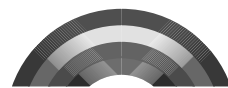


magnum

PC-Werkstatt

KLAUS DEMBOWSKI



Markt+Technik

**kompakt
komplett
kompetent**

3 Der Monitor

Der Monitor wird oftmals mit dem PC als Komplettsystem erworben, wobei ihm nicht immer die Aufmerksamkeit geschenkt wird, die er eigentlich verdient. Ähnlich wie bei einer Stereoanlage, die mit relativ schlechten Lautsprecherboxen ausgestattet ist, verhält es sich mit einem PC und seinem Ausgabemedium, dem Monitor. Die beste 3D-Grafikkarte ist herausgeworfenes Geld, wenn der Monitor die gelieferten Daten nicht adäquat weiterverarbeiten kann. Aktuelle Grafikkarten sind den meisten gebräuchlichen Monitoren technisch überlegen, und demnach gibt der Monitor und nicht die Grafikkarte die machbare Bildqualität vor.

Bereits bei der Anschaffung eines Monitors, ob als einzelnes Gerät oder im Verbund mit einem PC, sollte man daran denken, dass er sich längst nicht so schnell veraltet wie etwa eine CPU oder eine Festplatte. Die Empfehlung »Lieber eine CPU mit einer etwas langsameren Taktfrequenz als einen minderwertigen Monitor« sollte man durchaus beherzigen und daran denken, dass der Monitor nicht nur die Daten der eingebauten Grafikkarte problemlos bewältigen können sollte, sondern besser noch über eine Leistungsreserve verfügt. Verschiedene Daten eines Monitors beschreiben seine Qualität:

- die Bildschirmdiagonale (typisch: 14–21 Zoll)
- die Auflösung (typisch: 640 × 480 bis 1280 × 1024 Bildpunkte)
- die Größe der Lochmaske (typisch: 0,31–0,21 mm)
- die maximale Horizontalfrequenz (typisch: 31,5–130 kHz)
- die maximale Vertikalfrequenz (typisch: 60–120 Hz)
- die maximale Pixelrate (typisch: 25–160 MHz)
- der Standard für Strahlungsarmut und Ergonomie (MPR, TCO)

Was diese Werte, die nicht unabhängig voneinander sind, im Einzelnen bedeuten und welche Auswirkungen sie auf die Darstellungsqualität haben, wird in den folgenden Kapiteln näher erläutert.

3.1 Monitorgrundlagen

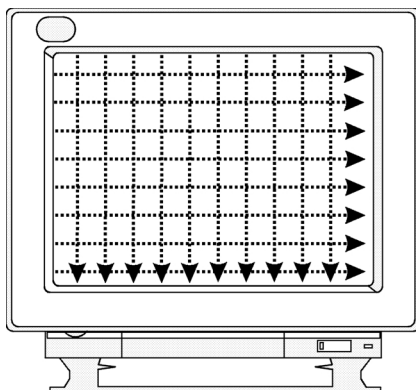
Das augenscheinlichste Merkmal eines Monitors, das im Wesentlichen auch für die Preisunterschiede der verschiedenen Modelle verantwortlich ist, ist die Größe des Bildschirms, dessen Bildschirmdiagonale in Zoll (") oder in cm (1 Zoll = 1 Inch = 2,54 cm) angegeben wird. Die kleinste übliche Monitorgröße ist 14", die größte liegt zurzeit bei 28". Dass sich diese Angaben immer auf die Bildschirmdiagonale beziehen, sollte man nie außer acht lassen. So hat beispielsweise ein 14"-Monitor eine Bildröhrenbreite von ca. 27 cm, was lediglich ca. 10" in der Breite entspricht.



TIPP

Die Angabe über die Monitorgröße bezieht sich stets auf die Diagonale, wobei die letztendlich zur Verfügung stehende Bildfläche bei den verschiedenen Herstellern durchaus unterschiedlich ist.

Ein relativ kleiner Monitor (14" oder 15") reicht für Standardanwendungen wie Textverarbeitung oder Tabellenkalkulation sicher aus. Für Windows und andere grafische Oberflächen stellt ein VGA-Monitor, der mit einer Auflösung von 640×480 (Spaltenanzahl $\times$ Zeilenanzahl) Bildpunkten (Pixel) und einer Bildwiederholfrequenz von mindestens 70 oder auch 75 Hz arbeitet, den unteren Standard dar.



Bildpunkte, Zeile (640-1280 Pixel)
Horizontal- oder Zeilen-
frequenz (31-100 kHz)

Bildpunkte, Spalte (480-1024 Pixel)
Vertikal- oder Bildwiederhol-
frequenz (60-85 Hz)

Bild 3.1: Die prinzipielle Anordnung der Zeilen und Spalten auf einem Monitor und die wichtigen Terminologie

Bei der Verwendung einer grafischen Oberfläche auf einem 14"-Monitor mit einer Auflösung von beispielsweise 1024×768 Bildpunkten sind die Bildinformationen, Schriften und Bedienelemente (Icons) der Programme aber einfach zu klein, um noch vernünftig arbeiten zu können. Gleichwohl sind derartige Kombinationen immer wieder in den Anzeigen der verschiedenen Computerfirmen zu finden, woran man unmittelbar erkennen kann, dass es sich hierbei um ein echtes Sparpaket handelt, bei dem der Monitor offensichtlich auf der Stecke bleibt. Ein 15-Zoll-Monitor sollte es heute mindestens sein.

Einen guten Kompromiss zwischen Preis und Größe stellt in vielen Fällen ein 17"-Monitor (ca. 32 cm Breite) dar, der auf der einen Seite nicht übermäßig teuer ist und auf der anderen auch für Applikationen, die über Standardanwendungen hinausgehen, gut geeignet ist. Jedem Anwender, der mehrere Stunden am Tag am PC verbringt, sei deshalb zu einem 17-Zoll-Monitor geraten.

Sind zahlreiche Detailinformationen zu verarbeiten, wie bei der Photobearbeitung, dem Desktop-Publishing oder CAD (Computer Aided Design), gilt für den Monitor die Faustregel: je größer, desto besser.

Bildröhre	maximale Auflösung (horizontal × vertikal)
14 Zoll	640 × 480 Bildpunkte
15 Zoll	800 × 600 Bildpunkte
17 Zoll	1024 × 768 Bildpunkte
19–20 Zoll	1280 × 1024 Bildpunkte
21 Zoll	1600 × 1280 Bildpunkte

Tabelle 3.1: Eine sinnvolle Auflösung orientiert sich immer an der Bildschirmgröße.

Der in der Tabelle dargestellte Zusammenhang lässt sich auch einfach ausrechnen, wenn man den Punktabstand der Bildröhre mit in Betracht zieht. Die im Monitor realisierte Lochmaske muss letztendlich so viele Löcher zur Verfügung stellen können, wie es die gewünschte Auflösung erfordert. Wenn man von einer eher groben Lochmaske mit Löchern von 0,31 mm ausgeht, ergibt sich die folgende Berechnung, für eine gewünschte Auflösung von 1024 × 768 Bildpunkten:

$$\text{Bildbreite} = \text{horizontale Auflösung} \times \text{Punktabstand} = 1024 \times 0,31 = 31,7 \text{ cm}$$

Der Monitor müsste demnach über eine Breite von ca. 32 cm verfügen, was mit einem 17-Zoll-Monitor (Bildschirmdiagonale!) zu erreichen wäre. Eine Auflösung von 1600 × 1280 Bildpunkten und einer üblichen Lochgröße von 25 mm führt hingegen zu einer Breite des Monitors von 40 cm, was erst von 21-Zoll-Monitoren erreicht wird.

Neben der Bildschirmgröße sind die Bildwiederholfrequenz und die Zeilenfrequenz die weiteren entscheidenden Größen eines Monitors, die seine mögliche Auflösung bestimmen. Die Bildwiederholfrequenz (vertikale Frequenz) gibt an, wie oft das Bild pro Sekunde aufgebaut wird. Sie sollte mindestens 75 Hz betragen, was üblicherweise nicht mehr als Bildflackern wahrgenommen wird. Es gibt jedoch auch Anwender, die erst ab 85 Hz, also einem 85-maligen Bildaufbau pro Sekunde, das Bild als angenehm empfinden und damit auch über längere Zeit ohne Kopfschmerzen arbeiten können.

Generell gilt, dass ein Bildflimmern bei größeren Monitoren eher wahrgenommen wird, als wenn die gleiche Frequenz bei einem kleineren verwendet wird. Falls die Bildwiederholfrequenz zu hoch (100 Hz) gewählt wird, kann sich dies durchaus nachteilig auswirken, denn das Bild kann unschärfer werden. Außerdem treibt man den Monitor und evtl. auch die Grafikkarte möglicherweise an ihre Leistungsgrenze, was die Lebensdauer negativ beeinflussen kann.



Bei 17- und 19-Zoll-Monitoren hat eine höhere Bildwiederholfrequenz als 75 Hz eher selten einen merklichen Einfluss auf die Qualität der Bildwiedergabe. Bei höheren Werten kann außerdem die Bildschärfe abnehmen, und der Monitor wird möglicherweise an seiner Leistungsgrenze betrieben.

Je höher die Bildwiederholfrequenz und die Auflösung sind, desto höher muss auch die Zeilenfrequenz sein. Die Zeilenfrequenz (horizontale Frequenz) ist das Maß für die Geschwindigkeit, mit der der Strahl eine Zeile durchläuft. Als Orientierung kann die folgende Formel dienen, die einen Anhaltswert für die minimal erforderliche Zeilenfrequenz bei verschiedenen Auflösungen und Bildwiederholfrequenzen ergibt:

$$\text{Zeilenfrequenz} = \text{Zeilenanzahl} \times \text{Bildwiederholfrequenz}$$

Für eine Auflösung von 1280×1024 mit einer Bildwiederholrate von 75 Hz ist demnach ein Monitor mit einer Zeilenfrequenz von mindestens 76,8 kHz (1024×75 Hz) nötig.

Diese beiden Frequenzgrößen sind also voneinander abhängig. Als konstanter Wert kann aber die Bandbreite eines Monitors angegeben werden, die sich wie folgt ergibt:

$$\text{Bandbreite} = \text{Auflösung} \times \text{Bildwiederholfrequenz}$$

Für das obige Beispiel gilt damit für die Bandbreite:

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

Dieses Produkt wird üblicherweise noch mit einem *Overhead* von mindestens 10% beaufschlagt, der die für den Zeilensprung nötige Zeit berücksichtigt.

Über welche Werte ein Monitor verfügen sollte, damit bei verschiedenen Auflösungen mit einer Bildwiederholfrequenz von 75 Hz gearbeitet werden kann, zeigt Tabelle 3.2.

Auflösung	Zeilenfrequenz	Bandbreite
640 × 480	38 kHz	20–25 MHz
800 × 600	48 kHz	25–30 MHz
1024 × 768	62 kHz	45–50 MHz
1280 × 1024	80 kHz	120–135 MHz
1600 × 1200	95 kHz	200–220 MHz

Tabelle 3.2: Die Monitordaten für verschiedene Auflösungen bei einer Bildwiederholfrequenz von 75 Hz.

