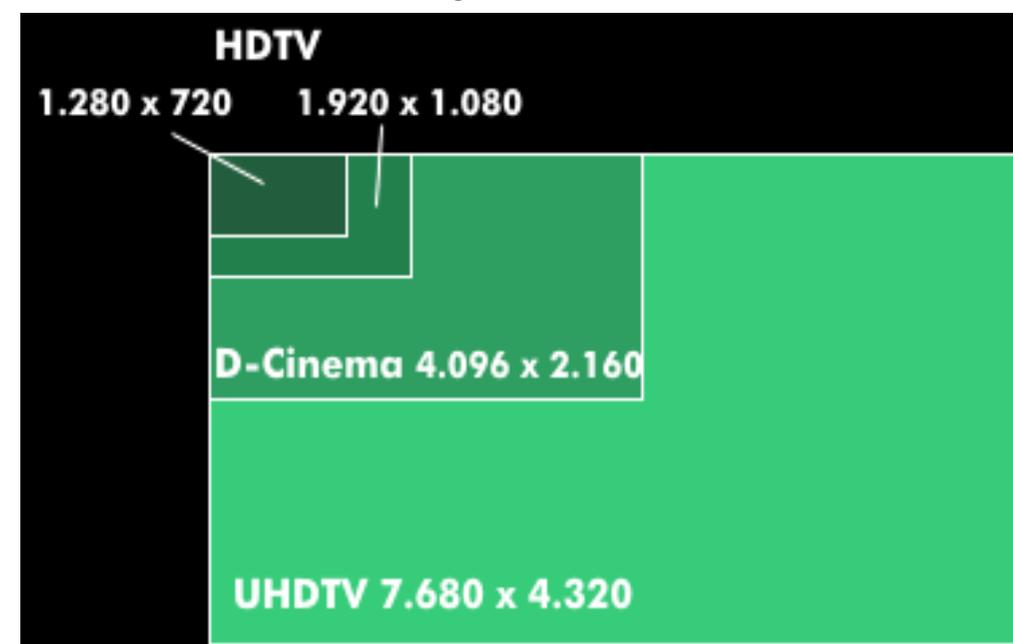
Breitbild Widescreen oder Breitbild ist das Darstellungsformat eines Kinofilms im *widescreen* Bildseitenverhältnis von 1,78:1, das entspricht einer 16:9-Darstellung. Dieses Format ist auf das menschliche Gesichtsfeld optimiert. Es wird beim analogen Fernsehen in PALplus und bei Digital Video Broadcasting (DVB) benutzt.

Kinofilme, die im Bildseitenverhältnis von 2,35:1 aufgenommen wurden, werden auf Widescreen-Displays mit schwarzen Streifen am oberen und unteren Bildschirmrand dargestellt., Übertragungen im 4:3-Format mit schwarzen Balken am rechten und linken Bildschirmrand dargestellt.

Composite Video Composite Video ist ein zusammengefasstes Videosignal, das aus der Luminanz, der Chrominanz und den Synchron- und Austastsignalen besteht.

Dieses Composite Videosignal ist das FBAS-Signal, in dessen Bezeichnung (F) für das Farbsignal, also das Chrominanzsignal steht, (B) für das Bildsignal, also das Luminanzsignal, (A) für die Austastlücke und (S) für das Synchronsignal mit dem Synchronimpuls.

D-Cinema Die Digital Cinema Initiative (DCI) erarbeitet einen Standard für das digitale Kino, D-Cinema. Der DCI-Standard schließt die komplette Vertriebs- und Projektionstechnik mit ein und spezifiziert Datenformate und Projektionstechniken für das D-Cinema. Zentrale Komponenten des DCI-Standards ist das Digital Cinema Package (DCP), ein Container, der die Bild-, Ton- und Untertitel-Daten enthält. Durch das Container-Konzept kann der DCI-Standard auch für andere Inhalte benutzt werden. Spezifiziert werden die Auflösung von 2 K und 4 K für die horizontale Richtung. Die maximalen



Auflösungen liegen bei 2.048 x 1.080 und 4.096 x 2.160 Bildpunkten. Diese Werte sind so bemessen, dass alle Bildformate, der Breitwandfilm mit einem Bildformat von 1,85:1, ebenso wie Panavision und Cinemascope mit 2,35:1, dargestellt werden können. Breitwand wird mit 3.006 x 2.160 Pixeln und Panavision mit 4.096 x 1.730 Pixeln dargestellt. Auch *HDTV* mit einem Bildseitenverhältnis von

*Darstellformate im
Bildseitenverhältnis 16:9*

16:9 ist mit 1.920 x 1.080 Pixeln darstellbar.

Der Vergleich mit der klassischen analogen Filmtechnik zeigt, dass die Auflösung der 4K-Spezifikation mit acht Millionen Bildpunkten doppelt so hoch ist wie die der klassischen Technik; die Bildwiederholfrequenz hingegen mit 24 Hz bei beiden Systemen gleich ist. Aus diesen Werten errechnet sich bei einer Bildauflösung von 24 Bit eine unkomprimierte Datenrate von 5,07 Gbit/s. Für die Kompression der Bilddaten hat sich die Digital Cinema Initiative (DCI) für Motion JPEG 2000 entschieden. Die Daten werden im MXF-Dateiformat in Containern abgelegt.

Die SMPTE hat die SDI-Schnittstelle für die serielle Übertragung dieser Datenströme mit einer Datenrate von 2,97 Gbit/s spezifiziert.

Beim Ton werden alle 16 Tonkanäle einzeln und unkomprimiert mit 24 Bit im Broadcast Wave Format (BWF) gespeichert, das auf dem WAV-Dateiformat basiert. Die ersten sechs Kanäle können für *Surround-Klang* nach 5.1 benutzt werden, mit zwei weiteren kann Sony Dynamic Digital Sound (SDDS) abgestrahlt werden.

Besondere Maßnahmen sind im DCI-Standard dem Schutz vor unberechtigtem Zugriff gewidmet. Dazu gehört auch die AES-Verschlüsselung der Daten und das TLS-Protokoll für eine sichere Datenübertragung.

Mit UHD TV gibt es eine weitere Cinema-Technik mit einer Bildauflösung von 7.680 X 4.320 Pixeln.

Digital-Receiver *digital receiver*

Digital-TV wird als DVB-T über terrestrische Netze übertragen, als DVB-C über Kabelverteilnetze und als DBV-S über Satellit. Unabhängig von der Art der Übertragung und den dafür benutzten Frequenzbereichen, werden die übertragenen HF-Signale von einem Digital-Receiver empfangen, gemischt und demoduliert. Ein Digital-Receiver ist also ein Empfangsgeräte für digitales Fernsehen. Ein solcher Receiver kann in dem Fernsehgerät integriert sein, er kann aber auch als eigenständige Empfangskomponente arbeiten und die digital modulierten HF-Signale für das Fernsehgerät aufbereiten.

Digital-Receiver können je nachdem für welchen Dienst sie ausgelegt sind, Steuerfunktionen für die Steuerung der Satellitenantennen, den Multischaltern und



*Satelliten-Receiver,
Foto: Hirschmann*

den LNB-Convertern haben, sie können mit Dekoderkarten für Pay-TV ausgestattet sein, ebenso mit Entschlüsselungsfunktionen und Sicherheitsfunktionen für den Schutz von Minderjährigen. Der Empfang beschränkt sich nicht auf Digital-TV, sondern auch auf Digital-Rundfunk wie Digital Audio Broadcast (DAB) und DRM-Radio. Sie sind mit Mikroprozessoren und Halbleiterspeichern für die Belegung der Sendeplätze ausgestattet, haben eine eigene Menüsteuerung, unterstützen den elektronischen Programmführer (EPG) und können programmbegleitende Daten (PAD) interpretieren. Moderne Digital-Receiver haben die von Personal Computern her bekannten Schnittstellen, wie die USB-Schnittstelle, oder können direkt an das residential Ethernet (RE) angeschlossen werden.

Digital-Receiver haben Steuersignale mit denen das empfangene Frequenzband und die Polarisationssebene des empfangenden Mikrowellensignals geändert werden können. Die Umschaltung der Polarisationssebene erfolgt mit einer 14/18-V-Gleichspannung, die Umschaltung des Frequenzbandes mit dem 22-kHz-Steuersignal, die Motorsteuerung für drehbare Antennen ist in DiSEqC spezifiziert.

DLP, digital light processing
DLP-Projektor

Digital Light Processing (DLP) ist eine von Texas Instruments entwickelte Technologie, die auf der Mikrosystemtechnik basiert und bei der kleinste quadratische Mikrospiegel das Licht der Lichtquelle auf die *Projektionsfläche* reflektieren.

Die als Lichtschalter fungierenden Mikrospiegel befinden sich auf einem DMD-Chip und sind jeweils für die Projektion eines einzelnen Bildpunktes verantwortlich. Je nach Auflösung kann ein solcher DMD-Chip aus mehreren Millionen Spiegeln bestehen, von denen jeder einzelne mehrere tausend mal in der Sekunde geschaltet werden kann.

In Abhängigkeit von dem Einsatzgebiet sind *DLP-Projektoren*, die in Besprechungs-

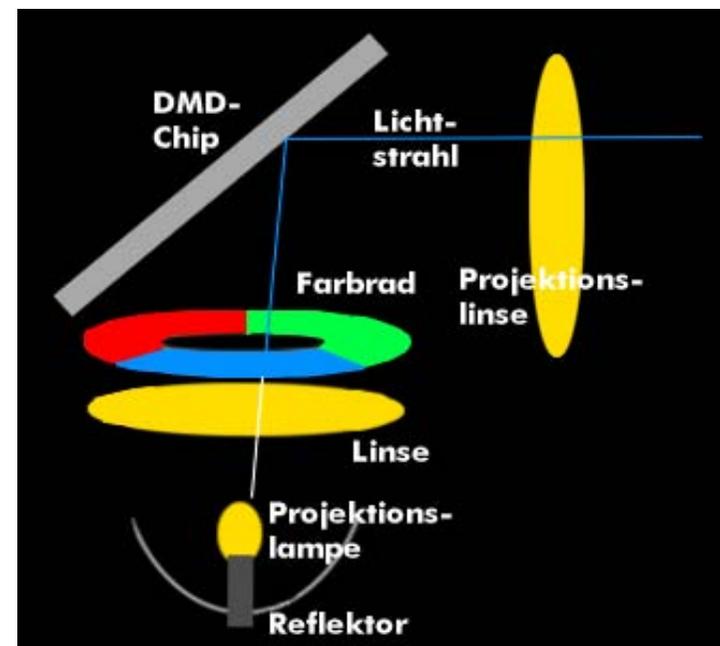


*DLP-Chip für XGA von
Texas Instruments*

und Schulungsräumen, Kongresszentren und Kinos eingesetzt werden, in Ein-, Zwei- oder Drei-Chip-Bauweise aufgebaut. Neben diesen Bauarten gibt es noch den *LED-Projektor* bei dem die Spiegel unmittelbar von drei farbigen Leuchtdioden (LED) beleuchtet werden.

Bei der Ein-Chip-Technologie wird das farbige Licht über ein Farbrad erzeugt, das aus drei Filtern für die Primärfarben Rot, Grün und Blau besteht. Das Farbrad dreht sich mit einer Umdrehungsgeschwindigkeit von 3.600 U/min im Lichtstrahl und synchron dazu wird der Spiegel zur Reflektion einer bestimmten Farbe geneigt. Soll also beispielsweise grün reflektiert werden, dann kippt sich der Spiegel in dem Moment in dem das Licht der Lichtquelle das Grünfilter passiert und der Strahl auf den Spiegel fällt. Von dort wird er durch den geneigten Spiegel über die Optik auf die Projektionswand reflektiert. Die Farbdarstellung erfolgt also sequenziell.

Die Farbsättigung und der Farbton nutzen die Trägheit des menschlichen Auges und werden durch die Schaltzeiten während der entsprechenden Primärfarben erzeugt. So wird beispielsweise Gelb dadurch erzeugt, dass Rot und das Grün für gleiche Zeiteinheiten durch die Spiegel reflektiert werden, Blau hingegen nicht reflektiert wird. Die Zwei-Chip-Technologie filtert über das Farbrad die Sekundärfarben Magenta und Gelb aus und erzeugt aus diesen Farben über ein Farbteiler-Prisma die Primärfarben Rot, Grün und Blau. Ein DMD-Chip ist Rot zugeordnet, der andere für die Farben Grün und Blau.



