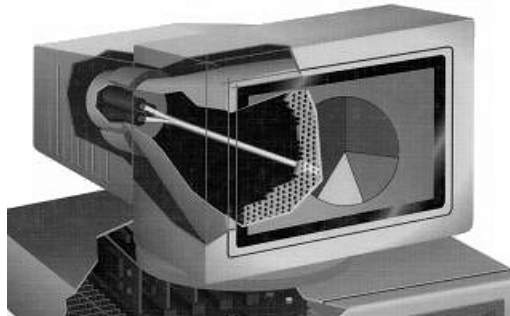


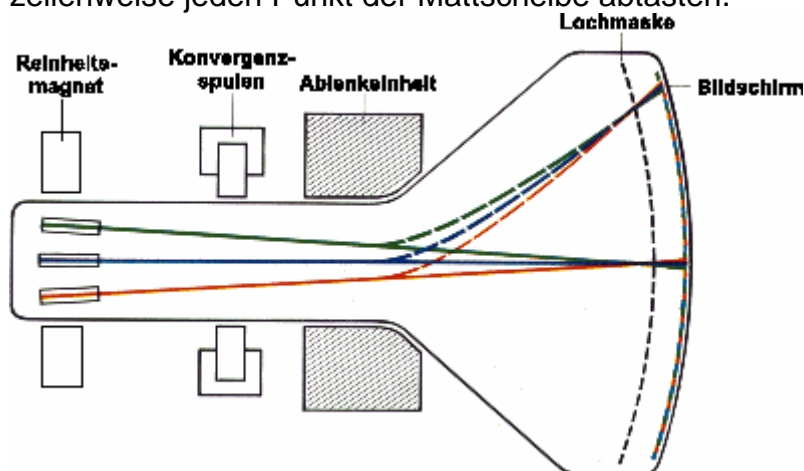
Kathodenstrahlmonitore (CRT – Cathode Ray Tube)



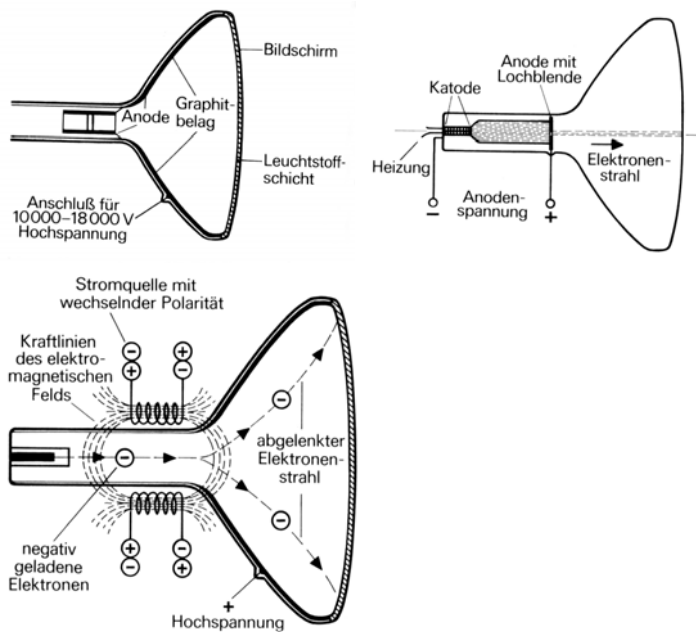
1. Aufbau und Funktion der Kathodenstrahlröhre



- Funktioniert im Allgemeinen wie ein Fernseher mit nur geringen Unterschieden.
- Bildröhre erhält Signale nicht von einem Tuner, sondern von der Grafikkarte.
- Monitore sind mit variablen Bildwiederholfrequenzen zu betreiben.
- Vertikalfrequenzen von ca. 60 – 150 Hz.
- Vertikalfrequenz wird meist durch Auflösung bestimmt.
- Schematisch betrachtet handelt es sich bei einer Bildröhre um einen nahezu luftleeren Glaskolben, dessen Oberfläche mehr oder weniger stark gewölbt ist, um dem enormen Außenluftdruck standhalten zu können.
- Der Elektronenstrahl wird im Hals der Bildröhre durch eine Anordnung von Elektroden erzeugt und fokussiert.
- Durch eine luftleere Röhre werden drei Elektronenstrahlen geschickt, die zeilenweise jeden Punkt der Mattscheibe abtasten.



- Damit die Elektronen den Weg bis zur Oberfläche der Röhre überwinden können, ist eine sehr hohe Beschleunigungsspannung notwendig, die bei größeren Monitoren bis zu 20.000 V betragen kann.

