

# Richtlinien

## TPRF-HDTV

Oktober 2011

**Technische Richtlinien - HDTV**  
zur Herstellung von Fernsehproduktionen für  
ARD, ZDF und ORF



Arbeitsgemeinschaft der öffentlich-rechtlichen Rundfunkanstalten der Bundesrepublik Deutschland  
 Ständiges ARD-Büro  
 Bertramstraße 8  
 60320 Frankfurt/Main  
 Telefon (069) 59 06 07  
 Telefax (069) 155 20 75  
 E-Mail: [ard-buero@ard.de](mailto:ard-buero@ard.de)

Zweites Deutsches Fernsehen  
 ZDF-Straße 1  
 55100 Mainz-Lerchenberg  
 Telefon (06131) 70 1  
 Telefax (06131) 70 2157  
 E-Mail: [info@zdf.de](mailto:info@zdf.de)

### Arbeitsgruppe TPRF-HD

Herr	Biber	Peter	SRG	
Herr	Demonte	Walter	WDR	Österreichischer Rundfunk
Herr	Ertl	Werner	ORF	Würzburggasse 30
Herr	Feigl+	Roland	SWR	A - 1136 Wien
Herr	Gierlinger	Friedrich	IRT	Telefon +43 1 87878 0
Herr	Knör	Reinhard	IRT	Telefax +43 1 87878 12738
			(Vorsitz)	E-Mail: <a href="mailto:online@orf.at">online@orf.at</a>
Herr	Kuhn	Werner	ZDF	
Herr	Lechner	Markus	ORF	
Herr	Lichtenthäler	Holger	BR	
Herr	Lorfing	Hans-Georg	NDR	
Herr	Thomas	Palm	ARTE	
Herr	Schleheck	Werner	WDR	

Das hier vorliegende Dokument wurde im Auftrag der Fernsehbetriebsleiter-Konferenz (FSBL-K) von der Arbeitsgruppe „Technische-Produktions-Richtlinien-Fernsehen“ (TPRF) erarbeitet. Es gibt den durch die FSBL-K im **Oktober 2011** verabschiedeten Stand der Arbeiten wieder.

### Schutzrechte-Hinweis

Es kann nicht gewährleistet werden, dass alle in dieser Richtlinie enthaltenen Forderungen, Vorschriften, Richtlinien, Spezifikationen und Normen frei von Schutzrechten Dritter sind.

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der Zitierfreiheit des Urheberrechtsgesetzes ist ohne vorherige schriftliche Zustimmung des IRT nicht zulässig.

Herausgegeben im Auftrag der oben genannten Rundfunkanstalten vom:

Institut für Rundfunktechnik GmbH  
 Entwicklungsplanung/Öffentlichkeitsarbeit  
 Floriansmühlstrasse 60  
 80939 München

Telefon (089) 323 99 204  
 Telefax (089) 323 99 205  
 E-Mail: [presse@irt.de](mailto:presse@irt.de)  
 Homepage: [www.irt.de](http://www.irt.de)

*Technischen Richtlinien, Normen und Standards auf die in diesen Richtlinien verwiesen wird, sind bei den unter **Punkt 42** aufgeführten Bezugsquellen erhältlich.*

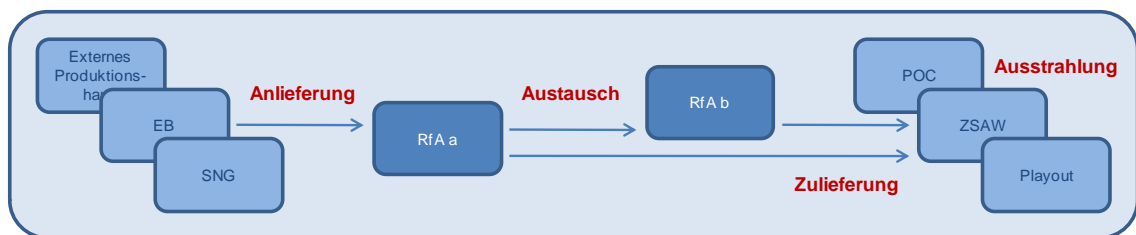
## Technische Richtlinien - HDTV

zur Herstellung von HDTV-Fernsehproduktionen für ARD, ZDF und ORF

Oktober 2011

Gegenstand dieser Festlegungen sind alle HD-Programmbeiträge, die bei ARD, ZDF und ORF im Fernsehbetrieb zur Anlieferung, Austausch, Zulieferung und/oder Ausstrahlung kommen.

Grundsätzlich müssen diese Beiträge in einer fernsehtauglichen Fassung verfügbar sein.



Zur Herstellung dieser Programmbeiträge sind die in diesem Dokument festgelegten Vereinbarungen sowohl bei einer internen Abwicklung, als auch bei einer externen Auftragsvergabe verbindlich einzuhalten.

In ihren wesentlichen technischen Einzelheiten entsprechen die angegebenen Werte dieser Richtlinien den Empfehlungen der Europäischen Rundfunkunion EBU, sowie den Richtlinien von ARD, ZDF und ORF, einschließlich den zitierten Normen.

Die Grundlage für die Festlegungen der technischen Parameter in diesen Richtlinien sind die in EBU-TECH 3299 für Europa festgelegten HDTV-Abtastformate. Entsprechende Spezifikationen für diese Abtastformate sind in der SMPTE 274M und 296M, sowie für die HD-SDI-Schnittstelle in SMPTE 292M festgelegt.

Die Festlegung des Verfahrens für Aufnahme, Bearbeitung und Endfertigung erfolgt durch Vereinbarung mit dem jeweiligen Auftraggeber.

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die Verwendung von nicht zulässigen Video-Kompressionsformaten während der Produktion von HD-Programmen in keinem Fall akzeptiert wird. Dies darf z.B. auch nicht durch die Anlieferung einer HDCAM-SR Kassette kaschiert werden!

**Ausnahmen von diesen Anforderungen sind nur zulässig, wenn sie in schriftlicher Form vereinbart werden.**

**Hinweis:** Alle relevanten Details zur betrieblichen Abwicklung beinhaltet das „Handbuch Fernsehbetriebsabwicklung“, das über die CN-Adresse <http://handbuch-wiki.irt.cn.ard.de/> verfügbar ist.

----- Hinweis -----

Zugriff auf Richtlinien und Arbeitsgruppenergebnisse von



<http://www.irt.de/richtlinien>

## Inhalt

<b>1.</b>	<b>Grundlegende Qualitätsanforderungen .....</b>	<b>9</b>
1.1.	Barrierefreier Zugang .....	9
<b>2.</b>	<b>Umstieg der Audio-Aussteuerung von QPPM zur Lautheit .....</b>	<b>9</b>
2.1.	Ausführungsbestimmungen zur Lautheits-Aussteuerung .....	9
2.2.	Betriebliche Umsetzung .....	10
2.3.	Subjektive Bewertung von Schallpegelunterschieden .....	10
2.4.	Der Begriff „Lautheit“ .....	10
<b>3.</b>	<b>Umstieg zu 2-streifigen Untertiteln .....</b>	<b>11</b>
<b>4.</b>	<b>Produktionsvorplanung .....</b>	<b>11</b>
4.1.	Produktionsberatung .....	11
4.2.	Beispiel der Festlegung von HD-Formaten einer RfA .....	11
<b>5.</b>	<b>HD-Abtastformat .....</b>	<b>12</b>
5.1.	Kennzeichnung .....	12
<b>6.</b>	<b>HD-Programmbeiträge .....</b>	<b>12</b>
6.1.	Konvertierung von SD nach HD .....	12
6.2.	Standard Definition - SD .....	13
6.3.	Kompression versus Datenreduktion .....	13
<b>7.</b>	<b>Produktionsplattformen .....</b>	<b>14</b>
7.1.	Mainstream .....	14
7.2.	Premium / High Quality .....	14
7.3.	Sonderanwendungen inkl. Videojournalismus .....	15
<b>8.</b>	<b>HD-Akquisition .....</b>	<b>15</b>
8.1.	Kameras für die Mainstream Produktion .....	15
8.2.	Single Sensor Kameras .....	15
8.3.	Kameras für Einzelkamera-Workflows .....	16
8.4.	Frameraten in der Akquisition .....	16
<b>9.</b>	<b>Super 16mm Film .....</b>	<b>17</b>
<b>10.</b>	<b>File-basierte Produktion .....</b>	<b>18</b>
10.1.	Technischer Vorspann sowie Vor- und Nachlauf im MXF .....	18
10.2.	Zeitcode in MXF .....	18
<b>11.</b>	<b>HD-Anlieferungsformat .....</b>	<b>19</b>
11.1.	Medien .....	19
11.2.	Fileformat und Mapping .....	19
11.3.	Kompressionsformate .....	19
11.4.	Abtastformate .....	19
11.5.	Ü-Wagen .....	19

<b>12.</b>	<b>Austausch zwischen den Rundfunkanstalten .....</b>	<b>20</b>
12.1.	VFT – Video-Filetransfersystem der ARD .....	20
12.2.	MXF-Spezifikationen .....	20
12.3.	Betriebliche Festlegungen für MXF .....	20
12.4.	Ausnahmefälle für den Austausch von HDTV-Programmmaterial .....	20
<b>13.</b>	<b>Zulieferung an die entsprechenden Sendezentren .....</b>	<b>21</b>
13.1.	ARD .....	21
13.2.	ZDF .....	22
13.3.	ORF .....	22
<b>14.</b>	<b>Ergänzende Festlegungen für Medien .....</b>	<b>22</b>
14.1.	Professional Disk mit XDCAM-HD422 (50 Mbit/s) .....	23
14.2.	P2 Karten mit AVC-100 .....	23
14.3.	Andere mobile Datenträger .....	23
<b>15.</b>	<b>Ergänzende Festlegungen für den Austausch zwischen den RfA .....</b>	<b>23</b>
<b>16.</b>	<b>Ton .....</b>	<b>24</b>
16.1.	Formate .....	24
16.2.	Umstieg zur Lautheitsaussteuerung .....	26
16.3.	Aussteuerung - Lautheitsbereich .....	26
16.4.	Mehrkanalton .....	29
16.5.	Metadaten .....	32
16.6.	Tonspurbelegung .....	33
16.7.	Audio-Deskription/“Hörfilm“ .....	36
16.8.	Synchronisation von Tonsignalen .....	36
16.9.	Bild/Ton-Versatz .....	36
16.10.	Separates Audiozulieferungsformat .....	37
16.11.	Spurbelegung für Tonaustauschformate .....	37
16.12.	Umgang mit exotischen Audioformaten .....	37
<b>17.</b>	<b>Untertitel für HDTV-Produktionen .....</b>	<b>38</b>
17.1.	Zulieferung von UT zur ZSAW .....	38
<b>18.</b>	<b>Live Kontribution .....</b>	<b>39</b>
18.1.	Latenz .....	39
18.2.	SNG .....	39
18.3.	Festnetz .....	43
18.4.	Zuordnung von Profilen für die Live-Kontribution .....	44
<b>19.</b>	<b>Außenübertragungen .....</b>	<b>45</b>
19.1.	Übertragungstechnik .....	45
19.2.	Organisation der Übertragungsmöglichkeit .....	45
19.3.	Außenübertragungen mit SNG-Anlagen .....	45
19.4.	Außenübertragungen mit mobilen rundfunkeigenen Richtfunkanlagen .....	46

<b>20.</b>	<b>HD-SDI-Schnittstelle .....</b>	<b>47</b>
20.1.	Übertragungskapazität der verschiedenen HD-SDI-Schnittstellen .....	47
20.2.	1,5 Gb/s Schnittstelle .....	47
20.3.	Dual-Link .....	47
20.4.	3 Gb/s Schnittstelle .....	47
<b>21.</b>	<b>Farbraum .....</b>	<b>48</b>
<b>22.</b>	<b>Zulässige und gültige Signalpegel.....</b>	<b>48</b>
<b>23.</b>	<b>Bildmitte, Bildfeld und Titelfeld.....</b>	<b>49</b>
23.1.	Bildmitte .....	49
23.2.	Bildwichtiger Teil .....	50
23.3.	Titel, Schriften und Grafiken .....	50
<b>24.</b>	<b>Zeitcode .....</b>	<b>51</b>
24.1.	Linearer Zeitcode (LTC).....	51
24.2.	Zeitcode in der Vertikalaustastung (VITC).....	51
24.3.	Aktueller Status .....	51
24.4.	Zeitcode in MXF .....	52
<b>25.</b>	<b>Technische Bild- und Tonabnahme .....</b>	<b>53</b>
25.1.	Technische Bildabnahme.....	53
25.2.	Technische Tonabnahme .....	53
<b>26.</b>	<b>Dekoration, Kostüme und Maske .....</b>	<b>55</b>
26.1.	Dekoration.....	55
26.2.	Kostüme .....	55
26.3.	Maske.....	55
<b>27.</b>	<b>Archivierungsformat für HDTV .....</b>	<b>56</b>
27.1.	Mainstream .....	56
27.2.	Premium / High Quality .....	56
27.3.	Tonspurbelegung im Archiv .....	56
<b>28.</b>	<b>ANHANG 1 - Übertragenes Bildfeld, Bildwichtiger Teil, Titelfeld .....</b>	<b>57</b>
28.1.	Abtastformat 720p/50.....	57
28.2.	Abtastformate 1080i/25 und 1080psf/25 (1080p/25 transportiert als 1080i/25) .....	57
28.3.	Abtastformat 1080p/25 und 1080p/50 .....	58
<b>29.</b>	<b>ANHANG 2 - RGB-Farbraum.....</b>	<b>59</b>
<b>30.</b>	<b>ANHANG 3 – 1080psf/25 Variante .....</b>	<b>60</b>
<b>31.</b>	<b>ANHANG 4 - Mehrkanal-Stereosysteme .....</b>	<b>61</b>
31.1.	Referenz-Lautsprecher-Anordnung nach ITU-R BS.775.....	61
<b>32.</b>	<b>ANHANG 5 – Dolby E-Frame Positionierung.....</b>	<b>62</b>
<b>33.</b>	<b>ANHANG 6 – Abnahme von Dolby E kodierten Tonsignalen .....</b>	<b>63</b>
33.1.	Kodierte Tonsignale ohne Auswertung der Metadaten .....	63
33.2.	Kodierte Tonsignale mit Auswertung der Metadaten – Dolby En + Decoder .....	63

33.3.      Kodierte Tonsignale mit Auswertung der Metadaten – Audiotools ..... 63

**34.      ANHANG 7 – Dolby Metadaten Presets..... 64**

34.1.      Preset: Laut ..... 64

34.2.      Preset: Standard ..... 65

34.3.      Preset: Dynamisch ..... 66

34.4.      1. Special: Klassik ..... 67

34.5.      2. Special: Sport..... 68

**35.      ANHANG 8 - Aussteuerung nach Spitzenpegel – Dynamik..... 69**

**36.      ANHANG 9 - Checkliste für die Produktionsberatung ..... 70**

36.1.      Basis..... 70

36.2.      Kameratyp ..... 70

36.3.      Auswirkungen beim Dreh ..... 71

36.4.      Auswirkungen in der Postproduktion..... 71

36.5.      Anlieferung - RfA interne Anforderungen ..... 71

**37.      ANHANG 10 - Beispiel: Festlegung der HD-Formate einer RfA..... 72**

37.1.      Allgemeine Festlegungen der HD-Produktions-Formate ..... 72

37.2.      Vorgegebenes HD-Drehformat für RfA-Produktionen..... 72

37.3.      Vorgegebenes HD-Liefermaterial zur Anlieferung beim XYZ ..... 72

**38.      ANHANG 11 - Zeitcode in MXF ..... 73**

**39.      ANHANG 12 – Beispiel eines Abnahmeprotokolls ..... 74**

**40.      ANHANG 13 - Eurovision SNG-Profile für H.264 ..... 75**

**41.      ANHANG 14 - ARD, ZDF, ORF, SRG empfohlene SNG-Profile für H.264 ..... 76**

**42.      ANHANG 15 - Bezugsquellen ..... 77**



## 1. Grundlegende Qualitätsanforderungen

Die Seh- und Hörgewohnheiten des Publikums verlangen eine optimale Bild- und Tonqualität. Um dies zu erreichen, müssen die bildtechnischen, tontechnischen, akustischen und lichttechnischen Maßnahmen qualitativ geeignet, sowie optimal eingesetzt werden!

Im Kontext von inhaltlichen Ideen, Vorstellungen und Erwartungen der Redaktionen, sowie vielfältiger neuer Möglichkeiten, sind in der technischen Umsetzung einige grundlegende Faktoren zu berücksichtigen. Das geforderte Ergebnis kann nur erzielt werden, wenn bereits im Vorfeld einer Produktion eventuelle Konflikte in der realen Umsetzung im technischen Umfeld ausgeräumt werden.

Diesen Anspruch müssen sowohl die digitale, wie auch die filmische Produktionsform erfüllen.

- Für HD-Produktionen besteht die Notwendigkeit einer exakten Schärfenführung. Insbesondere muss beim Dreh mit Digitalkameras mit großem Chip, z.B. DSLR-Kameras, mit erheblichen Schärfeproblemen gerechnet werden.
- Exzessives Grading muss vermieden werden, da es beim Versuch, Unterbelichtung zu korrigieren, zu einer wahrnehmbaren Verschlechterung des Rauschabstandes und damit zur Sichtbarmachung von Strukturen, z.B. Kornstrukturen im Film, kommen kann.
- Jeder Abschnitt einer Produktionskette sollte ausreichend dimensioniert sein, d.h. alle beteiligten Bereiche wie Akquisition, Produktion, Kontribution, müssen dem gesteckten Qualitätsziel einer Sendung entsprechen. Auch in einer bandlosen Produktionskette müssen Kopier- oder Kaskadierungs-Effekte soweit wie möglich vermieden werden.
- In diesem Kontext sollten alle Beteiligten wissen, dass beim aktuell guten HD-Sendefenster (Distribution mit H.264 und 12 Mbit/s für Video) der Vorteil einer guten Produktions-Bildqualität voll an den Zuschauer weitergereicht werden kann.

### 1.1. Barrierefreier Zugang

Auch Menschen mit Behinderungen profitieren von den technischen Innovationen der öffentlich-rechtlichen Programme. ARD, ZDF und ORF sind Vorreiter beim barrierefreien Zugang zu Medienangeboten, z. B. bei Untertiteln und Programmbegleitung durch Gebärdendolmetscher.

Alle internen und externen Programm-Zulieferer sind daher angehalten, die Bedürfnisse von Menschen mit Sehbehinderungen und Hörschädigungen, bei der Erstellung von Titeln, Schriften, Untertiteln und Grafiken ([Punkt 23](#)), sowie Off-Kommentaren und Tonmischungen ([Punkt 16](#)) zu berücksichtigen.

## 2. Umstieg der Audio-Aussteuerung von QPPM zur Lautheit

### 2.1. Ausführungsbestimmungen zur Lautheits-Aussteuerung

Mit Wirkung zum **1. Januar 2012** erfolgt der Umstieg der Audio-Aussteuerung von QPPM zur Lautheitsaussteuerung. Ab diesem Zeitpunkt müssen alle Neuproduktionen lautheitsausgesteuert durchgeführt werden.

Ab sofort wird bei ARD, ZDF und ORF sukzessive lautheitsnormalisiert (siehe [Punkt 16.2](#) und [16.3](#)), d.h. nach EBU R128, gesendet. Entsprechend wird jeder davon abweichend ausgesteuerte Beitrag einem automatisierten Prozess zur Anpassung an lautheitsnormalisierte Beiträge unterzogen.

Für externe Anlieferungen, wo die Aussteuerung nach Lautheit noch nicht möglich ist, z.B. aufgrund fehlender Messeinrichtungen, werden noch bis zum **30. April 2012** Programme akzeptiert, die den Aussteuerungsrichtlinien gemäß den Technischen Richtlinien für SDTV, Ausgabe Dezember 2006 (Auszug siehe [Punkt 35](#)), entsprechen.

Für den Programmaustausch und Produktions-Beitragsaustausch, sowie für die Zulieferung zu den Sendezentren wird festgelegt, dass Altmaterial im aktuellen Zustand zugeliefert wird, d.h. die Lautheitsnormalisierung erfolgt am Ort der Nutzung.

**Hinweis:** File-basierte Werkzeuge zur automatisierten Lautheitsnormalisierung sind ein AG 5.1 Thema.

## 2.2. Betriebliche Umsetzung

Im Kontext einer optimierten Lautheitsbalance, beinhaltet der Umstieg die betriebliche Integration geeigneter Lautheitsmesser. Zur Unterstützung der betrieblichen Abläufe mit den kodierten Audioformaten Dolby E und Dolby Digital (AC-3), wurde für unterschiedliche Genres eine überschaubare Anzahl von Dolby Metadaten Presets festgelegt (siehe [Punkt 16.5.3](#)).

Offensichtlich wird die betriebliche Umsetzung schrittweise erfolgen, wobei Neuproduktionen möglichst sofort lauthheitsausgesteuert erstellt werden sollen.

Zur Unterstützung einer möglichst raschen Umsetzung, kann ab sofort lauthheitsausgesteuert ausgetauscht werden. D.h. es besteht ab sofort eine Abnahmeverpflichtung für angelieferte lauthheitsausgesteuerte Programmbeiträge.

In der Übergangszeit sind für den Austausch und die Anlieferung Informationen (Kennzeichnung, Metadaten) bezüglich QPPM- oder Lautheitsaussteuerung zwingend erforderlich.

## 2.3. Subjektive Bewertung von Schallpegelunterschieden

Allen betroffenen Produktionsbetrieben, intern wie extern, wird dringend empfohlen, ab sofort neue Beiträge und neue Mischungen nur noch gemäß EBU R128 herzustellen. Nach einer konzertierten EBU-weiten Anstrengung sollte es allen Verantwortlichen klar sein, dass LAUTER nicht gleich besser ist!

Zur Verdeutlichung ist in der nachfolgenden Tabelle die subjektive Bewertung von Schallpegelunterschieden aufgeführt.

Subjektive Bewertung von Lautheitsunterschieden	±LU/dB
störend zu laut	10
deutlich zu laut	6
etwas zu laut	3
bevorzugter Lautheitsbereich	3 < LU > -6
etwas zu leise	-6
deutlich zu leise	-10
störend zu leise	-20

Quellen: Jeffrey C. Riedmiller, Steve Lyman, and Charles Robinson (Dolby Laboratories): Intelligent Program Loudness Measurement and Control: What Satisfies Listeners?

## 2.4. Der Begriff „Lautheit“

Ein nationales Vorwort der deutschen Übersetzung von EBU R128 legt fest:

Im deutschen Sprachraum und in der messtechnischen Geräuschbewertung ist der Begriff Lautheit belegt. Darunter versteht man in der Regel die Lautheit, berechnet mit dem Verfahren nach „Zwicker“, angegeben in der Einheit „sone“. Diese Einheit stellt eine proportionale Abbildung des menschlichen Lautstärkeempfindens dar, d.h. wenn man etwas als doppelt so laut empfindet, dann sollte auch der Wert der Einheit (sone) doppelt so hoch sein. In der DIN 45631/A1 ist die „Berechnung der Lautheit zeitvarianter Geräusche“ festgelegt. Für die deutsche Übersetzung von EBU R128 wäre daher eigentlich der Begriff „Lautstärke“ für das englische „Loudness“, mit der Einheit LU (Loudness Unit), allgemein technisch gültig und „richtiger“ als Lautheit. Im deutschsprachigen Rundfunkbereich wird dennoch der dort bereits eingeführte Begriff „Lautheit“, als umgangssprachliche Übersetzung des Begriffs Loudness im Sinne der EBU R128 benutzt.

### 3. Umstieg zu 2-streifigen Untertiteln

Die Untertitel (UT) müssen künftig „2-streifig“, d.h. separat von Bild und Ton produziert und angeliefert werden. Damit wird ein optimierter Weg für zukünftig file-basierte Workflows vorgeschlagen. Auch im Hinblick auf andere Zusatzdaten bietet die zweistreifige Übertragung zukunftsweisende Möglichkeiten und Freiheiten.

Hinsichtlich des Übergangszeitraums für „1-streifige“ Zulieferungen wird innerhalb der ARD ein Zeitraum bis zum **1. Januar 2013** zugelassen.

Einzelheiten und Festlegungen für die Zulieferung von UT zur ZSAW sind in [Punkt 17](#) aufgeführt.

### 4. Produktionsvorplanung

Um eine optimale Bild- und Tonqualität zu erreichen, müssen die bildtechnischen, tontechnischen, akustischen und lichttechnischen Maßnahmen vor Beginn der Aufnahmen von den verantwortlichen Vertretern von Regie, Produktion und Technik vereinbart werden.

Im Kontext der technischen Umsetzung von inhaltlichen Ideen, Vorstellungen und Erwartungen der Redaktion und der vielfältigen neuen Möglichkeiten, soll der technische Betrieb grundsätzlich eine Produktionsberatung anbieten. Nur dadurch können bereits im Vorfeld einer Produktion eventuelle Konflikte in der realen Umsetzung im technischen Umfeld ausgeräumt werden.

Unterstützend wurden die Festlegungen in diesen Technischen Produktionsrichtlinien durch Empfehlungen für Sonderanwendungen ergänzt.

#### 4.1. Produktionsberatung

Für die Bereiche Premium/High-Quality und Mainstream kann eine Beratung auf Basis der Festlegungen in dieser Richtlinie erfolgen.

In jedem Fall muss für Sonderanwendungen, insbesondere die Auswirkungen bestimmter Kameras und Gerätschaften, erläutert werden, die aufgrund gestalterischer oder inhaltlicher Wünsche eingesetzt werden sollen.

Es ist von Vorteil, wenn im Vorgespräch bereits eine Abklärung spezieller Anforderungen für den gesamten Workflow stattfindet und entsprechende Abschätzungen bezüglich zusätzlich anfallendem Aufwand und Kosten erfolgen.

Zur Unterstützung und Durchführung einer Produktionsberatung kann die jeweils beauftragende RfA, die für die anstehende Produktion relevanten Punkte, in Form einer Checkliste zusammenfassen. Ein Beispiel ist im [Punkt 36](#) aufgeführt.

#### 4.2. Beispiel der Festlegung von HD-Formaten einer RfA

Neben der oben erwähnten Checkliste kann zur Kommunikation nach außen eine kurze Zusammenfassung der eigenen Anforderungen sehr hilfreich sein. Diese kann einen sehr schnellen, aber doch informativen Überblick geben.

Zur Hilfestellung für die Betriebe ist im [Punkt 37](#) ein Beispiel, das auf der Basis des WDR Dokuments „ALLGEMEINE FESTLEGUNG DER HD-PRODUKTIONSFORMATE DES WDR“ basiert, aufgeführt.

## 5. HD-Abtastformat

In der EBU Tech Doc 3299 sind die vier für Europa relevanten Abtastformate festgelegt. Um qualitätsmindernde Wandlungsprozesse zu vermeiden, sollte über den gesamten Produktionsprozess ein einheitliches Abtastformat verwendet werden. Derzeit sind in den internen Produktionsprozessen die Abtastformate 1080i/25, 1080p/25 und 720p/50 zugelassen.

**Hinweis:** Aufgrund gestalterischer Aspekte wird für die szenische Produktion vorzugsweise das Abtastformat 1080p/25 verwendet. Filmproduktionen werden üblicherweise auch im Abtastformat 1080p/25 abgetastet. Für internationale Koproduktionen im p-Raster sollte 1080p/23,98 gegenüber 1080p/29,97 bevorzugt eingesetzt werden.

**Hinweis:** Produktionen im Abtastformat 1080p/25 werden in vielen Fällen als 1080i/25 transportiert (übertragen, gespeichert)! Diese Variante wird mit 1080psf/25 bezeichnet (siehe Punkt 30) und muss für nachfolgende Arbeitsschritte signalisiert und berücksichtigt werden.

### 5.1. Kennzeichnung

Die Programmbeiträge sind hinsichtlich des Abtastformats auf der Medien-Begleitkarte oder in den Metadaten vollständig zu beschreiben. Beachtet werden muss, dass z.B. bei Ausspielungen über HD-SDI, sowohl das richtige Abtastformat angewählt ist und auch entsprechend angegeben wird. Insbesondere gilt dies für die Unterscheidung von „segmented – psf“ und „progressive - p“ (siehe [Punkt 30](#))!

## 6. HD-Programmbeiträge

Generell muss ein beauftragter HD-Programmbeitrag durchgängig in HD produziert werden, d.h. von der Aufnahme über die Bearbeitung bis zur Anlieferung.

In besonderen Fällen darf ein HD-Programmbeitrag bis zu maximal 25% SD-Material (wie in [Punkt 6.2](#) definiert) enthalten.

Ausnahmen davon sind nur gestattet, wenn es inhaltlich erforderlich ist, z.B. bei Verwendung von Klammermaterial in Dokumentationen. In diesen Fällen ist der zulässige Anteil von SD-Material (wie in [Punkt 6.2](#) definiert) explizit zu vereinbaren.

Verwendete SD-Anteile sind im Begleitmaterial anzuführen und deren Ursprungsformat ist, soweit bekannt, anzugeben oder als unbekannt zu markieren.

Der HD-Programmbeitrag ist als Master ohne Werbeunterbrechungen bereitzustellen.

Im Rahmen der HD-Produktion muss sichergestellt werden, dass der HD-Master die geringstmögliche Anzahl an Generationen (Rekodierungen) aufweist, wobei jede Format- und/oder Framerate-Konversion vermieden werden sollte (siehe auch [Punkt 8](#)).

**Hinweis:** Die Anlieferung von mehreren Programmbeiträgen auf einem linearen Aufzeichnungsmedium (Band) muss bilateral vereinbart werden.

### 6.1. Konvertierung von SD nach HD

Um die bestmögliche Qualität von konvertiertem SD-Material zu erreichen, muss ein Konverter(\*) eingesetzt werden, der eine hohe Bildqualität gewährleistet.

Für SD-Material, das im 4:3 Bildformat vorliegt, trifft die Redaktion eine Entscheidung, ob innerhalb des 16:9-Bildformats von HDTV der alte 4:3- Bildausschnitt beibehalten werden soll (führt zu schwarzen Rändern links und rechts) oder eine (meist) szenenweise Einpassung des 4:3 Bildinhalts vorgenommen wird.

(\*) Siehe dazu den IRT Projekt-Bericht „Konvertierung von Abtastformaten“ vom 24.02.2009.

## 6.2. Standard Definition - SD

Im Kontext von HD-Programmbeiträgen werden die folgenden Formate als SD betrachtet:

- a) Alle SD-Videoformate,
- b) Low-Cost-Formate sowie HD-Konsumer Formate von allen Herstellern (Bedingungen für Sonderanwendungen sind in [Punkt 7.3](#) beschrieben),
- c) Kameras mit Bildsensoren unter ½-Zoll,
- d) Intra-Frame (I-Frame, Kodierung nur eines Vollbildes) basierte Aufzeichnungsformate unter 100 Mbit/s,
- e) Inter-Frame (GOP, Kodierung über mehrere Vollbilder) basierte Aufzeichnungsformate unter 50 Mbit/s,
- f) Super 16mm Film, sofern die qualitativen Vorgaben in [Punkt 9](#) unterschritten werden,
- g) 35mm Film oder Super 16mm Film, welcher auf ein SD-Format transferiert wurde,
- h) NLE Codecs mit für die Mainstream Produktion NICHT empfohlenen Kompressionsformaten,
- i) Live Kontributionen über Verbindungen mit unzureichender Datenrate der eingesetzten Codecs. Nähere Angaben sind in [Punkt 18](#) aufgeführt.

