

SURROUND SOUND FORUM

Eine Gemeinschaftsinitiative von VDT, IRT und SRT



EMPFEHLUNG FÜR DIE PRAXIS SSF – 02.1/2002



Mehrkanalton-Aufzeichnungen im 3/2-Format

Parameter für Programmaustausch und Archivierung,
Einstellung von Wiedergabeanlagen



Schule für Rundfunktechnik

PRÄAMBEL

Diese 'Empfehlung für die Praxis' wird vom 'SURROUND-SOUND-FORUM' (SSF) herausgegeben, einer interdisziplinären und überregionalen Arbeitsgemeinschaft, die 1996 anlässlich der 19. Tonmeistertagung vom Verband Deutscher Tonmeister (VDT) gegründet wurde. Sie wird auch vom Institut für Rundfunktechnik (IRT) und der Schule für Rundfunktechnik (SRT) unterstützt und ist für alle Interessenten offen. Anliegen des SSF ist es, in Zusammenarbeit mit anderen Gremien, Institutionen, wie auch der Industrie, die Entwicklung der Mehrkanal-Stereofonie zu koordinieren, auf die weitere Standardisierung Einfluss zu nehmen und insbesondere eine praxisgerechte Umsetzung von internationalen Empfehlungen auf diesem Gebiet zu unterstützen sowie den Austausch von Informationen und Erfahrungen zu fördern.

Chairman:

Dr. Günther Theile, IRT
Floriansmühlstr. 60
80939 München
Tel.: 089 32399-324
Fax: 089 32399-351
E-mail: theile@irt.de

INHALT

1. Einleitung/Geltungsbereich
 2. Parameter für Programmaustausch und Archivierung
 - 2.1 Spurenbelegung
 - 2.2 Aufzeichnungspegel
 - 2.3 Kontrollteil
 3. Einstellung von Wiedergabeanlagen
 4. Literatur
- Anhang 1: Einmess- und Testaufzeichnung für das Standard-3/2-Format
Anhang 2: LFE-Signal; Begriffe, Definitionen, Referenz-Abhörpegel

Vice-Chairmen:

Uwe Krämer, SRT
Wallensteinstr. 121
90431 Nürnberg
Tel. : 0911 9619-487
Fax: 0911 9619-199
E-mail: UKraemer@srt.de

SSF E-mail Adresse:
surround-
sound@tonmeister.de

<http://www.tonmeister.de>

Die bisher gültige Empfehlung SSF-02-10.98 wird damit ersetzt. In der vorliegenden Ausgabe wurden Vorschläge von Mitgliedern des SSF sowie Ergebnisse der Diskussionen mit der Arbeitsgruppe „Multichannel Audio“ der AES berücksichtigt; ferner wurden Druckfehler beseitigt sowie redaktionelle Verbesserungen des Textes vorgenommen. Die inhaltlichen Änderungen wurden farblich gekennzeichnet. Diese Kennzeichnung fällt nach Akzeptanz durch das SSF am 1.8.2003 weg.

1. GELTUNGSBEREICH

Die vorliegende Empfehlung ist für Studiozwecke (Hörfunk/ Fernsehen/ Film/ Mastering-Studios) vorgesehen; sie sollte weitgehend auch für Heimtonanlagen gelten. Sie betrifft Parameter der Aufzeichnung und Wiedergabe auf Speichermedien sowie Übertragungsformate für den Mehrkanalton im diskreten 3/2-Format, z.B. das 8-Kanalformat Audio-Hi8. Für das Matrix-3/1-Format ist sie sinngemäß anwendbar.

Vorausgesetzt wird eine Aufstellung der Lautsprecher gemäß Bild 1, Seite 6 - in Übereinstimmung mit der Referenzanordnung in der internationalen Empfehlung ITU-R BS. 775-1 [1]. Sofern eine Anordnung der Lautsprecher auf einer Kreislinie nicht möglich ist, sind die entsprechenden Lautsprecher innerhalb dieser Kreislinie geeignet zu verzögern. Einzelheiten dazu finden sich in der „Empfehlung für die Praxis“, SSF- 01.1 - 2002: „Hörbedingungen und Wiedergabeanordnungen für Mehrkanal-Stereofonie“ [11].

Für Mehrkanal-Wiedergabe mit Kopfhörern ist eine gesonderte „Empfehlung für die Praxis“ (SSF - 03) vorgesehen.