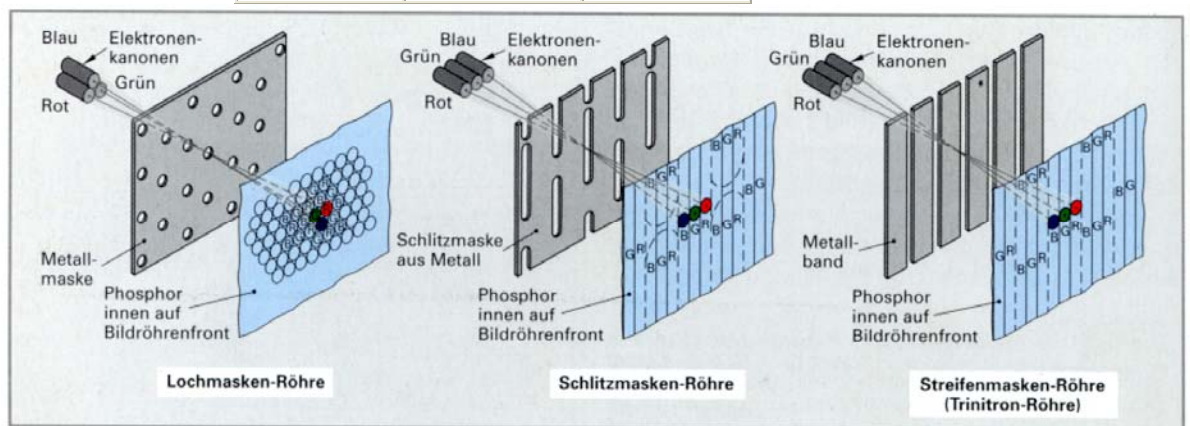
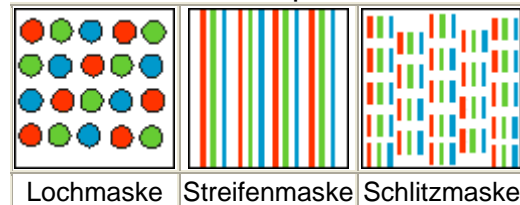


- Strahlen laufen von links nach rechts und von oben nach unten.
- Elektronenstrahlen werden durch magnetische Felder abgelenkt.
- Auf der Mattscheibe befinden sich phosphoreszierende Stoffe in den Farben Rot, Grün und Blau.
- Aus diesen drei Farben wird das Bild gemischt, jeweils drei Farbpunkte bilden einen Bildpunkt.
- Elektronenstrahl wird an und ausgeschaltet und je nach Zustand regt er die Stoffe auf der Mattscheibe unterschiedlich stark zum Leuchten an (Intensität)

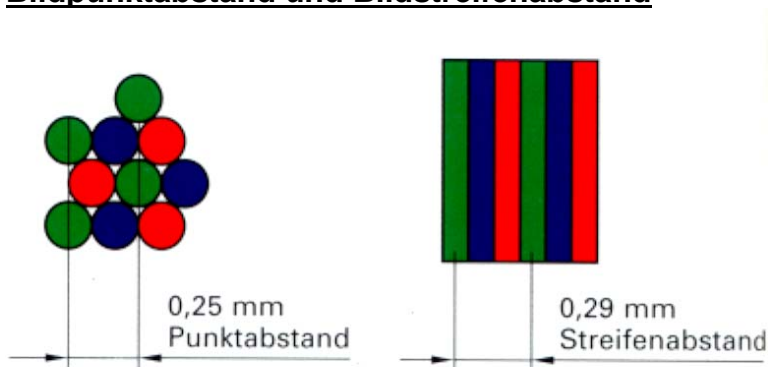
2. Arten von Bildröhren

2.1. Allgemeines – Übersicht

- Das Bild wird bei Farbmonitoren von drei Elektronenstrahlen aufgebaut.
- Da die einzelnen Elektronenstrahlen nicht jedes Mal ausgeschaltet werden können, wenn sie auf einen „andersfarbigen“ Teil des Farbtupels treffen, wurde eine Art Blendsystem entwickelt, das dafür sorgt, dass jeder Elektronenstrahl nur „seine“ Farbpunkte trifft.

