

## 6.3 FERNSEHEN AM PC

### 6.3.1 Das analoge Fernsehbild

#### Auflösung

Die technischen Daten für das Fernsehen wurden in den 40er Jahren entsprechend den damaligen technischen Möglichkeiten festgelegt. Das europäische Fernsehen arbeitet nach der PAL-Norm 576i/25. In dieser Norm ist festgelegt, dass 25 Bilder pro Sekunde übertragen werden. Für die Übertragung steht eine Bandbreite von 5 MHz zur Verfügung. Zum Vergleich: Die heutigen Computermonitore verkraften 140 MHz und mehr.

720 × 576	PAL-Auflösung (klassisches Fernsehen)
1280 × 768	HDTV ready ( <b>H</b> igh <b>D</b> efinition <b>T</b> V)
1920 × 1080	HDTV (Full HD)
3840 × 2160	QFHD (vierfache Full-HD-Auflösung)
7680 × 4320	UHDTV (16-fache HDTV-Auflösung)

Tab. 6.6: TV-Auflösungen

#### Halbbilder

Im Kino sehen wir 24 Bilder pro Sekunde, ohne dass das Bild flimmert. Diese 24 Bilder reichen aus, um Bewegungen fließend darzustellen. Das Fernsehen überträgt 25 Bilder pro Sekunde und das Bild flimmert. Wieso flimmert das Bild im Kino nicht auch? Weil jedes einzelne Kinobild volle 40 ms mit unveränderter Helligkeit gezeigt wird, während das Bild auf dem Computermonitor weitgehend verblasst ist, bis es der Elektronenstrahl neu zeichnet. Diese Helligkeitsschwankungen werden als Flimmern wahrgenommen. Was kann man dagegen tun?

Eine clevere Idee: Das Bild wurde in zwei Halbbilder aufgeteilt. Das erste Halbbild enthält die Bildzeilen mit ungeraden Nummern, das zweite Halbbild die mit geraden Nummern. Diese Halbbilder werden nacheinander übertragen. Das Verfahren, nach jeder Zeile die nächste Zeile zu überspringen, heißt „Zeilensprungverfahren“, engl. Interlacing.

Auf den ersten Blick erscheint das unsinnig. Worin soll der Unterschied bestehen, ob die Bildzeilen in der Reihenfolge 1-2-3-4-5-6 oder 1-3-5 und dann 2-4-6 geschrieben werden?

Das Schreiben des ersten Halbbildes dauert 20 ms. Wenn der Elektronenstrahl unten angekommen ist, hat die oberste Zeile einen Teil ihrer Helligkeit verloren. Nun werden die Zwischenzeilen mit dem Elektronenstrahl bestrichen. Wenn der Strahl erneut unten ankommt, ist die Zeile 1 weitgehend verblasst. Dadurch wechseln sich die gerade gezeichneten intensiv leuchtenden Bildpunkte mit den halb verblassten Pixeln in den benachbarten Zeilen ab. Das Auge verschmilzt den Unterschied, und das Flimmern verschwindet (weitgehend). Das Zeilensprungverfahren hat einen weiteren Vorteil bei der Darstellung schneller Bewegungen. Die Fernsehkamera arbeitet ebenfalls mit dem Interlacing-Verfahren. Statt das gesamte Bild alle 40 ms zu aktualisieren, wird 20 ms lang das „erste“ Halbbild übertragen und in den nächsten 20 ms das „zweite“ Halbbild. Wenn sich das Aufnahmeobjekt bewegt, ist das zweite Halbbild bereits anders! Dadurch werden Änderungen vor der Kamera 50mal pro Sekunde erfasst und übertragen. Für das Auge und das Gehirn sehen die Bewegungen flüssig aus.

