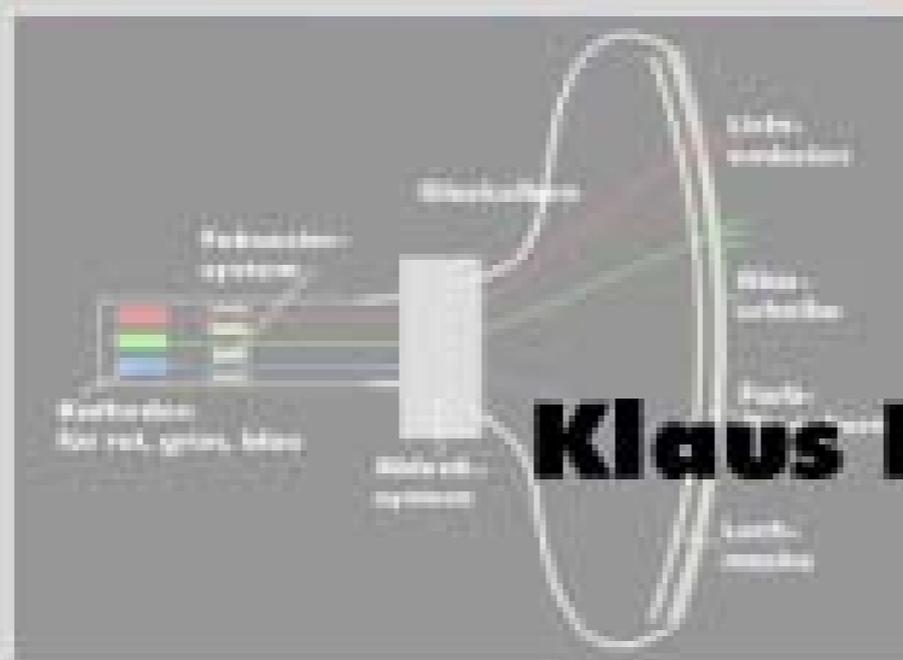


**DATAKOM
Buchverlag**



Klaus Lipinski (Hrsg.)



Index

Anamorphical	EL-Display	Lichtart	QVGA
Widescreen	Entmagnetisierungs-	Lichtstärke	QXGA
Betrachtungswinkel	funktion	Limesco	RGB-Farbmodell
Bildpunkt	Farbdarstellung	lm, Lumen	Röhrenprojektor
Bildschirm	Farbtemperatur	Lochmaske	Schlitzmaske
Bildschirmauflösung	Farbtiefe	LTPS	STN
Bildschirmdiagonale	FED-Display	LVDS-Protokoll	Streifenmaske
Bildschirmschoner	Flachbildschirm	MDA-Adapter	SUXGA
Bildseitenverhältnis	FLCD-Display	MFD-Display	SVGA
Bildwiederhol-	Flimmern	MLA	SXGA
frequenz	Fokus	MOEMS	TCO-Richtlinie
Breitbild	Grafikstandard	Monitor	Terminal
cd, Candela	HCA-Display	Monochrom	TFT-Display
CSTN-Display	Horizontalfrequenz	Nutek	TMDS-Protokoll
DDC	HPA-Display	OLED-Display	UXGA
Dichroitischer	Kathodenstrahlröhre	Panel-Link	VDIF
Filter	Konvergenz	PDP	VESA
Digital-	Laser-Projektor	Plasma-Display	VFD-Display
Schnittstelle	LCD-Display	Pixeltakt	VGA
DLP-Projektor	LCD-Projektor	PLED	WQUXGA
DMD-Chip	LCoS-Projektor	Progressive Scan	WSVGA
DSG,	LCoS-Display	Projektionslampe	WSXGA
Datensichtgerät	LEP	Projektor	WVGA
DSTN-Display	Letterbox	QQVGA	WXGA
EDID	Leuchtdichte	QUXGA	XGA-Format

Impressum:
Herausgeber: Klaus Lipinski
Copyright 2004
DATACOM-Buchverlag GmbH
84378 Dietersburg
Alle Rechte vorbehalten

**Anamorphical
Widescreen**
*anamorphical
widescreen*

	16:9-Film in PALplus gesendet, dargestellt auf 16:9-Bildschirm 576 Zeilen
	Letterbox- Darstellung auf 4:3-Bildschirm. 432 von 576 Zeilen mit Bildinhalt
	Anamorphical Widescreen. Darstellung auf 4:3-Bildschirm mit PALplus- Decoder

Ein Kompressionsverfahren um *Widescreen*-Aufnahmen mit einem *Bildseitenverhältnis* von 1,78:1 (16:9) und Panavision-Aufnahmen mit einem Bildseitenverhältnis von 2,35: 1 auf *Displays* mit einem Bildseitenverhältnis von 4:3 und Panavision-Aufnahmen auf Displays mit einem Widescreen-Display von 16:9 darstellen zu können. Das anamorphical Widescreen-Verfahren verhindert die schmalen schwarzen Balken am oberen und unteren Bildschirmrand, die bei der *Letterbox* sichtbar sind, indem es bei der Speicherung auf DVD-Video das Bildformat in der Horizontalen komprimiert und bei der Darstellung wieder dekomprimiert. In der Vertikalen werden bei PALplus alle 576 sichtbaren Bildpunkte dargestellt.

PALplus-Übertragung
dargestellt in Letterbox und
anamorphical Widescreen

Betrachtungswinkel
viewing angle

Der Betrachtungswinkel spielt bei *Flachbildschirmen* wie *LCD-Display*, *FLCD-Display*, *Plasma-Display* und *TFT-Display* eine wesentliche Rolle, da es in Abhängigkeit von diesem zu Farbverfälschungen kommen kann.

Bei vielen Flachbildschirmen ändern sich Farbton und Farbkontrast mit der Abweichung des Betrachtungswinkels von der Idealen, der senkrechten Betrachtung, die als Referenzwinkel 0° hat. Durch verbesserte Anordnung der Farbpixel und dank neuer Technologien werden die störenden Farbverfälschungen bei Flüssigkristall-Bildschirmen reduziert.

Bildpunkt
Pixel

Ein Bildpunkt ist der kleinste Bestandteil eines Computerbildes oder eines *Bildschirms* und besteht bei *Farbdarstellung* aus einem Farbtupel aus den drei Primärfarben. Eine digitale Darstellung setzt sich aus einer Vielzahl einzelner Bildpunkte zusammen. Die Anzahl der Bildpunkte drückt sich in der Auflösung des Bildes aus. In der Computergrafik sind Bildpunkte einzeln aktivierbar in Farbton, Farbsättigung und Helligkeit.
Bei reinen Schwarz-Weiß-Darstellungen wird ein Bildpunkt mit 1 Bit/Pixel codiert, bei Grautönen mit 4 bis 8 Bit/Pixel und bei Farbdarstellungen mit einer *Farbtiefe* von 4, 8, 16 oder 24 Bit/Pixel.
Normalerweise ist ein Bildpunkt rechteckig mit einem Seitenverhältnis, dem Pixel Aspect Ratio, von 1:1.

Bildschirm
display

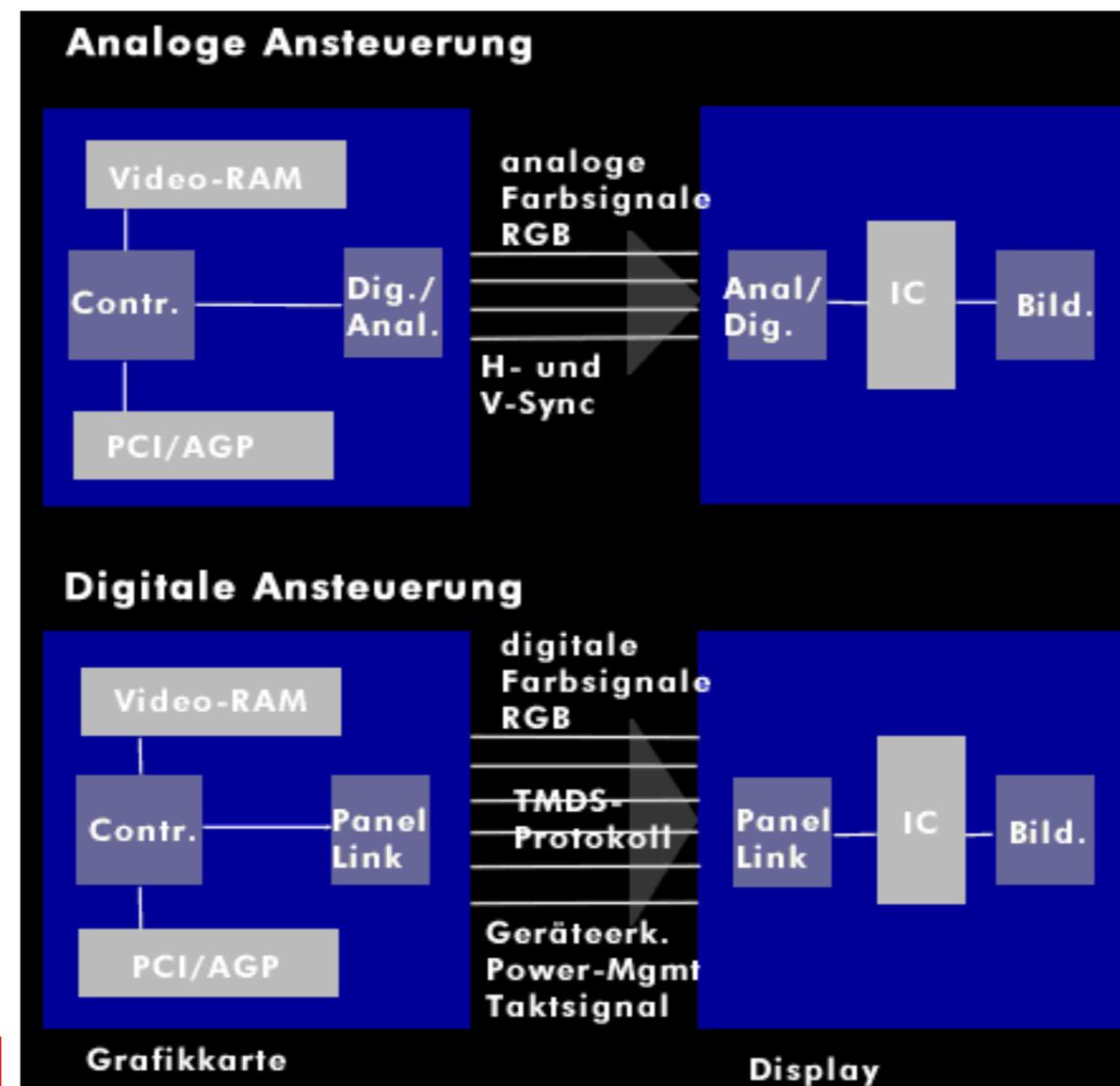
Ein Display ist eine optische Anzeige eines Sichtgerätes mit dem Informationen sichtbar gemacht werden. Bildschirme bilden die Schnittstelle zwischen Mensch und Maschine und basieren auf der Umwandlung von elektrischen in optische Signale. Nach Art der Umwandlung unterscheidet man bei den Bildschirmen aktive und passive. Aktive Displays erzeugen das emittierende Licht selbst, passive hingegen nutzen die Umgebungshelligkeit und arbeiten mit der Reflexionstechnik. Bei den aktiven Displays basiert die Lichtemission auf der Anregung von Phosphoren, die durch Elektronen wie bei der *Kathodenstrahlröhre*, durch UV-Strahlen wie beim *Plasma-Display* oder durch schnelle Ladungsträger wie bei der Elektrolumineszenz (*EL*) erfolgen kann. Die Bildschirmdarstellung kann textorientiert oder grafisch sein oder aber jede beliebige Kombination beider Darstellungstechniken annehmen. Auf dem Bildschirm lassen sich nicht nur Zeichen aus einem vorgegebenen Zeichenvorrat (Standard-Zeichensatz), sondern auch aus individuellen Symbolen (grafische Zeichen) abbilden. Die Darstellung erfolgt im *Progressive Scan* zeilenweise von oben nach unten und von links nach rechts. Sie kann *monochromatisch* oder farbig sein, wobei die *Farbdarstellung* in Abhängigkeit von der Grafikfähigkeit des Computers zwischen einfach und höchstauflösend

rangieren kann. Der Farbumfang der Darstellung wird durch den Farbraum des Displays bestimmt.

An einen Bildschirm, der an einem Arbeitsplatz eingesetzt wird (Bildschirmarbeitsplatz), sind bestimmte Anforderungen zu stellen. An erster Stelle eine gute Ablesbarkeit, die sich im Kontrast widerspiegelt. Des Weiteren sind ergonomische Anforderungen zu nennen, z.B. die Blendfreiheit, der *Betrachtungswinkel*, die Flimmerfreiheit und Beweglichkeit (Schwenk- und Neigbarkeit).

In der Computertechnik verwendete Bildschirme sind rechteckig und haben im Standardformat ein *Bildseitenverhältnis* von 4:3. Andere, breitere Formate sind

durchaus üblich. Eine wichtige Kenngröße von Bildschirmen ist die *Bildschirmauflösung*. Der klassische Bildschirm mit analoger Ansteuerung hat als Darstelleinheit eine *Kathodenstrahlröhre* (CRT). Im Gegensatz dazu stehen die Displays mit digitaler Ansteuerung, die *Flachbildschirme* mit *LCD-Display*, *FLCD-Display*, Plasma-Display, *LCoS-Display*, *VFD-Display*, *EL-Display* und *TFT-Display*. Für die analoge Ansteuerung werden die digitalen Farbsignale einer



Analoge und digitale Ansteuerung von Displays

Grafikkarte in analoge Signale konvertiert. Das hat den Nachteil, dass die analogen Farbsignale für die digitale Ansteuerung in einer weiteren Konvertierung in digitale Signale zurück gewandelt werden. Um diesen Vorgang, der mit Konvertierungsverlusten verbunden ist, zu umgehen, werden die digitalen Farbsignale der Grafikkarte über *Digital-Schnittstellen* und entsprechende Verbindungsprotokolle direkt zum digitalen Display übertragen. Die digitale Verbindung basiert auf dem *Panel-Link* und dem *TMDS-Protokoll* und ist in der DFP-Schnittstelle, der P&D-Schnittstelle, der DVI-Schnittstelle und der GVIF-Schnittstelle realisiert.

Bildschirmauflösung
display resolution

Die Bildschirmauflösung ist entscheidend für die Detailerkennbarkeit von Darstellungen. Sie gibt an, wie viele nebeneinander liegende Linien getrennt erkenn- und unterscheidbar sind. Sie gilt gleichermaßen für die Horizontale als auch für die Vertikale, wobei bei der Betrachtung von einem rechteckigen *Bildpunkt* ausgegangen wird. Angegeben wird die Bildschirmauflösung, die im Wesentlichen von der Bildschirmgröße abhängig ist, in der Anzahl der Punkte in horizontaler und vertikaler Richtung (H x V).

Für Grafikkarten und *Bildschirme* existieren diverse *Grafikstandards* und De-facto-Standards, die auf *VGA* und *XGA* basieren und in der Auflösung zwischen 160 x 120 (*QQVGA*) und 3.200 x 2.400 (*QUXGA*) Bildpunkten liegen. Entsprechend unterschiedlich sind auch die Bildgrößen, die zwischen 19.200 und 7,68 Millionen

Bildpunkten liegen. Um eine optimale grafische Darstellung zu erreichen, muss die darzustellende Grafik an das Auflösungsvermögen des Bildschirms angepasst werden, u.U. auch mittels Skalierung.

Bildschirm-diagonale	Minimale Auflösung	Maximale Auflösung	Grafik-Standard
14"	640 x 480	800 x 600	VGA, SVGA
15"	640 x 480	1024 x 768	VGA, SVGA, XGA
17"	800 x 600	1280 x 1024	SVGA, XGA, SXGA
20"..24"	1024 x 768	1600 x 1200	XGA, SXGA, UXGA

Grafikauflösung in
Relation zur Bildschirmgröße

Bildschirmdiagonale
sreen diagonal

Typischerweise wird die Diagonale von *Bildschirmen* als Bildschirmgröße angegeben. Man unterscheidet dabei zwischen der sichtbaren Bildschirmgröße und die durch den Monitorrahmen verdeckte nichtsichtbare Bildschirmgröße. Erfolgt diese Angabe bei Fernsehern in Zentimeter, so wird die Größe von Monitoren in Inch angegeben. Da das Bildseitenverhältnis bei Standard-Monitoren 4:3 ist, kann aus der Bildschirmdiagonalen die Bildschirmgröße berechnet werden. Schwieriger ist dies bei Fernsehern, da sich neben dem klassischen 4:3-Format inzwischen zunehmend das 16:9-Format durchsetzt.

Bildschirmschoner
sreen saver

Bei Bildschirmen mit *Kathodenstrahlröhre* basiert die Darstellung auf der Lichtemission von farblichen Phosphoren. Diese Phosphore, die bei Aktivierung durch den Elektronenstrahl Lichtimpulse aussenden, werden durch dauernden Elektronenbeschuss beschädigt und lassen in ihrer Leuchtkraft nach. Dies tritt umso mehr in Erscheinung, wenn auf dem Bildschirm immer mit der gleichen Maske gearbeitet wird. Man erkennt dies an den dunkleren Bildschirmteilen von ständig genutzten Masken, die sich in dem Phosphor des Bildschirms einbrennen und in ihrer Leuchtkraft nachlassen.

