

Reinhard Knör

## Wo bleibt die Bildqualität?

## Und wo HDTV?

Die Kaskadierung von Produktionsschritten, die die Qualität beeinträchtigenden, die lautstarke Ankündigung von HDTV durch kommerzielle Anbieter und die rasch zunehmende Verbreitung großer Flachbildschirme in den Wohnzimmern sind Stichworte zu einer großen Frage: Wie sollte und wie kann sich in diesem Umfeld unser digitales, normal auflösendes Fernsehen (SDTV) in seiner Bildqualität präsentieren? Die kurze Antwort ist, dass es besser werden muss, aber kaum mehr kosten darf. Und die technische Frage im Detail lautet: wo bleibt eigentlich im Verlauf der vielen hintereinander geschalteten und sich oft »gegenseitig« nicht ganz zuträglichen Prozesse wie viel der ursprünglichen Bildqualität »auf der (Übertragungs-) Strecke«? Oder anders herum formuliert: Wo und wie ist es am leichtesten (und ggf. am billigsten) einen Qualitätsverlust zu vermeiden?

Das IRT hat sich in enger Zusammenarbeit mit den Rundfunkanstalten intensiv mit diesem Problemkreis befasst und insbesondere folgende Bereiche analysiert:

- Einfluss aller Einzelabschnitte existierender Produktionsketten von der Aufnahme über Anlieferung, Nachbearbeitung, Austausch und Zuführung bis hin zur Ausstrahlung,
- Entwicklung der Bildqualität entlang verketteter Schritte in der Fernsehproduktion,
- Einsatz von kostengünstigen Camcordern aus dem Konsumerbereich für den Video-Journalisten in der Akquisition,
- Austausch von Programmmaterial zwischen den Rundfunkanstalten über Filetransfer,
- Leistungsfähigkeit moderner Flachbildschirme im Vergleich zu Röhren-Fernsehgeräten für die Darstellung beim Zuschauer,
- Optimierung und nutzbares Qualitätspotential in einem SDTV-Produktionsszenario unter Berücksichtigung des Übergangs vom konventionellen 4:3 Bild zum 16:9 Breitbild.

In diesem Bericht soll vor allem auf die Beeinträchtigung der Bildqualität bei der Verkettung individueller Produktionsschritte und auf Empfehlungen zur Verbesserung näher eingegangen werden.

### Spannungsfeld SDTV/HDTV

HDTV ist derzeit (wieder einmal) in aller Munde, zumal es über die DVD und HDV in eindrucksvoller Qualität bereits verfügbar ist. Diesmal soll alles noch ein bisschen größer und noch ein bisschen besser werden. Doch überall lauern Risiken, und man sollte nicht leichtfertig über's Ziel hinausschießen! Auch über HDTV werden letztendlich »nur« Inhalte verbreitet, und das kann auch nur unter ökonomisch machbaren Bedingungen erfolgen.

Bei der ganzen Aufregung wird schnell übersehen, dass das Bereitstellen qualitativ hochwertiger SDTV-Sendungen noch für längere Zeit das Hauptgeschäft der Rundfunkanstalten bleiben wird, wobei dem Übergang zum Breitbildformat 16:9 eine wesentliche Bedeutung zukommt. Sicherlich muss man sich rechtzeitig mit den Fragestellungen und Strategien befassen, die den Übergang auf HDTV und die Koexistenz mit HDTV betreffen, insbesondere bei der Planung größerer Investitionen. Man darf aber nicht unterschätzen, dass eine beträchtliche Übergangszeit vor uns liegt, in der wir schon vor/parallel zu HDTV eine Reihe anderer Innovationen zu berücksichtigen haben. Neben mobilen Empfangs- und Darstellungsgeräten muss auch eine rasch ansteigende Zahl moderner Groß- / Flachbildschirme im 16:9 Bildschirmformat mit SDTV-Diensten im Regelbetrieb beliefert werden.

Mit den großen Displays ändern sich ganz erheblich die Betrachtungsbedingungen und damit die Qualitätsanforderungen. Der angelieferten Bildqualität kommt eine steigende strategische Bedeutung zu, denn keiner kann es sich leisten, schlechter als die Konkurrenz »auszusehen«! Die modernen großformatigen Flachbildschirme wirken wie eine Lupe für jede Art von Artefakten in den angelieferten Bildsignalen. Verursacht durch die Kaskadierung verschiedener Systeme oder Baugruppen, und damit unterschiedlicher Videokompressionssysteme und Sub-Varianten, sind diese Artefakte in den Bildern am Ende derzeitiger Produktionsketten reichlich vorhanden. Die Wahrnehmbarkeitsgrenze der Artefakte war ja ursprünglich für die kleineren Röhren-Fernsehgeräte optimiert worden!

