

SO GEHT'S

▶ Amerikanische Juristen kennen den Fall als den ‚Betamax Case von 1984‘, auch geführt als ‚Sony Corp. vs. Universal City Studios‘. Das höchste US-Gericht entschied damals eindeutig, dass Videorecorder erlaubt sind – und sollten Besitzer mit den Aufzeichnungen Urheberrechte verletzen, ist das nicht die Schuld der Hersteller.

JVC & Co. sagten danke und verdrängten aufgrund geschickter Lizenzpolitik, längerer Laufzeit und niedrigerem Preis mit ihrem VHS-System die Sony-Entwicklung Betamax. Trotz-

dem stimmte JVC später zu, alle Geräte auf Macrovision ansprechen zu lassen, womit die Möglichkeit legaler Kopien eingeschränkt wurde.

In dem Spannungsfeld zwischen technischen Möglichkeiten und erlaubter Benutzung bewegt sich jede Form der Aufzeichnung von Videobildern, vor allem von TV-Programmen. Seit einer Richtlinie des Europaparlaments von 1999 sind die Weichen so gestellt, dass die Rechteinhaber, also meistens Filmstudios, darüber entscheiden können, ob die Aufzeichnung erlaubt ist oder nicht („Bestimmte Aspekte des Urheberrechts und der verwandten Schutzrechte in der Informa-



Mit Aktionen wie „Rettet Betamax“ demonstrieren auch heute noch gelegentlich Industrievertreter, dass das Recht auf private Kopien gefährdet ist.

Tipps zur Aufzeichnung

Optimale Bildqualität

Datenrate so hoch wie möglich wählen, um digitale Artefakte wie Klötzchenbildung zu vermeiden. Videoraten von 5 MBit/s erzielen meist gute Ergebnisse. Bei schwierigem Material mit viel Bewegung (Sport, Actionfilme) empfehlen wir 7 MBit/s.

Größte Speicherkapazität

Wenig Speicher bedeutet immer auch schlechte Bildqualität, wenn man die Kompression regeln kann oder muss. Nimmt man den Datenstrom in seiner Ursprungsform auf (bis zu 8 MBit/s), sind Speicherprobleme vorprogrammiert. Daher immer zu möglichst großen Medien greifen, etwa Dual-Layer-DVDs.

HDTV aufzeichnen

Einzige Möglichkeit für saubere HD-Mitschnitte ist derzeit die Festplatte, entweder im PC oder in der Settop-Box. Wenn man die Möglichkeit des Auslagerns hat, sollte man eine Netzwerk-Festplatte oder einen Server ernsthaft in Erwägung ziehen.

Ton-Optionen beachten

Mehrkanal-Audio lässt sich praktisch nur mit dem Sendestrom ungewandelt aufnehmen. In der Regel sind dann sogar mehrere Spuren auf dem Band.

Beste Signalführung

Videorecorder haben mehr Eingänge als nur Scart – wenn möglich sollte man per RGB einspielen, was die Qualität der Aufzeichnung deutlich verbessert. Aufnahme via YUV gibt es nur in Ausnahmefällen.

DIGITAL AUFZEICHNEN

Seit VHS Vergangenheit ist, zeichnet man TV-Sendungen nur noch digital auf. **Doch in der Fülle der Medien fehlt derzeit die perfekte Lösung.** *audiovision* sagt, was wofür geeignet ist.

tionsgesellschaft“). Gleichzeitig wurde festgelegt, dass das Umgehen eines Kopierschutzes zu verbieten ist.

Im digitalen Zeitalter ist das Kopieren aber ein spezielles Problem. Bei VHS, Betamax oder Video 2000 war

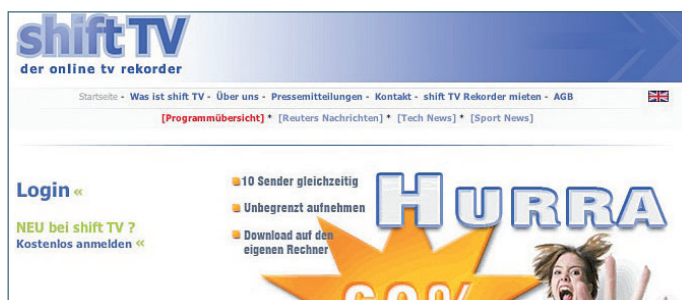
schon die zweite Kopiergeneration recht schlecht, die dritte und vierte optisch kaum noch zumutbar.