*DLP-Projektor mit einem
DMD-Chip*

Bei der Drei-Chip-Technologie erfolgt die Farbaufspaltung über ein Prisma und jede Primärfarbe wird über einen eigenen DMD-Chip geschaltet. Die Farbnuancen werden wie in der Ein-Chip-Version über die Schaltzeiten erreicht. Eine DLP-Projektion kann durchaus bis zu 16 Millionen Farbtöne darstellen. Besonders die Projektionen mit der Drei-Chip-Technologie eignen sich für Hochleistungsprojektoren und zeichnen sich durch eine hohe projizierte Helligkeit aus, die

bei über 2.000 Ansi Lumen liegt, bei der Drei-Chip-Technologie werden auch Beleuchtungsstärken von 12.000 Ansi Lumen erreicht.

DLP-Projektoren eignen sich gleichermaßen für Front- und Rückprojektionen von Computerdarstellungen in VGA, SVGA, XGA bis hin zu SXGA und auch für Video- und *HDTV* im Format von 4:3 und 16:9 in WXGA.

Dolby-Digital *DD, dolby digital*

Unter Dolby versteht man allgemein das Kompressionsverfahren Dolby-Digital (DD). Mit diesem Verfahren, das früher AC-3 hieß, ist eine sechskanalige Tonwiedergabe möglich, genannt DD-5.1, wobei bis zu fünf Vollkanäle und ein LFE-Kanal für Tieftoneffekte einen *Surround-Klang* erzeugen. Die Vollbereichskanäle sind für die vorderen Lautsprecher - links, mittig und rechts - und für die beiden Surround-Lautsprecher hinten links und rechts, die für realistische Surroundeffekte sorgen. Der Frequenzbereich dieser *Lautsprecherboxen* liegt zwischen 20 Hz bis 20 kHz. Der Tiefbasskanal des *Subwoofers* hat eine reduzierte Bandbreite bei tiefen Frequenzen. Dolby Digital (DD) wird in DVD-Audio eingesetzt und gehört neben MPEG und PCM zu den wichtigsten Audiodateiformaten. Es arbeitet mit Codierraten von 384 kbit/s bis 448 kbit/s.

Die Dolby Laboratories haben neben Dolby Digital viele Standards in Ton- und

Dolby Digital	
Abtastrate	48 kHz
Quantisierung	24 Bit
Kompression	8 ... 12 nach AC-3
Datenrate	64 kbit/s .. 448 kbit/s
Frequenzbereich Vollbereichslautspr.	20 Hz ... 20 kHz
Subwoofer	3 Hz ... 120 Hz
Dynamikbereich	96 dB
Varianten	1.0, 2.0, 4.0, 5.0, 5.1, EX 6.1

Soundssystemen gesetzt. So beispielsweise für die Rauschunterdrückung.

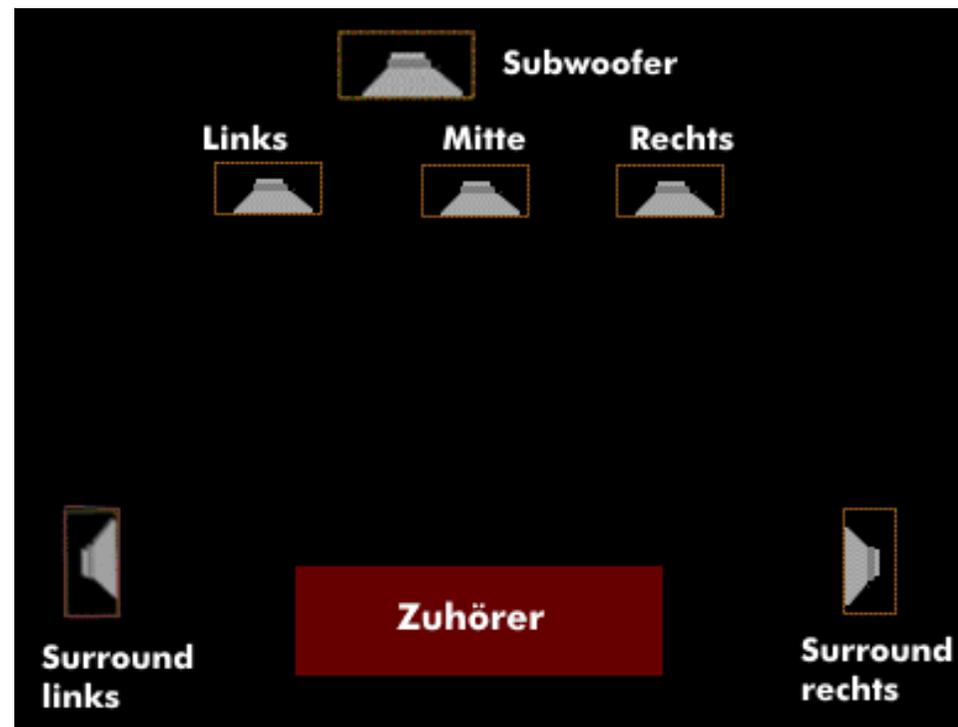
Dolby-Digital kennt mehrere unterschiedliche Modi, die man an der Versionsangabe erkennt. Dabei bedeutet die Angabe hinter dem Punkt ob ein eigener Kanal für den Subwoofer existiert.

Dolby-Digital 1.0: einkanalige Mono-Wiedergabe über den mittig angeordneten Lautsprecher.

Dolby-Digital 2.0: Zweikanalige Stereo-Wiedergabe über den rechten und linken

Spezifikationen von
Dolby-Digital

Lautsprecheranordnung
von Dolby-Digital 5.1



Lautsprecher.

Dolby-Digital 4.0: Mehrkanalige kombinierte Stereo/Mono-Wiedergabe für *Dolby-Surround* über die vorderen rechten und linken Lautsprecher in Stereo, aus dem mittleren und den hinteren Lautsprechern in Mono.

Dolby-Digital 5.0: Mehrkanalige Stereo-Wiedergabe mit allen fünf Lautsprechern außer dem Subwoofer.

Dolby-Digital 5.1 (DD-5.1): Mehrkanalige Stereo-Wiedergabe mit Vollbereichskanälen und einem

Basskanal, der als Low Frequency Enhancement (LFE) in MPEG-2 übertragen wird. Der Frequenzbereich für den Basskanal liegt zwischen 3 Hz und 120 Hz. DD-5.1 hat folgende Lautsprecheranordnung: Vorne links, vorne Mitte, vorne rechts, hinten links, hinten rechts und Subwoofer.

Dolby Digital Plus (DD+) ist eine verlustbehaftete Audiokompression, die in HD-DVD und *Blu-Ray-Disc* obligatorisch ist.

Dolby-Digital EX: Hierbei handelt es sich um ein 6.1-Kanal-System, bei dem das 5.1-Kanal-System um einen rückwärtigen Center-Kanal (SRC) erweitert wird. Dieser Center-Kanal umfasst den gleichen Frequenzbereich wie die vorderen Kanäle. Sein Signal ist als Matrix in den Signalen der beiden Surroundkanäle untergebracht. 6.1 hat ein noch realistischeres Klangbild gegenüber 5.1. Dolby Digital EX ist die Heimversion von Dolby-Digital-Surround EX.

Neben diesen Versionen gibt es als Mehrkanaltechnik noch Dolby-Surround. Die Extension für Dolby-Digital-Dateien ist *.dts.

Dolby-Surround Neben *Dolby-Digital* gibt es als weitere Mehrkanaltechnik mit *Dolby-Surround (DS)*
dolby surround eine Technik für Surround-Klang. Bei diesem von den Dolby Laboratories entwickelten

Verfahren handelt es sich um ein Wiedergabeverfahren für Raumklang im Home Cinema. Dieses Surround-Verfahren ist relativ alt und nur mit Einschränkungen als Raumklang zu bezeichnen, da es aus einem Stereosignal über eine spezielle Dolby-Matrix ein Signal für Raumklang erzeugt. Der Vorteil liegt darin, dass für die Aufnahme und Speicherung nur zwei Kanäle benötigt werden und vorhandene Abspielgeräte benutzt werden können. Technisch werden bei diesem Verfahren die Soundtracks von allen vier Tonkanälen (L, R, C, Surround) gemischt und auf zwei Tonkanäle für Stereoton codiert. Dieser Stereoton kann mit allen bekannten Aufnahme- und Wiedergabegeräten abgespielt werden.

Soll der Ton im Original wiedergegeben werden, muss es in einem Dolby-Decoder decodiert und in die einzelnen Tonkanäle von einander getrennt werden.

Von Dolby-Surround gibt es mehrere Versionen: Dolby Surround Pro Logic und Dolby Surround Pro Logic II.

Dolby Surround Pro Logic: Mit einer verbesserten Variante arbeitet das System Dolby Surround Pro Logic, das vier Vollkanäle für Stereo vorne links und rechts, einen codierten Center-Kanal und einen codierten Surround-Kanal für hinten links und rechts hat. Da dieses System hinsichtlich der Kanaltrennung einige Schwächen aufwies, wurde es durch das verbesserte Dolby Surround Pro Logic II abgelöst.

Dolby Surround Pro Logic II: Bei dieser Version wird das Surround-Signal auch in Stereo abgestrahlt, was bei der Vorgängerversion nicht der Fall war. Darüber hinaus wurde der Frequenzbereich erweitert. Außerdem können auch normale Stereosignale über 5.1 abgespielt werden.

Dolby Surround Pro Logic IIx: Mit dieser Version kann man Stereo oder 5.1-Signale in 6.1- und 7.1-Signale wandeln.

Dolby-Surround gibt es als 5.1, 6.1 und 7.1

DTS, *digital theatre sound*
DTS-Audiodateiformat

Digital Theatre Sound (DTS) ist ein 6-kanaliges Kompressionsverfahren für *Surround-Klang*, vergleichbar *Dolby-Digital*. Das Verfahren ist verlustbehaftet und bietet bei einem niedrigen Kompressionsverhältnis eine bessere Klangqualität als Dolby-Digital. DTS arbeitet wie Dolby mit Surround-Kanälen. Bei diesen Kanälen handelt es sich um

*Spezifikationen von DTS für
DVD, DVD-Audio, HD-DVD
und Blu-Ray*

Audio-kompression	DTS
Kompression	Verlustbehaftet
DVD-Specs.	
Max. Bitrate	1,536 Mbit/s
Kanalzahl	6.1
Auflösung	16, 24 Bit
Abtastfrequenzen	48, 96 kHz
DVD-Audio-Specs.	
Max. Bitrate	1,536 Mbit/s
Kanalzahl	5.1
Auflösung	16, 24 Bit
Abtastfrequenzen	48, 96 kHz
Blu-Ray/HD-DVD	
Max. Bitrate	1,536 Mbit/s
Kanalzahl	5.1
Auflösung	16, 20, 24 Bit
Abtastfrequenzen	48 kHz

berechnete, codierte Tonkanäle, die das Richtungsempfinden unterstützen.

Das Audiodateiformat gibt es in 3 Varianten:

DTS 5.1: Surround-Klang mit sechs Audiokanälen für vorne rechts, links und mittig, für hinten rechts und links sowie einen LFE-Kanal für einen *Subwoofer*. Dieser überträgt einen reduzierten Frequenzumfang im Tieffrequenzbereich.

DTS 6.1: Bei DTS 6.1 handelt es sich um den erweiterten Tonstandard DTS-ES für Surround-Klang mit sieben Tonkanälen. Das Verfahren entspricht im Wesentlichen dem von DTS 5.1 mit dem Unterschied, dass das Signal für den hinteren Center-Lautsprecher über eine Matrix aus den beiden hinteren Signalen (links und rechts) gewonnen wird. Neben den sechs Lautsprecher hat DTS 6.1 noch einen

Tieffrequenzkanal für den Subwoofer.

DTS-ES Discrete (6.1): Surround-Klang mit sieben Tonkanälen für vorne rechts, links und mittig, hinten rechts, links und mittig und einem Tieffrequenzkanal für einen Subwoofer. Im Unterschied zu DTS 6.1 ist der hintere mittlere Kanal ein Volltonkanal.

DTS-ES 6.1 ist die DHT-Version für THX und nennt sich in der Weiterentwicklung DTS-ES 6.1 discrete. DTS++, dieses Format, das für die *Blu-Ray-Disc* und die HD-DVD obligatorisch ist, wurde umbenannt in DTS-HD (High Definition).

**DTS-HD, digital theatre
sound high definition**

DTS-HD (High Definition) ist die Bezeichnung für das unter DTS++ bekannte Mehrkanal-Audio-System Digital Theatre Sound (DTS). DTS-HD ist ein verlusthafterer und verlustloser Audio-Codec. Die verlustlose Audiokompression ist für die *Blu-Ray-Disc* und die HD-DVD zwingend vorgeschrieben, die verlustfreie ist optional.