2. PARAMETER FÜR PROGRAMMAUSTAUSCH UND ARCHIVIERUNG

2.1. Spurenbelegung¹ für die Anwendung eines 8-Kanal-Aufzeichnungsformates

Bei der Festlegung der Aufzeichnungscharakteristiken wurden die internationalen Empfehlungen [1] bis [10] zur Mehrkanal-Stereofonie zugrunde gelegt, insbesondere ITU-R BS.775-1 [1], ITU-R BS.1116-1 [4] sowie ITU-R BS. 1384 [2] .

| Spur | Signal/Kanal | | Bemerkungen | Farbcode |
|------|---|----------------------------|---|----------|
| 1 | L | Links (Left) | | Gelb |
| 2 | R | Rechts (Right) | | Rot |
| 3 | C | Mitte (Center) | | Orange |
| 4 | LFE | zusätzliches Tieftonsignal | Subbaß- und Effektsignal (Low Frequency Extension) für Subwoofer, optional ²⁾ | Grau |
| 5 | LS | linkes Surround-Signal | - 3 dB bei Mono-Surround (MS = -3 dB) | Blau |
| 6 | RS | rechtes Surround-Signal | - 3 dB bei Mono-Surround (MS = -3 dB) | Grün |
| 7 | Im Programmaustausch frei nutzbar ³⁾ | | Vorzugsweise linkes Signal einer 2/0-Stereo-Abmischung | Violett |
| 8 | Im Programmaustausch frei nutzbar ³⁾ | | Vorzugsweise rechtes Signal einer 2/0-Stereo-Abmischung | Braun |

Die im Einzelfall gewählte Nutzung der Spuren 4, 7 und 8 ist auf dem Aufzeichnungsträger bzw. -behälter anzugeben.

Anmerkung 1:

In vielen Filmstudios wurde bzw. wird noch routinemäßig eine andere Reihenfolge bei der Belegung der Spuren und Abhörtasten verwendet, nämlich L - C - R - LS - RS. Neuere Mischpulte dagegen folgen im Allgemeinen bereits der oben empfohlenen Spurenbelegung, gemäß ITU-R-BS.1384 [2]. Diese Empfehlung war nach eingehender Abstimmung über die Praktiken der internationalen Organisationen der ITU-R entstanden und ist für die Anwendung bei Hörfunk und Fernsehen verbindlich, für Filmstudios freibleibend.

¹ Der Begriff „Spuren“ wurde aus dem allgemeinen Sprachgebrauch übernommen - entsprechend engl. „tracks“ bei Magnetband -, auch wenn bei anderen Speichermedien keine realen Spuren mehr existieren.

² Vorzugsweise angewendet bei Spielfilmen; für Heimwiedergabe optional, siehe Anmerkung 2 unter 2.2. Sofern kein LFE-Signal vorhanden ist, kann Spur 4 frei verwendet werden, z.B. für Kommentare, gemäß [2], **oder für ein weiteres Surround-Signal**. In einigen Regionen wird hier zusätzlich das monofone Surroundsignal MS = LS + RS vorgesehen, wobei der Pegel um jeweils 3 dB verringert wird.

³ Die Spuren 7 und 8 können alternativ, z.B. für Kommentare, für zusätzliche Surround-Signale oder für halblinke / halbrechte Front-Signale (z.B. für spezielle Filmformate) bzw. aus Matrixformaten gewonnene Summensignale L_t / R_t verwendet werden.

2.2. Aufzeichnungspegel

Es gelten die Einstellrichtlinien der EBU-Recommendations 64 und 68 sowie die Pegeldefinitionen in ITU-R BS. 645-2 [3].⁴

| | Analoge Aufzeichnung | Digitale Aufzeichnung⁵ (bei Programmaustausch, Live-Betrieb / Rundfunk / TV) | Digitale Aufzeichnung⁵ (bei Mastering u.ä.) |
|--|--|---|---|
| Zugelassener Maximal-Signalpegel L_{PMS} (Ermittelt Maximum Signal Level) bei 1 kHz Sinussignal | 0 dB⁶ relativ zum Studio-Normalpegel + 6dBu | - 9 dB⁶ relativ zum digitalen Clip-Pegel 0 dB _{Fs} | 0 dB⁷ relativ zum digitalen Clip-Pegel 0 dB _{Fs} |
| Einstell-Signalpegel L_{AS} (Alignment Signal Level) bei 1 kHz Sinussignal | - 9 dB⁶ relativ zum Studio-Normalpegel + 6dBu | - 18 dB^{6, 8} relativ zum digitalen Clip-Pegel 0 dB _{Fs} | - 18 dB^{6, 7, 8} relativ zum digitalen Clip-Pegel 0 dB _{Fs} |

Der Einstell-Signalpegel L_{AS} ist auf dem Aufzeichnungsträger bzw. - behälter anzugeben, ebenso wie der bei der Abmischung benutzte Schalldruckpegel L_{LIST} am Referenz-Hörort, relativ zum Referenz-Abhörpegel $L_{LIST\ ref}$ gemäß Anhang 2.

Anmerkung 2:

Bei der Wiedergabe von Kinofilmen wird der Schallpegel des LFE-Signals üblicherweise ca.10 dB höher als der Wiedergabe-Schallpegel der übrigen Einzelkanäle eingepgelt (Näheres dazu in Empfehlung SSF-01.1 [11] sowie auch [12]). Zu den Messbedingungen siehe Anhang 1 der vorliegenden Empfehlung; weitere Erläuterungen siehe Anhang 2.

2.3 Kontrollteil [2, 5]

Vor Beginn des Programmteils ist ein Pegel-Kontrollteil mit 2 Kennsignalen für jede der benutzten Spuren mit Einstell-Signalpegel L_{AS} aufzuzeichnen:

- a) Tonsignal mit 1-kHz-Sinuston zur Kontrolle des Einstell-Signalpegels;
- b) Rauschsignal, unkorreliert, zur Prüfung des Schalldruckpegels (s. Anmerkung 3 sowie Anhang 1).