#### Fernsehsignal

Das farbige Fernsehbild wird aus den Primärfarben Rot, Grün und Blau zusammengesetzt. Es wird aber nicht in dieser Form übertragen. Als das Farbfernsehen eingeführt wurde, musste gesichert sein, dass die älteren Schwarz-Weiß-Fernseher unverändert weiterverwendet werden konnten. Deshalb erzeugen die Kameras – wie früher – ein Schwarz-Weiß-Signal (Y), welches in Farbkameras um zwei Farbdifferenzsignale ergänzt wird: Schwarzweiß minus Blau (U) und Schwarzweiß minus Rot (V). Der Grünanteil braucht nicht übertragen zu werden, da er aus den anderen errechnet werden kann. Diese drei Kanäle (Schwarz-Weiß plus zwei Farben) werden zu einem einzigen Signal zusammengefügt, das als YUV-Signal bezeichnet wird.

Es wird noch das Tonsignal dazugefügt, und alles zusammen wird mit einer Trägerfrequenz „moduliert“ (mit einem Hochfrequenzsignal zusammengefügt) und ausgestrahlt.

Wozu wird die Trägerfrequenz eigentlich benötigt? Ein wenig Physik:

- Frequenzen unter etwa 16 kHz lassen sich nicht über eine Antenne ausstrahlen, sie können nur über Kabel übertragen werden.
- Ohne Trägerfrequenz könnte es nur einen einzigen Sender geben. Sender auf verschiedenen Kanälen (mit verschiedenen Trägerfrequenzen) stören sich nicht gegenseitig.

## Tuner

Der Tuner ist das silbrig glänzende Metallgehäuse auf der Fernsehkarte. Er filtert aus dem Wirrwar der vielen Fernsehsender den gewünschten Kanal heraus, arbeitet also wie der Tuner im Radioempfänger. Das Signal vom Receiver wird demoduliert, d. h. von der Trägerfrequenz befreit. Aus dem Videosignal werden die beiden Tonkanäle herausgefiltert. Der Ton wird über die PCI-Anschlüsse zum Soundchip übertragen. Bei älteren Fernsehkarten werden die verstärkten Tonsignale vom Soundausgang der Fernsehkarte entweder direkt zu den Lautsprechern oder besser zum Line-in-Eingang der Soundkarte geführt.



Abb. 6.13: Fernsehkarte PCI

## Videobaustein

Er hat zwei Aufgaben zu erledigen: Er muss das Composite-Signal in das ursprüngliche RGB-Signal (**R**ot, **G**rün, **B**lau) zurückverwandeln, indem der Anteil der drei Farben ermittelt wird. Anschließend muss das analoge Bildsignal in ein digitales umgewandelt werden. Dabei entsteht ein virtuelles Abbild von 768 × 576 Bildpunkten.

Diese Bildinformationen müssen nun noch in den RAM der Grafikkarte übertragen werden. Dazu müssen 44 MByte/s zur Grafikkarte übertragen werden. Das erfolgt über PCIe.

Eine Übertragungsrate von 44 MByte/s ist auch über Firewire (theoretisch 50, 100 oder 400 MByte/s) und USB 2.0 (theoretisch 60 MByte/s) realisierbar, wenn auch nur knapp. Das ermöglicht es beispielsweise, einen Fernsehempfänger in einem USB-Stick unterzubringen und das Bild in den PC zu übertragen.

## 6.3.2 Digitales Fernsehen

### DVB-T

In den letzten Jahren wurde das digitale Fernsehen DVB-T ausgebaut (**D**igital **V**ideo **B**roadcasting **T**errestrial, deutsch: Digitales Antennenfernsehen, erdgebunden). Durch moderne Digitalisierungs-, Kodierungs-, Kompressions- und Fehlerkorrekturalgorithmen ist es möglich, bei guten Empfangsbedingungen mit einer wenige Zentimeter großen Antenne auszukommen. Fernsehen im Garten und am Strand wird möglich, weshalb DVB-T in der Werbung großspurig als „Überallfernsehen“ bezeichnet wird. Im Frequenzband eines herkömmlichen Analog-Fernsehsenders lassen sich entweder vier bis sechs digitale Kanäle oder ein bis zwei hochauflösende DVB-T-Kanäle unterbringen.

