

## Thema: Surround im Rundfunk

Der Rundfunk steht dieses Jahr an der Schwelle zur Mehrkanalübertragung. Es gibt bereits viele Planungen und Versuche, die auf eine baldige Realität hinweisen. Ich möchte einen Einblick in die Möglichkeiten und Überlegungen dazu geben, aber mich zuerst den Voraussetzungen zuwenden, ohne die Surround keinen Sinn machte.

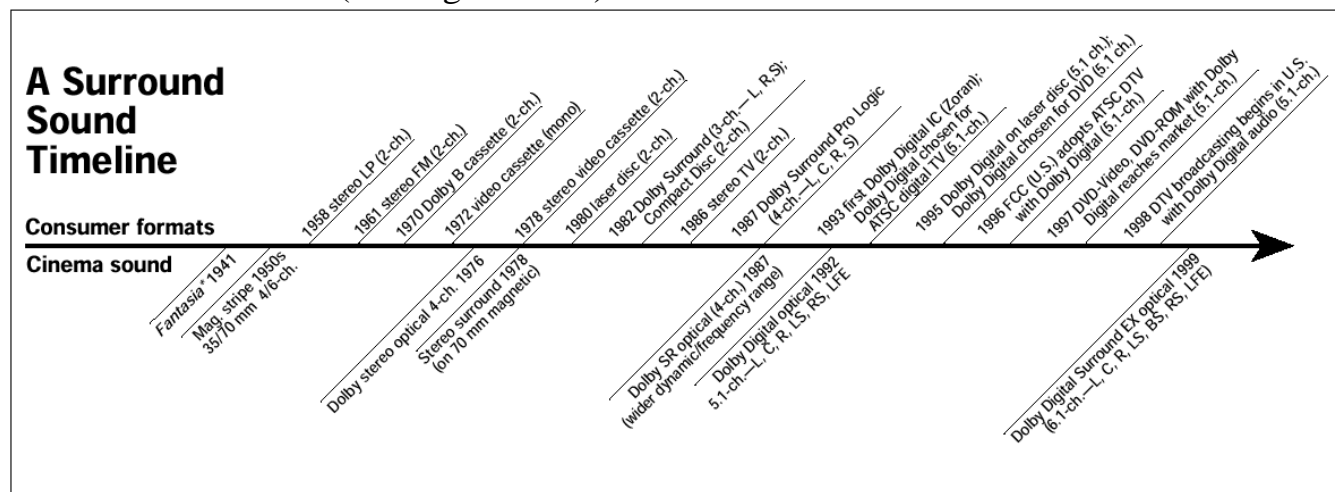
### Was ist Surround?

Wir verstehen heute unter „Surround“ eine mehrkanalige Wiedergabe mit mindestens einem Lautsprecher hinter dem Hörer. Aber auch wenn die Bezeichnung relativ neu ist, ist die Idee dahinter fast so alt, wie die Schallübertragung und -speicherung. Schon von Anbeginn versuchte man die räumliche Abbildung der Schallquelle mittels mehrerer Lautsprecher adäquat wiederzugeben.

Seit 1950er Jahren wurden vor allem für's Kino mehrkanalige Formate unter dem Namen „Stereo“ erprobt.<sup>1</sup> Ende der Fünfziger wurde dann die nur 2-kanalige Stereo-Schallplatte (es konnten unter vernünftigem Aufwand nur zwei Kanäle in die Rille gepresst werden) und Stereo-UKW Rundfunk eingeführt. Die räumliche Abbildung war ein enormer Fortschritt gegenüber Mono, blieb aber zweidimensional zwischen den beiden Lautsprechern gefesselt.

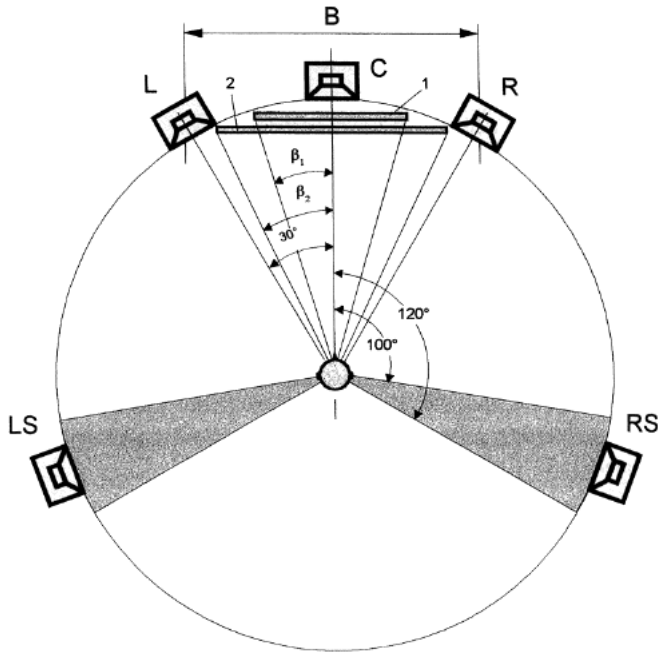
Als der Kunstkopf eine realistische Raumabbildung ermöglichte, allerdings nur für Kopfhörerwiedergabe, experimentierte der Rundfunk auch damit. Der RIAS in Berlin hatte eine wöchentliche Sendung in der auch Hörspiele und O-Töne wiedergegeben wurden, und in der Philharmonie schwebte ein Kunstkopf hinter dem Dirigenten, allerdings aus ästhetischen Gründen in einem grauen Gaze-Würfel versteckt.

Die 4-kanalige Quadro-Ära (Mitte der 70er) ging am Rundfunk spurlos vorbei, allerdings bediente sich die neue Musik bei Live-Auftritten schon seit langem in vielen Varianten mehrkanaliger Wiedergabe (dabei fast immer mit einem Rear-Center Lautsprecher). Eine mehrkanalige Übertragung wurde erst realistisch, nachdem das Heimkino-Format 5.1 standardisiert war (Anfang der 90er).