Anmerkung 3:

Die Aufzeichnung des Rauschsignals kann entfallen, sobald Einmess- und Testaufzeichnungen (u.a. Test-DVD des SSF) gemäß Anhang 1 einheitlich verwendet werden.

Gegenwärtig werden aufgrund unterschiedlicher Festlegungen in internationalen Standards sowohl die Messsignale als auch die Bewertungen der damit erzielten Schalldruckpegel nicht einheitlich gehandhabt. In den folgenden Tabellen werden daher die am häufigsten auftretenden Relationen zum bisherigen Referenz-Abhörpegel $L_{LIST\ ref} = 78$ dB (A) pro Einzelkanal (außer LFE-Kanal) dargestellt.

⁴ siehe hierzu auch: Steinke, G.: „Das Pegelprofil in der Tonstudio- und Rundfunkübertragungstechnik“. In: dB-Magazin, Köln, (1990), H.1/2, S.50-64.

⁵ bei digitaler Studio-Aufzeichnung lineare Auflösung, mindestens 16 bit und Abtastfrequenz 48 kHz, keine Preemphasis.

⁶ gemessen mit einem IEC-Quasipeak-Programm-Aussteuerungsmesser ($\tau = 10$ ms). Bei Aussteuerungskontrolle mit $\tau < 0.1$ ms und Kurzzeitimpulsen wird dieser Maximal-Signalpegel überschritten.

⁷ gemessen mit EBU-Spitzen-Programm-Aussteuerungsmesser ($\tau < 0.1$ ms) und Berücksichtigung der Kurzzeitimpulse zur Ausnutzung der vollen Wortbreite bei CD-/DVD- u.ä. Produktionen.

⁸ in SMPTE-Regionen ist ein Einstellpegel = - 20 dB_{Fs}, gemäß SMPTE RP 155, üblich.

Mess-Signale

| Signale | Aussteuerungsmesser (PPM) mit $t < 0.1$ ms /dB | Aussteuerungsmesser (PQPM) mit $t = 10$ ms / dB | Effektivwertmessung (RMS) / dB |
|--------------------------------|--|---|--------------------------------|
| Sinussignal 1 kHz | -18 | -18 | -18 |
| Rosa Rauschen, 20 Hz – 20 kHz | - 9 | - 13 | -18 |
| Rosa Rauschen, 200 Hz – 20 kHz | - 10 | - 14 | -18 |

Referenz-Abhörpegel $L_{LISTref}$ am Bezugs-Abhörort

| Signale | SPL / dB, slow | SPL / dB (A), slow |
|--------------------------------|----------------|--------------------|
| Rosa Rauschen, 20 Hz – 20 kHz | 82 | 78 |
| Rosa Rauschen, 200 Hz – 20 kHz | 81 | 78 |

3. EINSTELLUNG VON WIEDERGABEANLAGEN

Für die Einstellung einer Wiedergabeanlage ist eine Einmess- und Testaufzeichnung vorgesehen, z.B. die Test-DVD des SSF. Die Bedingungen dafür sind Bestandteil dieses Dokuments.

Die Aufzeichnung umfasst zwei Teile:

Abschnitt 1: Subjektive Kontrolle der Mehrkanal-Wiedergabe

Abschnitt 2: Messtechnische Überprüfung der Wiedergabeanlage

Die Spurenbelegung sowie der Aufzeichnungspegel entsprechen den Abschnitten 2.1 bzw. 2.2

Im Anhang 1 sind Einzelheiten dazu und Hinweise zur Handhabung angegeben.

4. Literatur

- [1] ITU-Empfehlung: Recommendation ITU-R BS. 775-1: Multichannel Stereophonic Sound System with and without accompanying Picture (Genf, 1992-1994).
- [2] ITU-Empfehlung: Recommendation ITU-R BS. 1384: Parameters for Multi-Channel Sound Recording (Question ITU-R 211/19), Genf, 1998).
- [3] ITU-Empfehlung: Recommendation ITU-R BS. 645-2: Test Signals and Metering to be used on International Sound Programme Connections (Genf, 1986-1992).
- [4] ITU-Empfehlung: Recommendation ITU-R BS. 1116-1: Methods for the Subjective Assessment of Small Impairments in Audio Systems including Multichannel Sound Systems (Genf, 1997).
- [5] EBU-Empfehlung: Exchange of Sound Programmes as Digital Tape Recordings. EBU Technical Recommendation R 64 - 1993.
- [6] EBU-Empfehlung: Alignment Level in digital Audio Production Equipment and in digital Audio Recorders. EBU Technical Recommendation R 68 - 1992.
- [7] EBU-Empfehlung: Track allocations and recording levels for the exchange of multichannel audio signals. EBU Technical Recommendation R 91-1998.
- [8] SMPTE Recommended Practice: Loudspeaker Arrangements for Audio Monitoring in Television Productions (SMPTE RP 173 - 19).
- [9] SMPTE Recommended Practice: Audio Levels for digital Audio Records on digital Television Tape Recorders (SMPTE RP 155 - 1995).
- [10] Proposed SMPTE Standard for Television: Channel Assignments and Levels on Multichannel Audio Media. ITU Information Document ITU-R. 10C/11 and 10-11R/24; 16 March 1998 (E).
- [11] Surround-Sound-Forum: Empfehlung für die Praxis SSF01.1 - 2002: Wiedergabeanordnungen und Hörbedingungen für Mehrkanal-Stereophonie.
- [12] AES Information Document AESTD1001.1.01-10: Multichannel Surround Sound Systems and Operations, 2002.