Um das Einbrennen von Bildschirmmasken in den Phosphor so weit als möglich zu verhindern, schaltet der Bildschirm, wenn über einen bestimmten Zeitraum keine Tastatureingaben erfolgen, in einen Save-Modus, um ein weiteres Einbrennen der benutzten Arbeitsmaske zu verhindern.

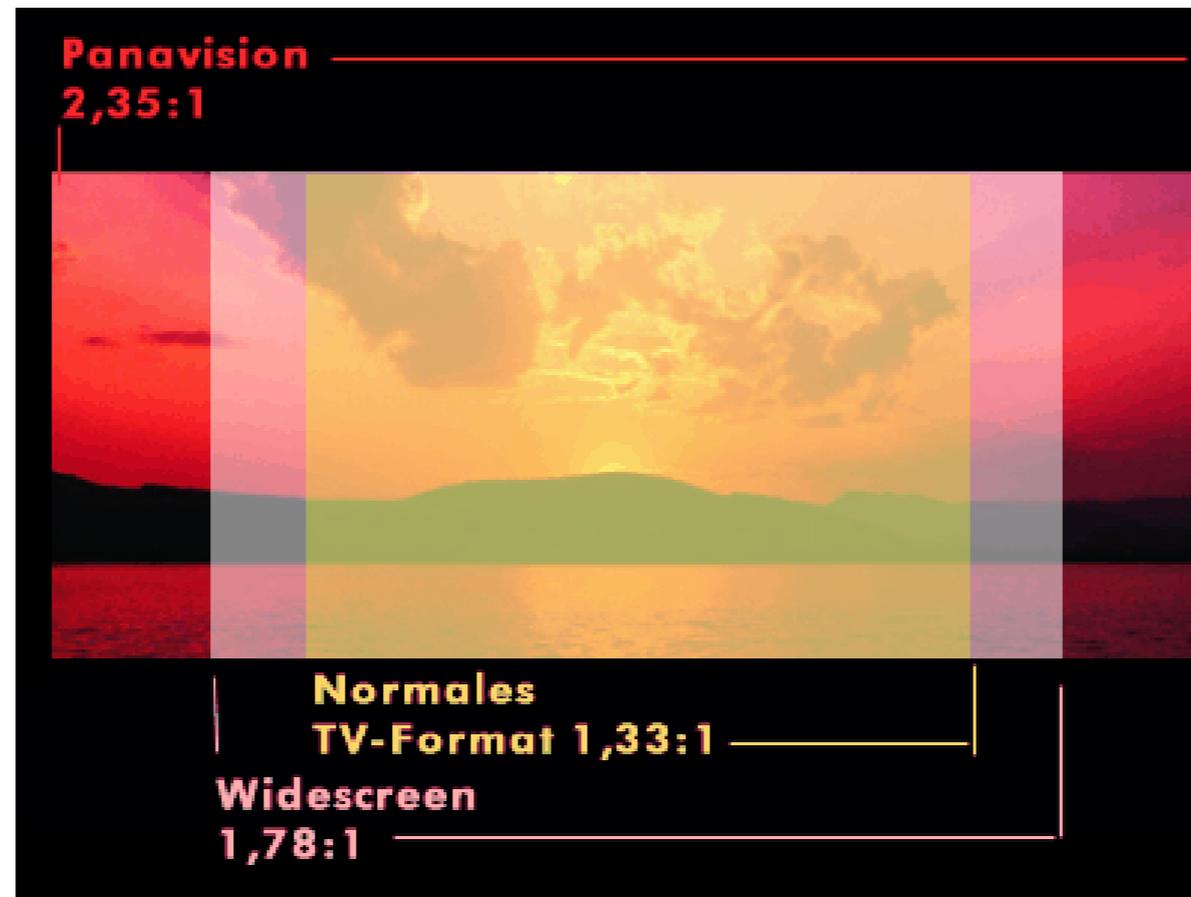
Anstelle der Arbeitsmaske tritt ein grafisches Symbol, das statistisch über den Bildschirm bewegt wird damit alle Phosphorpartikel gleich beansprucht werden. Diese über den Bildschirm wandernden grafischen Darstellungen nennt man Bildschirmschoner.

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.

Darstellungen mit verschiedenen
Bildseitenverhältnissen



1,78:1 erweitert. Kinofilme haben ein Bildseitenverhältnis von 1,78:1 (Widescreen) und 2,35:1 (Panavision). 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.

Bildwiederholfrequenz *frame rate*

Die Bildwiederholfrequenz, auch Bildwechselfrequenz genannt, ist ein Kriterium für den Ablauf von Bewegtbildfolgen und für die Flimmerfreiheit der Darstellung. Die Bildwiederholung in schnellen Folgen ist erforderlich, um die Trägheit des Auges zu umgehen und die Bewegtbilddarstellung als kontinuierliche Darstellung erscheinen zu lassen. Die Anzahl der Bilder pro Zeiteinheit (Sekunde) ist die Bildwiederholfrequenz.

Bei Fernsehbildern und Video arbeitet man beim PAL-Fernsehstandard mit 25 Vollbildern pro Sekunde und bei NTSC mit 30 Vollbildern. Die Halbbilder haben eine Bildwechselfrequenz von 50 Hz. Jedes Vollbild setzt sich zeilenversetzt (interlaced) aus zwei Halbbildern zusammen. Dieses Verfahren, genannt Zeilensprungverfahren, verdoppelt faktisch die Bildwiederholfrequenz und dient der Reduzierung des

Flimmerns. Monitore mit *Kathodenstrahlröhren* arbeiten hingegen mit dem so genannten Progressive Scan, also mit fortlaufender Abtastung, und garantieren durch die Bildwiederholfrequenzen von 60 Hz bis 100 Hz Flimmerfreiheit. Empfohlen werden 85 Hz.

LCD-Bildschirme und *Plasma-Displays* bieten auch bei niedrigeren Wiederholraten flimmerfreie Bilder, da die Farbpigmente eine entsprechend lange Nachleuchtdauer haben.

Breitbild
widescreen

Widescreen oder Breitbild ist das Darstellungsformat eines Kinofilms im Seitenverhältnis 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 unteren und oberen, Übertragungen im 4:3-Format mit schwarzen Balken am rechten und linken Bildschirmrand dargestellt.

cd, Candela
candela

Candela (cd) ist die Maßeinheit für die Lichtstärke; für die von einer Lichtquelle abgestrahlten Lichtenergie. Definitionsgemäß ist es die Energie, die ein schwarzer Strahler mit $1/60$ qcm Oberfläche, bei der Schmelztemperatur von Platin, bei 1.770 °C während einer Sekunde ausstrahlt.

Bezieht man die Lichtstärke auf eine Flächeneinheit, erhält man die *Leuchtdichte*.

CSTN-Display
color super twist nematic

CSTN ist eine von Sharp entwickelte Flüssigkristall-Technologie für Farbdisplays. Die CSTN-Technologie gestattet *Farbdarstellungen* mit einer *Farbtiefe* von 16 Bit, entsprechend 65.536 Farben. In dieser Technologie werden Leuchtdichten von über 350 cd/qm erreicht und ein Kontrastverhältnis von über 1:50. Nachteilig ist die Trägheit, die bei schnellen Bewegtbildern zu geringfügigen Verzeichnungen führt. Eingesetzt werden *CSTN-Displays* in Handys, Handhelds, Digitalkameras und Notebooks.

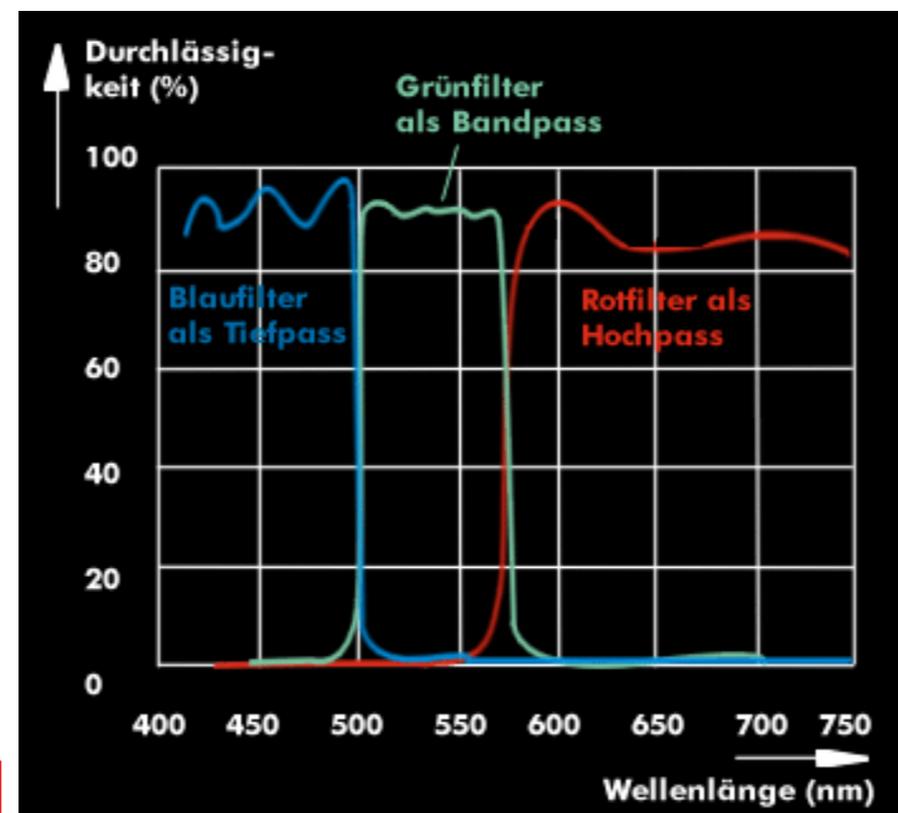
DDC
display data channel

Der Display Data Channel (DDC) wurde von der VESA für die Steuerung von Monitoren spezifiziert. Über diesen DDC-Kanal tauschen der *Monitor* das Betriebssystem und die Grafikkarte technische Daten aus und ermöglichen dadurch das Plug-and-Play.

Um das Plug-and-Play zu erfüllen, überprüft die Grafikkarte die vom Monitor übermittelten Parameter und stellt einen entsprechenden Grafikmodus oder eine bestimmte *Bildwiederholfrequenz* ein, vorausgesetzt, die entsprechende Funktion wird vom Betriebssystem, wie Windows 98 und Windows 2000 oder den Treibern der Grafikkarten unterstützt. Die Signalübertragung erfolgt seriell über das Monitorkabel. Es gibt mehrere DDC-Versionen: Bei der einfachen Version DDC1 werden nur die Kenndaten des Monitors als *EDID-Datei* unidirektional zur Grafikkarte übermittelt. Zu diesen Kenndaten gehören die Bildschirmgröße, die Auflösung und die Herstellerangabe.

Die Version DDC2 kennt zwei Versionen. In der Version DDC 2B wird eine bidirektionale Kommunikation zwischen Monitor und Grafikkarte unterstützt, wobei die Grafikkarte die Kenndaten des Monitors anfordern kann, die über den VESA

Display Information File (VDIF) geliefert werden. In der Version DDC 2AB kann der Monitor von der Grafikkarte aus in der Helligkeit, im Kontrast usw. gesteuert werden.



Dichroitischer Filter
dichroitic filter

Filterkurven von
dichroitischen Filtern für die
additive Farbmischung

Der Begriff Dichroismus kommt aus dem Griechischen und bedeutet in der Physik die Zweifarbigkeit von Kristallen beim Lichtdurchgang. Bei den dichroitischen Filtern handelt es sich um Filter für die Farbtrennung, die auf dielektrischen Interferenzen basieren. Diese optischen Filter, die in der

optischen Übertragungstechnik, in *Displays* und in *Projektoren* eingesetzt werden, arbeiten absorptionsfrei, haben eine hohe Lichtdurchlässigkeit und eine ausgezeichnete Farbgenauigkeit. Ihre Trennschärfe ist sehr hoch und erreicht ca. 80 % Durchlässigkeit bei einer Wellenlängenänderung von wenigen als Nanometern. Dichroitische Filter gibt es als Tiefpässe, Hochpässe oder Bandpässe. Da dichroitische Filter immer nur eine Farbe aus dem Licht ausfiltern, werden in der Projektionstechnik für die Erzeugung der drei Primärfarben (*RGB*) drei dichroitische Filter benötigt, wobei der mittlere Wellenlängenbereich für Grün durch ein Bandpass-Filter realisiert wird.

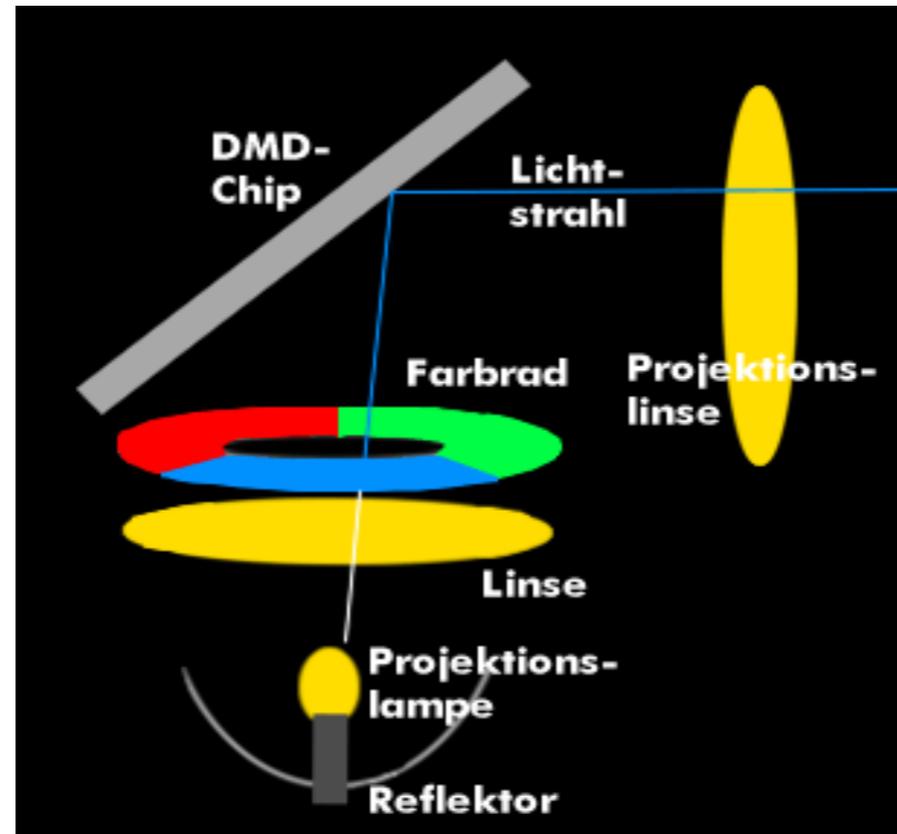
Digital-Schnittstelle
digital interface

Werden digitale Bildinformationen auf analogen Bildschirmen dargestellt, dann müssen die vom Grafikcontroller kommenden Digitalsignale mittels Digital-Analog-Umsetzer in analoge Steuersignale gewandelt werden. Verwendet man hingegen einen digitalen *Flachbildschirm*, ein *LCD-Display*, ein *TFT-Display* ein *Plasma-Display* oder *Projektoren*, dann können diese unmittelbar mit dem Digitalsignal des Grafikcontrollers angesteuert werden. Die Wandler entfallen, an deren Stelle tritt ein Sende-Chip auf der Grafikkarte und ein Empfangs-Chip auf dem Panel. Für diese digitale Ansteuerungstechnik gibt es diverse konkurrierende Verfahren, die aus dem Übertragungsprotokoll und der physikalischen Verbindung mit Kabel und Steckern bestehen. Zu den bekannteren gehört *Panel-Link* und das *TMDS-Protokoll*, das in der DFP-Schnittstelle, der P&D-Schnittstelle, der DVI-Schnittstelle realisiert ist. Darüber hinaus gibt es noch die GVIF-Schnittstelle.