Verschärfend kommt hinzu, dass die Qualitätsreferenz beim Zuschauer durch neue, höherwertige Content-Quellen signifikant ansteigt. Neben Programmen auf DVD sind dies insbesondere aus Digitalkameras stam-

mende Schirmbilder, Videos von DV- und HDV-Camcordern sowie Bilder einer neuen Generation von Spielkonsolen in HD-Qualität. Zusätzlich werden »vorzeitig« angebotene neue HDTV-Fernsehdienste zu dieser Qualitätsoffensive beitragen.

### Beurteilung der Bildqualität in SDTV

Im täglichen FS-Betrieb erfolgt die Beurteilung der Bildqualität üblicherweise im Produktionsstandard auf einem 48 cm Studiomonitor (CRT, Röhrengerät) mit einem Bildschirmformat von 4:3. Für die Abnahme von Produktionen im Breitbildformat sind 16:9 Monitore mit gleicher Bildhöhe empfohlen. Diese Vorgehensweise war den »häuslichen« Sehgewohnheiten angepasst, entsprechend einem Bildröhren-Fernsehgerät von ca. 30 bis 70 cm. Mit der rasch zunehmenden Verbreitung moderner, größerer Flachbildschirme beim Zuschauer ist diese Anordnung nicht mehr ausreichend, d. h. in Zukunft müssen zusätzlich größere Flachbildschirme zur Bildabnahme benutzt werden. Die Displaygröße sollte etwa derjenigen beim Kunden entsprechen, das sind momentan überwiegend 70 bis 90 cm, aber auch schon 107 bis 130 cm Diagonale. Aufgrund von Untersuchungen am IRT wird z. Z. für die Beurteilung der Bildqualität von SDTV Signalen neben einem 48 cm Klasse 1 Studiomonitor ein Plasma-Display (PDP) mit einer Bildschirmgröße von 107 cm empfohlen.

Unter den verschiedenen Techniken für Flachbildschirme stellt derzeit das Plasma-Display wegen seiner besseren Überalles-Eigenschaften die erste Wahl für die Fernseh bildwiedergabe dar. Allerdings benötigt jeder Flachbildschirm eine Skalierung (Umrechnung) des angelieferten SDTV-Bildrasters in ein seiner nativen Auflösung entsprechendes, anderes Raster. Dazu gehört auch ein De-Interlacing, da diese Displays nicht wie herkömmliche Röhrengeräte mit Zeilensprung, sondern progressiv arbeiten. In der Summe ergibt das eine unvermeidliche Verschlechterung der Bildqualität des angelieferten SDTV Programms.

Grundsätzlich ist es schwierig, eine geeignete Bildqualität präzise zu definieren. Seit Einführung der Videokompression sind allgemein gültige Messverfahren nicht mehr verfügbar und Aussagen »konventioneller« Bildqualitäts-Messgeräte problematisch. Als geeignetes Mittel bleibt nur die subjektive Bewertung, die allerdings schwierig und mühsam ist. Zudem ist keine präzise Terminologie für die »Umschreibung« der

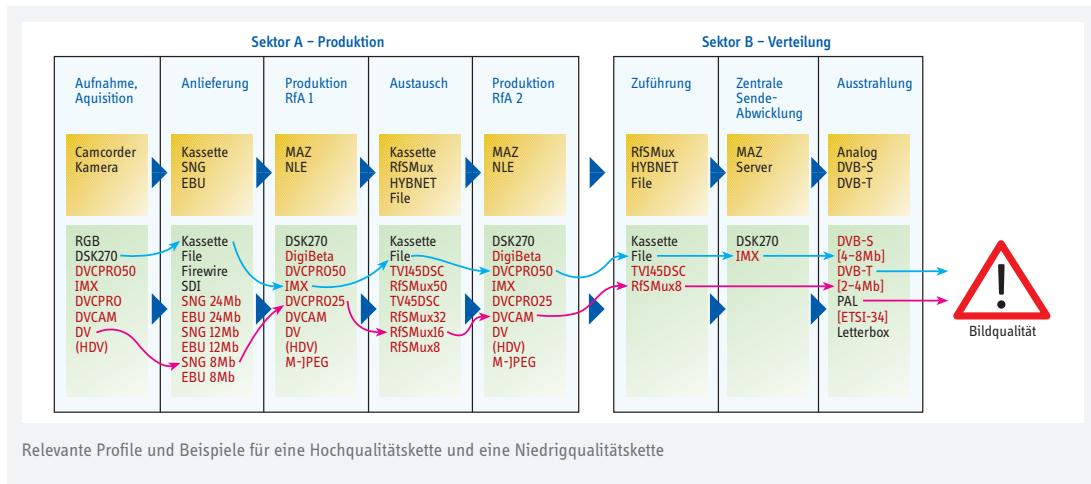
Fehler und ihrer Störwirkung festgelegt, was zu ungenauen Interpretationen führt. Wie z. B. bewertet man die Aussage: »das Bild ist zeitweise verblockt«. Die einzige derzeit zielführende Bildqualitätsbewertung ist also der subjektive Vergleich mit einer Referenzqualität und Zuordnung zu einer von fünf Stufen der Qualitäts-Verschlechterung (nach ITU):