Lautsprecher-Anordnung mit den Lautsprechern L/C/R und LS/RS

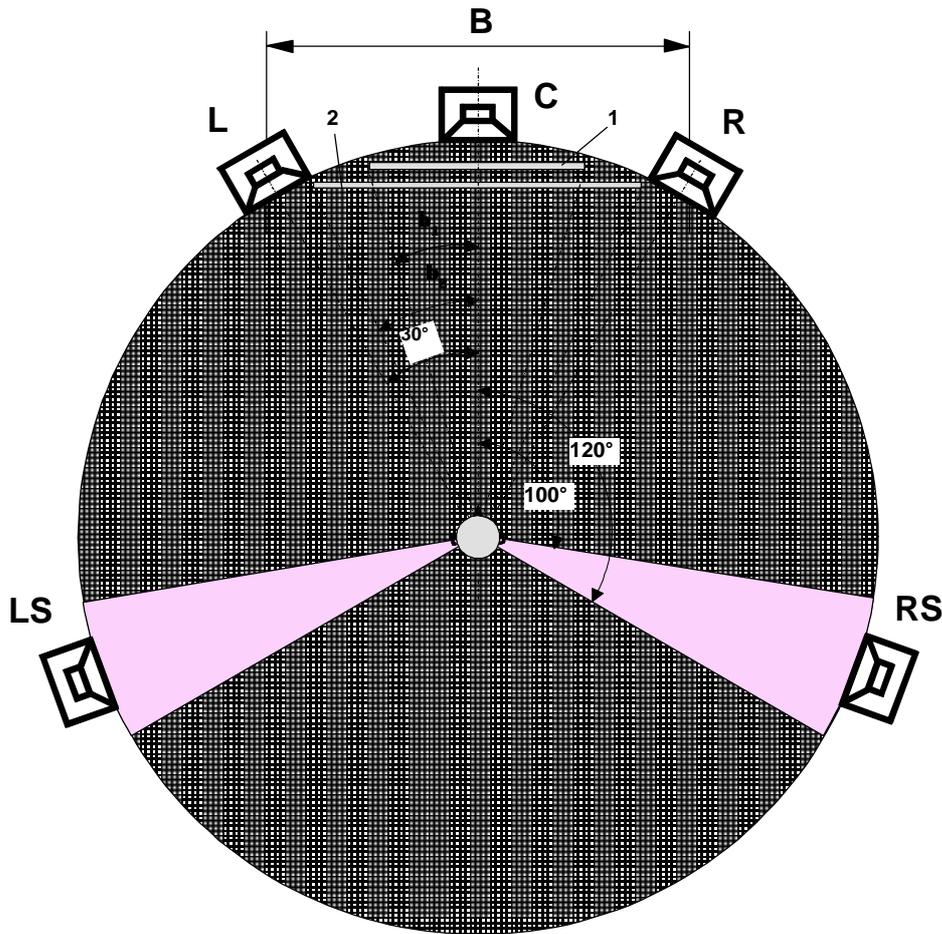


Bild 1:
Referenz-Lautsprecher-Anordnung
mit den Lautsprechern L/C/R und LS/RS (aus ITU-R BS.775-1)

Bildfläche 1: Hörabstand = $3H$ ($2 \cdot \alpha_1 = 33^\circ$)
Bildfläche 2: Hörabstand = $2H$ ($2 \cdot \alpha_2 = 48^\circ$)
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

ANHANG 1

EINMESS- UND TESTAUFZEICHNUNG ZUR EINSTELLUNG VON WIEDERGABEANLAGEN FÜR DISKRETE-3/2- MEHRKANAL-STEREOFONIE

(Spurenbelegung und Aufzeichnungspegel entsprechen den Abschnitten 2.1 bzw. 2.2 dieser Empfehlung)

Teil 1: Einführung und Erläuterungen

Teil 2: Subjektive Kontrolle der Wiedergabeanlage am Referenz-Hörort

Ansagen und Testsignale lauthheitsgerecht zugeordnet in bezug auf Orchesteraufnahme als Referenz.