Digital ist, zumindest unter entsprechenden Voraussetzungen, jede Kopie identisch mit dem Original. Das

betrifft natürlich nicht nur die Überspielung von gekaufter Software, sondern auch Mitschnitte aus dem Fernsehen. Sie lassen sich inzwischen übers Internet weitgehend ungehindert weiterverbreiten.

Während es aber im analogen Zeitalter eigentlich nur ein Medium für Videoaufnahmen gab, nämlich die Kasette, ist es heute eine ganze Palette. Dabei hat jede Speicherform nicht nur spezielle Vorzüge, sondern auch gewisse Nachteile. Zudem macht HDTV alles komplizierter, weil es klassische Recorder dafür (noch) gar nicht gibt.

Manchmal muss man sich also inzwischen nicht nur fragen, ob man darf, sondern ob man kann. **Io**



Online-Recorder sind nicht für alle Sender gestattet.

1 Digitale Technologien

Digitale Recorder zur Aufzeichnung von TV-Programmen haben eine Gemeinsamkeit: Sie zeichnen das Bild in komprimierter Form auf, bis auf ganz wenige Ausnahmen in Form der MPEG-2-Codierung. Unkomprimierte Aufzeichnung würde die Speicherkapazität jedes Mediums sprengen, das bleibt Profis vorbehalten – die das auch nur in Ausnahmefällen einsetzen. Das einzige Consumer-System mit einer anderen Technologie ist die DV-Kassette, wie sie von Videofilmen eingesetzt wird. Hier werden die Bilder einzeln per DCT verdichtet. Die HDV-Version der gleichen Kassette setzt dagegen bereits wieder auf MPEG-2. Gemeinsam ist den MPEG-Verfahren, dass sie mit YUV-Farbkomponenten arbeiten, womit sichergestellt ist, dass sich die einzelnen Signale nicht gegenseitig stören oder begrenzen.

Noch wesentlich stärker als bei analoger Aufzeichnung ist bei MPEG-Kompression eine Verbindung zwischen Aufnahmedauer und Bildqualität zu be-

rücksichtigen. Je stärker die Daten reduziert werden, umso eher sind Artefakte wie Blockbildung oder Unschärfe zu verzeichnen, aber umso mehr Stunden passen auf einen Speicher. Eine verlustfreie Datenreduktion existiert bei Bildsignalen in Recordern nicht, jede Kompression kostet Bildqualität. Wobei es schwierig ist, die richtige Kompressionsstufe zu finden: Eine Datenrate, die bei 90 Prozent des Bildmaterials ausreichend ist, kann unter Umständen arge Fehler produzieren. Daher sollte man, wenn man die Wahl hat, immer die höchste Stufe wählen.

Auf der Tonsseite ist die Situation uneinheitlich. Meistens wird Audio in Dolby Digital abgespeichert, manchmal auch in MPEG. In seltenen Fällen kann sogar unkomprimiert, also in PCM aufgezeichnet werden, doch das frisst viel Platz auf dem Speicher. 5.1-Ton ist bei der eigenen Aufnahme leider die Ausnahme: Meist ist bei Stereo Schluss.

Der Sony GV-HD700 ist der letzte Band-Recorder, gedacht vor allem für Videofilmer. Er kann Standard-Auflösung aufzeichnen, bei Zuspelung über Firewire sogar HD-Signale.



2 Zwei Arten digitaler Aufzeichnung

Auch wenn es von außen nicht immer ersichtlich ist, gibt es zwei Wege, TV-Programme digital aufzunehmen:

- **unter Verwendung des vom Sender ausgestrahlten komprimierten Digitalsignals**
- **mit eigener Kompression im Recorder.**

Die erste Variante mit direkter MPEG-Aufzeichnung ist natürlich in vieler Hinsicht ideal. Es vereinfacht die Konstruktion des Gerätes, weil kein eigener Encoder-Chip benötigt wird. Dazu bedeutet es, dass das Originalsignal auch zeitversetzt zur Verfügung steht, womit die Bildqualität ohne den geringsten Abstrich erhalten bleibt. Das gilt natürlich genauso für den Ton, denn auch hier gibt es keine Neu-Codierung oder sonstige Aufbereitung. Damit kommt 5.1-Mehrkanalton so in die Konserve, wie er ausgestrahlt wurde.