## 6.3. Kompression versus Datenreduktion

Sowohl in der Umgangssprache, als auch in der Literatur, wird in der Rundfunk-Domäne inzwischen der Begriff „Kompression“ mit dem Begriff „Datenreduktion“ gleichgesetzt und benutzt. Dabei sollte man allerdings nie vergessen (insbesondere im Dialog mit IT-Kollegen), dass „Kompression“ ursprünglich für eine *verlustlose* Komprimierung und Dekomprimierung steht. Wogegen in der Rundfunk-Domäne fast alle eingesetzten Kompressionsformate (eigentlich Datenreduktionsverfahren) eine *verlustbehaftete* Komprimierung und Dekomprimierung beinhalten.

Bei Datenreduktionsverfahren wird vornehmlich versucht, die nötige Datenrate zu verringern. Hierbei sollte beachtet werden, dass in der praktischen Umsetzung, häufig bereits vor den eigentlichen Datenreduktionsverfahren (Videokompressionsformate), eine Reduzierung der Datenrate in den angelieferten Signalkomponenten vorgenommen wird. Das kann über die Reduzierung der folgenden Parameter geschehen:

- Auflösung (z.B. zusätzliches Subsampling von 1920 x 1080 nach 1440 x 1080 Pixel),
- Abtaststruktur (Reduzierung von z.B. 4:2:2 auf 3:1:1 oder 4:2:0),
- Quantisierung (z.B. von 10 auf 8 Bit).

Die Anwendung dieser Möglichkeiten hat bereits Einfluss auf die ursprüngliche Signalqualität (Bildqualität). Die Qualitätsreserve für nachfolgende Bearbeitungsschritte kann dadurch unter Umständen erheblich verringert werden.

***Daher müssen alle an der Produktion der HD-Programmbeiträge verwendeten Video-Kompressionsformate im Begleitmaterial aufgeführt sein.***

## 7. Produktionsplattformen

Für die Produktion von Programmmaterial sind drei Qualitätsstufen zu unterscheiden. Die entsprechenden Festlegungen in diesen Richtlinien sind zu beachten.

### 7.1. Mainstream

Auf der Mainstream-Plattform, inklusive dem Austausch von Programmmaterial, wird das Tagesgeschäft, z.B. Magazine und Aktualität, abgewickelt. Für Mainstream produzierte Sendungen und Beiträge erfordern oftmals mehrere Bearbeitungsschritte. Demzufolge müssen die verwendeten Gerätschaften und Systeme ein gutes Mehrfach-Generationsverhalten aufweisen, um die erforderliche technische Bild- und Tonqualität zu gewährleisten.

Aus Wirtschaftlichkeit kommen hier nur sehr effiziente Formate zum Einsatz, die aber trotzdem die geforderten Eckwerte sicherstellen. Speziell für diesen Einsatzbereich werden von EBU-Arbeitsgruppen Multigenerations-Tests von Video-Kompressionssystemen durchgeführt und entsprechende Empfehlungen publiziert.

#### 7.1.1. Technische Festlegungen

Für die Mainstream-Plattform wird ein Subsampling von 4:2:2 vereinbart. Ein weiteres Subsampling der Luminanz- und Chrominanz-Komponenten ist nicht zulässig. Geeignete Aufzeichnungsformate im Mainstream-Bereich sind

- XDCAM-HD422 mit MPEG-2, 4:2:2, long GOP, 50 Mbit/s,
- P2 mit AVC-I 100, 4:2:2, I-Frame, 112 Mbit/s (SMPTE RP 2027).

**Hinweis:** Erfahrungen aus der HD-Produktion und aus den EBU Tests zeigen, dass die Bildqualität bei Kompressionsformaten mit zusätzlichem Sub-Sampling (3:1.x:1.x, 3:1.x:0, 4:2:0, etc.) mit zunehmender Generation erheblich verschlechtert wird, z.B. insbesondere durch Rauschen.

Implementierungen mit weiterem Subsampling, z.B. 3:1:1, 4:2:0, sind zwar durchaus für spezielle Bereiche geeignet, aber trotzdem nicht als Basis für eine umfassende HD-Produktionsplattform ausreichend!

Vorteilhaft zur Vermeidung von Generationen ist der Ingest des Drehmaterials in eines der beiden zugelassenen Mainstream-Zielformate und die Beibehaltung desselben bis zur Anlieferung.

### 7.2. Premium / High Quality

Besondere „High Quality“ Workflows für szenische und Repertoire-Produktionen, sowie große Live-Events, werden außerhalb der Mainstream-Plattform in einer qualitativ anspruchsvollen Umgebung erstellt. In diesem Produktionsbereich, mit seinen abgrenzbaren Workflows, können niedrige Generationenanzahlen erzielt werden. Zudem werden entweder keine oder ausschließlich moderate Videokompression angewendet werden. Beispiele dafür sind

- szenische bzw. Repertoire-Produktionen, z.B. Tatort, Neujahrskonzert, etc.,
- große Unterhaltungsshows in der Primetime, Sport-Großveranstaltungen wie Olympia, WMs, EMs, Länderspiele und abendfüllende Verbundsendungen.

#### 7.2.1. Technische Festlegungen

Für die Anlieferung von Premium-Produktionen muss das HDCAM-SR Format verwendet werden. Dabei wird vorausgesetzt, dass das Premium-Programm durchgängig hochqualitativ produziert wurde.

Beispiele dafür sind Produktionen auf 35mm Film (für Super 16mm Film gelten die Einschränkungen, siehe [Punkt 9](#)), sowie elektronische Produktionen, bei denen entweder kein oder ausschließlich hochqualitative Video-Kompressionsformate, wie HDCAM-SR oder DNxHD, etc., eingesetzt wurden.

Entsprechend den betrieblichen Anforderungen muss auch eine Arbeitskopie für den Bereich Mainstream angeliefert werden, z.B. Professional Disk mit XDCAM HD422 oder P2 mit AVC-I 100 für HDTV, sowie über Down-Konverter eine Professional Disk XDCAM SD mit IMX 50, IMX- oder DVCPRO50-Kassette für SDTV.



**Hinweis:** Für die Anlieferung von Premium-Produktionen kann auch ein zulässiges Mainstream-Format angefordert werden, z.B. wenn die finale Ausspielung aus einem NLE-System je nach Anforderung direkt auf eines der beiden zugelassenen Mainstream-Formate, XDCAM HD422 oder AVC-I 100 erfolgt.

Für weitere Festlegungen muss noch abgeklärt werden, wie der Premium-Bereich in eine zukünftige IT basierte, bandlose Produktions- und Archivierungsumgebung, wirtschaftlich integriert werden kann. Dazu wird es notwendig sein, eine geeignete Video-Kompressionsformatvariante zu identifizieren, die dann vorteilhafterweise mit dem bereits für den Mainstream-Bereich festgelegten Fileformat MXF gespeichert, transportiert und archiviert werden kann.

**Hinweis:** Die EBU HIPS hat mögliche Kandidaten getestet. Die Ergebnisse sind für EBU-Mitglieder verfügbar: Avid DNxHD (EBU BPN 097), Panasonic AVC-I (EBU BPN 098) und Sony SR-Lite (EBU BPN 099).

### 7.3. Sonderanwendungen inkl. Videojournalismus

Workflows mit speziellen konzeptionellen Anforderungen und News, inkl. Videojournalismus-Produktionen, können auf kostengünstigen Formaten (siehe [Punkt 8.3](#)) akquiriert und zum Teil auch bearbeitet werden (z.B. Schnitt, aber keine Farbkorrektur).

- Hier werden oft Kameras und Gerätschaften eingesetzt, die aufgrund gestalterischer oder inhaltlicher Wünsche ausgewählt werden.
- HD Low-Cost und Konsumer Formate sind reine Akquisitionsformate und werden nur für Sonderanwendungen, z.B. Videojournalismus, Berichterstattung aus Krisengebieten, etc., eingesetzt (siehe [Punkt 8.3](#)).

## 8. HD-Akquisition

Um die erforderliche HD-Qualität zu erzielen, muss die jeweilige Kameraqualität den Workflow-Anforderungen genügen. D.h., neben einer HD-tauglichen Optik muss die verfügbare HD-Auflösung auf dem Sensor, inkl. der nachfolgenden Verarbeitungsschritte des geplanten Workflows, die qualitativen Anforderungen für die jeweilige Produktionsart, gewährleisten.

Für den Einsatz der unterschiedlichen Kameratypen und Sensor-Größen sind nachfolgende Festlegungen zu beachten.

### 8.1. Kameras für die Mainstream Produktion

Für Mainstream-Produktion müssen die HD-Kamerasensoren mindestens 2/3-Zoll groß sein und sollen native 1920 x 1080 Pixels aufweisen. In diesem Kontext sind System-Kameras (Studio und AÜ) auch immer Mainstream-Kameras.

Die Kameras müssen stets im nativen Modus betrieben werden. Zu vermeiden sind kamerainterne Wandlungen aller Art, z.B. Cross-, Up- und Down-Konvertierungen. Bei Bedarf müssen diese später mit externen Konvertern, die eine hohe Bildqualität gewährleisten, durchgeführt werden.

Als Optiken dürfen nur Broadcast HD-ENG-Zoom-Objektive (oder besser) verwendet werden. Die Optiken müssen den Anforderungen der Technischen Richtlinie „Technical Guidelines, Parameters for the classification of HD-lenses for ARD, ZDF, ORF and SRG“ genügen. Die Richtlinie beschreibt Grenzwerte der Parameter für HDTV und erläutert die Begrifflichkeiten und Zusammenhänge.

### 8.2. Single Sensor Kameras

Single Sensor Kameras sind inzwischen von der High-End-Ausführung bis zum Low-End-Produkt verfügbar. Entsprechend den gestalterischen und inhaltlichen Wünschen werden Single Sensor Kameras im gesamten Spektrum, von der Premium- bis zur Low-Budget-Produktion, eingesetzt.

Beachtet werden muss, dass die schiere Sensorgröße nicht zwangsläufig ein Maß für die qualitative Leistungsfähigkeit einer Single Sensor Kamera ist! Häufig beeinflusst und verringert die interne Signalverarbeitung der Kameras die erwartete Qualität erheblich.

Sollen Single Sensor Kameras aufgrund bestimmter spezieller Eigenschaften eingesetzt werden, dann ist vorab zu klären, ob der weitere Produktionsprozess durch vorhandene Workflows abgedeckt werden kann. In jedem Fall werden spezielle Anforderungen (Datenformat, Fileformat, Kompression, Sampling-Struktur, Abtastraster, Audio, Zeitcode, Metadaten) auch spezielle (zusätzliche) Kosten verursachen.

Eine angemessene Produktionsvorplanung, inkl. einer technischen Produktionsberatung (siehe [Punkt 4](#)), wird dringend empfohlen.

### 8.3. Kameras für Einzelkamera-Workflows

In Workflows mit speziellen konzeptionellen Anforderungen, sowie News inkl. VJ-Produktionen, können auch Kameras mit  $\leq 1/2$ " Sensoren eingesetzt werden. Dies sind i.d.R. Einzelkamera-Workflows. Allerdings müssen auch in diesen Einsatzgebieten HD-taugliche Optiken verwendet werden.

- Die Kameras müssen zumindest im Einzelkamera-Einsatz noch die grundlegenden Anforderungen erfüllen, z.B. HDV-Kameras, etc.
- Die Kameras sind auf jene Fälle zu beschränken, z.B. Berichterstattung aus Krisengebieten, wo Überlegungen bezüglich Unauffälligkeit, Sensibilität oder Größe, Gewicht und Wiederbeschaffungskosten ausschlaggebend gegenüber der Bild- und Tonqualität sind.
- In keinem Fall sollten die eingebauten Wandler, z.B. Konverter, Transkoder, von diesen Geräten verwendet werden! Eventuelle Konvertierungen, z.B. nach SD, sollten keinesfalls im Camcorder, sondern mit Konvertern, die eine hohe Bildqualität gewährleisten, vor oder nach der Bearbeitung ins Zielformat erfolgen.
- Die Verkettung/Kaskadierung dieser Formate sollte in der professionellen Akquisition unbedingt vermieden werden, da dies sowohl zu erhöhtem Rauschen, als auch zu einem Verlust an Auflösung führt.
- Wenn jedoch solches Material notwendigerweise einer intensiven Nachbearbeitung unterworfen werden muss, sollte es auf eine professionelle Plattform, z.B. HD-Mainstream mit einem Abtastraster von 4:2:2, transferiert werden.
- Systeme, die mit Sensoren kleiner 1/3-Zoll arbeiten, erfüllen nicht mehr die Anforderungen bezüglich der Bildparameter und der optischen Abbildungsleistung, um für die nachfolgende Integration in den Mainstreambereich geeignet zu sein.

### 8.4. Frameraten in der Akquisition

Wenn aus dringenden Gründen die Akquisition des Programmes nur mit Frameraten, anders als 25 oder 50 möglich ist, z.B. in 60 Hz Ländern, dann wird empfohlen, den 24p (oder 23,98) Modus zu verwenden. Die Wiedergabe kann dann mit 25 Frames erfolgen und die aufgrund der um 4% höheren Geschwindigkeit veränderte Tonhöhe mit dem Audio Pitch Control kompensiert werden. Um Bewegungsartefakte zu vermeiden, wird keine Framerate Konversion akzeptiert.

***Hinweis:*** Wird während des Drehs die Framerate geändert, dann muss zwingend auch ein neuer/separater Träger, Professional Disk, Solid State Speicher, etc. verwendet werden.



## 9. Super 16mm Film

Nach dem heutigen Stand der Technik kommt es bei der TV-Ausstrahlung von Filmen, die auf S16mm-Material gedreht wurden, häufig zu Qualitätsproblemen in der HD-Prozesskette.

Beispielsweise entstehen durch extremes Filmkorn bei einer nachfolgenden Kodierung mit einer hohen Kompression, störende Artefakte, welche die Qualität beim Zuschauer erheblich mindern.

Wird für Neuproduktionen S16mm-Film als Akquisitionsmedium eingesetzt, muss für die HD-Auswertung, das in heutigen Filmmaterialien vorhandene Qualitätspotential, umfassend genutzt werden. Dabei ist die gesamte Produktionskette von der Aufnahme bis zur Postproduktion zu berücksichtigen. Die Sehgewohnheiten des Publikums verlangen möglichst rauschfreie Bilder.

Folgende Aspekte sind besonders zu beachten:

- Es sind nur Filmemulsionen einzusetzen, die dem jeweils neuesten technischen Stand entsprechen.
- Die moderne Emulsionstechnologie eröffnet große Dynamikspielräume (der Bereich liegt für den Film derzeit bei 16 Blenden), jedoch ist die optimale Belichtung des Filmmaterials für eine HD-Abtastung extrem wichtig. Ein erhöhtes Filmkorn, durch Unterbelichtung und dadurch auftretendes Rauschen in dunklen Bildanteilen, gilt es zu vermeiden. Dichtewerte von minimaler Dichte = 0,25  $\pm$  0,1 und maximaler Dichte =  $<$ 2,75 sind einzuhalten.
- Um das Filmkorn zusätzlich zu reduzieren, sollten Programmbeiträge, die auf S16mm-Film gedreht werden, generell einem Degraining unterzogen werden. Unabdingbar ist Degraining bei Verwendung von hochempfindlichen Filmemulsionen. Degraining ist, unter Berücksichtigung des damit eventuell einhergehenden Schärfenverlustes, maßvoll einzusetzen. Um den Grad des Degrainings gering halten zu können, sind Filmemulsionen zu verwenden, die den Produktionsanforderungen in der empfohlenen Empfindlichkeit entsprechen (ohne Pushen!).
- Für die HD-Bildaufnahme mit S16mm-Film sind – wie beim Dreh mit Digitalkameras – ausschließlich Objektive mit hoher Auflösung, hervorragendem MTF-Faktor und geringster chromatischer Aberration einzusetzen. Für die Bildakquise auf S16mm-Film sind somit HD-optimierte Objektive erforderlich.
- Die Abtastung des Filmbildes muss über die gesamte zur Verfügung stehende Negativfläche erfolgen, damit das volle Target des 16mm Negatives genutzt wird.
- So wird sichergestellt, dass die bei der Aufnahme vom Bildgestalter bestimmte Kadrierung innerhalb des 100% Filmbildes erhalten bleibt. Die Mattscheibe im Kamerasucher markiert immer das 100% Filmbild, wobei zur Umfeldorientierung ein zusätzlicher Sicherheitskasch dargestellt wird. Es wird bereits eine modifizierte S16mm-Suchermaske mit verkleinertem Sicherheitsbereich getestet, wobei der „Aufnahmebereich“ um ca. 10% „vergrößert“ wird.
- Für eine HD-Auswertung muss die Endfertigung einer S16mm-Produktion in jedem Fall in HD erfolgen! Eine Abtastung oder Postproduktion in SD führt bei der Konvertierung nach HD in keinem Fall zu akzeptablen Ergebnissen. Gerade das Premium-Segment (szenische Produktion) erfordert für die HD-Ausstrahlung eine exzellente Bildqualität. SD-Abtastung oder SD-Postproduktion machen die Ergebnisse für HD-Ausstrahlung von S16mm-Film unbrauchbar.

## 10. File-basierte Produktion

BFür den Übergang zur file-basierten Produktion herrscht Konsens, keine alten „Workarounds“ aus der linearen Bandaufzeichnung zu übernehmen. Files benötigen keine Vor- und Nachläufe, sowie auch keinen technischen Vorspann!

Mit zunehmender Anzahl von Files würden diese Altlasten zukünftig einen erheblichen Mehraufwand verursachen, z.B. durch erneutes Trimmen, und damit die Effizienz nachteilig beeinflussen.

Wird Programmmaterial auf Videobändern in ein File transferiert, dann wird aus ökonomischen Gründen meist auf ein exaktes Trimmen verzichtet. Daher enthalten derartige Files zwangsläufig auch noch einen technischen Vorspann und/oder Vor- und Nachlauf.

Daher dürfen, für einen noch zu bezeichnenden Übergangszeitraum Files die aus Altmaterial generiert werden, einen technischen Vorspann und/oder Vor- und Nachlauf beinhalten.

### 10.1. Technischer Vorspann sowie Vor- und Nachlauf im MXF

Ab **1. März 2012** darf bei Anlieferung, Austausch und Zulieferung von Neuproduktionen via File kein Technischer Vorspann, oder Vor- und Nachspann enthalten sein. D.h. das File beginnt mit dem ersten Vollbild/Frame von Sendung oder Beitrag und endet mit deren letzten Vollbild/Frame.

In Konsequenz ist auch kein Vorlauf für Dolby E enthalten.

Bei Anlieferung, Austausch und Zulieferung mittels Band, Professional Disk oder P2 kann weiterhin ein technischer Vorspann, oder Vor- und Nachspann enthalten sein.

### 10.2. Zeitcode in MXF

Für die Anlieferung, den Austausch und die Zulieferung muss der Zeitcode entsprechend EBU R122, in das MXF-File eingebettet sein, d.h. die Einschränkungen zur Verwendung der drei Timecode-Instanzen sind zu beachten. Eine nähere Erläuterung dazu ist im [Punkt 38](#) enthalten.

- Der Beginn des Zeitcodes ist zum Filebeginn festgelegt.
- Der Startzeitcode des Programmbeitrags muss nicht zwangsläufig bei 10:00:00:00 beginnen. Er kann je nach Anwendungsfall variieren, z.B. kann der Zeitcode zwischen einem UT-stl-File und dem MXF-File, unterschiedlich sein. Als Folge muss dieser im stl-File korrigiert werden.

## 11. HD-Anlieferungsformat

Zur Anlieferung von HD-Programmbeiträgen werden die nachfolgenden Medien, sowie File-, Kompressions- und Abtastformate akzeptiert.

Für die file-basierte Anlieferung müssen auch die Festlegungen in [Punkt 10](#) beachtet werden.

### 11.1. Medien

#### Mainstream

- Professional Disk
- P2 Speicherkarte

#### Premium / High-Quality

- HDCAM-SR Kassette

### 11.2. Fileformat und Mapping

Für die Anlieferung mittels eines bandlosen Speichermediums wird das Fileformat MXF festgelegt. Die entsprechenden Standards für das Mapping der zulässigen Kompressionsformate sind zu beachten:

- SMPTE 381M: Mapping MPEG Streams into the MXF Generic Container (inkl. Long-GOP)
- SMPTE RDD09: MXF Interoperability Specification of Sony MPEG Long GOP Products
- RP2008: Mapping AVC Streams MXF Generic Container (H.264)
- SMPTE 2019-4: Mapping VC-3 Coding Units into the MXF Generic Container (DNxHD)
- Achtung: Für ProRes in MXF existiert kein SMPTE Mapping Standard.

### 11.3. Kompressionsformate

- MPEG-2, 4:2:2, long GOP, 50 Mbit/s (XDCAM-HD422 Implementierung)
- AVC-I 100, 4:2:2, I-Frame, 112 Mbit/s (SMPTE RP 2027)
- Typ-D-16-Kodiervorgang, IEC 62141 (HDCAM-SR Implementierung, MPEG-4)
- DNxHD, 4:2:2, I-Frame, 175/185 Mbit/s mit 10 oder 8 Bit, sowie 115/120 Mbit/s mit 8 Bit (SMPTE 2019-1 VC-3 picture compression)
- ProRes, 4:2:2, I-Frame, ~184 Mbit/s (ProRes HQ) mit 10 Bit und ~122 Mbit/s (ProRes) mit 8 Bit (Final Cut Pro Implementierung)

### 11.4. Abtastformate

- An ARD und ORF hat die Anlieferung von HD-Programmbeiträgen im Abtastformat 1080i/25 zu erfolgen. Für szenische Produktionen ist auch das Abtastformat 1080p/25 (1080psf/25) zulässig.
- An das ZDF kann die Anlieferung von HD-Programmbeiträgen im Abtastformat 720p/50 oder 1080i/25 erfolgen. Für szenische Produktionen ist auch das Abtastformat 1080p/25 (1080psf/25) zulässig.

### 11.5. Ü-Wagen

Auch im Ü-Wagen-Bereich wird als Ziel eine Anlieferung auf Professional Disk (XDCAM HD422-Format) oder auf P2 Speicherkarte (AVC-I 100-Format), sowohl unter Qualitäts-, als auch unter Kostengesichtspunkten angestrebt.

Bei Sportveranstaltungen kann für die Anlieferung, z.B. von einem mit dem EVS-System ausgestatteten Ü-Wagen mit dem Video-Kompressionsformat DNxHD, auch ein anderes bandloses Speichermedium, u.U. die einzige Anlieferungsmöglichkeit darstellen. Hierfür wird bei Verwendung von transportierbaren Harddisks ein System/Box mit gespiegelten Harddisks (Raid) empfohlen (ersatzweise können auch 2 Harddisks verwendet werden). In jedem Fall wird entsprechend [Punkt 11.2](#) das Fileformat MXF festgelegt.

## 12. Austausch zwischen den Rundfunkanstalten

### 12.1. VFT – Video-Filetransfersystem der ARD

Für den Austausch von HDTV-Programmmaterial stellt der Filetransfer den Regelfall dar. Für den Transfer ist von jeder Rundfunkanstalt ein MXF-File bereitzustellen, das die geforderten Spezifikationen erfüllt.

Die abgebende Rundfunkanstalt hat sicherzustellen, dass die vereinbarten Spezifikationen eingehalten werden.

**Hinweis:** Der Austausch von davon abweichenden Formaten bedarf der bilateralen Absprache.

### 12.2. MXF-Spezifikationen

- a) Das Fileformat MXF muss dem Operational Pattern OP 1A entsprechen.
- b) Als Kompressionsformat sind XDCAM HD422 (50 Mbit/s), sowie AVC-Intra 100 (112 Mbit/s) zugelassen, die entsprechenden Standards für das Mapping der Video-Kompressionsformate sind zu beachten (siehe Punkt 11.2).
- c) Für XDCAM HD422 muss das Einbetten (Mapping) der Essenz entsprechend SMPTE RDD09 erfolgen.
- d) Es werden (wie bei SDTV) zeitlich kontinuierliche Einzelobjekte in separaten Files übertragen,
- e) Die Essenzen (Video, Audio und Daten) sind in einem zeitlichen Multiplex (compound) auszutauschen. Damit ist sichergestellt, dass die ausgetauschten MXF Files streaming-fähig sind.

### 12.3. Betriebliche Festlegungen für MXF

- a) Als HD-Abtastformat wird 1080i/25 vorgeschrieben.
- b) Die Tonspurbelegung unter [Punkt 16.6](#) ist auch für den Video-Filetransfer gültig.
- c) Es darf kein Vor- (auch technisch) und Nachspann enthalten sein (siehe [Punkt 10.1](#)).
- d) In Konsequenz daraus ist auch kein Vorlauf für Dolby E enthalten.
- e) Der Zeitcode muss, entsprechend EBU R122, in MXF eingebettet sein (siehe [Punkt 10.2](#)).
- f) Der Partition Status der Header Partition muss „closed“ und „complete“ sein. Dadurch ist gewährleistet, dass die Header Metadaten bereits zu Beginn des Files vollständig verfügbar sind.
- g) Im ersten Schritt werden die derzeit für SDTV verwendeten Metadaten (elektronische MAZ-Karte) übernommen. Diese können bei Bedarf erweitert werden.

**Hinweis:** Durch die Vielzahl von HD-Formaten ist es künftig wichtig, dass die verwendeten Encoder die technischen Metadaten vollständig und nach MXF-Standard in die entsprechenden Files schreiben, z.B. um automatisiert Entscheidungen über eine eventuell notwendige Transkodierung zu treffen.

### 12.4. Ausnahmefälle für den Austausch von HDTV-Programmmaterial

Für betriebliche Ausnahmefälle, bei denen kein Austausch mittels Filetransfer möglich ist, kann nach bilateraler Absprache, auch mittels eines physikalischen Trägers ausgetauscht werden. In diesen Fällen sollten nur folgende Träger und Kompressionsformate genutzt werden:

#### Mainstream

- Professional Disk mit XDCAM HD 422 (50 Mbit/s)
- P2 Karten mit AVC-I 100
- Transportierbare Harddisk mit marktüblicher Schnittstelle, z.B. USB, Ethernet, Firewire. Zum Speichern werden das Fileformat MXF und die oben aufgeführten Kompressionsformate, sowie ein mit den Betriebssystemen Windows bzw. MAC OS kompatibles File-System zugelassen

#### Premium/High-Quality

- HDCAM-SR Kassette

**Hinweis:** Das HDCAM-SR Format ist nur für die Anlieferung von Premium-Produktionen zulässig. Es kann allerdings auch für eine hochqualitative Weitergabe von Premium-Produktionen, nach bilateraler Vereinbarung, im Austausch genutzt werden. In jedem Fall muss für Betriebe, die nicht in ein HDCAM-SR Equipment investiert haben, eine Arbeitskopie in einem zulässigen Mainstream-Format geliefert werden.

#### Abtastformat

Für den Austausch (Träger, Leitung, File) von szenischen Produktionen und den HD-Transfer vom Film sind auch die Abtastformate 1080p/25 und 1080psf/25 zulässig.

Das Abtastformat für den Austausch (Träger, Leitung, File) im Mainstream-Bereich ist 1080i/25, das ZDF stellt das jeweils in der Produktion verwendete Format zur Verfügung.

**Hinweis:** Wenn trotzdem eine Abtastformatwandlung erforderlich ist, dann muss ein Konverter(\*) eingesetzt werden, der eine hohe Bildqualität gewährleistet.

(\*) Siehe dazu den IRT Projekt-Bericht „Konvertierung von Abtastformaten“ vom 24.02.2009.

## 13. Zulieferung an die entsprechenden Sendezentren

### 13.1. ARD

Für die Zulieferung von HD-Programmen an die Sendezentren sind derzeit die folgenden Formate zulässig:

#### Medien und Kompressionsformate

- Professional Disk mit XDCAM HD 422 (50 Mbit/s)
- P2 Karten mit AVC-I 100

Die Spezifikation für beide Varianten siehe *Punkt 10*.

#### Fileformat und Kompressionsformate

- MXF mit XDCAM HD 422 (50 Mbit/s)
- MXF mit AVC-I 100

Die Spezifikation für beide Varianten siehe *Punkt 10*.

#### Abtastformat

- Im Regelfall erfolgt die Zulieferung zur ZSAW für die drei Zuliefervarianten Medium, Leitung und File im Abtastformat 1080i/25.
- Für Zulieferungen mittels Professional Disk kann auch das Abtastformat 1080psf/25 genutzt werden.

Dabei sind die folgenden betrieblichen Festlegungen zu beachten:

#### Zeitcode in MXF

- Siehe *Punkt 10.2*.

#### Technischer Vorspann und Vorlauf für Dolby E

- Siehe *Punkt 10.1*.

#### 13.1.1. Tonspurbelegung

In *Punkt 16.6* sind für die Tonspurbelegung sechs Varianten festgelegt, Varianten 1 bis 3 sind 4-spurig, Varianten 4 bis 6 sind 8-spurig.

Ziel ist es, dass zukünftig zunehmend die Variante 4 für die Zulieferung zur ZSAW verwendet wird, da die ZSAW intern nach dieser arbeitet. Die aktuelle Tonspurbelegung für die unterschiedlichen Zulieferungsvarianten regeln die nachfolgenden Vereinbarungen.

#### Zulieferung via Medium

- Bei einer Zulieferung mittels Band, Professional Disk oder P2 können alle Varianten von 1 bis 6 genutzt werden.

### Zulieferung via Filetransfer

- Für den Filetransfer kann das Material mit 8 Audiospuren zugeliefert werden. Allerdings ist die Metadatenhandhabung problematisch, da über den DAVID-Ingester eine Bezeichnung der drei 8-spurigen Varianten nicht möglich ist.
- Für einen Übergangszeitraum, bis zur Inbetriebnahme des VFT-2.0, können beim Filetransfer zur ZSAW bzgl. der Metadaten nur die Varianten 1, 2 und 3 genutzt werden.
- Dafür wird die ZSAW Lösungswege für einen einfachen Spurtausch in die intern erforderliche Variante erarbeiten (das VFT-System unterstützt kein Routing).
- Mit der Verfügbarkeit von VFT-2.0 wird im 1. Quartal 2013 gerechnet. Die Anforderung, bezüglich der Bezeichnung einer größeren Anzahl von Audiokanälen in den Metadaten, wird der für das Pflichtenheft zuständigen AG übermittelt.

### Live-Zuführung

- Bei der Live-Zuführung erfolgt ein hoher Anteil der Zulieferungen nach den Varianten 1 bis 3. Für die Variante 3 (mit Dolby E) muss evtl. ein um-routen in der ZSAW erfolgen.
- Mit Einführung von HYBNET-Neu kann für die Zulieferung von Mehrkanalton auch die Variante 4 eingesetzt werden.
- Variante 5 ist derzeit noch ein absoluter Sonderfall und die Nutzung muss vorab telefonisch abgestimmt werden.

### **13.1.2. Zulieferung von UT**

Aktuell erfolgt die Zulieferung von Sendungen über Leitung nur noch in HD.