Stufe 5	nicht wahrnehmbar
Stufe 4	wahrnehmbar aber nicht störend
Stufe 3	leicht störend
Stufe 2	störend
Stufe 1	sehr störend

Beispielhaft sei angemerkt, dass für eine beauftragte SDTV Produktion im Allgemeinen die Stufe 5, in Ausnahmefällen mindestens aber die Stufe 4 gefordert wird.

### Kaskadierung und Auswirkungen auf die Bildqualität

Die derzeitige SDTV Produktionsumgebung ist insbesondere durch die ansteigende Nutzung innovativer Programmherstellungstechniken geprägt. Die Option, Gerätschaften und Systeme ohne Videokompression zu verwenden, entfällt in der Regel aus wirtschaftlichen Erwägungen (hohe Datenrate = hohe Kosten). Daher führt die rapide technische Entwicklung meist zur Akzeptanz einer für den einzelnen Produktionsbereich jeweils wirtschaftlich optimalen Lösung. D. h. konkret wird die Datenrate durch die eingesetzte Kompression so weit gesenkt, dass eingespeiste Referenzsignale am Ausgang noch in einer geeigneten Bildqualität erscheinen. Im Prinzip werden Profile festgelegt die eine – unter Beachtung wirtschaftlicher Überlegungen – für einen bestimmten Zweck geeignete Bildqualität zur Verfügung stellen. Diese Vorgehensweise ist zwar für die Betrachtung eines einzelnen Bereichs zielführend, kann aber in einem hybriden Produktions- und Austauschzenario insgesamt zu bedenklichen Verschlechterungen der Bildqualität führen. Denn durch die Kaskadierung resultiert die Summe der individuellen Festlegungen am Ende jeder Produktionskette in einer Bildqualität, die in den meisten Fällen weit unter der eines einzelnen Profils liegt. In jedem Fall ist sie aber zumindest schlechter als diejenige des schwächsten Kettengliedes!



Für den Regelbetrieb in einer konventionellen digitalen Infrastruktur ergibt sich somit die Konsequenz, dass beinahe jeder Produktionsschritt durch neuerliche De- und Rekodierung einen Beitrag zur summarischen Bildqualitätsverschlechterung liefert. Insbesondere können im Umfeld digitaler Fernsehproduktionstechnik Probleme entstehen, wenn verschiedene Datenreduktionssysteme (Kompression) kombiniert werden, z. B. wenn von einer MAZ-Maschine in ein nichtlineares Schnittsystem (NLE) überspielt wird und das Ergebnis auf eine andere MAZ-Maschine oder über eine Überspielleitung ausgespielt wird, die einen Video-Codec enthält. Da es meist keine Übereinstimmung zwischen den beteiligten Kompressionsverfahren gibt, wird das datenreduzierte Signal an jeder Schnittstelle in das Basisband dekodiert, um im nachfolgenden Gerät mit einem anderen Verfahren/einer anderen Variante erneut komprimiert zu werden. Durch diese Kaskadierung summieren sich Artefakte auf und werden dann am Ende einer Produktionskette mit zunehmender Größe des Bildschirms immer deutlicher als Störungen wahrgenommen. Dabei gilt, dass die Kaskadierung unterschiedlicher Kompressionsformate stets zu schlechteren Ergebnissen führt als das Hintereinanderschalten gleicher Kompressionsformate.