Die Anzahl verfügbarer Kanäle ist weit geringer als beim analogen terrestrischen Fernsehen. In einigen Ballungsgebieten ist der Empfang der öffentlich-rechtlichen Sender (ARD, ZDF, 3sat, Arte, Phönix, KiKa, Eins Festival und ZDF Infokanal) und regionaler Sender (WDR, NDR, MDR, RBB) mit einer Zimmerantenne oder auf der Wiese möglich. Die privaten Sender übertragen meist verschlüsselt.

DVB-T als „Überallfernsehen“ zu bezeichnen, ist eine Werbelüge. Die Betreiber von DVB-T geben an, dass 90 % der Haushalte DVB-T empfangen können, die meisten brauchen aber eine Dachantenne. Es gibt ländliche Gebiete und Kleinstädte, wo selbst mit einer Dachantenne kein Empfang möglich ist. Wenn der Empfang zu schwach ist, ruckelt das Bild oder das Bild bleibt stehen. Die notwendigen Investitionen für den Ausbau des Netzes sind hoch. Sie wollen DVB-T zu Hause nutzen? Leisten Sie sich am Besten eine Satellitenantenne. So teuer ist das nicht, und die Senderauswahl ist viel größer.

Vier Millionen Haushalte nutzen DVB-T, darunter viele als Zweitgerät im Wohnwagen oder Wochenendhaus, hat eine Marktanalyse von Samsung ergeben. Wenn man sich nicht an der geringen Senderzahl stört, ist DVB-T eine sehr preiswerte Lösung.

### DVB-T2

Im Mai 2016 hat der Probetrieb des neuen Standards begonnen, Anfang 2017 soll der Regelbetrieb beginnen und 2019 soll das alte DVB-T abgeschaltet werden. DVB-T brauchte eine Kanalbreite von 14 Mbit/s für eine Auflösung von 704 × 576 Pixel. Das neue Videokompressionsverfahren MPEG4 (H.265) ist das gegenwärtig modernste der Welt und braucht nur noch eine Bandbreite von 4 Mbit/s für die HD-Auflösung von 1920 × 1080 Pixeln. Dadurch können viel mehr Sender bei gleichzeitig höherer Qualität übertragen werden.

In Nachbarländern gibt es DVB-T2 seit Jahren, allerdings mit dem älteren Kompressionsverfahren H.264. Das bedeutet leider: Nicht jedes Gerät mit DVB-T2 im Datenblatt funktioniert in Deutschland, insbesondere alle 2015 und früher gekaufte Geräte. Die [tv-plattform.de](http://tv-plattform.de) vergibt das grüne Logo „DVB-T2 HD“ an Geräte, die in Deutschland funktionieren. Viele DVB-T2-Geräte können auch DVB-T empfangen, falls in Ihrer Gegend noch DVB-T ausgestrahlt wird.

Für den Fernseher kann man einen DVB-T2-Receiver ab etwa 40 Euro kaufen. Für den Computer gibt es DVB-T2-Empfänger als USB-Gerät in einer Größe von 5 × 2 × 1 cm mit einer 15-cm-Standantenne für weniger als 20 Euro. In einigen Notebooks ist ein DVB-T2 Empfänger eingebaut.

Der Empfang der öffentlich-rechtlichen Sender ist kostenfrei möglich, private Sender erheben Gebühren. [freenet.tv](http://freenet.tv) beispielsweise bietet bis Juni 2017 kostenlosen Empfang, danach kostet es 5,75 Euro pro Monat. Zusätzlich brauchen Sie ein „CI+“ Modul für 80 Euro, dass Sie in den Fernseher oder Receiver einstecken müssen.



Abb. 6.14: USB-DVB-T-Empfänger

## Hochauflösendes Fernsehen

Abgesehen von DVB-T ist hochauflösendes Fernsehen nur über Satellit oder Kabel möglich, die klassischen, erdgebundenen analogen Übertragungswege hatten nicht genug Kapazität und wurden im April 2012 abgeschaltet.