Nachteilig bei direkter Aufzeichnung des Datenstroms ist einzig die Laufzeit. Da ist man nämlich immer an die Datenrate des Senders gebunden, und die liegt aus verschiedenen Gründen teilweise recht hoch. Daran schuld sind einmal die schon etwas betagten TV-Standards, außerdem sind die Sende-

techniker häufig recht anspruchsvoll, was Bildqualität angeht. Das bedeutet, dass das gewählte Speichermedium relativ schnell voll ist. Damit zusammen hängt auch der Nachteil, dass eine exakte Kalkulation der Laufzeit nur schwer möglich ist. Denn der Recorder kann nicht wissen, wie viel Bandbreite vom Sender dem Signal zugestanden werden wird. Dazu kommt, dass ein Recorder dieser Art nur das aufnehmen kann, was als digitales TV-Signal ankommt (oder sonst in digitaler Form, etwa Musik oder Fotos). Solche Recorder eignen sich daher nicht zur Aufnahme von Signalen anderer Geräte über die normalen Videoanschlüsse.

Die zweite Variante mit eingebauten Encodern ist wesentlich häufiger. Das gibt dem Besitzer mehr Flexibilität, er kann selbst über Bildqualität



Haltbarkeit der Aufzeichnungen

Wer etwas aufzeichnet, um es zu archivieren, möchte in der Regel wissen, wie lange das Medium wohl halten wird. Diese Frage ist vorab kaum definitiv zu beantworten, aus drei Gründen:

- Ein Durchschnittswert für den einzelnen Datenträger gibt es nicht; der kann immer schneller kaputt gehen oder länger als der Durchschnitt des Mediums halten.
- Es kommt zudem auf die korrekte Lagerung, die Umgebungsbedingungen und auch auf die Position an.
- Die von den Herstellern ermittelten Durchschnittswerte bis zum Defekt (Mean Time Between Failures, MTBF) sind natürlich Hochrechnungen aufgrund von Tests im Labor.

Die Medien in der Reihenfolge der Haltbarkeit:

Optische Discs (CD, DVD, HD-DVD, Blu-ray): Hier geht man von einer Lebensdauer von 30 Jahren und mehr aus. Die Discs sollten möglichst bei Raumtemperatur aufbewahrt und vor allem vor Hitze geschützt werden, direkte Lichteinstrahlung ist zu vermeiden. Allgemein

gelten wiederbeschreibbare Discs als besonders langlebig, während das organische Material der R-Scheiben schneller kippen kann.

Bänder (VHS- und andere Kassetten): 20 bis 25 Jahre gelten hier als Stand der Technik, bei manchen Varianten sogar noch länger. Sie sind wie alle magnetischen Träger empfindlich auf elektromagnetische Felder und Strahlung, sollten senkrecht stehend gelagert werden, damit die Bandkanten nicht belastet werden; gelegentliches Umspulen hilft zudem Verkleben zu vermeiden.

Festspeicher (Speicherkarten): Zehn bis 20 Jahre gelten als möglich, unter bestimmten Bedingungen auch weniger. Trotz ihrer mechanischen Unempfindlichkeit sind sie nicht zur längerfristigen Archivierung gedacht, denn bei zu hohen Temperaturen und zu viel Strahlenbelastung sind sie anfällig für Fehler.

Festplatten: Als Servicezeit gelten häufig rund fünf Jahre, auch wenn von den Herstellern bis zum Ausfall oft Werte von 30 bis 100 Jahren Dauerbetrieb genannt werden. Festplatten sind besonders empfindlich auf Hitze und mechanische Erschütterungen, etwa vom Subwoofer.

Manche Digitalrecorder nehmen das Signal so auf, wie es über die Antenne reinkommt; die meisten Geräte wandeln aber vorher.

und Laufzeit entscheiden sowie von anderen Videoquellen aufzeichnen. Die Kehrseite ist, dass Bild und Ton nicht dem Original entsprechen. Selbst wenn

intern mit der gleichen Datenrate gearbeitet wird wie bei der Ausstrahlung leidet die Qualität. Denn die Fehler der ersten Kompression sind ja nicht verschwunden und mit der erneuten Codierung kommen neue dazu. Unter der Wandlung leidet auch der Ton, denn 5.1-Codierung mit Dolby Digital ist nirgends möglich.