Ab **1. Januar 2013** erfolgt die Zulieferung von UT nur noch „2-streifig“ (siehe dazu [Punkt 17](#)).

### **13.1.3. Lautheitsnormalisierte Zulieferung**

Ab **1. Januar 2012** müssen Neuproduktionen lautheitsnormalisiert zugeliefert werden.

Generell wird festgelegt, dass Altmaterial im aktuellen Zustand zugeliefert wird, d.h. die Lautheitsnormalisierung erfolgt am Ort der Nutzung.

Siehe dazu [Punkt 2](#).

### **13.1.4. Vorlaufzeit für die VFT-Zulieferung**

Die VFT-Zuführung muss mindestens 6 Stunden, plus der Sendelänge, vor Sendungsbeginn erfolgt sein!

### **13.2. ZDF**

Derzeit wird überwiegend auf HDCAM-SR angeliefert. HDCAM und DVCPRO-HD werden für die Zulieferung von HD-Programmen als Übergangslösung gesehen und sollen zunehmend durch bandlose Formate abgelöst werden.

### **13.3. ORF**

Derzeit kann in HDCAM und HDCAM-SR angeliefert werden.

## **14. Ergänzende Festlegungen für Medien**

Aufgrund erster betrieblicher Erfahrungen sind nachfolgend einige Festlegungen bezüglich des Austauschs mittels physikalischer Medien zu vereinbaren.

***Hinweis:*** Mobile Datenträger sind ausschließlich temporär zu verwenden und sind kein Archivmedium! Die Produktionsbereiche des ZDF sind aus Gründen der IT-Sicherheit im Umgang mit mobilen Datenträgern jeglicher Herkunft, z.B. externe Produzenten, andere Sendeanstalten, etc., an die „Richtlinie zur Verwendung mobiler Datenträger zur Fernsehproduktion im ZDF“ gebunden.

### 14.1. Professional Disk mit XDCAM-HD422 (50 Mbit/s)

- Es kann weiterhin ein technischer Vorspann, oder Vor- und Nachspann enthalten sein (siehe [Punkt 10.1](#)).
- Im MXF Header muss für HD-Beiträge immer das Bildformat „16:9“ eingetragen sein!

Die Festlegungen zu folgenden Punkten werden derzeit noch diskutiert. Bis zu einer einheitlichen Empfehlung muss daher der aktuelle Sachstand beim Adressaten nachgefragt werden.

- Dateistruktur auf den Medien bei fertigen Programmen,
- Für die Anlieferung muss die Benennung der Datei geregelt werden:
  - Identifizierung wenn mehrerer Beiträge auf einer Disk,
  - Clip-Name muss vergeben werden.

### 14.2. P2 Karten mit AVC-100

Anlieferung für ZDF:

- Zulässige Datenformate/Kodierung sind AVC-Intra 100 mit den Abtastformaten 720p/50, 1080p/25 und 1080i/25.
- Es darf kein technischer Vorspann enthalten sein.

### 14.3. Andere mobile Datenträger

Anlieferung für ZDF:

- Das Beschreibungsformat entspricht der P2-Speicherkarte,
- Pro Datenträger sind maximal fünf P2-Partitionen zulässig.

## 15. Ergänzende Festlegungen für den Austausch zwischen den RfA

Derzeit wird die Integration des VFT in den FESAD-Programmaustausch und Produktions-Beitragsaustausch vorbereitet. Folgende Punkte wurden einheitlich festgelegt:

- a) Das bereits bestehende physikalische Austauschsystem – VFT, wird für alle Austauschszenarien benutzt.
- b) Das bereits bestehende Bestellsystem aus FESAD wird für alle Austauschszenarien benutzt.
- c) Für den Beitragsaustausch und den Programmaustausch werden zwei zusätzliche Informationsfelder festgelegt – Feld-1 „BezugZurProduktion“ (hierarchisch übergeordnet zu) Feld-2 „ProduktionBemerkung“.
- d) Die zwei neuen Informationsfelder werden im Austauschmodul von FESAD, sowie im VFT-System implementiert.

Die Festlegung von zwei zusätzlichen Informationsfeldern stellt zur betrieblichen Umsetzung sicher, dass die Übermittlung einer internen Produktions-ID und/oder eines Verwendungshinweis in textueller Form möglich ist. Diese zwei Datenfelder gewährleisten, dass jeder Besteller im Bestellprozess eine Kennung mitgeben kann, an der er selbst nach Auslieferung, eine Zuordnung des gelieferten Files zum Bestellvorgang vornehmen kann. Zudem muss die mitgegebene ID oder der Freitext nur für den Besteller sinntragend sein.

Damit wird sichergestellt, dass ein angeliefertes File beim Besteller, sowohl identifiziert, als auch dem Bestellprozesses, z.B. Produktions-Beitragsaustausch oder FESAD-Programmaustausch, zugeordnet werden kann.

**Hinweis:** Nach der erfolgten betrieblichen Umsetzung der Integration, werden detaillierte Informationen über den betrieblichen Einsatz in die TPRF-HD aufgenommen.



## 16. Ton

Die Aufnahmen und Aufzeichnungen müssen in der Qualität dem Stand der professionellen Studiotechnik entsprechen. Die Tonaufnahmen müssen in der Gestaltung mit dem Bildinhalt sinnvoll korrespondieren. Sie dürfen keine unbeabsichtigten Änderungen der akustischen Atmosphäre enthalten und müssen ein durchgehend ausgeglichenes Mischungsverhältnis aufweisen. Für eine fernsehtaugliche Fassung muss das Mischungsverhältnis immer zugunsten der Sprachverständlichkeit gewählt werden.

Für HDTV ist der Stereo-Regelbetrieb die Basis, d.h. das Tonformat für HD-Programmbeiträge muss mindestens Stereo sein. Mehrkanalton (Dolby E oder 5.1 diskret) ist jedoch gerade bei HDTV eine wünschenswerte Erweiterung der Tonqualität als Ergänzung zum hochauflösenden Bild und sollte daher vorzugsweise zusammen mit 2.0-Stereoton angeboten werden.

### 16.1. Formate

#### 16.1.1. Mono

Monofone Tonsysteme, mit nur einem Tonkanal, werden in den Fernsehstudios zunehmend, durch die heute verwendeten mehrkanaligen Tonsysteme, einschließlich des hauptsächlich verwendeten stereofonen Systems, mit 2 Kanälen ersetzt. Diese mehrkanaligen Tonsysteme werden mit dem Oberbegriff Mehrkanal-Stereo-Systeme bezeichnet.

#### 16.1.2. Stereo

Bei der Herstellung von stereofonen Produktionen ist zwingend auf Monokompatibilität zu achten. Die Kontrolle erfolgt über eine Additionsstufe und nicht über 90°-Filter.

Über den Korrelationsgrad zwischen 2 Kanälen lassen sich folgende Aussagen treffen:

Signalart	Korrelationsgrad
Mono	1
Stereo (optimal)	0,3 ... 0,7
links und rechts de-korreliert	0
Stereo (vornehmend negative Korrelation)	-0,3 ... -0,7
Mono (gegenphasig)	-1

**Hinweis:** Der Korrelationsgrad kann in einem Stereosignal auch kurzzeitig negativ werden. Sollte sich der Korrelationsgrad jedoch länger im negativen Bereich befinden, muss von einem Phasenfehler eines Kanals ausgegangen werden.

#### 16.1.3. Zweikanalton

Zweikanalton bezeichnet eine Technik mit zwei unabhängigen Audiokanälen. In der Fernsehproduktion wurden die zwei verfügbaren Kanäle für die Übertragung von Original- und Synchronfassung eines Films (Zwei-Kanal-Ton) verwendet.

**Hinweis:** Da inzwischen auch die zweiten Sprachfassungen, wie Fremdsprache, Hörfilm (Audiodeskription), Kommentar oder Originalton etc., in Stereo produziert werden, muss bei Verwendung von archivierten Zweikanal-Programmen auf die richtige Zuordnung geachtet werden!

#### 16.1.4. Mehrkanal – Dolby-Surround

Bei Dolby-Surround- bzw. Dolby-ProLogic-Systemen, handelt es sich um den Spezialfall eines Mehrkanal-Systems, da die 4 Kanäle nicht diskret, sondern matriziert übertragen werden.

Prinzipiell ist das Dolby-Surround-System ein 3/1-System mit drei Frontkanälen und einem (bandbegrenzten) Surround-Kanal, der unter Bezug auf die Referenz-Wiedergabekonfiguration,



über die beiden Surround-Lautsprecher LS und RS wiedergegeben wird (Recommendation ITU-R BS.775-2).

Für die Speicherung, bzw. Übertragung, werden die verwendeten 4 Kanäle auf 2 stereokompatible Kanäle matriziert und bei der Wiedergabe mit Hilfe des Dolby-ProLogic-Dekoders dematriziert. Dieser Matrizierungsvorgang muss in die Produktion von Dolby-Surround-Aufnahmen einbezogen werden. Das heißt, die Abmischung erfolgt prinzipiell über die Referenz-Wiedergabekonfiguration, aber erst nachdem das vierkanalige Signal mit Hilfe des Dolby-Surround-Prozessors kodiert und dekodiert wurde.

Surround-Tonsignale sind während der Produktion auf ausreichende Stereo- und Monokompatibilität zu prüfen.

Da bei Dolby-Surround-Aufnahmen am matrizierten Stereosignal nicht erkennbar ist, ob es sich um eine Surround-Aufnahme handelt, muss die Produktion auf der MAZ-Karte und dem Bandaufkleber eindeutig als „Dolby-Surround“ gekennzeichnet werden. Zur Kennzeichnung der Spurbelegung müssen die Bezeichnungen **Lt** (links total) und **Rt** (Rechts total) verwendet werden.

### 16.1.5. Mehrkanal – Diskret

Bei den Systemen mit mehr als 2 Kanälen, wurde vor einigen Jahren internationale Übereinstimmung über eine Konfiguration erreicht, die einen Kompromiss zwischen der Forderung nach optimaler räumlicher Vergrößerung der Wiedergabe und Kompatibilität mit der konventionellen Zweikanalton-Stereofonie darstellt. Diese Standard-Konfiguration (*siehe Punkt 31*), nach ITU-R BS.775-2, ist die Mehrkanal-Stereofonie, die als 5.0-System oder 5.1-System bezeichnet wird. Es handelt sich dabei um ein Tonsystem mit 5 diskreten breitbandigen Kanälen, von denen 3 Kanäle für die Front- und 2 Kanäle für die Surround-Darstellung genutzt werden.

Die Erweiterung „.1“ in der Bezeichnung „5.1“ steht für einen zusätzlichen optionalen sechsten Kanal (LFE-Kanal, Low-Frequency Effects) mit begrenzter Bandbreite, der zur Übertragung tieffrequenter Effekte genutzt werden kann (*siehe Punkt 16.4.2.1*).

Für Sendezwecke wird in jedem Fall zusätzlich eine monokompatible Stereo-Fassung benötigt (*siehe auch EBU Technical Recommendation R96*).

Um die Abwärtskompatibilität innerhalb der Hierarchie von Mehrkanal-Tonsystemen zu gewährleisten, sind einfache Matrizierungsbedingungen zur Addition der fehlenden Kanäle bzw., Signalanteile auf die verbleibenden Kanäle vorgesehen. Zurzeit sind verschiedene Verfahren in der Erprobung, z.B. bei IRT, ORF, WDR und Firmen. Bis zu einer endgültigen Abklärung wird auf die ITU-R BS.775-2 verwiesen. Die Gleichungen für den Downmix vom 5.0- auf das herkömmliche Stereo-Format (2.0) lauten wie folgt (der Faktor 0,7 entspricht einer Pegeländerung von -3 dB):

	L	R	C	LS	RS
L' =	1,0 L	0,0 R	0,7 C	0,7 LS	0,0 RS
R' =	0,0 L	1,0 R	0,7 C	0,0 LS	0,7 RS

Aus grundsätzlichen Erwägungen muss am Beginn der Aufzeichnung auf allen Kanälen ein Bezugspegel aufgezeichnet sein, der mit dem Mehrkanal-Signal fest verkoppelt ist. Diese Verbindung darf in der weiteren Verarbeitungskette nicht abgetrennt werden.

Da Mehrkanal-Signale nicht zwangsläufig als solche erkennbar sind, muss die Produktion auf der MAZ-Karte und dem Bandaufkleber eindeutig als Mehrkanal, z.B. „5.1-Diskret“ oder 4.0-Diskret gekennzeichnet werden.

Für Mehrkanal-Produktionen ist eine Ankündigung im Trailer, sowie ein Hinweis für den Zuschauer im Videotext wünschenswert.

## 16.2. Umstieg zur Lautheitsaussteuerung

Der seit längerem geplante Umstieg der Audio-Aussteuerung, von QPPM zur Lautheitsaussteuerung, erfolgt zum **1. Januar 2012**, d.h. spätestens ab diesem Zeitpunkt müssen alle Neuproduktionen lautheitsnormalisiert durchgeführt werden.

Im Kontext einer optimierten Lautheitsbalance beinhaltet der Umstieg die betriebliche Integration geeigneter Lautheitsmesser. Zur Unterstützung der betrieblichen Abläufe mit den kodierten Audioformaten Dolby E und Dolby Digital (AC-3), wurde für unterschiedliche Genres eine überschaubare Anzahl von Dolby Metadaten Presets festgelegt (siehe [Punkt 16.5.3](#)).

**Hinweis:** Allen betroffenen Produktionsbetrieben, intern wie extern, wird dringend empfohlen, so früh wie möglich den betrieblichen Umstieg zur Lautheitsaussteuerung einzuleiten.

Für externe Anlieferungen, bei denen die Aussteuerung nach Lautheit noch nicht möglich ist, z.B. aufgrund fehlender Messeinrichtungen, werden noch bis zum **30. April 2012** Programme akzeptiert, die den Aussteuerungsrichtlinien, gemäß den Technischen Richtlinien für SDTV, Ausgabe Dezember 2006 (Auszug siehe [Punkt 35](#)) entsprechen.

## 16.3. Aussteuerung - Lautheitsbereich

Die Aussteuerung analoger und digitaler Tonsignale muss gemäß ITU-R BS.1770 und EBU Technical Recommendation R 128 „Loudness normalization and permitted maximum level of audio signals“ erfolgen. Danach wird ein Audiosignal beschrieben durch:

1. die Programmlautheit (Programme Loudness)
2. den Lautheitsbereich (Loudness Range)
3. den „exakten“ maximalen Spitzenpegel. (Maximum True Peak Level)

### 16.3.1. Programmlautheit (Programme Loudness)

Die Aussteuerung muss mit einem Lautheitsmessgerät gemäß EBU Tech Doc 3341 erfolgen. Diese Messgeräte haben in der Regel den sogenannten „EBU-Mode“ implementiert, der gewährleistet, dass alle Parameter der Richtlinie entsprechen.

Lautheit wird in LU (Loudness Unit, relatives Maß) angegeben. 1 LU ist äquivalent zu 1 dB. Die absolute Angabe erfolgt mit LUFS (Loudness Unit, referenced to digital Full Scale), bezogen auf digitale Vollaussteuerung.

Ein „EBU Mode“ Loudness Meter bietet drei verschiedene Zeitfenster für die Darstellung der Lautheit an:

1. Momentary Loudness (Abkürzung „M“), gleitendes Zeitfenster: 400 ms
2. Short-term Loudness (Abkürzung „S“), gleitendes Zeitfenster: 3 s
3. Integrated Loudness (Abkürzung „I“), Zeitfenster von „Start“ bis „Stop“

Die Momentary Loudness und die Short-term Loudness werden für die momentane Aussteuerung und die Mischung benötigt, um den Zielwert (Target Level) für die Programmlautheit (s.u.) zu erreichen.

Die Programmlautheit beschreibt die mittlere Lautheit (integrated Loudness) über die gesamte Dauer eines Programms, ohne Berücksichtigung der Art des Programms, wie z.B. Sprache, Musik, Soundeffekte etc. Ein Programm ist ein thematisch in sich geschlossener Beitrag, der zusammenhängend produziert wird. Dazu zählen auch Werbung, Trailer, Promos, etc.

Die Programmlautheit wird mit nur einer Zahl in LUFS mit einer Stelle hinter dem Komma angegeben.

Als Zielwert (Target Level) für die Programmlautheit wurde **-23,0 LUFS** festgelegt. Die Abweichung vom Target Level soll **±1,0 LU** nicht überschreiten.

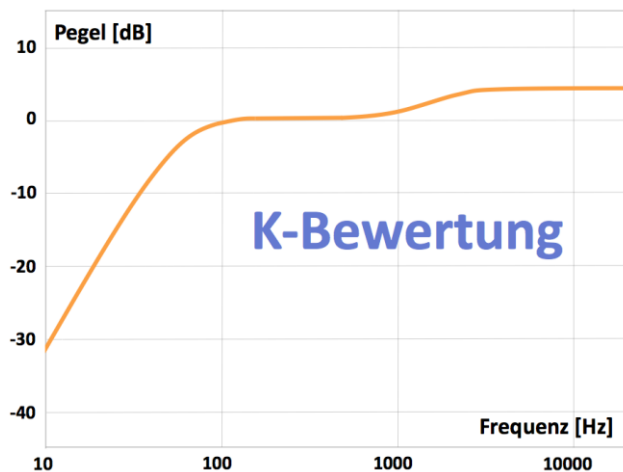
**Hinweis:** Eine Toleranz ist z.B. für Programme erforderlich, bei denen eine exakte Normalisierung auf den Zielwert praktisch nicht möglich ist (zum Beispiel Live-Programme).

Für die Berechnung der Programmlautheit werden Messwerte (Zeitfenster 400 ms) unter -70 LUFS nicht berücksichtigt (absolute Gating). Dasselbe gilt für Messwerte, die mehr als 10 LU unterhalb der absolute-gated integrated Loudness liegen (relative Gating). Damit wird der Tatsache Rechnung getragen, dass überdurchschnittlich lange, sehr leise Passagen, den Gesamteindruck der Lautheit eines Programmes unnatürlich erhöhen.

Gibt es zugehörige Metadaten, müssen diese die jeweilige Programmlautheit immer korrekt angeben, auch wenn ein Programm nicht auf -23 LUFS angesteuert wurde.

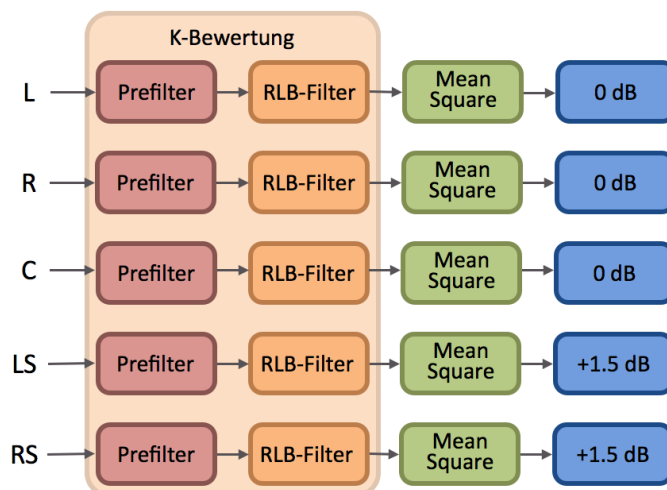
Für alle Programme, die auf den Target Level von -23 LUFS normalisiert wurden, muss der entsprechende Parameter in den Metadaten „-23“ indizieren.

Der Algorithmus für die Messung der Lautheit wird in ITU-R BS.1770 definiert. Dabei werden alle Kanäle (außer dem LFE-Kanal) K-bewertet.



**K-Bewertungskurve nach ITU-R BS.1770**

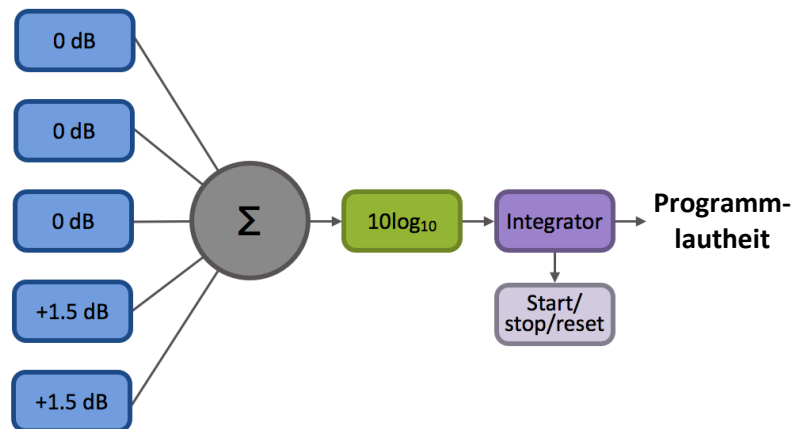
Bei 5.1-Signalen gehen die drei Frontkanäle mit der Gewichtung 0 dB und die beiden Surround-Kanäle mit +1.5 dB in die Messung ein.



[RLB: Revised Low-Frequency B-Kurve (Hochpassfilter)]

**Kanal-Processing in ITU-R BS.1770**

Die so bewerteten Kanäle (siehe vorhergehende Seite) werden aufsummiert und über der Zeit integriert.



Kanalsummierung in ITU-R BS.1770

### 16.3.2. Maximaler „echter“ Spitzenpegel (Maximum True Peak Level)

Zur Kontrolle der Spitzenpegel wird empfohlen, den True Peak Level zu messen. Der True Peak Level beschreibt den Maximalpegel des kontinuierlichen (analogen) Signals und wird mittels Oversampling gefunden. Damit ist er im Allgemeinen größer als der mit einem konventionellem Peak Programme Meter oder einem Sample Peak Meter gemessene Wert. Er darf ein Maximum von -1 dBTP (deziBel bezogen auf digitale Vollaussteuerung, gemessen mit True Peak Meter) in der Produktion nicht überschreiten.

Die Messung des True Peak Levels erfolgt mit einem Messgerät gemäß sowohl ITU-R BS.1770 als auch EBU Tech Doc 3341.

### 16.3.3. Lautheitsbereich (Loudness Range LRA)

Die Loudness Range, bisher bezeichnet als „Programmdynamik“, also der Bereich zwischen sehr leisen („ppp“) und sehr lauten („fff“) Passagen, ist u. a. dann von Bedeutung, wenn spezielle Abhörsituationen zu berücksichtigen sind. Betrachtet man z. B. eine Stadtwohnung mit deutlich wahrnehmbaren Verkehrsgeräuschen, so wird eine „zu hohe“ Loudness Range dazu führen, dass die „ppp“-Passagen von den Hintergrundgeräuschen „verdeckt“ werden. Auf der Basis von EBU – TECH 3342 kann der Lautheitsbereich spezifiziert werden. Typische Werte für den Lautstärkebereich in „Loudness Units“ (LU) sind:

- LRA < 5 LU – klein
- LRA ~ 10 LU – mittel
- LRA > 15 LU – groß

Berechnet wird der Lautheitsbereich auf Grundlage der statistischen Verteilung, der Lautheitspegel nach EBU Tech Doc 3342, mit einer Integrationszeit von 3 Sekunden („Short-term Loudness“) und einer Überlappung der Zeitfenster von mindestens 2 Sekunden. Wie auch bei der Integrated Loudness werden Messwerte unterhalb -70 LUFS für die Berechnung nicht herangezogen (absolute gating). Dasselbe gilt für Werte unterhalb -20 LU bezogen auf die absolute-gated Loudness.

Der Lautheitsbereich beschreibt die Differenz zwischen dem 95sten (Maximalwert = 95%) und dem 10ten Perzentil (Minimalwert = 10%) der statistischen Lautheitspegelverteilung, ohne Berücksichtigung der Extrempegel oberhalb 95% und unterhalb 10%. Damit ist sichergestellt,

dass z.B. weder die Ablende einer Musik, noch ein kurzer sehr lauter Effekt, wie ein Pistolenschuss in einem Spielfilm, die Messung des Lautheitsbereiches beeinflussen.

Der Lautheitsbereich wird auf Basis der „Short-term“ Loudness“ gemäß EBU Tech Doc 3341 gemessen.

Zusätzliche Festlegungen sind in folgenden EBU Dokumenten veröffentlicht:

- EBU Technical Document 3341 „Loudness Metering, ‘EBU Mode’ metering to supplement loudness normalisation in accordance with EBU R 128“, und
- EBU Technical Document 3342 “Loudness Range: A measure to supplement loudness normalisation in accordance with EBU R 128”.
- EBU Technical Document 3343 „Practical Guidelines for Production and Implementation in accordance with EBU R 128“
- EBU Technical Document 3344 „Practical Guidelines for distribution systems in accordance with EBU R 128“

## 16.4. Mehrkanalton

Mehrkanalton ist optional und sollte vorzugsweise bei Genres erstellt werden, bei denen der Einsatz von Center- und Surroundkanälen sinnvoll ist, wie z.B. bei Sport, Unterhaltung, Spielfilm, Musik und Dokumentationen.

- Der Austausch von Mehrkanalproduktionen soll in Zukunft mit diskreten PCM-Signalen erfolgen, wenn eine ausreichende Anzahl an Tonkanälen zur Verfügung steht.
- Alternativ kann der Austausch im Dolby E Format erfolgen, wenn z.B. die Anzahl der verfügbaren Tonspuren nicht ausreicht, wenn die notwendigen Metadaten sich nicht in den vorhandenen Metadaten-Presets wiederfinden, oder wenn es sich um Archivmaterial mit Dolby E handelt.

### 16.4.1. Dolby E

Dolby E ist ein kodiertes Audioformat für den professionellen Einsatz, mit der Fähigkeit, bis zu 8 datenreduzierte Audiokanäle, dazugehörige Metadaten und Zeitcode, durch eine vorhandene Stereo-PCM-Infrastruktur videoverkoppelt transportieren zu können.

**Vorsicht beim versehentlichen Abhören!** Das Dolby E Signal ist ein vollpegeliger (0 dBFS) kodierter Datenstrom und kein Tonsignal. Es dürfen keinerlei Veränderungen, z.B. Pegelkorrekturen oder Abtastratenwandlungen, vorgenommen werden.

Dolby E wurde speziell für den Transport von Mehrkanalton innerhalb und zwischen Rundfunkanstalten entwickelt. Daher ist Dolby E zu jedem Zeitpunkt, vor der eigentlichen Ausstrahlung, ein geeignetes Verfahren für den Austausch und die Verteilung von Mehrkanalton, insbesondere im Zusammenhang mit Video. Dolby E kann bis zu 8 diskrete Tonkanäle (bis zu 8 individuelle Tonprogramme) beinhalten, einschließlich individueller Metadaten für jedes der Tonprogramme. Die bis zu 8 Tonkanäle können in einer bestehenden Infrastruktur für Digital-Stereo über einen AES3-Kanal verteilt, oder auf zwei Tonspuren eines digitalen Videorecorders aufgezeichnet werden. Alle 8 Tonkanäle, einschließlich der Metadaten, werden mit der üblichen Datenrate von 1,92 Mbit/s (entspricht 20 Bit Wortbreite und 48 kHz Abtastrate) kodiert. Die Audiokanäle können hierbei eine Bandbreite von 20 kHz und eine Dynamik von bis zu 110 dB aufweisen. Steht nur eine Wortbreite des Aufzeichnungs-, bzw. Übertragungskanals von 16 Bit zur Verfügung, können im Dolby E Format 6 Audiokanäle transportiert, bzw. gespeichert werden.

Dolby E kann im Gegensatz zu Dolby Digital (AC-3) viele (bis zu 10) Kaskadierstufen verkraften, d.h. eine mehrfache En- und Dekodierung ohne dass wahrnehmbare Artefakte auftreten. Darüber hinaus ist durch die Einbindung des SMPTE-Zeitcodes und der Rahmenstruktur von Dolby E sichergestellt, dass Audio und Video über die komplette Postproduktion und Verteilung synchron bleiben.

Bei Dolby E handelt es sich um ein professionelles System, das ausschließlich für die Anwendung in der Post-Produktion- und in herkömmlichen Senderinfrastrukturen entwickelt wurde. Der Ton erreicht den Konsumenten niemals im Dolby E Format. Solche Dekoder sind in

Heimgeräten nicht vorhanden. Das Mehrkanaltonsignal muss vor der Ausstrahlung entweder in das Dolby Digital Format (die derzeit bevorzugte Methode, da diese von allen Heimgeräten, die den Empfang von Mehrkanalton über DVB erlauben, auch unterstützt wird) oder in das DTS Format umkodiert werden.

#### 16.4.1.1. Dolby E Wortbreite

In einer hybriden SDTV/HDTV Produktionsumgebung muss beachtet werden, dass ein kodiertes Dolby E Signal mit einer Wortbreite von 20 Bit Probleme, im täglichen FS-Betrieb verursachen kann, da z.B. auf IMX (im Achtkanalbetrieb) und DVCPRO50 für die Tonaufzeichnung nur 16 Bit zur Verfügung stehen.

**Für die Anlieferung und den Austausch (Leitung und Filetransfer) müssen daher Dolby E Signale mit einer Wortbreite von 16 Bit kodiert werden (entspricht maximal 6 Audiokanälen). Eine Wortbreite von 20 Bit ist nur nach bilateraler Vereinbarung zulässig.**

#### 16.4.1.2. Dolby E-Frame Positionierung

Die korrekte Positionierung des Dolby E-Frames, in Bezug zum Video-Frame, erlaubt einen störungsfreien Schnitt oder eine Umschaltung des Dolby E-Datenstroms alle 40 ms. Dies wird durch ein sogenanntes „Guard Band“ sichergestellt, das zum Start und am Ende des Dolby E-Frames in den Datenstrom eingefügt ist. Bei korrekter Positionierung des Dolby E-Frames, in Bezug auf das Video-Frame, überlappt das Guard Band den spezifizierten Schaltzeitpunkt in der vertikalen Austastlücke des Videosignals.

Entsprechend SMPTE RP168 „Definition of Vertical Interval Switching Point for Synchronous Video Switching“, muss nach der jeweils festgelegten Zeile für den Umschaltzeitpunkt, eine Leerzeile berücksichtigt werden, bevor die Dolby E Metadaten eingebettet werden dürfen. Danach können Ancillary-Daten für das Abtastformat 576i/25 ab der Zeile 8 und für die Abtastformate 720p/50 und 1080i/25 ab der Zeile 9 eingebettet werden.

Für einen störungsfreien betrieblichen Ablauf ist jedoch die Tabelle in [Punkt 32](#) zu beachten. Diese zeigt die entsprechenden Festlegungen von Dolby, die eine weitere Einschränkung für die Abtastformate 1080i/25 und 720p/50 erfordert.

#### 16.4.2. Dolby Digital

Das Dolby Digital Format wird von allen auf dem CE-Markt befindlichen Mehrkanalrezipienten und allen DVB STBs (Set Top Box), die ein digitales Audio-Interface besitzen, unterstützt. Der zur Verfügung stehende Datenratenbereich ist zwischen 56 und 640 kbit/s. Achtung: Ältere Mehrkanalrezipienten unterstützen aus Komplexitätsgründen nicht die Datenrate 640 kbit/s. Im DVD-Standard wurde als höchste Datenrate 448 kbit/s spezifiziert. Bei 192 kbit/s für ein 2.0-Signal ist Dolby Digital auch Dolby Surround kompatibel.