### Surround Setup

Der standardisierte Surround-Aufbau besteht aus drei Frontlautsprechern (**Left**, **Center**, **Right**), zwei Surroundlautsprechern (**Left-Surround** und **Right-Surround**) sowie einem (optionalen) **Low Frequency Effect** Lautsprecher. Letzterer dient zur Übertragung von tieffrequenten Effekten bis 120 Hz. und sollte auch nur für verzichtbare Effekte ver-



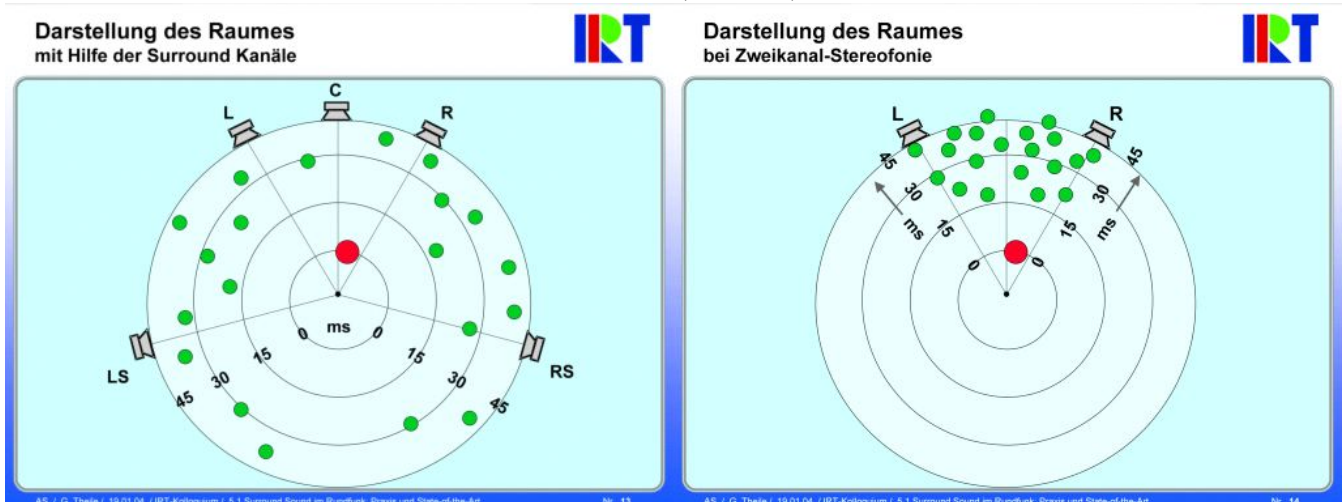
wendet werden. Die Lautsprecher befinden sich idealerweise auf einem Kreis, der Winkel zwischen den Frontlautsprechern sollte jeweils  $30^\circ$  betragen, zu den Surround dann  $100^\circ - 120^\circ$ .

Können die Lautsprecher nicht im richtigen Abstand plaziert werden, wird dies durch eine Verzögerung ausgeglichen. So ist auch bei unsymmetrischen Räumen eine befriedigende Wiedergabe möglich. Eine seitliche Position ( $90^\circ$ ) der Surround-LS ist zur Not auch akzeptabel.

Zwei große Vorteile in der Wiedergabe ergeben sich aus dem Centerkanal: dadurch wird die Basis auf zwei kürzeren Strecken mit Phantomquellen abgedeckt (kommt der Ortung zu Gute), und außerdem werden die

mittleren Schallquellen (z.B. Solisten) nur von einem Lautsprecher abgestrahlt (was klangliche Vorteile hat).<sup>2</sup> Mittels Hörversuchen ist außerdem erwiesen, daß die Hörzone mit einer dreikanaligen Frontaufstellung größer ist - die Ortung rutscht nicht so schnell zur Seite weg wie bei Stereo.

Ein weiterer Vorteil für die Wiedergabe entsteht durch die räumliche Verteilung der Schallanteile auch seitlich oder hinter dem Hörer. Dadurch können z.B. wesentlich besser differenziert werden und fallen nicht auf eine (Vorne-) Ebene zusammen.



### 5.1 Tonträger

Voraussetzung für eine Übertragung von Mehrkanalton, ist die Verfügbarkeit entsprechende Tonträger. Dabei ist als erstes die DVD zu nennen, die bereits im Videobereich weit verbreitet ist, und mit ihren vielen Audio-Optionen bestens für Surround geeignet ist. Die DVD ist dabei nur der Datenträger, der das Video- und Audiomaterial in speziellen Ordnern beinhaltet:

Name	Size
VIDEO_TS	187,518 KB
VTS_01_0.IFO	12 KB
VTS_01_0.VOB	12 KB
VTS_01_1.VOB	476 KB
VIDEO_TS.BUP	26 KB
VIDEO_TS.IFO	26 KB
VIDEO_TS.VOB	187,518 KB
AT5_01_0.BUP	4 KB
AT5_01_0.IFO	4 KB
AT5_01_1.AOB	1,048,544 KB
AT5_01_2.AOB	1,048,544 KB
AT5_01_3.AOB	1,048,544 KB
AT5_01_4.AOB	1,048,544 KB
AT5_01_5.AOB	158,668 KB
AUDIO_PP.IFO	128 KB
AUDIO_SV.BUP	4 KB
AUDIO_SV.IFO	4 KB
AUDIO_SV.VOB	3,960 KB
AUDIO_TS.BUP	16 KB
AUDIO_TS.IFO	16 KB
AUDIO_TS.VOB	6,830 KB
DVDAUDIO.BUP	3,072 KB
DVDAUDIO.MKB	3,072 KB

Der Ordner AUDIO\_TS beinhaltet die Audio Objekte (AOB) sowie Inhaltsangaben (IFO), Menüstrukturen (als Video Objekte - VOB) und deren Backupdateien. Im Ordner VIDEO\_TS liegt analog dazu ein oder mehrere VOB's, die den Film mit verschachtelten Audio beinhalten. In dem Beispiel oben handelt es sich um eine DVD-Audio, wie un schwer an der Größe der entsprechenden Dateien zu sehen ist. (Die Dateien können max. 1 GByte groß sein, müssen darüber entsprechend aufgeteilt werden.)

Die Tonformate der DVD können lineares PCM, im datenreduzierten Dolby AC3 oder dts kodiert, und im Videostrom (MPEG 2) verschachtelt sein. Da die maximale Datenrate mit 9,8 Mbit/s begrenzt ist und wegen der hohen Zugriffszeit (weit im ms Bereich), ist diese Verschachtelung notwendig um eine kontinuierliche Wiedergabe zu erreichen. Auch kann nur eine Datei gleichzeitig gelesen werden, so daß z.B. bei einer DVD-Audio ein ev. vorhandener Film nicht parallel zum hochauflösenden Ton wiedergegeben werden.