### Untersuchung von Produktionsketten

Diese neuen Rahmenbedingungen legen es zwingend nahe, die Produktionsketten möglichst kurz zu halten und Niedrigqualitäts-Profile in den beteiligten Produktionsbereichen zu vermeiden, um so die Qualität auf möglichst hohem Niveau zu halten. Zur Untermauerung dieses Postulats hat das IRT im Rahmen einer PTKO Arbeitsgruppe die Entwicklung der Bildqualität entlang verketteter Schritte in der FS-Produktion bis hin zur Darstellung beim Zuschauer bezüglich eines Optimierungs- und eines nutzbaren Qualitätspotentials untersucht. Speziell im Fokus standen dabei der Einsatz kostengünstiger DV Camcorder aus dem Consumerbereich für den Video-Journalisten, der Austausch von Programmmaterial über Video-Codices oder mit Filetransfer, sowie die unterschiedlichen Ausstrahlungswege für DVB-T/S.

Als Basis diente ein vereinbartes, realitätsnahes Produktionsszenario, unterteilt in zwei, jeweils in funktionale Bereiche gegliederte Sektoren:

- Sektor A - Produktion:  
Akquisition, Anlieferung, Produktion RfA 1, Austausch und Produktion RfA 2
- Sektor B - Verteilung: Zuführung und Ausstrahlung

Für eine Gesamtbewertung wurden typische Produktionsketten (Akquisition - Nachbearbeitung - Austausch - Wiederverwendung) nachgebildet und untersucht. Sie enthielten sowohl SNG-Strecken als auch RfSMux- und HYBNET-TV45DSC-Verbindungen, sowie Sendefenster inklusive der Zuführungen und eine realitätsnah simulierte DVB-T/S Ausstrahlung. Um das ganze Spektrum des Bildqualitätsbereichs in einer realen Produktionsumgebung zu erfassen, wurden relevante Produktionsketten für drei Qualitätsbereiche definiert und nachgebildet: Hoch-, Mittel- und Niedrigqualitätsketten.

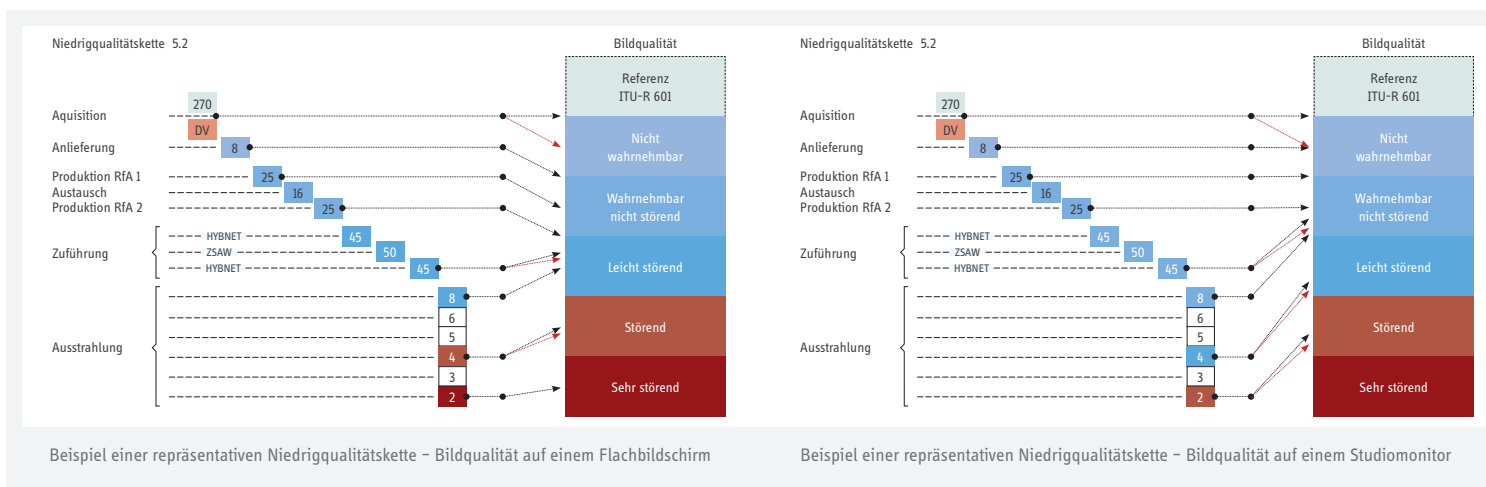
Nach Analyse und Bewertung der resultierenden Bildqualität in einem Expertentest wurden wichtige, repräsentative Produktionsketten und Zwischenschritte selektiert und um den Sektor B (Verteilung) erweitert. In einer zweiten, sehr umfangreichen Expertenbeurteilung konnte dann die resultierende Bildqualität der Gesamtketten mit ihren Zwischenschritten analysiert und einer Bewertung unterzogen werden. Basis für eine Zuordnung der bewerteten Bildqualität ist die oben zitierte international übliche Einordnung in fünf Stufen der Bildqualitätsverschlechterung.