Für ein 5.1 Signal liegt die Zieldatenrate zwischen 384 – 448 kbit/s.

- Die Hauptkanäle (1 bis 5) unterstützen einen Frequenzbereich von 3 Hz bis 20 kHz. Die Obergrenze kann hierbei vom Anwender bestimmt werden.
- Der optionale LFE-Kanal hat eine Bandbreite von 3 Hz bis 120 Hz.
- Auflösung der Audiosamples: 16, 20 oder 24-bit Auflösung werden unterstützt.
- Datenrate kann vom Anwender bestimmt werden.

**Hinweis:** *Dolby Digital eignet sich nicht für die Verteilung von Mehrkanalton im Rahmen der professionellen Postproduktion in Fernsehanstalten:*

- *Mehrfachkodierung soll vermieden werden, da Dolby Digital für niedrige Bitraten optimiert wurde und hohe Bitraten nicht unterstützt werden.*
- *Dolby Digital Frames sind bezüglich ihrer Länge von jener der Videoframes verschieden. Daher eignet sich Dolby Digital nicht für den Schnitt, wenn das Videosignal nachträglich bearbeitet werden muss.*



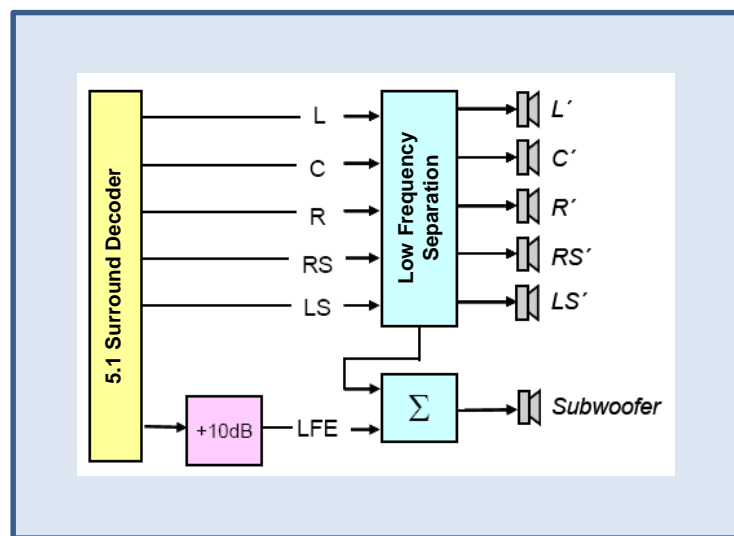
### 16.4.2.1. Mehrkanal, LFE-Signal

Das LFE-Signal (Low Frequency Effects) hat typischerweise eine Bandbreite von unter 120 Hz und wird für tieffrequente Effekte optional eingesetzt. Es ist also kein „Subwoofer-Signal“. Allerdings kann das Subwoofer-Signal mit dem LFE-Signal identisch sein, z.B. bei Kinoproduktionen. Bei Heimanlagen, die zu 99% Satelliten-Subwoofer-Anlagen sind und daher Bass-Management verwenden, besteht das Subwoofer-Signal aus dem LFE-Signal, plus dem Bassanteil der 5 Hauptkanäle.

Gemäß SMPTE soll bei der Produktion der LFE-Kanal solchen Programmanteilen mit extrem tiefen Frequenzen, sowie sehr hohen Pegeln vorbehalten bleiben, deren Fehlen bei der Wiedergabe die künstlerische Vollständigkeit des Programms nicht beeinträchtigt.

Zur praktischen Umsetzung in der Produktion wird durch die standardmäßige Nutzung eines „+10 dB In-Band-Gain“ ein künstlicher Headroom für Tiefstoneffekte dort geschaffen, wo der „normale“ Headroom nicht ausreicht.

Zur Umsetzung auf der Empfängerseite wird das LFE-Signal in den Dekodern nicht im Downmix berücksichtigt (siehe Blockschaltbild des AC3 Decoders). Allerdings wird empfängerseitig der Wiedergabepegel des LFE-Signals um 10 dB erhöht.



**Bass Management eines AC3 Konsumer-Decoders**

Um die Kompatibilität in der FS-Produktionsumgebung aufrecht zu erhalten, muss das „+10 dB In-Band-Gain“ in allen Schritten der Produktion, der Fertigstellung und der Kontrolle abhörseitig gewährleistet sein, siehe dazu ITU-R BS.775 und SMPTE 320.

In Konsequenz muss daher für die Einmessung der Lautsprecher im Produktionsbetrieb eine Anhebung des LFE-Kanals um 10 dB erfolgen.

**Hinweis:** Wird allerdings über einen Konsumer-Decoder kontrolliert, darf keine externe Anhebung erfolgen, da die Anhebung im Decoder stattfindet (siehe Blockschaltbild des AC3 Decoders).

### 16.4.3. DTS

DTS (Digital Theater Sound), ursprünglich nur im Kino, dann aber auch auf der DVD-Video vertreten, ist als weiteres optionales Tonsystem im DVB Standard aufgenommen worden. DTS hat also theoretisch in DVB den gleichen Status wie Dolby Digital. DTS ermöglicht ein 5.1 oder sogar 6.1 Mehrkanaltonsignal, im zweiten Falle einschließlich eines Center-Surround Tonkanals, mit einer Abtastrate von 44.1, 48 oder 96 kHz in einem einzigen Datenstrom zu übertragen. Das neue DTS ES 96/24 Format ist hierbei rückwärtskompatibel zu dem normalen DTS Format. Bei DTS handelt es sich um ein skalierbares Format, das daher nicht nur für die eigentliche Ausstrahlung, sondern auch für die Produktion, Postproduktion und Distribution verwendet werden kann. Das Quellformat kann in 44.1kHz / 20 Bits, aber auch in 48, 88.2, 96

oder sogar 192 kHz Abtastrate und einer Wortbreite von bis zu 24 Bit vorliegen. Der Bereich der Bitrate beträgt 64 kbit/s für einen Monokanal bis maximal 4.5 Mbit/s für ein 6.1 Mehrkanaltonsignal. Im Vergleich dazu beträgt die maximale Datenrate bei Dolby Digital nur 640 kbit/s. Seit Januar 2004 gibt es erste DVB-STBs auf dem Markt, die ein DTS-Signal empfangen und an den angeschlossenen Mehrkanalreceiver durchschleifen können. Alle heutigen Mehrkanalreceiver unterstützen das DTS Format. Bei älteren Mehrkanalreceivern kann nicht sichergestellt werden, dass ein DTS-Dekoder eingebaut ist.

**Hinweis:** DTS wird bei ARD, ZDF und ORF nicht angewandt (außer Radio Schweden verwendet derzeit keine andere europäische Rundfunkanstalt das DTS-System).

## 16.5. Metadaten

Kaskadierte Übertragungstrecken mit Dolby E und Dolby Digital erlauben den durchgehenden Transport von Metadaten. Diese Daten enthalten diverse Informationen über den Ton (Copyright, Inhalt, Eigenschaften, Format, Kodierung, etc.). Die Metadaten werden an die unterschiedlichen Gegebenheiten einer Produktion angepasst und vom Toningenieur vor der Kodierung festgelegt. Sie ermöglichen die Konfiguration des Dekoders für die optimale Wiedergabe, entsprechend individuell unterschiedlicher Abhörbedingungen und Wünschen des Hörers.

Wichtige Steuerparameter für die Wiedergabe beim Hörer sind:

- Dialogue normalization ("dialnorm"),
- Dynamic range control,
- Downmix coefficients.

Neben diesen „Konsumer“-Parametern gibt es weitere sogenannte „Professional“-Parameter, welche im Dolby E Datenstrom enthalten sind, nicht aber im Dolby Digital Datenstrom.

### 16.5.1. Dialogue Normalization

Mit Hilfe des Parameters Dialogue Normalization ("dialnorm") kann auf der Sendeseite dafür gesorgt werden, dass der Hörer einen ausgeglichenen Wiedergabepegel für unterschiedliche Programmarten (Musik, Ansage, Action Film, Talk Show) oder Programmquellen (TV-Set-top Box, DVD-Player) erhält. Der dialnorm-Wert ist der integrierte durchschnittliche Pegel einer Sendung. Darauf basierend, normalisiert ein Dolby Dekoder den Wiedergabepegel auf den gleichen Wert, wie alle anderen Programme/Sendungen/Quellen beim Empfänger, vorausgesetzt, auch diese weisen alle den korrekten dialnorm-Wert auf. Dies hat den Effekt einer sendeseitig kontrollierten Lautheitsbalance, welche die Aussteuerung aber nicht berührt. Nach der Umstellung auf lautheitsbasierte Aussteuerung und -normalisierung wird der dialnorm-Wert großteils nur mehr -23, also statisch sein.

### 16.5.2. Dynamic Range Control

Dynamic Range Control (DRC) Metadaten dienen im Dekoder dazu, alle Audiokanäle entsprechend der beim Hörer gewünschten Dynamik zu komprimieren („midnight mode“). Durch verschieden stark eingreifende Dynamikpresets (z.Bsp. ‚Film Standard, Music Light‘ etc.) kann schon während der Produktion oder vor der Distribution auf das Kompressionsverhalten beim Empfänger Einfluss genommen werden.

### 16.5.3. Dolby Metadaten Presets

In einem Dolby Signal sind immer Metadaten enthalten. Werden diese nicht schon bei der Produktion erstellt, z.B. weil dort keine Dolby-Kodierung erfolgt, müssen sie bei der AC3-Enkodierung am Ausgang der Sendeabwicklung zugesetzt werden. Für diesen Zweck wurde für unterschiedliche Genres eine überschaubare Anzahl von Dolby Metadaten Presets festgelegt (siehe [Punkt 34](#)). Die Presets dienen aber unabhängig davon, ganz allgemein zur Orientierung bei der Erstellung von Metadaten in der Produktion. Ihre Anwendung wird passend zum jeweiligen Genre grundsätzlich empfohlen (siehe nächste Seite).



Übersicht Dolby Metadaten Presets:

Preset 1:	Laut	Stereo (Dolby 2.0)
Preset 2:	Laut	Dolby 5.1 (Mehrkanal)
Preset 3:	Standard	Stereo (Dolby 2.0)
Preset 4:	Standard	Dolby 5.1 (Mehrkanal)
Preset 5:	Dynamisch	Stereo (Dolby 2.0)
Preset 6:	Dynamisch	Dolby 5.1 (Mehrkanal)
Preset 7:	Klassik	Stereo (Dolby 2.0)
Preset 8:	Klassik	Dolby 5.1 (Mehrkanal)
Preset 9:	Sport	Stereo (Dolby 2.0)
Preset 10:	Sport	Dolby 5.1 (Mehrkanal)

**16.6. Tonspurbelegung**

Die nachstehend beschriebene Tonspurbelegung ist gültig für den Programmaustausch, die Programmanlieferung und die Zulieferung von Sendebiträgen zur ZSAW, unabhängig ob per Medium, per Leitung oder als File.

**Hinweis:** Die Tonspurbelegung gilt für Videobänder auf Basis der EBU Recommendation **R 48-2005** (Allocation of audio tracks on digital television recorders) und die Ausspielung von file-basierten Systemen auf Basis der EBU Recommendation **R 123-2009** (EBU Audio Track Allocation for File Exchange).

Folgende Punkte sind zu beachten:

- Die Tonspurbelegung ist für die anzuliefernden SD- und HD-Formate identisch.
- Die in der nachfolgenden Tabelle aufgeführten Varianten 1 bis 3 sind für die Anlieferung von Sendebiträgen mit 4 Tonspuren, die Varianten 4 bis 6 mit 8 Tonspuren vorgesehen.
- Zur eindeutigen Unterscheidung sind die sechs Varianten mit eindeutigen Namen bezeichnet:
  - Variante 1: 4-Kanal, IT
  - Variante 2: 4-Kanal, 2. Sprachfassung
  - Variante 3: 4-Kanal, Dolby E
  - Variante 4: 8-Kanal, Standard
  - Variante 5: 8-Kanal, Diskret
  - Variante 6: 8-Kanal, zwei Sprachen
- Derzeit stellt nur das HDCAM-SR Format mehr als 8 Spuren zur Verfügung.
- Die Nutzung am jeweiligen Auslieferungsmedium eventuell zusätzlich verfügbarer Tonspuren muss prinzipiell bilateral vereinbart werden (für alle 6 Varianten).
- Die Variante 6 ist nur beim Vorliegen einer zweiten Sprachfassung inkl. Dolby E Version zulässig. Die 2. Sprachfassung kann Audiodeskription, Fremdsprache, Kommentar, oder Originalton sein. Für Anlieferung fertiger Sendungen an den ORF ist diese Variante auch zulässig, wenn die zweite Sprachfassung nicht zusätzlich in Dolby E vorliegt.
- Alle in der Tabelle aufgeführten Audiosignale (Töne) sind Sendefassungen. Ausnahme davon ist nur das IT-Signal.

**Tonspurbelegung für den Programmaustausch, die Programmanlieferung und die Zulieferung von Sendebiträgen**

		4-Kanal			8-Kanal		
		1	2	3	4	5 <sup>(5)</sup>	6
Gruppe	Variante Name	4-Kanal, IT	4-Kanal, 2. Sprachfassung	4-Kanal, Dolby E	8-Kanal, Standard	8-Kanal, 5.1 Diskret	8-Kanal, 2. Sprachfassung
1	Audio 1	Stereo-Sendeton <sup>(1)</sup> (links)	Stereo-Sendeton <sup>(1) (6)</sup> (links)	Stereo-Sendeton <sup>(1)</sup> (links)	Stereo-Sendeton <sup>(1)</sup> (links)	Stereo-Sendeton <sup>(1) (4)</sup> (links)	Stereo-Sendeton <sup>(1) (4)</sup> (links)
1	Audio 2	Stereo-Sendeton <sup>(1)</sup> (rechts)	Stereo-Sendeton <sup>(1) (6)</sup> (rechts)	Stereo-Sendeton <sup>(1)</sup> (rechts)	Stereo-Sendeton <sup>(1)</sup> (rechts)	Stereo-Sendeton <sup>(1) (4)</sup> (rechts)	Stereo-Sendeton <sup>(1)</sup> (rechts)
1	Audio 3	IT (links)	2. Sprachfassung <sup>(2)</sup> (links)	Dolby E <sup>(3)</sup>	IT (links)	Mehrkanalton / L	Dolby E <sup>(3)</sup>
1	Audio 4	IT (rechts)	2. Sprachfassung <sup>(2)</sup> (rechts)	Dolby E <sup>(3)</sup>	IT (rechts)	Mehrkanalton / R	Dolby E <sup>(3)</sup>
2	Audio 5				2. Sprachfassung <sup>(2)</sup> (links)	Mehrkanalton / C	2. Sprachfassung <sup>(2)</sup> (links)
2	Audio 6				2. Sprachfassung <sup>(2)</sup> (rechts)	Mehrkanalton / LFE	2. Sprachfassung <sup>(2)</sup> (rechts)
2	Audio 7				Dolby E <sup>(3)</sup>	Mehrkanalton / LS	2. Sprachfassung <sup>(2)</sup> Dolby E <sup>(3)</sup>
2	Audio 8				Dolby E <sup>(3)</sup>	Mehrkanalton / RS	2. Sprachfassung <sup>(2)</sup> Dolby E <sup>(3)</sup>

Erläuterungen siehe nächste Seite.

## Erläuterungen:

- (1) In Programmübersichten (Vorankündigung, Magazine, Zeitschriften, etc.) werden z.T. noch Dolby-Surround-Programme als „Surround“ Sendungen speziell angekündigt. Falls erforderlich kann der Stereo-Sendeton Dolby-Surround matriziert aufgezeichnet werden. Solche Produktionen müssen eindeutig als „Dolby-Surround“ gekennzeichnet sein, z.B. MAZ-Karte, Bandaufkleber, Metadaten. Zur Kennzeichnung der Spurbelegung müssen die Bezeichnungen **Lt** (Links total) und **Rt** (Rechts total) verwendet werden.
- (2) Die 2. Sprachfassung kann sein: Fremdsprache, Hörfilm (Audiodeskription), Kommentar oder Originalton etc. Für Audio-Deskription wird die deutsche Sendefassung mit zusätzlicher Szenenbeschreibung für Sehbehinderte übertragen.
- (3) **Achtung:** Produktionen mit Dolby E müssen eindeutig als „Dolby E“ gekennzeichnet sein, z.B. MAZ-Karte, Bandaufkleber, Metadaten.  
Soll ein Dolby E Signal aus einer Mehrkanalton-Quelle kodiert werden, bei der auch die Kanäle 7 und 8 belegt sind, z. B. IT oder STEREO, dann muss dieses Dolby E Signal mit 20 Bit Auflösung aufgezeichnet werden. Für diesen Ausnahmefall ist eine besondere Vereinbarung erforderlich.
- (4) Für die Aufzeichnung der diskreten Kanäle eines Mehrkanaltons in der Fernsehproduktionsumgebung ist es erforderlich, die kompatible Stereo-Fassung auf den Spuren 1 und 2 aufzuzeichnen.
- (5) **Achtung:** Produktionen mit diskretem 5.1 Ton müssen eindeutig als „5.1 diskret“ gekennzeichnet sein, z.B. MAZ-Karte, Bandaufkleber, Metadaten.  
Abweichend von der Fernsehproduktion wird für reine Tonaustauschformate, z.B. keine Video-MAZ-Formate, für die Zulieferung und den Austausch von Tonprogrammen mit Mehrkanal-Tonsignalen, entsprechend der EBU R 91 nachfolgende Spurbelegung verwendet:  
1 = L, 2 = R, 3 = C, 4 = LFE, 5 = LS, 6 = RS, 7 = Stereo-Sendeton (links), 8 = Stereo-Sendeton (links).
- (6) Bisherige Tonspurbelegungsvarianten, z.B. von Archivbeiträgen, für Zweikanalton (Audio 1: deutsche Sendefassung in mono); Audio 2: Originalfassung oder Audio-Deskription in mono müssen so gehandhabt werden, dass die deutsche Sendefassung auf den Spuren 1 und 2, sowie Audio-Deskription auf den Spuren 3 und 4 für den Austausch oder die Zuspaltung bereitgestellt wird  
**Hinweis:** Diesbezüglich wurde zur Aussendung über das ARD-POC (Play Out Center) bzw. ARD-CC (Compression Center) abgestimmt, dass Tonspur 1 und 2 (Audio PID1) zukünftig fest mit Stereo signalisiert wird und Tonspur 3 und 4 (Audio PID2) der VPS Steuerung folgt. Damit kann die abgebende RfA die Signalisierung auf der Audio PID2 selbst steuern.

## 16.7. Audio-Deskription/“Hörfilm“

Ein Hörfilm ist ein Film mit zusätzlichen akustischen Bildbeschreibungen. In den Dialogpausen vermitteln knappe Kommentare sehbehinderten Zuschauern die rein visuellen Elemente einer Szene. Diese Technik der kommentierenden Bildbeschreibung nennt sich Audio-Deskription.

## 16.8. Synchronisation von Tonsignalen

Die EBU Technical Recommendation R 83 enthält die Festlegungen für die Synchronisation von digitalen Audiosignalen in einer Fernsehproduktionsumgebung. Alle digitalen Audiosignale müssen phasenstarr mit der Taktfrequenz des Bildsignals und ohne Sampleversatz untereinander und gruppenübergreifend verkoppelt sein.

Für PCM Audiosignale erfolgt die Synchronisierung und phasenstarre Verkopplung über das in AES-3 definierte Verfahren mittels Zeitcode.

Non-PCM Audiosignale nach SMPTE 337 „Format for Non-PCM Audio and Data in an AES3 Serial Digital Audio Interface“ werden mittels Zeitmarken (time stamps) nach SMPTE 338 „Format for Non-PCM Audio and Data in AES3 — Data Types“ und SMPTE 339 „Format for Non-PCM Audio and Data in AES3 — Generic Data Types“ synchronisiert und phasenstarr verkoppelt.

## 16.9. Bild/Ton-Versatz

In einer Fernsehproduktionsumgebung sollte grundsätzlich kein Bild/Ton-Versatz auftreten.

Müssen trotzdem unvermeidbare Fehler, z.B. Live-Sendungen mit digitalen Effekten oder Einsatz von digitalen drahtlosen Kamerasystemen, in Kauf genommen werden, können in der Regel nicht alle Fehlerquellen vollständig kompensiert werden.

**Hinweis:** *Im Falle eines gleichzeitigen Einsatzes von drahtlosen Kameras und unverzögerten drahtgebundenen Kameras, sollte der Ton im Allgemeinen so verzögert werden, dass der Bild/Ton-Versatz zur drahtlosen Kamera geringer ist als zur drahtgebundenen Kamera. Denn auch hier gilt, voreilender Ton ist störender als nacheilender Ton.*

Zu beachten ist, dass auch in diesen Fällen, die in der EBU Technical Recommendation R 37 festgelegten Toleranzen am Ende einer gesamten Produktionskette (am Sendereingang), nicht überschritten werden:

- Ton darf dem Bild um nicht mehr als 40 ms voreilen,
- Ton darf dem Bild um nicht mehr als 60 ms nacheilen.

Generell ist zu beachten, dass auch scheinbar geringe Laufzeitdifferenzen zwischen Bild und Ton, bei den einzelnen Schritten der Produktionskette in der Summe eine Rolle spielen. Daher ist jeder Beteiligte für seinen Abschnitt/Part innerhalb der Produktionskette für den kleinstmöglichen Bild/Ton-Versatz verantwortlich. Nicht der einzelne Abschnitt, ein einzelnes Gerät oder einzelner Produktionsschritt darf den gesamten Toleranzbereich für sich in Anspruch nehmen. Gefordert wird eine konsequente Beachtung bei Aufnahme, Bearbeitung und Übertragung.

Entsprechend EBU Technical Recommendation R 37 wird daher empfohlen, wenn immer es möglich ist, Vorkehrungen zu treffen, um den Bild/Ton-Versatz zu minimieren. Die Genauigkeit des Bild/Ton-Versatzes sollte an jedem Punkt innerhalb folgender Grenzen liegen:

- Ton darf dem Bild um nicht mehr als 5 ms voreilen,
- Ton darf dem Bild um nicht mehr als 15 ms nacheilen.

Falls in einer Produktion ein signifikanter Bild/Ton-Versatz auftritt, muss dieser sofort minimiert werden. Vorzugsweise sollten dazu automatische Korrekturtechniken eingesetzt werden.

### 16.9.1. Kodierte Tonsignale

Für kodierte Tonsignale, z.B. Dolby E, darf gegenüber diskreten Tonsignalen, z.B. Stereo, kein zusätzlicher Versatz auftreten – sie müssen synchron ( $\pm 0$  Vollbild) zum zugehörigen Bild- und Stereotonsignal bereitgestellt werden, z.B. Medium, File, Austauschleitung, usw.

D.h., die bei einer nachfolgenden Dolby E Dekodierung entstehende Verzögerung von 40 ms, wird nicht „vorkompensiert“. Dadurch wird gewährleistet, dass bei allen angelieferten Programmbeiträgen, sowohl die diskreten Tonsignale, als auch das Dolby E-Signal keinen Versatz zum Bildsignal haben.

### 16.10. Separates Audiozulieferungsformat

Das bei der Synchronisation und Nachvertonung von Produktionen anzuwendende Verfahren ist mit dem jeweiligen Auftraggeber abzustimmen. Dies gilt auch für die Herstellung eines separaten synchronen Tonträgers, z.B. bei Mehrkanal-Produktionen.

Für die Sendung muss der komplette Programmtton (Sendeton) auf dem Sendeband oder dem bandlosen System aufgezeichnet werden.

### 16.11. Spurbelegung für Tonaustauschformate

Für **reine Tonaustauschformate**, ohne Video-Programmmaterial, wird für die Zulieferung und den Austausch von Programmmaterial mit Mehrkanal-Tonsignalen, entsprechend der EBU Technical Recommendation R91 das 5.0-System oder 5.1-System mit nachfolgender Spurbelegung festgelegt:

1	2	3	4	5	6	7	8
L	R	C	LFE (falls verfügbar)	LS or MS(-3dB)	RS or MS(-3dB)	A (falls verfügbar)	B (falls verfügbar)

Symbol	Tonsignal	5.0	5.1
L	Links (Mehrkanal)	x	x
R	Rechts (Mehrkanal)	x	x
C	Centre	x	x
LFE	Low Frequency Effects		x
LS	Links - Surround	x	x
RS	Rechts - Surround	x	x
MS	Mono – Surround (*)		
A	Links (Stereo)		
B	Rechts (Stereo)		

(\*) Bei einkanaligem Surround-Signal (an Stelle von LS- und RS-Signal).

### 16.12. Umgang mit exotischen Audioformaten

Generell müssen die Tonsignale in der Qualität dem Stand der professionellen Studioteknik entsprechen und mittels, der in dieser Richtlinie festgelegten professionellen Audioträger und –formate, angeliefert oder ausgetauscht werden.

**Hinweis:** *Trotzdem kann zur Abwicklung unkonventioneller Programmanforderungen die Einrichtung einer zentralen Einspielstelle mit geeigneten Wiedergabegeräten zur Nutzung nicht-professioneller Audioträger und –formate, z.B. Blu-Ray, etc., sinnvoll sein. Dadurch kann zumindest effizient eine technisch befriedigende Dekodierung und Einspielung gewährleistet werden.*

## 17. Untertitel für HDTV-Produktionen

### Umstieg auf 2-Streifigkeit

Die Untertitel (UT) müssen künftig „2-streifig“, d.h. separat von Bild und Ton produziert und angeliefert werden. Für die Weiterführung der „Einstreifigkeit“ im HD-Umfeld wären umfangreiche technische Anpassungen und Festlegungen für alle Workflows erforderlich. Grund dafür ist, dass für UT und andere herkömmliche Dienste in HD, nicht mehr wie bisher, die "bequeme Einbettung" in der vertikalen Austastlücke des Videosignals für Speicherung und Übertragung verfügbar ist.

Deshalb wurde eine Entscheidung für die zweistreifige Übertragung der Untertitel getroffen. Die Untertitel werden dafür parallel zur Essenz, z.B. über IP im CN, übertragen. Damit wird ein optimierter Weg für zukünftig file-basierte Workflows vorgeschlagen. Auch im Hinblick auf andere Zusatzdaten bietet die zweistreifige Übertragung zukunftsweisende Möglichkeiten und Freiheiten.

### Übergangszeitraum

Hinsichtlich des Übergangszeitraums für einstreifige Zulieferungen wird ein Zeitraum bis zum **1. Januar 2013** zugelassen. Die PTKO hat diesen Termin genannt, bis zu dem alle Rundfunkanstalten die Umstellung auf die Zweistreifigkeit vollzogen haben sollten.

***Hinweis:** Festlegung für die Zulieferung von UT an die entsprechenden Sendezentren siehe [Punkt 13](#).*

### 17.1. Zulieferung von UT zur ZSAW

Aktuell erfolgt die Zulieferung von Sendungen über Leitung nur noch in HD.

Ab **1. Januar 2013** erfolgt die Zulieferung von UT nur noch „2-streifig“, d.h. der UT wird separat mittels eines stl-Files zugeliefert. Bis zu diesem Zeitpunkt kann auch noch „1-instreifig“ zugeliefert werden, z.B. Bänder.

Folgende Punkte sind zu beachten

- Über den VFT kann weiterhin noch SD zugeliefert werden und in diesen Fällen muss der evtl. enthaltene UT separat als stl-File zugeliefert werden.
- Die ZSAW kann bereits ab **September 2011** auch ein stl-Files annehmen (per Email Verteiler, Email Adresse: [ARDSZ-Untertitel@ard-stern.de](mailto:ARDSZ-Untertitel@ard-stern.de) oder siehe <http://handbuch-wiki.irt.cn.ard.de/> ) und unterstützt dadurch den beschlossenen Umstieg zur „2-streifigkeit“.
- Im Betreff des Email muss die SZ-Abspielnummer und zur Sicherheit zusätzlich der Titel der Sendung stehen.

## 18. Live Kontribution

Die Live-Zuführung von HDTV-Material soll nach Möglichkeit in transparenter Form (1,5 Gbit/s, HD-SDI) abgewickelt werden. Durch die Vermeidung von Codecs wird sowohl die ursprüngliche Bildqualität erhalten, als auch die Latenz-Problematik vermieden. In jedem Fall sollten in der Kontribution, soweit wie möglich, nur 4:2:2 Profile zur Anwendung kommen!

Generell müssen auch im Umfeld der Live-Kontribution die entsprechenden Festlegungen in diesen TPRF beachtet werden. Zur Empfehlung von Profilen sind die, in den nachfolgenden Tabellen aufgeführten betrieblichen Anwendungsfälle und wichtigsten Anforderungen, relevant.

*Insbesondere ist hier zu berücksichtigen, dass in vielen Anwendungsfällen mehrere Produktionsabschnitte hintereinandergeschaltet werden (Kaskadierung). Die Qualitätseinbußen in jedem Abschnitt beeinflussen die Qualität beim Zuschauer. Sie kann also nie besser sein, als jene im qualitativ schlechtesten Abschnitt!*

Zu beachten ist, dass bei den aktuellen HD-Sendefenstern (Distribution mit H.264 und 12 Mbit/s für Video) eine gute Produktions-Bildqualität voll an den Zuschauer weitergereicht wird!

Werden also die geforderten Grenzwerte für die Live-Kontribution im Regelbetrieb unterschritten, d.h. wenn sie technisch nicht erreichbar, verfügbar oder finanzierbar sind, dann kann die geforderte Qualität für diesen Anwendungsfall nicht erreicht werden!

Im Folgenden werden einige Anwendungsfälle im SNG-Umfeld und deren Anforderungen nach dem derzeitigen Stand der Technik beispielhaft aufgeführt, die den derzeitigen Entwicklungsstand wiedergeben. Ähnliches gilt für leitungsgebundene Kontribution (siehe [Punkt 18.4](#), Übersichts-Tabelle „Zuordnung von Profilen für die Live-Kontribution“).

### 18.1. Latenz

Für die Live-Kontribution sollte die Latenzzeit so gering wie möglich sein. Derzeit werden faktisch fast alle SNG-Schalten, auch Interviews in SDTV, mit einer Verzögerung von 470 ms, zzgl. der Satellitenlaufzeit, abgewickelt! In diesem Zusammenhang ist die Forderung nach einer Latenz, kleiner 400 ms, anspruchsvoll, aber trotzdem für die Zukunft wünschenswert!

Von den beteiligten Betriebs-Bereichen wird vorrangig eine sichere betriebliche Abwicklung, auch bei Verwendung von Codecs unterschiedlicher Hersteller, eingefordert. Daher sind Latenz-Anforderungen, die tendenziell zu einem Hersteller (Encoder und Decoder) führen, derzeit eher kritisch einzustufen, z.B. Ultra-Low-Delay-Mode. Zudem erscheint die Relevanz des ULD-Mode (außer der Anwendung für Schalten/Interviews), betrieblich für die Übertragung von Sportereignissen und Nachrichten, zwangsläufig nicht gegeben.

Generell ist die real verfügbare Latenzzeit abhängig vom Codec-Typ, z.B. MPEG-2 oder H.264, der GOP-Struktur, sowie der Encoder/Decoder-Hersteller-Kombination.