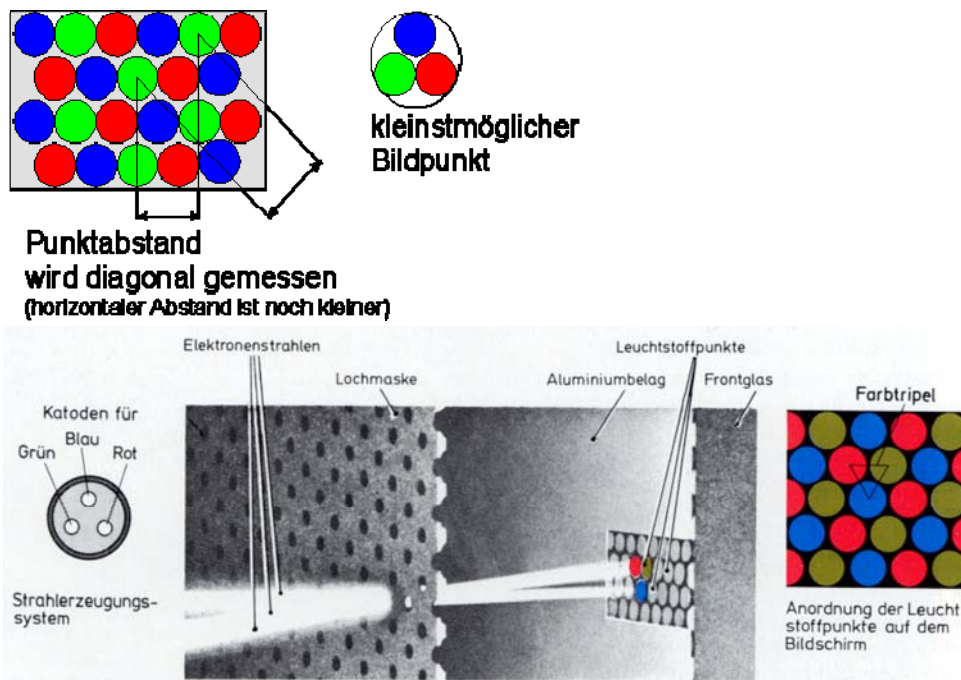


2.2. Bildpunkt- und Bildstreifenabstand



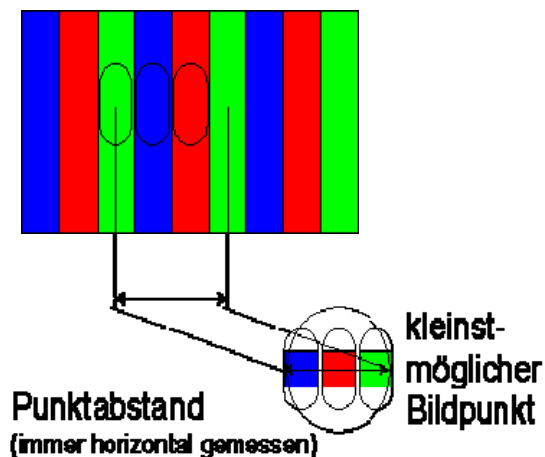
- Maßgeblich für die erreichbare Bildschirmauflösung ist der Abstand der Leuchtschichtpunkte bzw. der Leuchtstreifen.
- Je geringer dieser Abstand ist, je schärfer kann ein Bild dargestellt werden.
- Dabei liefert ein Lochabstand von z.B. 0,25 mm die gleiche Schärfe wie ein Streifenabstand von 0,29 mm.

2.3. Lochmaskenröhren – Delta-Röhre



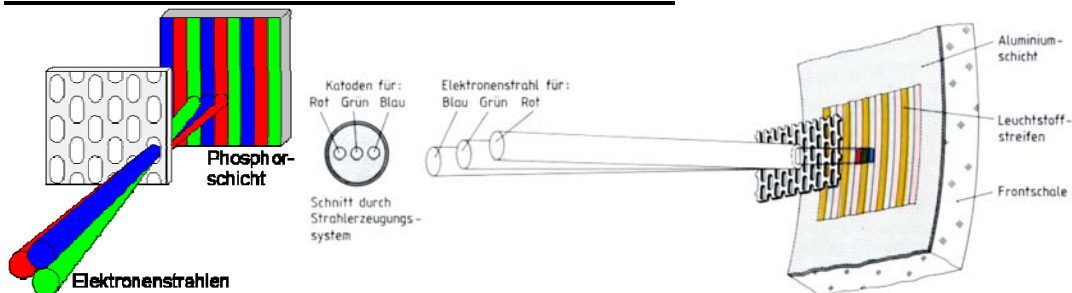
- Älteste Forme der Lochmaske.
- Wie der Name bereits andeutet, handelt es sich bei diesen Masken um dünne Metall- oder Keramikplatten, die mit einer Vielzahl von kleinen Löchern versehen sind und einen extrem niedrigen Wärmeausdehnungskoeffizienten haben.
- Durch diese wird der Elektronenstrahl immer auf den richtigen Dot gelenkt, sofern eine einwandfreie Montage erfolgt ist und keine hitzebedingte Verformung vorliegt.
- Da sich eine Bildschirmmaske im Betrieb aber durch die auftreffenden Elektronen zwangsläufig erwärmt, ist die Wahl des Materials insbesondere bei Lochmasken - weniger bei Streifenmasken - von großer Bedeutung.
- Der Punktabstand wird bei Lochmasken stets diagonal gemessen, und zwar zwischen zwei benachbarten Dots der gleichen Farbe.
- höhere Auflösungen erfordern ein feines Raster.

2.4. Steifenmaske – Triniton-Röhre



- Monitore mit den Typenzusatz "Trinitron" oder "Diamondtron" im Namen, sind mit einer Streifenmaske ausgestattet.
- Statt durch eine durchlöchernte Metallplatte werden die Elektronen bei dieser Maskentechnologie durch eine Vielzahl vertikaler gespannter Drähte - die von ein bis zwei waagrecht Stützdrähten stabilisiert werden - auf die Phosphorschicht geschossen.
- Diese setzt sich nicht aus unterschiedlich farbigen Dots oder Punkten zusammen, sondern besteht aus vertikalen Phosphorstreifen, die in den Grundfarben abwechselnd angeordnet sind.
- Der Vorteil dieser Technik ist, dass Kontrast und Helligkeit höher sind, da eine größere Leuchtfläche zur Verfügung steht (es wird weniger Licht von der Maske verschluckt).
- Probleme gibt es aber oft gerade bei der Darstellung von senkrechten Linien.
- Vorteilig wirkt sich aus, dass diese Röhre in vertikaler Richtung nicht gewölbt ist.
- Der Punktabstand wird im Gegensatz zur Lochmaske nicht diagonal, sondern horizontal gemessen.
- Streifenmasken sind relativ unempfindlich gegen die im Betrieb entstehende Wärme, da sie sich nicht verbiegen, sondern lediglich ihre Länge ändern.
- Dem entgegen steht allerdings eine größere Empfindlichkeit in bezug auf mechanische Belastung, wie sie unter Umständen bei Stößen gegen das Gehäuse auftreten.