Das (datenreduzierte) Tonformat dts ist auch als digitaler Bitstream mit 1,44 Mbit/s auf einer CD unterzubringen. Dieses Signal kann dann zwar nicht direkt abgehört werden, über den Digitalausgang des CD-Spielers und einen separaten dts-Dekoder erhält man ein einwandfreies 5.1 Surround-Signal. Inzwischen sind einige dieser dts-CD's in Handel.

Als "Nachfolger der CD" ist außerdem die SACD (Super-Audio-CD) in Europa und Japan recht weit verbreitet. Auf ihr sind die 6 Kanäle im DSD Format (Direct Stream Digital: 1 bit Differenzkodierung) untergebracht. Qualitativ ist diese Kodierung vergleichbar mit 24bit/96kHz PCM, Unterschiede zum Original sind nicht mehr wahrnehmbar.<sup>3</sup> Die SACD ist kein Computer lesbares Format (obwohl gleiche Größe und Dicke wie die DVD) und auch nicht über den Digitalausgang des Spielers zu kopieren, so daß sie von der Audioindustrie bevorzugt wird.

Bei Rundfunk Eigenproduktion wird außerdem noch Tascam Hi-8 und MX 24/24 Mehrspur eingesetzt (prinzipiell ist jedes 8-Spur Format geeignet). Ein einheitliches Archivmedium ist noch nicht in Sicht, wird aber wahrscheinlich als Hi-8 oder digitale Datei im Audio-Massenspeicher (AMS) abgelegt werden.

## Mastering, Spurverteilung

Die Spurverteilung ist inzwischen festgelegt (s.u.), Kanäle 7 / 8 werden meist für eine separate Stereo-Mischung verwendet, um nicht von der automatischen Downmix Option abhängig zu sein (Center und Surround werden dann mit -3dB auf L / R verteilt). Diese sollte trotzdem beim Mastering explizit vermerkt werden, ebenso wie alle weiteren Format- und Bearbeitungsangaben (entsprechende Vorlagen können z.B. bei Dolby heruntergeladen werden).<sup>4</sup>

Channel	L	R	C	LFE	LS	RS	Lt	Rt
Track	1	2	3	4	5	6	7	8

Die Pegel werden bezogen auf den Meßpegel („Alignment Level“), dieser beträgt nach IRT -18 dB<sub>FS</sub> - errechnet aus einem Meßpegel von -9 dB bezogen auf einen Headroom von 9 dB<sub>FS</sub>. Dolby schreibt in seinen Mastering Informationen -20 dB<sub>FS</sub> vor (entspricht +4dB<sub>U</sub>); nun ist der Unterschied nicht allzugroß, sollte aber natürlich auf dem Masteringsheet ebenfalls vermerkt werden. Pegeltöne am Anfang des Bandes erleichtern die nachträgliche Überprüfung:

*A 30-second, 1-kHz alignment signal at -20 dB<sub>FS</sub>, and a 30-second, 100 Hz alignment signal also at -20 dB<sub>FS</sub> should appear on all channels at the beginning of the source*

delivery master prior to program start. Two minutes of wideband pink noise, also at  $-20 \text{ dB}_{FS}$  (see Section 4.1.2) should be included on all channels to allow for the reference listening level alignment. The finished master should contain at least 30 seconds of digital black after the alignment signals and before each subsequent program. If appropriate, each title should begin with at least two seconds of encoded digital black.<sup>5</sup>

## Datenreduktion

Im Nachfolgenden seien kurz die Datenreduktionsverfahren beschrieben, die auf DVD bzw. für eine Surround-Übertragung in Frage kommen.

### MLP

Die verlustfreie Reduktion der Audiodaten - **Meridian Lossless Packaging** bedient sich mehrerer Methoden, um den Datenstrom auf etwa 60% zu reduzieren. (siehe VL Datenreduktion<sup>6</sup>) Wird die DVD Audio für mehrkanaliges HD-Audio verwendet, muß das PCM-Signal sogar mit dem verlustfreien MLP komprimiert werden, um nicht über die maximale Datenrate zu kommen (z.B. 5.1 mit 24bit/96 kHz = 13,18 Mbit/s). Dadurch kann auch eine ausreichende Spieldauer erreicht werden:

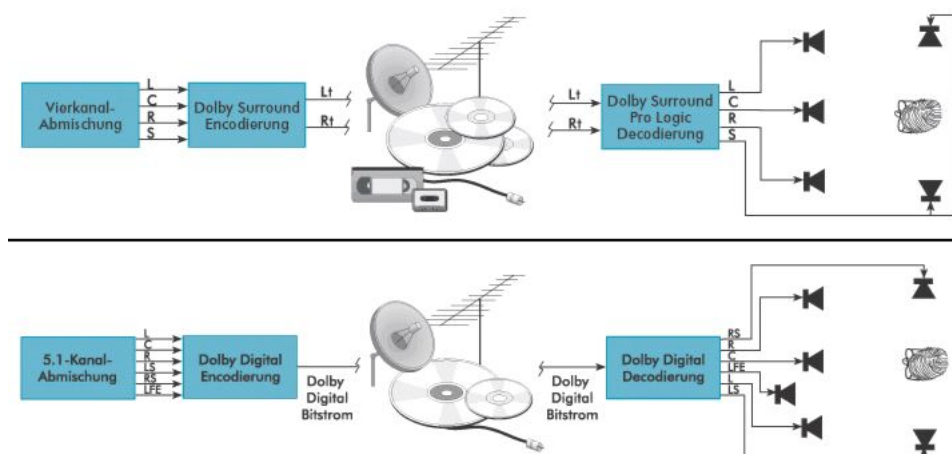
Sampling Depth	Sampling Rate	No. of Channels	Time w/o MLP	Time w/ MLP
24-Bit	96 kHz	5.1	N/A *	100 Minutes
24-Bit	96 kHz	6	N/A *	86 Minutes
24-Bit	96 kHz	2	150 Minutes	240 Minutes
24-Bit	192 kHz	2	75 Minutes	120 Minutes
16-Bit	44.1 kHz	2	420 Minutes	720 Minutes
16-Bit	44.1 kHz	1	840 Minutes	1500 Minutes

### AAC Mehrkanal, Windows Media 9

Ab MPEG 2 Standard ist Mehrkanal möglich, also bei „mp3“ (MPEG 1, Layer 3) noch nicht. Der Nachfolger von mp3, AAC kann ebenso wie Windows Media 9 mehrkanaligen Ton übertragen. Da beide sehr effektiv komprimieren (AAC mit 160 kbit/s entspricht etwa Dolby-AC3 mit 384 kbit/s), sind sie ideal fürs Internet, wo z.Zt. noch die geringste Bandbreite für die Übertragung zur Verfügung steht. Auf DVD können diese Formate nur im Computer (DVD-ROM) gelesen werden.