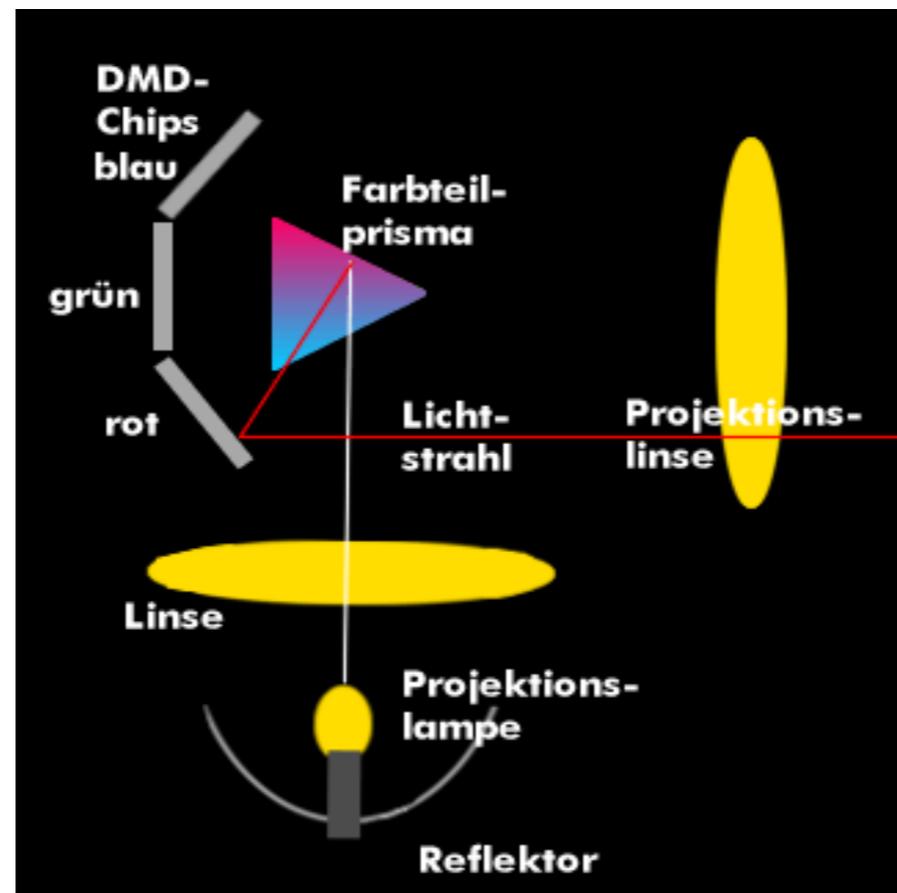
DLP-Projektor
digital light processing

Die DLP-Technologie wurde von Texas Instruments entwickelt und basiert auf Mikromechanik, bei der kleine 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

DLP-Projektor mit
einem DMD-Chip



DLP-Projektor mit
drei DMD-Chips



tausend mal in der Sekunde geschaltet werden kann.

In Abhängigkeit von dem Einsatzgebiet sind *DLP-Projektoren*, die in Besprechungs- und Schulungsräumen, Kongresszentren und Kinos eingesetzt werden, in Ein-, Zwei- oder Drei-Chip-Bauweise aufgebaut. Sie 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*..

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

DLP-Projektor,
Foto: Anders+Kern



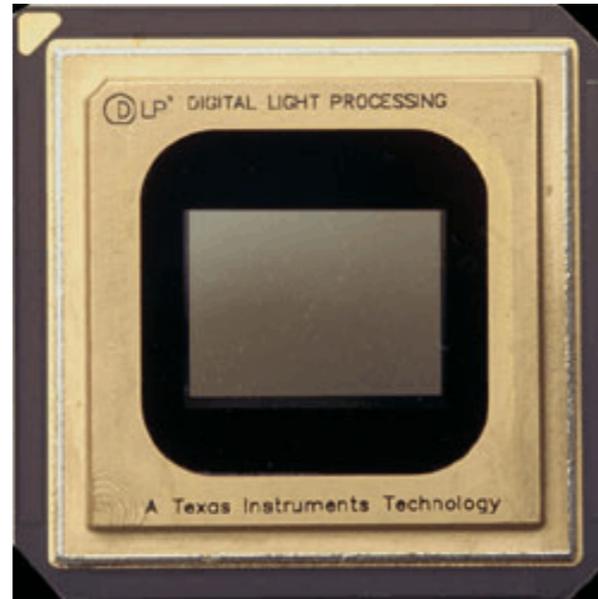
reflektiert. Die *Farbdarstellung* erfolgt also sequenziell. Die Farbsättigung und der Farbton nutzen die Trägheit des menschlichen Auges und werden durch die Schaltzeiten während der entsprechenden Primärfarben erzeugt. So wird beispielsweise Gelb dadurch erzeugt, dass Rot und das Grün für gleiche Zeiteinheiten 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. 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 Farbnuancen darstellen. Besonders die Projektionen mit der Drei-Chip-Technologie eignet 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.

DMD-Chip
digital micromirror device

Digital Micromirror Device (DMD) ist ein Chip der kleinste Mikrospiegel als Lichtschalter steuert und in *DLP-Projektoren* eingesetzt wird. Das DMD-Chip umfasst über eine oder über zwei Millionen Mikrospiegel, das hängt von der Auflösung ab, die 16 oder 14 μm groß sind und die bis zu 5.000-mal in der Sekunde wie eine Wippe gekippt werden können. Die Neigung der Spiegel erfolgt elektrostatisch um

DLP-Chip für XGA von
Texas Instruments



etwa 10° in beiden Richtungen und wird von der unter dem Spiegel liegenden Speicherzelle ausgelöst. Je nach Ladung der Speicherzelle wird der Mikrospiegel in der einen oder anderen Position gehalten .

Die projizierte Lichthelligkeit kann dabei durch die Schaltzeiten gesteuert werden. Reflektiert der Spiegel für längere Zeit das einfallende Licht, ist die Helligkeit höher, im umgekehrten Fall dunkler. Durch die Schaltzeitsteuerung können durchaus 2^8 (256) Helligkeitsunterschiede erzielt werden.

Da die Fokussierung des Lichtstrahls mit einem speziellen Objektiv die Mikrospiegel exakt trifft, entsteht nur geringes Streulicht, das auf die benachbarten Spiegel fällt. Dadurch entsteht ein hoher Kontrast mit Kontrastwerten von 2.500:1. Neuere Entwicklung mit einer weiteren Verminderung des Streulichts sollen für Kontrastwerte von 5.000:1 sorgen.

DSG
Datensichtgerät
terminal

Das Wort Datensichtgerät steht in unterschiedlichem Zusammenhang mit einem Rechner: Als *Display*, als *Terminal* oder als PC-Bildschirm.

In allen Fällen handelt es sich um eine Darstellungseinheit für alphanumerische und grafische Darstellungen. Die verschiedenen Ausführungen - Display, Bildschirm oder Terminal - unterscheiden sich lediglich in der Funktionalität.

DSTN-Display
double super twisted
nematic

DSTN ist eine Bildschirmtechnik für monochromatische Darstellungen, bei der die Pixelansteuerung spalten- und zeilenweise erfolgt. *DSTN-Displays* werden in Notebooks eingesetzt, sie arbeiten passiv und sind langsamer und kontrastärmer als die aktiven *TFT-Displays*.

Das hängt damit zusammen, dass die Flüssigkristalle nur für ein kurzzeitiges Anlegen eines elektrischen Feldes ausgerichtet werden, danach aber wieder ihre Ausrichtung verlieren. Deshalb werden träge Flüssigkristalle verwendet, die bei bewegten Bildern einen Nachzieheffekt entstehen lassen.

EDID
*extended display
identification data*

Die EDID-Datei enthält die Kenndaten von Monitoren, die über den Display Data Channel (*DDC*) als 128-kB-Datenblock an die Grafikkarte übermittelt werden. Anhand dieser EDID-Daten kann sich die Grafikkarte auf die Monitoreigenschaften einstellen.

EL-Display
elektro lumineszenz

Ebenso wie *Plasma-Display* und *Kathodenstrahlröhren* sind *EL-Displays* selbstemittierende Displays. Ein EL-Display besteht aus zwei leitfähigen Platten mit Isolationsschichten zwischen denen sich eine Elektrolumineszenz-Schicht aus Zinnsulfat (ZnS) befindet. Diese ZnS-Schicht ist extrem dünn, daher auch durchsichtig, und wird in der Produktion aufgedampft. Das Elektrolumineszenz-Material wird durch energiereiche Ladungsträger angeregt und emittiert Licht. Die Anregespannungen liegen bei 100 kV/cm und haben unmittelbar Einfluss auf die emittierte *Leuchtdichte*.

**Entmagnetisierungs-
funktion**
degauss function

Die Degauss-Funktion ist eine Entmagnetisierung der *Lochmaske* von *Kathodenstrahlröhren*. Diese lädt sich während des Betriebs durch den fortlaufend existierenden Elektronenstrahl elektrisch auf, wodurch Farbverschiebungen im Randbereich der Kathodenstrahlröhre entstehen. Mit der Degauss-Funktion sorgt ein starkes magnetisches Wechselfeld für die Entmagnetisierung der Lochmaske.

Farbdarstellung

Bei der *Farbdarstellung* wird der Farbeindruck aus drei Primärfarben durch Farbmischung erzielt. Das gilt gleichermaßen für die Darstellung auf Monitoren als auch für Drucker, wobei der Unterschied in der Art der Farbmischung und den verwendeten Primärfarben liegt.

Je nach *Farbtiefe* benutzt man für die *Farbdarstellung* unterschiedliche Bezeichnungen. So spricht man bei einer *Farbdarstellung* von 5 Bit je Farbe, also einer Farbtiefe von 15 Bit und bei Farbtiefen von 16 Bit vom High-Color-Modus, auch HiColor. In diesem Modus lassen sich pro Farbe 32 Farbsättigungen darstellen, insgesamt also 32.768 Farben respektive 65.536.

Steigert man die Farbtiefe für eine Primärfarbe um 1 Bit auf 6 Bit, dann ist jede

Farbtiefe der verschiedenen Farbdarstellungen

Farbdarstellung	Farbtiefe	Anzahl der Farben
HiColor	15 Bit, 16 Bit	32.768 65.536
Direct Color	18 Bit 21 Bit	262.144 2.097.151
True Color	24 Bit	16.777.216

Primärfarbe in 64 Farbsättigungen darstellbar, also können insgesamt 266.144 Farbtöne dargestellt werden. Diese Farbtiefe entspricht dem Direct-Color-Modus, ebenso wie die mit 7 Bit Auflösung je Farbe, die zu einer Farbtiefe von 2.097.152 Farbnuancen führt.

Die detailreichste Farbdarstellung ist der

True-Color-Modus, TrueColor, mit einer Auflösung von 8 Bit je Primärfarbe (R,G,B), also 24 Bit Farbtiefe und 16.777.216 Farbnuancen. Diese Farbauflösung liegt oberhalb des menschlichen Auflösungsvermögens von 19 Bit, wird aber vom menschlichen Auge als natürliche Auflösung empfunden.

Farbtemperatur
color temperature

Zur Vergleichbarkeit von Farben und zum Zwecke der Farbmischung wird die spektrale Charakteristik des Lichts als Farbtemperatur in Kelvin (K) angegeben. Die Kelvin-Skala reicht von Rot, dem längerwelligen Licht, das bei Kelvin-Werten von 3.000 K liegt, bis hin zu Blau, einem kurzwelligem Licht, von 10.000 K.

Der Weißlichtstandard, das ist das Normlicht für die Druckindustrie, hat 5.000 K. Die Farbtemperatur für neutrales Weiß liegt bei 6.504 K, die CIE-Bezeichnung dafür ist *Lichtart D65*. Dieser Wert ist für *Projektionslampen* ideal, da bei dieser Farbtemperatur die projizierten Farben am natürlichsten dargestellt werden. Für *Bildschirme* sind Farbtemperaturwerte von 9.300 K ideal.

Die Farbtemperatur entspricht theoretisch der Wellenlänge, die ein schwarzer Körper bei Erhitzung auf die entsprechende Temperatur abgeben würde.

Farbtiefe

Die *Farbtiefe* ist eine wichtige Kenngröße der Grafikstandards. Es ist die Anzahl der Bits, die die Farbinformation für jeden einzelnen *Bildpunkt* enthält. Je mehr Bits zur Verfügung stehen, desto mehr unterschiedliche Farben sind darstellbar. Bei einer Farbtiefe von 4 Bit, wie beim VGA-Format, sind 16 Farben darstellbar, bei 8 Bit sind

es 256 Farben, das entspricht der Farbtiefe von SVGA, bei 16 Bit sind es 65.536 Farben, was der Farbtiefe von XGA entspricht, und bei 24 Bit sind es 16.777.216 Farbnuancen. Die *Farbdarstellung* mit 16 Bit wird als High-Color bezeichnet, die mit 24 Bit als True-Color.

FED-Display
field emission display

Physikalisch basiert die Feldemission auf dem Herauslösen von Elektronen aus einer nicht geheizten Metall-Elektrode. Bei hinreichend starken elektrischen Feldstärken können Elektronen aus einem festen, atomaren Verbund herausgelöst werden. Die benötigte Feldstärke liegt bei ca. 10×10^9 V/cm. Der Vorteil dieser Technik liegt gegenüber der Technik vom *VFD-Display* darin, dass keine Heizung für die Kathode zum Herauslösen der Elektronen aus der Kathode benötigt wird. Vom Aufbau her haben die FED-Elemente neben den Kathoden ein Gitter zur Stromsteuerung und eine Anode, die mit dem Phosphor beschichtet ist.

Das Prinzip der Feldemission wird in den *MFD-Displays* (Microtip Fieldemission Display) angewendet und bietet einige Vorteile gegenüber anderen Displays. So den geringeren Stromverbrauch gegenüber der dem *VFD-Display*, die kurzen Schaltzeiten, die diese Technik auch für Video attraktiv machen. Darüber hinaus spielen produktionstechnische Faktoren eine wesentliche Rolle, da die Herstellung der FED- und *MFD-Displays* einen wesentlich geringeren Aufwand gegenüber anderen Display-Techniken erfordert.

Flachbildschirm
flat screen

Klassische *Bildschirme* arbeiten mit *Kathodenstrahlröhren* (CRT). Diese Technik basiert darauf, dass ein Elektronenstrahl über den gesamten Bildschirm abgelenkt wird und Phosphore zur Lichtemission anregt. Das für die Ablenkung des Elektronenstrahls erforderliche System benötigt eine gewisse Länge, die sich in der Tiefe des Bildschirms wider spiegelt.

Ganz anders ist es bei Flachbildschirmen, wo die in einzelnen *Bildpunkte* ansteuerbare Transistoren sind, die unmittelbar über eine Matrix geschaltet werden. Alle Flachdisplay-Techniken wie das *TFT-Display*, *LCD-Display*, *LCoS-* oder *Plasma-Display* arbeiten auf dieser Basis und zeichnen sich gegenüber Röhrenmonitoren

durch eine geringe Tiefe aus; daher die Bezeichnung Flachbildschirm. Flachbildschirme werden digital angesteuert und benutzen *Digital-Schnittstellen* für die Verbindung zwischen Rechner und Display.

FLCD-Display
ferro liquid crystal display

Ein Flüssigkeitsspeicher, bei dem die Darstellung auf ferroelektrischen Flüssigkristallen basiert. Diese Kristalle haben bistabile Eigenschaften und zeichnen sich durch kurze Schaltzeiten aus. Die ferroelektrischen Flüssigkeits-*Displays* (FLCD) verbinden die Eigenschaften aus gewöhnlichem Flüssigkristall mit den elektrischen Eigenschaften eines Dünnschichttransistors. Mittels Ferroelektrizität können diese Displays spontan polarisieren und besitzen zwei umschaltbare Zustände. Diese werden wie beim *LCD-Display* durch die Änderung der Schwingungsebene des polarisierten Lichts erreicht, das sie sperren oder durchlassen. FLCD-Displays haben eine hohe Auflösung, kurze Schaltzeiten und einen weiten *Betrachtungswinkel*. Das hohe Auflösungsvermögen wird beispielhaft durch einen FLCD-Display in der Größe von 13 x 17 qmm mit einer Auflösung von SXGA, also 1.280 x 1.024 Pixel, verdeutlicht, und das bei einer Farbauflösung von 24 Bit.

Flimmern
flicker

Flimmern ist ein visuell wahrnehmbarer Störeffekt, der sich bei sich periodisch wiederholenden Bilddarstellungen auftritt. Er tritt dann auf, wenn die Wiederholrate der periodisch dargestellten Bilder einen bestimmten Wert unterschreitet. In diesem Fall kann die Trägheit des Auges, die so genannte Nachbildwirkung, den auftretenden Flimmereffekt nicht mehr ausgleichen. Die untere Grenze bei der das menschliche Auge periodische Sequenzen zu einer Bewegtbilddarstellung integriert, liegt bei etwa 20 Bildern pro Sekunde. Entsprechend werden Filme mit 24 Bildern/s dargestellt, Fernsehen mit 25 bzw. 30 Bilder/s und *Monitore* mit 60 bis 100 Bildwiederholungen pro Sekunde. Beim Fernsehen wird durch das Zeilensprungverfahren dem Auge gegenüber eine höhere Wiederholrate vorgetäuscht.

Fokus

Fokus ist die Bündelung des Elektronenstrahls in *Kathodenstrahlröhren*. Um eine möglichst scharfe und kontrastreiche Bildschirmdarstellung zu erzielen, sollte der

Elektronenstrahl beim Auftreffen auf die Phosphore rund sein und einen möglichst kleinen Durchmesser haben, damit er ausschließlich die zu aktivierenden Phosphore anspricht und kein Streulicht durch das Ansprechen benachbarter Phosphore verursacht.