2.5. Schlitzmaske – In-Line- /Chromaclear-Röhre



- Vorteile von Loch- und Streifenmaske wurden vereint.
- Hier werden die Streifen einfach verkürzt in ein Stahlblech gestanzt.
- Dies vermeidet die oft störenden Stützdrähte der Streifenmaske, bietet aber gleichzeitig genügend Raum für die Elektronen.
- Schlitzmasken sind bereits in der Fernsehtechnik etabliert;
- sie vereinen charakteristische Merkmale von Loch- und Streifenmasken. Unter dem Namen ChromaClear hat NEC eine Bildschirmmaske mit ovalen Öffnungen und einer Phosphorkonfiguration entwickelt, die in ähnlicher Weise auch bei Streifenmasken verwendet wird.
- Der Punktabstand wird ebenfalls horizontal gemessen.

3. Technische Parameter von Monitoren mit Kathodenstrahlröhre

Beim Kauf bzw. bei der Beurteilung von Monitoren sind wichtig:

- **Standard für Strahlungsarmut und Ergonomie**

- **Bildschirmgröße (Diagonale)**

Gängige Größen bei Kathodenstrahlröhren sind 15 bis 19 Zoll, um die *sichtbare* Größe zu ermitteln muss man aber immer ein Zoll abziehen. (Aus technischen Gründen wird der äußere Rand der Bildröhre nicht zur Anzeige von Daten genutzt - ein 17-Zöller ist schon 17 Zoll groß, man sieht aber nur 16.)

Generell kann man sagen: Je größer desto besser. 15 Zoll kann man eigentlich nur für "Schreibmaschinen" benutzen. Wer mit seinem Rechner intensive Grafikbearbeitung betreiben möchte, sollte zu einem 19-Zöller oder größerem greifen

- **Max. Auflösung**

Bildbreite = horizontale Auflösung x Punktabstand

z.B.: $1024 \times 0,31 = 31,7 \text{ cm}$

- **Dotpitch – Größe der Lochmaske**

Der Dotpitch-Wert gibt an, wie groß die diagonal gemessene Entfernung zweier Farbpunkte auf der Lochmaske ist, bzw. wie weit zwei Streifen einer Farbe auf der Streifenmaske auseinander liegen. Gute Monitore haben einen Dotpitch-Wert von 0,25 - 0,26 mm, Billigmodelle bringen es auf 0,28 mm. Einige Spitzenmodelle haben eine Lochmaske von 0,22 mm, alle darunter liegenden Werte sind durch Rechentricks der Hersteller zustande gekommen und somit in Wirklichkeit viel höher.

- **Horizontale Bildwiederholfrequenz**

Die horizontale Bildwiederholfrequenz gibt an, wie viele Zeilen der Monitor in einer Sekunde darstellen kann, d.h. wie oft der Elektronenstrahl von links nach rechts wandern kann und wird deshalb auch Zeilenfrequenz genannt. Durch den zeilenweisen Aufbau des Videobildes ist die Zeilenfrequenz ein entscheidender Faktor bei der Ermittlung der Bildwiederholfrequenz. Durch Anlegen einer Sägezahnspannung an die Horizontalablenkung wird der Elektronenstrahl beginnend in der linken oberen Ecke der Bildfläche mit konstanter Geschwindigkeit von links nach rechts über den Bildschirm geführt. Der Rücksprung am Zeilenende erfolgt abrupt, wobei der Strahl in der nächsttieferen Zeile positioniert wird. Beim Erreichen des rechten unteren Bildschirmrandes wird der Elektronenstrahl dunkelgetastet und wieder links oben positioniert. Dieser Vorgang (Strahlrücklaufzeit) kann bis acht Prozent der Gesamtlaufzeit des Elektronenstrahls ausmachen und muss deshalb bei der Berechnung der Vertikalfrequenz berücksichtigt werden. 70 kHz sind hier das absolute Minimum, 85 kHz sollten es sein und 95 kHz und alles darüber liegende sind aus ergonomischen Gründen besser.

Merke

Zeilenfrequenz = Zeilenanzahl x Bildwiederholfrequenz

Beispiel: Auflösung 1280 x 1024, Bildwiederholfrequenz 100

Zeilenfrequenz = $1024 \times 100 = 102,4 \text{ kHz}$

- **Vertikale Bildwiederholfrequenz**

Dieser Wert zeigt, wie viele Bilder pro Sekunde dargestellt werden können. Das hängt von der Horizontalen Bildwiederholfrequenz und der eingestellten Auflösung ab. Die vom Elektronenstrahl getroffenen Phosphor – Dots leuchten nur für den Bruchteil einer Sekunde. Ein stehendes Videobild kann deshalb nur durch eine ständige Wiederholung des Schreibvorgangs erzeugt werden. Daraus folgt, dass die Vertikalfrequenz aus der Horizontalfrequenz

unter Berücksichtigung der Strahlrücklaufzeit berechnet wird.

Da die Strahlrücklaufzeit mit acht Prozent recht großzügig berechnet ist, werden in der Praxis geringfügig höhere Refresh-Raten auftreten. Ein Monitor mit 70 kHz Horizontalfrequenz bringt pro Sekunde etwa 85 Bilder mit 768 Zeilen auf den Bildschirm, mit 85 kHz Horizontalfrequenz schafft er hingegen eine Vertikalfrequenz von 100 Hz. Um auf einem Monitor mit 70 kHz Horizontalfrequenz mit 100 Hz arbeiten zu können, muss man die Auflösung auf 800 (Spalten) x 600 (Zeilen) Bildpunkte reduzieren.