3 Aufnahme auf DVD

Der DVD-Recorder hat schon vor längerer Zeit dem VHS-Recorder den Rang abgelaufen und ist heute der Standard für digitale Aufzeichnung. Allerdings einer mit Geburtsfehlern, denn die DVD war ursprünglich nicht für Videoaufnahmen konzipiert. Vielmehr hat sich ein Wildwuchs entwickelt aus diversen Disc-Typen und Aufnahmestandards, die für den Laien kaum noch durchschaubar sind.

Die beschreibbaren Discs wurden nämlich nie richtig standardisiert, es entwickelte sich vielmehr im freien Ringen ein ziemliches Chaos. Zwei einmal beschreibbare Disc-Varianten (-R und +R) sind auf dem Markt, beide ein- oder zweischichtig; dazu kommen drei löschbare Typen (-RW, +RW, RAM), von denen die RW-Varianten auch Doppelschicht-Versionen kennen, die aber nur in PC-Laufwerken eingesetzt werden. Die Aufzeichnung versucht in den meisten Fällen, dem Standard DVD-Video der vorgefertigten Discs so nahe wie möglich zu kommen, damit die Kompa-

tibilität zu den meisten Player gesichert ist. Die -RW hat einen eigenen Software-Standard, der auch auf der RAM verwendet wird, den so genannten VR-Modus. Er wird nicht von allen Playern gelesen, noch weniger Geräte spielen RAM-Discs ab.

Zu den großen Vorteilen der DVD als Aufnahmemedium gehört der günstige Preis der Rohlinge, der schnelle Zugriff auf freien Speicherplatz sowie die gute Bildqualität – zumindest potenziell. Das bringt uns gleich zu den Nachteilen, und da steht ganz vorne die Unmöglichkeit, direkt den Broadcast-Datenstrom aufzuzeichnen. Trotz digitaler Natur brennt jeder DVD-Recorder ein von ihm selbst komprimiertes Signal auf die Discs. Der Grund dafür sind Kleinigkeiten, die man an einem PC leicht von Hand korrigieren kann. Doch der Datenstrom vom Sender würde ein weiteres Problem mit sich bringen: Die Scheiben wären zu schnell voll. Daher sind bei DVD-Recordern Qualitätsstufen möglich, die eigentlich viel zu nied-

rig liegen. Die Geräte produzieren dann nicht nur Artefakte, sondern verringern die Auflösung des Bildes teilweise.

Ein weiterer Minuspunkt: Der Ton wird in der Regel nur in Stereo aufgenommen, 5.1-Sound wie von der gekauften DVD ist nicht drin.

Die DVD als Standard-Aufzeichnungsmedium bietet sich also vor allem dort an, wo man noch analog empfängt. Auch DVD-Recorder mit Digitaltuner entpacken das Bildsignal erst und komprimieren es dann neu. Ferner eignet sich die DVD gut als Langzeit-Archivierungsmedium, da sie stabil und günstig ist.

Für zeitversetztes Fernsehen eignet sie sich weniger, da ist die Kombination mit einer Festplatte im Gerät besser. Dies ist, wenn es nicht ohne Neucodierung bei der Aufnahme geht, die beste Lösung. Dann spielt die begrenzte Kapazität der DVD keine so große Rolle, man kann das Material vorher exakt zurechtschneiden. Die Hoffnung, auf einer selbst aufgenommenen DVD die



DVD-Recorder ohne Festplatte sind heute praktisch unverkäuflich und landen auf dem Müll.

gleiche Qualität wie auf einer professionell gemasterten Scheibe zu erreichen, sollte man schnell aufgeben. Die DVD-Aufnahme bleibt die Kehrseite des Systems.

4 Aufnahme auf Festplatte

Dass sich die Festplatte in Computern durchgesetzt hat, war kein Zufall. Es sind die vielen positiven Eigenschaften, die ihr zum Erfolg verhalfen, etwa die schnelle Zugriffszeit und die beständig wachsende Kapazität bei bezahlbaren Preisen.

Die lineare Videoaufzeichnung auf Festplatte ermöglicht das Konzept des zeitversetzten Fernsehens. Noch während die Aufzeichnung läuft, kann man ohne jegliche Wartezeit in der Sendung vor- oder zurückspulen, man kann sie anhalten und zu jeder beliebigen Stelle springen. Dank großer Kapazität hört dieser Komfort auch nicht nach zwei oder drei Stunden auf, wie das bei DVD-Recordern mit ähnlicher Funktion der Fall ist.