- DVD-Laufwerk**
DVD drive Bei den DVD-Laufwerken unterscheidet man zwischen Laufwerken, die nur Lesen können, und solchen, die lesen und schreiben können. Im ersten Fall spricht man von DVD-Playern, im zweiten von DVD-Brennern. Durch die Vielzahl der DVD-Formate ist bei den DVD-Laufwerken eine hohe Inkompatibilität gegeben, vorwiegend bei den DVD-Brennern.
- DVD-Brenner arbeiten in der Regel im Schreibmodus langsamer als im Lesemodus. Außerdem reduziert sich die Schreibgeschwindigkeit erheblich beim Wiederbeschreiben. Aus diesem Grund sind in den Spezifikationen für DVD-Brenner mehrere Geschwindigkeitswerte angegeben: Die Lesegeschwindigkeit, die Schreibgeschwindigkeit und die Geschwindigkeit für das Wiederbeschreiben. Darüber hinaus ist zu beachten, dass die DVD-Brenner unterschiedliche DVD-Formate mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten beschreiben und dass auf einige DVD-Laufwerken auch CDs abgespielt werden können.
- DVD-Laufwerke tasten mit einem Rotlichtlaser mit einer Wellenlänge von 650 nm (635 nm) die spiralförmige Spur ab, die wesentlich geringere Abstände als die der Compact Disc (CD) aufweist. Sie verfügen über eine Fehlerkorrektur mit Reed-Solomon-Code, der besonders leistungsfähig ist und eine sehr geringe Fehlerrate bietet. Die Single Speed Datentransferrate von DVD-Laufwerken beträgt 1,108 MB/s und ist damit etwa 6 mal so groß wie die von CD-Laufwerken. DVD-Brenner bieten an Schreibverfahren den Disk-at-Once-Betrieb (DAO) und das inkrementelle Schreiben im Track-at-Once-Betrieb.
- Abwärtskompatible DVD-Laufwerke, die auch Compact Discs (CD) lesen können, arbeiten mit zwei Lasersystemen, einem Infrarotlaser mit 780 nm Wellenlänge und einem Rotlaser mit 650 nm Wellenlänge.
- Komponentenvideo**
component video Beim Komponentenvideo gibt es drei getrennte Videosignale für die Primärfarben Rot (R), Grün (G) und Blau (B). Von der Qualität her ist das Komponentenvideo das qualitativ beste und wird daher in der Studioteknik eingesetzt. Bei diesem Verfahren wird jede Primärfarbe mit voller Bandbreite aufgezeichnet und kann getrennt bearbeitet werden.

Neben der RGB-Aufzeichnung kann man auch das Luminanzsignal und die zwei um 90° gegeneinander versetzten Farbdifferenzsignale, die im PAL-Fernsehstandard mit "U" und "V" bezeichnet werden, und im NTSC-Standard mit "I" und "Q", getrennt aufzeichnen. Auch das wird als Komponentenvideo bezeichnet.

HDTV, high definition television
Hochauflösendes Fernsehen

High Definition Television (HDTV) ist ein Überbegriff für Digital-TV, die mit mehr Zeilen arbeiten als NTSC oder PAL. Das ursprüngliche Ziel war dahingehend definiert, dass die Auflösung von HDTV doppelt so hoch sein sollte wie die des nationalen Fernsehens. Das entspräche in Europa bei 625 Zeilen 1.250 Zeilen bei HDTV; bei NTSC mit 525 Zeilen wären das 1.050 Zeilen bei HDTV.

Die Entwicklungen haben diese Ziele allerdings überschritten, lediglich Japan hat mit einer Zeilenzahl von 1.125 einen Kompromiss gewählt, der dem Mittelwert aus der amerikanischen und der europäischen Zeilenzahl entspricht.

Die Aktivitäten für hochauflösendes Fernsehen wurden primär in den USA vorangetrieben, wo die Federal Communication Commission (FCC) und das American Television Standards Committee (ATSC) die Standardisierung begleiteten. Nach dem US-Standard wurden mehrere Bildformate mit unterschiedlicher Auflösung und Bildseitenformaten festgelegt. Der US-Standard kennt Vertikalauflösungen zwischen 480 und 1.920 Zeilen und Bildseitenverhältnisse von 4:3 (B:H) und 16:9.

In Europa wurde im Rahmen eines Eureka-Projektes ein Alternativkonzept erarbeitet. HDTV bietet dabei verschiedene Auflösungen mit 1.920 x 1.080, 1.920 x 1.152 und 1.280 x 720 Bildpunkte. Das Bildseitenverhältnis von HDTV beträgt 16:9, die Bildwiederholfrequenz liegt zwischen 60 und 24 Bildern pro Sekunde. Da das

Bez.	Auflösung	Format	Bilder/s
1080p	1920 x 1080	16 : 9	30
1080p	1920 x 1080	16 : 9	24
1080i	1920 x 1080	16 : 9	30 Halbb.
720p	1280 x 720	16 : 9	60
720p	1280 x 720	16 : 9	30
720p	1280 x 720	16 : 9	24

Bildseitenverhältnis bei verschiedenen Auflösungen von 16:9 abweicht, ist davon auszugehen, dass der Bildpunkt dann nicht mehr quadratisch ist. Außerdem sieht der Standard neben dem Zeilensprungverfahren auch den Progressive Scan vor. Dies erkennt man

Standardisierte TV-Formate für HDTV

an der Bezeichnung. So bedeutet 1.080i eine Darstellung im interlaced-Verfahren mit einer Auflösung von 1.920 x 1.080 Pixeln, was dem sogenannten Full-HD entspricht. Wird die gleiche Auflösung im progressive Scan dargestellt, dann wird sie mit 1.080p bezeichnet.

Für die Videokompression benutzt HDTV MPEG-2, zunehmend werden aber auch der effizientere Video-Codecs wie H.264/AVC und Windows Media Video (WMV HD) eingesetzt, die MPEG-2 in der Kompression und der Bildqualität überlegen sind. Diese sind im Standard DVB-S2 vorgesehen.

Neben HDTV wurden weitere Formate für Digital-TV von der ATSC standardisiert, so das EDTV, SDTV, LDTV und das extrem hochauflösende UHDTV.

Für die Übertragung und Übertragung und Speicherung der Datenströme wurden mit High Definition Video (HDV) und AVCHD zwei digitale Videoformate entwickelt.

Heimkino *home cinema*

Ein Heimkino ist ein separater Raum für private Kinovorführungen. Ausgestattet mit entsprechendem Equipment können in Heimkinos, in englisch Home Cinema, anspruchsvolle Videoaufführungen mit *Surround-Klang* wiedergegeben werden. Die



Qualität der Wiedergabe hängt von vielen Faktoren wie der Raumgröße und -ausstattung, dem Surroundklangsystem, der Videoprojektionstechnik und der Leinwandgröße ab, um nur einige zu nennen.

Home Cinema findet in einem eigens dafür ausgestatteten Raum mit entsprechenden akustischen Eigenschaften statt. Um starke Schallreflexionen an Wänden, Boden und Decke zu vermeiden, werden diese mit

Heimkino.

Foto: Heimkino-Infoline.de

absorbierendem Material oder *Absorbern* bestückt. Die Anordnung der Sitze ist so gewählt, dass der Ton aus den *Lautsprecherboxen* als Surround-Klang zu hören und ein optimaler Blickwinkel zu der *Projektionsfläche* gegeben ist.

Für einen guten Surround-Klang werden in Heimkinos *Dolby-Digital*, *Dolby Surround* oder Digital Theatre Sound (*DTS*) eingesetzt, als 5.1 oder 7.1. Also mit fünf oder sieben Lautsprecherboxen und einem *Subwoofer*. Für deren Ansteuerung sorgen verzerrungsarme *Leistungsverstärker* mit Nennleistungen von 100 W und mehr.

Die Videoprojektion erfolgt auf eine Projektionsfläche mit hochauflösenden *Projektoren*. Entscheidend für die Größe der Projektionswand sind der Lichtstrom, die Referenzbildhelligkeitsbreite (RHB) und der Blickwinkel des Betrachters. Für die Projektion bieten sich lichtstarke *DLP-*, *LCD-* und *HTPS-Projektoren* an, die *hochauflösendes Fernsehen* (HDTV) mit 1.920 x 1.080 Pixeln oder auch *D-Cinema* im professionellen Bereich und Bildseitenverhältnisse von 4:3 und 16:9 unterstützen.

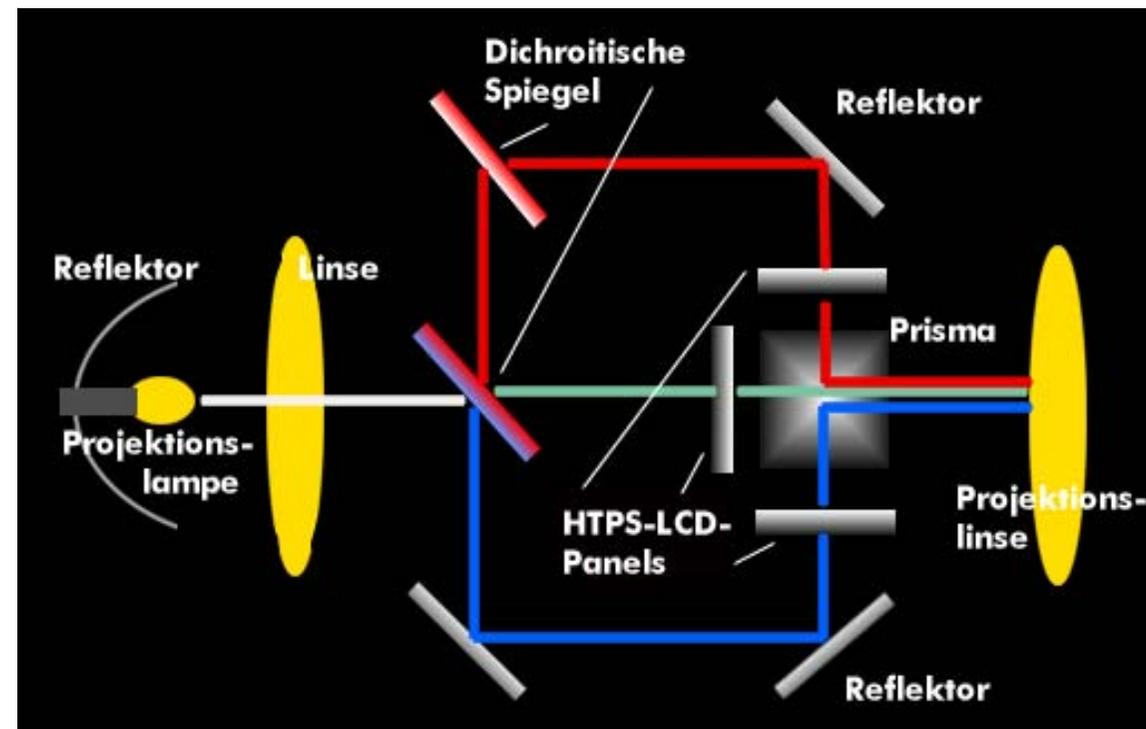
Als Signalquelle kann Fernsehen nach dem PAL-Fernsehstandard, in HDTV gesendetes Fernsehen und Video von DVDs oder *Blu-Ray-Discs* (BD) eingespielt werden. Ein Home Cinema hat einen Satelliten- oder *Digital-Receiver* oder eine *Settop-Box* für den Empfang von Digital-Fernsehen und ein BD- oder *DVD-Laufwerk* oder aber eine Festplatte für hochauflösendes Video und Audio.

Ein weiterer Aspekt sind die Verbindungskabel zwischen den einzelnen Geräten, dem Projektor und den Lautsprecherboxen. Hier kommen HDMI-Kabel, Kabel für das Fernseh- und das Synchronisationssignal, eventuell ein *TOSlink*-Kabel und *Lautsprecherkabel* für die Lautsprecherboxen und den Subwoofer zum Einsatz.

HTPS, *high temperature polysilicon*
HTPS-Projektor

Hochtemperatur-Polysilizium (HTPS) ist eine Halbleitertechnologie, die bei Temperaturen von 1.000 °C hergestellt wird. Mit ihr können kleinste Strukturen für TFT-Displays als Aktiv-Matrixen hergestellt werden. Diese Technik wird auch für hochauflösende Durchlicht-LCD-Panels für Großbild-*Projektoren* eingesetzt. Projektoren in Hochtemperatur-Polysilizium-Technologie sind in der Regel als *LCD-Projektoren* mit 3-TFT-Panels aufgebaut und haben eine Auflösung, die Full-HD entspricht, also von 1.920 x 1.080 (1.080p) Bildpunkten. Bei der 3LCD-Technik benutzt

*Aufbau eines
HTPS-LCD-Projektors*



man drei LCD-Panels mit einer Bilddiagonalen von 0,7 Zoll. Das bedeutet bei einer Auflösung von 1.920 x 1.080 Pixel einen Pixelabstand von etwa 8 Mikrometer (μm). Technisch wird bei den HTPS-Projektoren das von einer *Projektorlampe* erzeugte Licht über dichroitische Filter in die Farben Rot, Grün und Blau zerlegt. Mit diesen Lichtstrahlen werden die drei

LCD-Panels, auf denen die RGB-Farbauszüge dargestellt werden, durchleuchtet. Die drei Farbstrahlen werden danach über ein Prisma zu einer Bildinformation vereint und auf die *Projektionswand* projiziert.