### Bewertung der Bildqualität

Zur Bewertung der Bildqualität wurden das Referenzmaterial und der Ausgang des jeweils zu bewertenden »Testobjekts« (Produktionskette bzw. Zwischenschritt) gleichzeitig auf je einem Studiomonitor (Sony BVM-20F14, CRT, 48 cm, Klasse 1) und einem Flachbildschirm (Panasonic TH-42PHD6, Plasma, 107 cm, 1024 × 768) präsentiert. Somit war ein direkter Vergleich der resultierenden Bildqualität sowohl auf Röhrengeräten als auch auf Flachbildschirmen möglich. Als Referenzgerät wurde ganz bewusst ein Studio-Monitor eingesetzt, um für die Kollegen im Fernsehbetrieb eine einfache Zuordnung der Ergebnisse zu einer altgewohnten Referenz sicherzustellen. Diese Monitore werden als Fernsehkontrollempfänger für die Bildabnahme im täglichen Betrieb eingesetzt.

### Ergebnisse

Nach einer Analyse der zahlreichen Einzelergebnisse aus dem sehr umfangreichen Expertentest erfolgte eine Selektion repräsentativer Bewertungen, um eine aussagekräftige Vermittlung der Resultate sicherzustellen. Anhand ausgewählter Beispiele wurde die Bewertung



der Bildqualität von einzelnen Komponenten und Abschnitten, sowie entlang einer Hoch- und einer Niedrigqualitätskette vermittelt. Diese Aufbereitung veranschaulicht sehr übersichtlich den gesamten relevanten Bereich der Bildqualitätsverschlechterung von »nicht wahrnehmbar« bis »sehr störend«! Zur Darstellung wurde eine grafische Form gewählt, die es auch »Nichteingeweihten« ermöglichen soll, die Ergebnisse relativ einfach zu erfassen und richtig zu interpretieren. Die Bewertungen sind jeweils getrennt für einen Studiomonitor (CRT 48 cm) und einen Flachbildschirm (PDP 107 cm) aufgezeichnet worden. Zusätzlich wurde darauf geachtet, dass für den Spezialfall Video-Journalist eine einfache und eindeutige Zuordnung der Auswirkung des Einsatzes von DV-home in der Akquisition möglich ist. Die Ergebnisse für eine Referenz-Quelle sind denen einer DV-Quelle in derselben Grafik gegenübergestellt. Dadurch ist der Unterschied in der Bildqualität zwischen der Referenz und DV-home entlang einer Produktionskette eindeutig zu erfassen. Die Zahlen in den Funktionsblöcken geben die Datenrate des jeweiligen Kompressionsformats in Mbit/s an, z. B. in der untersten »Zeile« beider Abbildungen als schlechteste Ausstrahlungsvariante 2 Mbit/s, genauer MPEG-2/long GOP.

### Empfehlungen

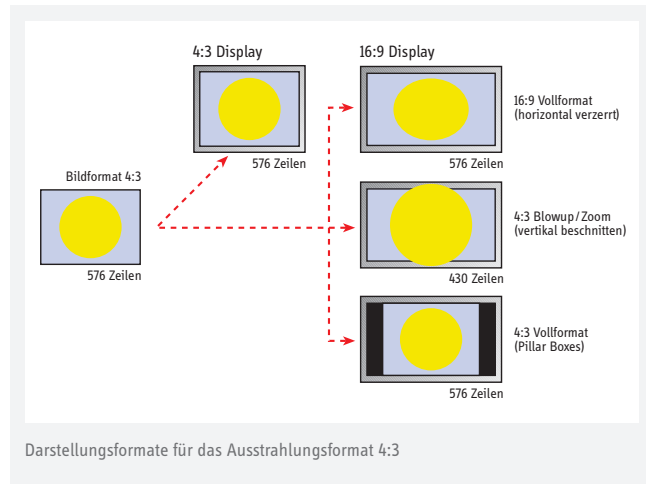
Auf Basis dieser strukturierten Ergebnisse und nach ausführlichen Präsentationen der zugehörigen Bildqualitäten sowie einer abschließenden Diskussionsrunde mit Experten der Rundfunkanstalten konnten Empfehlungen formuliert werden. Sie unterstützen die Rundfunkanstalten bei der Optimierung derzeitiger Produktionsketten im Spannungsfeld SDTV und HDTV. Ziel muss es sein, die festgelegten Qualitätsmarken im Produktionsprozess nicht zu unterschreiten, sondern die Datenrate in jedem Bereich, unter Beachtung wirtschaftlicher Gesichtspunkte, so hoch wie möglich anzusetzen. Die zulässigen Profile in den beteiligten Bereichen sollten bereits mit dem Ziel festgelegt werden, das ungewollte Zustandekommen von »Niedrigqualitätsketten« auch in der Hektik der täglichen Betriebsabläufe zu verhindern.