Für hochauflösendes Fernsehen (engl. **High Definition TV**, abgekürzt **HDTV**) gibt es gegenwärtig folgende Varianten:

- 720p (HD-Ready) mit einer Bildauflösung von 1280 × 720 Pixeln,
- 1080i (HD) mit einer Auflösung von 1920 × 1080 Pixeln, interlaced und
- 1080p (Full-HD) mit einer Auflösung von 1920 × 1080 Pixeln, progressiv.

„Progressiv“ bedeutet, dass 25 Bilder pro Sekunde übertragen werden. Video-Streaming-Portale wie Netflix und Amazon Prime bieten einen Großteil der Filme in Full-HD oder besser an. Das „interlaced“-Verfahren ist zweite Wahl, denn es wird nur die halbe Datenmenge übertragen, was für 25 halbe Bilder pro Sekunde reicht. Die Bildschärfe ist schlechter als bei 1080p.

### Welche Sender übertragen HDTV?

Alle Hauptsender strahlen heute in HDTV aus, ebenso die Bezahlsender Sky, der Premiere-Nachfolger, und Discovery HD. Diese und einige Privatsender sind verschlüsselt und können nur mit der HD+ Smartcard und einem HDTV-tauglichem Receiver mit CI-Slot gesehen werden.

Der Empfang von HDTV kann über ein Kabelnetz oder über Satellit erfolgen. Über das inzwischen abgeschaltete terrestrische Netz konnte HDTV nicht übertragen werden – die Bandbreite reichte nicht. In jedem Fall brauchen Sie außer einem HDTV-Fernseher einen HDTV-tauglichen Digital-Receiver. Doch auch über das Internet können hochauflösende Fernsehinhalte übertragen werden. Beispielsweise können Sie über <http://zattoo.com> öffentlich-rechtliche Sender kostenlos sehen, und für 10 Euro pro Monat über hundert Sender, die meisten in HDTV.

Für den HDTV-Fernseher brauchen Sie auch HDTV-Inhalte, um die hohe Auflösung nutzen zu können. Wie sieht es damit aus?

Für das Kino gedrehte Spielfilme der letzten 50 Jahre können mit 1920 × 1080 Bildpunkten digitalisiert werden. Spielfilme der letzten Jahrzehnte sind mit so gutem 35-mm-Filmmaterial aufgenommen, dass eine Digitalisierung mit 4k-Auflösung möglich ist, meist sogar mit 4000 × 3000.

Neue Fernsehfilme werden in HDTV gedreht. Ältere Fernsehfilme sind in Standardauflösung gedreht. Wie werden ältere Fernsehfilme in HDTV umgewandelt? Das relativ grobkörnige PAL-Bild muss auf die fünfmal höhere Bildpunktzahl von Full-HD interpoliert (hochgerechnet) werden. Außerdem muss die Bildfrequenz angeglichen werden: Fernsehen sendet 50-mal pro Sekunde zwei Halbbilder, der TFT-Bildschirm braucht aber 60 Vollbilder pro Sekunde. Es müssen also pro Sekunde 10 zusätzliche Bilder hinzugefügt werden. Das wäre z. B. möglich, indem die Elektronik jedes fünfte Bild verdoppelt. Dann würden aber schnelle Bewegungen ungleichmäßig, „ruckelig“, werden.

Die Fernsehsender haben ausreichend Rechenleistung, um das Konvertierungsproblem zu lösen. Mit guten Algorithmen und mit genügend großer Rechenleistung ist eine so gute Interpolation eines analogen Fernsehbildes möglich, dass es auf einem hochauflösenden Bildschirm sogar besser aussieht als im grobkörnigen Original.

Ansonsten geht es den Sendern wie Ihnen auch: Für HD muss teure Technik neu angeschafft werden: Kameras, Übertragungswagen, Schnittpulte und vieles mehr. Inzwischen sind alle wichtigen Sender umgestellt, auch die dritten Programme.

Wofür kann die hohe Auflösung sonst noch genutzt werden?