HTPS-Projektoren zeichnen sich durch eine hohe Lichtausbeute aus, weil sie ein günstiges Verhältnis zwischen Pixel und Leiterbahnen haben. Darüber hinaus benötigen sie eine relativ geringe Projektionsleistung und haben einen hohen Kontrast von über 500:1. Je nach Treiber können sie mehrere Milliarden Farben auflösen.

Laser-Projektor
laser projector

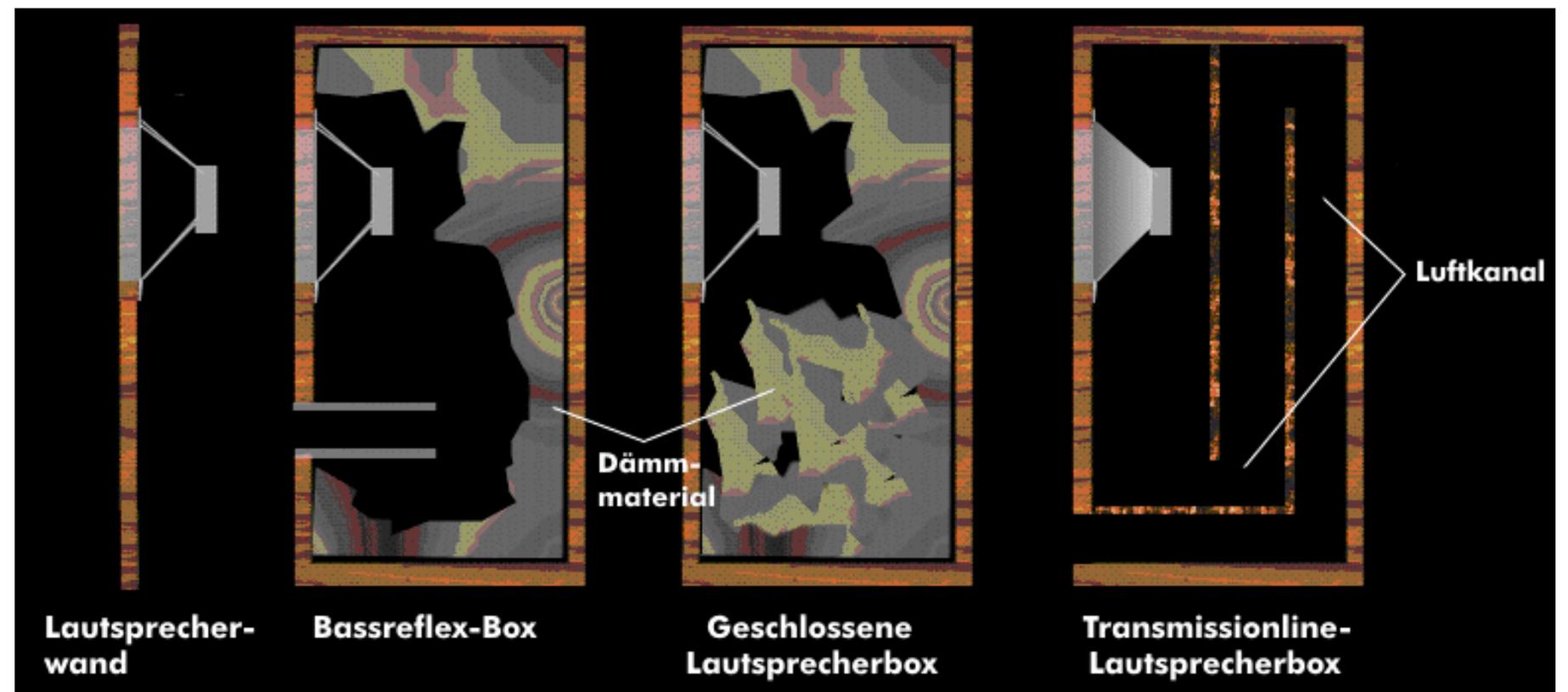
Laser-Projektoren sind Hochleistungsprojektoren für Großbildprojektionen und auch für das *Heimkino*. Als *Projektionsfläche* dienen alle ebenen und unebenen Flächen und auch Körper.

Vom Aufbau her bestehen Laser-Projektoren aus einer Modulationseinheit mit drei Festkörperlaser für die Primärfarben Rot (R), Grün (G) und Blau (B). In einem akustooptischen Modulator werden die Laserstrahlen mit den drei Signalen der Primärfarben moduliert und über dichroitische Filter zu einem Strahl vereint. Dieser wird über einen Lichtwellenleiter zur eigentlichen Projektionseinheit übertragen. Ein mechanisch mit den Zeilen- und Bildsynchronimpulsen gesteuerter Spiegel, ein so

genannte Polygonscanner, lenkt den Laserstrahl zeilenweise ab; gleichzeitig sorgt ein weiteres Spiegelsystem für die bildsynchrone Ablenkung in der Vertikalen. Vorteile dieser auf laserbasierten Projektoren liegen in der hohen Helligkeit, dem enormen Kontrastverhältnis von bis zu 1.000:1 und der Möglichkeit auf ebenen und unebenen Flächen und Körpern zu projizieren.

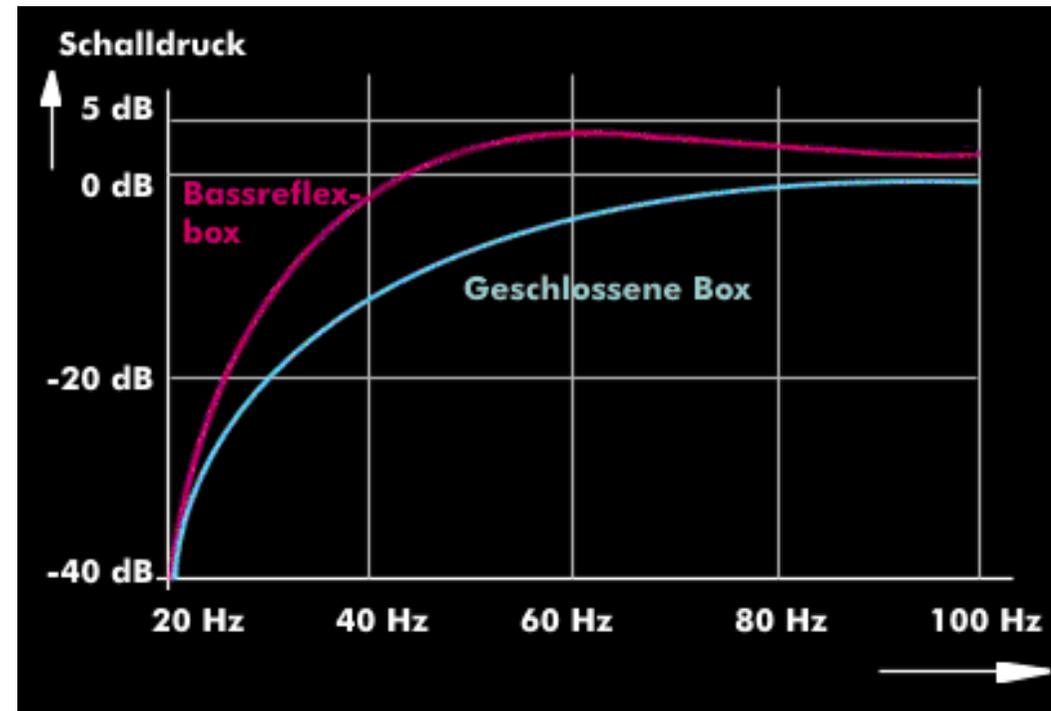
Lautsprecherbox *loudspeaker box*

Die Erzeugung eines Tons und dessen Abstrahlung sind zwei getrennte Vorgänge. Bei Lautsprechern entscheidet das Lautsprecherprinzip über die Ton- resp. Schallerzeugung; die Bauform der Lautsprecher über die Weiterleitung des Schalldrucks. Das Klangvolumen und der Frequenzbereich eines Lautsprechers kommt aber erst in Verbindung mit der Schallabstrahlung voll zur Geltung. Diese Funktion übernehmen Schallwände, Lautsprecherboxen und Bassreflex-Boxen. Lautsprecherboxen sind kleinere oder größere Gehäuse aus Holz an deren Frontseite ein oder mehrere Lautsprecher für die Schallabstrahlung sorgen. Das Gehäuse verhindert akustische Kurzschlüsse, die der Membranbewegung entgegen arbeiten. Dadurch kann die Lautsprechermembran ihre Bewegungsenergie an die Luft



*Lautsprecherwand und
verschiedene
Lautsprecherboxen*

Frequenzgang einer geschlossenen Box und einer Bassreflex-Box



abgeben. Lautsprecherboxen sind mit Dämmmaterial ausgeschlagen damit sich keine Eigenresonanzen bilden, und haben je nach Konzept einen Luftschlitz. Eine Ausnahme bildet das Konzept der geschlossenen Lautsprecherbox. Da Lautsprecherboxen den kompletten Frequenzbereich abstrahlen, sind sie mit zwei drei oder vier Lautsprechern ausgestattet; mit Mitteltönern kombiniert mit Hochtönern und

Tieftönern. Je nach Konzept unterscheidet man zwischen 1-, 2-, 3- oder 4-Wege-Systemen, wobei sich die Wege auf die Frequenzbereiche beziehen. So besteht eine 3-Wege-Lautsprecherbox aus einem Mitteltöner, Hochtöner und Tieftöner, die an Frequenzweichen angeschlossen sind.

Das 1-Wege-System arbeitet mit einem Breitband-Lautsprecher, dessen Frequenzgang den gesamten Audiobereich von tiefen, bis zu hohen Frequenzen abdeckt. Kritisch gestaltet sich beim 1-Wege-System, das ohne Frequenzweichen arbeitet, die Wiedergabe von hohen Frequenzen.

Das 2-Wege-System besteht aus einem Tiefmittel- und einem Hochtöner. Beide Lautsprecher können über Frequenzweichen angeschlossen sein, wobei die Trennfrequenz bei 2 kHz bis 3 kHz liegt.

Das 3-Wege-System besteht aus drei Lautsprechern: einem Hoch-, Mittel- und Tieftöner. Es gibt diverse Freiheitsgrade für die untere und obere Trennfrequenz. Außerdem Gestaltungsmöglichkeiten mit anderen Lautsprechern.

Die Mehrwegesysteme haben hinreichenden Gestaltungsspielraum und werden nicht explizit klassifiziert. So kann beispielsweise bei einem 4-Wege-System ein Hochtöner, ein Tieftöner und zwei Mitteltöner verwendet werden. Eines der bekannteren

Anordnungssysteme ist die D'Appolito-Anordnung.

Sind in der Lautsprecherbox ein oder mehrere *Leistungsverstärker* untergebracht, spricht man von einer Aktivbox.

Lautsprecherkabel *speaker cable*

Um die Verluste in Lautsprecherkabeln so gering wie möglich zu halten und ein möglichst großes Klangvolumen zu übertragen, werden für diesen Zweck hochwertige Kupfer- oder Silberlitzen benutzt. Diese verbinden den niederohmigen Lautsprecherausgang des *Leistungsverstärkers* direkt mit dem Lautsprecher. Dem Lautsprecherkabel kommt in der Audiogerätekette bei der Signalübertragung die größte Bedeutung zu, weil es das längste Kabel in dieser Kette ist und die Klangqualität und Ausgangsleistung, die der Endverstärker liefert, mit möglichst geringen Klangeinbußen zu den Lautsprechern bringen muss.

Lautsprecherkabel sind flexible, ungeschirmte, isolierte Kupferlitzen mit Querschnitten von 0,75, 1,5, 2,5, 4, 6 und 10 qmm, wobei letztere für PA-Lautsprecher ausgelegt sind. Der Leiterwiderstand ist äußerst gering, Skineffekte werden durch die Litze weitestgehend kompensiert. Der Mantelkabel besteht oft aus transparentem Polyvinylchlorid (PVC).