Positiv zu bewerten ist, dass es im aktuellen SDTV Produktionsszenario grundsätzlich möglich ist, eine für Flachbildschirme geeignete Qualität dem Zuschauer anzuliefern. Das Qualitätsniveau der Produktionsplattformen innerhalb der Rundfunkanstalten ist dafür durchaus geeignet. Auch die hochwertigen Profile im Programmaustausch (TV140DSC, RfS-

Mux 50ULD, TV45DSC) sowie in der Ausstrahlung (DVB-S) entsprechen den Anforderungen und passen sehr gut zur 50 Mbit/s Produktionsumgebung. Mit den hochwertigen Profilen kann eine Bildqualität bereitgestellt werden, die auch auf Flachbildschirmen akzeptabel ist. Im Vergleich zur Referenz ist eine geringe Verschlechterung »wahrnehmbar aber nicht störend« zu erreichen.

Die Schwachstellen liegen in den niedrigen Profilen der Bereiche Anlieferung, Austausch und Ausstrahlung. Hier muss die Erschließung von zusätzlichem Qualitätspotential ansetzen. Von besonderer Bedeutung ist, dass bei den heute verfügbaren Datenraten für die Ausstrahlung eine Kaskadierung unzureichender Kompressionsvarianten und Datenraten (Niedrigqualitätskomponenten) in der Produktion unbedingt vermieden werden muss. Denn diese Ketten führen beim Zuschauer zu katastrophalen Ergebnissen (erheblich störende Artefakte) auf modernen Flachbildschirmen.

Für heutige konventionelle Fernsehgeräte (CRT >48 cm) ist mindestens eine mittlere Datenrate von 3 Mbit/s zur Ausstrahlung erforderlich. Nur dann können schlechte bis sehr schlechte Ergebnisse beim Zuschauer vermieden werden, wenn viele Programme mit kritischem Bildmaterial gleichzeitig im statistischen Multiplex auftreten. Für moderne Flachbildschirme (z. B. PDP mit 107 cm) ist dazu mindestens eine mittlere Datenrate von 4 Mbit/s zur Ausstrahlung erforderlich. Zukünftige Festlegungen (bezogen auf die derzeitigen MPEG-2 Kodierungen) sollten Datenraten von deutlich über 4 Mbit/s für die Ausstrahlung berücksichtigen. Nur dadurch kann sichergestellt werden, dass eine akzeptable Bildqualität für moderne Flachbildschirme, die vom Zuschauer nicht als »störend« beurteilt wird, zur Verfügung gestellt werden kann. DVB-T in seiner derzeitigen Konfiguration ist ein typisches Beispiel dafür, wie man durch zu niedrige Datenraten bei der Ausstrahlung (zugunsten höherer Kanalzahl) auf Qualität verzichtet. (Es ist so für Flachbildschirme nahezu indiskutabel, und wohl auch nicht primär für solche gedacht?) »



Im Bereich Anlieferung sollten für Satellite News Gathering (SNG) Datenraten von 8 Mbit/s ausschließlich für die news-contribution genutzt werden, da hier keine weitere komplexe Bearbeitung auftritt. Generell sind Komponenten mit niedrigen Datenraten am Anfang von Produktionsketten besonders kritisch, da sie die Reserve für eine weitere Bearbeitung entlang einer Produktionskette erheblich reduzieren.