Besonders interessant ist es, sich die erläuterten Daten bei PC-Komplettangeboten einmal genauer anzusehen, denn oftmals nimmt man es hier nicht sehr genau, was für den Kunden im Nachhinein sehr ärgerlich sein kann. Der Monitor entspricht oftmals nicht der Leistungsfähigkeit der mitgelieferten Grafikkarte bezüglich der Bildwiederholfrequenz bei einer bestimmten Auflösung. Auch erscheint der Monitor vielleicht schon von der Größe her nicht für die gewünschte Auflösung passend. Aus diesem Grunde sollte von vornherein genauestens überprüft werden, ob beispielsweise der preisgünstige 17-Zoll-Monitor auch bei einer Auflösung von 1024×768 Bildpunkten mit mindestens 75 Hz betrieben werden kann und diese Bildwiederholfrequenz nicht nur für niedrigere Auflösungen gültig ist.

Im Zusammenhang mit den Angaben zu einem Monitor trifft man neben den oben erläuterten Parametern des Öfteren auch auf die Begriffe *Pixeltakt* oder *Dot-Clock*. Dies ist ein Maß für die Bildpunkte-Taktfrequenz, die angibt, wie viele Millionen Bildpunkte pro Sekunde vom Monitor verarbeitet werden können. Sie berechnet sich wie folgt:

Pixeltakt = Zeilenfrequenz * horizontale Auflösung

Mit den Daten aus der Tabelle 3.2 ergibt sich für eine Auflösung von 1280×1024 Bildpunkten und der Zeilenfrequenz von 80 kHz ein Pixeltakt von $80 \text{ kHz} * 1280 = 102,4 \text{ MHz}$.

Der Wert für den Pixeltakt, der noch mit einem Wert für die Rückführung der Elektronenstrahlen beaufschlagt wird (ca. 25%), sollte sich immer innerhalb der Bandbreite des Monitors befinden, um eine gute Schärfe gewährleisten zu können.

Neben diesen theoretischen Werten, die leider nicht immer komplett in den Unterlagen zu einem Monitor angegeben sind und teilweise auch erst berechnet werden müssen, ist es jedoch am besten, wenn man sich den Monitor im Geschäft mit den gewünschten Betriebsdaten vorführen lässt. Ist die Wahl auf einen bestimmten Monitor gefallen, sollte auch dieser und nicht etwa der originalverpackte des gleichen Typs mitgenommen werden. Die Streuungen bei der Monitorfertigung sind nämlich ganz immens, und es kann keinesfalls davon ausgegangen werden, dass ein bestimmter Typ, der möglicherweise im Test einer Computerzeitung besonders gut abgeschnitten hat, in der Bildqualität auch dem erworbenen Exemplar entspricht.

Die Bildqualität des Monitors muss natürlich stimmen, und dazu gehört zunächst ein ruhiges Bild, das auch an den Rändern nicht zittern oder ausgebeult sein darf. Der Farbverlauf sollte außerdem gleichmäßig sein und nicht etwa am Rand leicht lila werden, was oft bei einer weiß dargestellten Oberfläche auf dem Monitor zu beobachten ist. Gute Dienste für die Überprüfung eines Monitors leisten spezielle Testprogramme, die auch Gittermuster erzeugen, um den korrekten Verlauf von Linien oder Kreisen zu visualisieren. Auf der mitgelieferten CD befinden sich einige von diesen Testprogrammen, die man am besten sogar mit dem zu erwerbenden Monitor ausprobieren sollte, was ein seriöser Händler Ihnen nicht verwehren sollte.

3.2 Monitoreinstellungen

Der Monitor sollte auch bedienerfreundlich sein und die immer notwendigen Feineinstellungen auf eine einfache Art und Weise ermöglichen. Alle neueren Typen arbeiten intern mit einem eigenen Mikroprozessor, der für eine digitale Bedienung des Monitors mithilfe von Tasten sorgt, um die vom Benutzer festlegbaren Parameter einstellen zu können. Die konfigurierten Daten im Monitor können selbst abgespeichert werden, wobei hier üblicherweise gleich mehrere Einstellungen für unterschiedliche Auflösungen möglich sind. Die gespeicherten Einstellungen können dann per Knopfdruck oder automatisch durch die Veränderung der Auflösung beim Programmwechsel aktiviert werden. Zu den vom Anwender veränderbaren Parametern gehören:

- Helligkeit und Kontrast: Individuelle Einstellung des Anwenders auf die als optimal empfundenen Werte
- Bildlage: Einstellung der Bildposition innerhalb der Monitoranzeige
- Bildgröße: Einstellung der maximalen Darstellungsfläche
- Bilddrehung: Verändern einer nicht korrekten Ablenkung, wodurch das gesamte Bild um einen bestimmten Winkel gedreht ist
- Einzelne Farbanteile: Individuelle Einstellung von Rot, Grün und Blau.
- Linearität: Rasterlinien, die im Prinzip mit gleichem Abstand angeordnet sind, können am Rand des Bildes auseinander laufen, sodass dargestellte Zeichen eine unterschiedliche Höhe aufweisen.
- Trapez-, Kissen- und Parallelogrammform: Kompensation von Darstellungsfehlern, die von Exemplarstreuungen und auch vom Erdmagnetfeld herrühren
- Stromsparfunktionen: Meist sind verschiedene Modi konfigurierbar, damit der Monitor bei zeitweiliger Nichtbenutzung des PCs seine Stromaufnahme reduziert.
- Entmagnetisierung: Im Laufe der Zeit kann sich die Farbdarstellung in unerwünschter Weise verändern, was durch äußere Magnetfelder hervorgerufen wird. Zur Korrektur gibt es eine entsprechende Taste (Degauss), die den Monitor auf Wunsch entmagnetisiert.

Je nach Monitortyp sind möglicherweise noch weitere Einstellungsmöglichkeiten vorhanden, wobei die aufgelisteten aber zu den wichtigsten gehören. Viele neuere Monitore bieten eine menügeführte Einstellungsmöglichkeit mithilfe eines On-Screen-Menüs, das nach Betätigung einer bestimmten Taste auf dem Monitor erscheint und woraufhin sich die entsprechenden Einstellungen vornehmen und abschließend im Monitor speichern lassen.

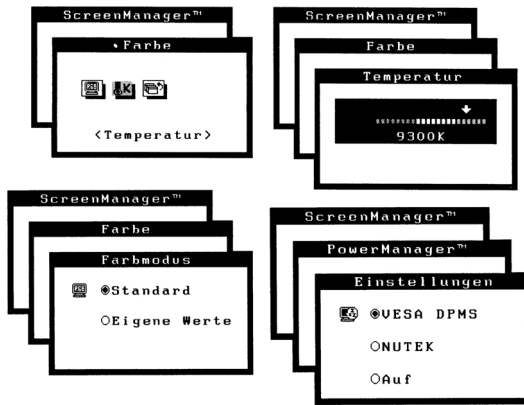


Bild 3.2: Bei vielen aktuellen Monitoren werden die Monitoreinstellungen per On-Screen-Menü vorgenommen, wie es hier bei einer Zusammenstellung einiger Menüpunkte eines Monitors der Firma Eizo gezeigt ist.

Dieser Komfort wird jedoch nicht von allen Monitoren geboten. Bei Monitoren, die zwar über digitale Einstellungsmöglichkeiten verfügen, jedoch nicht über ein On-Screen-Menü, sondern mit zahlreichen einzelnen Tasten für die einzelnen Funktionen arbeiten, sind die Einstellungen oftmals nicht ohne Handbuch zum Monitor vorzunehmen. Denn die Tastenbeschriftung ist nicht immer verständlich ausgeführt, was aufgrund des zur Verfügung stehenden Platzes allerdings auch nicht weiter verwunderlich ist.

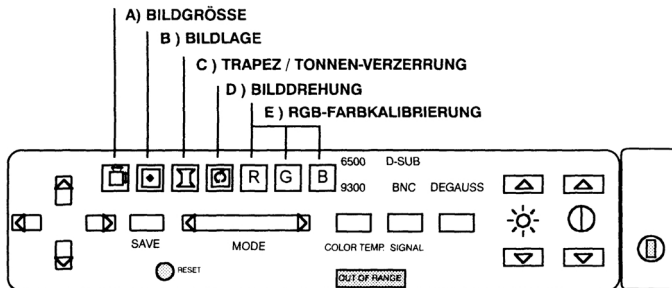


Bild 3.3: Bei diesem Monitor werden die Einstellungen mithilfe einzelner Tasten vorgenommen.

Neben diesen beiden digitalen Varianten gibt es auch noch diejenigen Typen, die keine digitale Einstellungsmöglichkeit mit den dazugehörigen Funktionen bieten, wie beispielsweise die Abspeicherung mehrerer »Bildschirme« und konfigurierbarer Stromsparfunktionen. Sie gehören gewissermaßen zur ersten Generation der PC-Monitore, werden jedoch auch heute noch meist sehr preiswert angeboten. Es lassen sich hier nur die wichtigsten Einstellungen wie Bildlage, Helligkeit und Kontrast per analog arbeitender Regler einstellen.

Die Bedienelemente

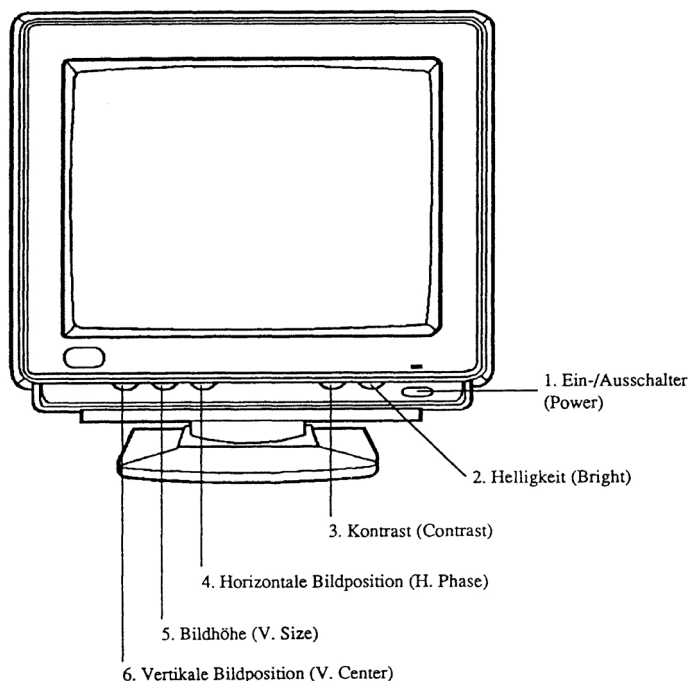


Bild 3.4: Die Bedienelemente eines Monitors, der per analog arbeitender Regler einzustellen ist

Bei diesen Monitortypen finden sich oftmals auf der Gehäuserückseite noch weitere Einstellungspotentiometer, zum Beispiel für die Festlegung der Synchronisationsfrequenzen. Dies entfällt bei allen neueren digitalen Typen, denn diese können das Bild innerhalb bestimmter Grenzen automatisch »ruhig stellen«. Sie passen sich also den von der Grafikkarte gelieferten Signalen automatisch an, was auch unter dem Begriff *Multi-sync-Monitor* bekannt ist. Allerdings gibt es auch selbstsynchronisierende Monitore, die trotzdem über analog arbeitende Regler einzustellen sind. Wer sich heute einen Monitor anschafft, – egal ob dieser analog oder digital einzustellen ist –, kann davon ausgehen, dass es sich um einen selbstsynchronisierenden Monitor handelt.