Jedes einzelne Lautsprecherkabel und jede einzelne Litze bildet für sich eine Induktivität, deren Wellenwiderstand mit der Frequenz ansteigt. Da Induktivitäten bei



Stromfluss magnetische Felder bilden, beeinflussen die von jeder Leitung ausgehenden Magnetfelder die jeweils anderen Litzen und Leitungen. Diese Beeinflussung versuchen die Hersteller durch konstruktive Maßnahmen zu verringern. Gleiches gilt für die kapazitive Beeinflussung.

Abgeschlossen sind Lautsprecherkabel mit hochwertigen Lautsprecher-Steckern. Da sich kein einheitlicher Standard für

*Lautsprecherkabel mit
verschiedenen
Durchmessern,
Foto: Hifilabor*

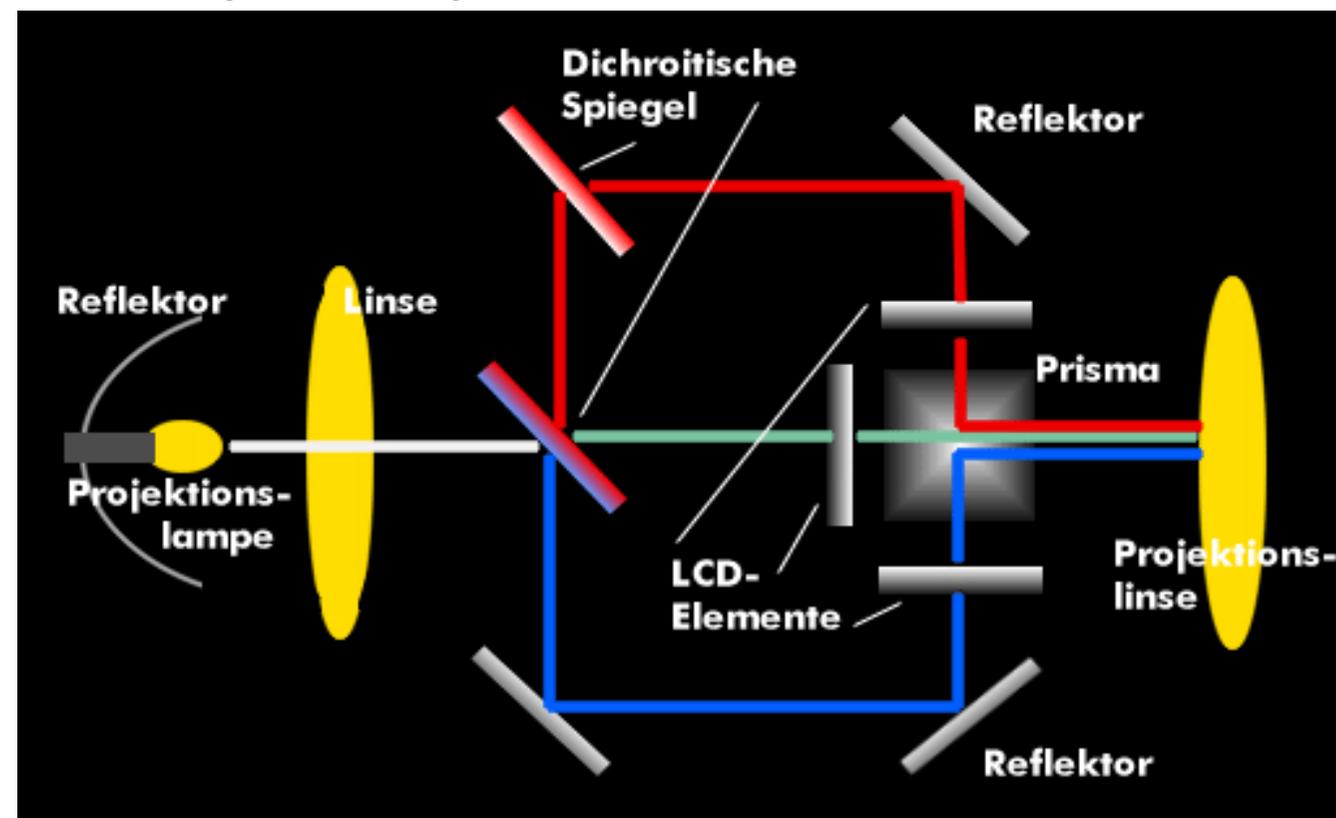
Lautsprecher-Stecker durchgesetzt hat, kommen die verschiedensten Stecker und Anschlusstechniken zum Einsatz: Schraubterminals, Kabelschuhe, Bananenstecker, Cinch-Stecker, DIN-Lautsprecherstecker, Speakon-Stecker und auch der Klinkenstecker. Zur Verhinderung von Oxydation können die Stecker auch vergoldet sein.

LCD-Projektor *LCD projector*

LCD-Projektoren dienen der Großbild-Präsentation von Bildschirmdarstellungen. Ihr Einsatz empfiehlt sich bei Schulungen, auf Kongressen oder bei anderen Präsentationen in Messe-, Flug- und Bahnhofshallen.

Sie arbeiten wie TFT-Displays mit Flüssigkristallen, die bei Anlegen eines elektrischen Feldes ihre Struktur in eine bestimmte Richtung ausrichten und dadurch den Lichtdurchfluss steuern.

Es gibt zwei unterschiedliche Technologien mit einem und mit drei TFT-Elementen. Bei der Ein-TFT-Panel-Technologie hat der LCD-Projektor ein TFT-Element, das von einer *Projektorlampe* kontinuierlich angestrahlt und dessen Licht über Mikrolinsen und Farbfilter gleichmäßig und auf das LCD-Element verteilt wird, ohne sichtbare



*LCD-Projektion mit
Farbteilung über
dichroitische Spiegel*

Beeinträchtigung durch die Steuerleitungen der Dünnschichttransistoren. Das TFT-Element besteht aus den einzelnen Schichten mit den Flüssigkristallen, die von der Signalquelle gesteuert werden. Vor dem LCD-Element befindet sich eine Projektorlinse

für die Fokussierung des Lichtstrahls.

Der 3-TFT-Panel-Projektor hat drei TFT-Elemente für die drei Primärfarben Rot, Grün und Blau. Das Licht der Projektorlampe wird dabei über dichroitische Filter gleichmäßig auf alle drei TFT-Elemente verteilt. Die Farbaufteilung der monochromatisch arbeitenden TFT-Elemente werden über Farbfilter generiert. Über eine nachgeschaltete Fokussierungseinrichtung und die Projektorlinse wird das Licht auf die *Projektionsfläche* projiziert. Dieser Aufbau entspricht dem des *HTPS*-Projektors, wobei die Dünnschichttransistoren in Hochtemperatur-Silizium-Technologie realisiert werden.

Die Auflösung von LCD-Projektoren liegt zwischen 100.000 Pixel bis hin zu 1,5 Millionen Pixel. Wobei der letztgenannte Wert durchaus für alle drei Farben gelten kann, also einer effektiven Bildpunktanzahl von 500.000 entspricht. Mit dieser Pixelzahl können Darstellungen in XGA und SXGA mit 1.280 x 1.024 Bildpunkten erzeugt werden. Für Video-Darstellungen gibt es neben dem Bildseitenverhältnisse von 4:3 auch Projektoren für ein Format von 16:9. Die Lichtstärken von LCD-Projektoren liegen zwischen 1.000 und 3.000 ANSI *Lumen*.

LCoS, liquid crystal on silicon
LCoS-Projektor

LCoS-Projektoren arbeiten nach dem reflektiven Verfahren mit LCoS-Displays. Dabei wird das Projektionslicht über einen speziellen Spiegel auf das LCoS-Display projiziert, wo es von jeder einzelnen LCoS-Zelle (Liquid Crystal on Silicon) reflektiert wird. Vom Aufbau her besteht ein LCoS-Projektor aus der *Projektorlampe*, deren Strahl über ein Linsensystem, bestehend aus einer Sammellinse und dichroitischen Filtern, auf einen Polarising Beam Splitter (PBS) gestrahlt wird. Diese Projektoren benutzen anstelle der sonst üblichen Prismen den Polarizing Beam Spitter. Da LCoS-Projektoren nach dem RGB-Farbmodell und additiver Farbmischung arbeiten, wird das Licht in die drei Primärfarben Rot, Grün und Blau zerlegt und über Polarisierer auf die reflektierenden LCoS-Displays geworfen. Die Strahlreflexionen der drei LCoS-Displays werden in der Projektorlinse gebündelt und auf die *Projektionsfläche* projiziert.

LCoS-Projektionen eignen sich für qualitativ hochauflösende Projektionen mit einer

Auflösung die noch über UXGA liegen kann, da die LCoS-Zellen einen Durchmesser von nur 8 µm haben. Sie zeichnen sich durch ein hervorragendes Kontrastverhältnis von über 10.000:1 aus und haben eine hohe Helligkeit.

LED-Projektor *LED projector* Unter LED-Projektoren versteht man *DLP-Projektoren*, bei denen drei leistungsstarke, farbige LEDs direkt die Mikrospiegel (MEM) des DLP-Chips beleuchten. Diese Power-LEDs leuchten in den Primärfarben Rot, Grün und Blau. Das Beleuchtungslicht wird also nicht mehr über rotierende Scheiben oder dichroitische Filter gewonnen, sondern direkt aus der Lichtstärke der Power-LEDs. Unter LED-Projektoren versteht man *DLP-Projektoren*, bei denen drei leistungsstarke, farbige LEDs direkt die Mikrospiegel (MEM) des DLP-Chips beleuchten. Diese Power-LEDs leuchten in den Primärfarben Rot, Grün und Blau. Das Beleuchtungslicht wird also nicht mehr über rotierende Scheiben oder dichroitische Filter gewonnen, sondern direkt aus der Lichtstärke der Power-LEDs.

Leistungsverstärker *PA, power amplifier* Leistungsverstärker (PA) bilden die letzte Stufe der Signalverstärkung und sorgen für die Anpassung der Signale an die angeschlossenen Aktoren, Impedanzen oder Geräte. Da sie die letzte Stufe der Signalaufbereitung bilden, werden sie auch als Endverstärker bezeichnet. Endverstärker bereiten die Signale so auf, damit die Signale die angeschlossenen Komponenten treiben können. Leistungsverstärker gibt es in der Akustik, der HF-Technik und Mikrowellentechnik, der optischen Übertragung und der Steuerungstechnik. Bekannte Beispiele sind der Audio-Endverstärker, der für die Spannungsanpassung an die niederohmigen Lautsprecher sorgt, der HF-Endverstärker in einem Sender, der für die Anpassung an die Antenne sorgt, dem optischen Verstärker, der die Leistung des Lasers verstärkt und das Lichtsignal in die Übertragungstrecke einspeist oder andere Leistungsverstärker, die Motore oder Schalter steuern. Audio-Leistungsverstärker sind in allen Rundfunk-, Fernseh- und Audio-Geräten enthalten. Es handelt sich dabei entweder um Röhren- oder Transistor-Verstärker. Ihre Aufgabe ist es, das vom Vorverstärker erhaltene Audio-Signal leistungsmäßig zu

verstärken und an die niederohmigen Lautsprecher anzupassen.

Wichtige Kennwerte von Audio-Leistungsverstärkern ist deren Leistung, die sich, bedingt durch die Signalart, in Nennleistung, das ist die effektive Leistung, Spitzenleistung, Sinusleistung und Musikleistung unterscheidet. Daneben sind der Klirrfaktor und der Wirkungsgrad zu nennen, der die auf den Lautsprecher übertragene Leistung bestimmt. Da der Wirkungsgrad von Lautsprechern nur sehr gering ist und sich im unteren Prozentbereich bewegt, ist eine optimale Anpassung an die Lautsprecher-Impedanz besonders wichtig.

Verstärker unterscheiden sich grundsätzlich in ihren Schaltungskonzepten, die den entsprechenden Erfordernissen angepasst sind. Diese Schaltungskonzepte werden mit *Verstärker-Klassen* bezeichnet und sind mit Buchstaben gekennzeichnet. Bei Leistungsverstärkern gibt es die Verstärker-Klassen "A", "B" und "AB".

A-Klasse: Bei Leistungsverstärker mit A-Betrieb liegt der Arbeitspunkt in der Mitte des linearen Teils der Kennlinien. Es handelt sich um eine Eintakt-Endstufe mit einer relativ hohen Linearität, aber einen schlechten Wirkungsgrad.

B-Klasse: Verstärker im B-Betrieb sind Gegentakt-Endstufen, die einen wesentlich höheren Wirkungsgrad haben als die mit A-Betrieb, aber dafür auch starke Nichtlinearitäten.