In der Produktion und für den Programmaustausch zwischen den Rundfunkanstalten sollten möglichst hochwertige Profile der eingesetzten Video-Codex (RfSMux 50ULD, TV45DSC) verwendet werden, die nur einen marginalen Einfluss auf die Qualität von Produktionsketten haben. Die 8 Mbit/s Varianten (8ND und 8ULD) dürfen hier in keinem Fall zum Einsatz kommen. Grundsätzlich bietet der Filetransfer die bestmögliche Variante für Zulieferung und Austausch von Programmmaterial sowie für die Überspielung zum Sendezentrum. Er sollte daher konsequenterweise für den Regelbetrieb verstärkt genutzt werden, denn dadurch entfällt zumindest ein zusätzlicher Kaskadierungsschritt.

In der Produktion ist der Einsatz von analogen PAL-Verbindungen generell zu vermeiden. Der Einsatz von Komponenten mit der M-JPEG Kompression ist äußerst kritisch zu bewerten, da sie den Nachteil einer geringen Kaskadierfähigkeit mit den neueren Kompressionsverfahren aufweisen. Zudem muss beachtet werden, dass das Produkt einer solchen Misch-Kaskadierung als Archivmaterial denkbar ungeeignet und somit seine Wiederverwendung äußerst problematisch ist. Man hat dann am falschen Ende gespart, denn Wiederverwendbarkeit zahlt sich aus!

### Einsatz von Consumer Camcordern in der Akquisition

Die Ergebnisse zeigen deutlich, dass bei Einhaltung der empfohlenen Rahmenbedingungen im Produktionsprozess geeignete DV-Consumer-Geräte, zumindest in bestimmten Akquisitionsbereichen, durchaus ökonomisch genutzt werden können. Unter der Voraussetzung, dass die nachfolgenden Produktionsketten entsprechend ausgelegt sind, ist DV-home in der Akquisition für Video-Journalisten grundsätzlich geeignet und akzeptabel. Allerdings sollte beim Einsatz von DV-Komponenten aus dem Consumer-Bereich darauf geachtet werden, dass der Kamereteil inklusive der Optik ein bestimmtes Qualitätsniveau nicht unterschreitet. Aufgrund der höheren Qualität von Objektiv, Mechanik,

elektrischer Signalverarbeitung sowie ergonomischer Vorteile sind einheitliche Gerätschaften professioneller Hersteller für den Einsatz in der Akquisition zu bevorzugen. High-end 3-Chip-Consumer-DV-Kameras mit Qualitätsobjektiven können bei adäquaten Lichtverhältnissen und moderaten Zoom-Einstellungen eine akzeptable Bildqualität sicherstellen. Für einfache Schnittbearbeitung ist es von Vorteil, solange wie möglich in der DV-home Ebene zu bleiben, da für diesen Einsatzbereich üblicherweise keine Effektbearbeitung, z. B. Chroma-Key, notwendig ist. Vor komplexeren Nachbearbeitungen sollte das DV-home Akquisitionsmaterial möglichst auf eine 50 Mbit/s-4:2:2 Plattform übertragen werden, die entsprechend größere Qualitätsreserven bereitstellt.

Erste Tests haben gezeigt, dass für Video-Journalisten in der Akquisition das neue Consumer-Camcorder-Format HDV (immer im 16:9 Bildformat) auch nach einer Down-Konvertierung zu SDTV noch eine gegenüber DV-home verbesserte Bildqualität liefern kann. Insgesamt ist die Bildqualität von DV-home und HDV Quellen auch noch nach Durchlaufen entsprechend ausgestatteter Produktionsketten, z. B. 50 Mbit/s Plattform, ausreichend.

### Ausblick

Mit zunehmender Verbreitung moderner Flachbildschirme im 16:9 Bildschirmformat beim Zuschauer wird sich auch die Programmproduktion von 4:3 nach 16:9 entwickeln müssen. HDTV ist immer im Bildformat 16:9, d. h. mit neuen HDTV Services werden ausschließlich 16:9 Bilder gesendet. Zusätzlich wird durch weitere verfügbare 16:9 Quellen, z. B. HD-DVD und HDV Camcorder, die Akzeptanz und damit die Alltäglichkeit von 16:9 beschleunigt. Die SDTV-Angebote werden an diesen neuen Referenzen in der Hand des Zuschauers gemessen werden, wobei das Bildformat als Teil der Bildqualität wahrgenommen wird. Auf 16:9 Flachbildschirmen werden angelieferte 4:3 Programme entweder horizontal verzerrt, vertikal beschnitten oder mit den unschönen schwarzen Seitenbalken dargestellt. Zudem hat der Zuschauer in manchen Fällen überhaupt keine oder sogar beliebig viele Einflussmöglichkeiten auf die Darstellung der 4:3 Programme.