Mithilfe des Universal Serial Bus ist es bei aktuellen Modellen außerdem möglich, die internen Monitorparameter bequem per Software einzustellen, wobei ein derartiger Monitor meist auch als USB-Hub (Verteiler) dienen kann, da er über mehrere Ports wie für den Anschluss einer USB-Maus, einer USB-Tastatur, eines USB-Modems und vielleicht noch eines USB-Scanners verfügt.

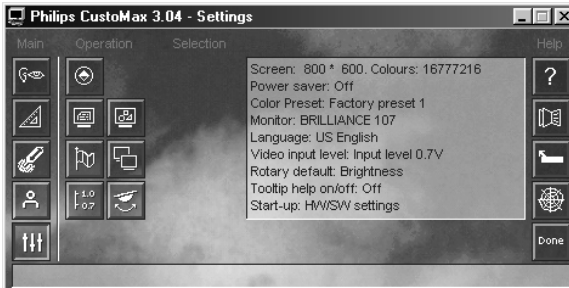


Bild 3.5: Die Monitorparameter lassen sich komfortabel mit einem speziellem Programm per USB-Verbindung zwischen PC und Monitor festlegen.

3.3 Festfrequenzmonitore am PC

Zu den älteren Typen werden *Festfrequenzmonitore* gerechnet, wenn sie nur mit einer bestimmten oder einigen wenigen Signalkombinationen zurechtkommen. Einige Grafikkarten, wie beispielsweise die der Firma ELSA, bieten ein spezielles Treiberprogramm für Windows, mit dessen Hilfe sich exakt die einzelnen Parameter für die Synchronisierung des Monitors vorgeben lassen und sich somit auch Festfrequenzmonitore, wie sie noch mit vielen Workstations verwendet werden, betreiben lassen. Diese Monitore, die üblicherweise ein Format vom 17–21 Zoll aufweisen, sind oftmals gebraucht zu Schleuderpreisen erhältlich und können an einem PC durchaus noch gute Dienste leisten, denn so preiswert wird man kaum einen großen PC-Monitor erstehen können.

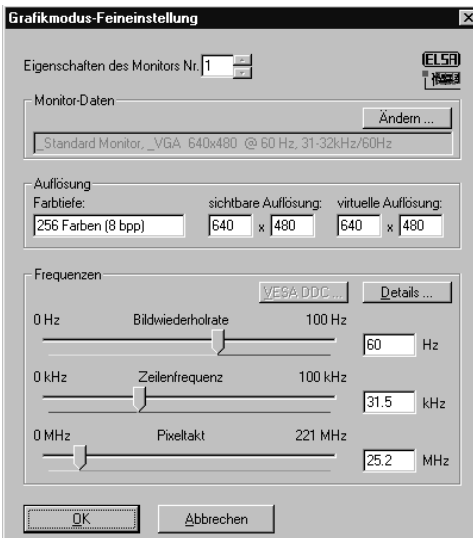


Bild 3.6: Zu den Grafikkarten der Firma ELSA gehört ein spezielles Konfigurationsprogramm, um die für einen bestimmten Monitor notwendigen Signalparameter genau festlegen zu können. Das folgende Bild zeigt die Details, die dieser Anzeige zugrunde liegen.

Ein derartiges Konfigurationsprogramm, das in ähnlicher Form auch von anderen Herstellern (z.B. Matrox) für die jeweils eigenen Grafikkarten zur Verfügung gestellt wird, ist jedoch nur bei ganz speziellen Monitoren anzuwenden. Dies ist bei Festfrequenzmonitoren möglich, die sich mit ihren Daten außerhalb der normalen Standardwerte (VESA, Windows) bewegen und ursprünglich nicht für die Verwendung an einem PC vorgesehen sind.

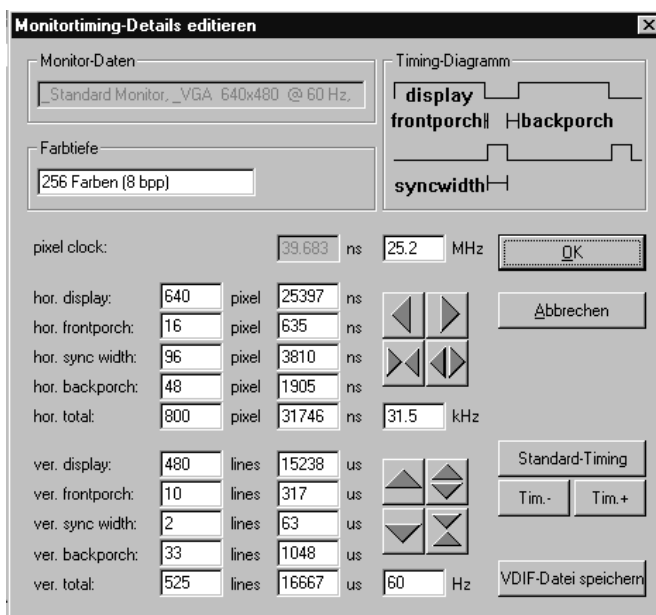


Bild 3.7: Die festzulegenden Daten des Monitors müssen bekannt sein, andernfalls kann man lange herumprobieren und dabei sogar den Monitor zerstören.

Generell ist bei der Festlegung der Monitordaten zu beachten, dass die angegebenen Werte den Monitor nicht überfordern, denn eine zu hohe Bildwiederholfrequenz kann beispielsweise den Monitor zerstören. Dies ist insbesondere mit einem Tool wie dem der Firma ELSA zu berücksichtigen.

Sind die Daten des (Festfrequenz-)Monitors nicht genau bekannt, kann man unter Umständen endlos herumprobieren, bis ein stehendes und zufrieden stellendes Bild erreicht wird, und der Monitor kann dabei durchaus auf der Strecke bleiben.

Für die Einstellung eines nicht PC-konformen Monitors werden neben einer Grafikkarte, für die auch ein entsprechendes Programm zur Festlegung der einzelnen Signalparameter geliefert wird, ein zweiter Monitor, ein Monitorumschalter und zwei zusätzliche Monitorkabel benötigt. Der zweite Monitor, der allerdings einem PC-Standardtyp entsprechen muss, und das Zubehör werden nur für die Einstellung des Festfrequenzmonitors benötigt und können nach erfolgreicher Konfiguration wieder entfernt werden.

Vielfach wird jedoch mit beiden Monitoren gearbeitet und entsprechend umgeschaltet, was beispielsweise bei CAD-Arbeitsplätzen praktiziert wird, bei denen der große Monitor bei der Zeichnungserstellung zum Einsatz kommt.

Für die Konfigurierung des Festfrequenzmonitors wird zunächst auf den Standardmonitor geschaltet und die neuen Daten für den Festfrequenzmonitor angegeben. Daraufhin erfolgt nach Betätigung eines entsprechenden Aktivierungsbuttons des Konfigurierungstools die programmtechnische Umschaltung auf die neuen Daten, wobei man das Signal der Grafikkarte per Monitorumschalter auf den Festfrequenzmonitor ändert. Dabei ist äußerste Vorsicht geboten, damit die neu festgelegten Signale nicht etwa auf den Standardmonitor gelangen, der diese möglicherweise nicht verkraftet und beschädigt werden kann.

Das Konfigurationsprogramm schaltet nach einigen Sekunden automatisch wieder in die alte Auflösung zurück, und erst nach einer Bestätigung werden die neuen Daten übernommen, die damit für Windows in Kraft treten. Je nach Grafikkartensoftware ist eine derartige Monitoreinstellung auch für DOS möglich (z.B. XREFRESH bei den ELSA-Grafikkarten). Dabei ist generell zu beachten, dass der Monitor nach dem Booten zunächst kein korrektes Bild zeigt, sondern erst dann, wenn die Monitoraten vom Betriebssystem gelesen werden, was unter DOS beispielsweise mithilfe eines speziellen Eintrags in der CONFIG.SYS realisiert wird. Aus diesem Grund macht es durchaus Sinn, mit zwei Monitoren zu arbeiten und entsprechend umzuschalten, je nachdem, welche Auflösung und welcher Monitor zum Einsatz kommen und immer erkennbar sein soll. Schließlich möchte man immer erkennen, was sich gerade auf dem Bildschirm abspielt.

An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass die Monitorumschaltboxen, die bereits ab 20 Euro erhältlich und meist mit einem Umschalter für Tastatur und Maus kombiniert ausgeführt sind, teilweise von eher minderer Qualität sind und der Monitor nach einem Umschalten plötzlich einen Grüntisch oder andere Bildveränderungen aufweisen kann. Derartige preiswerte Umschalter arbeiten rein mechanisch, und die Kontakte können die Signale in unerwünschter Art und Weise beeinflussen, was bei elektronisch arbeitenden Umschaltern eher selten vorkommt. Gleichwohl gilt auch für diese Geräte, dass mit Fehlern bei der Darstellung insbesondere dann zu rechnen ist, je höher die Auflösung und die Frequenzen sind.

3.4 Die Monitoranschlüsse

Der Monitor muss anschlusstechnisch gesehen natürlich zur verwendeten Grafikkarte passen. Standard ist ein 15-poliger Anschluss, wie er mit der VGA-Karte eingeführt wurde. Daneben besitzen einige Monitore auch BNC-Anschlüsse, meist zusätzlich zum 15-poligen DSub-Anschluss. Grafikkarten mit BNC-Anschlüssen sind im PC-Bereich mittlerweile eher selten zu finden und vorwiegend bei spezielleren High-End-Karten vorgesehen, wie sie beispielsweise für CAD verwendet werden.

Wenn ein Monitor, der lediglich BNC-Anschlüsse besitzt, mit einer üblichen Grafikkarte verbunden werden soll, wird ein entsprechendes Adapterkabel benötigt, das ab ca. 10 Euro im Fachhandel erhältlich ist.

Die einzelnen BNC-Leitungen führen die Signale Rot, Grün, Blau, horizontale und vertikale Synchronisation. Üblicherweise wird nur ein Synchronisierungssignal (meist horizontal) verwendet, was allerdings vom jeweiligen Monitor abhängig ist, der unter Umständen die Information für die vertikale Synchronisation aus einem Farbsignal (meist Rot) gewinnt.