### 18.2. SNG

Im SNG-Bereich, sind die bestehenden Kapazitäten, sowie wirtschaftlich erschwingliche Bandbreiten, der Engpass bezüglich der erzielbaren HDTV-Qualität. Üblicherweise können Transponder mit Bandbreiten von 6 MHz bis 36 MHz gebucht werden, d.h. es stehen für HDTV-Video maximal ca. 56 Mbit/s zur Verfügung.

#### 18.2.1. SNG-Profile

Bis jetzt (Oktober 2011) werden für diese Dienste fast nur Codecs mit MPEG-2-Kompression angeboten. Als Basis zur Übertragung werden die drei, durch die EBU Eurovision festgelegten MPEG-2 HD-Profile, 60HD, 42HD und 32HD genutzt.

Allerdings sind bereits Codecs mit dem effizienteren Videokompressionsverfahren H.264/AVC verfügbar, die derzeit beispielsweise für das Eurovision Satellit Network der EBU eingeführt werden. Entsprechende H.264-HD-Profile wurden vorgestellt (Stand Oktober 2011, siehe [Punkt 40](#)).

In den H.264-HD-Profilen sind allerdings keine realen Werte für die Latenz enthalten. Folgende Latenzen werden für die aufgeführten 8Bit-Profile mit realen Encodern und IRD's erreicht:

Profil	Low Delay Mode	Standard Delay Mode
32HD	412 ms	1610 ms
22HD	436 ms	1740 ms
16SD	439 ms	1559 ms

#### Latenzzeiten für 8Bit-Profile mit realen Encodern und IRD's

Die für das Eurovision Satellit Network der EBU festgelegten H.264-Profile sind auch die Basis für SNG-Anwendungen im nationalen Umfeld. Allerdings müssen, entsprechend den etwas abweichenden Gegebenheiten in der Praxis, z.B. Eurovision, überwiegend 4m-Spiegel, national meist nur 1,5m-Spiegel, einige wenige Parameter davon abweichend, eingefordert werden. Nur dadurch kann die erforderliche Robustheit der realen Überstrecken sichergestellt werden.

Entsprechend wird der „Roll-off-factor“ national für alle Profile mit 25% festgelegt (die EBU Profile 11HD und 22HD sind mit 20% festgelegt). Allerdings kann entsprechend den relevanten Anwendungsfällen (siehe [Punkt 18.2.2](#)), z.B. für das Profil **22HD** (12 MHz Transponder), national auf Dolby E verzichtet werden. Dadurch wird die, durch die Erhöhung der Roll-off-factors verursachte Einbuße, bei der Video-Datenrate mehr als kompensiert.

In der Tabelle „ARD, ZDF, ORF SRG empfohlene SNG-Profile für H.264“ in [Punkt 41](#) sind die entsprechenden „nationalen“ H.264-Profile aufgeführt.

#### 18.2.2. SNG-Anwendungsfälle

Als Orientierung wurden für SNG sechs betrieblich relevante Anwendungsfälle, SNG 1 bis SNG 6, festgelegt (siehe Tabelle unten „Relevante Anwendungsfälle für SNG“). Diesen Anwendungsfällen können nun entsprechende SNG-Profile unterschiedlicher Codec-Varianten, z.B. MEG-2 und H.264, mit konkreten Datenraten und Übertragungs-Parametern, zugeordnet werden.

Da ein Satelliten-Übertragungskanal keine konstante Größe darstellt und die Qualität der Übertragung sich abhängig von diversen Parametern ändern kann, sind in der Praxis zusätzliche Überlegungen relevant:

- Da sich ein Übertragungs-Margin, abhängig von verschiedenen Parametern ständig ändert kann nur eine Empfehlung für die Mehrzahl der Übertragungen gegeben werden. Das jeweilige Ergebnis ist von folgenden Parametern abhängig:
  - verwendetes Satelliten-System,
  - solarer Flux und der daraus verfügbaren Solarpanel-Leistung,
  - Gesamt-Auslastung des Übertragungs-Transponders,
  - Bauform (TWTA oder SSPA) und Kennlinien-Aussteuerung des verwendeten Sendeverstärkers,
  - bis zur aktuell herrschenden Wetterlage am Sende- bzw. Empfangs-Ort.
- Eine optimale Einstellung der verwendeten Übertragungs-Parameter kann nur erfolgen, wenn Informationen über die am Empfangs-Ort vorliegende Signal-Margin vorliegen. Für eine hochwertige Übertragung ist eine möglichst hohe Nutzdatenrate anzustreben. Diese ist aber nur dann sicher übertragbar, wenn für das verwendete Satelliten-System und die aktuell herrschende Wetterlage das benötigte Margin am Empfangs-System erreicht wird.



Live-Kontribution über SNG		Anforderungen		
Nr.	Anwendungsfälle	Video Qualität	Latenz	Audio Spuren
SNG 1	Live-Sendeleitung	Sehr gut [422]	Möglichst gering <400 ms	8
SNG 2	Hochwertige Überspielung	Sehr gut [422]	Angemessen 400 – 800 ms	8
SNG 3	Hochwertiges Schaltgespräch	Gut [422]	Möglichst gering <400 ms	4
SNG 4	Überspielung	Gut [422]	Angemessen 400 – 800 ms	4
SNG 5	Standard-Schaltgespräch	Gut/Mittel [422/420]	Möglichst gering <400 ms	4
SNG 6	Rückton und –bild für Schaltgespräch	Mittel [422/420]	Möglichst gering <400 ms	4

### Relevante Anwendungsfälle für SNG

In den folgenden Kapiteln sind für die sechs Anwendungsfälle, neben einem Beispiel, auch entsprechende Anforderungen für die Videoqualität, Latenzzeit und Audiokanäle, aufgeführt.

**Hinweis:** Für den betrieblichen Einsatz sind weitere Anforderungen relevant, z.B. die Bit-Tiefe, GOP-Struktur und Profile/Level der Kodierungsformate.

In die Übersichts-Tabelle in [Punkt 18.4](#) „Zuordnung von Profilen für die Live-Kontribution“ sind entsprechende Empfehlungen für die Nutzung von MPEG-2- und H.264-Profilen für diese Anwendungsfälle eingetragen.

#### 18.2.2.1. SNG 1 – Live Sendeleitung

**Beispiel:** Eine ARD-Verbandsendung, z.B. Wintersport: Sind dafür zwei komprimierte Strecken (Double-Hop) erforderlich, müssen Qualitätsverluste, durch eine Kaskadierung von zwei Kontributions-Codec-Profilen, berücksichtigt werden. Der zweite Hop, kann z.B. bei Länderspielabenden, vermieden werden, wenn die am Stadion liegende Senderegie via Glasfaser angebunden wird. Die Latenzzeit muss für die üblichen Konferenzschaltungen so gering wie möglich sein.

**Video:** Höchste Bildqualität: Wenn keine weiteren Bearbeitungsschritte nachfolgen, darf die Beeinflussung der Bildqualität durch den SNG-Codec beim Zuschauer nicht, oder gerade noch wahrnehmbar sein. Aufgrund der Kaskadierung muss eine Qualitätsreserve für den zweiten Hopp verfügbar sein.

**Latenz:** So gering wie möglich, d.h. kleiner 400 ms wären wünschenswert.

**Audio:** Acht Mono-Kanäle (phasenstarr für diskreten MKT), d. h. vier Mal a 384 kbit/s, MPEG-1, Layer 2 oder Ersatz eines Stereo-Paares durch einmal 2,304 Mbit/s (wählbar für Kanäle 3/4 oder 7/8) transparenten AES-Kanal für Dolby E (16Bit).

#### 18.2.2.2. SNG 2 - Hochwertige Überspielung bzw. Livezuspielung

**Beispiel:** Eine reine Vorab-Zuspielung von Beiträgen oder eine Livezuspielung zur ZSAW, ohne Konferenzschaltungen, nutzt nur einen „Single-Hop“. Es ist kein weiterer Hop (Kaskadierung) erforderlich. Die Latenzzeit spielt hier eine untergeordnete Rolle.

**Video:** Höchste Bildqualität: Wenn keine weiteren Bearbeitungsschritte nachfolgen, darf die Beeinflussung der Bildqualität durch den SNG-Codec beim Zuschauer nicht, oder gerade noch wahrnehmbar sein.

**Latenz:** Angemessen, d.h. im Bereich von 400 ms bis 800 ms.

Audio: Acht Mono-Kanäle, (phasenstarr für diskreten MKT) d. h. vier Mal a 384 kbit/s, MPEG-1, Layer 2 oder Ersatz eines Stereo-Paares durch einmal 2,304 Mbit/s (wählbar für Kanäle 3/4 oder 7/8) transparenten AES-Kanal für Dolby E (16Bit).

### 18.2.2.3. SNG 3 - Hochwertiges Schaltgespräch

Beispiel: Eine Liveverbindung zu einem Remote-Interview-Gast, während einer Magazin-Sendung, erfordert die kürzest mögliche Latenzzeit. Die Videoqualität muss zu derjenigen des Magazins angemessen sein.

Video: Gute Bildqualität: Wenn keine weiteren Bearbeitungsschritte nachfolgen, darf auch bei komplexen Bildern mit viel Bewegung, die Beeinflussung der Bildqualität beim Zuschauer durch den SNG-Codec, gerade wahrnehmbar sein, d.h. bei Bildern mit sehr vielen Details kann etwas weniger Auflösung und u.U. etwas mehr Rauschen akzeptiert werden. Es dürfen aber noch keine zusätzlichen Artefakte, z.B. Pixelstrukturen, auftreten.

Latenz: So gering wie möglich, d.h. kleiner 400 ms wären wünschenswert.

Audio: Zweimal a 384 kbit/s, MPEG-1, Layer 2.

### 18.2.2.4. SNG 4 - Überspielung

Beispiel: Eine reine Vorab-Zuspielung von Beiträgen nutzt nur einen „Single-Hop“. Es ist kein weiterer Hop (Kaskadierung) erforderlich. Die Latenzzeit spielt hier eine nachgeordnete Rolle. Die Videoqualität muss zu derjenigen des Zielprogrammes angemessen sein.

Video: Gute Bildqualität: Wenn keine weiteren Bearbeitungsschritte nachfolgen, darf die Beeinflussung der Bildqualität beim Zuschauer durch den SNG-Codec gerade wahrnehmbar sein, d.h. bei Bildern mit sehr vielen Details, kann etwas weniger Auflösung und u.U. etwas mehr Rauschen akzeptiert werden. Es dürfen aber noch keine zusätzlichen Artefakte, z.B. Pixelstrukturen, auftreten.

Latenz: Geringere Priorität, d.h. im Bereich von 400 ms bis 800 ms .

Audio: Zweimal a 384 kbit/s, MPEG-1, Layer 2.

### 18.2.2.5. SNG 5 – Standard-Schaltgespräch

Beispiel: Eine Liveverbindung zu einem Remote Interview Gast während einer Nachrichtensendung erfordert die kürzest mögliche Latenzzeit. Die Videoqualität muss zu derjenigen der Nachrichtensendung angemessen sein.

Video: Gute bis mittlere Bildqualität, die der Nachrichtenumgebung angemessen ist. Die Beeinflussung der Bildqualität durch den SNG-Codec, von einfachen Bildern mit wenig Bewegung, darf beim Zuschauer gerade wahrnehmbar sein, d.h. bei Bildern mit vielen Details und viel Bewegung kann etwas weniger Auflösung und u.U. etwas mehr Rauschen akzeptiert werden. Es dürfen aber noch keine zusätzlichen Artefakte, z.B. Pixelstrukturen, auftreten.

Latenz: So gering wie möglich, d.h. kleiner 400 ms wären wünschenswert.

Audio: Zweimal a 384 kbit/s, MPEG-1, Layer 2.

### 18.2.2.6. SNG 6 - Rückton und -bild für Schaltgespräch

Beispiel: Die Rückverbindung eines Schaltgesprächs zur Information der Remote-Lokation erfordert die kürzest mögliche Latenzzeit. Die Bild- und Tonqualität muss für Kontrollzwecke noch ausreichend sein.

Video: Mittlere Bildqualität. Es sollten aber noch keine zusätzlichen Artefakte, z.B. Pixelstrukturen, auftreten.

Latenz: So gering wie möglich, d.h. kleiner 400 ms wären wünschenswert.

Audio: Zweimal a 384 kbit/s, MPEG-1, Layer 2.

## 18.3. Festnetz

Audio-, Video-, und Ethernet/IP-Verbindungen werden in den derzeit verfügbaren Netzwerken, z.B. vernetzte Multiservice Carrier-Class-Router, mittels einer speziellen Steuerungssoftware und spezieller Mechanismen etabliert. Zur Anbindung von Fernseh-Live-Kontributionen werden inzwischen vermehrt Verbindungen mit H.264- und JPEG2000-Codern (J2K) angeboten.

### 18.3.1. H.264 codierte Verbindungen

Grundsätzlich kommen hier ähnliche Hardwareimplementierungen wie in SNG-Fahrzeugen zum Einsatz. Daher können sich auch die im Festnetz verwendeten Datenraten daran orientieren. Die Rahmenbedingungen bei leitungsgebundenen Verbindungen unterscheiden sich jedoch (Bandbreite der Carrier-Anschlussleitung, Anforderungen an Latenz). Dies führt zu angepassten Übertragungsprofilen, wie sie im Anhang [Punkt 18.4](#) „Zuordnung von Profilen für die Live-Kontribution“ am Beispiel des BNS-Netzes den entsprechenden Anwendungsfällen zugeordnet sind.

### 18.3.2. JPEG2000 codierte Leitungen

Derzeit werden für bestellte Schaltleitungen zur Übertragung von HD-Signalen, neben einer transparenten Verbindung (1,5 Gbit/s), verschiedene Übertragungsprofile mit JPEG2000-Codern angeboten.

Basierend auf ersten Erkenntnissen sind folgende Richtwerte zu empfehlen:

- Wenn eine weitere Kaskadierung mit anderen Codern gefordert ist, dann sind für eine sehr gute Bildqualität, Verbindungen mit mindestens 400 Mbit/s erforderlich.
- Für einfache Verbindungen ohne weitere Kaskadierung, sind für eine sehr gute Bildqualität, Verbindungen mit 275 Mbit/s ausreichend.
- Für gute Bildqualität scheint ein Profil mit 200 Mbit/s ausreichend zu sein, d.h. bei Bildern mit sehr vielen Details kann etwas weniger Auflösung und u.U. etwas mehr Rauschen akzeptiert werden. Es dürfen aber noch keine zusätzlichen Artefakte, z.B. Pixelstrukturen, auftreten.

In Anlehnung an die im SNG-Umfeld festgelegten Anwendungsfälle sind in die Übersichtstabelle in [Punkt 18.4](#) „Zuordnung von Profilen für die Live-Kontribution“ entsprechende Empfehlungen für die Nutzung von J2K-Profilen für Schaltleitungen, eingetragen.

### 18.3.3. Sonstige

Am Markt werden von den Dienstleistern häufig auch Übertragungstrecken angeboten, in denen die Kompressionsformate DIRAC oder J2K, über entsprechende Codern in einem 270 Mbit/s SDI Rahmen (SDTI) eingesetzt werden. Erfahrungen zeigen, dass die verfügbare Qualität sehr stark von der jeweiligen Implementierung abhängt.

Basierend auf bisherigen Erkenntnissen ist folgendes festzustellen:

- Mit solchen Codern, DIRAC oder J2K in 270 Mbit/s, wird eine Bildqualität erzielt, die in etwa mit jener des EBU MPEG-2 Profils 42HD vergleichbar ist!
- Für die beste J2K\_in\_270-Codec-Implementierung wird ein bemerkbarer Vorteil gegenüber einer DIRAC\_in\_270-Codec-Implementierung festgestellt. Insbesondere zeigen die Ergebnisse aus dem Vergleich der Multigenerationen, dass dieser J2K-Codec (etwas) mehr Qualitätsreserve bereitstellt.

## 18.4. Zuordnung von Profilen für die Live-Kontribution

Anwendungsfälle – Live-Kontribution					Empfohlene HD-Profile für SNG		Vergleichbare HD-Profile für BNS + Schaltleitungen	
Nr.	Anwendungsfall	Videoqualität	Latenz *	Audio-spuren	SNG MPEG-2 Profil <sup>(1)</sup>	SNG H.264 Profil <sup>(2)</sup>	BNS H.264 Profil <sup>(3)</sup>	J2K Profil <sup>(4)</sup>
<b>SNG 1</b>	Live-Sendeleitung	Sehr gut [422]	Möglichst gering	8	60HD	32HD		HD J2K 400
<b>SNG 2</b>	Hochwertige Überspielung	Sehr gut [422]	Angemessen	8	42HD	32HD	HD-50	HD J2K 275
<b>SNG 3</b>	Hochwertiges Schaltgespräch	Gut [422]	Möglichst gering	4	32HD	22HD	HD-30-LD	HD J2K 250
<b>SNG 4</b>	Überspielung	Gut [422]	Angemessen	4	32HD	22HD	HD-20	HD J2K 200
<b>SNG 5</b>	Standard-Schaltgespräch	Gut/Mittel [422/420]	Möglichst gering	4	32HD	16HD	HD-14	HD J2K 100
<b>SNG 6</b>	Rückton und –bild für Schaltgespräch	Mittel [422/420]	Möglichst gering	4	32HD	11HD	HD-7	HD J2K 75

- (1) Entsprechend den von EBU Eurovision festgelegten HD-Profilen für SNG mit MPEG-2.
- (2) Entsprechend den von EBU Eurovision festgelegten HD-Profilen für SNG mit H.264 (siehe [Punkt 40](#)), welche in den „ARD, ZDF, ORF, SRG empfohlene SNG-Profile für H.264“ (siehe [Punkt 41](#)) für die optimale Nutzung in der realen Außenübertragung optimiert wurden, z.B. Roll-off immer 25%!
- (3) Entsprechend den zwischen ARD/ZDF und Media Broadcast derzeit diskutierten Profilen für Wahlverbindungen im BNS - Broadcast Network Service (HD-30-LD bedeutet HD-Profil, 30 Mbit/s für Video, Low Delay Mode).
- (4) Beispielhafte Profile mit JPEG2000-Codecs in der Implementierung mit Endgeräten der Firma Medialinks.

**Hinweis:** Die Rahmenbedingungen bei leitungsgebundenen Verbindungen unterscheiden sich von jenen der SNG-Verbindungen. Die Zuordnung leitungsgebundener Profile zu den SNG-Anwendungsfällen ist zur betrieblichen Hilfestellung gedacht und in der Tabelle als „vergleichbar“ bezeichnet.

## 19. Außenübertragungen

### 19.1. Übertragungstechnik

Für Außenübertragungen werden leitergebundene Übertragungsanlagen (z.B. Lichtwellenleiter), Satelliten-Uplinks (SNG) oder mobile Richtfunk-Reportageanlagen der öffentlich-rechtlichen Rundfunkanstalten, sowie kommerzieller Programmveranstalter und Dienstleister eingesetzt.

### 19.2. Organisation der Übertragungsmöglichkeit

Sowohl für interne als auch für externe Produktionen sind die Leitungsbüros der Rundfunkanstalten die primären Ansprechpartner für alle Kontributionsfragen. Diese unterstützen die Produktionen bei der Abklärung von machbaren Übertragungsmöglichkeiten:

- Leitungsgebunden über eigene Netze
- Leitungsgebunden von Broadcast-Dienstleistern
- Satellit
- Sonstiges, z.B. UMTS, Internet

Die Leitungsbüros kommunizieren die Möglichkeiten mit den Produktionen und regeln den mit dem jeweiligen Anbieter festgelegten Bestellweg. Sie überblicken die aktuellen Portfolios verschiedener Dienstleister, sowie eventuell vereinbarte Rahmenverträge. Zudem findet in diesem Kontext auch eine Koordinierung verfügbarer Kapazitäten, z.B. permanent verfügbare Raumsegmente auf verschiedenen Satelliten, mit dem ARD-TV Leitungsbüro, dem ZDF-Leitungswesen oder dem Leitungsbüro des WDR statt.

Die Organisation der am Übertragungsort notwendigen Technik, z.B. Buchung von SNG-Fahrzeug und Glasfaseranschluss, liegt in der Verantwortung der jeweiligen Produktion!

### 19.3. Außenübertragungen mit SNG-Anlagen

(SNG = Satellite News Gathering)

Unter einer SNG-Übertragung ist eine Übertragung mit mobilen Sende- oder Empfangsanlagen über Satellit zu verstehen. Dazu gehören Sendeanlage (Uplink), Raumsegment (Transponder) und Satelliten-Empfangsanlage (Downlink).

Über eine solche Satellitenverbindung können Bild- und Tonsignale übertragen, sowie gegebenenfalls Kommunikationsverbindungen (Koordinationsleitungen, Ton-Rückleitungen, sowie Datenverkehr) hergestellt werden. Die Satellitenbetreiber verpflichten die Betreiber der sendenden Stellen zur ständigen Erreichbarkeit während der Transpondernutzungszeit.

Zu einer vollständigen Bestellung einer SNG-Übertragung gehört die Buchung des Raumsegmentes sowie von SNG-Uplink- und Downlink-Kapazitäten.

Für einen SNG-Auftrag "Transponderbuchung" sind folgende Angaben erforderlich:

- Beginndatum / Enddatum
- Beginnzeit / Endzeit (vorzugsweise in UTC)
- Kennung (Earth Station Code) und Telefonnummer des Uplinks
- Ggf. Wunschatellit / Slot / Datenrate
- Standort / Standortkoordinaten der Uplink-Anlage
- Bezahler

Die Satellitenbestätigung des Providers enthält des Weiteren folgende Angaben:

- Referenznummer des Satellitenbetreibers
- Satellit mit Satellitenposition
- Transponder
- Slot

- Polarisation und Frequenz für den Uplink
- Polarisation und Frequenz für den Downlink
- Polarisation
- Telefonnummer für Line-up

Eingesetzte SNG-Anlagen müssen über eine Registrierung beim jeweiligen Satellitenbetreiber (Earth Station Code) und über eine gültige Zulassung im jeweiligen Einsatzland (in der BRD Frequenzzuteilung und Standortbescheinigung der Bundesnetzagentur) verfügen.

### 19.4. Außenübertragungen mit mobilen rundfunkeigenen Richtfunkanlagen

Rundfunkeigene Richtfunkanlagen im 21-GHz-Bereich und Kleinstrichtfunkanlagen im 12-GHz- und 2,3-GHz-Bereich (Window-Unit-Anlagen) können für Außenübertragungen eingesetzt werden.

Die Einspeisung ist an rundfunkeigenen Einspeisepunkten möglich.

#### 19.4.1. Bewegbare Kleinstrichtfunkanlagen

Den Rundfunkanstalten, kommerziellen Programmveranstaltern und Dienstleistern stehen für die Übertragung von Bild- und Tonsignalen drei Frequenzbereiche zur Verfügung. Ein Überblick über diese Bereiche und die zulässigen Leistungen der Anlagen sowie die technischen Vorschriften sind den Verwaltungsvorschriften für Frequenzzuteilungen im nichtöffentlichen Mobilfunk (VVnömL) zu entnehmen.

Die Verwaltungsvorschrift VVnömL ist auf der Internetseite [www.bundesnetzagentur.de](http://www.bundesnetzagentur.de) zu finden und unter dem Suchbegriff „VVnömL“ gelangt man zum Download der Verwaltungsvorschriften.

Das Formblatt zur Beantragung von Frequenzen ist unter der Internetseite [www.bundesnetzagentur.de/media/archive/5725.pdf](http://www.bundesnetzagentur.de/media/archive/5725.pdf) zu finden.

Je nach Anwendungsfall muss aus diesen Frequenzbereichen und den dafür zugelassenen Übertragungsanlagen ausgewählt werden.

Frequenzbereich	Anwendungen
1,21-GHz-Bereich	Ü-Wagen-Anbindung
2,11-GHz-Bereich	Kamera-Anbindung

Frequenzbereich (Ü-Wagen-Anbindung)	Anwendungen
2,33 bis 2,45-GHz	drahtlose Kameras (digital)
3.23-GHz-Bereich	aktuelle Einsätze (drahtlose Kamera, Hubschraubereinsatz)

Alle dafür eingesetzten Übertragungsanlagen müssen eine hoheitsrechtliche Zulassung haben.

Ansprechpartner für die Frequenzkoordination bei multilateralen Übertragungen ist der jeweilige Funkbeauftragte (siehe <http://handbuch-wiki.irt.cn.ard.de/> ).

## 20. HD-SDI-Schnittstelle

Detaillierte Informationen und Erläuterungen zu relevanten HD-Schnittstellen sind unter <http://www.irt.de/richtlinien> im Abschnitt „Handbuch der Fernsehsystemtechnik“ verfügbar. Das relevante Dokument ist „Fernsehsystemtechnik Kapitel 5, Messtechnik für Multiformat-Systeme“.

Nachfolgend sind daraus einige Informationen zur HD-SDI-Schnittstelle aufgeführt.

### 20.1. Übertragungskapazität der verschiedenen HD-SDI-Schnittstellen

In der nachfolgenden Tabelle werden die physikalischen Schnittstellenanforderungen für die vier in EBU Tech Doc 3299 empfohlenen HD-Systeme (siehe [Punkt 5](#)) und die dazugehörigen SMPTE-Standards zusammengefasst. Als zusätzliche Information wurden die Video-Netto-Datenraten und die Gesamtdatenraten für die verschiedenen HD-Systeme gegenübergestellt.

EBU-HD-Systeme	SMPTE		292M	372M 292M	424M	435M
	Datenraten in Gb/s		1,485	2 x 1,485	2,97	10,692
	Bild-Datenrate	Gesamt-Datenrate				
S1 720p/50, 4:2:2 4:4:4	0,9216	1,4850	X			
	1,3824	2,2275		X	X	
S2 1080i/25, 4:2:2 4:4:4	1,0368	1,4850	X			
	1,5552	2,2275		X	X	
S3 1080p/25, 4:2:2 4:4:4	1,0368	1,4850	X			
	1,5552	2,2275		X	X	
S4 1080p/50, 4:2:2 4:4:4	2,0736	2,9700		X	X	
	3,1104	4,4550				X

#### Erforderliche Schnittstellen für die EBU-HD-Systeme

### 20.2. 1,5 Gb/s Schnittstelle

Die HD-SDI-Schnittstelle mit einer Übertragungsrate von 1,485 Gb/s ist in der SMPTE 292M und in der ITU-R BT.1120 standardisiert.

Unter anderen verwenden auch die vier von der EBU empfohlenen digitalen HDTV-Formate dieses Interface. Die seriell-digitale Übertragung der Signale (Video, Audio und Daten) mit Datenraten von 1,485 Gbit/s. erfolgt über Koaxial-Kabel (75 Ohm) oder Glasfaser.

### 20.3. Dual-Link

Werden höhere Datenraten als die 1,485 Gb/s benötigt, wie beim EBU-HDTV-System 3, werden zwei Übertragungswege im sog. „Dual-Link“ genutzt.

Der Dual-Link besteht aus zwei identischen 1,485 Gb/s –Kanälen (Link A und Link B), die je nach Applikation genutzt werden. Die für die EBU HD Systeme 1 bis 4 verwendeten Belegungen der beiden Links A und B wird detailliert mit Diagrammen im Handbuch der Fernsehsystemtechnik erläutert.

### 20.4. 3 Gb/s Schnittstelle

Die 3 Gb/s-Schnittstelle mit einer Übertragungsrate von 2,97 Gb/s ist in der SMPTE 424M und SMPTE 425M spezifiziert. Dabei sind in der SMPTE 424M vorrangig die physikalischen Spezifikationen und in der SMPTE 425M die „Mappingstruktur“ festgelegt.



Die HD-SDI-Signale werden der 3 Gb/s Schnittstelle über verschiedene Pfade, z.B. 2-mal HD-SDI oder 1-mal Dual-Link, zugeführt. Aus diesem Grund unterscheidet sich die Struktur der Multiplex-Daten des 3 Gb/s-Signals je nachdem, welches Signalprozessing vor dem Serialiser durchgeführt wurde. Das 3 Gb/s-Signal weist dabei immer die gleichen physikalischen Eigenschaften auf, in der logischen Ebene treten jedoch Inkompatibilitäten auf. In der Praxis bedeutet dies, dass 3 Gb/s-fähige Geräte ohne Signalprozessing, wie z.B. Verteiler und Kreuzschienen, alle 3 Gb/s-Signalarten unterstützen. Geräte, die jedoch Signalprozessing durchführen, wie z.B. Mischer, NLEs, etc., müssen kompatibel zum jeweils gewählten Level und der Multiplexstruktur (Mapping) sein.

In der SMPTE 425M werden derzeit zwei unterschiedliche „Level“ definiert. Innerhalb des Levels B werden nochmals zwei unterschiedliche Multiplexformate unterschieden:

- Level A – Direct image format mapping
- Level B-DL – SMPTE 372 Dual Link mapping
- Level B-DS – 2 x SMPTE 292 (HD-SDI) dual-stream mapping

**Hinweis:** Eine detaillierte Erläuterung der unterschiedlichen Mapping-Strukturen in den verschiedenen Levels ist im Handbuch der Fernsehsystemtechnik (Kapitel 5 „Messtechnik für Multiformat-Systeme“) aufgeführt (<http://www.irt.de/richtlinien>).

## 21. Farbraum

Die standardisierten Farbräume für SDTV und HDTV, sind betreffend der Primärvalenzen und des Weißwerts, nahezu identisch. Die wesentliche Differenz entsteht durch die unterschiedliche Spezifikation\* der Y-Matrix:

- SDTV\*:  $E'_Y = 0,299 E'_R + 0,587 E'_G + 0,114 E'_B$  (ITU.R BT.470)
- HDTV\*:  $E'_Y = 0,212 E'_R + 0,715 E'_G + 0,072 E'_B$  (ITU-R BT.709)

Aus diesem Grund muss bei Up- und Down-Konvertierungen auf die korrekte Einstellung / Auswahl der jeweiligen Zielmatrix (SDTV-Matrix oder HDTV-Matrix) geachtet werden.

\* **Hinweis:** Während in den „alten“ HDTV Systemen (z.B. 1250/50) durch die aktive Mitarbeit der Europäer noch die gleiche Matrix wie in SDTV spezifiziert ist, wurde aufgrund fehlender europäischer Aktivitäten (HDTV war zu diesem Zeitpunkt kein Geschäftsmodell) die Matrix in den „neuen“ HDTV-Systemen durch den Rest der Welt davon abweichend spezifiziert.

**Hinweis:** Es ist darauf zu achten, dass bei der Integration von nicht rundfunkspezifischen Quellen mit „fremden“ Farbräumen eine Farbraumkonversion erforderlich ist.

## 22. Zulässige und gültige Signalpegel

Bei der Herstellung von Fernsehproduktionen mit digitalen (Y, C<sub>R</sub>, C<sub>B</sub>) Komponenten-Signalen ist darauf zu achten, dass die Wiedergabe des Sendematerials (Band oder File) eine normgerechte MPEG-2 und / oder H.264 Kodierung ermöglicht.