### Dolby digital:

Bestandteil des DVD-Video Formats ist die psychoakustische Kodierung AC3, ein Teil der „Dolby Digital“ Spezifikation. Es sollte auf keinen Fall mit „Dolby Surround“ (mit „Pro Logic“ Dekodierung) verwechselt werden, einem matrizierten 4-Kanal Format mit nur einem rückwärtigem Kanal mit eingeschränktem Frequenzgang (von 100 - 7000 Hz).



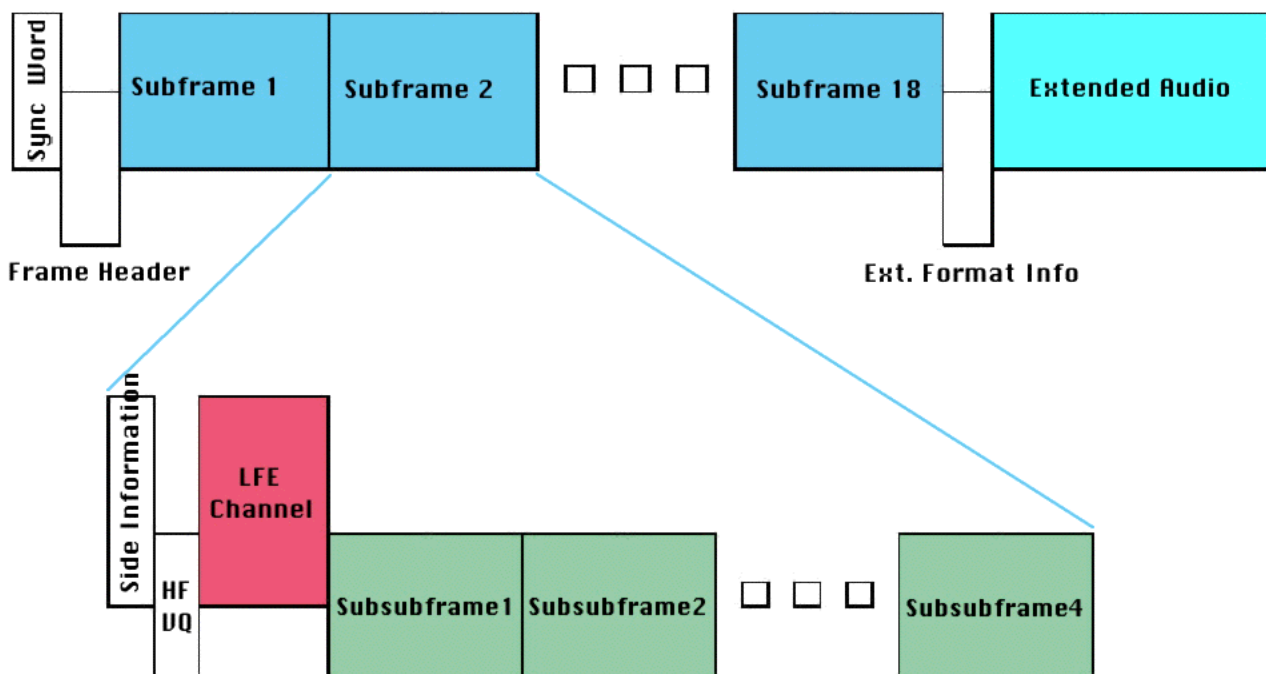


Bei Dolby AC3 sind Datenraten bis 640 kbit/s und in Mono bis 5.1 Surround möglich. Für TV-Sendungen wird 384 kbit/s verwendet, bei der DVD 448 kbit/s, jeweils für den gesamten Datenstrom. Natürlich kann man keine „CD-Qualität“ erwarten, die Unterschiede sind jedoch nicht mehr sehr groß, und für Video Zwecke ausreichend. Der LFE wird bei 120 Hz beschnitten und nur mit 8-bit Qualität kodiert, er ist auf +10dB SPL ausgelegt.

Im Dolby-Digital Datenstrom sind noch weitere Informationen kodiert, um z.B. eine Anpassung der Lautstärke zu erreichen („uniform loudness level“ und „dynamic range control“ - DRC). Zur Synchronisierung ist auch ein TimeCode Stamp möglich.

### DTS (Digital Theater System)

Das dts System konkurriert direkt mit Dolby AC3, dabei liegt der Schwerpunkt aber auf höherer Qualität. Die Datenraten fangen bei 384 kbit/s an und gehen bis 3,8 Mbit/s, praktisch genutzt wird allerdings meist eine Datenrate von 768 kbit/s oder 1,536 Mbit/s. Das dts-System ist modular aufgebaut, es gibt einen „dts Core Audio Stream“ in dem alle Daten bis 24bit/48 kHz und 5.1 Kanäle untergebracht werden können.