Grafikstandard
graphics standard

Um die Kompatibilität von Grafikkarten und Bildschirmen zu gewährleisten, befasst sich die *Video Electronic Standard Association (VESA)* u.a. mit der Standardisierung von grafischen Darstellungen. Zu den wesentlichen Kenndaten der Grafikstandards gehören die *Bildschirmauflösung*, die darstellbare *Farbtiefe*, die *Bildwiederholfrequenz* und das *Bildseitenverhältnis*. Mit den gestiegenen Anforderungen an die grafische Darstellung haben sich im Laufe der Jahre auch diverse Grafikstandards für Standardbildschirme mit einem Bildseitenverhältnis von 4:3 und für Breitbildschirme entwickelt. Die meisten sind in der Bildschirmauflösung vom *VGA-Format* abgeleitet; so *QVGA*, *QVGA*, *SVGA*, *UVGA*, *WVGA* und *WVSGA*, und vom *XGA-Format*, wie *QUXGA*, *QXGA*, *SUXGA*, *SXGA*, *UXGA*, *WXGA*, *WSXGA* und *WQUXGA*.

Format	Bildschirmauflösung	Bildseitenverh.
QVGA	320 x 240	4:3
VGA	640 x 480	4:3
WVGA	720 x 400, 800 x 480	18:10, 15:9
SVGA	800 x 600	4:3
WSVGA	1.024 x 600, 1.072 x 600	<16:9, >16:9
XGA	1.024 x 768, 1.152 x 864	4:3
WXGA	1.280 x 768, 1.360 x 768	15:9, 16:9
SXGA	1.280 x 1.024	5:4
WSXGA	1.600 x 900, 1.600 x 1.024	16:9, <16:10
UXGA	1.600 x 1.200	4:3
WUXGA	1.920 x 1.200, 1.920 x 1.440	16:10, 4:3
SUXGA	2.048 x 1.536	4:3
QUXGA	3.200 x 2.400	4:3
WQUXGA	3.840 x 2.400	16:10

Grafikstandards und De-facto-Standards für Farbdarstellungen

HCA-Display
high contrast addressing
(LCD-Display)

Das HCA-Verfahren ist eine Treibertechnologie für *LCD-Displays*. Diese Technologie ermöglicht eine höhere *Bildwiederholfrequenz* und eine gleichzeitige Ansteuerung mehrerer Zeilen. Daher zeichnet sich die HCA-Technik durch kürzere Reaktionszeiten der LCD-Zellen aus, durch ein verbessertes Kontrastverhältnis, das bei über 50:1 liegt. Letzteres liegt bei unter 100 ms und ist auf die Mehrzeilen-Adressierung zurückzuführen.

Die Helligkeit und *Leuchtdichte* ist höher als die der LCD-Displays und liegt bei über 200 *cd/qm*.

Die LCA-Technik wird in Laptops, Handhelds, Digitalkameras und Handys eingesetzt.

Horizontalfrequenz

Die Horizontal- oder Zeilenfrequenz gibt an wie viel Zeilen ein *Bildschirm* in der Sekunde darstellt. Sie ist ein Maß für die darstellbare *Bildschirmauflösung* und wird an die Auflösung der Grafikkarte angepasst.

Die Horizontalfrequenz ergibt sich aus der Multiplikation der Zeilenzahl und der *Bildwiederholfrequenz*. Der nicht sichtbare Bildanteil, das ist der Bereich der vertikalen Austastlücke, der für den Strahlrücklauf vom unteren rechten Bildsrand hin zum oberen linken Bildrand erforderlich ist, muss in diese Betrachtung einbezogen werden.

Ein *Monitor* mit einer Bildwiederholfrequenz von 75 Hz, einer vertikalen Auflösung von 1.024 Zeilen und 48 Zeilen für die Austastung, hat eine Horizontalfrequenz von 80,4 kHz.

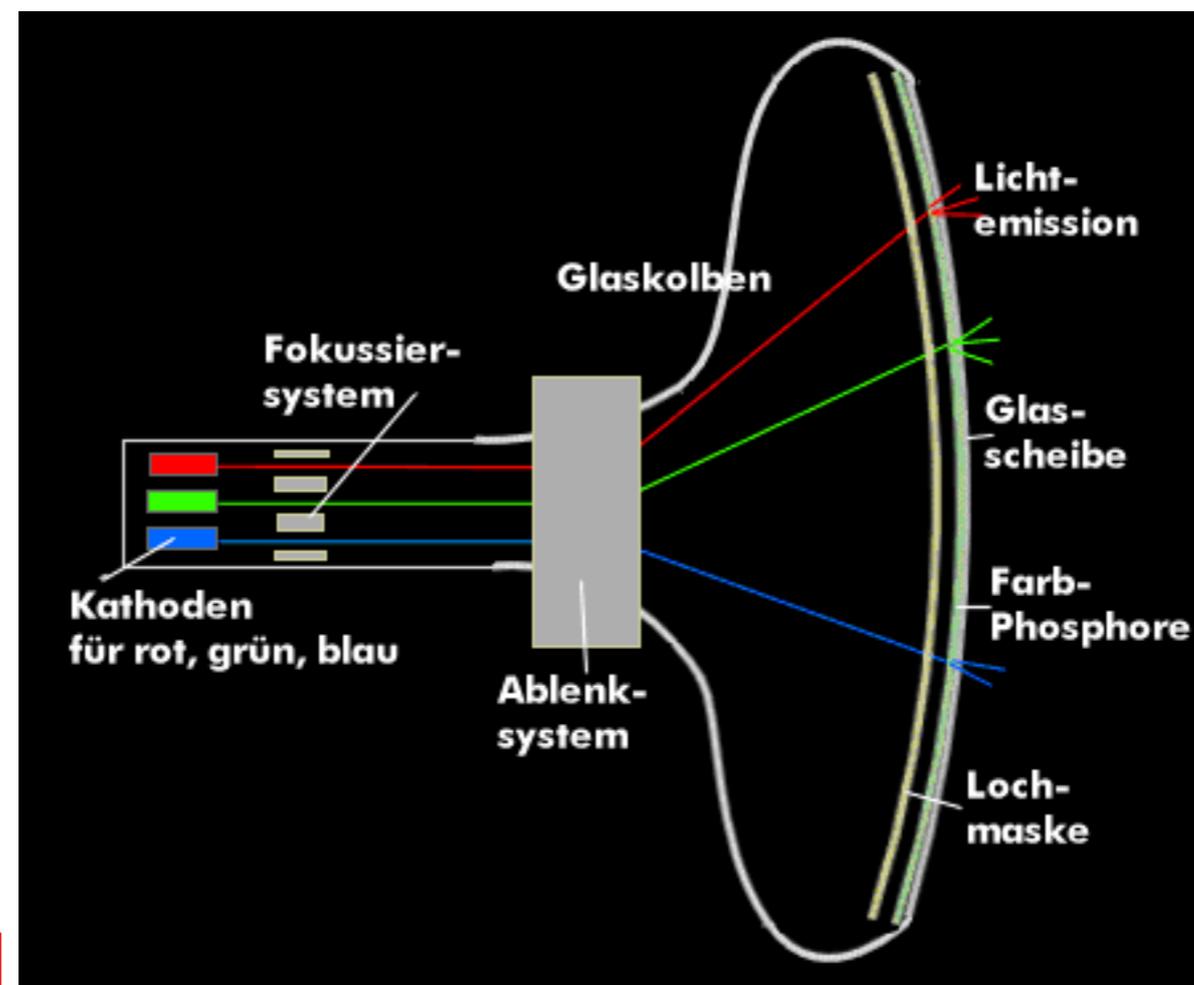
HPA-Display
high performance
addressing

Bei der HPA-Technik handelt es sich um eine Treibertechnologie für passive *LCD-Displays*. Mit dieser Technik sollen die Nachteile von LCD-Displays kompensiert werden. Mit der HPA-Technik können *Farbdarstellungen* mit einer *Farbtiefe* von 24 Bit erfolgen, die *Leuchtdichte* liegt unter 100 *cd/qm* und das Kontrastverhältnis bei etwa 1:40. Die Änderungszeiten der Flüssigkristalle liegen bei etwa 150 ms. Ein wesentlicher Vorteil dieser Treibertechnologie ist der geringe Stromverbrauch gegenüber einer aktiven Flüssigkristall-Technologie, wie *TFT*, und die gute Bildqualität.

Kathodenstrahlröhre
CRT, cathode ray tube

Kathodenstrahlröhren, allgemein auch als Elektronenstrahlröhren bezeichnet, sind die Komponenten auf denen das Bild dargestellt wird. Es handelt sich also um die zentrale Darstellungskomponente von Bildschirmen, Monitoren und Fernsehern. Elektronenstrahlröhren bestehen aus einem emittierenden System, der Kathode, die den Elektronenstrahl erzeugt, einem Fokussier- und Ablenkensystem, in dem der Elektronenstrahl gebündelt und in vertikaler und horizontaler Richtung abgelenkt wird, dem Beschleunigungssystem und dem Leuchtschirm. Das Beschleunigungssystem sorgt dafür, dass der Elektronenstrahl mit einer bestimmten Geschwindigkeit auf den Leuchtschirm trifft und dort eine Lichtemission auslöst. Der Leuchtschirm ist mit einer Phosphorschicht versehen, die beim Auftreffen von Elektronen Lichtimpulse aussendet.

Der erläuterte Aufbau bezieht sich auf einen *Monochrom-Bildschirm*, bei Farbbildschirmen ist der Aufbau in dreifacher Ausführung vorhanden, da die



Elektronenstrahlen für die Farben Rot (R), Grün (G) und Blau (B) einzeln erzeugt, in der Helligkeit gesteuert, fokussiert und abgelenkt werden. Alle Farb-Elektronenstrahlröhren arbeiten mit additiver Farbmischung nach dem *RGB-Farbmodell*. Der Leuchtschirm der Farbbildschirme unterscheidet sich von den Monochrom-Bildschirmen. Er besteht aus einzelnen Farb-Phosphoren, die

Aufbau der
Kathodenstrahlröhre

punkt- oder streifenförmig über den Leuchtschirm verteilt sind. Dabei darf der Elektronenstrahl für eine bestimmte Farbe auch nur das entsprechende Farb-Phosphor treffen. Dies wird durch eine Maske sicher gestellt, die unmittelbar hinter der Leuchtschicht angebracht ist. Diese Maske hat je nach Verfahren kleine Löcher, man spricht dann von der *Lochmaske*, kleine Schlitze oder sie besteht aus dünnen Streifen, genannt die *Streifenmaske*, die als Trinitron-Röhre bekannt ist. Die meisten Darstellungsverfahren arbeiten mit Rasterdarstellung. Dabei tastet der Elektronenstrahl den Leuchtschirm periodisch ab und zwar zeilenweise von links nach rechts und bildweise von oben nach unten. Die Darstellung auf dem Leuchtschirm erfolgt durch Helligkeitssteuerung. Die Trägheit des menschlichen Auges und das Nachleuchten der Phosphore kommt dabei dem menschlichen Empfinden zugute.

Konvergenz
convergence

In *Kathodenstrahlröhren* spricht man von Konvergenz wenn die drei Elektronenstrahle für Rot, Grün und Blau so angeordnet sind, dass sie ausschließlich ihre Farbphosphore ansprechen und bei gleichzeitiger Aktivierung einen weißen *Bildpunkt* erzeugen. Gleiches gilt für *Röhrenprojektoren*.

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.

LCD-Display
liquid cristal diplay

LCDs sind Flüssigkristallanzeigen für *PC-Monitore*, Handys, Computerspiele, vor allem für mobile Geräte der Kommunikations- und Unterhaltungselektronik. Die Grundfunktion von *LCD-Displays* basiert auf Lichtmodulatoren. Entsprechend den Verfahren spricht man von passiven LCD-Displays oder von aktiven. Beim passiven Verfahren, das die Entwicklung einleitete, liegen zwei polarisierende Glasscheiben um 90° versetzt übereinander. Beide Glasscheiben sind mit lichtdurchlässigen elektrisch leitenden Bahnen versehen. Zwischen den zwei Scheiben befinden sich die Flüssigkeitskristalle. Generell würde eine solche Anordnung kein Licht durchlassen, da jede Scheibe Licht in einer anderen Polarisationssebene durchlässt. Erst durch die Beeinflussung der Flüssigkristalle kommt es zu der Lichtdurchlässigkeit. Bei Anlegen einer Spannung an die elektrisch leitenden Bahnen drehen die Flüssigkeitskristalle das Licht in seiner Polarisationssebene.

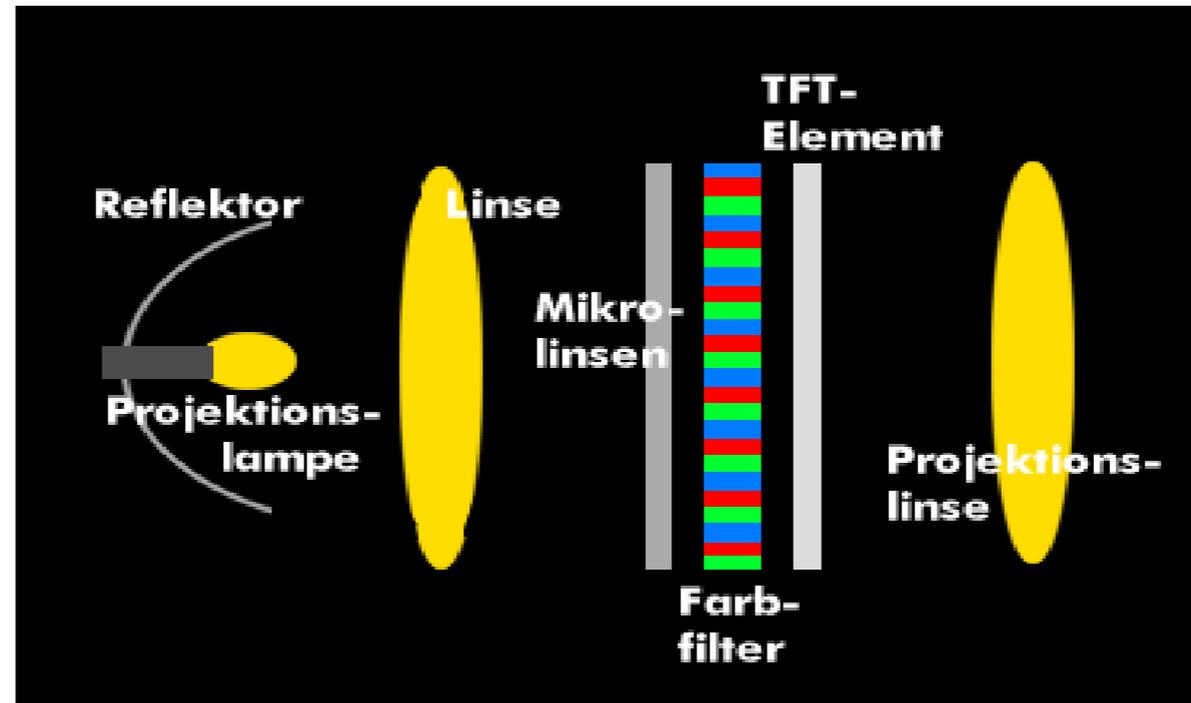
Die aktiven Flüssigkristallanzeigen arbeiten mit Dünnschichttransistoren, daher auch der Name *TFT-LCD*, für *Thin Film Transistor*. Dabei wird die Ausrichtung der Flüssigkeitskristalle durch eine angelegte elektrische Spannung beeinflusst. Die Kristalle verändern ihre Eigenschaften und reflektieren das Hintergrundlicht oder lassen es durch, was man als reflektiven bzw. transflexiven Betrieb bezeichnet. Die Dünnschichtdioden übernehmen dabei die Ansteuerung der Flüssigkeitskristalle. Dieses Verfahren zeichnet sich durch hohe Kontrastwerte aus und hat den Vorteil, dass es bei Tageslicht eingesetzt werden kann.

Der Anschluss von LCD-Displays an PCs erfolgt digital über die DFP-Schnittstelle, die DVI-Schnittstelle oder die P&D-Schnittstelle.

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.