Aus diesem Grund muss man beim Einsatz einer Festplatte nicht mit der Datenrate geizen. Für den Fall, dass die Aufzeichnung im Gerät komprimiert werden muss, kann man also die

höchste Qualitätsstufe nehmen. Besser ist freilich die direkte Aufzeichnung des digitalen Datenstroms vom Sender.

Daher finden sich Festplatten inzwischen recht häufig in digitalen Settop-Boxen, egal ob für DVB-T, für Satellit oder Kabel. Dann kann die Harddisc sogar so eingestellt werden, dass sie immer mitläuft, man also auch dann zurückspulen kann, wenn man das gar nicht vorher geplant hat.

Bild und Ton entsprechen bei direkter Aufnahme der Sendedaten natürlich dem Original, was sonst kein Videorecorder schafft.

Weniger gut eignen sich Festplatten dagegen für die dauerhafte Archivierung. Einfache Wechselplatten gibt



Ein Netzwerkspeicher ist nur eines von vielen Produkten, die auf eine Festplatte aufzeichnen können.

es bisher nur in Japan (iVDR-System), und fest eingebaute sind immer irgendwann voll. Dazu kommt das Ausfallrisiko, das man vom PC her kennt: Wenn die Platte crasht, ist der Inhalt meistens nicht mehr zu retten – oder nur mit viel Aufwand wiederzugewinnen.

Dennoch kommt man mit Festplatten in der Terabyte-Region, wie sie neu-

erdings zu haben sind, in interessante Bereiche: Auf ein 1-TB-Speicher passen rund 100 HDTV-Filme, und das alles im sofortigen Zugriff. Settop-Boxen haben noch etwas weniger Platz, aber Home Server oder Netzwerk-Speicher bieten das schon heute. Leider bekommt man die Filme nicht so einfach auf die Platte, da muss man meistens einen PC als Empfänger einsetzen.

5 Aufnahme auf Festspeicher

Noch nicht so richtig ins Bewusstsein gedrungen ist die rasend schnelle Entwicklung, die Speicherkarten in den letzten Jahren genommen haben. Sie haben längst die Megabyte-Bereiche hinter sich gelassen und werden in Gigabyte gemessen. Eine SD-Card mit der Kapazität einer DVD ist nichts Besonderes mehr, das Fassungsvermögen einer HD-DVD mit 16 GB wird in diesem Frühjahr erreicht und ab Herbst stehen 32 GB bevor, also mehr als auf eine einschichtige Blu-ray-Disc passt.

Noch sind die Karten natürlich zu teuer, um sie als Archivierungsmedium einzusetzen. Aber zum Zwischenspeichern sind sie schon gut geeignet, erst recht zum Transport von einem Medium



zum anderen, etwa vom PC zu einem mobilen Player. Immer mehr TV-Geräte verfügen auch über eigene Speicher-slots oder USB-Anschlüsse, von denen sich Bewegtbilder einspeisen lassen. Allerdings häufig in Formaten, die vorher eine Wandlung verlangen, so dass es in der Praxis etwas zu mühsam ist.

Bereits in der Planung sind auch TV-Geräte, in denen fest eingebaute Speicherchips einen begrenzten Zeitversatz

SD-Karten schaffen bereits 16 GB, also mehr Kapazität als eine HD-DVD. Mit dem V-Mate von Sandisk gibt es auch bereits einen ersten Karten-Videorecorder.

erlauben. Die Domäne der Minispeicher bleibt aber der mobile Einsatz, wo sie mit wenig Stromverbrauch und geringsten Maßen außerordentlich praktisch sind. Außer einem kleinen Videorecorder von



Sandisk bleibt die TV-Aufzeichnung auf Karten allerdings eine Angelegenheit für PC-Nutzer mit guten Kenntnissen von Datenformaten.

6 Aufnahme im Netz

Eine andere Neuerung ist die Möglichkeit, einen weit entfernten Server als Videorecorder im Netz zu programmieren. Diese so genannten Online-TV-Recorder wie zum Beispiel Shift.tv sind allerdings umstritten, weil einige Sender etwas dagegen haben. Sie haben die Befürchtung, dass ihre Inhalte zu Geld gemacht werden.

Andere Sender sehen das dagegen als eine Chance, mehr Zuschauer zu erreichen und ans Programm zu binden.