- a) Kanal-Identifikation: Prüfung der Spur- und Kanalzuordnungen durch zugeordnete Ansagen (für alle 8 Kanäle; auf der Test-DVD des SSF lediglich Kanal 1 bis 6)
- b) Frequenzgangkontrolle der Stereo-Lautsprecher durch Gleittöne (Sweep 20 Hz bis 20kHz)
Frequenzgangkontrolle des Subwoofers (LFE-Kanal) durch Gleitton (20 Hz bis 200 Hz)
- c) Lautstärkevergleich zwischen jeweils zwei Wiedergabekanälen durch Rauschimpulse
Lautstärkevergleich zwischen Subwoofer und Stereo-Lautsprechern
- d) Prüfung der Phasenrichtigkeit (Gegenüberstellung phasenrichtig – verpolt – phasenrichtig)
mittels Sprachansagen

Die Beurteilungen auf Phasenrichtigkeit müssen jeweils vor der Mitte des jeweiligen Lautsprecherpaares (ggf. außerhalb des Referenzplatzes) erfolgen.
Nacheinander die Spurpaare C + L, C + R, L + LS, R + RS, 2 + 5,
- e) Überprüfung der vorgenommenen Einstellungen mit ausgewählten Beispielen
- f) Digital „0“

Teil 3: Messtechnische Einstellung der Wiedergabeanlage am Referenz-Hörort

Achtung – Abhörlautstärke für Pegelkontrolle a)

unbedingt um ca. 20 dB reduzieren!

- a) Pegelkontrolle mit 1 kHz-Sinussignal (-18 dB, -9 dB, 0 dB).
- b) Einstellung des Referenz-Schalldruckpegels je Wiedergabekanal gemäß Anhang 2, Rosarauschen,
bandpassbegrenzt 200 Hz - 20 kHz.
- c) Einstellung des resultierenden Referenz-Abhörpegels $L_{LIST\ ref} = 85$ dBA
- d) Messung der individuellen Lautsprecher-/Raum-Übertragungskurve (= Betriebs-Schallpegelkurve)
- e) Messung der resultierenden Lautsprecher-/Raum-Übertragungskurve (inkohärentes Rosa Rauschen, bandpassbegrenzt 20 Hz – 20 kHz).
- f) Pegelanpassung zwischen Subwoofer und Stereo-Lautsprechern bei verschiedenen Übergangsfrequenzen

EINMESS- UND TESTAUFZEICHNUNGEN
ZUR EINSTELLUNG VON WIEDERBE- ANLAGEN
FÜR DISKRETE 3/2-MEHRKANAL-STEREOFONIE

1. Einführung

| Track | Kanal | Inhalt | Bemerkungen |
|-------|-------|---------------------|-------------|
| 10 | C | Einführung (Ansage) | |
| 10 | C | Einführung (Ansage) | |

2. Subjektive Überprüfung am Referenz-Hörort

| | | | |
|-----|-----------------|---|---|
| 20 | C | Kanalidentifikation (Ansage) | |
| | L | Sprache | Linker Kanal |
| | C | Sprache | Center Kanal |
| | R | Sprache | Rechter Kanal |
| | RS | Sprache | Rechter Surround-Kanal |
| | LS | Sprache | Linker Surround-Kanal |
| | C | LFE-Kanal (Ansage) | |
| LFE | Tiefton-Impuls | LFE-Kanal | |
| 30 | C | Frequenzgangkontrolle der Hauptlautsprecher (Ansage) | |
| | L | Sweep 20-20kHz | Linker Lautsprecher |
| | C | Sweep 20-20kHz | Center Lautsprecher |
| | R | Sweep 20-20kHz | Rechter Lautsprecher |
| | RS | Sweep 20-20kHz | Linker Surround-Lautsprecher |
| | LS | Sweep 20-20kHz | Rechter Surround-Lautsprecher |
| | C | Frequenzgangkontrolle des Subwoofer (Ansage) | |
| LFE | Sweep 20-200Hz | Frequenzgangkontrolle des Subwoofer am LFE-Ausgang | |
| 40 | C | Lautstärkevergleich zwischen jeweils zwei Wiedergabekanälen (Ansage) | |
| | C-L | Rauschimpulse | Vergleich Center - Links |
| | C-R | Rauschimpulse | Vergleich Center - Rechts |
| | C-RS | Rauschimpulse | Vergleich Center – Rechts Surround |
| | C-LS | Rauschimpulse | Vergleich Center – Links Surround |
| 50 | C | Lautstärkevergleich zwischen Subwoofer und Hauptlautsprechern (Ansage) | |
| | L+C+R +LS+RS | Tieffrequente Rauschimpulse | Übergangsfrequenz 80 Hz |
| 51 | L+C+R +LS+RS | Tieffrequente Rauschimpulse | Übergangsfrequenz 100 Hz |
| 52 | L+C+R +LS+RS | Tieffrequente Rauschimpulse | Übergangsfrequenz 120 Hz |
| 53 | L+C+R +LS+RS | Tieffrequente Rauschimpulse | Übergangsfrequenz 160 Hz |
| 54 | L+C+R +LS+RS | Tieffrequente Rauschimpulse | Übergangsfrequenz 200 Hz |
| 60 | C | Phasentest (Ansage) | |
| | C+L | Sprache | Center - Links |
| | C+R | Sprache | Center - Rechts |
| | R+RS | Sprache | Rechts – Rechts Surround |
| | L+LS | Sprache | Links – Links Surround |
| 70 | C | Ausgewählte Hörbeispiele (Ansage) | |
| | L+C+R +LS+RS | Mahler, 9. Sinfonie, 3. + 4. Satz (Ausschnitt) | |
| | | Hintergrundgeräusch von Eishockeyspiel / Gewitterregen | |
| | | Filmproduktion: Schlafes Bruder (Ausschnitt) | |
| | | Mendelssohn – Bartholdy, Italienische Sinfonie, 2. Satz, Ausschnitt (Masur, Gewandhaus Leipzig) | |
| 80 | L+C+R +LS+RS | Digital „0“ | Wahrnehmbarkeit von Störgeräuschen der Wiedergabeanlage |