- Multimedia-PCs bei Wiedergabe von HD-Fotos oder HD-Videos,
- Blu-ray-Player mit entsprechenden Medien,
- X-Box und Playstation 3,
- HDTV-taugliche Camcorder,
- Digitalkameras mit mehr als 2 Megapixeln, wenn sie einen HD-Ausgang haben, sowie
- Vermutlich alle Online-Videotheken bieten wahlweise HDTV oder – bei einer langsamen Internetanbindung – SDTV an.

Ist es sinnvoll, statt Full-HD einen HD-Ready-Fernseher zu kaufen?

Obwohl deutlich preiswerter als ein Full-HD-Fernseher, ist davon abzuraten. HD-Ready bedeutet, dass die Elektronik des Gerätes imstande ist, ein Bild der Auflösung 1920 × 1080 auf 1280 × 720 zu verschlechtern (herunterzurechnen). Gegenwärtig ist kein Sender bekannt, der die Ausstrahlung als 720p plant, allgemein wird 1080i favorisiert. Filme auf Blu-ray werden ebenfalls in der Full-HD-Auflösung angeboten.

HD oder UHD?

Auf der CeBIT 2012 wurden erste Fernseher mit vierfacher HD-Auflösung von 3840 × 2160 (wird als UHD, QFHD oder 4k-Auflösung bezeichnet) gezeigt. Das Bild soll atemberaubend gewesen sein – natürlich nur, wenn auch die Aufnahme mit dieser hohen Pixelzahl erfolgt. Die olympischen Spiele 2012 sind teilweise mit dieser Auflösung gefilmt worden und die Fußball-EM 2016 auch. Allerdings hat nur das italienische Fernsehen die EM in UHD übertragen.

ARD und ZDF sehen noch keinen Bedarf für UHD. Wenn mindestens 80% bis 90% der Haushalte das HD-Angebot nutzen (gegenwärtig sind es 50%), soll das SD-Angebot abgeschaltet werden. Die Beendigung der Koexistenz von HD und SD wäre Voraussetzung, um mit der Koexistenz von HD/UHD zu beginnen. Und die privaten Sender werden angesichts der hohen Kosten nicht die Vorreiter sein.

Amazon Instant Video hat über 100 UHD-Filme im Angebot (Mai 2016) und baut das Angebot zügig aus. Netflix glänzt vor allem bei Serien. Auf [video.lovenature.com](http://video.lovenature.com) gibt es Dokumentationen und Naturfilme für 5 Euro pro Monat, ein Monat ist kostenlos. Auf YouTube gibt es Kurzfilme und Dokumentationen in UHD. Sky und Maxdome zögern noch.

Seit April 2016 gibt es UHD-Blu-ray-Player. Anfangs kosten diese 500 Euro, Ende 2017 noch 160 Euro. Die ersten Blu-ray-Disks mit UHD-Filmen kosten 30 Euro, inzwischen noch 25 Euro.

Sieht man auf einem 4k-Fernseher eine Full-HD-Sendung, ersetzt die Elektronik jeden Bildpunkt durch zwei senkrechte und zwei waagerechte Punkte. Bei wohl allen Modellen wird statt der simplen Verdopplung ein Interpolationsalgorithmus verwendet. Dieser verbessert das Bild, so dass ein HD-Bild (Video oder Fernsehen) auf einem UHD-Fernseher besser aussieht als auf einem HD-Fernseher.

Gegenwärtig ist ein Fernseher mit UHD-Auflösung wohl einfach viel zu teuer. Doch beim Kauf eines PC-Bildschirms empfehle ich einen mit UHD-Auflösung (3840 × 2160) zu wählen. Die Bildqualität ist bei der Computerarbeit um so vieles besser, dass ich die Anschaffung eines HD-Bildschirms für Vergeudung halte, wenn man die meist lange Lebensdauer heutiger Displaytechnik bedenkt. Auf diesem UHD-Bildschirm können Sie heute schon Filme und Serien in UHD aus dem wachsenden Angebot im Internet genießen.