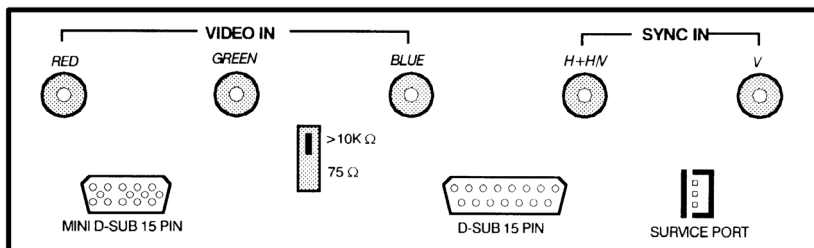


Bild 3.8: Dieser Monitor besitzt gleich drei verschiedene Anschlussmöglichkeiten: zwei unterschiedliche DSUB 15- und fünf einzelne BNC-Anschlüsse.

Entsprechende Verbindungskabel sollten zum Monitor gehören, was allerdings nicht immer der Fall ist und daher beim Kauf des Monitors beachtet werden sollte. Ein erfreulicher Nebeneffekt bei Monitoren, die sowohl einen DSUB- als auch BNC-Anschlüsse besitzen, ist der, dass sich zwei PCs einen Monitor teilen können. Falls der betreffende Monitor diese Funktion unterstützt, befindet sich meist an der Frontplatte, manchmal auch versteckt auf der Monitorrückseite, eine Taste oder ein Schalter, der zwischen dem DSUB- und den BNC-Anschlüssen als Eingangssignal umschalten kann. Der eine Monitor ist daher über DSUB, der andere über BNC, eventuell mit Adapterkabel, zu verbinden.

Eine häufige Anwendung einer derartigen Konfiguration ist der Betrieb des Monitors gleichzeitig an einem Server und einer PC-Arbeitsstation, wodurch man einen zweiten Monitor einspart, denn der Server muss üblicherweise nicht ständig beobachtet werden, sondern er wird nur dann benötigt, wenn hier Einstellungsarbeiten vorzunehmen sind.



ACHTUNG

Die Anschlüsse für die digitale Ansteuerung von Monitoren werden in Kapitel 4 bei den Ausführungen zu den Grafikkarten im Abschnitt *Digitale Interfaces* erläutert.

3.5 Mehrfachmonitor-Konfiguration

Für Präsentationen ist es gängige Praxis, ein Computerbild gleichzeitig auf mehreren Monitoren darzustellen. Dabei kommen die BNC-Anschlüsse und zusätzliche Y-BNC-Adapter zum Einsatz. Die Signale des PCs werden auf den ersten Monitor (A) der Signalkette über 4 oder

5 Y-Adapter (5, wenn beide Synchronisationssignale benötigt werden, H und V) geführt. Das freie Ende des Adapters wird an den zweiten Monitor (B) geführt, von dort an den dritten usw. Üblicherweise schafft eine Grafikkarte die Ansteuerung von vier Monitoren, wobei die Kabelverbindung eine Gesamtlänge von 8 m dabei nicht überschreiten sollte.

Falls ein Monitor für eine Mehrfachmonitor-Konfiguration geeignet ist, besitzt er einen Schalter zur Festlegung des internen Signalabschlusswiderstandes (Impedanzschalter). Alle Monitore bis auf den letzten der Signalkette werden auf die Position unendlicher Widerstand (∞) geschaltet und der letzte auf 75 Ohm. Das Prinzip ist das gleiche wie bei einem Bussystem, etwa SCSI, bei dem jeweils das erste und das letzte Gerät der Signalkette zu terminieren, also mit Abschlusswiderständen zu versehen ist. Hier ist die Grafikkarte das erste Gerät. Der Monitor, der sich am Ende der Signalkette befindet, ist das letzte Gerät und daher entsprechend zu terminieren.

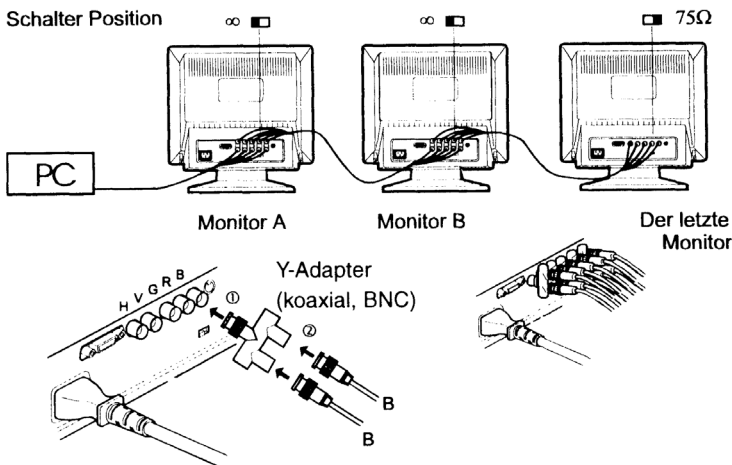


Bild 3.9: Mehrere Monitore können mithilfe von Y-Adapttern zu einem Gesamtsystem, das häufig für Präsentationen zum Einsatz kommt, zusammengeschlossen werden.

3.6 So funktioniert ein Monitor

Monitore arbeiten wie Fernseher mit einer Kathodenstrahlröhre – auch braunsche Röhre genannt –, deren Oberfläche als Bildschirm sichtbar ist. LCD-Monitore arbeiten demgegenüber völlig anders, was im Kapitel *LCD-Monitore* erläutert ist, sodass es hier allein, um die üblicheren Monitore mit einer Röhre geht. Bei diesen Typen wird ein Elektronenstrahl erzeugt, der auf eine speziell beschichtete Glaswand, die Bildröhreninnenseite, trifft und dabei einen leuchtenden Punkt erzeugt. Dieser Strahl wird nun von einem Magnetfeld, das von zwei Spulen erzeugt wird, abgelenkt und somit zeilenweise über die Bildröhrenoberfläche geführt.

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. Ein Monitor ist daher im Inneren ein gefährliches Gerät, daher sollte man niemals an seinem Innenleben irgendwelche Reparaturarbeiten vornehmen, wenn man sich nicht ganz genau damit auskennt.

Die Geschwindigkeit, mit der der Strahl eine Zeile durchläuft, wird als *Horizontalfrequenz* bezeichnet. Die vertikale Ablenkfrequenz ist die Bildwiederholfrequenz, wie es bereits im vorherigen Kapitel erläutert wurde.

Der Startpunkt des Elektronenstrahls befindet sich immer in der linken oberen Ecke der Bildröhre. Man unterscheidet zwei Betriebsarten zum Aufbau des Bildes. Im *Non-Interlaced-Modus* wird Zeile für Zeile geschrieben, und nach dem Durchlauf der letzten Zeile, wenn ein Bildschirminhalt »vollgeschrieben« ist, wird der Strahl dunkel getastet und wieder an den Startpunkt gesetzt.

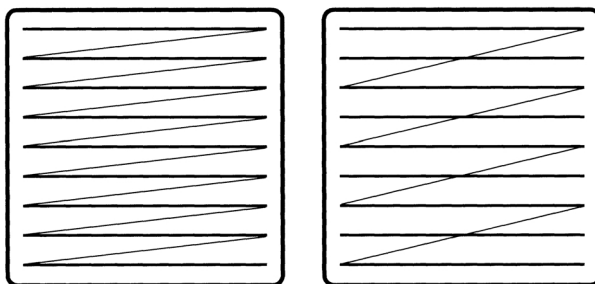


Bild 3.10: Der Bildaufbau in der Non-Interlaced- und der Interlaced-Betriebsart

Im *Interlaced-Modus* hingegen wird ein Bild zweimal aufgebaut, und das menschliche Auge setzt das Bild dann zu einem Ganzen zusammen. Im ersten Durchlauf werden die erste Zeile, dann die dritte Zeile, die fünfte Zeile usw. geschrieben, danach erfolgt der Strahlrücklauf zur zweiten Zeile, anschließend wird die vierte Zeile geschrieben usw.

Der Grund für die Verwendung dieser Betriebsart liegt in den geringeren Kosten für den Video-Verstärker, der entsprechend der Horizontal- und Vertikalfrequenz arbeitet, begründet. Wird der Monitor in kleineren Auflösungen betrieben, wird daher im Non-Interlaced-Modus gearbeitet. Bei höheren Auflösungen hingegen, wo auch höhere Frequenzen benötigt werden, kommt der Interlaced-Modus zum Einsatz. Der Interlaced-Modus bietet also eine höhere Auflösung, aber eine geringere Bildwiederholfrequenz, wodurch das Bild merklich flimmern kann. Der Anwender hat auf die jeweilige Betriebsart keinen Einfluss, sondern sie wird vom Monitor, entsprechend der gewünschten Auflösung, automatisch aktiviert. Die Herstellerangaben zu den Monitoren sollten genau auf die verschiedenen möglichen Modi hin durchgesehen werden, damit für die beabsichtigte Auflösung auch mit einem Non-Interlaced-Modus gearbeitet werden kann.

Die Art der inneren Bildröhrenbeschichtung ist ebenfalls für das Zustandekommen eines flimmerfreien Bildes verantwortlich. Es werden hier verschiedene Materialien verwendet, um die Nachleuchtdauer der Leuchtschicht zu optimieren. Bei den älteren, meist grünen oder orange-farbenen (amber) Monitoren, die mit relativ geringen Bildwiederholraten (35–50 Hz) arbeiten, leuchtet die Schicht lange nach, um das Flimmern möglichst gering zu halten. Der Nachteil ist dabei, dass bei schnellen Bewegungen, zum Beispiel beim Bewegen einer Maus, die Konturen verschwimmen und die Maus eine Spur auf dem Schirm hinterlässt. Diese Monitore neigen daher auch extrem zum gefürchteten »Einbrennen«: Der Bildschirminhalt brennt sich auf Dauer bei relativ hoch eingestellter Intensität in die Schicht ein, wodurch der Monitor eigentlich nicht mehr zu gebrauchen ist, denn das eingebrannte Bild bleibt als negative Darstellung immer vorhanden.

Es sind jedoch nicht alle neueren Monitore in dem Maße durch das Einbrennen gefährdet, wie es die (Software-)Industrie oftmals heraufbeschwört. Wird mit einer normalen Kontrast- und Helligkeitseinstellung gearbeitet, kann man davon ausgehen, dass dem Monitor nichts passiert.

Ein Farbmonitor arbeitet im Prinzip nicht anders als ein Schwarzweiß-Monitor oder ein 2-Farb-Monitor. Der wesentliche Unterschied ist der, dass für jede Grundfarbe (Rot, Grün und Blau) ein einzelner Elektronenstrahl (Farbkanone) verwendet wird und die Leuchtschicht nicht aus einem einzigen, sondern nunmehr ebenfalls aus drei Leuchtstoffen (Rot, Grün, Blau) besteht. Alle anderen Farben werden durch die Mischung (additive Mischung) dieser drei Grundfarben erzeugt.