## Darstellungsformate für das Ausstrahlungsformat 4:3

Die Erkenntnisse aus den Untersuchungen mit SDTV Produktionsketten haben auch ihre Relevanz für die zukünftige Produktion mit der HDTV Technik. Bereits jetzt, an der Schwelle zum Übergang nach HDTV, ist offensichtlich, dass diese Technik sehr viel komplexer und kritischer wird als SDTV. Während in SDTV (fast) ausschließlich der 576i/25 (625/50) Produktionsstandard relevant ist, wird mit HDTV eine Fülle unterschiedlicher Varianten verfügbar. Eine Reihe von Parametern wird insbesondere bei der Kaskadierung von Produktionsschritten auch eine Auswirkung auf die Bildqualität haben:

<b>Abtastraster</b>	1280 × 720, 1920 × 1080, etc. [horizontale Abtastwerte × aktive Zeilen]
<b>Abtastung</b>	p = progressiv, i = interlaced, psf = progressively segmented frames
<b>Vollbildrate</b>	24, 25, 50, etc.
<b>Pegelraum</b>	YCRCB, RGB, YCRCBA, RGBA
<b>Abtasthierarchie</b>	4:2:2, 4:4:4, 4:2:2:4, 4:4:4:4
<b>Auflösung</b>	8 Bit, 10 Bit, und mehr
<b>Pegelbereich</b>	begrenzter Wertebereich, z. B. bei Schnittstellen (Y von 16 bis 235)
<b>Pegelbereich</b>	voller Wertebereich, z. B. bei Grafiksystemen (G,B,R von 0 bis 255)
<b>Pull down</b>	3:2, 2:3, etc. (Vollbildraten-Konversion)

Auch in der HDTV Produktionstechnik sind bereits eine Vielzahl unterschiedlicher Kompressionsverfahren und -varianten implementiert. Fast alle Aufzeichnungs- und Bearbeitungsgeräte verwenden eine Videokompression, und jedes Kompressionssystem hat andere Parameter. Auch in der HDTV Produktion besteht ein typischer Workflow aus mehreren Abschnitten. Daher kann man bereits jetzt absehen, dass HDTV kritischer wird als SDTV. Ein gleichzeitiger Umgang mit mehreren Standards in der Produktion zeichnet sich ab. Es gibt bereits jetzt mehr HDTV Kompressionsverfahren und Varianten (long-GOP) als bei SDTV z. Z. Anwendung finden. Daher sollten schon im Vorfeld entsprechende betriebliche Auswahlkriterien, Anwendungsregeln und Profile festgelegt werden, z. B. »Best Practices für die HDTV Produktion«. Die Möglichkeiten, eine gute HDTV Ausgangs-Bildqualität nachhaltig zu verschlimmbessern, sind noch mannigfaltiger als in SDTV je erträumt!

Folgende Bereiche sind bereits als potenzielle Verursacher von Qualitätsverlusten erkannt:

### Wechsel des Kompressionsformats

- **zwischen Formaten für die Post-Produktion**  
weniger kritisch als bei SDTV
- **zwischen Consumer (häuslichen) Formaten**  
kritisch, da meistens geringere Bitrate verfügbar als mit neueren SDTV Formaten

### Wechsel des Abtastrasters

- **Pixel pro Zeile**  
leicht kritisch, aber Verluste (»ringing«)
- **Progressiv nach Interlace oder psf**  
leicht kritisch
- **Interlace nach Progressiv**  
sehr kritisch
- **psf nach Progressive (Frame Wiederholung)**  
unkritisch, wenn Informationen über Herkunft genutzt werden
- **Zeilen pro Frame, aufwärts**  
kritisch
- **Zeilen pro Frame, abwärts**  
leicht kritisch

### Fazit

Die beiden in der Überschrift aufgeworfenen, kurzen Fragen »Wo bleibt die Bildqualität? Und wo HDTV?« könnte man abschließend fast ebenso kurz beantworten:

Nur ganz wenig Bildqualität bleibt auf der Strecke, wenn man alles so macht, wie man inzwischen weiß, dass man es machen sollte, und HDTV kommt, ob man will oder nicht, und es bringt auch noch ein paar Probleme mehr. Doch jetzt schon alles so zu machen, wie man inzwischen weiß, dass man es machen sollte, wäre nicht die schlechteste Vorbereitung hierauf!