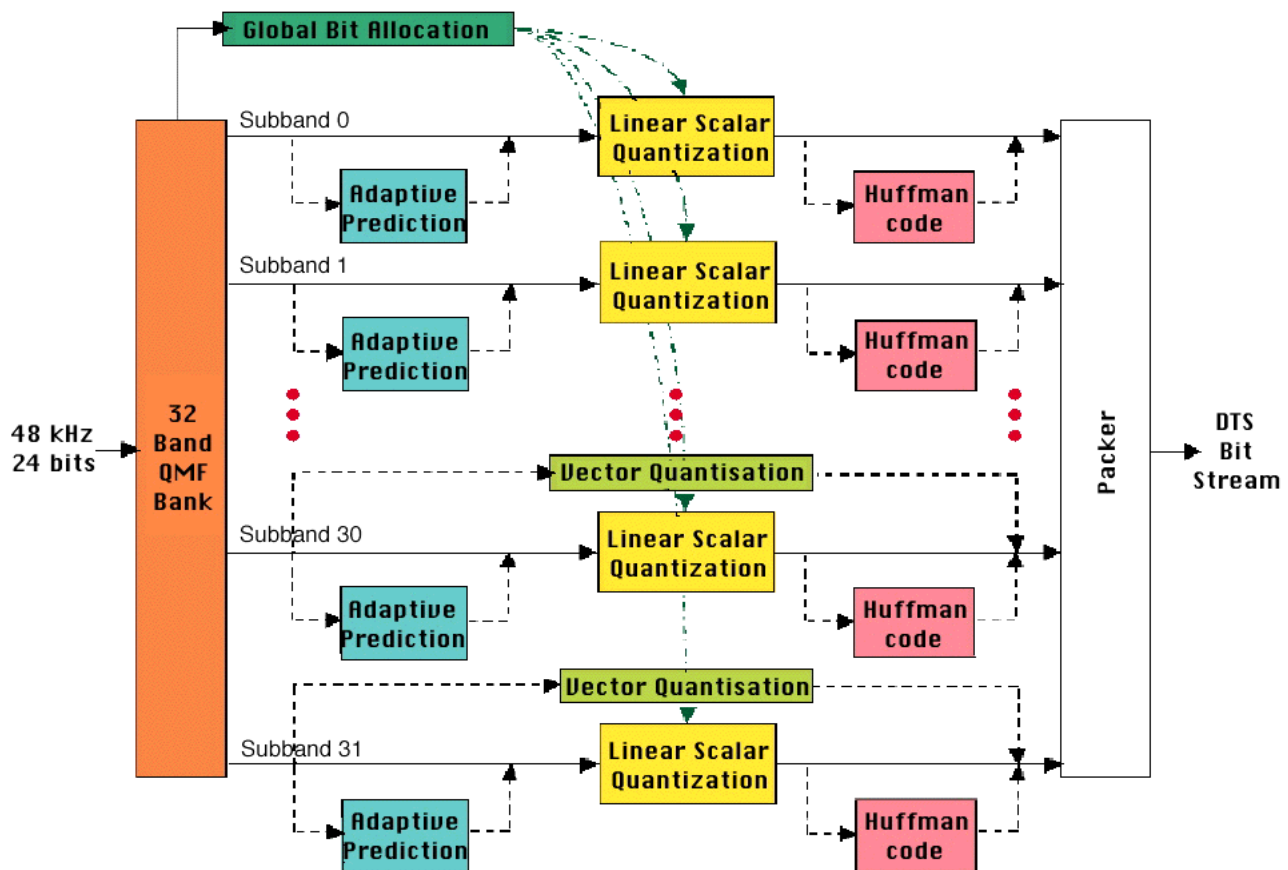
An diesen Stream können als „Extended Audio“ zusätzliche Daten angehängt werden, z.B. „DTS XCh Stream“ für die Stereokanäle bis 24bit/48kHz oder „DTS X96k Stream“ für eine höhere Abtastfrequenz. Bei letzterem werden im Extended Stream nur die zusätzlichen Daten übertragen, um so eine Abwärtskompatibilität zu erreichen.

Die dts-Logos spiegeln die jeweilige Variante wieder, wobei „neo 6“ ein matriziertes Verfahren ist und „dts ES“ 6.1 Kanäle (abwärtskompatibel zu 5.1) ermöglicht.<sup>7</sup>



Stellvertretend auch für Dolby AC3 möchte ich kurz auf die Psychoakustische Kodierung eingehen. Sie ist relativ konventionell mit 32 Subband Filtern zur Aufteilung des Frequenzbands. Jedes Band wird dann als Differenz zu einer adaptiven Vorschau (adaptive prediction process) als Fließkommazahl kodiert, bei den oberen Subbändern werden

zusätzlich die Vorschau Parameter vektorkodiert (VQ - VectorQuantizing). Es folgt eine Huffman Kodierung und das Packen in den endgültigen Datenstrom. Da dieser Datenstrom PCM-kompatibel ist, kann er auch auf CD gebrannt werden.



Die ganze „Intelligenz“ der Kodierung steckt in dem qualitätsbestimmenden „prediction process“, mit 768 kbit/s für 5.1 Kanäle erreicht man schon eine CD-nahe Qualität.

### SDDS (Sony Dynamical Digital Sound)

Bei meinen Recherchen fand ich auch das Sony Dynamical Digital Sound -System, das nur für Kinofilme verwendet wird, aber wegen der Parallelen zu Dolby und dts interessant ist. Dieses 8-Kanal Verfahren (incl. einem LeftCenter und RightCenter) basiert auf Sonys ATRAC Kodierung (bekannt von der MiniDisc) und zeichnet sich vor allem durch eine hohe Ausfallsicherheit aus.

<i>Auf dem Film aufgezeichnete digitale Audiosignale</i>	
<b>P-Spur:</b>	<b>S-Spur:</b>
C (Mitte)	R (rechts)
L (links)	RC (Mitte rechts)
LC (Mitte links)	SR (Surround rechts)
SL (Surround links)	SW (Subwoofer)
<i>Zum Schutz aufgezeichnete zusätzliche digitale Audiosignale</i>	
<b>P-Spur</b>	<b>S-Spur</b>
Rmix (gemischtes R-, RC- und SR-Signal)	Lmix (gemischtes L-, LC- und SL-Signal)
SW' (komprimiertes SW-Signal)	C' (komprimiertes C-Signal)

## Realisierungsmöglichkeiten im Rundfunk

Nachdem den Surround-Tonträgern mit ihren Datenformaten muß der Blick auf die vorhandenen Übertragungskanäle fallen, die dafür geeignet wären:

1. - Eine analoge Ausstrahlung ist mit vorhandenen Möglichkeiten nicht möglich. Sender, Infrastruktur und Endgeräte sind nicht vorhanden, der Entwicklungsaufwand und Kosten für ein neues Verfahren wären zu hoch.
2. - DAB (**D**igital **A**udio **B**roadcasting) ist im Prinzip mehrkanalfähig, aber z.Zt. sind keine Frequenzkapazitäten frei, und Mehrkanalempfänger gibt es noch nicht.
3. - ADR (**A**stra **D**igital **R**adio) ist mit max. 192 kbit/s zu knapp dimensioniert, es wird außerdem 2008 mit dem Satelliten abgeschaltet.
4. - DVB (**D**igital **A**udio **B**roadcasting) ist im Prinzip heute schon mehrkanalfähig, bei den Übertragungswegen gilt es aber noch zu unterscheiden:
  - a. - DVB -T (terrestrisch) Bisher kein expliziter Radiodienst geplant, als TV möglich.
  - b. - DVB -C (Kabel) Empfang im Digital-Bouquet möglich
  - c. - DVB -S (Satelit) Bereits für TV erprobt, AC3 und dts-Ton möglich

Aus dieser Aufstellung folgt, daß aktuell nur DVB-S voll erschlossen ist. Hier kann außerdem auf eine beträchtliche Zahl mehrkanalfähiger Set-Top-Boxen zurückgegriffen werden (2003 allein in Deutschland >500 000), so daß bereits jetzt eine große Reichweite besteht. Nachteil ist, daß dieser Fernseh-Übertragungskanal in der Bedienung für reine Hörfunk-Zwecke nicht optimal geeignet ist, eine Navigation ohne Monitor wird schwierig. Dennoch wählen die Pioniere unter den Rundfunkanstalten für ihre (Test-) Sendungen diesen Weg.

## Erste 5.1 Multichannel Audio Rundfunkübertragungen in Europa

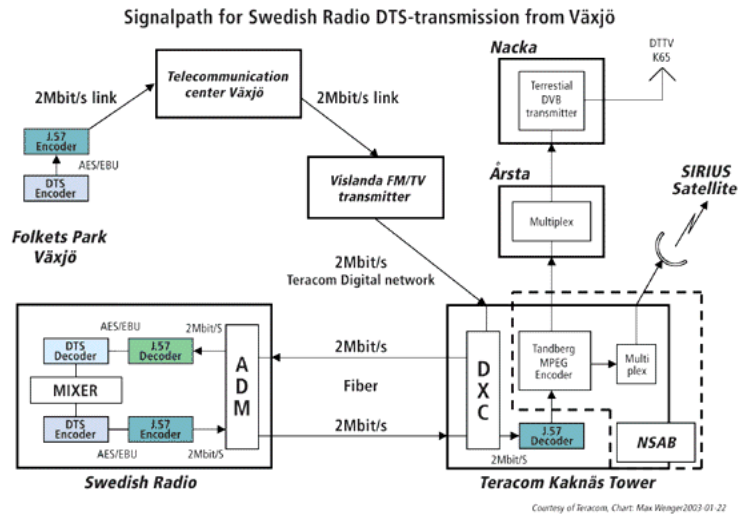


- ⇒ ProSieben, Deutschland: IFA 1999 (DVB-S)
- ⇒ BskyB, Premiere, Teleclub
- ⇒ **ORF (Österreich): 1. Januar 2003**
  - ⇒ **Neujahrskonzert**
- ⇒ SVR (Sveriges Radio)
  - ⇒ 1. DTS ES 96/24 Übertragung über DVB-S während AES'03 Amsterdam
- ⇒ TVP (Polnisches Fernsehen)
  - ⇒ "Seven Gates of Jerusalem", Live-Konzert 19. April 2003
- ⇒ STV (Swedisches Fernsehen: 25. Juni 2003 (DVB-T)
  - ⇒ Ein Unterhaltungsprogramm "Allsang pa Skansen"
  - ⇒ Test Periode während des Sommers und Herbstes 2003
- ⇒ **BR und WDR, Deutschland: 27. August 2003 (IFA'03)**
  - ⇒ **5.0 Multi-Channel Radioprogramm über DVB-S**
- ⇒ ZDF, Deutschland: 4. Oktober 2003 (DVB-S, -C)
  - ⇒ Wetten daß!
- ⇒ SAT1, Deutschland: Oktober 2003 (DVB-S)
  - ⇒ Fußball, Champions League

**Schwedisches Radio**

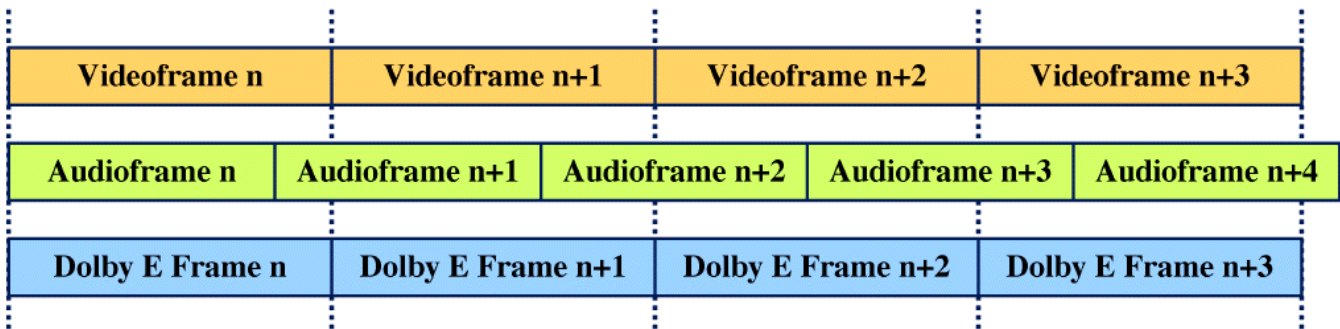
Das schwedische Radio "SR 5.1" sendet bereits viele Surround-Programme über Satellit in dts mit 1.5Mbit/s. Der Sendung voraus ging eine Testphase im Internet, in der ac3 und dts files alternativ angeboten wurden. Mehr als doppelt so viele Nutzer entschieden sich für dts wegen der höheren Qualität.<sup>8</sup> Die veröffentlichten files können über den Umweg einer gebrannten dts-CD überall auf der Welt gehört werden.

Die Sendung selbst wurde möglich, weil bereits viele 5.1-Eigenproduktionen im Rundfunk stattfinden, und die Infrastruktur vorhanden war. Man hat sich auch deshalb für dts entschieden, weil das kodierte Signal als .wav files kompatibel zur CD ist und z.B. über vorhandene AES-Verbindungen übertragen oder in die Jukebox Software integriert werden konnte.