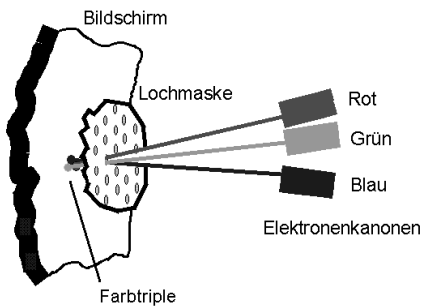


Bild 3.11: Das Prinzip der Farberzeugung mit den drei Elektronenstrahlen und einer Lochmaske

Die einzelnen Punkte der Leuchtschicht bilden ein so genanntes *Farbtriple* oder *Farbtriple*. Damit der entsprechende Strahl auch auf den dazugehörigen Punkt des Triplets trifft und nicht auf die daneben liegenden Punkte, sind die Elektronenstrahlen zum einen in einem bestimmten Winkel zueinander angeordnet. Zum anderen befindet sich vor der Leuchtschicht eine Lochmaske aus Metall, die für die optische Abschirmung gegenüber den benachbarten Triplets sorgt. Diese Maske kann nach verschiedenen Prinzipien aufgebaut sein, die im folgenden Kapitel erläutert werden.

3.7 Maskentypen

Die erwähnten Farbtriplets und die Maske können auf verschiedene Art und Weise aufgebaut sein, was prinzipiell einen entscheidenden Einfluss auf die Bildqualität eines Monitors haben kann. Den jeweiligen Typ kann man durchaus mit dem bloßen Auge erkennen, wenn man seine Nase (fast) auf den Bildschirm drückt. Um es aber gleich vorwegzunehmen: Jeder Typ ist mit gewissen Vor- und Nachteilen behaftet. Wichtiger als das Maskenprinzip erscheint hingegen ein optimaler Abgleich des Monitors, was in der Praxis einen deutlicheren Einfluss auf die optimale Bildqualität hat. Ist der Monitor optimal eingestellt – auch vom Werk her, was leider nicht immer der Fall ist – ist es vielfach nur eine Geschmacksfrage, welchem Typ der Vorzug zu geben ist.

3.7.1 Delta-Röhre

Den traditionellen Typ stellt die Delta-Röhre mit einer Lochmaske dar, bei der die drei Punkte ein gleichschenkliges Dreieck bilden, woher auch der Name rührt, denn diese Anordnung ähnelt dem griechischen Buchstaben Delta (Δ). Gegenüber den anderen Maskentypen ist hier die Bildschärfe meist etwas schlechter, da zwischen den Punkten zwangsläufig etwas Freiraum bleibt, der dunkel erscheint.

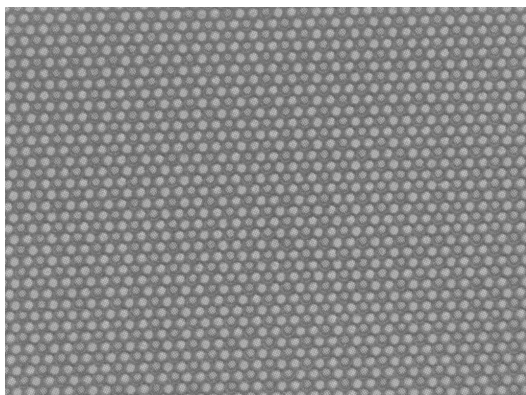


Bild 3.12: Die Anordnung der Farbpunkte bei einer Delta-Röhre

3.7.2 Trinitron-Röhre

Eine weitere Ausführung ist durch die Firma Sony unter der Bezeichnung *Trinitron-Röhre* bekannt geworden, die mit einer sehr hohen Schärfe und Helligkeit aufwarten kann. Die Maske besteht hier nicht aus einer Metallscheibe mit Löchern, sondern ist als Gittermaske durch gespannte Drähte ausgeführt. Damit diese absolut parallel laufen und sich nicht verformen können, stehen sie unter einer mechanisch sehr hohen Spannung, die durch einen stabilen Rahmen aufgefangen werden muss. Dies macht die Trinitron-Röhre um einiges schwerer als die Röhren mit konventioneller Lochmaske.

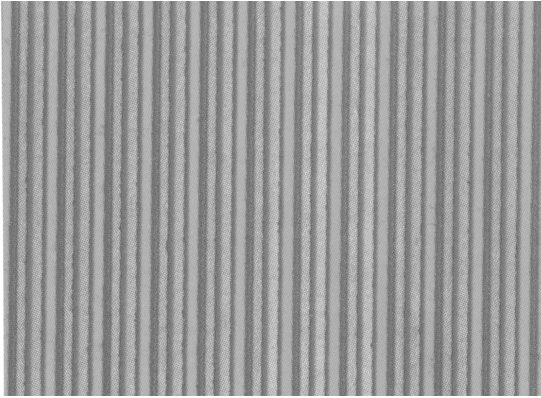


Bild 3.13: Die Anordnung der Farbpunkte bei einer Trinitron-Röhre

Der Nachteil dieser Röhre ist jedoch, dass hier je nach Monitorgröße mehrere waagerecht verlaufende Drähte auf dem Bildschirm zu erkennen sind. Dies fällt umso mehr auf, je größer der Monitor ist, und kann gerade für CAD-Anwendungen als störend empfunden werden. Einige Konstrukteure behaupten allerdings, dass sie ihre Zeichnungen sehr schön an den Drähten ausrichten können.

3.7.3 In-Line- und Chromaclear-Röhre

Die In-Line-Röhre basiert auf einem Patent der Firma Philips aus dem Jahre 1955 (!) und kann als Kompromiss zwischen der Delta- und der Gittermaskenröhre angesehen werden. Die Triplets sind hier nebeneinander als Rechtecke angeordnet (Streifentriplets), was im Grunde genommen lediglich eine Maske mit vertikalen Schlitzern erfordert und dennoch für eine gute Schärfe und einen guten Kontrast sorgt.

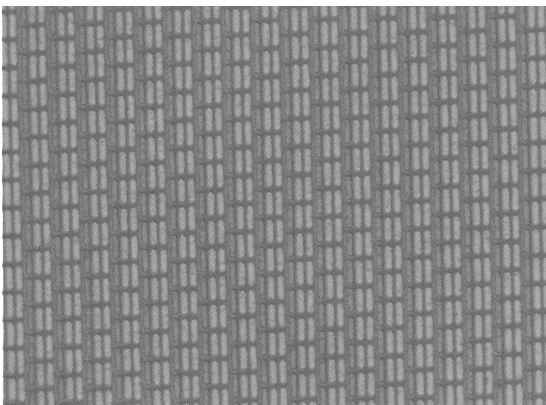


Bild 3.14: Die Anordnung der Farbpunkte bei einer In-Line-Röhre

Die vierte verbreitete Variante wird als *Chromaclear-Technik* bezeichnet, wobei die Maske im Prinzip aber nicht viel anders ausgeführt ist als bei der In-Line-Röhre von Philips. Die Schlitze sind hier aber nicht rechteckig, sondern oval (zigarrenförmig) realisiert.

3.8 Multisync- und Overscan-Monitor

Ältere Monitore wie ein CGA- oder EGA-Typ verlangen digitale, ein VGA-Monitor analoge Eingangssignale, wobei auch noch mit unterschiedlichen Synchronisationsfrequenzen in den verschiedenen Betriebsarten gearbeitet wird.

Beim Wechsel der Auflösung (Programmwechsel) muss an den einfachen Monitoren die Synchronisation (horizontal, vertikal) verstellt werden, damit das Bild still steht und nicht etwa durchläuft. Das Problem der unterschiedlichen Eingangssignale und Auflösungen hat als Erstes die Firma NEC erkannt und in ihrem Multisync-Monitor eine Schaltung verwirklicht, die das Bild automatisch anpasst und »ruhig stellt«, was allgemein auch als *selbstsynchronisierend* bezeichnet wird. *Multisync* ist ein eingetragenes Warenzeichen der Firma NEC. Andere Herstellerbezeichnungen für diesen Monitortyp sind *Autoscan* oder auch *Multiscan*.

Alle heute üblichen Monitore werden als selbstsynchronisierende Typen ausgelegt, und einen prinzipiellen Unterschied gibt es in der Funktionsweise nicht. Allerdings sollte beachtet werden, für welche Modi diese Synchronisierung im Einzelnen greift, denn dies unterscheidet sich sehr wohl von Typ zu Typ. Diese vorprogrammierten Betriebsarten lassen sich bei den digital einstellbaren Monitoren natürlich noch um selbst festzulegende erweitern und abspeichern, doch ist es immer besser, wenn möglichst viele Modi vom Monitor automatisch erkannt werden. Die verschiedenen VESA-Betriebsarten stellen hierfür eine Mindestkompatibilität für Modi größer als VGA sicher.

Die Bildinformation füllt bei vielen Monitoren nicht die komplette Bildröhrenoberfläche aus, sondern wird innerhalb eines schwarzen Rahmens dargestellt. So genannte Overscan-Monitore verwenden hingegen (fast) die komplette Bildröhrenoberfläche zur Darstellung, wodurch das Bild eines kleineren Overscan-Monitors größer wirkt als das eines größeren »normalen« Bildschirms.



ACHTUNG

Die Röhrengöße ist nicht gleich der Bildgröße!

Der Begriff *Overscan* ist kaum noch in den Angaben zu einem Monitor zu finden, gleichwohl deutet er auf eine möglichst große darstellbare Bildoberfläche im Verhältnis zur Bildröhre hin, denn der schwarze Rahmen kann sich hinter den Rändern des Monitorgehäuses befinden – er ist also nicht sichtbar.

Aus dieser Tatsache rührt auch das Phänomen, dass beispielsweise 17-Zoll-Monitore unterschiedliche Bildgrößen aufweisen und auch keiner die entsprechende sichtbare Bilddiagonale von 43 cm aufweist, denn dies ist lediglich die Größe der Röhre und nicht die der darstellbaren Bild-

größe. Einen Rand an der Bildröhre gibt es immer, der unterschiedlich breit sein kann und letztendlich auch die maximal verwendbare Bildgröße bestimmt.

Bei LCD-Monitoren gibt es jedoch üblicherweise keinen Rand und die Darstellungsfläche entspricht hier der verwendeten Display-Größe. Hierin ist auch der Grund dafür zu sehen, warum ein 15-Zoll-LCDisplay ein fast genauso großes Bild liefert wie ein 17-Zoll-Monitor in der konventionellen Bauart.

Der Begriff *Overscan* hat insbesondere mit den Nvidia-Grafikkarten, die über einen TV-Ausgang verfügen, eine neue Aktualität gewonnen. Das von der Grafikkarte gelieferte Bild ist nicht fernsehschirmfüllend und weist einen hässlichen Rand auf. Mit zusätzlichen Tools oder auch direkt bei den Einstellungen der Grafikkarte (z.B. bei Karten mit Kyro II-Chip) lässt sich zur Abhilfe die Overscan-Option einschalten, woraufhin der Rand verschwinden sollte.