**Bei Programmmaterial, das für den Programmaustausch oder für die Sendung verwendet wird, darf der nominale Videopegel nur kurzzeitig\* über den in ITU-R 601 für SD und ITU-R BT.709 für HD festgelegten gültigen Signalpegeln sein.**

\* **Hinweis:** Der in den ITU Spezifikationen vorgesehene Headroom ist für unvermeidbare kurzzeitige technisch bedingte Überschreitungen, z.B. Einschwingverhalten von Filtern, unerwartete Spitzen bei Kameraschwenks, etc., vorgesehen. Er darf nicht zur künstlerischen Gestaltung benutzt, d.h. aufgebraucht, werden! Daher sind Analyser die nur das Überschreiten des Grenzwertes unabhängig von der Dauer als Fehler registrieren, z.B. ab der Dauer eines Abtastwerts, nicht praxisgerecht!

Eine sinnvolle Festlegung bezüglich der zulässigen Dauer [Anzahl Abtastwerte] und/oder Häufigkeit [Abtastwerte pro s, min oder h] – also einer Integrationskonstante - wird derzeit diskutiert.

An dieser Stelle sei auch erwähnt, dass alle in der analogen und digitalen Komponentenebene zulässigen Signalpegelkombinationen, nicht zwangsläufig gültige Signalpegel sind.

Erfahrungsgemäß können diese ungültigen Signalzustände bei Produktionsgeräten auftreten, die intern Signalmanipulationen oder Signalerzeugung in der Y, C<sub>R</sub>, C<sub>B</sub>-Ebene vornehmen, z.B. Computer, Paint-Systeme, digitale Effektgeräte, Komponentenmischer und Schriftgeneratoren.

Auch die in der analogen Technik eingesetzten „Superschwarzpegel“ für das Key-Signal sind in der digitalen Technik nicht möglich.

Eine zuverlässige Kontrolle der Gültigkeit von Signalen ist durch eine oszilloskopische RGB-Darstellung gewährleistet. Mit einem dafür geeigneten Messgerät oder einem Monitor, der eine Verletzung des RGB-Farbraums (siehe [Punkt 29](#)) im Kontext seiner Dauer anzeigt, kann die Gültigkeit von Signalen überwacht werden.

**Hinweis:** Erfahrungen zeigen, dass sogenannte „Colour Gamut Legaliser“ mit Vorsicht eingesetzt werden sollen, da sie u.U. in den Bildern Artefakte generieren, die mehr sichtbar sind als jene durch die Colour Gamut Fehler! Siehe EBU R103 „Tolerances on „Illegal“ colours in television“.

## 23. Bildmitte, Bildfeld und Titelfeld

Unter dem Gesichtspunkt der zunehmenden Anzahl von Konsumer-Flachbildschirmen mit der Möglichkeit einer 1:1 Pixel-Darstellung (true pixel) ist es wichtig, dass in der Produktion sauber gearbeitet wird, d.h. innerhalb des kompletten übertragenen Bildfelds (siehe [Punkt 28](#)) muss der aktive Bildinhalt ohne „Störungen“ an den allseitigen Rändern gefüllt sein.

**Hinweis:** Bei der 1:1 Pixel-Darstellung werden die allseitigen Bildränder nicht mehr durch die Displays überschrieben, sondern der komplette aktive Bildbereich dargestellt.

Die entsprechenden Festlegungen für Bildmitte, übertragenes Bildfeld und Titelfeld sind in EBU R95 „Safe areas for 16:9 television production“ festgelegt. Die entsprechende Basis für diese Festlegungen liefern die Proposed SMPTE Standards:

- SMPTE 274, 1920 x 1080 Image Sample Structure, Digital Representation and Digital Timing Reference Sequences for Multiple Picture Rates, Punkt 6 „Raster Structure“,
- SMPTE 296, 1280 x 720 Progressive Image Sample Structure - Analog and Digital Representation and Analog Interface, Punkt 6 „Raster Structure“.

### 23.1. Bildmitte

Grundsätzlich darf die Beziehung von Synchronsignal und Zentrum des Bildinhalts (Bildmitte) während des Produktionsprozesses, z.B. durch involvierte Bearbeitungsgeräte, nicht verändert werden. Ist aus dramaturgischen Gründen eine Verschiebung des Bildinhaltes erforderlich, muss der freiwerdende Platz, auf der der Verschiebungsrichtung gegenüberliegender Seite, durch eine entsprechende Anzahl von Pixeln oder Zeilen mit aktivem Bildinhalt ergänzt werden.

Um sicherzustellen, dass bei heute üblichen Heimempfängern mit 1:1 Pixel-Darstellung das komplette übertragene Bildfeld mit aktivem Bildinhalt gefüllt ist, müssen die in [Punkt 23.1](#) angegebenen Begrenzungen für die Bildmitte beachtet werden.

#### System 1 (720p/50):

- Vertikal\*: zwischen Zeile 385 und 386;
- Horizontal\*\*: zwischen Pixel 639 und 640.

\* Die volle Zeilenzahl beträgt 750 Zeilen (aktive Zeilen von 26 bis inkl. 745 = 720 Zeilen).

\*\* Die volle digitale Zeilenlänge beträgt 1650 Pixel (aktive Pixel von 0 bis inkl. 1279 = 1280 Pixel).

#### System 2 (1080i/25) und System 3 transportiert als System 2 (1080psf/25):

- Vertikal\*: zwischen Zeile 291 (F1) und 853 (F2);
- Horizontal\*\*: zwischen Pixel 959 und 960.

\* Die volle Zeilenzahl beträgt 1125 Zeilen (aktive Zeilen im 1. Halbbild von 21 bis inkl. 560 und im 2. Halbbild von 584 bis inkl. 1123 = 1080 Zeilen).

\*\* Die volle digitale Zeilenlänge beträgt 2200 Pixel (aktive Pixel von 0 bis inkl. 1919 = 1920 Pixel).

#### System 3 (1080p/25) und System 4 (1080p/50):

- Vertikal\*: zwischen Zeile 581 und 582;
- Horizontal\*\*: zwischen Pixel 959 und 960.

\* Die volle Zeilenzahl beträgt 1125 Zeilen (aktive Zeilen von 21 bis inkl. 1121 = 1080 Zeilen).

\*\* Die volle digitale Zeilenlänge beträgt 2200 Pixel (aktive Pixel von 0 bis inkl. 1919 = 1920 Pixel).

## 23.2. Bildwichtiger Teil

Um sicherzustellen, dass der bildwichtige Teil auf den heute üblichen Heimempfängern wiedergegeben wird, müssen die in [Punkt 23.2](#) angegebenen Begrenzungen beachtet werden. Bezogen auf das übertragene Bildfeld sind für HD (immer 16:9 Full-Format), entsprechend EBU R95, allseitig Sicherheitsränder von je 3,5% berücksichtigt. Damit ergeben sich folgende Werte für den bildwichtigen Teil:

### System 1 (720p/50):

- Vertikal\*: von Zeile 51 bis 720 = 670 Zeilen;
- Horizontal in der digitalen Zeile\*\*: von Pixel 45 bis Pixel 1234 = 1190 Pixel.

\* Die volle Zeilenzahl beträgt 750 Zeilen (aktive Zeilen von 26 bis inkl. 745 = 720 Zeilen).

\*\* Die volle digitale Zeilenlänge beträgt 1650 Pixel (aktive Pixel von 0 bis inkl. 1279 = 1280 Pixel).

### System 2 (1080i/25) und System 3 transportiert als System 2 (1080psf/25):

- Vertikal im 1. Halbbild\*: von Zeile 40 bis 541 = 502 Zeilen;
- Vertikal im 2. Halbbild\*: von Zeile 603 bis 1104 = 502 Zeilen;
- Horizontal in der digitalen Zeile\*\*: von Pixel 67 bis Pixel 1852 = 1786 Pixel.

\* Die volle Zeilenzahl beträgt 1125 Zeilen (aktive Zeilen im 1. Halbbild von 21 bis inkl. 560 und im 2. Halbbild von 584 bis inkl. 1123 = 1080 Zeilen).

\*\* Die volle digitale Zeilenlänge beträgt 2200 Pixel (aktive Pixel von 0 bis inkl. 1919 = 1920 Pixel).

### System 3 (1080p/25) und System 4 (1080p/50):

- Vertikal\*: von Zeile 80 bis 1083 = 1004 Zeilen;
- Horizontal in der digitalen Zeile\*\*: von Pixel 67 bis Pixel 1852 = 1786 Pixel.

\* Die volle Zeilenzahl beträgt 1125 Zeilen (aktive Zeilen von 42 bis inkl. 1121 = 1080 Zeilen).

\*\* Die volle digitale Zeilenlänge beträgt 2200 Pixel (aktive Pixel von 0 bis inkl. 1919 = 1920 Pixel).

## 23.3. Titel, Schriften und Grafiken

Damit Titel, Schriften und Grafiken auf allen Empfangsgeräten lesbar sind, sollen sie mit entsprechender Sorgfalt erstellt werden. Dazu ist es notwendig, dass von den Programmgestaltern nur große, klare Schrifttypen benutzt werden. Dadurch wird auch ein barrierefrei gestalteter Fernseh-Auftritt unterstützt, das heißt ihn zugänglich zu machen für alle Benutzer. Dies bringt auch der englische Begriff "Accessibility" zum Ausdruck, denn die Barrierefreiheit zielt damit gleichermaßen auf Behinderte, wie auf alle anderen Nutzer und schafft einen Mehrwert des gesamten Fernseh-Auftritts.

Aufgrund der Simulcast-Ausstrahlung müssen die in HD erzeugten Schriften auch den Anforderungen von SD genügen. Dort haben sich Schriften ab einer Höhe von 21/22 Zeilen im SD-Abtastformat 576i/25 bewährt, d.h. im HD-Abtastformat 720p/50 entspricht dies einer Höhe von 26/27 Zeilen und im HD-Abtastformat 1080i/25 entsprechend 40/41 Zeilen.

Um die Lesbarkeit von Laufschriften und Rolltiteln auf Flachbildschirmen sicherzustellen, dürfen abhängig von der Schriftgröße, bestimmte Crawl-Geschwindigkeiten nicht überschritten werden. Zur Bestimmung dieser Grenzwerte wurde eine spezielle Testsequenz (Legibility Test) entwickelt (siehe EBU Tech Doc 3325, 1.2 Test Pattern, No. 6). Diese ermöglicht unterschiedlich große Schriften mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten, sowohl horizontal als auch vertikal über den Bildschirm laufen zu lassen. Damit können subjektive Bewertungen auf unterschiedlichen Bildschirmen durchgeführt werden.

**Hinweis:** In EBU Tech Doc 3325 „Methods for the Measurement of the performance of Studio Monitors“ werden verschiedene Testbilder beschrieben. Diese können in elektronischer Form über die EBU Publication Seite unter EBU Tech Doc 3325s „Studio monitors – test patterns“ heruntergeladen werden.

**Hinweis:** Generell sollten Laufschriften und Rolltitel im gleichen Abtastformat wie das zugehörige Programm erstellt werden. Konvertierte Schriften können bereits im Master die Ursache für deutliche und z.T. sehr auffällige Effekte, wie z.B. starkes vertikales oder horizontales Ruckeln, sein. Zudem verursachen bereits konvertierte Schriften bei nachfolgend erforderlichen Abtastformatwandlungen zusätzliche qualitative Probleme.

Die Titel, Schriften und Grafiken für HD sollen innerhalb der festgelegten Begrenzungen für das Titelfeld liegen (siehe [Punkt 23.3](#)).

Entsprechend EBU R95 sind hierbei vertikale Sicherheitsränder von je 5% und horizontale Sicherheitsränder von je 10% - bezogen auf das übertragene Bildfeld – berücksichtigt. Damit ergeben sich folgende Werte für das Titelfeld:

#### System 1 (720p/50):

- Vertikal\*: von Zeile 62 bis 709 = 648 Zeilen;
- Horizontal in der digitalen Zeile\*\*: von Pixel 128 bis Pixel 1151 = 1024 Pixel.

\* Die volle Zeilenzahl beträgt 750 Zeilen (aktive Zeilen von 26 bis inkl. 745 = 720 Zeilen).

\*\* Die volle digitale Zeilenlänge beträgt 1650 Pixel (aktive Pixel von 0 bis inkl. 1279 = 1280 Pixel).

#### System 2 (1080i/25) und System 3 transportiert als System 2 (1080psf/25):

- Vertikal im 1. Halbbild\*: von Zeile 48 bis 533 = 486 Zeilen;
- Vertikal im 2. Halbbild\*: von Zeile 611 bis 1096 = 486 Zeilen;
- Horizontal in der digitalen Zeile\*\*: von Pixel 192 bis Pixel 1727 = 1536 Pixel.

\* Die volle Zeilenzahl beträgt 1125 Zeilen (aktive Zeilen im 1. Halbbild von 21 bis inkl. 560 und im 2. Halbbild von 584 bis inkl. 1123 = 1080 Zeilen).

\*\* Die volle digitale Zeilenlänge beträgt 2200 Pixel (aktive Pixel von 0 bis inkl. 1919 = 1920 Pixel).

#### System 3 (1080p/25) und System 4 (1080p/50):

- Vertikal\*: von Zeile 96 bis 1067 = 972 Zeilen;
- Horizontal in der digitalen Zeile\*\*: von Pixel 192 bis Pixel 1727 = 1536 Pixel.

\* Die volle Zeilenzahl beträgt 1125 Zeilen (aktive Zeilen von 42 bis inkl. 1121 = 1080 Zeilen).

\*\* Die volle digitale Zeilenlänge beträgt 2200 Pixel (aktive Pixel von 0 bis inkl. 1919 = 1920 Pixel).

## 24. Zeitcode

Grundsätzlich ist zu beachten, das LTC und VITC nicht mehr in traditioneller Art und Weise von den Geräten intern „aufgezeichnet“ werden. Die beiden Begriffe werden aber nach wie vor benutzt. Allerdings werden LTC und VITC jeweils aus den unterschiedlichen internen Zeitcodevarianten generiert.

### 24.1. Linearer Zeitcode (LTC)

Der Zeitcode muss den Spezifikationen nach SMPTE 12M-1 (2008) entsprechen.

### 24.2. Zeitcode in der Vertikalaustastung (VITC)

Aktuelle und neue Aufzeichnungsformate unterstützen überwiegend nicht mehr die bisherige Form des VITC (digitalisiertes Analogsignal). Stattdessen wird der Zeitcode in einem Ancillary-Datenpaket entsprechend SMPTE RP188 als Datenpaket im Bereich der vertikalen Austastlücke angewendet (ATC – Ancillary Time Code).

### 24.3. Aktueller Status

Der SMPTE Standard 12M für den Timecode wurde für analoge Aufzeichnungssysteme entwickelt (1975!) und behandelte daher nur interlaced Fernsehsysteme mit einer Vollbildrate bis zu 30 Vollbildern pro Sekunde. Seine Flexibilität ermöglichte aber auch den Einsatz in digitalen Fernsehsystemen, sowohl für SDTV als auch HDTV. Allerdings wird für die Vollbildraten > 30 der progressiven Systeme die Zählkapazität der Zeitadresse überschritten und das Zählen kann nur in Vollbildpaaren realisiert werden. Dies resultiert in einer Schnittaufösung von zwei Vollbildern für die traditionelle lineare Zeitcode-Anwendung.

Dadurch war für progressive Videosysteme mit mehr als 30 Vollbildern pro Sekunde eine Revision erforderlich. Diese dokumentiert nun auch eine bereits verbreitete „de facto“ Implementierung. Darin wird im VITC und im ATC das Field Mark Flag benutzt, um jedes Vollbild eines Vollbildpaares zu identifizieren. Die bevorzugte Implementierung ist, das Field

Mark Flag auf Null zu setzen, um das erste Vollbild eines Vollbildpaares zu markieren. Entsprechend wird das Field Mark Flag für das zweite Vollbild auf Eins gesetzt.

Der aktuelle Stand ist in zwei Dokumenten beschrieben:

**SMPTE 12M-1** (2008) Time and Control Code, beschreibt das Timecode-Format (ersetzt die alte SMPTE 12M, RP164 und RP159).

**SMPTE 12M-2** (2008) Transmission of Time Code in the Ancillary Data Space, beschreibt den Transport des Timecodes im Ancillary Data Space (ersetzt RP188).

**Hinweis:** Zukünftig ist zu beachten, dass Gerätschaften/Applikationen die sich ausschließlich auf den VITC stützen in der bisherigen Form nicht mehr nutzbar sind.

#### 24.4. Zeitcode in MXF

Für die Anlieferung, den Austausch und die Zulieferung über VFT wird vereinbart, dass der Zeitcode entsprechend EBU R122 in das MXF-File eingebettet sein muss, d.h. die Einschränkungen zur Verwendung der drei Timecode Instanzen ist zu beachten. Eine nähere Erläuterung dazu ist in [Punkt 38](#) enthalten.

Betriebliche Festlegungen siehe auch [Punkt 10.2](#).

## 25. Technische Bild- und Tonabnahme

Bild- und Tonabnahmen sollen in Räumen entsprechend DIN 15996 (Elektronische Laufbild- und Tonbearbeitung in Film-, Video- und Rundfunkbetrieben, Anforderungen an den Arbeitsplatz), durchgeführt werden.

Für die richtige Beurteilung ist es unbedingt notwendig, dass der echte zeitliche Bezug zwischen Bild- und Tonsignal des abzunehmenden Programmmaterials audiovisualisiert wird. Dazu kann es z.B. notwendig sein, dass

- bei der Bilddarstellung auf Flachbildschirmen (interne zeitliche Verzögerung der Bildwiedergabe) alle zugehörigen Tonsignale, oder
- bei der Abnahme von Dolby E kodierten Tonsignalen (zeitliche Verzögerung der Tonwiedergabe durch Dekodierung) das zugehörige Bildsignal entsprechend zeitlich verzögert werden muss.

Automatisierte Abnahmeverfahren werden zunehmend in einer file-basierten Produktionsumgebung eingesetzt und können eine Vielzahl technischer Parameter auswerten, derzeit aber noch nicht eine subjektive Beurteilung der Bild- und Tonqualität ersetzen.

**Hinweis:** *Derzeit werden durch den Arbeitskreis „System- und Messtechnik“ Richtlinien für Messverfahren und Analyse an file-basierten Produktionssystemen erarbeitet.*

Das Ergebnis der technischen Bild- und Tonabnahme wird in einem Abnahmeprotokoll (MAZ-Karte/Metadaten) dokumentiert. Ein Beispiel für ein Abnahmeprotokoll ist in [Punkt 39](#), aufgeführt.

### 25.1. Technische Bildabnahme

Die Abnahme von HD-Produktionen soll auf einem Klasse 1 Monitor, größer 20-Zoll erfolgen. Zusätzlich wird für die Beurteilung des Schärfeeindrucks und von eventuell vorhandenen Bewegungsartefakten ein Display mit einer Größe von mindestens 42" dringend empfohlen.

Da alle Flachbildschirme eine Skalierung (Umrechnung) des FS-Rasters, sowie ein De-Interlacing des Fernsehsignals (diese Displays arbeiten nur mit einer progressiven Darstellung) durchführen, ist bei der Abnahme von Produktionen das Augenmerk insbesondere auf die möglichst fehlerfreie Darstellung von graphischen Elementen, z.B. Laufschriften, zu richten.

Die Monitorgröße ist für die Beurteilung / Akzeptanz der produzierten und abzunehmenden HD Qualität von fundamentaler Bedeutung! In der Übergangszeit, solange kein Referenzmonitor mit einer Größe von ca. 50" zur Verfügung steht, wird zur Abnahme der Bildqualität die Benutzung von zwei Monitoren empfohlen:

- a) Ein bereits verfügbarer Referenzmonitor mit mindestens 23-Zoll, sowie
- b) Ein bekanntes Flachdisplay, vorzugsweise Plasma (aus Kostengründen ersatzweise ein Konsumer-Display) mit guten Eigenschaften einer Größe von 42" bis 50".

**Hinweis:** *Damit für alle intern und extern, am Produktionsprozess beteiligten Partner, eine identische Referenz verfügbar ist, wird für diesen Zweck die Vereinbarung eines einheitlichen Displaytyps als ARD, ZDF, ORF und SRG-Referenz angestrebt.*

In jedem Fall ist der optimale Betrachtungsabstand zur Beurteilung der technischen HD-Bildqualität von **3 mal Bildhöhe** einzuhalten.

**Hinweis:** *Die Anforderungen an einen Klasse 1 Monitor sind in EBU Tech Doc 3320 festgelegt. Die messtechnische Beurteilung der Einstellung von Monitoren ist in EBU Tech Doc 3325 festgelegt.*

### 25.2. Technische Tonabnahme

Die Abhörbedingungen für die Beurteilung von Tonprogrammmaterial in Mono und Stereo sind in *EBU Tech Doc 3276* und für Mehrkanal in *EBU Tech Doc 3276 Supplement 1* beschrieben.

Grundsätzlich müssen alle Tonspuren, die zur Sendung gelangen, durchgängig abgehört und abgenommen werden, um sicherzustellen, dass keine technischen Mängel vorliegen.

**Hinweis:** *Werden Töne nur stichprobenartig abgehört, muss das im Abnahmeprotokoll vermerkt werden. Man kann dann in diesem Fall nicht von einer umfassenden technischen Tonabnahme ausgehen.*



Die Tonwiedergabe (Mono, Stereo oder Mehrkanal) muss über hochwertige, professionelle Lautsprecher, mit möglichst linearem Frequenzgang (*siehe EBU Tech Doc 3276*) erfolgen, da ansonsten eine qualifizierte Ton-Beurteilung nicht möglich ist. Für Mehrkanalton ist eine dafür geeignete 5.1 Abhör- und Messeinrichtung (*siehe EBU Tech Doc 3276 Supplement 1*) erforderlich.

Die alleinige Wiedergabe über Fernseh- oder andere Konsumer-Lautsprecher oder -Systeme ist nicht ausreichend. Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass damit die unterschiedlichsten Abhörsituationen beim Zuschauer nicht abgedeckt werden können.

### 25.2.1. Abnahme von Beiträgen mit diskreten Tonsignalen

Die Tonwiedergabe (Mono, Stereo oder Mehrkanal) muss über hochwertige, professionelle Lautsprecher, mit möglichst linearem Frequenzgang (*siehe EBU Tech Doc 3276*) erfolgen, da ansonsten eine qualifizierte Ton-Beurteilung nicht möglich ist. Für Mehrkanalton ist eine dafür geeignete Abhöreinrichtung, 5.1 Lautsprecher-Monitoring (*siehe EBU Tech Doc 3276 Supplement 1*) erforderlich.

Die alleinige Wiedergabe über Fernseh- oder andere Konsumer-Lautsprecher oder -Systeme ist nicht ausreichend. Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass damit die unterschiedlichsten Abhörsituationen beim Zuschauer nicht abgedeckt werden können.

### 25.2.2. Abnahme von Beiträgen mit kodierten Tonsignalen

Mehrkanal-Beiträge, die in kodierter Form als Dolby E-Datenstrom, z.B. auf den Spuren 3 und 4 einer MAZ-Kassette, angeliefert werden, müssen zur Abnahme dekodiert werden (*siehe Punkt 33.1*). Da bei der Dolby E-Dekodierung die Dolby-Metadaten nicht ausgewertet werden, wird empfohlen, das diskrete Tonsignal über einen Dolby Digital-Enkoder und -Dekoder zu führen (*siehe Punkt 33.2*) oder mit Hilfe eines geeigneten Audiotools, z.B. Dolby DP 570, den Dolby-Digital-Weg zu simulieren, so dass eine Auswertung der Metadaten erfolgt (*siehe Punkt 33.3*). Die dadurch eingeführte Verzögerung der Tonwiedergabe muss in jedem Fall durch eine korrespondierende Verzögerung des Bildsignals kompensiert werden.

**Hinweis:** Erfolgt die Abnahme von einem Dolby E-dekodierten 5.1-Signal ohne Möglichkeit der Simulation der Auswirkungen der Metadaten, müssen folgende Einschränkungen berücksichtigt werden:

- Es wird in diesem Fall immer der volle Dynamikumfang abgehört. Der Zuschauer zu Hause dagegen kann die Dynamik einengen!
- Aufgrund der nicht ausgewerteten Metadaten kann die Lautheit des Signals in Bezug zu anderen Programmen nicht beurteilt werden.
- Es kann kein automatischer Downmix des 5.1-Signals auf Mono/Stereo/Dolby Surround abgehört werden.

Für dekodierte lineare Tonsignale muss die oben aufgeführte Abhöreinrichtung in Kombination mit einem mehrkanalfähigen Lautheitsmesser verwendet werden.



## 26. Dekoration, Kostüme und Maske

Durch die höhere Auflösung des HD-Formats werden bei Dekoration und Maske deutlich mehr Details dargestellt. Im Gegensatz zu SDTV, wo man durch Hinzufügung von künstlicher Konturkorrektur die Überzeichnungen, z.B. von Hautunebenheiten, maskentechnisch kompensieren musste, ist dies in HDTV eher kontraproduktiv. Generell ist in HDTV eine natürlichere Detailwiedergabe vorhanden, Strukturen werden natürlicher durchzeichnet und Haare sind viel deutlicher sichtbar! Rottöne werden gut dargestellt, kräftige Töne werden auch in HDTV zusammengezogen und neigen zum Überstrahlen.

Allerdings sind dem Detailreichtum in der Übergangsphase von SD nach HD Grenzen gesetzt. Dies gilt insbesondere für Typographien und feine Strukturen, die in beiden Formaten genau erkennbar sein müssen.

### 26.1. Dekoration

Der Dekorationsbau für HD-Produktionen erfordert aufgrund der Anforderungen ein genaueres handwerkliches Arbeiten:

- Gebrauchsspuren/Ungenauigkeiten an der Dekoration fallen stärker auf. Daher müssen Beschädigungen bei mehrmaligem Auf- und Abbau beseitigt werden.
- Feine Strukturen, kleine Schriften und Grafiken werden lesbar. Daher müssen Strukturen sorgfältig ausgearbeitet werden, sonst wird bei genauerem Hinsehen z.B. die Künstlichkeit einer Ziegelwand sichtbar.

### 26.2. Kostüme

Wie oben bereits angeführt sind auch Strukturen und Muster in Stoffen und Kostümen in HD viel deutlicher zu erkennen, Daher sollten für HD-Produktionen die Kostüme für Komparsen genauso gut (präzise, detailreich) , wie jene für die Hauptdarsteller sein.

### 26.3. Maske

Die Vorgaben bezüglich der Maske sollten mit der Ausstattung abgestimmt werden. Bisherige Erfahrungen und Tests haben gezeigt, dass die bei SD angewandten Verfahren nur begrenzt einsetzbar sind. Folgende Vorgehensweise wird empfohlen:

- Schminken wie im Film, Maßstab für HD-Make-up ist Film-Make-up für 35mm.
- Grundsätzlich gilt bei HD, dass weniger mehr ist. Die Auflösung von HD macht es erforderlich, ausschließlich extrem feine Partikel in Make-ups und Pudern zu verarbeiten.
- Bei HD können Rötungen schnell in Richtung Neon ausbrechen oder auf dem Bildschirm ausfransen. Zu beachten ist außerdem, dass ungeschminkte Partien, z.B. Ohren, in HD viel stärker auffallen. Insgesamt besonders wichtig ist die Möglichkeit, die Arbeit an einem HD-Bildschirm überprüfen zu können.
- HD bringt eine haargenaue Wiedergabe von Frisuren. Daher müssen Perücken perfekt angepasst werden. Frisuren und Tüllansätze, Applikationen und deren Übergänge zur Haut usw., müssen sehr sorgfältig gearbeitet sein, damit sie in HD bestehen können. Für maskenbildnerische Spezialeffekte, z.B. künstliches Blut, Hautkleber usw., sind die Maßstäbe von 35 mm anzulegen. Allerdings müssen nicht alle herkömmlichen Produkte und Techniken über Bord geworfen werden.
- Wegen der erhöhten Anforderungen ist ein genaueres Arbeiten der Maskenbildner notwendig.

## 27. Archivierungsformat für HDTV

Ziel ist die Erhaltung aller Produktionen in bestmöglicher Qualität, in Form der am besten (effizient und wirtschaftlich) wiederverwendbaren Version.

### 27.1. Mainstream

Im Bereich HDTV-Mainstream ist die Archivierung von Programmmaterial als Fileformat auf einem Massenspeicher, z.B. Datenband-Roboter zweckmäßig. Grund dafür ist, dass die Kompressionsformate XDCAM HD422 und AVC-I 100 in der HDTV-Mainstream-Produktion mit bandlosen Systemen genutzt werden. Es stehen keine MAZ-Formate mehr zur Verfügung. Zu beachten ist, dass mindestens acht Tonkanäle erforderlich sind.

**Hinweis:** Für XDCAM HD422 könnte übergangsweise auch auf eine Optische Disk ausgespielt und archiviert werden. Aus wirtschaftlicher Sicht kommt für AVC-I 100 eine Ausspielung auf die P2-Speicherkarte und deren Archivierung nicht in Betracht.

### 27.2. Premium / High Quality

Für kostenintensive Premium-Produktionen ist derzeit das HDCAM-SR-Format, für eine qualitativ hochwertige Archivierung, unter dem Aspekt der Qualitätssicherung, zu empfehlen. Zudem kann es sinnvoll sein, eine Kopie auf einem betrieblich notwendigen HD-Mainstream-Format, z.B. ein MXF-File mit XDCAM HD422 oder P2 AVC-I 100 in einem Massenspeicher abzulegen.

Generell muss darüber nachgedacht werden, wie der Premium-Bereich in eine zukünftige IT-basierte bandlose Produktions- und Archivierungsumgebung, wirtschaftlich integriert werden kann. Dazu wird es notwendig sein, eine geeignete Kompressionsformatvariante zu identifizieren, die dann vorteilhafterweise mit dem bereits für den Mainstream-Bereich festgelegten Fileformat MXF gespeichert, transportiert und archiviert werden kann.