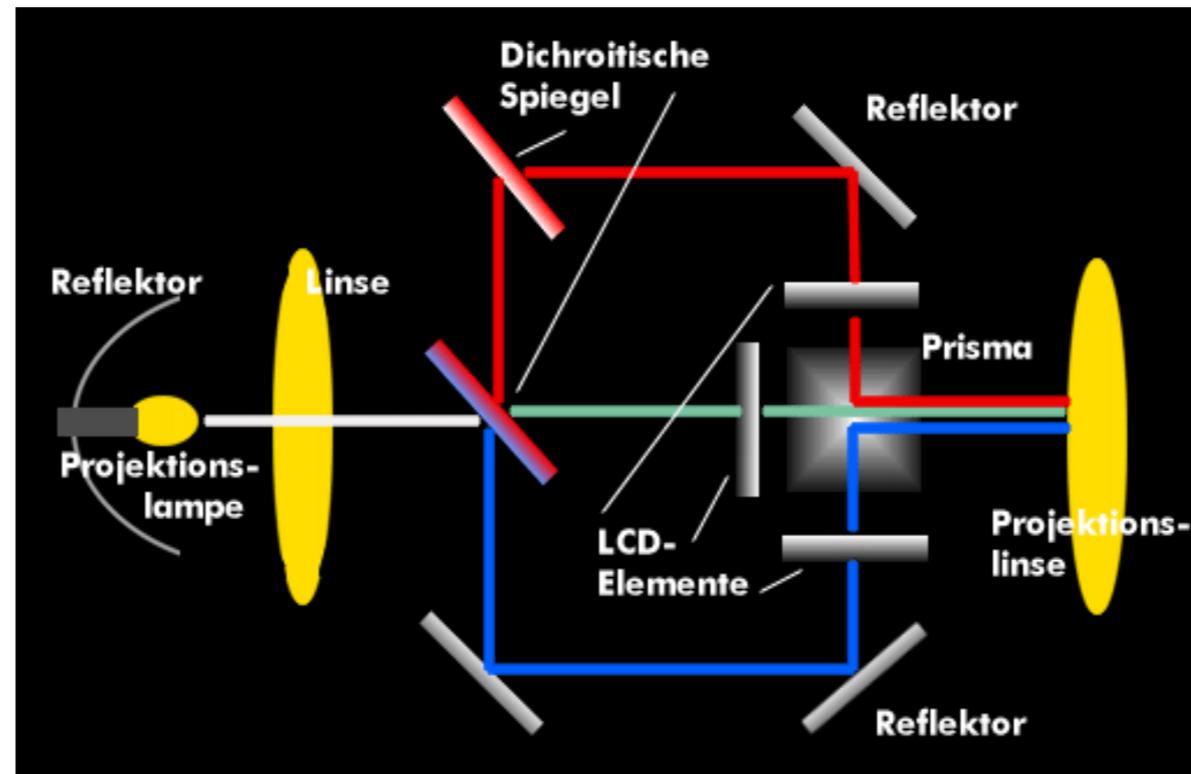
Aufbau eines
Ein-TFT-Panel
LCD-Projektors



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 *Projektionslampe* kontinuierlich angestrahlt und dessen Licht über Mikrolinsen und Farbfilter gleichmäßig und auf das LCD-Element verteilt wird, ohne sichtbare Beeinträchtigung durch die Steuerleitungen der Dünnschichttransistoren.

LCD-Projektion mit
Farbteilung über
dichroitische Spiegel



Das TFT-Element besteht aus den einzelnen Schichten mit den Flüssigkristallen, die von der Signalquelle gesteuert werden. Vor dem LCD-Element befindet sich eine Projektionslinse 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 Projektionslampe 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 Projektionslinse wird das Licht auf die Projektionsfläche projiziert.

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*.

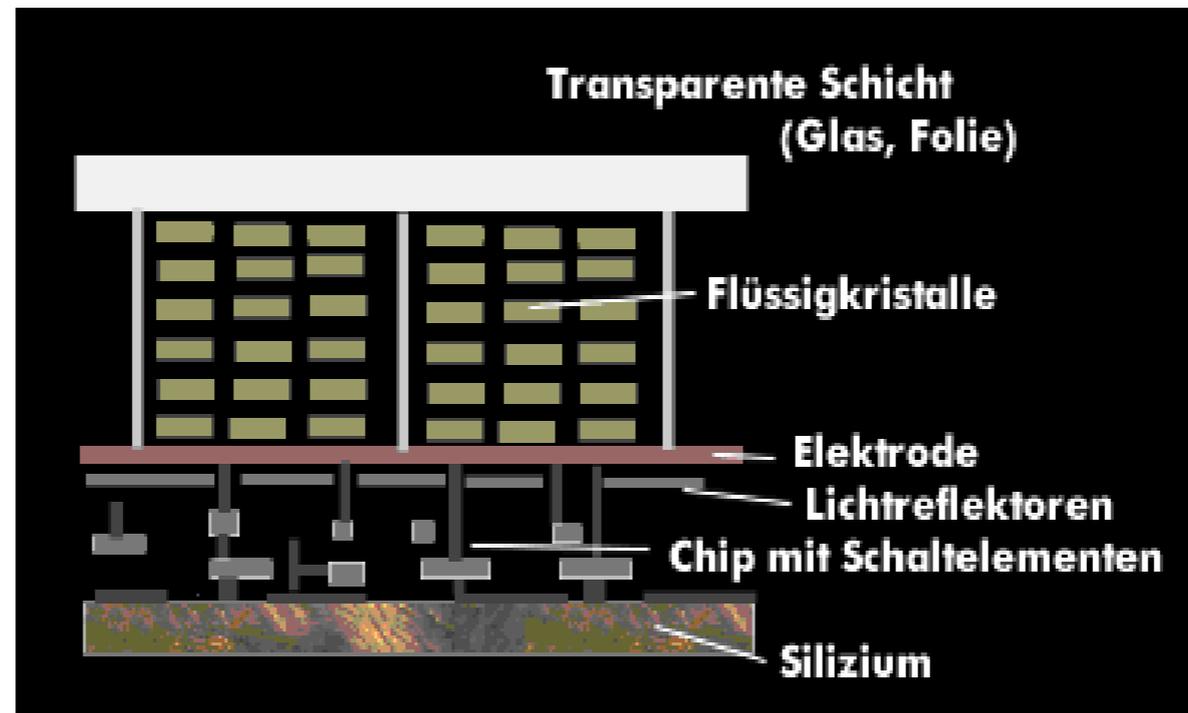
LCoS-Projektor *liquid cristal on silicon*

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 reflektiert wird.

Vom Aufbau her besteht ein LCoS-Projektor aus der *Projektionslampe*, deren Strahl über ein Linsensystem, bestehend aus einer Sammellinse und *dichroitischen Filtern*, auf einen Polarising Beam Splitter (PBS) gestrahlt wird. LCoS-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 Projektionslinse 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 1.000:1 aus und haben eine hohe Helligkeit.

Aufbau des
LCoS-Displays



Die LCoS-Technik ist eine von Philips entwickelte Displaytechnik, die mit reflektiven Mikrodisplays auf Siliziumbasis arbeitet. Die für Rückprojektionen interessante Technik ist vergleichbar einem Mini-LCD-Display in dem einfallendes Licht von polarisierten Flüssigkristallen reflektiert wird. LCoS-Displays

bestehen aus einer Silikonfolie, die mit Flüssigkristallen beschichtet ist. Damit die Steuerelektroden für die Flüssigkristalle kein Licht absorbieren, befinden sich diese hinter einer verspiegelten Schicht hinter den Flüssigkristallen. Beide begrenzenden Schichten haben in kleineren Displays einen Abstand von nur etwa 2 Mikrometer. Die Zellengröße liegt bei etwa 8 Mikrometer.

LCoS-Displays eignen sich für qualitativ hochauflösende Darstellungen mit einer Auflösung die noch über UXGA liegen kann. Sie zeichnen sich durch ein hervorragendes Kontrastverhältnis von 1.000:1 aus und haben eine hohe Helligkeit. Darüber hinaus sind bei LCoS-Displays keine Raster von der Chipstruktur sichtbar, ebenso gibt es keine Schlieren oder Unschärfen durch langsame Helligkeitswechsel.

LEP
light emitting polymere

Die Technik der lichtemittierenden Polymere (LEP) wird für Displays eingesetzt. Es handelt sich um einen sehr flachen Plastik-Display mit monochromer Strahlung.

Letterbox
letterbox

Letterbox ist ein Verfahren, das u.a. in DVD-Laufwerken zur Formatanpassung der verschiedenen Film- und Fernsehformate eingesetzt wird. Das Letterbox-Verfahren komprimiert ein Videobild im Widescreen-Format von 16:9,



Letterbox-Darstellung
eines PALplus-Bildes

damit es auf Fernsehgeräten mit 4:3-Format wiedergegeben werden kann, wobei am oberen und unteren Bildrand schwarze Balken die Bildbegrenzung bilden.

Die Größe der oberen und unteren Schwarzbalken errechnet sich aus der dargestellten Zeilenzahl.

Bei einem 4:3-Format mit 625 Zeilen, sind 576 Zeilen sichtbar. Über die Letterbox werden bei einem 16:9-Videosignal nur 432 Zeilen auf dem 4:3-Bildschirm sichtbar und Filme im Format 21:9 werden sogar nur mit 325 Zeilen dargestellt.

Leuchtdichte

Der Begriff Leuchtdichte wird bei Displaytechniken benutzt. Es handelt sich dabei um die *Lichtstärke* bezogen auf eine Flächeneinheit, angegeben in *cd/qm*. Es ist das sichtbare Licht, das von einem *Display* in einer bestimmten Richtung abgestrahlt wird. Dabei kann die Abstrahlung durch Emission erfolgen wie bei den aktiven Displaytechniken, beispielsweise beim *TFT-Display* oder beim *Plasma-Display*, sie kann aber ebenso durch Reflexion verursacht werden, wie beim *LCD-Display*. Häufig wird die Leuchtdichte auch in nits angegeben. Dabei handelt es sich um die in USA gebräuchliche Angabe, die aus dem lateinischen Wort *nitere*, was scheinen heißt, abgeleitet wurde. 1 Nit entspricht 1 *cd/qm*.

Daneben wird in den USA für die Leuchtdichte auch die veraltete Dimension Footlambert (fL) benutzt. Wobei 1 fL gleich 3.426 *cd/qm* bzw 3,426 nits sind.

Lichtart

Die Lichtart definiert den Wellenlängenbereich des Lichtes, der von einer emittierenden Lichtquelle erzeugt wird. Die Lichtart ist als abhängig von der

Farbtemperatur und ihrem Emissionsspektrum, der spektralen Verteilung der Lichtenergie.

Die Commission Internationale d'Eclairage (CIE) hat diverse künstliche und natürliche Lichtarten definiert und diese mit den Buchstaben bezeichnet.

So entspricht die Lichtart "A" dem Licht einer Glühbirne. Die Farbtemperatur liegt bei dieser Lichtquelle bei 2.850 Kelvin (K), der Wellenlängenbereich zwischen 380 nm und 770 nm.

Bei der Lichtart "C", die bläulicher ist, liegt die Farbtemperatur bei 6.770 K, und mit Lichtart "D" wird Tageslicht spezifiziert. Diese Spezifikation spiegelt sich u.a. in den Lampen von *Projektoren* wider. Bei den D-Lichtarten werden die ersten beiden Stellen der Farbtemperatur als Zusatz hinter dem "D" angegeben. So hat beispielsweise D65 eine Farbtemperatur von 6.500 K, D55 eine von 5.500 K.

Lichtstärke

Candela (cd) ist die Maßeinheit für die Lichtstärke; für die von einer Lichtquelle abgestrahlten Lichtenergie. Definitionsgemäß ist es die Energie, die ein schwarzer Strahler mit 1/60 qcm Oberfläche, bei der Schmelztemperatur von Platin, bei 1.770 °C während einer Sekunde ausstrahlt.

Dagegen wird die *Leuchtdichte* in Candela pro Flächeneinheit (cd/qm) angegeben.

Limesco line memory scan converter

Die Limesco-Technologie ist eine von Philips entwickelte Technologie für *LCD-Projektoren*. Mit dieser Technik, die mit einem speziellen Limesco-Chip arbeitet und bei der ganze Zeilen gespeichert werden, können Grafiken mit höherer Grafikauflösung projiziert werden.

Im, Lumen

Lumen 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 des 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

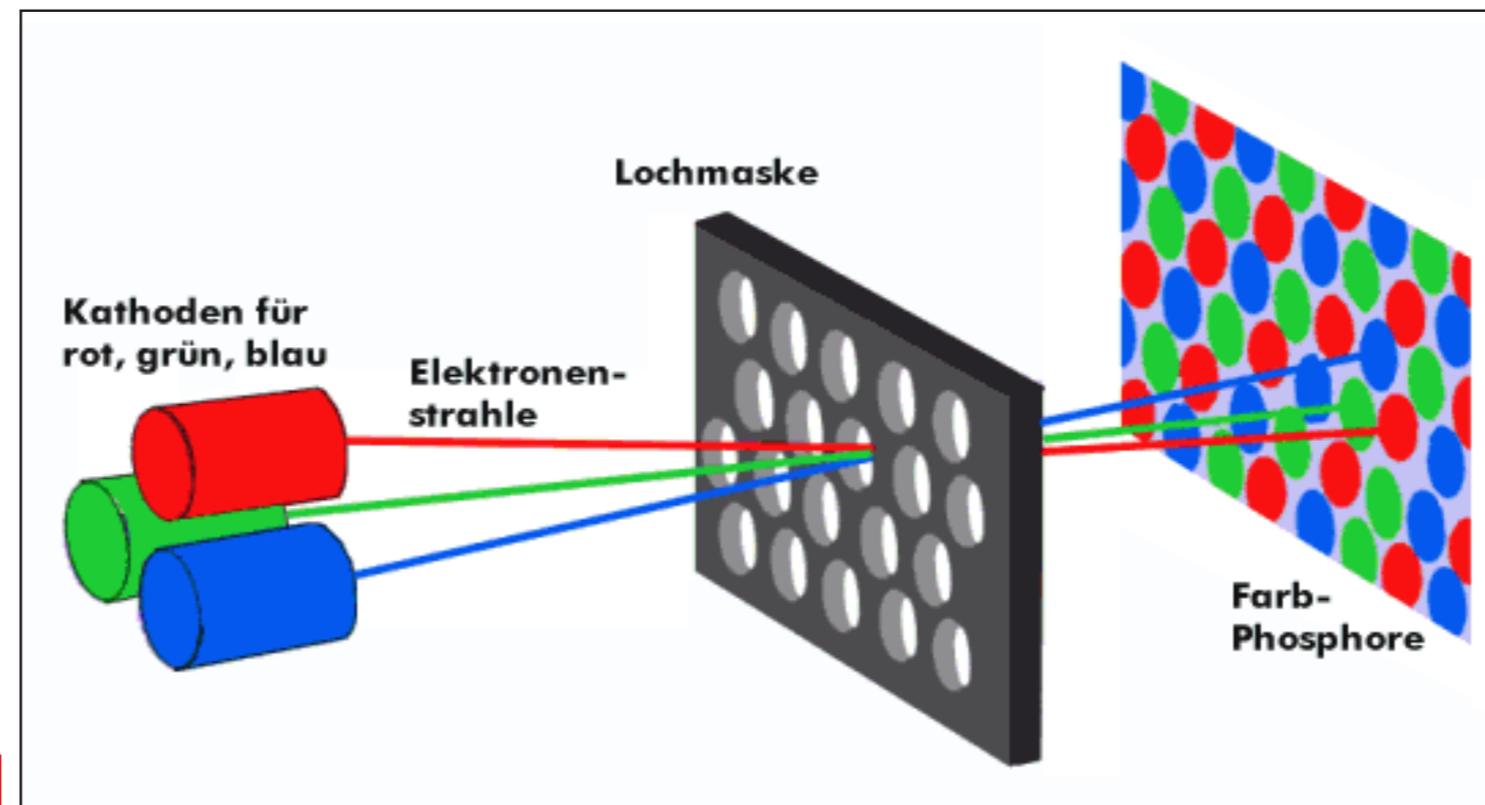
Feld wird die *Lichtstärke* gemessen. Die einzelnen Werte und der Mittelwert aus den 9 Einzelwerten charakterisieren die Eigenschaften der *Projektoren* und bieten eine Vergleichbarkeit der Projektionstechniken untereinander.

Das ANSI Lumen ist somit ein Maß für die Lichtstärke der Projektoren und steht in direktem Zusammenhang mit der Referenzhelligkeitsbildbreite (RHB) und der Raumhelligkeit.

Lochmaske

Lochmaskenröhren sind *Kathodenstrahlröhren* (CRT) für *Farbdarstellungen* wie sie in Fernsehern, Monitoren und Bildschirmen eingesetzt werden. Da alle Elektronenstrahlröhren für Farbdarstellungen mit additiver Farbmischung nach dem *RGB-Farbmodell* arbeiten, müssen die drei Elektronenstrahlen für die Farben Rot, Grün und Blau so geführt werden, dass sie nur die ihnen zugeordneten Farbphosphore treffen. Der Elektronenstrahl für Rot darf nur den rot-emittierenden Farbphosphor erregen; gleiches gilt für Grün und Blau.

Um dieses Ziel zu erreichen, ist vor den Farbphosphoren eine Maske mit kleinen Löchern angebracht, die Lochmaske, die verhindert, dass der Elektronenstrahl einer



Aufbau einer
Lochmaskenröhre

Farbe ein benachbartes Farbphosphor trifft und dieses dann mitleuchtet, was Farbverfälschungen zur Folge hätte.

Vergleichbar sind der Aufbau der *Schlitzmaske* oder der *Streifenmaske*.

LTPS
*low temperature
poly silicon*

LTPS ist eine spezielle Entwicklung eines *TFT-Displays*, das sich durch seine geringe Leistungsaufnahme auszeichnet und keine Hintergrundbeleuchtung benötigt.