3. Messtechnische Überprüfung, Referenz-Abhörpegel

| Track | Kanal | Inhalt | Schallpegel a. Referenz- Hörort | | Signalpegel | | | Bemerkungen |
|------------|-----------------|--|---------------------------------------|--------------|--|---|-------------|--|
| | | | SPL / dB | SPL / dBA | PPM / dB ($\ominus < 0.1\text{ms}$) | PPM / dB ($\ominus < 10\text{ms}$) | RMS / dB | |
| 90 | C | Messtechnische Überprüfung (Ansage) | | | | | | |
| 100 | L+C+R +LS+RS | Sinuston 1kHz | | | -18 | -18 | -18 | |
| | L+C+R +LS+RS | Sinuston 1kHz | | | -9 | -9 | -9 | |
| | L+C+R +LS+RS | Sinuston 1kHz | | | 0 | 0 | 0 | |
| 110 | L | Rosa Rauschen 200-20kHz | 80 | 78 | -11 | -15 | -20 | Einstellung des Referenz- Abhörpegels je Wiedergabekanal $L_{LIST\ ref} = 78\text{dBA}$ |
| | C | Rosa Rauschen 200-20kHz | 80 | 78 | -11 | -15 | -20 | |
| | R | Rosa Rauschen 200-20kHz | 80 | 78 | -11 | -15 | -20 | |
| | RS | Rosa Rauschen 200-20kHz | 80 | 78 | -11 | -15 | -20 | |
| | LS | Rosa Rauschen 200-20kHz | 80 | 78 | -11 | -15 | -20 | |
| 111 | L+C+R +LS+RS | Rosa Rauschen 200-20kHz, inkohärent | 87 | 85 | -11 | -15 | -20 | Einstellung des resultierenden Referenz-Abhörpegels $L_{LIST\ ref} = 85\text{dBA}$ |
| 120 | L | Rosa Rauschen 20-20kHz | 82 | 78 | -9 | -13 | -18 | Einstellung des Referenz- Abhörpegels je Wiedergabekanal $L_{LIST\ ref} = 78\text{dBA}$ / Messung der individuellen Lautsprecher / Raum- Übertragungskurve |
| | C | Rosa Rauschen 20-20kHz | 82 | 78 | -9 | -13 | -18 | |
| | R | Rosa Rauschen 20-20kHz | 82 | 78 | -9 | -13 | -18 | |
| | RS | Rosa Rauschen 20-20kHz | 82 | 78 | -9 | -13 | -18 | |
| | LS | Rosa Rauschen 20-20kHz | 82 | 78 | -9 | -13 | -18 | |
| 121 | L+C+R +LS+RS | Rosa Rauschen 20-20kHz, inkohärent | 89 | 85 | -9 | -13 | -18 | Einstellung des resultierenden Referenz-Abhörpegels $L_{LIST\ ref} = 85\text{dBA}$ / Messung der resultierenden Lautsprecher / Raum- Übertragungskurve |
| 130 | L+C+R +LS+RS | Bandpassgefiltertes Oktavbreites Rosa Rauschen, inkohärent, $f_{m\ Terz} = 25 - 50\text{ Hz}$ und $125 - 250\text{ Hz}$ | | | | | | Pegelanpassung zwischen Subwoofer und Hauptlautsprechern, Übergangsfrequenz 80 Hz |
| 131 | L+C+R +LS+RS | Bandpassgefiltertes Oktavbreites Rosa Rauschen, inkohärent, $f_{m\ Terz} = 31.5 - 63\text{ Hz}$ und $160 - 320\text{ Hz}$ | | | | | | Übergangsfrequenz 100 Hz |
| 132 | L+C+R +LS+RS | Bandpassgefiltertes Oktavbreites Rosa Rauschen, inkohärent, $f_{m\ Terz} = 40 - 80\text{ Hz}$ und $200 - 400\text{ Hz}$ | | | | | | Übergangsfrequenz 120 Hz |
| 133 | L+C+R +LS+RS | Bandpassgefiltertes Oktavbreites Rosa Rauschen, inkohärent, $f_{m\ Terz} = 50 - 100\text{ Hz}$ und $250 - 500\text{ Hz}$ | | | | | | Übergangsfrequenz 160 Hz |
| 134 | L+C+R +LS+RS | Bandpassgefiltertes Oktavbreites Rosa Rauschen, inkohärent, $f_{m\ Terz} = 63 - 125\text{ Hz}$ und $315 - 630\text{ Hz}$ | | | | | | Übergangsfrequenz 200 Hz |

Anhang 2

1. Erläuterungen zur Anwendung des LFE-Signals

Da bei Konsumer-Audio-Systemen der LFE-Kanal lediglich optional vorgesehen ist, sind Produktionen, die diesem Standard entsprechen, derart durchzuführen, dass stets eine vollwertige Tonwiedergabe für das 3/2-Format erzielt wird, auch wenn für die Wiedergabe kein LFE-Kanal verwendet wird.