- **Pixeltakt - Videobandbreite**

Der Pixeltakt gibt die Anzahl der pro Sekunde geschriebenen Bildpunkte an. Er berechnet sich folglich aus der Auflösung und der Wiederholfrequenz des Videobildes. Er ist, vereinfacht gesagt, ein Maß für die Geschwindigkeit des Eingangssignals.

Bei einer Auflösung von 1024 x 768 Punkten und einer Refresh-Rate von 85 Hz muss der Monitor einen Pixeltakt von $1024 \times 768 \times 85 \text{ Hz} = 66,8 \text{ MHz}$ bewältigen.

Zwischen Videobandbreite und Pixeltakt besteht ein enger Zusammenhang. Die Videobandbreite gibt jedoch die Verarbeitungsgeschwindigkeit des Videoverstärkers im Monitor an. Die Videobandbreite sollte mindestens 70% des Pixeltaktes betragen, da sonst mit Einschränkungen der Bildqualität zu rechnen ist. Im optimalen Fall liegt jedoch der Pixeltakt innerhalb der Videobandbreite. Aus diesem Grund wird bei technischen Angaben oft der höhere Pixeltakt angegeben und fälschlicher Weise als Videobandbreite bezeichnet. Ist die Videobandbreite zu gering, wird das Bild in höheren Auflösungen bei hoher Bildwiederholfrequenz "matschig". Mit Videobandbreiten ab 120 MHz ist man auf der sicheren Seite.

Beispiel: Auflösung 1280 x 1024; Bildwiederholfrequenz 75 Hz

Bandbreite = Auflösung x Bildwiederholfrequenz

Bandbreite = $1280 \times 1024 \times 75 = 98,3 \text{ MHz}$

Bildwiederhol- Frequenz	Videobandbreite			
	60 Hz	75 Hz	85 Hz	100 Hz
Auflösung				
800 x 600	37 KHz	47 KHz	53 KHz	60 KHz
1024 x 768	49 KHz	60 KHz	69 KHz	85 KHz
1280 x 1024	64 KHz	80 KHz	91 KHz	ca.110 KHz
1600 x 1200	75 KHz	95 KHz	110 KHz	ca.130 KHz

4. Qualitätsmerkmale von Bildschirmen

Die beste 3D-Grafikkarte ist herausgeschmissenes Geld, wenn der Monitor die gelieferten Daten nicht adäquat weiterverarbeiten kann. Weiters muss der Bildschirm frei von störenden Reflexionen und Blendungen sein. Hierzu sind verschiedene Maßnahmen notwendig.

- **Entspiegelung**

Optimale Bildergebnisse können nur durch eine hochwertige Bildschirmoberfläche gewährleistet werden. Einfache Methoden zur Minderung von störenden Reflexen wie eine Silikatbeschichtung sowie eine einfache mechanische oder chemische Behandlung der Glasoberfläche (durch Aufrauen oder Ätzen) erfüllen zwar ihren Zweck, reduzieren aber die Bildschärfe und

den Kontrast.

Weiterhin nicht zu empfehlen sind:

- vor dem Bildschirm angebrachte Polarisationsfilter \Rightarrow führen zu Doppelbildern
- feine Gitter (Micromesh-Filter) \Rightarrow vermindern die Leuchtdichte.
- Bei optischen Entspiegelungen, wie sie auch bei Brillen und hochwertigen Optiken zum Einsatz kommen, werden verschiedene optische Schichten auf die Bildschirmoberfläche aufgedampft beziehungsweise aufgeklebt, die durch eine gezielte Phasenverschiebung $-\lambda - \frac{1}{4}$ -Entspiegelung - die auftretenden Reflexionsstrahlen auslöschen. Das Licht des dargestellten Monitorbildes kann hingegen diese Schichten ungebrochen durchdringen. Elektrisch leitfähige Beschichtungen halten zudem die elektrostatische Aufladung der Oberfläche gering und reduzieren elektrische Felder.
- **Oberfläche einer Bildröhre**

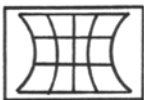
Die Oberfläche einer Bildröhre kann einem Ausschnittsegment einer Kugel oder auch eines Zylinders entsprechen; einen vollkommen geraden Bildschirm ohne Wölbung kann es aus physikalischen Gründen bei einer CRT nicht geben. Bildschirme mit Kugeloberfläche, also einer Wölbung in horizontaler wie auch vertikaler Richtung, weisen dabei eine stärkere Verzerrung bei der Darstellung von geometrischen Figuren auf als solche mit zylindrischer Oberfläche. Je geringer die Wölbung eines Monitors ist um so höher ist auch der konstruktive Aufwand - und somit auch sein Preis. Trinitron-Röhren sind in vertikaler Richtung nur unmerklich gewölbt und verursachen deshalb kaum störende Reflexionen durch Deckenbeleuchtungen.

5. **Darstellungsfehler und Korrekturmöglichkeiten**

Es gibt drei Gruppen von Darstellungsfehlern:

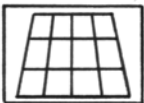
5.1. **Geometriefehler**

zu diesen Fehlern gehören:



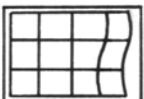
Kissenverzerrung

Bildränder sind seitlich eingedrückt und wölben sich nach außen
 \rightarrow Korrekturmöglichkeiten bei den meisten Monitoren



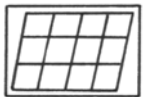
Trapezverzerrung

Bild ist zu einem Trapez verzerrt \rightarrow Korrekturmöglichkeit bei den meisten Monitoren



Asymmetrische Verzerrung

Ursachen: schlechter interner Abgleich, minderwertige Elektronik oder auch störende äußere Magnetfelder \rightarrow schwierig zu lokalisieren, Eliminierung oft nicht möglich.