LVDS-Protokoll
*low voltage differential
signalling*

LVDS ist funktionell vergleichbar einem *Panel-Link* mit *TMDS-Protokoll* für die Verbindung zwischen Rechnern und digital angesteuerten *Flachbildschirmen*. Das LVDS-Protokoll wird über das Panel-Link zwischen dem Rechner und dem *Display* übertragen. LVDS basiert auf einer Initiative von Texas Instruments und National Semiconductor und wurde von dem Visual Interface Consortium International (VICI) standardisiert. Es wird in Notebooks für die Ansteuerung des *LCD-Displays* eingesetzt und zeichnet sich gegenüber LMDS durch eine verbesserte Störsicherheit bei großen Kabellängen aus, die auf die Differenzsignalübertragung zurück zu führen ist, und einem äußerst geringen Leistungsverbrauch aus. Dieser zeigt sich in der geringen Steuerspannung von nur 330 mV. Mit LVDS sind Auflösungen bis zu 2.048 x 1.536 Pixel möglich. Als Interface verwendet LVDS OpenLDI (Open LVDS *Digital Interface*) mit einem 36-poligen MDR36-Stecker. OpenLDI unterstützt hohe Grafikauflösungen von *UXGA* und höher und eine *Farbtiefe* von 24Bit, was in einem Datendurchsatz von über 5 Gbit/s resultiert.

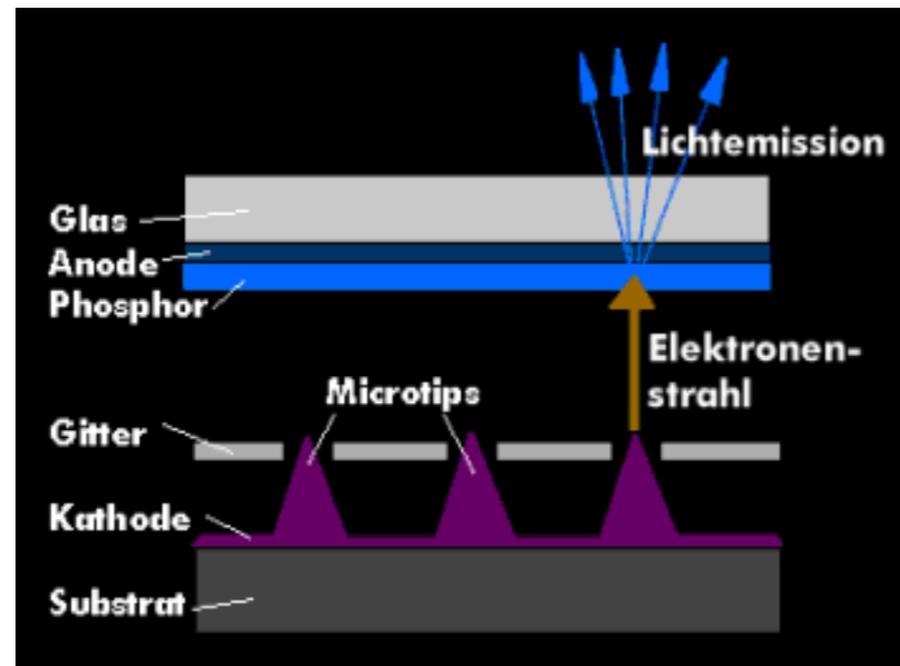
MDA-Adapter
*monochrome display
adapter*

Der MDA-Adapter war einer der ersten Adapter für Bildschirmdarstellungen. Er unterstützte lediglich monochromatische Darstellungen mit bis 16 Graustufen. Mit diesem Adapter konnten keine *Bildpunkte* angesprochen werden. Die Grafikfähigkeiten beschränkten sich auf rechtwinklige Liniengebilde, die mit Hilfe einiger Sonderzeichen erzeugt werden konnten.

Die Textdarstellung war einfarbig und hatte eine Auflösung von 80 Spalten und 25 Zeilen. Es konnten alle 256 ASCII-Zeichen dargestellt werden.

MFD-Display
microtip fieldemission
display

Aufbau des MFD-Displays
mit Microtips



Das MFD-*Display* basiert technologisch auf der Feldemission. Die einzelnen Feldemissions-Zellen haben eine spezielle Bauform, bei der die Kaltkathode durch einen mikrofeinen spitzen Kegel gebildet wird; daher auch die Bezeichnung Microtip. Durch diese Bauweise wird die Oberfläche der Kathode gegenüber der des *FED-Displays* erhöht und es kann eine größere Anzahl an Elektronen aus dem Kathodenmaterial herausgelöst werden.

Das Gitter für die Steuerfunktion kann man sich als eine Art *Lochmaske* vorstellen, die sich in geringem Abstand vor den kegelförmigen Spitzen befindet. Der Gitter-Lochdurchmesser liegt bei ca. 50 µm. Mehrere tausend Mikrospitzen bilden einen *Bildpunkt*.

Auf der Anode, zu der die Elektronen mit bis zu 10 kV beschleunigt werden, befindet sich das Phosphor, das bei Elektronenbeschuss Licht emittiert.

Das MFD-Display zeichnet sich durch einen hohen Kontrast und Farbreinheit aus, hat einen geringeren Stromverbrauch und kurze Schaltzeiten und bietet besondere produktionstechnische Vorteile.

MLA
microlens array

Ein Microlens Array ist eine Anordnung die in *LCD-Projektoren* für eine effizientere Lichtausbeute sorgt. Bei LCD-Projektoren wird ein Teil des Lichts, das durch die *LCD-Zelle* geht, durch die Transistorbahnen der LCD-Zellen absorbiert. Im Gegensatz dazu haben MLAs winzige Linsen auf der Seite der LCD-Zelle, die von der *Projektionslampe* angestrahlt wird.

Diese Linsen bündeln das Licht und leiten es zwischen den Transistorbahnen gezielt ohne Lichtverlust durch. Dadurch haben *Projektoren*, die mit *MLA-Technologie* arbeiten eine um etwa 20 % höhere Helligkeit.

MOEMS
*micro optical electro-
mechanical mirror system*

Die in Mikromechanik ausgeführte MOEMS-Technologie wird in *DMD-Chips* und in *DLP-Projektoren* verwendet. Es handelt sich dabei um steuerbare Mikrospiegel, die stark fokussierte Lichtstrahle durch eine Kippbewegung steuern.

Monitor
monitor

Ein Monitor ist ein visuelles Ausgabegerät bestehend aus einem *Bildschirm* mit den entsprechenden elektronischen Schaltungen, einem Netzgerät und dem Gehäuse. Für die Bedienung der Monitorfunktionen gibt es einige wenige Einstellungsregler. Die Größe der Monitore wird im Wesentlichen durch die Bildschirmgröße bestimmt. Die Angaben beziehen sich auf die *Bildschirmdiagonale* und erfolgen in Zoll, so gibt es für Büro- und Grafikanwendungen 14"-, 15"-, 17"-, 19"-, 20"-, 21"- und 23"- Monitore. Darüber hinaus gibt es anwendungsspezifische Groß- und Spezialformate. Die Bildschirmdiagonale sollte immer in einer vernünftigen Relation zu der Auflösung des Grafikdateiformats stehen. Unabhängig von der Bildschirmdiagonale lassen sich bei Monitoren unterschiedliche Auflösungen einstellen. Um ein flimmerfreies Arbeiten mit Monitoren zu gewährleisten, arbeiten diese mit *Bildwiederholfrquenzen* zwischen 60 Hz und 100 Hz, die in 5-Hz-Schritten geändert werden können.

Monochrom

Das Wort monochrom setzt sich zusammen aus dem griechischen Wort mono und dem lateinischen chroma - alleine und farbig - und bedeutet einfarbig. Es handelt sich dabei um einen Farbton oder um Unbunt, die in verschiedenen Kontrastwerten dargestellt wird. Diese Darstellungsform hatte zu Beginn des Computerzeitalters ihre Renaissance als die Bildschirmdarstellung noch über *MDA-* und *MGA-Adapter* erfolgte. Eine monochromatische Darstellung kann mit Hell-Dunkel-Darstellung, aber ebenso mit einer Vielzahl an Abstufungen arbeiten. 0 Die bekannteste Form der monochromatischen Darstellung ist die einfarbige Textdarstellung.

Nutek

Nutek ist ein Energiesparstandard für *Bildschirme*, vergleichbar DPMS von der *VESA*. Nutek ist nach einer schwedischen Vereinigung benannt und arbeitet mit

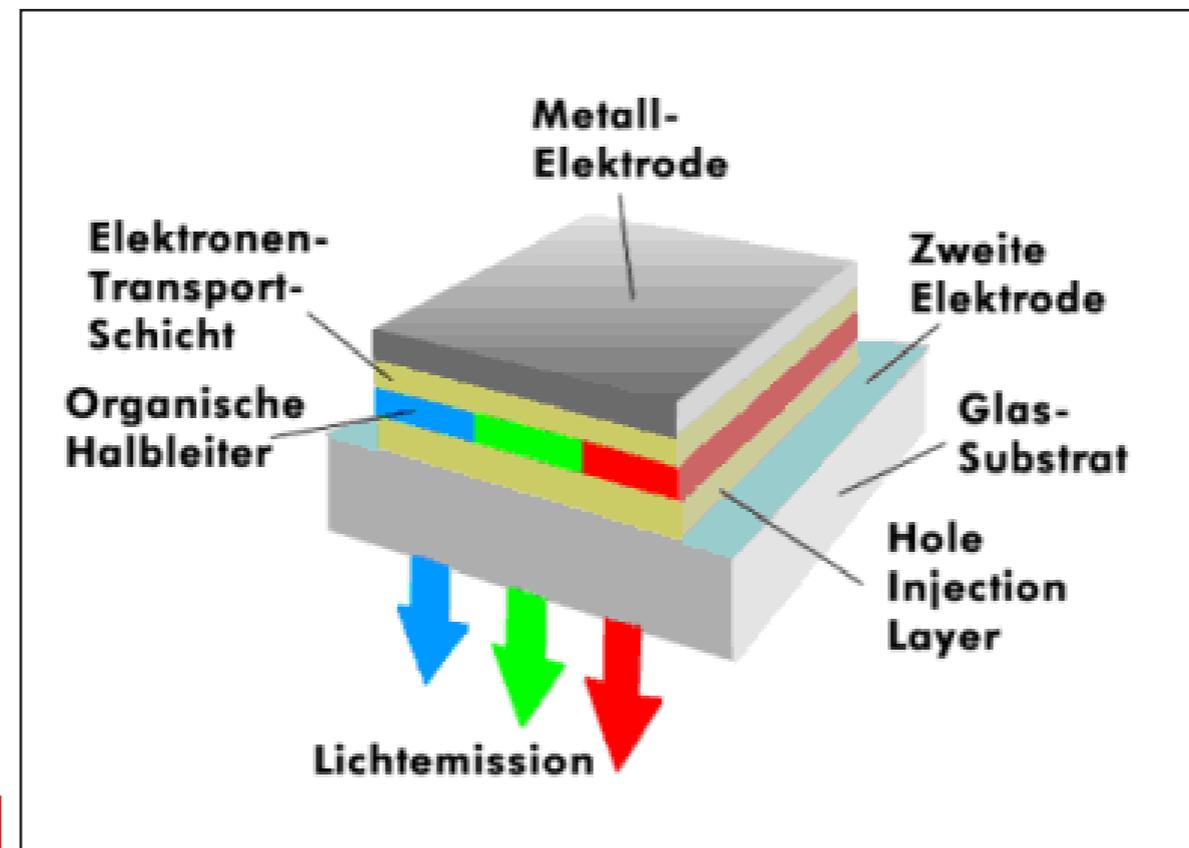
einem speziellen *Bildschirmschoner*. Die maximalen Verbrauchswerte sind vorgegeben ebenso wie die Ansprechzeit für die Energiesparschaltung und das Wiederansprechen bei der Aktivierung von Funktionen.
<http://www.nutek.se/>

OLED-Display
organic light emitting diode

Organic Light Emitting Diode (OLED) ist eine Weiterentwicklung der LED für die *Display*-Technik. Die aktiven, farbig leuchtenden OLEDs, entwickelt von Kodak, bestehen im Gegensatz zu LEDs aus organischen Halbleitern, die in einem elektrischen Feld Licht emittieren. Da die OLEDs selbstleuchtend sind, entfällt die bei CD-Displays sonst übliche Hintergrundbeleuchtung, was eine Energieersparnis mit sich bringt.

OLEDs bestehen aus biegsamen Material, das aus einer Kohlenstoffschicht besteht, die zwischen zwei Elektroden angeordnet ist. Diese Elektroden erzeugen das elektrische Feld für die Lichtemission.

OLEDs zeichnen sich durch eine hohe Lichtdichte und einen geringen Stromverbrauch aus. Sie sind biegsam, extrem flach, haben eine hohe Anzeigequalität, eine sehr kurze Reaktionszeit und bieten für die Betrachtung einen extremen Einblickwinkel von bis zu 160°. Sie können wie ein *LCD-Display* angesteuert werden. Dank ihrer Leuchtkraft, der Flexibilität und der geringen Leistungsaufnahme



Aufbau der OLED

eignen sich OLEDs ideal für das Display von Mobilgeräten wie Notebooks, PDAs, Handhelds, Handys, usw. oder für den Einsatz im Kfz.

Panel-Link Panel-Link ist ein von Silicon Image entwickeltes und von der VESA standardisiertes Signalübertragungsverfahren, das auf dem *TMDS-Protokoll* basiert und u.a. in *Digital-Schnittstellen* wie der DVI-Schnittstelle eingesetzt wird. Panel-Link dient dem Anschluss von *Display-Einheiten*, Sichtgeräten, Monitoren, *LCD-Displays*, *Plasma-Displays* und *LCD-Projektoren* an PCs, Notebooks, DVD-Laufwerke oder PDAs. Panel-Link ist eine einfache Schnittstelle für viele Grafik-Standards: von VGA über SVGA, XGA bis zu SXGA mit einer Auflösung von 1.280x1.024 Pixel. Die Schnittstelle besteht aus vier Doppelleitungen für die Signale der Primärfarben Rot (R), Grün (G) und Blau (B) sowie für das Taktsignal, das zur Synchronisation verwendet wird. Die Signale werden an der Schnittstelle digital mittels TDMS übertragen.

PDP
Plasma-Display
plasma display panel

Beim *Plasma-Display* wird dem Verfahren nach ein Edelgas in einer Gaszelle durch Anlegen einer Spannung ionisiert. Eine Gaszelle, in der sich auch das Phosphor befindet, bildet einen einzigen Pixel des Bildschirms und ist mit den Edelgasen Neon, Xenon oder Argon gefüllt. Die Ionisation kann über Spannungsimpulse ausgelöst und über die Steuerspannung aufrecht erhalten werden. Solange sie aufrechterhalten wird, erzeugt das Plasma in der Gaszelle eine Lichtstrahlung. Liegt der Spektralbereich der Lichtstrahlung innerhalb der Augenempfindlichkeit, dann ist er sichtbar. Liegt er außerhalb der Augenempfindlichkeit, so werden mit dem erzeugten nicht sichtbaren Licht die Phosphore zum Leuchten angeregt. Der stabile Plasma-Zustand kann durch einen entgegen gesetzten Spannungsstoß beendet werden. Die Strahlungshelligkeit ist von der Zünd-, Brenn- und Löschspannung abhängig. Die einzelnen Gaszellen sind in eine Glasplatte eingelassen, die aus transparenten Leiterbahnen besteht.

Der Vorteil der Plasmaschirme liegt in der hohen Lichtausbeute und dem großen

Betrachtungswinkel. Darüber hinaus zeichnen sie sich durch eine hohe Schaltgeschwindigkeit aus, was für Videodarstellungen interessant ist.

Pixeltakt Der Pixeltakt ist ein Maß für die Auflösung von Bildschirmen. Er ergibt sich aus dem Grafikdateiformat und der *Bildwiederholfrequenz* und kennzeichnet die Taktfrequenz für aufeinander folgende Bildpunkte.
Beim Pixeltakt ist die horizontale Austastlücke während des Zeilenrücklaufs zu berücksichtigen. So ergibt sich beispielsweise für SVGA mit einer Auflösung von 800x600 Pixel bei einer Bildwiederholfrequenz von 75 Hz und einem Sicherheitswert für die Austastlücke von 20 % ein Pixeltakt von $800 \times 600 \times 75 \times 1,2$, also 43,2 MHz; bei UXGA, dargestellt mit 85 Hz, liegt der Pixeltakt über 190 MHz.
Der Pixeltakt steht in direktem Zusammenhang mit der Video-Bandbreite. Diese entspricht dem halben Pixeltakt.

PLED Polymere Light Emitting Diode (PLED) sind wie *OLEDs* Neuentwicklungen von farbig leuchtenden Komponenten für *Displays*. Die polymere Technik unterscheidet sich gegenüber normalen LEDs und OLEDs durch den Aufbau. Die PLEDs benutzen undotierte Polymere, die zwischen zwei Elektroden angebracht sind.
polymere light emitting diode
Die Vorteile dieser Technik gegenüber LEDs sind der geringe Energieverbrauch, die extreme Flachheit und die Biagsamkeit des Displays sowie die hervorragenden Leuchteigenschaften.

Progressive Scan Der Progressive Scan beschreibt die kontinuierliche zeilenmäßige Abtastung eines Bildschirms von oben nach unten. Dieses Verfahren wird in Bildschirmen von Monitoren eingesetzt. Im Gegensatz zum Zeilensprungverfahren, das im Fernsehen eingesetzt wird, ist der Progressive Scan flimmerfreier.