Bei Tonprogrammen, die hauptsächlich für Filmtheaterversionen produziert werden, wird der LFE-Kanal meist aus dem Film-Tiefstonsignal abgeleitet. Im Kino wird das zugeordnete Tiefstonsignal stets über einen separaten Subwoofer-Kanal wiedergegeben, daher kann bei Filmabmischungen der LFE-Kanal benutzt werden, um wichtige tieffrequente Programm-Signale zu übertragen.

Es ist daher wichtig, dass jegliche Anteile tiefster Frequenzen, die für die Vollständigkeit des Programminhalts sehr bedeutsam sind, nicht dem LFE-Kanal zugeordnet werden. Der LFE-Kanal sollte Programmanteilen mit extrem tiefen Frequenzen sowie sehr hohen Pegeln unterhalb 120 Hz vorbehalten bleiben, deren Fehlen bei der Wiedergabe die künstlerische Vollständigkeit des Programms nicht beeinträchtigt (nach [10]; exakter deutschsprachiger Wortlaut der entsprechenden Passage im SMPTE-Dokument siehe in der SSF-01.1-2002 [11]).

Bei Kinofilmen liegt der Wiedergabe-Schallpegel des LFE-Signals üblicherweise um ca. 10 dB höher als der Wiedergabe-Schallpegel der übrigen Einzelkanäle. Gemäß SMPTE [10] sollte dies jedoch nicht durch Erhöhung des Aufzeichnungspegels, sondern durch Pegelerhöhung im Wiedergabekanal ausgeglichen werden.⁹

2. Begriffe, Definitionen

MS = bedeutet in den ‚Empfehlungen für die Praxis‘ des SSF stets :
monofones Surroundsignal,

M/S = bedeutet Mitten-/Seitensignal bei der Aufnahmetechnik und Prozessen der
Zweikanal-Stereofonie.

Definitionen für Testpegel gemäß [3]:

Einstell-Signalpegel L_{AS} (Alignment Signal Level):

Pegel bei 1-kHz-Sinussignal (bzw. exakt 1020 Hz gemäß CCITT-Rec. 0.33) zur Einstellung von Übertragungssystemen, entsprechend – 9 dBr (relativ zum Studio-Normalpegel + 6 dBu) bzw. – 18 dB relativ zum digitalen Clip-Pegel 0 dB_{FS}, gemessen mit einem IEC-Quasipeak-Programm-Aussteuerungsmesser ($\tau = 10$ ms).¹⁰

Zugelassener Maximal-Signalpegel L_{PMS} (Permitted Maximum Signal Level):

Pegel bei 1-kHz-Sinussignal (bzw. exakt 1020 Hz), der 9 dB über dem Einstellpegel L_{AS} liegt und dem zugelassenen maximalen Programmsignalpegel (= Nenn-Betriebspegel) äquivalent ist. Im analogen Bereich entspricht dies dem üblichen Funkhaus-Pegel + 6 dBu = 0 dBr = 1,55 V; im digitalen Bereich – 9 dB_{FS}.

Bei der Messung mit Aussteuerungskontrollgeräten gemäß IEC Publikation 268.10 mit 10 ms Integrationszeit für die Anzeige – 1 dBr dürfen maximale Momentan-Amplituden nur selten die Spitzenamplitude des zugelassenen Maximalsignals PMS überschreiten. Da Quasispitzenwerte gemessen werden, erreichen Kurzzeitimpulse unterhalb 10 ms die Aussteuerungsgrenze (im digitalen Bereich Clipp-Pegel 0 dB_{FS}) in der Regel nicht. Bei der Messung mit Integrationszeit unter 1 ms werden auch alle Kurzzeitimpulse erfasst; der Maximalpegel liegt somit ebenfalls gerade unterhalb 0 dB_{FS}.

⁹ Eine Abstimmung mit dem DVD-Standard (Software Book) erscheint erforderlich.

¹⁰ Bei der Einstellung von internationalen Tonprogramm-Verbindungen entspricht dieser Signalpegel dBu0s, d.h. 0,775 V eff. am Punkt des relativen Pegels Null.

3. Einstellung des Referenz-Abhörpegels $L_{LIST\ ref}$ mit dem Rauschsignal gemäß Teil 2:

Die Definition des **Referenz-Abhörpegels** $L_{LIST\ ref}$ gestattet es, die gewählte Verstärkung bzw. den gewählten Abhörpegel bei der Reproduktion von Programm-Material unter bestimmten Wiedergabebedingungen zu charakterisieren sowie bei der Reproduktion desselben Programm-Materials unter anderen Wiedergabebedingungen zu reproduzieren. Der Referenz-Abhörpegel bezieht sich auf die Referenz-Verstärkung von 0 dB je Wiedergabekanal.