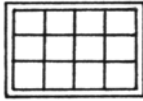
Parallelverzeichnung

tritt selten auf \rightarrow nur wenige Geräte haben Korrekturmöglichkeit



Neigung

Gesamtes Bild liegt schief in der Röhre, Ursachen: meist unsanfter Transport, bei größeren Monitoren kann das Erdmagnetfeld einen Einfluss haben \rightarrow fast alle Monitore bieten hierfür Korrekturmöglichkeit.

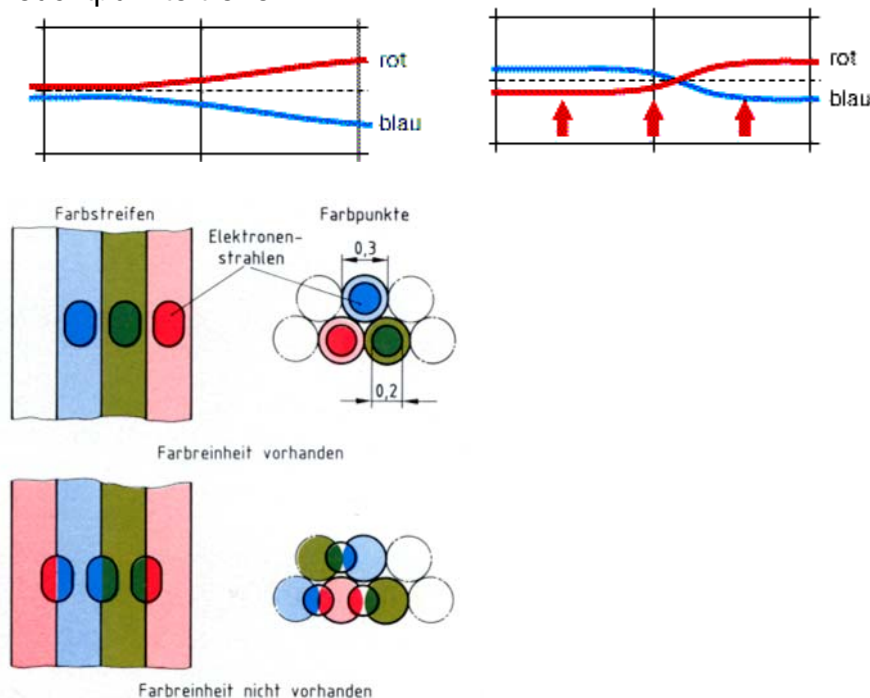


Linearität

Über die gesamte Bildfläche betrachtet dürfen keine Verzerrungen auftreten, dieser Fehler wird bei z.B. bei geometrischen Figuren deutlich

5.2. Farbfehler

Fehler in bei der Darstellung treten selbst bei Top-Monitoren auf, die - allerdings im Gegensatz zu Billiggeräten - auch über geeignete Korrekturmöglichkeiten verfügen. Geometriefehler sind zwar unschön anzusehen, beeinträchtigen die Darstellungsqualität aber nicht in gleichem Maße wie starke Konvergenzverschiebungen. Diese nennt man auch **Konvergenzfehler**. In diesem Fall bilden sich an Linien und Konturen farbige Ränder. Ursache hierfür ist, dass die Elektronenstrahlen das gleiche Loch in der Maske verfehlen und auf die falschen Leuchtpunkte treffen.



Solche Konvergenzfehler treten vermehrt vor allem in den Ecken auf. Eine farb-richtige Darstellung ist jedoch unerlässlich. Hierzu kann die Farbwiedergabe des Monitors manuell beeinflusst werden.

Regelmöglichkeiten für zwei Grundfarben sind dabei vollkommen ausreichend, da der dritte Farbanteil indirekt mitveränderlich ist.

Der rote Strahl im rechten Quadrat soll justiert werden. Die gesamten Strahlen sind in begrenztem Maße bewegbar, dadurch kann oft nur ein Kompromiss bzw. die beste Annäherung für die Konvergenz erzielt werden.

Bei höherwertigen, großflächigen Monitoren wird zur Verringerung des Farbkonvergenzfehlers z.T. die sogenannte digitale Konvergenz verwendet. Es handelt sich hierbei um eine computergestützte Kompensation.

Der Bildschirm wird in Felder aufgeteilt, und für jedes einzelne Feld kann separat die Konvergenz justiert werden. Hierdurch können die Konvergenzverzerrungen wesentlich verringert werden. Bereiche, in denen präzise Einstellungen durchgeführt werden, befinden sich in den Ecken und Randbereichen gelegt.

Die größeren Blöcke befinden sich im Zentrum, wo nur selten die Konvergenz

nachgeregelt werden muss. In den Randbereichen können nun genaue Einstellungen vorgenommen werden. Durch dieses Verfahren wird eine minimale Konvergenzungleichheit sowie eine verbesserte Bildwiedergabe erreicht.