Projektionslampe *Projektoren* erzeugen ihr projiziertes Bild mit einer Projektionslampe. Diese Lampen erzeugen neben Licht auch Wärme, die durch Lüfter abgeführt wird.
Projektionslampen entscheidend 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-Projektionslampen 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 Metaldampf Lampe, die wie viele andere mit Wolframelektroden und einem Edelgas arbeitet, das zur Zündung gebracht wird. Darüber hinaus gibt es weitere der bekannten Lampenhersteller Philips und Osram.

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

Projektor
projector

Projektoren sind Projektionsgeräte für die Großbildprojektion von Bildschirmhalten und Video. Einsatz finden *Beamer* in Besprechungs- und Schulungsräumen, in Kongresszentren, Flughäfen, Bahnhöfen, auf Messeständen und sogar in Kinos. Sie sind direkt anschließbar an PCs 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 projizieren kann.

Die Auflösung der projizierten Darstellung entspricht der Grafikauflösung von PCs und kann somit viele *VGA-Formate* einschließen: *VGA*, *SVGA*, *XGA*, *SXGA*, *WXGA*. Darüber hinaus auch die *CIF-Dateiformate* und die *Videodateiformate*.

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

QQVGA
quarter QVGA

Quarter QVGA ist das Darstellformat mit der geringsten *Bildschirmauflösung*. Die Auflösung beträgt nur 160 x 120 *Bildpunkte* und ist damit ein Viertel der Auflösung von QVGA und ein Sechzehntel von VGA. VGA hat 307.200 *Bildpunkte*, QQVGA dementsprechend nur 19.200.

QUXGA
quadruple UXGA

Das QUXGA-Format hat mit 3.200 x 2.400 *Bildpunkten* die höchste Auflösung. Das *Bildseitenverhältnis* der *Bildschirme* ist 4:3. Bei einer *Farbtiefe* von 24 Bit hat eine QUXGA-Darstellung eine Dateigröße von 23 MB. Für Breitbildschirme gibt es das entsprechende Wide-Format, *WQUXGA*.

QVGA
quarter VGA

Quarter VGA ist das Darstellformat hat mit einer *Bildschirmauflösung* von 320 x 240 ein Viertel der Auflösung von VGA. Die QVGA-Darstellung hat 76.800 *Bildpunkte*. Ebenso wie bei QQVGA und VGA ist das *Bildseitenverhältnis* 4:3.

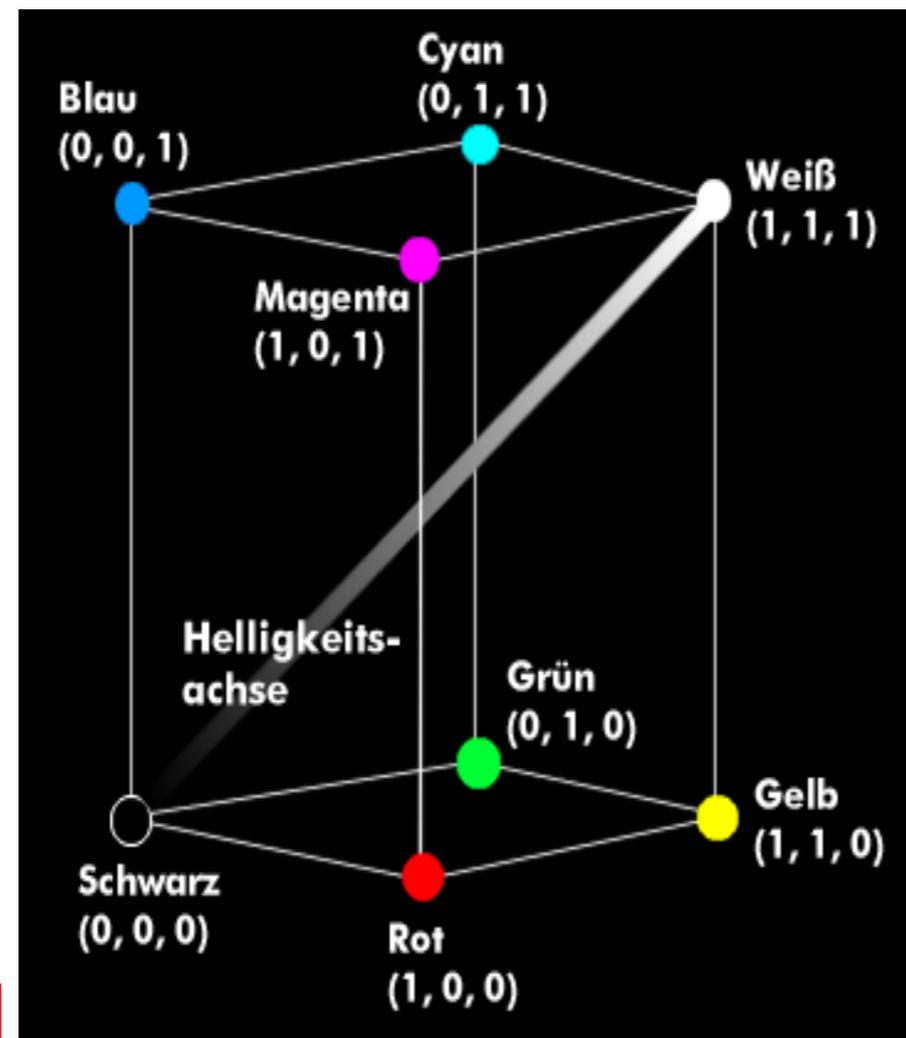
QXGA
quadruple XGA

QXGA entspricht *SUXGA* und hat eine Horizontalaufösung von 2.048 Pixeln und eine Vertikalaufösung von 1.536 Pixeln. Das *Bildseitenverhältnis* ist 4:3, die *Farbtiefe* beträgt 24 Bit. QXGA wird in Grafik- und CAD-Systemen eingesetzt, wo höchste Auflösung gefordert ist.

RGB-Farbmodell
red, green, blue

Das RGB-Farbmodell ist das Standardmodell für die Darstellung additiver Farbmischung auf Bildschirmen. Es ist auf das Absorptionsmaxima der Sehpigmente des menschlichen Auges ausgerichtet und wird für emittierende *Farb-Displays* benutzt.

Das RGB-Farbmodell basiert auf den drei Primärfarben Rot, Grün und Blau und bietet den umfangreichsten Farbraum, der mit drei Farben realisiert werden kann. Mit diesem Farbmodell können mehr Farben dargestellt werden als mit dem CMY-



Farbmodell; allerdings kann es nicht alle in der Natur vorkommende Farben abbilden.

Das RGB-Farbmodell kann als Würfel dargestellt werden, bei dem die Eckpunkte die gesättigten Primärfarben Rot, Grün und Blau, die gesättigten Sekundärfarben Cyan, Magenta und Gelb und die unbunten Farben Weiß und Schwarz repräsentieren. Die Kantenlängen des RGB-Farbmodells werden durch Vektoren der Länge "1" gebildet. So hat Weiß, bestehend aus den Farbvektoren von Rot, Grün und Blau, den Wert 1, 1, 1. Ordnet man den Vektoren der Primärfarben 8 Bit zu, dann kann jede Primärfarbe 256 Sättigungswerte annehmen. Das

bedeutet, dass man aus drei Primärfarben mit jeweils 256 Sättigungsgraden insgesamt 16,7 Millionen unterschiedliche Farben definieren kann.

Das RGB-Farbmodell ist Bestandteil von Grafikprogrammen und wird bei der Emission von Farben angewendet, wie sie bei der Anregung von Phosphoren in Monitoren, Fernsehbildschirmen und anderen emittierenden Displays vorkommen.

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.

Schlitzmaske

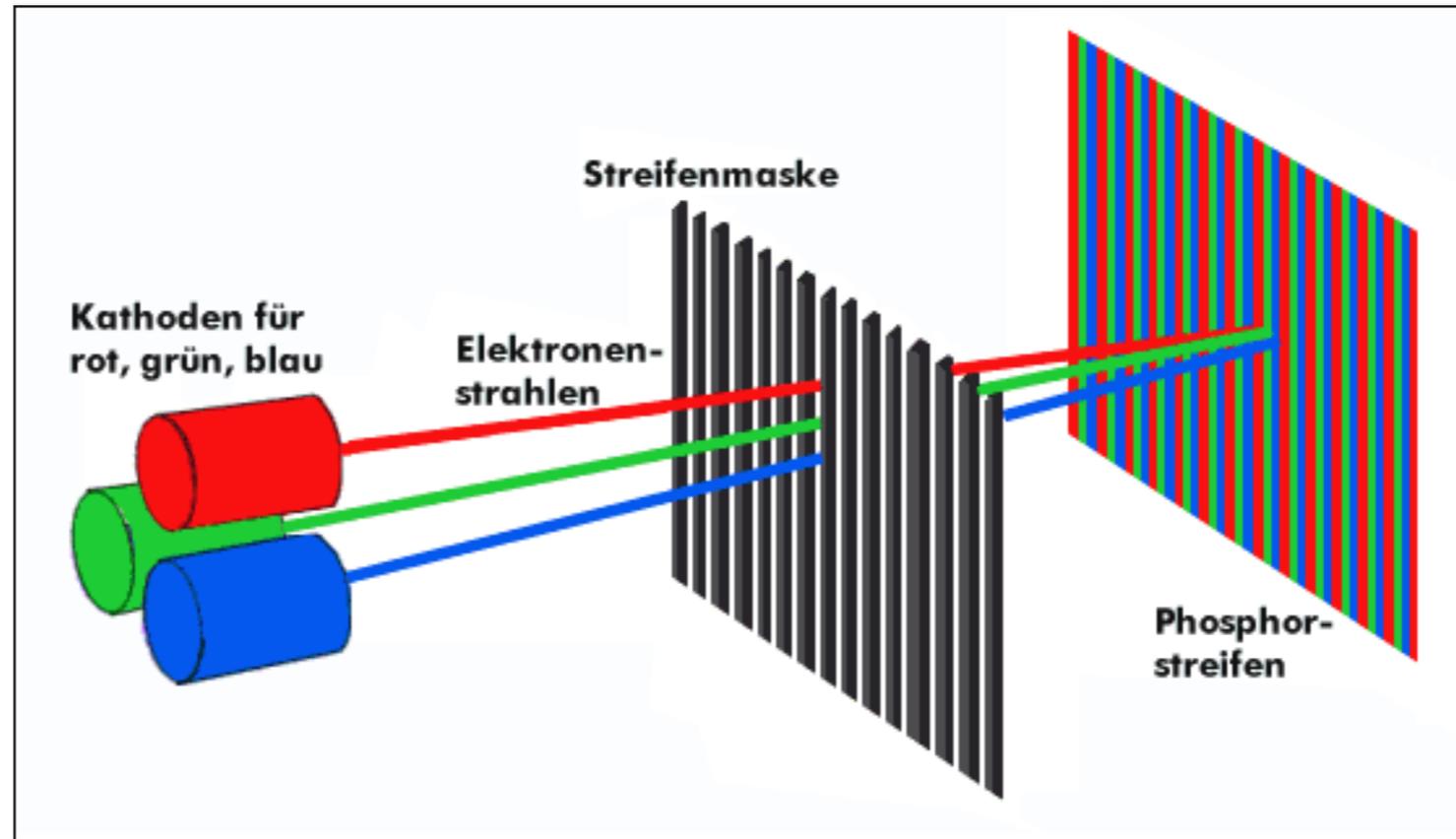
Die Schlitzmaskentechnik ist eine Variante der *Lochmaske*. Im Gegensatz zu dieser sind die Löcher in der Maske elliptisch oder schlitzförmig, ebenso wie die Phosphorpartikel für die drei Primärfarben *RGB*.

Dieses Verfahren hat bedingt durch die größeren Löcher eine höhere *Leuchtdichte* zur Folge.

STN
*super twisted
nematic*

Die Super Twist Nematic-Technik ist die Basistechnologie für monochromatische *DSTN-Displays* und für farbige *CSTN-Displays*. Bei dieser Technik haben die Flüssigkristalle einen Verdrillungswinkel von 180° bis 270° .

Streifenmaske



Streifenmaskenröhren sind eine Variante der Lochmaskenröhre, deren bekanntester Vertreter das Trinitron ist. Bei den Streifenmaskenröhren handelt es sich um *Kathodenstrahlröhren (CRT)* für *Farbdarstellungen* wie sie in Fernsehern, Monitoren und Bildschirmen eingesetzt werden.

Bei der Streifenmaske ist die Maske streifenförmig, in Form von schmalen vertikalen Metallstreifen. Ebenso besteht die Phosphorschicht aus streifenförmig angeordneten Phosphoren, die bei Erregung Rot, Grün und Blau leuchten. Die Elektronenstrahlen für die drei Primärfarben treffen, bedingt durch die streifenförmige Masken nur auf die Phosphore, die sie erregen sollen. Die dünnen Metallstreifen verhindern dass der Elektronenstrahl aus benachbarte Phosphorstreifen trifft und diese Farbverfälschungen hervorrufen könnten.

Die Streifenmaskentechnik hat gegenüber der *Lochmaske* den Vorteil, dass sie heller und schärfer ist.

SUXGA
super UXGA

Das SUXGA-Format entspricht mit einer Auflösung von 2.048 x 1.536 *Bildpunkten* dem *Quadruple XGA (QXGA)*. Das *Bildseitenverhältnis* beträgt 4:3.

SVGA-Format
*super video graphics
adapter*

SVGA ist ein gegenüber der *VGA*-Bildauflösung verbesserter Standard. SVGA hat eine Auflösung von 800 horizontalen und 600 vertikalen Pixeln bei einer *Farbtiefe* von 8 Bit, entsprechend 256 Farben. Darüber hinaus sieht das SVGA-Format eine höhere Auflösung mit 832 x 624 *Bildpunkten* vor, wobei die Bilder im Zeilensprungverfahren dargestellt werden.

SXGA
*super extended graphics
adapter*

Das Super Extended *VGA* hat eine *Bildschirmauflösung* von 1.280 vertikalen und 1.024 horizontalen Pixeln. Das *Bildseitenverhältnis* ist 5:4, die *Farbtiefe* 24 Bit. Als SXGA-Variante gibt es noch SXGA+ für *Bildschirme* mit einem Bildseitenverhältnis von 4:3 und einer Auflösung von 1.400 x 1.050.

TCO-Richtlinie
*Tjänstermännens Central
Organization*

Aus Schweden übernommene Richtlinien für die Ergonomie, den Energieverbrauch, die Emission und die Ökologie von Monitoren. Die TCO ist Richtlinie und Gütesiegel für die Zertifizierung von Monitoren und befasst sich mit den optischen, ergonomischen und ökologischen belangen der *Monitore*.

Es gibt mehrere wichtige TCO-Verordnungen:

TCO 92 gilt der Bewertung der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV), der Energieausnutzung und der elektrischen und brandschutztechnischen Sicherheit.

TCO 95 ist ein globales Umweltschutz-Zertifikat. Diese Richtlinie bezieht sich auf Monitore, Tastaturen und Computer. Sie baut auf TCO 92 auf, bezieht aber zusätzlich noch die Umweltverträglichkeit mit ein.

TCO 99 hat noch höhere ergonomische und ökologische Ansprüche für die Qualitäts-Zertifizierung. Die strenge TCO 99 hat die TCO 95-Richtlinien abgelöst und wird seit 1999 für die Zertifizierung von Monitoren, *TFT-* und *LCD*-Bildschirmen,



TCO-Zeichen für TCO 92, TCO 95, TCO 99 und TCO 03

Tastaturen und PCs angewendet. Dazu gehören auch die ergonomischen Eigenschaften der Monitore, die hinsichtlich Kontrast, Flimmerfreiheit, elektromagnetischer Beeinflussung usw. bewertet werden.

Die in 2002 verabschiedete TCO03 baut auf der TCO99 auf und hat gegenüber dieser erhöhte Anforderungen an Monitore und *Bildschirme*. An deren Höhenverstellbarkeit und Recyclebarkeit.

<http://www.tco.se>

Terminal *terminal*

Ein *Terminal* ist eine Datenendstation zur Datenein- und -ausgabe, die in der Regel aus einer Tastatur und einem *Bildschirm* besteht. In der einfachsten Ausführung, wenn ein Terminal keine eigene Intelligenz besitzt, wird es als nichtintelligentes Terminal oder Dumb Terminal bezeichnet. Diese Alphaterminals werden nur für die Kommunikation mit dem Zentralrechner, dem Host oder Mainframe, eingesetzt. Kennzeichen eines intelligenten Terminals ist das Vorhandensein eines Prozessors mit entsprechendem Speicherbereich, der je nach Anwendungsfall verschieden groß sein kann.

Zu diesen Datenendgeräten gehören die Personal Computer und Workstations, die mit einer Terminal-Emulation als Terminal eingesetzt werden.

VT100 von Digital Equipment, ein in den späten 1980ern gebautes Alphaterminal, ist für viele Computer zu einer Art Emulations-Standard geworden.

Alternativen zu Terminals, die verstärkt durch preisgünstige PCs und Workstations verdrängt werden, sind der Netzwerk-Computer (NC) und das Windows Based Terminal (WBT).