AB-Klasse: Verstärker mit AB-Betrieb werden eintaktmäßig angesteuert, wie der A-

Verstärkerbezeichnung	Verstärkertyp	Eigenschaften
A-Verstärker	Eintakt-Verstärker	Hohe Linearität, schlechter Wirkungsgrad.
B-Verstärker	Gegentakt-Verstärker	Höherer Wirkungsgrad (ca. 70 %), schlechte Linearität.
AB-Verstärker	Komplementär-Verst.	Kompromiss aus mittlerem Wirkungsgrad und Linearität.
C-Verstärker	HF-Verstärker	Wirkungsgrad von ca. 90 %, HF-Signale werden verzerrt.
D-Verstärker	Schaltverstärker	Wird im Sättigungsbereich betrieben. Umtastung.

Verstärker-Klassen

Verstärker, arbeiten aber mit symmetrischer Spannungsversorgung. Die in Komplementärschaltung angeordneten Transistoren steuern in den Emitterkreisen direkt den Lautsprecher an. Die AB-Schaltung ist das am häufigsten eingesetzte Endverstärkerkonzept.

C-Klasse: Diese Verstärkerschaltungen werden in der HF-Technik eingesetzt, vorwiegend als HF-Endverstärker in Sendern. Solche C-Verstärker haben hohe Nichtlinearitäten und einen hohen Wirkungsgrad und werden für die Ansteuerung von Antennen benutzt.

D-Klasse: D-Verstärker wurden für die Umtastung entwickelt. Sie fungieren als Schaltverstärker und haben nur geringe Verluste. D-Verstärker werden als getastete Verstärker mit Pulsbreitenmodulation auch im Audibereich eingesetzt.

Lichtstrom
luminous flux Lumen ist die Maßeinheit für den Lichtstrom, allgemein für die Helligkeit. Sie ist definiert als der Lichtstrom, den eine punktförmige Lichtquelle allseitig ausstrahlt. Eine punktförmige Lichtquelle von 1 Candela (cd) Stärke sendet allseitig einen Gesamtlichtstrom von 4π aus, das entspricht 12,57 Lumen (lm). Von der Lichtmenge spricht man, wenn ein Lichtstrom in einer festen Zeiteinheit zur Verfügung steht: Lumen-Sekunden (lms).

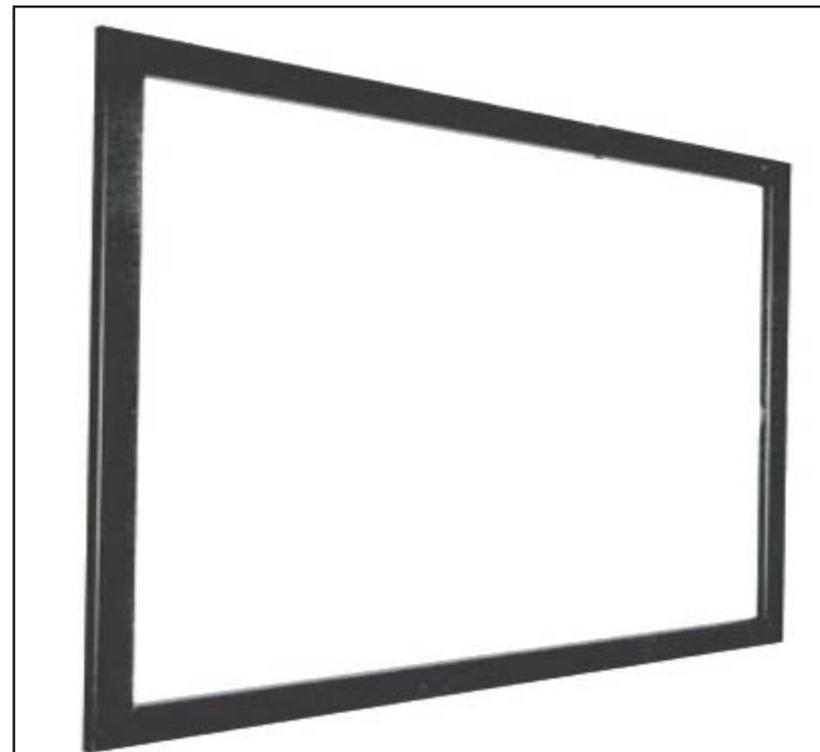
Lumen, lm Lumen (lm) ist die Maßeinheit für den *Lichtstrom*, der auf eine bestimmte Projektionsfläche auftrifft. Dabei wird die Lichtleistung gemessen, die sich auf eine Flächeneinheit bezieht und in Lux angegeben wird. Der Zusatz ANSI bezieht sich auf das amerikanische Standardisierungsinstitut und ein von ihm standardisiertes Messverfahren. Bei der Messung in ANSI-Lumen wird die Projektionsfläche in 9 gleich große Felder unterteilt und in der Mitte von jedem Feld wird die Lichtstärke gemessen. Die einzelnen Werte und der Mittelwert aus den 9 Einzelwerten charakterisieren die Eigenschaften der Projektoren und bieten eine Vergleichbarkeit der Projektionstechniken untereinander. Das ANSI-Lumen ist somit ein Maß für die Lichtstärke der Projektoren und steht in direktem Zusammenhang mit der Referenzhelligkeitsbildbreite (RHB) und der Raumhelligkeit.

Projektionswand
projection screen

Eine Projektionswand ist eine weiße oder in Weißtönen gehaltene Fläche, die Licht reflektiert. Es kann sich um eine feste, gerade oder gewölbte Fläche handeln aber auch um Stoff, daher auch die Bezeichnung Leinwand, oder beschichtetes Spezialmaterial die auf sie projiziert Bilder möglichst unverfälscht und verzerrungsfrei reflektiert. Eingesetzt werden solche Projektionsflächen oder -wände auf Messen, in Seminaren und Kongressen, aber auch im Privatbereich im *Heimkino*. Die Beschaffenheit und die Oberflächenstruktur der Projektionswand sind entscheidend für die Lichtreflexion mit der ein von einem *Projektor* auf die Projektionswand projiziertes Bild reflektiert wird. Hinzu kommt die Ebenheit der Projektionsfläche, die durch Gewichte oder Spannrahmen gespannt werden kann. Das Projektionstuch besteht häufig aus Vinylfolie und Glasfiber und hat bei winkelfreier Betrachtung eine Totalreflexion. Bei der Ausführung gibt es viele Facetten in Bezug auf die Projektion bei hellen oder abgedunkelten Räumen ebenso wie auf den möglichen Blickwinkel. Eine Projektionswand ist eine weiße oder in Weißtönen gehaltene Fläche, die Licht reflektiert. Es kann sich um eine feste, gerade oder gewölbte Fläche handeln aber auch um Stoff, daher auch die Bezeichnung Leinwand, oder beschichtetes Spezialmaterial die auf sie projiziert Bilder möglichst unverfälscht

und verzerrungsfrei reflektiert. Eingesetzt werden solche Projektionsflächen oder -wände auf Messen, in Seminaren und Kongressen, aber auch im Privatbereich im *Heimkino*.

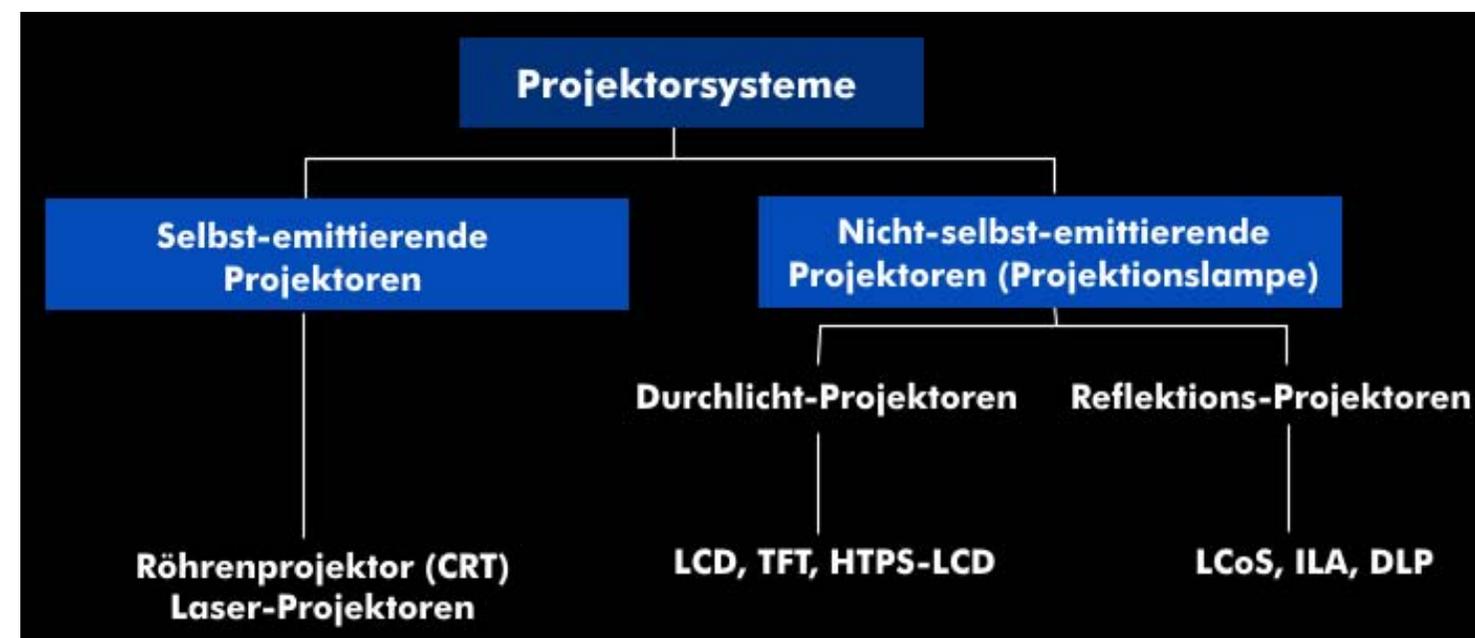
Die Beschaffenheit und die Oberflächenstruktur der Projektionswand sind entscheidend für die Lichtreflexion mit der ein von einem *Projektor* auf die Projektionswand projiziertes Bild reflektiert wird. Hinzu kommt die Ebenheit der Projektionsfläche, die durch Gewichte oder Spannrahmen gespannt werden kann. Das Projektionstuch besteht



*Projektionswand, Foto:
Projektionsleinwand.de*

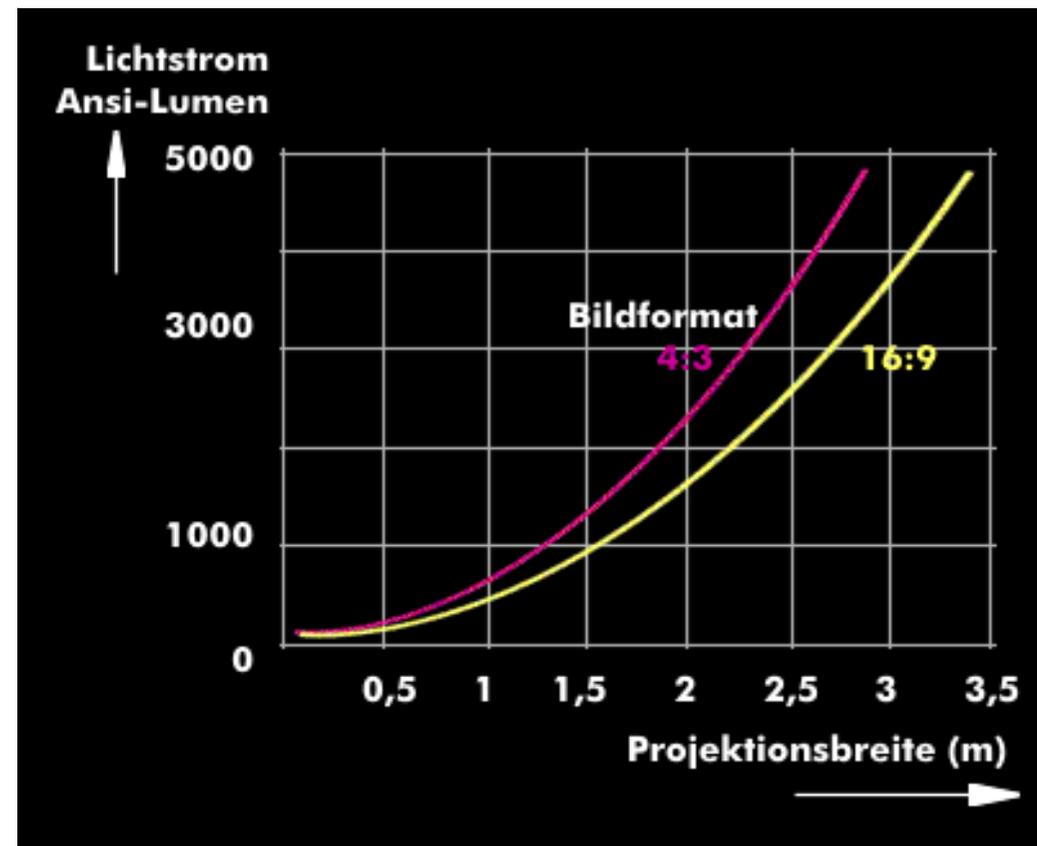
häufig aus Vinylfolie und Glasfiber und hat bei winkelfreier Betrachtung eine Totalreflexion. Bei der Ausführung gibt es viele Facetten in Bezug auf die Projektion bei hellen oder abgedunkelten Räumen ebenso wie auf den möglichen Blickwinkel.