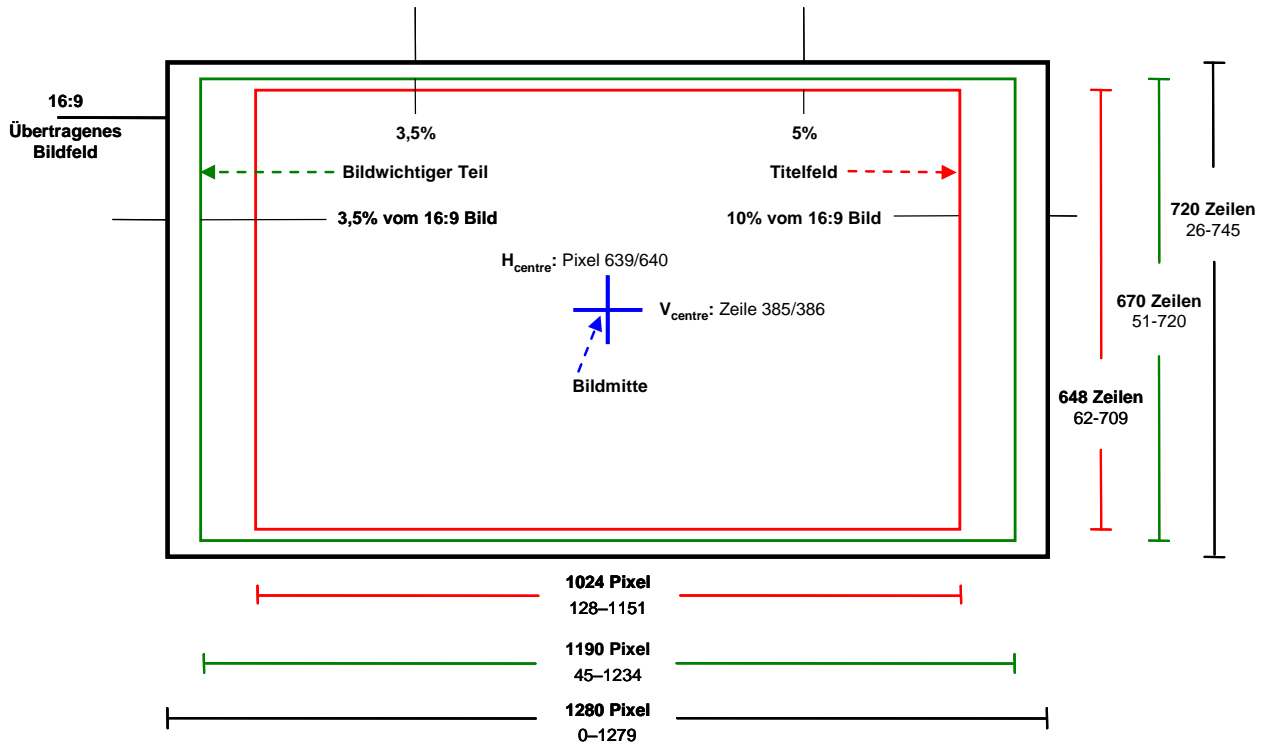
### 27.3. Tonspurbelegung im Archiv

Die in [Punkt 16.6](#) für den Programmaustausch verbindlich festgelegten Tonspurbelegungen sollten sinnvollerweise auch für die Archivierung von Programmmaterial verwendet werden.

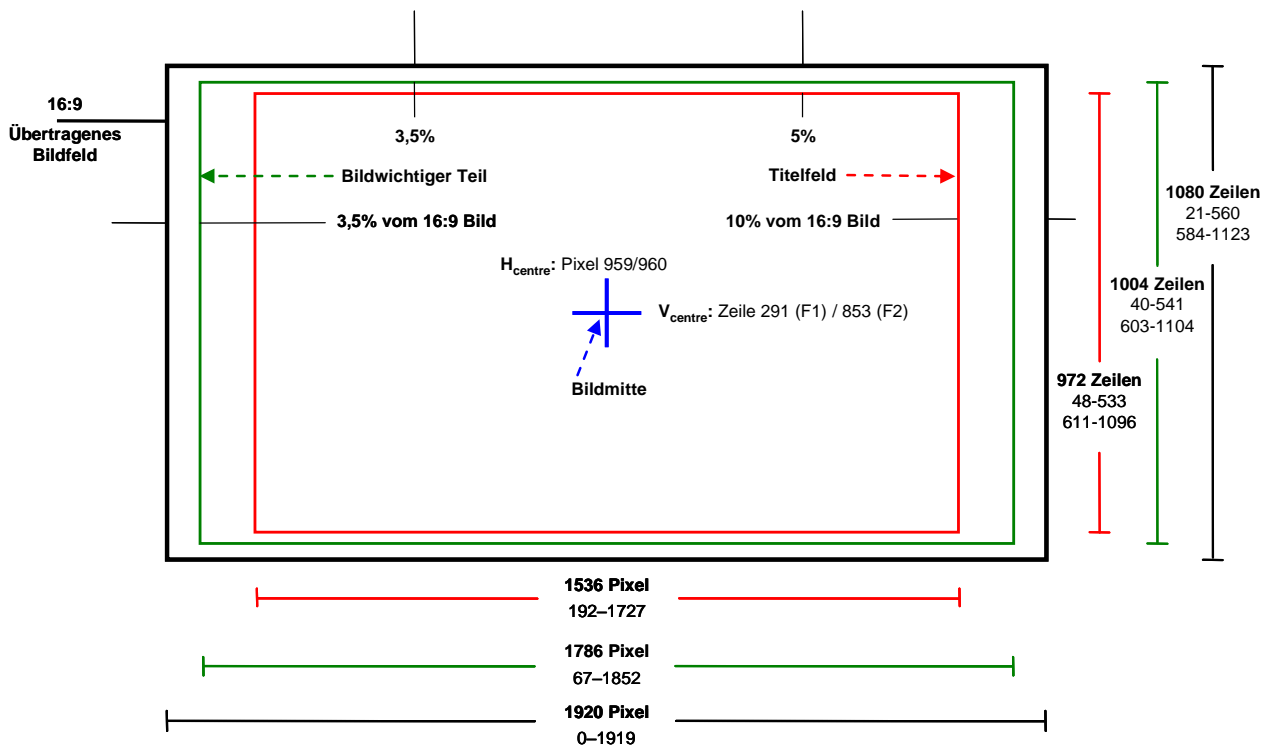
Davon abweichende interne Belegungen müssen für den Programmaustausch und die Anlieferung zum Payout umsortiert werden!

## 28. ANHANG 1 - Übertragenes Bildfeld, Bildwichtiger Teil, Titelfeld

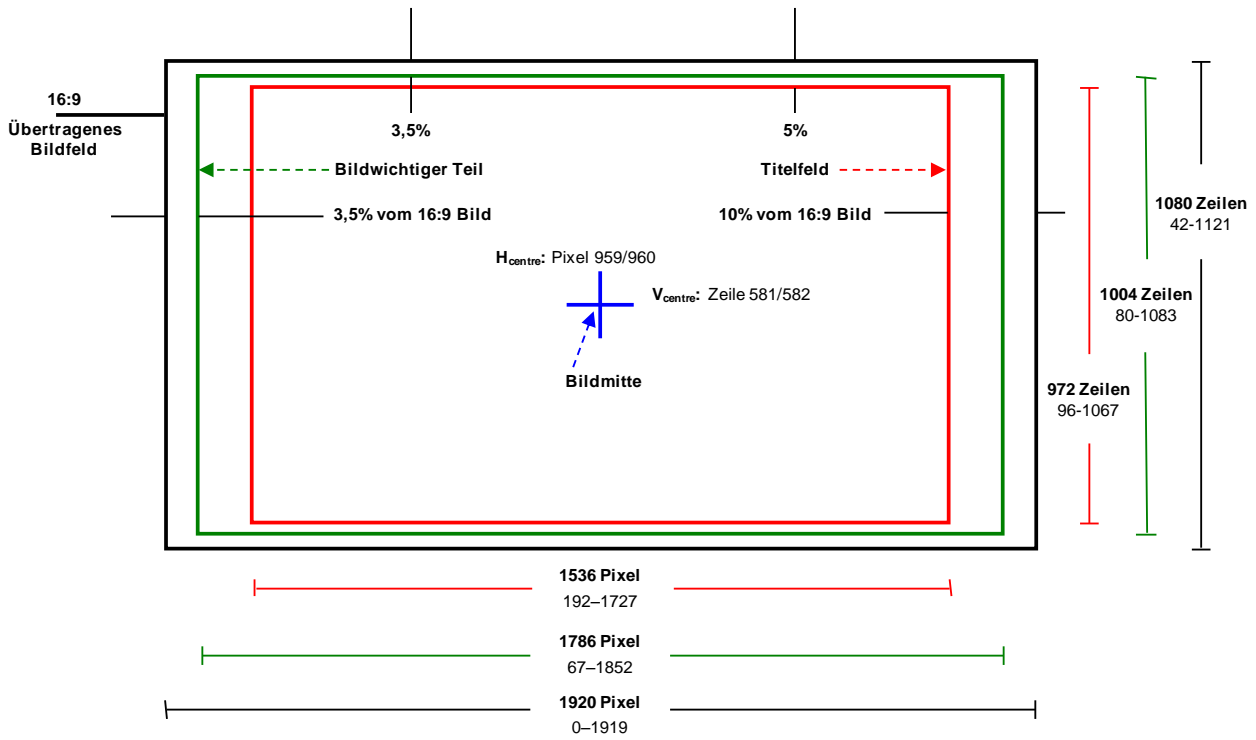
### 28.1. Abtastformat 720p/50



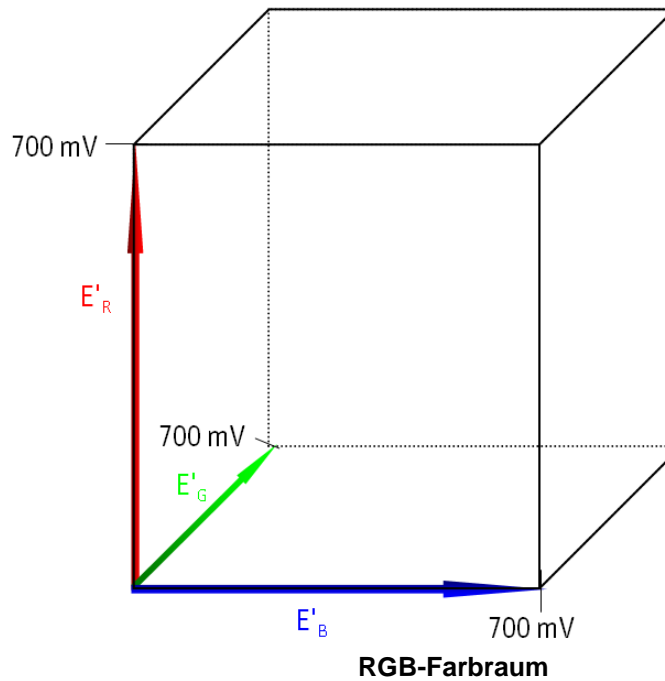
### 28.2. Abtastformate 1080i/25 und 1080psf/25 (1080p/25 transportiert als 1080i/25)



### 28.3. Abtastformat 1080p/25 und 1080p/50



## 29. ANHANG 2 - RGB-Farbraum

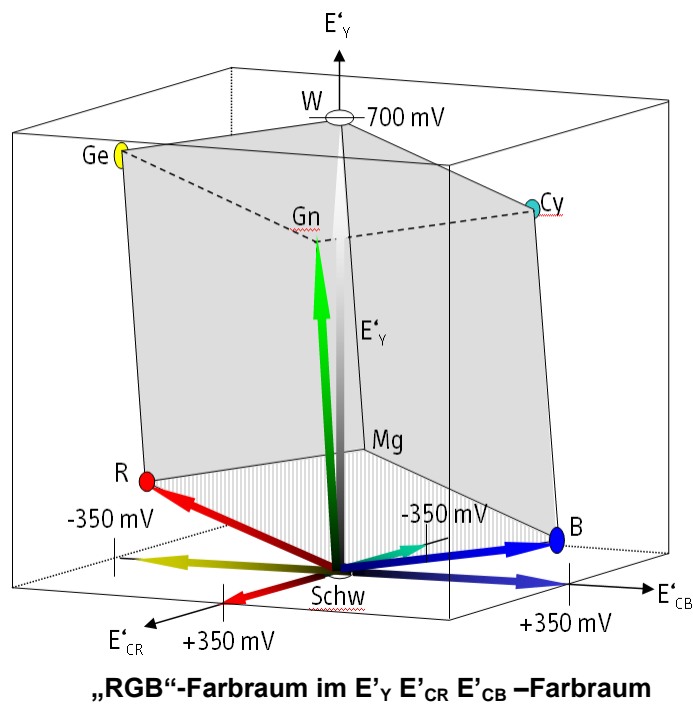


Der im oberen Bild gezeigte  $E'_R E'_G E'_B$ -Farbraum (Würfel) wird durch die Matrixzierung gemäß der Formel

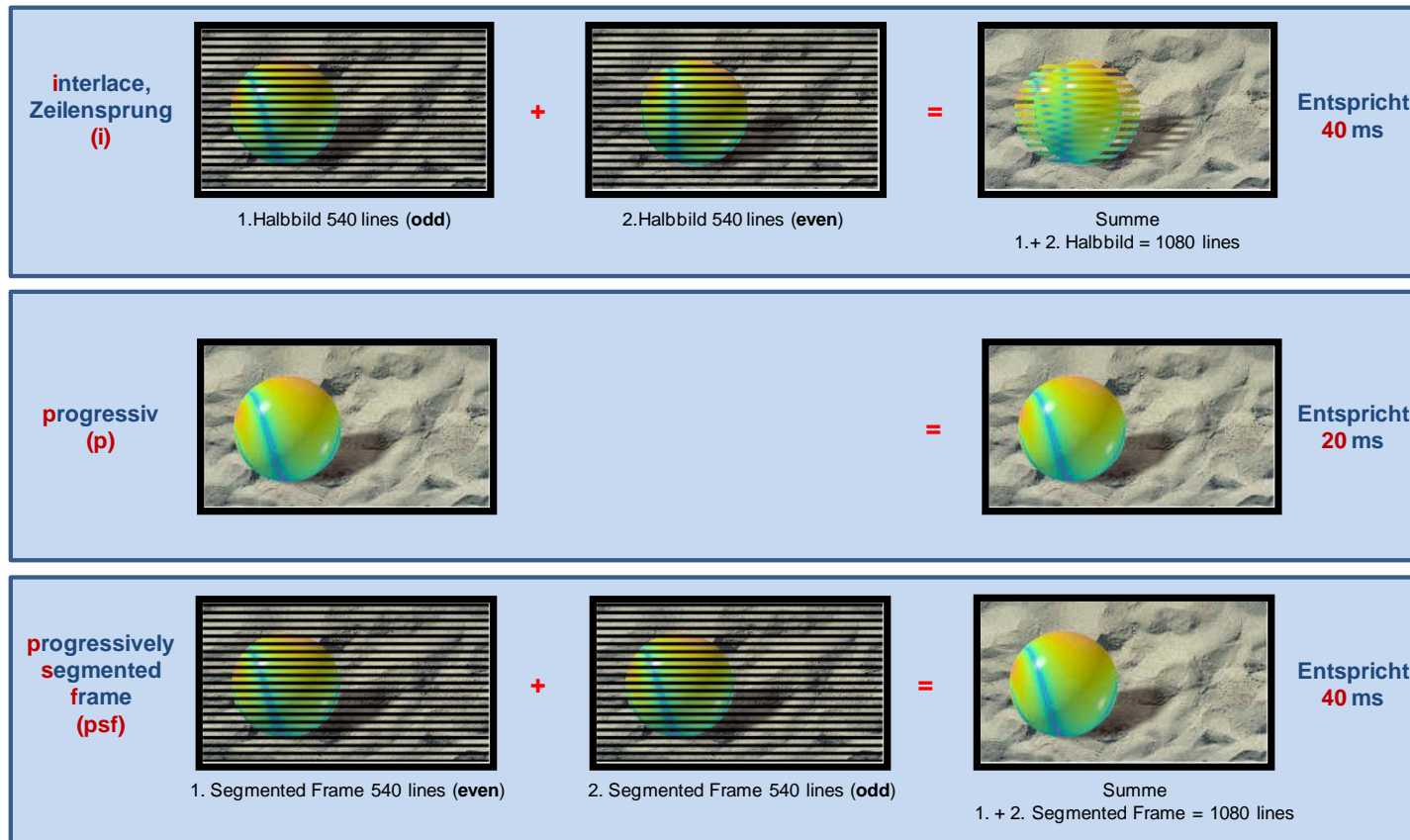
$$E'_{CR} = 0,71(E'_R - E'_Y)$$

$$E'_{CB} = 0,56(E'_B - E'_Y)$$

in einen Parallelepipeden (Körper der durch drei parallel zueinander liegende Flächen begrenzt wird) umgewandelt, und ist so wie unteren Bild dargestellt im  $E'_Y E'_{CR} E'_{CB}$ -Farbraum positioniert.



### 30. ANHANG 3 – 1080psf/25 Variante

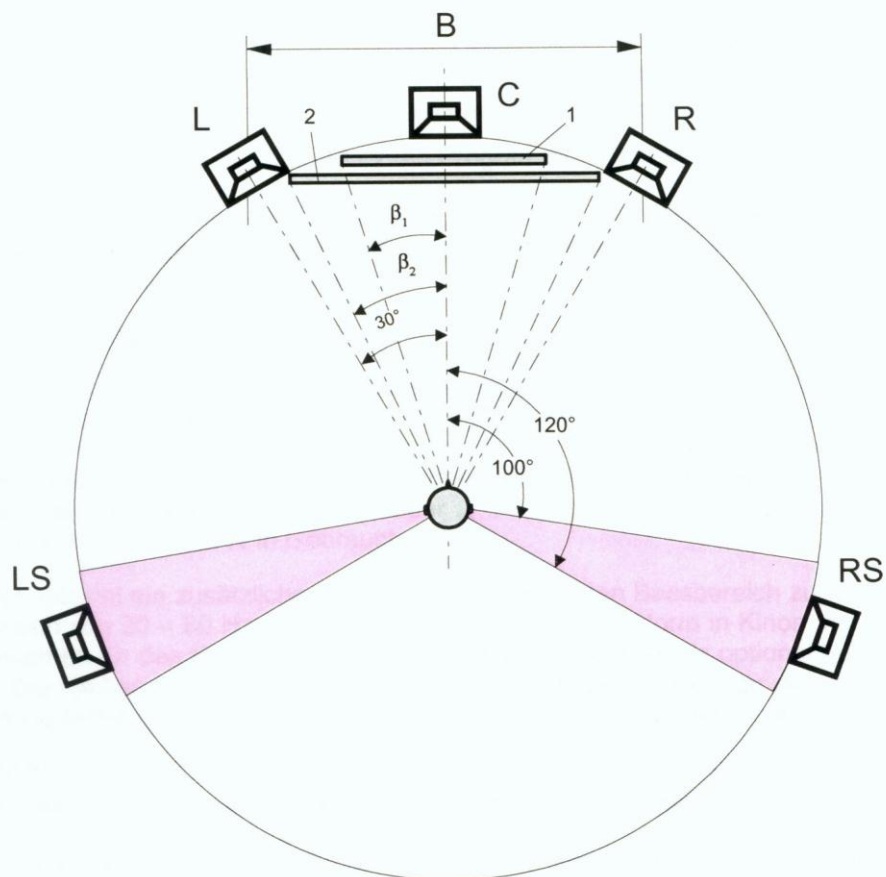


Produktionen im Abtastformat 1080p/25 werden in vielen Fällen als 1080i/25 transportiert (übertragen, gespeichert)! Diese Variante wird mit 1080psf/25 bezeichnet und muss für nachfolgende Arbeitsschritte signalisiert und berücksichtigt werden.

Achtung: Wird 1080psf/25 Material als 1080i/25 Material behandelt, z.B. psf wurde nicht signalisiert, und nachfolgend als 1080p/25 Material ausgespielt, dann resultiert dies in einer Halbierung der vertikalen Auflösung.

### 31. ANHANG 4 - Mehrkanal-Stereosysteme

#### 31.1. Referenz-Lautsprecher-Anordnung nach ITU-R BS.775



**Referenz-Lautsprecher-Anordnung**  
mit den Lautsprechern L/C/R und LS/RS (aus ITU-R BS.775-1)

Bildfläche 1: Hörabstand = 3H (2  $\beta_1 = 33^\circ$ )  
 Bildfläche 2: Hörabstand = 2H (2  $\beta_2 = 48^\circ$ )  
 H: Bildhöhe B: Lautsprecher-Basisbreite

akustisches Zentrum	Winkel	Höhe	Neigung
C	0°	1,2 m *)	0° *)
L, R	+/- 30°	1,2 m	0°
LS, RS	+/- (100...120)°	> 1,2 m	≤ 15°

\*) abhängig von Form und Größe der Bildfläche



## 32. ANHANG 5 – Dolby E-Frame Positionierung

Die in der Tabelle aufgeführten Werte für die Dolby E-Frame Positionierung werden von Dolby empfohlen.

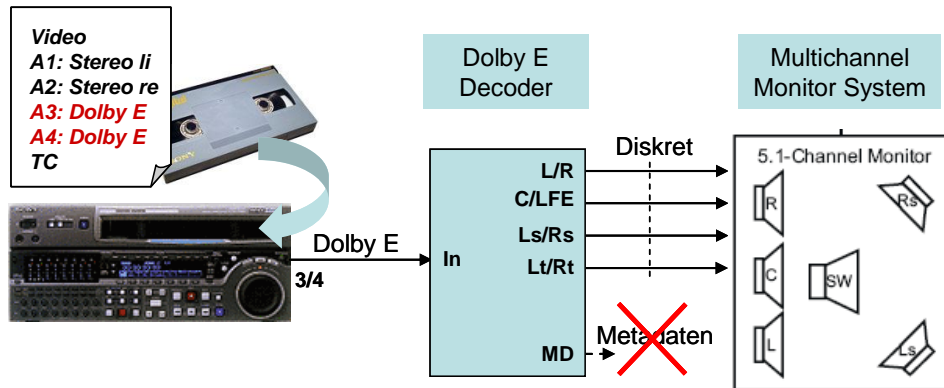
		576i/25	1080i/25	720p/50 <sup>(2)</sup>
Potentiell frühest gültige Dolby E Position	Zeile	8	13	17
	Position [ $\mu$ s] <sup>(1)</sup>	450	450	450
	AES Sample <sup>(3)</sup>	22	22	22
Ideale Dolby E Zeilen Position -80 $\mu$ s	Zeile	11	19	25
	Position [ $\mu$ s] <sup>(1)</sup>	650	650	650
	AES Sample <sup>(3)</sup>	32	32	32
Ideale Dolby E Zeilen Position $\pm$ 80 $\mu$ s	Zeile $\pm$ 80 $\mu$ s	<b>12</b>	<b>21</b>	<b>28</b>
	Position [ $\mu$ s] $\pm$ 80 $\mu$ s <sup>(1)</sup>	<b>730</b>	<b>730</b>	<b>730</b>
	AES Sample <sup>(3)</sup>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>36</b>
Ideale Dolby E Zeilen Position +80 $\mu$ s	Zeile	13	23	31
	Position [ $\mu$ s] <sup>(1)</sup>	810	810	810
	AES Sample <sup>(3)</sup>	39	39	39
Potentiell letzte gültige Dolby E Position	Zeile	30	53	70
	Position [ $\mu$ s] <sup>(1)</sup>	1860	1860	1860
	AES Sample <sup>(3)</sup>	90	90	90

(1) In Relation zu SMPTE RP 168 Referenz Punkt, und angenäherte Werte.

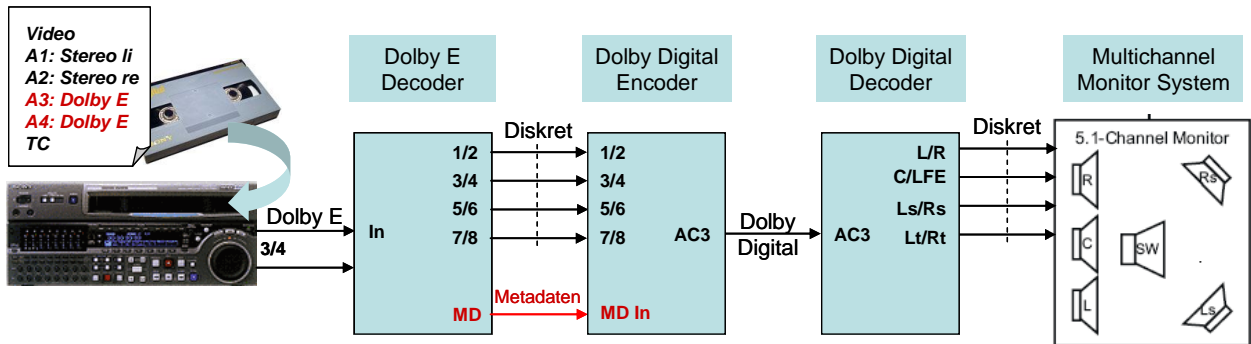
(2) In Relation zum ersten (ungeraden) Frame.

(3) Wobei der Start des 48 kHz AES Sample Nummer 1 angenähert abgeglichen zum SMPTE RP 168 Referenz Punkt ist.

### 33. ANHANG 6 – Abnahme von Dolby E kodierten Tonsignalen

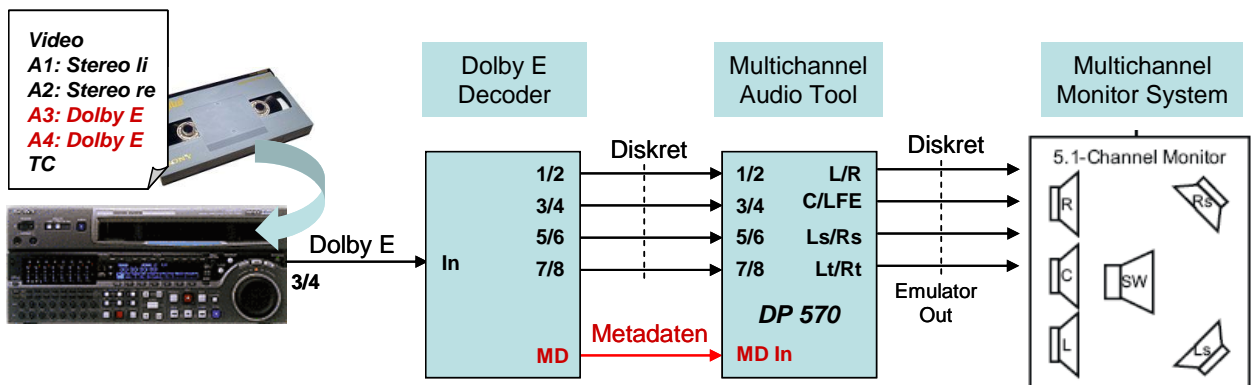


#### 33.1. Kodierte Tonsignale ohne Auswertung der Metadaten



#### 33.2. Kodierte Tonsignale mit Auswertung der Metadaten – Dolby En + Decoder

Unter Verwendung von Dolby Digital Encoder und Decoder.



#### 33.3. Kodierte Tonsignale mit Auswertung der Metadaten – Audiotools

Unter Verwendung eines geeigneten Audiotools.

### 34. ANHANG 7 – Dolby Metadaten Presets

#### 34.1. Preset: Laut

Preset : "Laut" hochkomprimiert, geringer Dynamikumfang							
Preset #	1: Stereo	2: Dolby 5.1					
	Stereo	5.1 Mode			Notiz	Sendeformate	Hinweis
Parameter							
PRG Config	3x2	5.1			16 Bit Wortbreite		
PRG Descript Text	laut						
Dialog level	-23						
Channel Mode	2/0	3/2					
LFE Channel	Disabled	Enabled					
Bitstream Mode	Main Complete						
Line Mode Pro	Film Light						
RF Mode Pro	Film Light						
RF Ovmnd Protect	Disabled						
Center Dwnmx Lvl	- 3 dB						
Surnd Dwnmx Lvl	- 6 dB						
Dolby Srnd Mode	Disabled						
Audio Prod Info	No				Verstehen Sie Spaß?	Unter-	
Mix Level	N/A				Wetten dass..?	haltungsshow,	
Room type	N/A				Rockpalast	Rockkonzert,	
Copyright	Yes						
Orig. Bitstream	Yes						
Prfd Stereo Dwnm	Lo/Ro						
Lt/Rt Ctr Dwnm Lv	- 3 dB						
Lt/Rt Srd Dwnm Lv	- 6 dB						
Lo/Ro Ctr Dwnm Lv	- 3 dB						
Lo/Ro Srd Dwnm Lv	- 6 dB						
Dolby Srd Ex Mode	Disabled						
A/D Converter Type	Standard						
DC Filter	Enabled						
Lowpass Filter	Enabled						
LFE Lowpass Filter	Enabled						
Srnd 3 dB Atten	Disabled						
Srnd Phase Shift	Disabled						

extended Bitstream Infos sind kursiv gesetzt

### 34.2. Preset: Standard

Preset : "Standard" mittlerer Dynamikumfang							
Preset #	3: Stereo	4: Dolby 5.1					
	Stereo	5.1 Mode			Notiz	Sendeformate	Hinweis
<b>Parameter</b>						Wetter,	
PRG Config	3x2	5.1			16 Bit Wortbreite	Nachrichten,	
PRG Descript Text	Standard					Serien,	
Dialog level	-23					Soaps,	
Channel Mode	2/0	3/2				Dokumentation,	
LFE Channel	Disabled	Enabled				Boulevard,	
Bitstream Mode	Main Complete					Magazine,	
Line Mode Pro	Film Standard					Kinderfilme,	
RF Mode Pro	Film Standard					Krimiserien,	
RF OvmD Protect	Disabled					Frühstücks TV,	
Center Dwnmx Lvl	- 3 dB					aktuelle	
Sumd Dwnmx Lvl	- 6 dB					Liveberichte	
Dolby Srd Mode	Disabled						
Audio Prod Info	No		wie linke			Werbung,	
Mix Level	N/A		Spalte			Trailer,	
Room type	N/A					Station ID,	
Copyright	Yes						
Orig. Bitstream	Yes						
Prfd Stereo Dwnm	Lo/Ro					Jazzkonzerte,	
Lt/Rt Ctr Dwnm Lvl	- 3 dB				Band	Crossover-	
Lt/Rt Srd Dwnm Lvl	- 4.5 dB				+Orchester	Konzerte,	
Lo/Ro Ctr Dwnm Lvl	- 3 dB						
Lo/Ro Srd Dwnm Lvl	- 4.5 dB						
Dolby Srd Ex Mode	Disabled						
A/D Converter Type	Standard						
DC Filter	Enabled						
Lowpass Filter	Enabled						
LFE Lowpass Filter	Enabled						
Srd 3 dB Atten	Disabled						
Srd Phase Shift	Disabled						

extended Bitstream Infos sind kursiv gesetzt

### 34.3. Preset: Dynamisch

Preset : "Dynamisch" grosser Dynamikumfang							
Preset #	5: Stereo	6: Dolby 5.1					
Parameter	Stereo	5.1 Mode			Notiz	Sendeformate	Hinweis
PRG Config	3x2	5.1			16 Bit Wortbreite		
PRG Descript Text	Dynamisch						
Dialog level	-23						
Channel Mode	2/0	3/2					
LFE Channel	Disabled	Enabled					
Bitstream Mode	Main Complete						
Line Mode Pro	Film Standard						
RF Mode Pro	Film Standard						
RF OvmD Protect	Disabled						
Center Dwnmx Lvl	- 3 dB						
Surmd Dwnmx Lvl	- 3 dB						Gottesdienst,
Dolby Srd Mode	Disabled				Filme wie:		Theater,
Audio Prod Info	No				"Blade Runner", "Brük-		Kinofilm,
Mix Level	N/A				ke v. Remagen"		
Room type	N/A						
Copyright	Yes				meint: gemischt		anspruchs-
Orig. Bitstream	Yes				wie Kino		volle Krimis
Prfd Stereo Dwnm	Lo/Ro						
Lt/Rt Ctr Dwnm Lvl	- 3 dB				Bsp: ZDF Klassik m.		Konzertsen-
Lt/Rt Srd Dwnm Lvl	- 3 dB				G. Alsmann		dungen mit
Lo/Ro Ctr Dwnm Lvl	- 3 dB						deutlichem
Lo/Ro Srd Dwnm Lvl	- 3 dB						Wortanteil,
Dolby Srd Ex Mode	Disabled						
A/D Converter Type	Standard						
DC Filter	Enabled						
Lowpass Filter	Enabled						
LFE Lowpass Filter	Enabled						
Srd 3 dB Atten	Disabled						
Srd Phase Shift	Disabled						

extended Bitstream Infos sind kursiv gesetzt

### 34.4.1. Special: Klassik

1.Special : "Klassik" sehr grosser Dynamikumfang, "leise"							
Preset #	7: Stereo	8: Dolby 5.1					
Parameter	Stereo	5.1 Mode			Notiz	Sendeformate	Hinweis
PRG Config	3x2	5.1			16 Bit Wortbreite		
PRG Descrpt Text	Klassik Special						
Dialog level	-23						
Channel Mode	2/0	3/2			wenig Wortanteil,	Oper,	
LFE Channel	Disabled	Enabled			kaum Kompression,	klassisches	
Bitstream Mode	Main Complete				Übernahmen	Konzert,	
Line Mode Pro	Music light				vom Hörfunk,	Kammernmusik,	
RF Mode Pro	Music light				typisch: 3sat		
RF Ovmnd Protect	Disabled						
Center Dwnmx Lvl	- 3 dB						
Surmd Dwnmx Lvl	- 6 dB						
Dolby Srd Mode	Disabled						
Audio Prod Info	No						
Mix Level	N/A						
Room type	N/A						
Copyright	Yes						
Orig. Bitstream	Yes						
Prfd Stereo Dwnm	Lo/Ro						
Lt/Rt Ctr Dwnm Lvl	- 3 dB						
Lt/Rt Srd Dwnm Lvl	- 6 dB						
Lo/Ro Ctr Dwnm Lvl	- 3 dB						
Lo/Ro Srd Dwnm Lvl	- 6 dB						
Dolby Srd Ex Mode	Disabled						
A/D Converter Type	Standard						
DC Filter	Enabled						
Lowpass Filter	Enabled						
LFE Lowpass Filter	Enabled						
Srd 3 dB Atten	Disabled						
Srd Phase Shift	Disabled						

extended Bitstream Infos sind kursiv gesetzt

### 34.5.2. Special: Sport

2.Special : "Sport" Liveübertragungen							
Preset #	9: Stereo	10: Dolby 5.1					
Parameter	Stereo	5.1 Mode			Notiz	Sendeformate	Hinweis
PRG Config	3x2	5.1			16 Bit Wortbreite		
PRG Descrpt Text	Sport live						
Dialog level	-23						
Channel Mode	2/0	3/2					
LFE Channel	Disabled	Enabled					nicht Sportma- gazine.
Bitstream Mode	Main Complete						
Line Mode Pro	Film Standard						
RF Mode Pro	Film Standard						Live von Groß- veranstaltungen
RF Ovmnd Protect	Disabled						
Center Dwnmx Lvl	-3 dB						
Surmd Dwnmx Lvl	-6 dB						Olymp. Spiele
Dolby Srd Mode	Disabled						Fussball, LA WM, Handball
Audio Prod Info	No						
Mix Level	N/A						
Room type	N/A						
Copyright	Yes						etc.
Orig. Bitstream	Yes						
Prfd Stereo Dwnm	Lo/ Ro						
Lt/Rt Ctr Dwnm Lv	0 dB						
Lt/Rt Srd Dwnm Lv	-4.5 dB						
Lo/Ro Ctr Dwnm Lv	0 dB						
Lo/Ro Srd Dwnm Lv	-4.5 dB						
Dolby Srd Ex Mode	Disabled						
A/D Converter Type	Standard						
DC Filter	Enabled						
Lowpass Filter	Enabled						
LFE Lowpass Filter	Enabled						
Srd 3 dB Atten	Disabled						
Srd Phase Shift	Disabled						

extended Bitstream Infos sind kursiv gesetzt



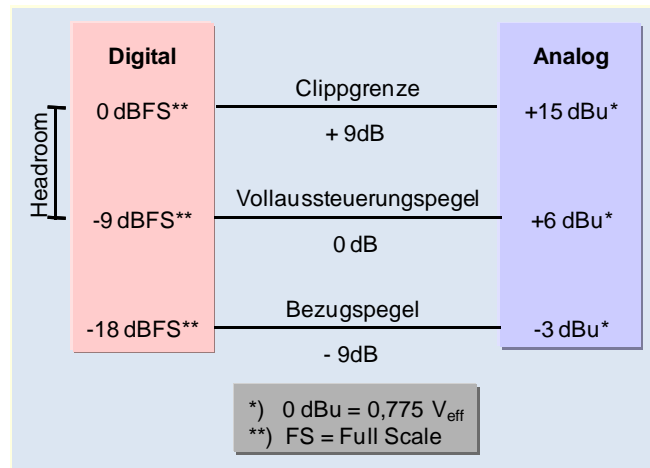
### 35. ANHANG 8 - Aussteuerung nach Spitzenpegel – Dynamik