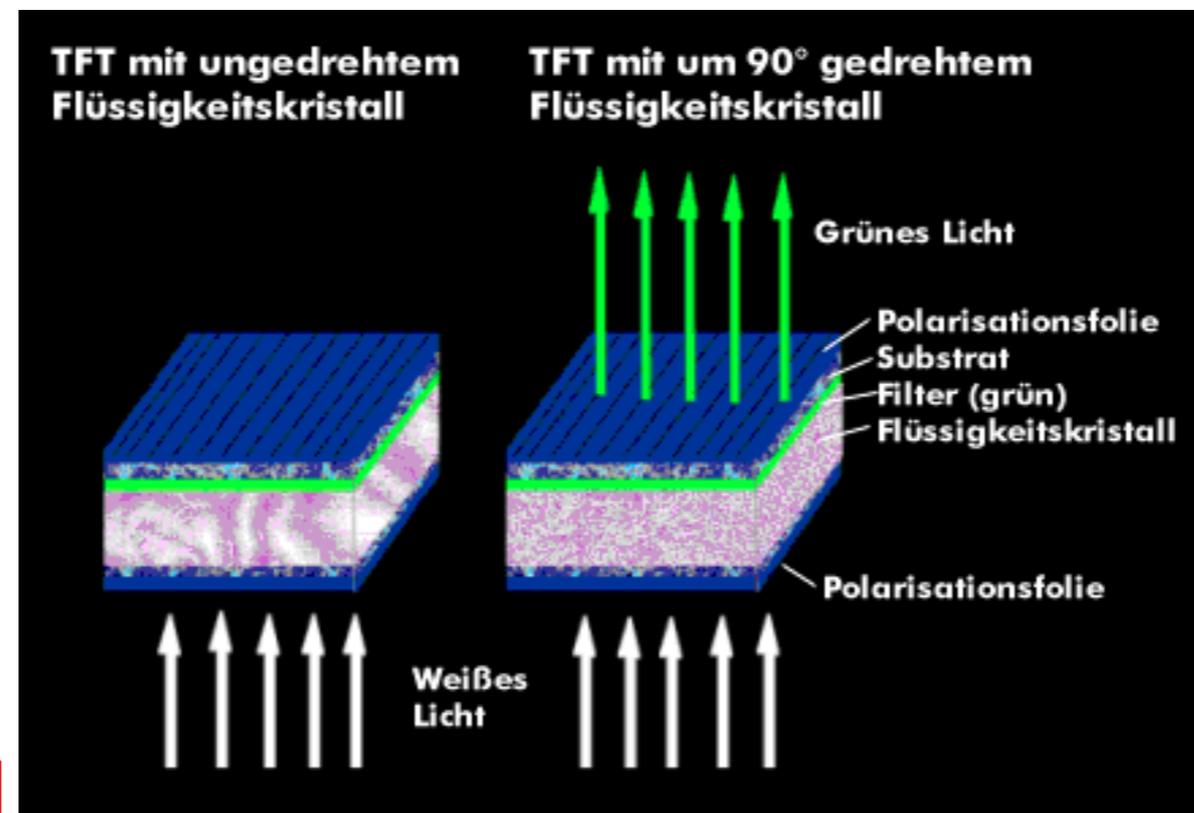
TFT-Display
thin film transistor

Die *TFT*-Technik ist eine Flachdisplay-Technik, die in *Flachbildschirmen* eingesetzt wird. TFT basiert auf einer Steuerung von Flüssigkristallen, die ihr Verhalten bei Anlegen eines elektrischen Feldes verändern. Die Steuerung der Flüssigkristalle erfolgt durch Dünnschicht-Transistoren, von denen auch die Namensgebung herrührt: Thinfilm Transistor.

Vom Aufbau her besteht eine TFT-Zelle, die nur 0,1 mm x 0,3 mm groß ist, aus zwei um 90° gegeneinander verdrehten Polarisationsfolien und einem Farbfilter. Die untere Polarisationsfolie wird von normalem Licht beleuchtet und lässt nur das Licht in der richtungsabhängigen Polarisationssebene passieren. Da die zweite, darüber liegende Polarisationsfolie um 90° gedreht ist, wird das Licht, das die erste Polarisationsfolie passiert hat, nicht von der zweiten Folie durchgelassen. Es ist nach Durchlaufen der ersten Folie nur noch in einer Ebene polarisiert ist. Erst wenn das Licht zwischen den beiden Polarisationsfolien eine 90°-Drehung erfährt, kann es die obere Folie passieren. Diese Drehung bekommt es durch Flüssigkeitskristalle, die sich zwischen den Folien befinden und schraubenförmig angeordnet sind.

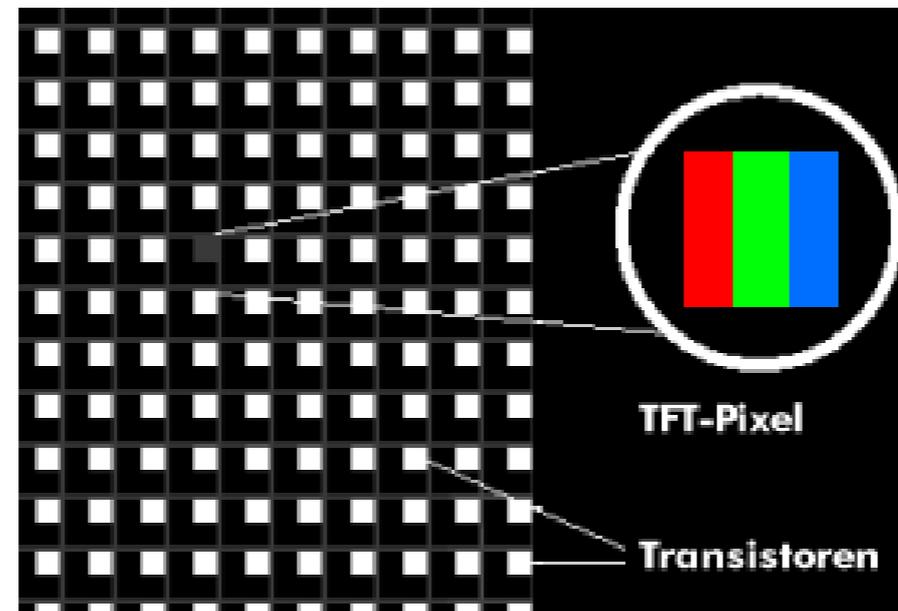
Die Steuerung der einzelnen Flüssigkeitskristalle übernehmen die Dünnschicht-Transistoren.

Das Farbfilter filtert aus dem polarisierten weißen Licht eine Primärfarbe aus. Das bedeutet, dass ein Farbpunkt aus drei TFT-Zellen besteht; je eine für rot, grün und blau. Bei der TFT-Technik handelt es sich um eine aktive Technik, die sich durch hohe Kontrastwerte von bis zu 600:1 auszeichnet.



Aufbau und
Prinzip des TFT

Aufbau eines
TFT-Pixel



Von einer aktiven Matrix spricht man dann, wenn alle *Bildpunkte* matrixmäßig, nämlich über Spalten und Reihen, angesteuert werden.

TFT-Bildschirme sind im Bildaufbau Monitoren mit *Kathodenstrahlröhren* (CRT) unterlegen, da sie eine Schaltzeit von etwa 30 ms benötigen, gegenüber 5 ms bei CRTs. Das ist die Dauer, die die Flüssigkristalle bis zur Ausrichtung benötigen. Allerdings haben sie mit bis

zu 300 *cd/qm* eine hohe *Leuchtdichte*. Der Einblickwinkel beträgt bis zu 140°, durch spezielle Techniken kann dieser Wert auf annähernd 180° gesteigert werden.

TMDS-Protokoll
*transition minimized
differential signalling*

TMDS ist das Protokoll mit dem die digitalen Signale der Primärfarben Rot (R), Grün (G) und Blau (B) und ein Taktsignal zwischen PCs und *Displays* übertragen werden. Die Taktfrequenz liegt bei der DFP-Schnittstelle bei 85 MHz, bei P&D bei 160 MHz und bei der DVI-Schnittstelle entspricht die Taktrate 330 MHz, was allerdings mit der Verdoppelung der Kanalzahl auf 2x3 zusammen hängt. Durch die beiden Links, die jeweils drei Kanäle haben, können *Bildschirmauflösungen* von QXGA dargestellt werden.

UXGA
*ultra extended
graphics adapter*

Das Ultra Extended VGA zeichnet sich durch eine *Bildschirmauflösung* von 1.600 x 1.200 Pixel aus, bei einem *Bildseitenverhältnis* von 4:3. UXGA-Bildschirme werden im CAD-Bereich, in Grafikanwendungen und im Fotobereich eingesetzt.

VDIF
*VESA display information
file*

Im Gegensatz zur *EDID-Datei* ist die VDIF-Datei eine Informationsdatei für *Monitore*, die alle relevanten Leistungsmerkmale und Kenndaten enthält. Die VDIF-Datei dient beim *DDC-Kanal* zur Identifizierung des Monitors durch die Grafikkarte und unterstützt das automatische Erkennen der angeschlossenen Bildschirme.

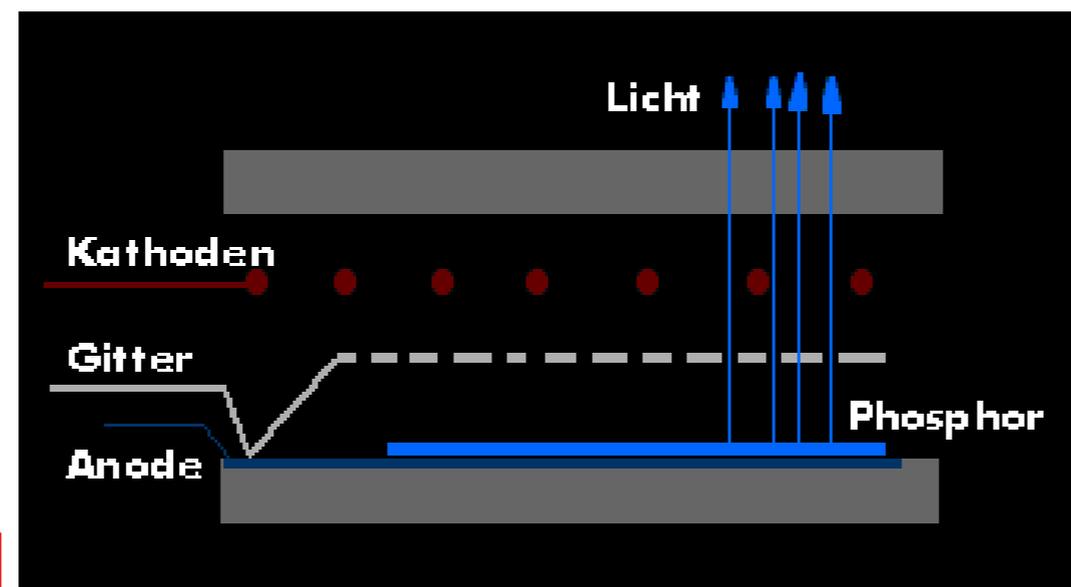
VESA
*video electronic standard
association*

VESA ist eine Organisation, die sich aus führenden Herstellern von Hard- und Software im Bereich der Grafikdarstellung zusammensetzt. Zu den über 300 Mitgliedern dieser Organisation gehören *Monitor*- und Grafikkartenhersteller, die sich um einheitliche Richtlinien und um die Kompatibilität von grafischen Computerkomponenten kümmern. Darüber hinaus hat die VESA den VLB-Bus sowie eigene *Grafikstandards* entwickelt, die in Grafikkarten implementiert wurden, so das *VESA-Format*, aus dem sich *SVGA* entwickelt hat, oder die Home Network Committee Specification, in der die Übertragungsstandards für Audio, Video und PC-basierte Anwendungen definiert werden, oder DPMS (*Display Power Management System*), mit dem der Stromverbrauch von Monitoren durch Umschalten auf den Sparmodus reduziert wird.

<http://www.vesa.org>

VFD-Display
*vacuum fluorescence
display*

Die VFD-Technik ist eine selbstemittierende Displaytechnik, die das Prinzip der *Kathodenstrahlröhre* (CRT) in jedem einzelnen *Bildpunkt* realisiert. Die Lichtemission erfolgt durch Elektronen, die in einer beheizten Kathode freigesetzt und in einer Kathoden-Gitter-Anoden-Konstruktion zur Anode hin beschleunigt werden. Auf der Anode befinden sich die Phosphore, die beim Auftreffen der Elektronen Licht emittieren. Das Gitter zwischen Kathode und Anode hat eine Spannung von ca. 50 V, die der Steuerung und Beschleunigung dienen. Die Anodenspannung beträgt 100 V.



Da die Phosphore auf der Seite liegen, die dem Betrachter zugewandt ist, ist die *Leuchtdichte* sehr hoch und erreicht Werte von 10.000 *cd/qm*. VFD-Displays haben neben der hohen Leuchtdichte einen großen *Betrachtungswinkel* und einen ausgezeichneten Kontrast.

Aufbau des VFD-Displays mit Kathode, Gitter und Anode

VGA-Format
video graphics adapter

VGA ist ein Darstellungsformat für grafische Bildschirmdarstellungen. Das ursprünglich von IBM eingeführte Format hat eine *Bildschirmauflösung* von 640 x 480 Pixel mit einer darstellbaren *Farbtiefe* von 4 Bit, was sechzehn gleichzeitig darstellbaren Farben entspricht, die aus einer Farbpalette von 262.144 Farben entnommen werden können. Bei eingeschränkter Auflösung kann VGA auch 256 Farben darstellen. Das *Bildseitenverhältnis* ist 4:3. Neben dem Farbmodus bietet VGA auch einen Monochrome-Modus mit einem Auflösungsvermögen bis zu 800 x 600 *Bildpunkten*.

VGA-Karten sind kompatibel zu den älteren Grafikkarten wie CGA, EGA und MDA. Die modernen Standards wie SVGA und XGA bauen auf VGA auf.

Als Schnittstelle benutzt VGA einen 15-poligen DB-Stecker, wobei rechnerseitig die Buchse Verwendung findet.

WQUXGA
wide QUXGA

Das WQUXGA-Format, auch als QWUXGA bezeichnet, ist ein Format für höchstauflösende *Bildschirme* mit einem *Bildseitenverhältnis* von 16:10. Die *Bildschirmauflösung* beträgt 3.840 x 2.400 *Bildpunkte*.

WSVGA
wide SVGA

Auch dieses Wide-Format ist für Breitbildschirme, die vom *Bildseitenverhältnis* von 4:3 abweichen. WSVGA gibt es in zwei *Bildschirmauflösungen* von 1.024 x 600 für Bildseitenverhältnisse von <16:9 und von 1.072 x 600 für Seitenverhältnisse >16:9.

WSXGA
wide SXGA

WSXGA ist die SXGA-Variante für Breitbildschirme mit einem *Bildseitenverhältnis* von 16:9 und <16:10. Die *Bildschirmauflösung* beträgt 1.600 x 900 (16:9) und 1.600 x 1.024 (<16:10) *Bildpunkte*.

WVGA
wide VGA

Alle Bildschirmauflösungen die vom *Bildseitenverhältnis* von 4:3 abweichen und für breitformatige *Bildschirme* geeignet sind, führen in der Bezeichnung den Buchstaben "W", so wie WVGA. Das WVGA-Format gibt es für unterschiedliche Bildseitenverhältnisse. Die Auflösungen betragen 720 x 400 (18:10), 800 x 480 (15:9), 848 x 480 (<16:9), 852 x 480 (>16:9) und 864 x 480 (18:5).

WXGA-Format
wide XGA

WXGA ist ein Darstellungsformat für Breitbildschirme, deren *Bildseitenverhältnis* nicht 4:3 ist. WXGA gibt es für *Bildschirme* mit einem Bildseitenverhältnis von 15:9, 16:10, <16:9 und >16:9. Die Auflösungen betragen 1.280 x 768 (15:9), 1.280 x 800 (16:10, 1.360 x 768 (<16:9) und 1.366 x 768 (>16:9) *Bildpunkte*. Das WXGA-Format wird vorwiegend von *Projektoren* unterstützt um Videodarstellungen und HDTV in diesem Format projizieren zu können.

XGA-Format
*extended graphics
adapter*

XGA ist ein gegenüber der VGA- und der SVGA-Bildauflösung verbesserter Standard. XGA, das kompatibel ist zu VGA, hat eine *Bildschirmauflösung* von 1.024 horizontalen und 768 vertikalen Pixeln bei einer *Farbtiefe* von 16 Bit. Darüber hinaus gibt es noch eine Bildschirmauflösung von 1.152 x 864, die ebenfalls für ein *Bildseitenverhältnis* von 4:3 ist sowie ein Format für Sun-Rechner und für Apple Macintosh.

XGA, wie VGA von IBM entwickelt, kennt verschiedene Modi: einen vollkompatiblen VGA-Modus, einen erweiterten VGA-Modus mit der angegebenen Auflösung und einen Textmodus mit 132 Spalten.

Für breitere *Bildschirme* gibt es das Wide-Format WXGA.