**ORF**

Als man sich entschied, das Neujahrskonzert 2003 publikumswirksam in 5.1 zu übertragen, gab es beim ORF nur im Hörfunk einige Mehrkanal-Erfahrungen, das FS hatte zuvor in Stereo produziert. Deshalb wurde der Hörfunk Ü-Wagen Ü1D für die Mehrkanalmischung verwendet und ein FS-Ü-Wagen für die Stereomischung (bewährtes Setup, da oft parallel für HF und FS gemischt wird). Die Kodierung erfolgte mittels Dolby E (DSP 571/2), das einen AES-kompatiblen Datenstrom erzeugt, der auch framesynchron mit dem Bild geschnitten werden kann. Dieser Datenstrom kann auf Spur 3/4 der digitalen Videomaschinen aufgezeichnet werden und über herkömmliche 2-Spur Kreuzschienen verteilt werden.



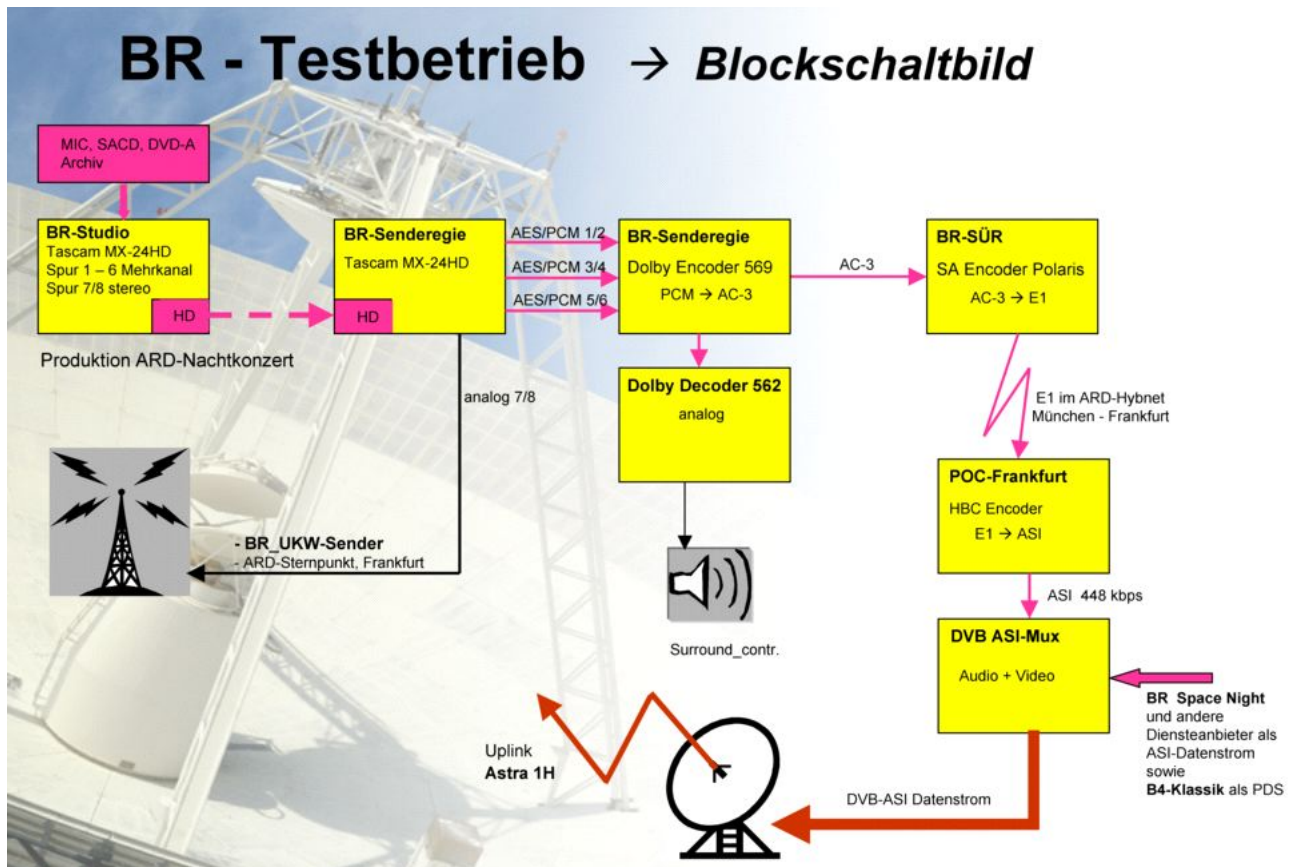
**BR/WDR**

Der Bayerische Rundfunk und der WDR fahren seit der Internationalen Funkausstellung 2003 einen Testbetrieb für ein reines 5.1 Hörfunk-Programm. Dabei geht man einen etwas anderen Weg als ORF oder das schwedische Radio. Man entschied sich aus pragmatischen Gründen für eine Dolby ac3 Kodierung mit 448 kbit/s, die über einen Fernseh-Transponder parallel zur BR-Space-Night übertragen wird. Dabei werden alle Fernsehkonventionen wie paralleles Stereosignal und Metadaten wie Programm ID erfüllt, um auf der vorhandenen (FS-)Hardware aufsetzen zu können.



Da bisher keine 5.1 Senderegie im BR vorhanden ist, wird die Sendung im Studio auf eine MX 24/24 Mehrspur vorproduziert, um dann in der Sendung direkt abgespielt und mit Dolby 569 kodiert zu werden. Ein 562 Dekoder dient zum Kontrollhören des Sendesignals.

Das Signal muß dann mehrfach gewandelt werden: im Schaltraum steht ein Transkoder auf das Format E1 des ARD-Netzes Hybnet, das die Daten bis Frankfurt transportiert. In Frankfurt das Signal in einen ASI-Strom umkodiert und mit Video und anderen Diensten gemultiplexed, um dann endlich auf den Satellit zu gelangen.