Projektor Projektoren sind Projektionsgeräte für die Großbildprojektion von Bildschirmhalten und Video. Einsatz finden *Beamer* in Besprechungs- und Schulungsräumen, in Kongresszentren, Flughäfen, Bahnhöfen, auf Messeständen, in Kinos und *Heimkinos*. Sie sind direkt anschließbar an Personal Computer (PC) und Videoquellen und können den Bildschirminhalt großformatig mit einem Bildseitenverhältnis von 4:3 aber auch von 16:9 darstellen. Die Bilddiagonale kann bis zu mehreren Metern betragen. Die Projektion kann dabei von vorne auf einer reflektierende Fläche oder im Falle der Rückraumprojektion auf eine matte transparente Fläche erfolgen. Die projizierte Helligkeit, die in Lux angegeben wird, ist abhängig von der Lichtstärke des Projektors, die in ANSI *Lumen* angegeben wird, und der Größe der *Projektionsfläche*. Als Bewertungsgröße wurde dafür die Referenzbildhelligkeitsbreite (RHB) entwickelt. In Abhängigkeit vom Projektionsverfahren kann die Lichtleistung der Projektoren zwischen einigen hundert Ansi-Lumen bis zu über 10.000 Ansi-Lumen betragen. Das bedeutet, dass man ohne weiteres bei hell erleuchteten Räumen Großbilder



Klassifizierung von Projektionssystemen

Lichtstärke in Abhängigkeit
vom Projektionsformat



projizieren kann. Die Auflösung der projizierten Darstellung entspricht der Grafikauflösung von Personal Computern und umfasst diverse VGA-Formate: VGA, SVGA, XGA, SXGA, WXGA. Darüber hinaus auch die CIF-Darstellformate und die Videodateiformate. Entsprechend ihrem Einsatzgebiet haben Projektoren, die im Heimkino eingesetzt werden, eine Auflösung von Full-HD mit 1.920 x 1.020 Bildpunkten. Für Kinos hat die *Digital Cinema Initiative (DCI)* zwei

CDI-Standards definiert: 2K und 4K, was einer horizontalen Auflösung von 2.048 und 4.096 Bildpunkten entspricht.

Technisch gesehen handelt es sich bei der Projektion um eine additive Farbmischung der Primärfarben Rot, Grün und Blau, gemäß dem RGB-Farbmodell. Dabei kann die Farbdarstellung in den meisten Techniken mit einer Farbquelle und vor- oder nachgeschalteten Farbfiltern erfolgen, oder mit drei Farbquellen für die drei Primärfarben, was immer zu einer besseren Lichtausbeute führt.

Die älteste Projektionstechnik sind die Röhrenprojektoren, die mit Kathodenstrahlröhren arbeiten. Von dieser Technik wurde der Begriff Beamer abgeleitet. Dabei erzeugen drei Kathodenstrahlröhren jeweils den Rot-, Grün- und Blauauszug eines Farbbildes, die dann über eine oder drei getrennte Optiken auf die Projektionsfläche projiziert werden.

Das Verfahren entspricht in der Abtastung dem des Fernsehens; sequenziell Zeile für Zeile. Weitere sequenziell arbeitende Projektoren sind der *LCoS-Projektor* und der *Laser-Projektor*. Andere Verfahren arbeiten pixelorientiert. So der *LCD-Projektor*, der

HTPS-Projektor und der *DLP-Projektor*.

Neben den Projektoren bei denen die Darstellung auf eine große Projektionsfläche projiziert wird, gibt es noch die Mini-Projektoren und die Head Mounted Displays (HMD), bei denen die Projektion unmittelbar vor dem Auge in einer speziellen Brille oder einem Helm erfolgt.

Projektorlampe *projector lamp*

Die meisten *Projektoren* erzeugen ihr projiziertes Bild mit einer Projektorlampe. Diese Lampen erzeugen neben Licht auch Wärme, die durch Lüfter abgeführt wird. Projektorlampen entscheiden über die Farbdarstellung, deren Natürlichkeit und Farbtreue. Lampen, die der Farbtemperatur von Tageslicht, nämlich 6.500 Kelvin (K), am nächsten kommen, zeichnen sich durch natürliche Farbwiedergabe aus. Dieser Wert wird nur von Xenon-Projektorlampen erreicht, andere liegen bei 7.000 K bis 8.000 K oder bei 2.700 K bis 3.200 K.

Neben der erwähnten Xenon-Lampe gibt es noch die Metaldampflampe, die wie viele andere mit Wolframelektroden arbeiten und mit Edelgas gefüllt sind, das zur Zündung gebracht wird. Darüber hinaus gibt es die Halogenlampen sowie die von Philips entwickelte UHP-Lampe, die VIP-Lampe von Osram und die UHE-Lampe von Panasonic.



VIP-Projektionslampe,
Foto: Osram

Wichtige Kenndaten von Projektorlampen sind neben der Farbtemperatur die Leistungsaufnahme, der erzeugte Lichtstrom und nicht zuletzt die Lampenlebensdauer.

Die UHE-, VIP- und UHP-Lampe, Ultra High Performance, ist eine Kurzbogenlampe, die, bedingt durch einen geringen Elektrodenabstand, eine punktförmige Lichtquelle mit großer Helligkeit erzeugt. Dadurch gelangt viel Licht in die Projektor-Optik und die Ausleuchtung wird relativ

gleichmäßig. Ein weiterer Vorteil der UHP-Lampe gegenüber Metalldampf lampen ist der, dass die Helligkeit und die Farbtemperatur über die Lebensdauer relativ konstant bleiben.

UHE- und UHP-Lampen haben eine Leistung von bis zu 300 W. Das bedeutet, dass weniger gekühlt werden muss und dadurch das Lüftergeräusch geringer ist. Die Lebensdauer der genannten Projektorlampen wird mit bis zu 10.000 Betriebsstunden angegeben.

Referenzbildhelligkeitsbreite

$$\text{Beleuchtungsstärke} = \frac{\text{Lichtstärke des Projektors (ANSI Lumen)}}{\text{Projizierte Bildgröße (qm)}}$$

Referenzbeispiel:

$$\frac{1000 \text{ ANSI Lumen}}{3 \text{ qm}} = 333 \text{ Lux}$$

Zusammenhang zwischen Projektionshelligkeit, Lichtstärke und Projektionsfläche

Die Referenzbildhelligkeitsbreite (RHB) ist ein Maß für die Helligkeit eines projizierten Bildes auf eine *Projektionswand*. Sie ist abhängig von in *ANSI Lumen* angegebenen Lichtleistung des Projektors und der Größe der Bildprojektion.

Die Referenzbildhelligkeitsbreite wurde zur Vergleichbarkeit von Projektoren mit unterschiedlichen Lichtstärken entwickelt. Als Referenz wurden 1.000 ANSI Lumen gewählt und eine Bildbreite von 2 m. Das ergibt bei einem *Bildseitenverhältnis* von 4:3 eine Projektionsfläche

von 3 qm und eine Projektionswandhelligkeit von 333 Lux.

Dieser Zusammenhang verdeutlicht, dass die Projektionshelligkeit direkt von der Größe der Projektionsfläche abhängt. So hat eine Verdoppelung der Fläche eine Halbierung der Helligkeit zur Folge und mit einer doppelt so großen Lichtleistung kann eine doppelt so große Fläche mit gleicher Projektionshelligkeit ausgeleuchtet werden.

Röhrenprojektor *beamer*

Von den Röhrenprojektoren stammt ursprünglich die Bezeichnung *Beamer*, die zwischenzeitlich für alle Projektionsgeräte benutzt wird.

Diese Technik wurde bereits in den Anfangsjahren der Fernsehtechnik für die Rückraumprojektion eingesetzt. Die Röhrenprojektion arbeitet mit drei

Kathodenstrahlröhren für die drei Primärfarben Rot, Grün und Blau. Jede Kathodenstrahlröhre erzeugt den entsprechenden Farbauszug und projiziert diesen auf die *Projektionsfläche*. Da die drei Kathodenstrahlröhren in einem gewissen Abstand voneinander angeordnet sind, ergeben sich Konvergenzverzerrungen zwischen den einzelnen Farbbildern. Da sich die Lichtenergie der Röhren auf die gesamte Projektionsfläche verteilt, müssen die Röhren mit höchster Helligkeit betrieben werden. Dies drückt sich nicht zuletzt in der Lebenserwartung der Röhren aus. Trotz aller technischer Feinheiten, erreichen solche Röhrenprojektoren lediglich projizierte Helligkeiten von unter 500 *Ansi-Lumen*.

Die Darstellung auf den Kathodenstrahlröhren erfolgt wie beim Fernsehen und beim Video zeilen- und bildmäßig.

Bedingt durch verbesserte Technologien und die relativ geringe Helligkeit, die Projektionen nur in abgedunkelten Räumen zulässt, wird die Röhrenprojektion von anderen Projektionstechniken abgelöst.

Settop-Box
STB, set top box Eine Settop-Box ist eine Funktionseinheit für den Empfang von digitalen, codierten und/oder verschlüsselten Signalen. Diese Funktionseinheit ist dem Fernsehgerät vorgeschaltet und kann terrestrisch, über Kabel oder über Satellit gesendete Fernsehsignale, die nicht unmittelbar von Fernsehgeräten dargestellt werden können, empfangen. Die Settop-Box empfängt die Fernsehsignale, demoduliert sie, sorgt für die Kanaldecodierung in Verbindung mit einer Fehlererkennung, demultiplext und entschlüsselt den Datenstrom der Transportdaten, dekomprimiert die komprimierten Programmdateien und wandelt die digitalen Nutzdaten in analoge Fernsehsignale, die vom Fernsehgerät empfangen werden können. Darüber hinaus kann die Settop-Box auch diverse Zusatzfunktionen übernehmen wie die Signaltrennung für PC-orientierte Anwendungen wie beispielsweise die Nutzung von Online-Diensten und für interaktive Verteildienste wie Video-on-Demand, Pay-per-View, Teleshopping und andere. Für die interaktiven Verteildienste hat die Settop-Box einen Anschluss an der Fernsprechnetz.

Um die Electronic Program Guide (EPG) und die Navigatoren von ARD, ZDF und RTL

*AppleTV, Apple`s
Settop-Box*



nutzen zu können, gibt es für Settop-Boxen das Betriebssystem Open TV. Die für das Internet-Fernsehen (IPTV) benötigten Settop-Boxen sind in der Funktionalität vergleichbar den Settop-Boxen für Digital-TV, sie konvertieren allerdings den IP-Datenstrom in ein Fernsehsignal und bilden somit das

Gateway zum Internet. Darüber hinaus haben sie entsprechenden Speicherplatz für das Download bei Video-on-Demand.

AppleTV ist eine Settop-Box der Firma Apple mit einem adaptierten Betriebssystem MacOS. AppleTV ist mit einer Festplatte von weit über 100 GB ausgestattet, hat einen Ethernet- und einen WLAN-Anschluss nach 802.11n über die auf iTunes-Bibliotheken in Personal Computern zugegriffen werden kann. Die iTunes-Daten können über die genannten Anschlüsse auf die Festplatte der AppleTV-Box übertragen und von dort abgespielt werden. Der Anschluss von AppleTV an das Fernsehgerät erfolgt über die HDMI-Schnittstelle oder über den Anschluss für *Komponentenvideo*.