Das gilt zum Beispiel für das ZDF, das mit Shift.tv einen Kooperationsvertrag geschlossen hat.

Nutzbar sind die Online-Recorder derzeit ausschließlich über PC und schnelle DSL-Leitungen. Trotzdem bleibt die Qualität weit hinter dem zurück, was man zuhause auf dem TV-Schirm sehen möchte. Die Regel ist meistens ein Viertel der VGA-Auflösung, also 320 x 240 Pixel, Besserung ist allerdings nicht ausgeschlossen.

8 Aufnahme mit dem PC

Während sich für die Musikaufnahme der PC durchgesetzt hat, gilt das nicht für Video und TV-Aufzeichnung. Noch sind die Schwierigkeiten zu groß, wenn man kein Experte ist. Denn der Computer bietet mehr Möglichkeiten als jedes andere Gerät, sofern man nicht gerade Programme verarbeiten will, die mit Verschlüsselungssystemen wie NDS Videoguard (z.B. Premiere

bei Kabel BW) codiert sind. Wer einen gewissen Aufwand nicht scheut, kann damit auch hochauflösendes Fernsehen aufzeichnen und auf andere Medien übertragen, ohne dass es zu Verlusten kommt. Oder man spielt diese Aufzeichnungen über einen zentralen Server ab, auf den man vom Wohnzimmer aus zugreift – etwa mit dem Pioneer BDP-LX70A (Test in *audiovision* 12-2007).

Der Sonavis One kann dank Windows-Basis Blu-ray und alle anderen Medien brennen und abspielen.



7 Aufnahme auf HD-DVD oder Blu-ray



Der MacroSystem Enterprise ist aktuell der einzige HDTV-Recorder mit Blu-ray-Aufzeichnung in Deutschland. Die PS3 (links) spielt diese Scheiben sogar ab.

Auf dem besten Weg, die Fehler der DVD zu wiederholen, sind die Macher von HD-DVD und Blu-ray-Disc. Zwar gibt es in Japan Recorder in beiden Systemen, die Sendedaten direkt auf die Scheiben brennen können. In der Regel ist auch eine Harddisc an Bord, damit die Aufnahmen zwischengespeichert werden können. Doch wie die Benutzung solcher Geräte in Europa und USA aussehen könnte, ist noch völlig unklar. Anders als bei DVD sind bei Blu-ray klare Rohling-Standards definiert, damit sie sich nicht als vorgefertigte Discs kostümieren können. Und die Wiedergabe der BD-R- und BD-RE-Scheiben ist noch nicht einmal verpflichtend im Standard. Die gute Nachricht ist allerdings, dass mit der jeweils aktuellsten Software alle Player auf dem deutschen Markt wenigstens BD-R abspielen.

Die ganzen Komplikationen beruhen auf den Vorschriften des AAC-S-Kopierschutzes, denn Hollywood will auf jeden Fall Raubkopien von Filmen in HD-Qualität verhindern (was allerdings schon gescheitert ist). Dabei wäre die Blu-ray mit ihren 25 Gigabyte schon in Einschicht-Version ein Medium, das sich zum Archivieren geradezu anbietet. Selbst Aufnahmen kann man derzeit mit dem MacroSystem Enterprise in HD-Version brennen – allerdings nicht normale Blu-rays abspielen, da das Gerät auf Linux aufbaut, wofür es noch keine freigegebenen Player gibt. Einige Blu-ray-Brenner für den PC sind bereits auf dem Markt, wenn auch zu hohen Preisen.

Ärgerlich ist, dass die Authoring-Programme unsinnigerweise darauf bestehen, das vorhandene Material neu zu codieren.



NEU: HDMI-Schalter. Keiner ist wie dieser.

Der DVS 2002 von ViTeco® ist ein HDMI-Umschalter, der nicht nur zwei digitale Bild- und Tonquellen auswählen kann (2 auf 1) sondern **zugleich** die Möglichkeit schafft, die ausgewählte HDMI-Quelle mal auf das eine, mal auf das andere Endgerät zu schalten (1 auf 2).

- Das kann sonst keiner!
Bestens geeignet für Auflösungen bis 1080p (HDTV), HDCP-kompatibel, Made in Germany und trotzdem nur 248,- EUR inkl. MwSt.

Prospekt kostenlos, Anruf genügt.

ViTeco