Zu den sog. Farbfehlern gehört neben der Konvergenz auch die **Farbreinheit**. Hierbei soll eine einfarbige Fläche überall die gleiche Helligkeit, jedoch keinen Farbstich aufweisen. Diese Farbreinheit hängt im wesentlichen von der Qualität der Bildröhre und der Ablenkeinheiten ab, sie kann aber auch durch äußere Magnetfelder entstehen.

Durch äußere Magnetfelder werden außerdem Bildfehler wie Verdrehungen des Bildes hervorgerufen, diese sind jedoch schwieriger zu eliminieren. Hierzu kann man bei einigen Monitoren die Degauss-Funktion benutzen, um die Bildröhre zu entmagnetisieren. Außerdem kann man Abschirmhauben zur Entmagnetisierung verwenden, dies ist jedoch eine kostspielige Lösung.

5.3. Bildfehlern

Moiré-Effekt

Ursache des Effektes sind Interferenzen (Interferenz = Überlagerung von Wellen) zwischen der Maskenstruktur des Monitors und einem dargestellten Bild, d.h. es handelt sich um einen physikalischen Effekt, der durch Überlagerungserscheinungen zwischen dem angezeigten Bild und der Leuchtschicht in der Bildröhre entsteht. Diese wellenförmigen Störmuster erscheinen auf dem Bildschirm bei einer großen Bildschärfe oder einem hohen Videopegel und wird in der Regel durch eine Elektronik unterdrückt. Bei feinen Punktrastern sind diese Schlieren und Streifen fast nicht zu vermeiden.

Pumpeffekt

Entsteht bei schnellem Farbwechsel, kurzzeitig wird die Bildgröße und / oder die Helligkeit verändert. Ursache ist eine unzureichende Hochspannungsstabilisierung im Gerät.

Unschärfe

Wird verursacht durch mangelhafte Bündelung der Elektronenstrahlen oder durch zu hohe Strahlenintensität. Das dargestellte Bild darf keine Verzerrungen aufweisen, also keine störenden Veränderungen der Zeichengeometrie bei einer rechtwinkligen Anzeigefläche; auch nicht in den Eckbereichen des Bildschirms. Eine unverzerrte, gleichmäßig scharfe Darstellung ist in jedem Bereich des Bildschirms Voraussetzung. Hierzu wird die dynamische Fokussierungsregelung und dynamische Punktschärferegelung angewendet. Wenn der Elektronenstrahl die exakt gleiche Entfernung zur Bildschirmmitte und zu den Bildschirmecken zurücklegen würde, bestünde hierzu keine Notwendigkeit. Eine Bildröhre mit diesen Eigenschaften hätte jedoch einen Bildschirm, der wie ein Ball geformt wäre. Da die Bildschirmoberfläche jedoch möglichst flach sein soll hat dies zur Folge, dass der Strahl zu den Ecken eine größere Entfernung zurücklegt als zur Bildschirmmitte.

Ohne die dynamische Fokussierung wäre entweder die Bildschirmmitte scharf, und die Ecken unscharf, oder die Ecken wären fokussiert und die Bildschirmmitte würde unscharf wiedergegeben. Mit der dynamischen Fokussierung sind sowohl die Ecken als auch die Bildschirmmitte scharf. Ein Schaltkreis zur dynamischen Fokussierung stellt die Schärfe ein und sorgt so für die jeweiligen Schär-

feeeinstellungen.

Dieser Vorgang führt zu einer scharfen Bildwiedergabe im Zentrum und in den Ecken.

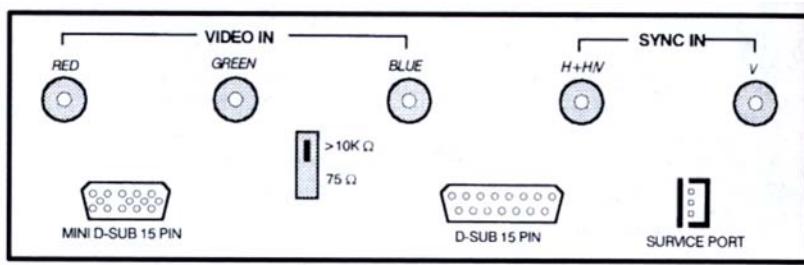
5.4. Wichtige Monitoreinstellungen

- Helligkeit und Kontrast
- Bildlage
- Bildgröße
- Bilddrehung
- Farbtemperatur; die einzelnen Farbanteile von Rot, Grün, Blau
- Linearität; Moire
- Trapez,- Kissen- und Parallelogrammform
- Stromsparfunktionen
- Entmagnetisierung
-

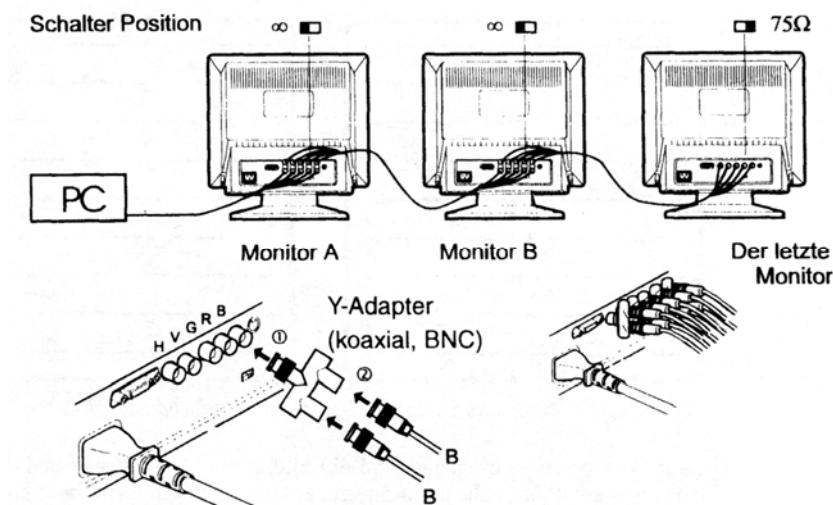
Bei neuen Bildschirmen können mit Hilfe des USB interne Monitorparameter bequem per Software eingestellt werden, wobei der Monitor zusätzlich als USB-Hub dienen kann.