Die Messung erfolgt für jeden Wiedergabekanal separat am Bezugs-Hörort, wobei jeder Wiedergabekanal aus jeweils einem Pegelsteller und einem Monitorlautsprecher besteht.

Das Messsignal, mit dem der Wiedergabekanal gespeist wird, ist „Rosa Rauschen“. Für die 5 Stereo-Kanäle wird bandpassgefiltertes Rauschen, 200 Hz bis 20 kHz, unkorreliert, und für den Tieftonkanal bzw. für abgesetzten Tieftonlautsprecher-Betrieb, bandpassgefiltertes Rauschen, 20 Hz bis 120 Hz, verwendet.

Der Signalpegel ist als Effektivwert¹¹ zu messen und entsprechend der folgenden standardisierten Referenzpegel einzustellen:

- -9 dB bezogen auf den zugelassenen Maximalpegel (PML) in analogen Übertragungssystemen (gemäß [3])
- -18 dB bezogen auf dB_{FS} (full scale digital level) in digitalen Übertragungssystemen (gemäß [6]).

Die Verstärkung jedes Übertragungskanals (außer einem evtl. LFE-Kanal) der Wiedergabekonfiguration ist so einzustellen, dass der Schalldruckpegel (RMS, slow) am Bezugs-Hörort den folgenden Wert erreicht:

$$L_{LIST\ ref} = 85 - 10 \log n \quad (\text{dBA});$$

bzw. den in der Tabelle (Seite 4) genannten Vergleichswerten entspricht.

wobei n die Gesamtzahl der Wiedergabekanäle (außer dem LFE-Kanal) der entsprechenden Konfiguration darstellt. Danach ergibt sich für jeden einzelnen Lautsprecher ein Schallpegel von $L_{LIST\ ref} = 78$ dBA .

Die Pegelunterschiede zwischen den einzelnen Kanälen sollten 1 dB nicht überschreiten.

Beim Hören von speziellem Programm-Material wird der Abhörpegel in der Regel individuell durch Veränderung des Gesamtpegels, z.B. mit Hilfe eines mehrkanaligen Pegelstellers, dem Inhalt des jeweiligen Programmgenres angepasst. Der eingestellte Wert kann dann unter bezug auf den Referenz-Abhörpegel charakterisiert werden und ist daher als Differenz dazu - gemäß 2.2. - auf dem Aufzeichnungsträger anzugeben.

Wird zum Beispiel die Wiedergabe eines individuellen Programmbeispiels über eine 3/2-Stereo-Konfiguration mit der Gesamtverstärkung von - 10 dB bzw. einem Abhörpegel von $L_{LIST} = 75$ dB(A) charakterisiert, so bedeutet das, dass am Bezugs-Hörort ein Schallpegel von 75 dB(A) gemessen wird, wenn alle 5 Wiedergabekanäle (ohne LFE-Kanal) mit inkohärentem „Rosa Rauschen“ (bei Einstellpegel unter Bezug auf den oben definierten Schallpegel) gespeist werden.

Beim LFE-Kanal soll sich innerhalb seines 80Hz – oder anderen Bandpassbereiches ein +10 dB höherer Pegel gegenüber den übrigen einzelnen Kanälen ergeben. Aufgrund der begrenzten Bandbreite ist der Wiedergabepegel des LFE-Kanals daher ebenfalls bandbegrenzt auf + 10 dB_{rel} gegenüber den anderen Einzelkanälen einzustellen, gemessen mit frequenzselektivem Messgerät bzw. Testaufzeichnung gemäß dieser Empfehlung..

¹¹ Gemäß IEC 268.10 sind Aussteuerungs-Kontrollgeräte für Quasispitzenwerte ($\tau = 10$ ms) bei + 6 dBu nur für 1-kHz-Sinuston in Effektivwerten geeicht; für die Kontrolle des Rauschsignalpegels sind Korrekturwerte gemäß der Tabelle auf S.4 zu benutzen.

Anmerkung:

Bei der Einmessung für Zweikanal-Stereowiedergabe (2/0) ergeben sich nach vorstehender Messbedingung als Mess-Empfangspegel 82 dBA bzw. 84 dB (lin) pro Einzelkanal. Je nach Programminhalt (insbesondere in den Surround-Kanälen) sind die sich bei Kompatibilitäts-Prüfungen ergebenden Lautheitsunterschiede zwischen 2/0 und 3/2-Konfiguration zu beachten.

Ferner ist der bei SMPTE-Regionen bestehende Unterschied von 2 dB infolge des abweichenden kleineren Einstellpegels zu beachten; d.h. bei der Wiedergabe von SMPTE-Aufzeichnungen über nach ITU/EBU/SSF eingemessenen Anlagen kann der Wiedergabeschallpegel um 2 dB höher liegen!