3.9 LCD-Monitore – Flachbildschirme

Neben den Monitoren, die mit einer Kathodenstrahlröhre (Cathode Ray Tube, CRT) wie ein Fernseher arbeiten, werden die so genannten Flachbildschirme immer beliebter, obwohl sie gegenüber vergleichbaren konventionellen analogen Monitoren drei- bis viermal so teuer sind. Ihre Vorteile bestehen darin, dass sie auf der gesamten Darstellungsfläche gleich scharf sind und dass sie weder geometrische Verzerrungen noch Konvergenzprobleme kennen und auch generell unempfindlich gegen magnetische Felder sind, wie sie oftmals in Laboren vorkommen.



Bild 3.15: Ein TFT-Monitor der Firma Philips

Die LC-Displays (Liquid Crystal), wie sie auch allgemein bezeichnet werden, sind zudem recht flach und können prinzipiell wie ein Bild an die Wand gehängt werden. Sie sind energiesparender und geben längst nicht so viel Wärme ab wie die Röhrenmonitore. Auch das Bildflackern gibt es hier prinzipiell nicht, obwohl die LCD-Monitore typischerweise nur mit 60 Hz arbeiten. Falls ein LCD-Monitor dennoch einmal »flimmern« sollte, hat dies einen anderen Grund als bei Röhrenmonitoren, denn es liegt in einer nicht korrekten Synchronisierung zwischen der Grafikkarte und der im Display befindlichen Ansteuerelektronik begründet. Einige LCD-Monitore bieten hierfür eine Auto-Adjust-Option, vielfach muss die passende Einstellung jedoch manuell hergestellt werden. Bei der Verwendung einer digitalen Schnittstelle (siehe den Abschnitt *Digitale Interfaces* bei der Beschreibung der Grafikkarten) gibt es diese Probleme jedoch nicht.

Diese Flachbildschirme, wie sie auch in Notebooks verwendet werden, werden auch als Flüssigkeitskristall-Bildschirme bezeichnet. Es gibt hier verschiedene Typen, wobei die aktuellen als *Thin-Film Transistor Liquid Crystal Displays* (TFT-LCD) realisiert werden, die auch unter der Bezeichnung *Aktiv-Matrix-LCDs* firmieren.

Ein LC-Display ist aus mehreren Schichten aufgebaut. Zwischen zwei Glasscheiben befindet sich ein dünner Film aus Flüssigkristallen (LCs). Dies sind Flüssigkeiten, die auf eine elektrische Spannung oder auch auf Wärme wie Kristalle reagieren, d.h., bestimmte Kristalle brechen das Licht auf unterschiedliche Weise, je nachdem, ob eine Spannung anliegt oder nicht. An jedem darzustellenden Punkt ist ein Transistor in Dünnschichttechnik auf der Glasscheibe aufgebracht, wobei die gesamte Anordnung dabei als Matrix ausgeführt ist. Es wird also auch wie bei einem Monitor mit Zeilen und Spalten bei der Darstellung gearbeitet.

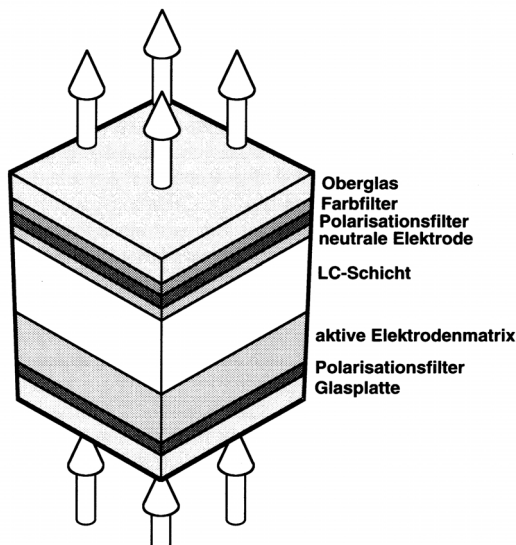


Bild 3.16: Der prinzipielle Aufbau eines TFT-LC-Displays

Nach der Erzeugung des Zeilensignals wird die betreffende Spalte für das gewünschte Pixel angesteuert. Der jeweils selektierte Transistor schaltet daraufhin durch und stellt eine punktuelle Verbindung mit dem LC-Material her, das von hinten durch einen Leuchtstoffröhre beleuchtet wird und dadurch hell erscheint. Durch die Hintergrundbeleuchtung der Leuchtstoffröhre liefert ein TFT-Monitor stets ein konstantes Licht.

Bei den Farbd Displays wird jeder Bildpunkt durch drei Transistoren sowie entsprechende Farbfilter gebildet (Rot, Grün, Blau). Zusätzliche Polarisationsfilter verbessern die Darstellung, um etwa die Blickwinkelabhängigkeit zu mildern.

Die aktivierten Bildpunkte leuchten auch ohne permanente Ansteuerung weiter, denn jedem Transistor ist ein Kondensator zugeordnet, der für die Informationsspeicherung sorgt. Hierin liegt auch der Grund dafür, dass LC-Displays im Prinzip nicht flimmern können. Falls sich der Bildinhalt nicht ändert (stehender Desktop) wird das Bild auch nicht neu von der Grafikkarte geschrieben; es finden also keine laufenden Bildwiederholungen statt. Eine Erhöhung der standardmäßigen 60 Hz auf beispielsweise 75 Hz bringt dann keinen Vorteil, zumal sich auch nicht alle Displays damit betreiben lassen.

Bei Taschenrechnern, Messgeräten, Uhren, Handys usw. werden demgegenüber die preiswerten Passiv-Matrix-LCDs als Anzeige verwendet, bei denen keine einzelnen Transistoren für jeden Pixel verwendet werden, sondern deren Darstellung über Kreuzungspunkte (zweier übereinander gelegter Gitter) realisiert wird. Diese Anzeigen reagieren relativ langsam, sie sind kontrastärmer, und die Lesbarkeit hängt stark vom jeweiligen Blickwinkel ab, sodass sie bei Notebooks schon seit geraumer Zeit nicht mehr verwendet werden.

Neben dem höheren Preis gegenüber den CRTs gibt es jedoch einige Dinge, die je nach Einsatzzweck als Nachteile der LCDs gegenüber den CRTs angesehen werden können. Nach wie vor kann die Darstellung bei Spielen und die Betrachtung von Videos mitunter doch enttäuschen, weil das Display zu träge wirkt, und durch die Bewegungen führt dies auch zu einer lästigen Unschärfe.



Ein TFT-Monitor ist nicht unbedingt für Action-Spiele und Videos geeignet, und die Bildbeeinträchtigung gegenüber einem konventionellen Monitor wird erst bei einer Response Time von 25 ms auch von kritischen Betrachtern nicht mehr als störend empfunden.

Ein Maß für die Umschaltgeschwindigkeit zwischen Hell und Dunkel der Pixel, das für diese Eindrücke verantwortlich ist, wird als *Response Time* (Reaktionszeit) bei den TFT-Monitoren ausgewiesen. Je niedriger dieser Wert ausfällt, desto optimaler kommt ein TFT-Monitor an die Reaktionszeit eines analogen Monitors heran, der keine Reaktionszeit in diesem Sinne kennt. Typischerweise verfügen TFT-Monitore über eine Response Time von 50–40 ms und aktuelle Displays schaffen hier sogar bis zu 25 ms. Diese Response Time wird von auch von Gamern als akzeptabel angesehen, damit die Bilddarstellung bei Action-Spielen gegenüber einem

konventionellen Monitor bei schnellen Bildwechseln nicht abfällt. Wer vorhat, ein TFT-Display für derartige Anwendungen einzusetzen, ist daher gut beraten, es vor dem Kauf daraufhin zu testen. Es ist also ein sorgfältiges Abwägen der einzelnen Vor- und Nachteile bezogen auf die Anwendungen notwendig.

3.9.1 Darstellung und Pixelfehler

Für jeden TFT-Monitor ist eine Standardauflösung vom Hersteller vorgegeben, die typischerweise bei 1024×768 Bildpunkten liegt, was genau der Anzahl der vorhandenen Thin-Film-Transistoren (bzw. $\times 3$ bei einem Farbdisplay) entspricht. Eine höhere Auflösung ist nicht möglich. Bei kleineren Auflösungen müssen mehrere Pixel einen Bildpunkt darstellen, was nur dann einigermaßen gut funktioniert, wenn die gewünschte Auflösung einem ganzzahligen Teiler (:2, :4) der Standardauflösung entspricht. Ist dies nicht der Fall, sorgt ein im Monitor implementierter Interpolationsalgorithmus für unterschiedliche Helligkeiten der Pixelanteile, was je nach Hersteller zu mehr oder weniger guten Ergebnissen führt, in der Regel jedoch weder an die Qualität noch an den Kontrastreichtum eines Bildes in der Standardauflösung herankommt und auch nicht automatisch bildschirmfüllend sein muss.

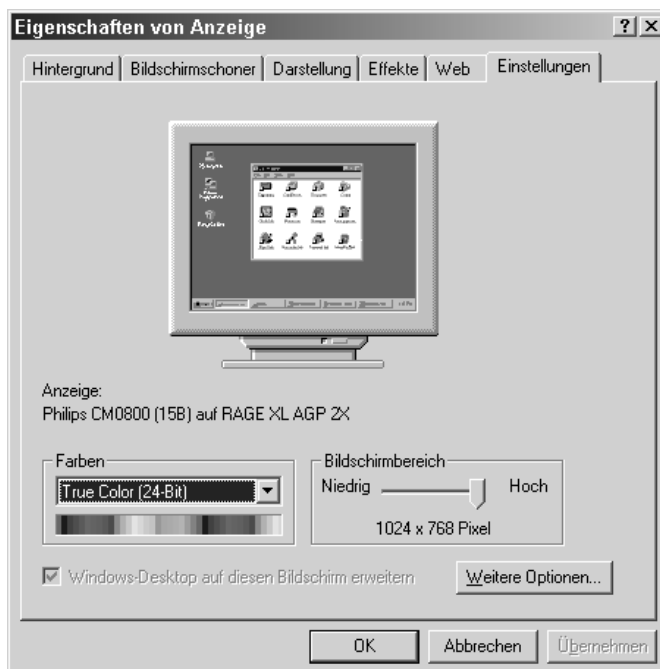


Bild 3.17: Der TFT-Monitor ist unter Windows eingestellt.

Wenn ein PC mit einem TFT-Monitor startet, kann man bereits anhand der BIOS-Meldungen erkennen, wie ein Bild aussehen kann, dessen Inhalt zu interpolieren ist: Die Meldungen sind zuweilen kaum noch zu lesen, und erst wenn der daraufhin geladene Windows-Treiber in Aktion tritt, ergibt sich auch eine vernünftige Darstellung. Beim Arbeiten unter (DOS) ist die Darstellung dann ebenfalls mehr oder weniger unleserlich, weil DOS nur 640×480 Bildpunkte kennt.