Sollte die Aussteuerung nach Lautheit noch nicht möglich ist, z.B. aufgrund fehlender Messeinrichtungen, sind vorübergehend weiterhin die nachfolgenden Aussteuerungsrichtlinien, gemäß den Technischen Richtlinien für SDTV, Ausgabe Dezember 2006, einzuhalten (nachfolgend ist ein Auszug des Kapitels 6.2 aufgeführt).

In der EBU Technical Recommendation R 68 werden sowohl die Kodierungswerte, als auch ein einheitlicher Kodierpegel für digitale Tonsysteme festgelegt. Dabei muss, unabhängig von der Anzahl der zur Verfügung stehenden Bits (16, 18, 20, ...), der Kodierwert für den Bezugspegel (Alignment Level) 18 dB unter dem maximal möglichen Kodierwert (Clipping Level) liegen.

Daraus ergibt sich eine Aussteuerungsreserve (Headroom) von 9 dB.

Bei einem auf den Vollaussteuerungspegel von +6 dBu eingemessenen System, ergibt sich für digitale und analoge Tonsignale, der in der nachfolgenden Tabelle dargestellte Zusammenhang (siehe auch HFBL-K Empfehlung 15IRT).



#### Relation der analogen und digitalen Bezugspegel nach Recommendation ITU-R BS.646.

Es dürfen nur digitale Tonsignale mit einer Abtastrate von 48 kHz verwendet werden.

## 36. ANHANG 9 - Checkliste für die Produktionsberatung

Die vorgeschlagene Checkliste soll den technischen Betrieben eine Basis für die Produktionsberatung geben.

Grundsätzlich muss man akzeptieren, dass speziell im Bereich Fernsehspiel/szenische Produktion, ALLE den ultimativen NEUEN Look suchen! Entsprechend werden von den kreativen Kräften alle Möglichkeiten neuer Kameras eingeschätzt/eingesetzt und bewertet.

In diesem Kontext muss insbesondere abgeklärt werden, inwieweit die angedachten Kameras und Gerätschaften in der Realität den Erwartungen entsprechen. Zudem sollen möglichst frühzeitig eventuell anfallende Aufwände für spezielle Workflows und Lösungsmöglichkeiten, aufgezeigt werden.

**Zu beachten ist, dass spezielle Anforderungen auch spezielle (zusätzliche) Kosten verursachen.**

### 36.1. Basis

- Lassen sich alle Drehsituationen im angedachten Einsatzgebiet (Genre) mit dem gewünschten Look aufnehmen?
- Erfordern Aufnahmesituationen schnellen Wechsel der Einstellungsgrößen, der mit Festbrennweiten nicht erreichbar ist?
- Erfordern bestimmte Drehorte den Einsatz sehr kleiner, kompakter Kameras, für die jedoch der gleiche Look angestrebt wird?
- Ist die Mischung von Kameratypen und Aufzeichnungsformaten durch Personal unterstützbar, welches das Sichern dieser Materialien verantwortlich durchführen kann?
- Anforderungen an die Datensicherung des Rohmaterials, aufgrund des Versicherungsschutzes und eventuell zusätzlich anfallender Kosten wegen des gewählten Dreh- und Speicherformats.
- Ziel muss es sein, die bestmögliche technische Qualität bei der digitalen Aufnahme, bei ausreichender Produktionssicherheit zu gewährleisten.
- Ist die Umsetzung des gewünschten Bildcharakters mit den dafür geeigneten technischen Möglichkeiten gewährleistet?
- Beratung und evtl. Test des visuellen Konzeptes des DOP (Director Of Photography / bildgestaltender Kameramann) bezüglich seiner Durchführbarkeit in der Produktion und Postproduktion.
- Planung des realen Arbeitsprozesses (Workflow) unter Beachtung, dass komplexe Workflows zusätzliche Kosten verursachen!

### 36.2. Kameratyp

- Sind alle relevanten Informationen über den Kameratyp, das Speichermedium und die am Ausgang bereitgestellten Formate, sowie ihre spezifischen Möglichkeiten und Grenzen bekannt? Inwieweit beeinflusst die interne Signalverarbeitung die erwartete Qualität – z.B. stellt die Canon EOS zwar den größten Aufnahme-Sensor bereit – hat aber auch eine relativ schlechte Signalverarbeitung implementiert, z.B. sind detailreiche Totalen praktisch ausgeschlossen!
- Sind ggf. notwendige Veränderung der Aufnahmeparameter zur Optimierung der gewünschten Bildcharakteristik im Rahmen des Look Management machbar, z.B. Abgleich (Matchen) bei der Mehrkameraproduktion
- Entsprechen die Möglichkeiten zur Schärfen-Kontrolle und Belichtung sowie Ton-Einstellungen den Anforderungen?
- Hat die Kamera einen HD-SDI- oder HDMI-Ausgang, über den man eine „gute“ Kameraqualität auf ein geeignetes externes Aufzeichnungsgerät speichern kann, z.B. Aja, Black Magic, Nanoflash (aber 8 Bit Begrenzung)!

- Berücksichtigung betrieblicher Aspekte, z.B. erforderliche Zeit für evtl. erforderliche Konvertierung des Aufnahmematerials – wievielmals Echtzeit?
- Welche Abtastformate werden unterstützt? Sind bei der Aufzeichnung interne Signalkonverter erforderlich? Wie geht man mit evtl. erforderlichen Standardformatwandlungen 30/25 Frames um?
- Spezielle Aspekte für Single Sensor Kameras für High-End, Low-End und DSLR-Kontrahenten (Panasonic AG-AF101 und Sony NEX-FS100, PMW-F3).
- Sind zusätzliche Geräte für Timecode erforderlich, z.B. zur drahtlosen Übertragung des Timecodes zur Kamera!
- Lässt sich der externe Recorder von der Kamera aus starten, z.B. über TC-Trigger?

### 36.3. Auswirkungen beim Dreh

- Passt der angedachte Kameratyp in die Abläufe der geplanten Produktion, sowie deren evtl. unterschiedlichen Produktions- bzw. Postproduktionstechniken?
- Wird ein zusätzlicher, entsprechend spezialisierter Mitarbeiter der Kameraabteilung benötigt, der eventuell neue zusätzliche Aufgaben übernimmt und das Team berät?
- Ist am Drehort eine vorläufige technische Qualitätskontrolle der Aufnahmen (digitaler „Fusselcheck“) möglich/erforderlich? Wenn ja wer macht das?
- Einschätzung der Datensicherheit unterschiedlicher Speichermedien zur Bildaufnahme.
- Abstimmen von Datenstrukturen und Datenmanagement (Kontrolle in Stichproben, ggf. Datensicherung) in Absprache mit der Postproduktion.
- Zusammenstellen und Auswahl der Geräte mit den Kameraassistenten.
- Gibt es ein LowRes-Sichtungskonzept, das mit den Kamera-Möglichkeiten (Metadaten) und den Wünschen der Redaktion abgestimmt wurde?

### 36.4. Auswirkungen in der Postproduktion

- Aufzeigen der technischen Möglichkeiten und Arbeitsabläufe in der Nachbearbeitung, z.B. Ingest, Farbkorrektur, etc.
- Abklärung der Materiallogistik z.B. zur Übergabe der Aufnahmen an die Postproduktion, zur Datensicherung oder Überspielung etc.
- In welchem Format wird die technische Endkontrolle des Bildmaterials vorgenommen.
- Ist die technisch/visuelle Kontrolle des Bildmaterials mit den dafür notwendigen Geräten sichergestellt?

### 36.5. Anlieferung - RfA interne Anforderungen

- Wahl des Daten-Anlieferungsformats für Produktionen unter Einsatz von digitalen Filmkameras, z.B. RED, ARRI-ALEXA, ARRIFLEX-D2, usw.
- Lieferumfang, Dateiformat, Fileformat, Kompressionsformat, Abtastformat, z.B. 1080i/25, sowie Datenträger, z.B. Professional Disk
- Welche unabdingbaren internen Anforderungen bestehen und muss das angelieferte Format in jedem Fall der internen Plattform(en) entsprechen?
- Gibt es Unterschiede für Anlieferungen zwischen Mainstream- und Feature-Produktionen?
- Kann ein Camcorder-System nur im Kontext unterschiedlicher Teams eingesetzt werden (Standardbesetzung oder spezielle Besetzung).
- Wie geht man mit dem Einsatz von DSLR Kameras um? Diese werden extern zum Teil bereits für 30-minütige Reportagen eingesetzt, d.h. hier bewegt man sich bereits im Mainstream-Segment.

## 37. ANHANG 10 - Beispiel: Festlegung der HD-Formate einer RfA

### 37.1. Allgemeine Festlegungen der HD-Produktions-Formate

Grundsätzlich wird bei der Herstellung von HD-Material zwischen Premium-Produkt und Mainstream-Format unterschieden.

Als Premium-Produktionen werden besondere „High Quality“ Workflows für szenische bzw. Repertoire-Produktionen, wie z.B. Tatort und Neujahrskonzert, bezeichnet. Die Zuordnung zum entsprechenden Produktionsformat wird vertraglich festgelegt.

### 37.2. Vorgegebenes HD-Drehformat für RfA-Produktionen

Für HD-Neuproduktionen werden vom xxx folgende Parameter vorgegeben:

#### 1. HD-Mainstream-Produktion

- Abtastung: 4:2:2
- Pixelraster: 1920 x 1080
- Bewegungsauflösung: i/25 (50 Halbbilder pro Sekunde)

#### 2. HD-Premium-Produktion

- Abtastung: 4:4:4 mindestens aber 4:2:2
- Pixelraster: 1920 x 1080
- Bewegungsauflösung: i/25 (50 Halbbilder pro Sekunde) oder p/25 (25 Vollbilder pro Sekunde) oder

Kamerabeispiele für HD-Premium-Produktionen:

Sony F35, F23 und SRW-9000, Red One, Arri Alexa, Filmkameras mit anschließender digitaler HD-Abtastung von 16 mm und 35 mm Film und Speicherung auf HDCAM SR.

Die folgenden Formate entsprechen nicht mehr den Qualitätsmindestanforderungen und werden daher **nicht mehr als HD-Produktionsformate akzeptiert:**

- HDCAM (3.1.1, 1440 x 1080, 8 Bit, Intra)
- XDCAM 35 Mbps (4:2:0, 1920 x 1080, 8 Bit, Long GOP)
- XDCAM 18 oder 25 Mbps (4:2:0, 1440 x 1080, 8 Bit, Long GOP)
- HDV (4:2:0, 1440 x 1080, 8 Bit, Long GOP)

Zur Anlieferung müssen fertige Beiträge zu mindestens 75% aus nativen Formaten, entsprechend den oben genannten Vorgaben, bestehen.

### 37.3. Vorgegebenes HD-Liefermaterial zur Anlieferung beim XYZ

Mit Liefermaterial wird das Medium bezeichnet, welches der RfA aufgrund der vertraglichen Vereinbarungen übergeben werden muss.

#### 1. HD-Mainstream-Produktion (1080i/25)

- XDCAM HD Optical Disc (4:2:2, 1920 x 1080, 8 Bit, 50 Mbit/s Long GOP)

#### 2. HD-Premium-Produktion (1080p/25 oder 1080i/25):

- HDCAM-SR Band (4:2:2, 1920 x 1080, 10 Bit)

Von den vorgegebenen Standards abweichende Formate sind nur nach vorheriger Absprache mit den Herstellungsleitern Programm zulässig. So kann es, in begründeten Ausnahmefällen, auch im Bereich der Mainstream-Produktion Aufnahmen im Format p/25 geben. Die Materialanlieferung erfolgt in diesem Fall entsprechend der Vorgaben für die HD-Mainstream-Produktion auf XDCAM HD 4:2:2 Professional Disc, allerdings im Format 1080p/25 (bzw. „psf“).

## 38. ANHANG 11 - Zeitcode in MXF

Der Zeitcode soll entsprechend EBU R122 in das Fileformat MXF eingebettet sein, d.h. die Einschränkungen zur Verwendung der drei Timecode Instanzen ist zu beachten.

Im Nachfolgenden werden die wichtigsten Punkte dieser Empfehlung kurz erläutert:

Für „frame wrapped essence containers“ (meist OP 1a):

Timecode innerhalb der Essence soll nicht verwendet werden. Das Aktualisieren dieses Timecode (z.B. nach Postproduktion/Schnitt) ist nur durch Ändern oder sogar Neuerstellung des kodierten Essence-Bitstroms möglich. Dies ist sehr aufwendig und wird daher nicht empfohlen. Die Anzahl der grundsätzlich unterschiedlichen Timecode-Speicherorte reduziert sich damit auf drei.

Für „clip wrapped essence containers“ (meist OP Atom):

Durch die clip-basierte KLV Struktur existiert kein *System Item*, das jedem Video-Frame vorangestellt werden kann. Als Ersatz wird empfohlen, Timecode innerhalb des *Essence* zu verwenden. Hier definiert R122 die genaue Art des zu benutzenden Timecode abhängig vom *Essence-Typ*.

### MXF Encoder

Eine wichtige Festlegung ist die Definition des Begriffs „Source Timecode“. Gemäß R122 soll eine MXF-Encoder Applikation dem User die Möglichkeit zur Auswahl geben. Beispiele wären hierfür (LTC, VITC, ATC, Preset, Control Timecode, s.o.).

Nachdem diese Quelle ausgewählt wurde, legt die Empfehlung fest, dass dieser Source Timecode, framegenau (mit allen enthaltenen Sprüngen) in das dazugehörige *Source Package* geschrieben werden soll. Timecode Sprünge werden dabei mit zusätzlichen „Timecode Components“ Metadaten sets abgebildet.

Der exakt gleiche Timecode soll ebenfalls framegenau in das *System Item* (bei frame wrapped essence container), bzw. in die *Essence* selbst (bei clip wrapped essence container) übernommen werden. Für Operational Pattern mit genau einem *Material Package* (u.a. OP 1a und OP Atom) soll der Startwert des Source Timecode zusätzlich in das *Material Package* geschrieben werden. *Material Packages* können per Definition keine Timecode-Sprünge unterstützen. Beim ersten (eventuell vorhandenen) Sprung laufen *Material Package* und *Source Package Timecode* folglich auseinander.

### MXF Decoder

Das Gegenstück zum „Source Timecode“ (s.o.) ist der Begriff „Output Timecode“, den ein MXF-Decoder, z.B. ein Playout Server ausgibt. Die Empfehlung R122 legt fest, dass dieser aus der MXF-Datei aus dem *Material Package* (u.a. bei OP 1a) oder aus dem *Source Package* (bei OP Atom) ausgelesen werden soll. Für komplexere Anwendungen wird eine Auswahlmöglichkeit empfohlen, so dass der Anwender z.B. einen Preset Timecode oder einen Source Timecode (inkl. Timecode-Sprüngen) auswählen kann.

### Partial Restore

Bei Parital Restore empfiehlt EBU R122, dass die drei Timecode-Instanzen (im *Source Package*, im *Material Package* und im *System Item* bzw. in der *Essence*) denen der Original Datei entsprechen.

Empfehlungen zu Wandlung von MXF OP 1a-Dateien in OP Atom-Dateien (und umgekehrt), sowie ein Fragebogen für die Planung von MXF-basierten Installationen runden die EBU R122 ab.

### 39. ANHANG 12 – Beispiel eines Abnahmeprotokolls



## Technisches Abnahmeprotokoll FS – Produktions- und Betriebstechnik

Technische Kontrolle: <input type="checkbox"/> Stichproben <input type="checkbox"/> volle Länge		Produktionsnr. 2123469 / 1 / SWR	
Serien-/ Reihentitel, Sende-/Haupttitel Legenden - Peter Frankenfeld		Sendelänge 0 min 00 sek Bandnummer Unique-ID	
Untertitel / Originaltitel		TC-Anfang 1 00 : 00 : 00 : 00 TC-Ende 1 00 : 00 : 00 : 00 TC-Anfang 2 00 : 00 : 00 : 00 TC-Ende 2 00 : 00 : 00 : 00	
Folgenummer:		Eigen-Prod. <input type="checkbox"/> Fremd-Prod. <input type="checkbox"/> Auftragsproduktion inländischer Produzent	
Tonspurbelegung:		Erstes Bild	
		Erster Ton	
		Letztes Bild	
		Letzter Ton	
Sendeton		Bild-	
Mono <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		Seitenverhältnis	
Stereo <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		Bildauflösung:	
Dolby Surr. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		sonstiges:	
IT		16:9 Vollformat <input type="checkbox"/>	
Mono <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		16:9 LB (Cinema-scope etc.) <input type="checkbox"/>	
Stereo <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		4:3 Vollformat <input type="checkbox"/>	
Hörfilm/Audio		4:3 Letterbox <input type="checkbox"/>	
Mono <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		Sonderformat	
Stereo <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		DVCpro 25 <input type="checkbox"/> Digi Beta <input checked="" type="checkbox"/> MXF/MPEG-2 <input type="checkbox"/>	
Description		DVCpro 50 <input type="checkbox"/> Beta SP <input type="checkbox"/> IMX 422P@ML50 <input type="checkbox"/>	
Mono <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		DVCpro HD <input type="checkbox"/> IMX <input type="checkbox"/>	
Stereo <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		HDcam <input type="checkbox"/>	
(Fremdsprache)		HDcam SR <input type="checkbox"/>	
DolbyE <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		sonstige:	
Andere s. Bemerk.		Abtastung psf <input type="checkbox"/>	
techn. abgen. volle Länge <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			
techn. abgen. Stichprobe <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			
Qualitätsbeurteilung Ton		Technischer Vorspann	
i.O n.i.O		Bild	
Aussteuerung <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		Farbbalken <input type="checkbox"/> sek	
Synchronität <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		schwarz <input type="checkbox"/> sek	
Sprachverständlichk <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		Ton	
Klangbild <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		1kHz <input type="checkbox"/> dB	
Dynamik <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		VT-Untertitelung	
Verzerrungen <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		VT-Untertitelung vorhanden, in Stichproben geprüft <input type="checkbox"/>	
Stereobalance / Surround-Balance <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		Technischer Befund	
Korrelation <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		Bild Ton	
sonstige <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		Techn. in Ordnung <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
		Techn. Mängel <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
		Techn. abzulehnen <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Bemerkungen:			
Player-Nr.	Datum	Name	Unterschrift

Technisches Abnahmeprotokoll Nr. 1

### 40. ANHANG 13 - Eurovision SNG-Profiles für H.264

Die Tabelle entspricht dem Stand vom Oktober 2011. Es ist zu erwarten, dass zukünftig eine erweiterte und kommentierte Version verfügbar ist. Diese gibt u.U. auch einige unterschiedliche Werte für 720p/50 und 1080i/25, sowie geplante Profile mit 10 Bit.

Eurovision satellite network H.264 / DVB-S2 carriers

Encoding H.264	HDTV	single encoding					SDTV	standard
		Very Low 11HD	Low 16HD	Medium - 1 22HD	Medium - 2 32HD	HBR 42HD		
Profile Title								11SD
<b>Video</b>	<b>Video</b>							
CBR		enabled	enabled	enabled	enabled	enabled		enabled
Profile & Level		HIP422 - L4.1	HIP422 - L4.1	HIP422 - L4.1	HIP422 - L4.1	HIP422 - L4.1		HIP422 - L4.1
Entropy Coding		CABAC	CABAC	CABAC	CABAC	CABAC*		CABAC
Color Sampling		420	420	420/422	422	422		420
Bit depth		8	8	8	8	8		8
PAFF		enabled	enabled	enabled	enabled	enabled		enabled
Hierarchical B frames		enabled	enabled	enabled	enabled	enabled		enabled
Low Delay Mode		0	0	0	N/A	N/A		0
Standard Delay Mode		2	2	2	2	2		2
GOP length		24	24	24	24	24		24
Closed GOP		enabled	enabled	enabled	enabled	enabled		enabled
Adaptative GOP		disabled	disabled	disabled	disabled	disabled		disabled
HRD		enabled	enabled	enabled	enabled	enabled		enabled
IDR Pictures		enabled	enabled	enabled	enabled	enabled		enabled
Video Bit-rate in kbps (approximation)		9500	13500	19500	27500	38500		9500
<b>Audio</b>								
Number of channels pairs available		4	4	4	4	4		4
Phase Aligned Audio (Mandatory)		enabled	enabled	enabled	enabled	enabled		enabled
MPEG I - Layer 2 (kbps) (stereo pair)		192	384	384	384	384		192
Dolby E		N/A	N/A	2304	2304	2304		N/A
<b>Total TS Rate</b>		<b>10751</b>	<b>15678</b>	<b>21503</b>	<b>31356</b>	<b>41808</b>		<b>10751</b>
* Some encoders might display CABAC while using CAVLC from 30Mbps onward								
<b>DVB-S2 modulator</b>								
Info bit-rate (188) [Mb/s]		10.751	15.678	21.503	31.356	41.808		10.751
Modulation		8PSK	8PSK	8PSK	8PSK	8PSK		8PSK
FEC (LDPC)		3/4	3/4	3/4	3/4	3/4		3/4
Pilot		ON	ON	ON	ON	ON		ON
Frame		normal	normal	normal	normal	normal		normal
Roll-off factor [%]		20	25	20	25	25		20
Symbol rate [Ms/s]		4.9373	7.2	9.875	14.4	19.2		4.9373
Occupied bandwidth (-3dB) [MHz]		5.925	9	11.85	18	24		5.925
Allocated bandwidth [MHz]		6	9	12	18	24		6

**Hinweis 1:** Entsprechend den Anforderungen von ARD, ZDF, ORF und SRG soll für das Profil **Medium-1 22HD** für das Color Sampling nur die 422-Variante genutzt werden.

**Hinweis 2:** Der Roll-off factor ist für die Profile **Medium-1 22HD** und **Standard 11SD** mit 20% festgelegt. In den von ARD, ZDF, ORF und SRG empfohlenen Profilen wird dieser auch auf 25% festgelegt.



### 41. ANHANG 14 - ARD, ZDF, ORF, SRG empfohlene SNG-Profile für H.264

DVB-S2 MPEG4 H.264		single encoding			re-encoding		SDTV
		HDTV Quality Very Low 11 HD	HDTV Quality Low 16 HD	HDTV Quality Medium-1 22 HD	HDTV Quality Medium-2 32 HD	HDTV Quality HBR 42 HD	
Festlegungen von ARD, ZDF, ORF und SRG in Anlehnung an die EBU Eurovision H.264-Profile							Standard a 11 SD
Color Sampling		4:2:0	4:2:0	4:2:2	4:2:2	4:2:2	4:2:2
Video	Mbits/s	9,556	14,014	19,022	27,772	38,224	9,556
Audio 1	Mbits/s	0,192	0,384	0,384	0,384	0,384	0,192
Audio 2 (or Dolby E)	Mbits/s	0,192	0,384	0,384	2,304	2,304	0,192
Audio 3	Mbits/s	0,192	0,384	0,384	0,384	0,384	0,192
Audio 4	Mbits/s	0,192	0,384	0,384	0,384	0,384	0,192
SID-Data	Mbits/s	0,128	0,128	0,128	0,128	0,128	0,128
Delay Mode - GOP 24/0 BF	Low Delay	0	0	0	-	-	0
Delay Mode - GOP 24/2 BF	Standard	2	2	2	2	2	2
Entropy Coding		CABAC	CABAC	CABAC	CABAC	CABAC	CABAC
Info Bit Rate (188)	Mbit/s	10,452	15,678	20,686	31,356	41,808	10,452
BCH (factor)		1,03328588	1,03328588	1,03328588	1,03328588	1,03328588	1,03328588
Overall Bit Rate	Mbits/s	10,800	16,200	21,375	32,400	43,200	10,800
FEC		3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4
Pilot		On	On	On	On	On	On
Frame (64800 Bits)		normal	normal	normal	normal	normal	normal
Modulation 8PSK	3 Bit/Symb.	3	3	3	3	3	3
Channel Rate (Symbolrate)	Msymb/s	4,80	7,20	9,50	14,40	19,20	4,80
Roll-off factor		25%	25%	25%	25%	25%	25%
Occupied bandwidth	MHz	6,00	9,00	11,88	18,00	24,00	6,00
Allocated bandwidth	MHz	6	9	12	18	24	6

## 42. ANHANG 15 - Bezugsquellen

- Technischen Richtlinien:** Institut für Rundfunktechnik GmbH  
Floriansmühlstr. 60  
80939 München
- E-mail: [gierlinger@irt.de](mailto:gierlinger@irt.de)  
Homepage: <http://www.irt.de/richtlinien>  
Telefon: +49-89-32399-391  
Telefax: +49-89-32399-200
- EBU-Dokumente:** European Broadcasting Union  
Ancienne Route 17A  
1218 Grand-Saconnex / GE  
Switzerland / Suisse
- E-mail: [miles@ebu.ch](mailto:miles@ebu.ch)  
Homepage: <http://tech.ebu.ch/publications>  
Telefon: +41-22-717-2743  
Telefax: +41-22-717-2710
- SMPTE-Publikationen:** Society of Motion Picture and Television Engineers  
595 West Hartsdale Avenue  
White Plains, New York 10607 USA
- General E-Mail: [smppte@smppte.org](mailto:smppte@smppte.org)  
Homepage: <https://www.smppte.org/standards>  
Telefon: +1-914-761-1100  
Telefax: +1-914-761-3115
- ITU-Dokumente:** International Telecommunication Union (ITU)  
Publication Sales  
Place des Nations  
1211 Genève 20  
Switzerland / Suisse
- E-mail: [sales@itu.int](mailto:sales@itu.int)  
Homepage: <http://www.itu.int/publications>  
Telefon : +41-22-730 6141  
Telefax : +41-22-730 5194
- DIN-Normen/ISO-Standards:** Beuth Verlag GmbH  
Burggrafenstr. 6  
10787 Berlin
- E-mail: [info@beuth.de](mailto:info@beuth.de)  
Homepage: <http://www2.beuth.de>  
Telefon: +49-30-2601-2260  
Telefax: +49-30-2601-1260
- IEC-Publikationen:** VDE Verlag GmbH  
Postfach 12 0143  
10591 Berlin
- E-Mail: [vertrieb@vde-verlag.de](mailto:vertrieb@vde-verlag.de)  
Homepage: <http://www.vde-verlag.de>  
Telefon: +49-30-348001-220  
Telefax: +49-30-3417093



----- Hinweis -----

Zugriff auf Richtlinien und Arbeitsgruppenergebnisse von



<http://www.irt.de/richtlinien>



**Institut für Rundfunktechnik**

Floriensmühlstraße 60

80939 München

[www.irt.de](http://www.irt.de)

Tel. +49 (0) 89 | 323 99 - 204

Fax +49 (0) 89 | 323 99 - 205

[presse@irt.de](mailto:presse@irt.de)

Registergericht München Eintrag Abteilung  
B Band 65 Nr. 5191