Subwoofer Woofer oder Subwoofer sind Systeme für die Wiedergabe von Tieftönen oder Bässen. *subwoofer* Es handelt sich um Lautsprecher und -systeme, deren Frequenzbereich unterhalb von 100 Hz liegt. Bei diesen Frequenzen ist das menschliche Ohr nicht mehr richtungsempfindlich. Dadurch können Subwoofer eigenständig ohne speziellen Standort innerhalb eines Schallumfeldes betrieben werden. Subwoofer zeichnen sich durch eine kraftvolle Tieftonwiedergabe aus, die das gesamte Klangbild bereichert. Sie werden von eigenen *Leistungsverstärkern* mit entsprechenden Frequenzweichen angesteuert, die sich im Subwoofer-Gehäuse befinden oder als separate Verstärker arbeiten. Subwoofer werden über den LFE-Kanal oder einen eigenen Verstärker-Ausgang angesteuert und können frequenz- und pegelmäßig eingestellt werden. Eingesetzt werden solche Tieftonsysteme in Beschallungsanlagen, Kinos, *Heimkinos*,

Tiefton-Lautsprecher, US-Blaster, 38 cm Durchmesser, 17 Hz untere Frequenz



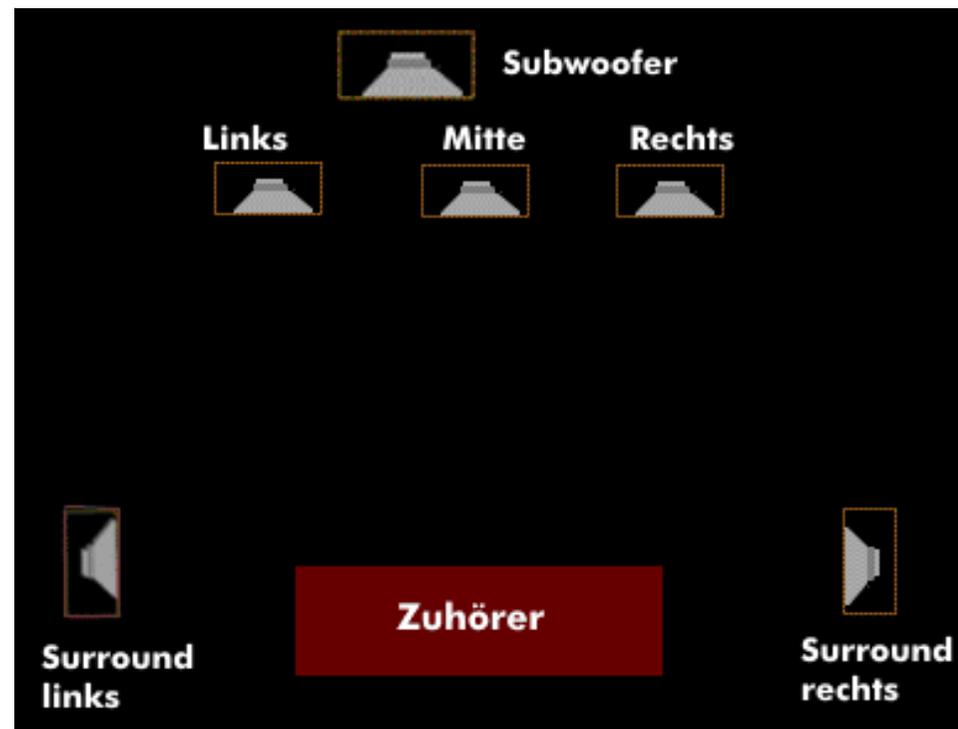
der Autoakustik sowie hochwertigen Audiosystemen wie beispielsweise *Dolby-Surround* und *Dolby-Digital*. Woofer oder Subwoofer sind Systeme für die Wiedergabe von Tieftönen oder Bässen. Es handelt sich um Lautsprecher und -systeme, deren Frequenzbereich unterhalb von 100 Hz liegt. Bei diesen Frequenzen ist das menschliche Ohr nicht mehr richtungsempfindlich. Dadurch können Subwoofer eigenständig ohne speziellen Standort innerhalb eines Schallumfeldes betrieben werden. Subwoofer zeichnen sich durch eine kraftvolle Tieftonwiedergabe aus, die das gesamte Klangbild

bereichert. Sie werden von eigenen *Leistungsverstärkern* mit entsprechenden Frequenzweichen angesteuert, die sich im Subwoofer-Gehäuse befinden oder als separate Verstärker arbeiten. Subwoofer werden über den LFE-Kanal oder einen eigenen Verstärker-Ausgang angesteuert und können frequenz- und pegelmäßig eingestellt werden.

Eingesetzt werden solche Tieftonsysteme in Beschallungsanlagen, Kinos, *Heimkinos*, der Autoakustik sowie hochwertigen Audiosystemen wie beispielsweise *Dolby-Surround* und *Dolby-Digital*.

Surround Unter Surround versteht man eine Rundum-Technik für die Audiowiedergabe mit der der Raumklang nachgebildet werden soll. Es handelt sich um eine mehrkanalige Wiedergabe, bei der auch der Bereich neben und hinter den Zuhörern durch Lautsprecher und Dipol-Lautsprecher ausgeschallt wird. Die seitlichen und rückwärtigen Signale werden über Decodierung gewonnen und vermitteln in Verbindung mit den weiteren Lautsprechern einen verbesserten Raumklang. Surround-Konfigurationen können sich aus den vorderen Lautsprechern, dem linken und rechten Center-Lautsprecher, dem Center-Lautsprecher, den seitlichen und rückseitigen Lautsprechern sowie den Tieftönern zusammen setzen. Die Angabe der

Lautsprecheranordnung
von Dolby-Digital 5.1



Digital Theatre Sound (*DTS*), Sony Dynamic Digital Sound (*SDDS*), Tomlinson Holman Experiment (*THX*) und MPEG-Surround.

Konfiguration erfolgt in der Schreibweise *Lautsprecherboxen*. Bassreflex-Boxen. So sagt eine 5.1-Konfiguration aus, dass das Surroundsystem fünf Lautsprecherboxen und einen LFE-Kanal für *Subwoofer* hat, die folgendermaßen angeordnet sind: Center, Center links und rechts, rückseitige links und rechts und eine Bassreflex-Box. Benutzt wird die Surround-Technik u.a. bei *Dolby-Digital*, *Dolby-Surround*,

TOSlink *Toshiba link*

TOSlink hat seinen Namen von Toshiba, die Toslink für die digitale Audiotechnik entwickelt haben. Toslink wird als optisches Übertragungskabel mit den rechteckigen



TOSlink-Stecker

Toslink-Steckern in der Verbindungstechnik von Audiogeräten mit S/PDIF-Schnittstelle eingesetzt.

Die Datenrate reicht bis 20 Mbit/s. Das Toslink-Kabel benutzt eine reine Plastikfaser mit einem Durchmesser von 1 mm. Der Vorteil der optischen Übertragung liegt in der geringeren Störanfälligkeit und der Pegelneutralität: Es können keine Brummschleifen durch fehlerhafte Erdungen entstehen.

Verstärker-Klasse
amplifier class

Verstärker werden in unterschiedlichen Anwendungen eingesetzt, daher ist ihr Schaltungskonzept den entsprechenden Erfordernissen angepasst. Man spricht in diesem Zusammenhang von Verstärker-Klassen, die mit Buchstaben gekennzeichnet sind. Neben den allgemein vergleichbaren Klassen A, B, AB, C, D, E, F und S, gibt es noch herstellerspezifische Klassen, wie beispielsweise die T-Klasse.

Die Verstärker-Klassen A, B und AB sind für *Leistungsverstärker*, die sich durch lineares Verhalten auszeichnen. Die anderen Klassen sind für HF-Verstärker, Modulatoren und Vorverstärker und haben ein nichtlineares Verhalten.

A-Klasse: Bei Leistungsverstärker mit A-Betrieb wird der Arbeitspunkt so gewählt, dass über den gesamten Ein- und Ausgangsspannungsbereich eine lineare Verstärkung stattfindet. Es handelt sich um eine Eintakt-Endstufe mit einer relativ hohen Linearität. Der Wirkungsgrad ist gering und liegt theoretisch bei 50 %, praktisch weit darunter. Daher werden Leistungsverstärker der A-Klasse, wenn sie im Leistungsbetrieb betrieben werden, relativ warm.

B-Klasse: Verstärker im B-Betrieb sind Gegentakt-Endstufen mit zwei aktiven Bauelementen im Push-Pull-Betrieb. Der Arbeitspunkt wird so gewählt, dass über den gesamten Ein- und Ausgangsspannungsbereich eine lineare Verstärkung in jeweils einem der beiden aktiven Bauteile stattfindet, der Übergang der Kennlinien ist allerdings durch eine hohe Nichtlinearität gekennzeichnet. Der erreichbare Wirkungsgrad liegt bei 75 % und darüber, ist also wesentlich höher als der der A-Klasse, die Linearität ist dagegen schlechter.

AB-Klasse: Verstärker mit AB-Betrieb werden eintaktmäßig angesteuert, wie der A-Verstärker, arbeiten aber mit symmetrischer Spannungsversorgung. Die in Komplementärschaltung angeordneten Transistoren steuern in den Emitterkreisen direkt den Lautsprecher an. Die Nichtlinearität der B-Klasse wird durch Dioden im Basiskreis eliminiert, ohne dass die AB-Klasse die Ineffizienz der A-Klasse hat. Die AB-Schaltung zeichnet sich durch eine exzellente Linearität und einen Wirkungsgrad von weit über 50 % aus und ist das am häufigsten eingesetzte Endverstärkerkonzept.

C-Klasse: Diese Verstärkerschaltungen arbeiten mit einem aktiven Bauelement. Sie werden in der HF-Technik eingesetzt, vorwiegend als HF-Endverstärker in Sendern,

Verstärkerbezeichnung	Verstärkertyp	Eigenschaften
A-Verstärker	Eintakt-Verstärker	Hohe Linearität, schlechter Wirkungsgrad.
B-Verstärker	Gegentakt-Verstärker	Höherer Wirkungsgrad (ca. 70 %), schlechte Linearität.
AB-Verstärker	Komplementär-Verst.	Kompromiss aus mittlerem Wirkungsgrad und Linearität.
C-Verstärker	HF-Verstärker	Wirkungsgrad von ca. 90 %, HF-Signale werden verzerrt.
D-Verstärker	Schaltverstärker	Wird im Sättigungsbereich betrieben. Umtastung.

Verstärker-Klassen

sind allerdings nicht für alle Modulationsverfahren geeignet. C-Verstärker haben hohe Nichtlinearitäten und einen hohen Wirkungsgrad und werden für die Ansteuerung von Antennen benutzt.

D-Klasse: D-Verstärker wurden für den getakteten Betrieb entwickelt. Sie arbeiten im Push-Pull-Betrieb mit zwei aktiven Bauelementen und fungieren als Schaltverstärker mit äußerst hohem Wirkungsgrad und geringen Verlusten. D-Verstärker werden als getaktete Verstärker mit Pulsbreitenmodulation auch im Audibereich eingesetzt. Dabei werden die analogen Audiosignale in einem A/D-Wandler in digitale Signale gewandelt; diese werden pulsbreitenmoduliert, verstärkt und in einem nachgeschalteten D/A-Wandler wieder in Analogsignale gewandelt.

E-Klasse: Verstärker der E-Klasse sind für die Verstärkung von Rechtecksignalen und Pulsen ausgelegt und nicht für Sinussignale. Die Ausgangslast ist ein abgestimmter Schaltkreis, was zu einem gedämpften sinusförmigen Signal führt. Die einfachste Form eines E-Klasse-Verstärkers besteht aus einem einzelnen Transistor, der als Schalter arbeitet.

F-Klasse: Bei der F-Schaltung wird das elektronische Bauelement im nichtlinearen Kennlinienteil betrieben, was die Generierung von Harmonischen zur Folge hat. Es handelt sich um einen abstimmbaren Leistungsverstärker mit einem abstimmbaren Schwingkreis. Die Abstimmung erfolgt auf der Trägerfrequenz und auf einer oder

mehreren Harmonischen.

G-Klasse: Bei der G-Klasse handelt es sich um eine spezielle Ausführung des AB-Verstärkers, die mit einer höheren Amplitudenaussteuerung arbeitet. Dafür benutzt die G-Klasse entweder zwei Stromschienen und eine Umschaltechnik, die dann aktiv wird, wenn eine höhere Pegelaussteuerung erfolgt, oder sie arbeitet mit zwei Endstufen und zwei verschiedenen Versorgungsspannungen mit denen diese versorgt werden. Bei dieser Konstellation bestimmt die Eingangsamplitude den Signalpfad.

H-Klasse: Die H-Klasse geht noch einen Schritt weiter und moduliert die Versorgungsspannung mit dem Eingangssignal. So verursacht ein hohes Eingangssignal verursacht eine hohe Versorgungsspannung.

S-Klasse: Die S-Schaltung entspricht der D-Klasse mit dem Unterschied, dass sie für niederfrequenterere Signale ausgelegt ist. Es handelt sich um eine Schaltung in der das aktive Element für die Verstärkung und die Amplitudenmodulation benutzt wird.