Die optimale Einstellung eines TFT-Monitors kann mitunter etwas zeit-aufwändig und undurchsichtig wirken, wenn er am VGA-Anschluss einer üblichen Grafikkarte verwendet wird. Windows bringt je nach Version automatisch einige (wenige) Treiber für TFT-Displays mit. Generell ist es von Vorteil, wenn der Hersteller zum Display eine eigene Treiber-CD mitliefert. Dies ist bei konventionellen Monitoren eher unüblich und darin ist auch wohl der Grund zu sehen, warum selbst bekannte Monitorhersteller dies bei ihren TFT-Monitoren ebenfalls nicht praktizieren, obwohl es dringend nötig erscheint.

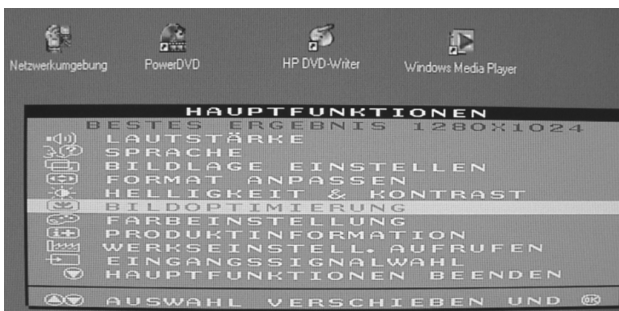


Bild 3.18: Das On-Screen-Menü des TFT-Monitors, der für 1280×1024 Bildpunkte ausgelegt ist, erlaubt einige optimierende Einstellungen.

Die allgemeine Empfehlung lautet dann, einen Standard-Monitor mit 60 Hz und eine Auflösung von 1024×768 Bildpunkten bei einem 17-Zoll-Monitor und 1280×1024 bei einem größeren Display festzulegen, und das Bild wirkt daraufhin oftmals kaum erträglich. Wer dann versucht, die internen TFT-Monitorfestlegungen (z.B. per On-Screen-Menü, siehe Bild 3.18) daraufhin zu optimieren, kommt vielfach auch zu keinem besseren Ergebnis. Als letzter Ausweg bleibt dann die Veränderung des Windows-Erscheinungsbildes (Farben, Schriftgrößen usw.), was kaum praktikabel erscheint. Abhilfe schafft tatsächlich meist nur ein passender Treiber für das Display vom Hersteller und am besten noch ein Tool (z.B. TFTAdjust, FPAdjust), das einen Abgleich zwischen der jeweils verwendeten Grafikkarte und dem Display erlaubt.

WELCOME

Follow the steps to adjust your PHILIPS flat panel monitor for best display quality.

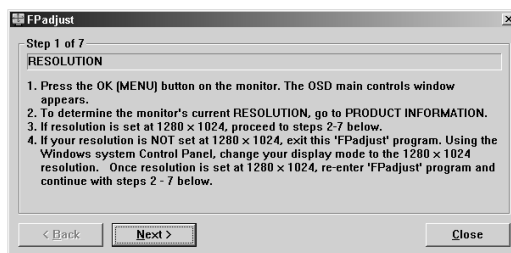


Bild 3.19: Für die Displays der Firma Philips gibt es das Programm FPAdjust, das menügeführt einen optimierenden Abgleich des Displays erlaubt.



Für die Festlegung der bestmöglichen Darstellung eines TFT-Displays, das an den VGA-Anschluss einer üblichen Grafikkarte angeschlossen ist, ist ein Abgleich mit einem speziellen Programm in vielen Fällen unumgänglich.

Bei ca. 2,5 Millionen Transistoren, aus denen sich ein 15-Zoll-TFT-Display zusammensetzt, ist es nicht unwahrscheinlich, dass einer oder auch mehrere sich nach der Herstellung des Displays als defekt herausstellen, was dazu führt, dass die betreffende Stelle stets oder auch nie leuchtet. Diese gefürchteten Pixelfehler sind herstellungsbedingt, und es ist auch nie ganz auszuschließen, dass sie erst nach einiger Zeit auftreten.

Ob sich diese Fehler als störend bemerkbar machen, hängt von ihrer Position auf der Oberfläche und der Farbe des gewählten (Hintergrund-) Bildes ab. Nicht alle Hersteller spezifizieren bisher eindeutig, ab wie vielen Pixelfehlern ein Display als defekt anzusehen und damit innerhalb der Garantiezeit umgetauscht werden kann, was sich für den Anwender als echtes Ärgernis herausstellen kann.

Der TÜV-Rheinland ist schon seit einiger Zeit dabei, einen ISO-Normvorschlag (13406-2) zu erarbeiten, und es soll mittlerweile auch eine EU-Richtlinie geben, die eine genaue Spezifikation der Pixelfehler bietet. Ob sich die Hersteller tatsächlich danach richten und im Fall der Fälle hier einen unbürokratischen Umtausch vornehmen, muss sich aber erst noch herausstellen.

3.9.2 Der Anschluss von Flachbildschirmen

Nicht alle TFT-Monitore können über die übliche VGA-Buchse der Grafikkarte angesteuert werden, sondern sie verfügen möglicherweise »nur« über eine digitale Schnittstelle, benötigen also von der Grafikkarte digitale Signale. Wie bereits erläutert, gibt es hier verschiedene Standards, sodass möglicherweise auch eine neue Grafikkarte anzuschaffen ist.



Bild 3.20: Dem digitalen DVI-Anschluss ist zwar der Vorzug zu geben, dieser TFT-Monitor ist aber über das übliche analoge Interface angeschlossen.

Der Vorteil eines digitalen Monitor-Interfaces besteht darin, dass keine zweimalige Signalumsetzung (D/A-Umsetzung auf der Grafikkarte und A/D-Umsetzung im Monitor) notwendig ist, was sich positiv auf die Bildqualität auswirkt. Außerdem entfallen die oben erläuterten Unwägbarkeiten für die Einstellung der optimalen Bildwiedergabe.

Bisher gibt es immer noch recht wenige Grafikkarten, die sowohl einen analogen (VGA) als auch einen digitalen Anschluss besitzen, wobei es hier leider verschiedene Implementierungen gibt, die überhaupt nicht oder nur bedingt zueinander kompatibel sind. Insbesondere die Firmen ATI und Matrox haben jedoch entsprechende Grafikkarten in ihren Programmen und erst mit den aktuellen »Gamer-Grafikkarten« (z.B. mit Nvidias GeForce4) wird ein digitaler Anschluss zum Standard erhoben, worauf in Kapitel 4.11 noch näher eingegangen wird.

3.10 Strahlungsarmer und ergonomischer Monitor

Seit einigen Jahren interessieren nicht nur die reinen Leistungsdaten eines Monitors wie Auflösung und Bildwiederholfrequenz, sondern auch die in einem Röhrenmonitor entstehende Strahlung und die Frage, ob sich diese negativ auf den menschlichen Organismus auswirkt. Ergonomische Aspekte spielen ebenfalls eine immer größere Rolle. Die *Ergonomie* ist ein Begriff der Arbeitswissenschaft, und man versteht darunter allgemein die Anpassung von Arbeitsmitteln, Arbeitsplätzen und Maschinen an die anatomischen, physiologischen und psychischen Bedingungen des Menschen.

In Schweden, dem Land mit der höchsten Dichte von Bildschirmarbeitsplätzen pro Einwohner, hat man recht frühzeitig entsprechende Untersuchungen zur Strahlenbelastung und Ergonomie durchgeführt. Aus diesen Untersuchungen resultieren die MPR-Empfehlungen (staatlicher Mess- und Prüfrat, jetzt SWEDAC) für einen strahlungsarmen Monitor. Die

erste MPR-Empfehlung von 1987 (MPR-I) ist mittlerweile überholt. Die aktuellere und strengere ist die MPR-II-Empfehlung aus dem Jahre 1990. Die MPR-Empfehlung beinhaltet neben der Festlegung der Strahlungsarmut außerdem einige ergonomische Gesichtspunkte, nach denen ein arbeitsplatztauglicher Monitor konstruiert sein sollte.

Das strengste Symbol, das weltweit für die Einhaltung der genannten Empfehlungen steht, ist das der schwedischen Angestelltengewerkschaft (TCO). Die MPR-II-Empfehlungen sind hier noch einmal laut TCO-92 verschärft worden, und es wurden zusätzliche Anforderungen an Energiesparschaltungen, an die elektrische Sicherheit und an den Brandschutz definiert.

Mittlerweile gibt es mehrere TCO-Empfehlungen, und ein neuer Monitor sollte entsprechend der TCO-95- oder besser noch nach der TCO-99-Empfehlung spezifiziert sein. Auch wenn es sich nur um Empfehlungen und um keine verbindlichen Standards handelt, ist dies zumindest ein Hinweis auf die Verwendung aktueller und möglichst umweltschonender Technik. Ab TCO-95 werden zudem Ergonomie- und Umweltschutzaspekte beachtet, wobei auch PC-Einheiten wie die Tastatur und die Systemeinheit mit einbezogen werden.

TCO-99 verlangt für Röhrenmonitore eine Bildwiederholfrequenz von 85 Hz, während es bei TCO-95 noch 75 Hz waren. Dies gilt für einen 17-Zoll-Monitor bei einer Auflösung von 1024×768 Bildpunkten, was jeder heute käufliche Monitor eigentlich bewältigen sollte. Darüber hinaus werden bei der aktuellen TCO-Empfehlung erstmalig Richtlinien für die Bildqualität angeführt, beispielsweise für die Leuchtdichte, die Helligkeit, die Schärfe oder auch den Kontrast, was für Flachbildschirme (LCD) ebenfalls spezifiziert wird.

Zudem spielt die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) eine Rolle, damit sich nicht etwa Störungen von Leuchtstofflampen bemerkbar machen können. Vor einem neben dem Monitor platzierten Handy, das gerade einen Ruf empfängt, kann der Monitor meistens jedoch nicht geschützt werden.

Bereits die TCO-95 hat Stoffe wie etwa Kadmium und auch Quecksilber in den Monitorbestandteilen verboten. Die TCO-99 geht noch weiter und verbannt nun auch FCKW und chlorierte Lösungsmittel.

Zur Übersicht der sich hinter den Empfehlungen verbergenden Daten in Bezug auf die Strahlung der Monitore sind im Folgenden die wichtigsten Werte laut MPR-II und TCO angegeben, wobei diese Werte von TCO-92 bis hin zu TCO-99 nicht verschärft worden sind.

Strahlungsarmer Monitor (nach MPR-II und TCO)

- Der Messabstand beträgt laut MPR-II 50 cm und laut TCO 30 cm.
- Das elektromagnetische Wechselfeld darf im Frequenzbereich von 5 Hz bis 2 kHz nicht mehr als 250 nT (nano Tesla) und im Bereich von 2 kHz bis 400 KHz nicht mehr als 25 nT betragen. Laut TCO darf das Wechselfeld im Frequenzbereich von 5 Hz bis 2 kHz nicht mehr als 200 nT betragen.