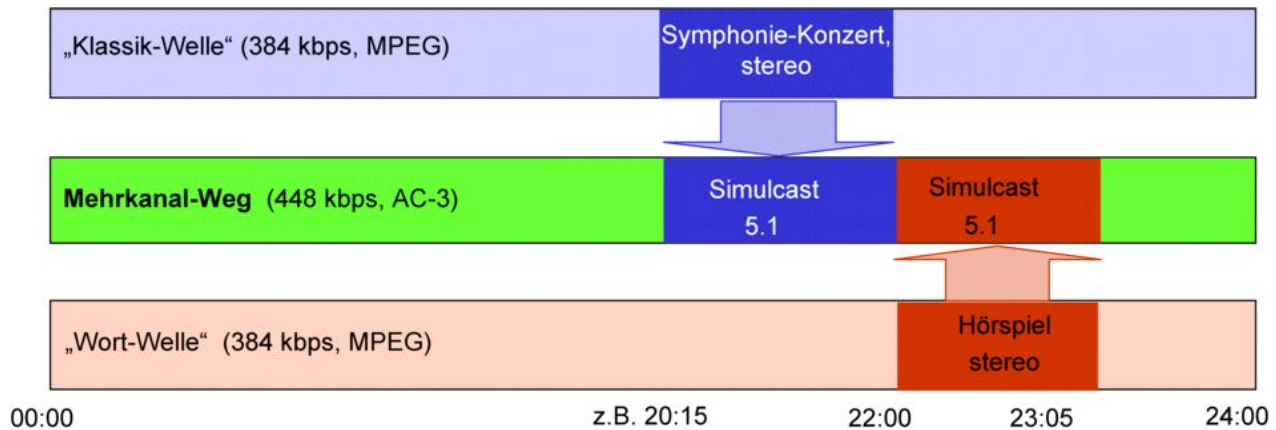
Der BR sendet monatlich eine 2-stündige Sendung von 2:00 bis 4:00 im Nachtprogramm. Dennoch sind die Hörerresonanzen beachtlich, viele zeichnen sich die Sendung auf und hören sie zu einem späteren Zeitpunkt.

## Ausblick

Der Rundfunk steht auf der Schwelle einer neuen Produktions- und Sendeform, am Schluß erlaube ich mir noch einige Gedanken für die Zukunft:

- Neben Fernsehformaten ist auch Platz für ein reines 5.1 Hörfunk Programm. Das Fehlen des Bildes kann als Herausforderung angesehen werden, und ermöglicht ganz neue Hörerfahrungen, wie bereits einige Hörspiele und Musikproduktionen gezeigt haben.
- Ein paralleles Verfahren wie der ORF es praktiziert, ist nur in Ausnahmefällen durchzusetzen. In der Regel wird eine gleichzeitige Mischung 5.1 und Stereo gemacht werden müssen. Dies ist mit Einschränkungen für statische (klassische) Musik möglich (Bsp. der „Stuttgarter Ring“), aber das Abhören geht nur in einem Format. Erste Erfahrungen zeigen, daß Stereo wegen der Phantomschallquellen zwischen L+R kritischer ist.
- Die Frage der Produktions- und Archivtonträger noch nicht geklärt, vorerst wird jeder Sender sein Mehrspurformat verwenden. Reizvoll ist die Datenkompatibilität mit CD .wav-files bei dts oder Dolby E, wie sie beim SR 5.1 genutzt wird.

- Eine Sendung ist bislang nur aus dem Ü-Wagen oder vorproduziert möglich, da es an geeigneten Senderegien fehlt. Vor allem die Einbindung des Sprechers in den Centerkanal und parallel in die Stereomitte sollte möglich sein.
- Ein Simulcastbetrieb der Kulturprogramme oder Sender, wie vom BR vorgeschlagen scheint die praktikabelste Lösung, da ein eigenes 5.1 Programm politisch und finanziell nicht durchsetzbar wäre.



## Links:

SACD Rezensionen:

[http://www.Classicstoday.com/sacd\\_list.asp](http://www.Classicstoday.com/sacd_list.asp)

MLP:

[http://www.hometheaterhifi.com/volume\\_8\\_4/dvd-benchmark-part-6-dvd-audio-11-2001.html](http://www.hometheaterhifi.com/volume_8_4/dvd-benchmark-part-6-dvd-audio-11-2001.html)

Dolby Tech infos:

<http://www.dolby.com/digital/>

<http://www.dolby.com/tech/>

dts Kodierer:

<http://www.dtsonline.com/>

[http://webapp.etsi.org/action%5CPU/20020827/ts\\_102114v010101p.pdf](http://webapp.etsi.org/action%5CPU/20020827/ts_102114v010101p.pdf)

Rundfunk:

[http://www.sr.se/multikanal/english/e\\_index.stm](http://www.sr.se/multikanal/english/e_index.stm)

[http://www.br-online.de/br-intern/technik/aktuell\\_mehrkanal\\_b4.html](http://www.br-online.de/br-intern/technik/aktuell_mehrkanal_b4.html)

<http://www.wdr.de/pressestelle/20030826.html>

IRT-Kolloquium am 19. Januar 2004 (daher auch einige Grafiken)

<http://www.irt.de/IRT/indexaktuelles.htm>

## Quellen:

<sup>1</sup> <http://www.dolby.com/ht/430.l.br.9904.surhist.pdf>

<sup>2</sup> [http://www.irt.de/IRT/veranstaltungen/IRT-19Jan04-MC-Kolloquium\\_Theile.pdf](http://www.irt.de/IRT/veranstaltungen/IRT-19Jan04-MC-Kolloquium_Theile.pdf)

<sup>3</sup> siehe Diplomarbeit „DSD vs. PCM“

<http://www.hfm-detmold.de/texts/de/hfm/eti/projekte/diplomarbeiten/2004/dsdpcm/index.htm>

<sup>4</sup> <http://www.dolby.com/tech/mastering.pdf> und <http://www.dolby.com/tech/MixData.pdf>

<sup>5</sup> [http://www.dolby.com/tech/Multichannel\\_Music\\_Mixing.pdf](http://www.dolby.com/tech/Multichannel_Music_Mixing.pdf)

<sup>6</sup> [http://www.m-sandner.de/lehre/VL\\_pdf/Datenreduktion.pdf](http://www.m-sandner.de/lehre/VL_pdf/Datenreduktion.pdf)

<sup>7</sup> <http://www.dtsonline.com/technology/at-a-glance.php>

<sup>8</sup> Elke Wisse, VDT Nachrichten April 2003