6. Monitoranschlüsse

- D-Sub 15
- BNC für Video In und SYNC In



Mehrfachmonitor-Konfiguration z.B. für Präsentationen



7. Normen und Prüfzeichen für Monitore:

Im Bereich der Bildschirme existieren eine Vielzahl verschiedener Auszeichnungen, die das Betriebsverhalten des Bildschirms zeigen sollen. Diese Normen und Richtlinien beziehen sich auf den Bildschirmarbeitsplatz und den Monitor selbst und sollen einen sicheren und ergonomischen Betrieb gewährleisten sowie den Anwender vor gesundheitlichen Schäden schützen.

6.1. MPR-II

MPR ist die Abkürzung für *Swedish National Council for Metrology*. Diese schwedische Empfehlung gehörte zu den ersten weltweit anerkannten Quasi – Normen, die Grenzwerte für elektrische und magnetische Wechselfelder bei Monitoren festlegten. Die Schädlichkeit solcher Felder ist zwar bis heute nicht zweifelsfrei belegt, jedoch sollten Anwender, die mehrere Stunden täglich am Bildschirm verbringen, auf die Einhaltung diesbezüglicher Grenzwerte achten. Die MPR-II Richtlinie ist allerdings mittlerweile veraltet, da die zulässigen Strahlungsdosen zum Teil noch weit über denen neuerer Normen liegen. Die neueren Normen wie TCO 92, TCO 95 und TCO 99 bauen immer auf die vorangegangene Norm auf, d. h. die Grenzwerte werden im allgemeinen verschärft.

TCO und MPR II im Vergleich

	TCO '92 / TCO '95	MPR II
--	-------------------	--------

Elektrische Wechselfelder		
Frequenzbereich		
5 Hz – 2 kHz	$\leq 10 \text{ V/m}$	$\leq 25 \text{ V/m}$
2 kHz – 400 kHz	$\leq 1 \text{ V/m}$	$\leq 2,5 \text{ V/m}$
Magnetische Wechselfelder		
Frequenzbereich		
5 Hz – 2 kHz	$\leq 200 \text{ nT}$	$\leq 250 \text{ nT}$
2 kHz – 400 kHz	$\leq 25 \text{ nT}$	$\leq 25 \text{ nT}$
Statisches Feld		
(0 Hz)	$\leq \pm 500 \text{ V}$	$\leq \pm 500 \text{ V}$
V = Volt / T = Tesla		

6.2. TCO 92

Die TCO 92 Richtlinie baut auf MPR-II auf, die Grenzwerte bezüglich der Wechselfelder sind jedoch wesentlich herab gesetzt und werden zum Teil in geringerer Entfernung vom Monitor gemessen. Weiterhin werden in TCO 92 erstmals auch ökologische Aspekte berücksichtigt. Die zertifizierten Geräte müssen über ein Power-Management (Abschaltautomatik) verfügen und den europäischen Anforderungen in Bezug auf elektrische Sicherheit und Brandschutz entsprechen (EN 60950).

6.3. TCO 95



Die Grenzwerte für elektrische und magnetische Strahlung entsprechen den TCO 92 Richtlinien. Neu aufgenommen wurden Bestimmungen bezüglich der Verwendung schädlicher Substanzen (Flammhemmer im Kunststoff), sowie Ergonomieanforderungen. Weiterhin bezieht die TCO 95 zusätzlich auch den Rechner und die Tastatur ein.

6.4. TCO 99



Der TCO 99 Standard ist der aktuelle Nachfolger der erfolgreichen TCO 92 / 95 Normen. Eine Zertifizierung nach TCO 95 ist nur noch bis zum 31.12.99 möglich. Die TCO 99 nimmt neben CRT-Monitoren, Rechnern und Tastaturen auch Notebooks und LCD-Flachbildschirme in die Liste der zertifizierbaren Geräte auf. Für Mäuse gibt es weiterhin keine Prüfvorschriften. Die Standards der TCO 95 werden dem Stand der Technik und Arbeitsmedizin zum Vorteil von Anwendern und Umwelt weiter verschärft und ergänzt. Die TCO 99 schreibt auch die Testmethoden vor.

Wesentliche Neuerungen:

- Gleichmäßigere Leuchtdichte über den gesamten Bildschirm

- Verbesserter Leuchtdichtekontrast
- Kontrast bei Flachbildschirmen bei einem Blickwinkel von bis zu 30° abweichend von der Senkrechten
- Bildwiederholfrequenz von min. 85Hz bei der für die Bildschirmgröße typischen Auflösungen
- Helle Bildschirmgehäuse (min. 20% Reflektionsgrad)
- Energieverbrauchswerte im Stand-by Modus und abgeschalteten Zustand halbiert
- Recyclingfähigkeit der verwendeten Kunststoffe