- Das elektrische Wechselfeld darf im Frequenzbereich von 5 Hz bis 2 kHz nicht mehr als 25 V/m (Volt pro Meter) und im Bereich von 2 kHz bis 400 kHz nicht mehr als 2,5 V/m betragen. Die entsprechenden Werte laut TCO lauten hingegen 10 V/m sowie 1 V/m.
- Das elektrostatische Feld (Oberflächenpotenzial) darf für beide Empfehlungen nicht größer sein als ± 500 V/m (Volt pro Meter).
- Die Röntgenstrahlung darf für beide Empfehlungen nicht mehr als 5000 nGy/h (nano Gray pro Stunde) betragen.

Die Wissenschaft ist sich zwar immer noch nicht darüber einig, ob die von einem Monitor ausgehende Strahlung nun Gesundheitsschäden hervorruft oder nicht, aber es ist sicherlich sinnvoller, potenzielle Risiken von vornherein auszuschließen, als langwierige Untersuchungen abzuwarten.

Ein strahlungsarmer Monitor ist gegen das elektrische und das elektromagnetische Wechselfeld meist durch Bleche nach außen hin abgeschirmt, oder es werden höherwertige Transformatoren und Ablenkspulen verwendet. Diese Felder können sich beispielsweise durch Störungen in einem Radio bemerkbar machen.

Die Elektronen werden im Monitor beschleunigt, damit sie die Oberfläche des Bildschirms zum Leuchten bringen. Dabei entstehen elektrostatische Aufladungen, ein Phänomen, das wohl schon jeder an einem Fernseher bemerkt hat, wenn er einmal mit der Hand an der Bildschirmoberfläche entlang gefahren ist.

Hat man einen stark »knisternden« Monitor, wird man feststellen, dass die Bildschirmoberfläche sehr schnell verschmutzt. Das liegt daran, dass durch die Luft schwebende Staub- und Schmutzteilchen von ihm angezogen oder abgestoßen werden, je nachdem, wie die Teilchen geladen sind. Die Hersteller versehen die Bildschirmoberfläche mit einer leitenden Schicht, die mit dem Schutzleiter (Erde) verbunden wird, um die elektrostatische Aufladung zu reduzieren.

Die Röntgenstrahlung entsteht in einem Monitor, wenn der Elektronenstrahl abgebremst wird. Die bei den heute üblichen Monitoren entstehende Röntgenstrahlung ist meist weit geringer als der empfohlene Wert und oft nicht einmal mehr messbar.

Wie zahlreiche Tests an Monitoren gezeigt haben, kommt es durchaus vor, dass es die Hersteller mit den Empfehlungen nicht sehr genau nehmen und ein entsprechendes Logo an einem Monitor angebracht wird, obwohl er nicht den zugrunde liegenden Daten entspricht – es sind nur Empfehlungen und keine verbindlichen Standards oder Richtlinien.



Bild 3.21: Das TCO-99-Logo kann Monitore, Tastaturen, Systemeinheiten und auch Drucker oder Fotokopierer kennzeichnen, die nach den strengsten Anforderungen an Strahlungsarmut, allgemeine Umweltverträglichkeit und Ergonomie hergestellt wurden.

Aufgrund des messtechnischen Aufwands sind die Strahlungsmessungen nur von einigen speziellen Labors durchführbar und auch nicht immer ohne weiteres untereinander vergleichbar. Der Computerkäufer kann natürlich nicht erkennen, ob die Empfehlung vom Hersteller wirklich erfüllt wird oder nicht und sollte sich daher vor einem Kauf die regelmäßig durchgeführten Tests zu diesem Thema in den verschiedenen Computerzeitschriften zu Gemüte führen.

Das Einzige, was man selbst feststellen kann, ist die elektrostatische Aufladung an der Bildschirmoberfläche, die sich nicht durch ein Knistern beim Berühren der Bildschirmoberfläche bemerkbar machen sollte. Dies ist jedoch keineswegs ein eindeutiges Indiz für einen strahlungsarmen Monitor.

Der TÜV-Rheinland hat ebenfalls einen Anforderungskatalog (ECO) für Monitore entworfen. Es gibt auch eine EU-Bildschirmrichtlinie, die bisher jedoch nicht als werbewirksames Argument für Monitore verwendet wird, vielleicht weil sie sich als recht »gewaltiges Werk« darstellt. In Schweden dürfen an behördlichen Arbeitsplätzen übrigens ausschließlich strahlungsarme und umweltverträgliche Monitore laut TCO verwendet werden.

3.11 Die Stromsparmodi der Monitore

Anstatt irgendwelche Bildschirmschonerprogramme laufen zu lassen, die zwar ganz nett anzusehen sind, aber unter Umständen sogar die Festplatte bemühen, damit die Animationen nachgeladen werden können, ist es besser, den Monitor bei Nichtbenutzung einfach abzuschalten. Da der Monitor eines PCs ein besonders hoher Stromverbraucher ist, ist hier auch der richtige Ansatzpunkt, um wertvolle Energie zu sparen. Dabei gilt generell: Je größer der Bildschirm ist, desto größer ist der Stromspareffekt, der durch einen »Hardwarebildschirmschoner« erreicht werden kann.

Interessant ist in diesem Zusammenhang, welchen Einfluss das Abschalten des Monitors auf seine Lebensdauer hat. Eine IBM-Studie kam zu dem Ergebnis, dass eine Stunde Brenndauer der Bildröhre etwa dem viermaligen Ein- und Ausschalten des Monitors entspricht. Daraus kann man schließen: Bei einer mehr als viertelstündigen Arbeitspause *schont* man den Monitor, wenn man ihn abschaltet.

Energiesparschaltungen sind in Monitoren mittlerweile Standard. Auch hierfür gibt es wieder eine schwedische Richtlinie, diesmal von der NUTEK, was für *Swedish National Board for Industrial and Technical Development* steht. Eine amerikanische Initiative nennt sich Energy-Star, und das dazugehörige Logo wird man nach dem Einschalten des PCs oftmals als BIOS-Meldung erkennen können.

Allerdings bezieht sich Energy-Star nicht direkt auf den Monitor, sondern zunächst auf PC-interne Energiesparmaßnahmen wie das Herunterschalten der CPU oder die Abschaltung der Festplatte bei zeitweiliger Nichtbenutzung.

Am Monitor selbst kann man vielfach zwischen dem NUTEK und dem VESA DPMS umschalten. Die VESA hat das Display Power Management Signaling definiert, das die Stufen *On*, *Standby*, *Suspend* und *Off* kennt. Auf dem PC ist der DPMS-Modus im Betriebssystem explizit festzulegen, damit der Monitor hierauf entsprechend reagieren kann. Dabei ist zu beachten, dass der Monitor ebenfalls DPMS-kompatibel sein muss, denn er könnte durch die von der Grafikkarte gelieferten gepulsten Signale zur Steuerung der Monitorenergiesparmaßnahme ernsthaft beschädigt werden.



TIPP

Die beiden Stromsparmodi der NUTEK und der VESA (DPMS) sind nicht identisch. Bei der Konfigurierung eines Grafiksystems muss beachtet werden, welcher Modus vom Monitor unterstützt wird. Monitore, die keinen Stromsparmodus kennen, können durch die Einschaltung eines solchen beschädigt werden.

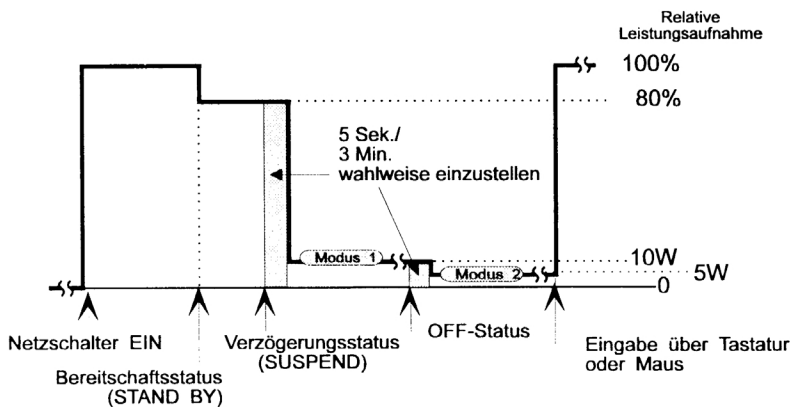


Bild 3.22: Die einzelnen Stufen der Energiesparverfahren nach VESA-DPMS

Der NUTEK-Energiesparmodus funktioniert demgegenüber leicht abgewandelt und kennt keine Standby-Stufe. Werden jedoch die Abschaltzeiten entsprechend der jeweiligen individuellen Arbeitsweise eingestellt, ergeben sich zwischen beiden Energiesparmodi keine relevanten Unterschiede. Der NUTEK-Modus ist weniger im PC-Bereich, sondern eher bei Apple Macintosh-Rechnern üblich und setzt für die Aktivierung einen Blank-Screen voraus, es darf also kein bewegter Bildschirmschoner festgelegt werden.

3.12 Monitor-Plug&Play

Die VESA definierte den DDC (Display Data Channel), einen Kommunikationsweg zwischen Grafikkarte und Monitor, um dem Monitor Plug&Play-Fähigkeiten zu verleihen. Ein DDC-Monitor kann der Grafikkarte seine Daten mitteilen und die Konfiguration des Grafiksystems dadurch vereinfachen.

Es existieren mehrere DDC-Varianten, wobei DCC1 die einfachste Ausführung darstellt, da hierfür kein zusätzliches Kabel benötigt wird. Es werden die Anschlüsse des Standard-VGA-Anschlusses (siehe Kapitel 4.2.1) verwendet.

Der Monitor sendet ununterbrochen 128-KByte-Datenblöcke (EDID, Extended Display Identification), wobei die vertikale Synchronisation als Taktsignal fungiert. Es findet nur eine unidirektionale Kommunikation zur Identifizierung des Monitors statt, damit eine passende Auflösung gewählt werden kann. Für DDC1 sind lediglich ein entsprechender Monitor und ein Treiberprogramm (VBE) notwendig, das unter Windows 95 Bestandteil eines DDC-fähigen Monitortreibers ist. Unter den STANDARDBILDSCHIRMTYPEN findet man beispielsweise den DDC-Universalstreiber PLUG&PLAY BILDSCHIRM (VESA DDC).

DDC2 arbeitet in zwei Richtungen (bidirektional) und verwendet hierfür einen speziellen Bus, den Access-Bus, der im Prinzip dem I²C-Bus der Firma Philips entspricht. Der I²C-Bus ist in fast jedem CD-Player oder auch Fernseher zu finden und wird für die interne Kommunikation der einzelnen Schaltungseinheiten verwendet. Der Access-Bus – gewissermaßen die externe Variante des I²C-Busses – ist jedoch nicht allein für Monitore, sondern auch für eine Maus, einen Joystick und andere Peripherie vorgesehen. DDC2 hat sich jedoch kaum in marktreifen Produkten niedergeschlagen, und stattdessen wird der USB (*Universal Serial Bus*) hierfür verwendet.