

DIN EN 62760

ICS 33.160.30

Einsprüche bis 2015-06-17

Entwurf**Audio-Wiedergabeverfahren für normalisierten Lautstärkepegel
(IEC 100/2402/CDV:2014);
Deutsche Fassung FprEN 62760:2014**

Audio reproduction method for normalized loudness level
(IEC 100/2402/CDV:2014);
German version FprEN 62760:2014

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2015-04-17 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an dke@vde.com möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 44 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Nationales Vorwort

Die Deutsche Fassung des europäischen Dokuments FprEN 62760:2014 „Audio-Wiedergabeverfahren für normalisierten Lautstärkepegel“ (Entwurf in der Umfrage) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden.

Die Internationale Elektrotechnische Kommission (IEC) und das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vereinbart, dass ein auf IEC-Ebene erarbeiteter Entwurf für eine Internationale Norm zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Umfrage (CDV-Stadium) und Abstimmung als FDIS (en: Final Draft International Standard) bzw. Schluss-Entwurf für eine Europäische Norm gestellt wird, um eine Beschleunigung und Straffung der Normungsarbeit zu erreichen. Dem entsprechend ist das internationale Dokument IEC 100/2402/CDV:2014 „Audio reproduction method for normalized loudness level“ unverändert in den Entwurf FprEN 62760:2014 übernommen worden.

Das internationale Dokument wurde vom TC 100 „Audio, video and multimedia systems and equipment“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet.

Bei der Abstimmung zu dem Europäischen Schluss-Entwurf bei CENELEC und dem Internationalen Schluss-Entwurf bei IEC [Final Draft International Standard (FDIS)] sind jeweils nur „JA/NEIN“-Entscheidungen möglich, wobei „NEIN“-Entscheidungen fundiert begründet werden müssen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium UK 742.5 „Lautsprecher“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf eine Norm ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils neueste gültige Ausgabe der in Bezug genommenen Norm.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe der Norm.

Der Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ergibt sich, soweit ein Zusammenhang besteht, grundsätzlich über die Nummer der entsprechenden IEC-Publikation. Beispiel: IEC 60068 ist als EN 60068 als Europäische Norm durch CENELEC übernommen und als DIN EN 60068 ins Deutsche Normenwerk aufgenommen.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO [und/oder] IEC sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Audio-Wiedergabeverfahren für normalisierten Lautstärkepegel

Inhalt		Seite
Einleitung		3
1 Anwendungsbereich		3
2 Normative Verweisungen		3
3 Begriffe		3
4 Lautheitsnormalisierung		4
4.1 Allgemeines		4
4.2 Systemmodell		4
4.3 Steuerungsverfahren		5
5 Kanalmodus		6
5.1 Allgemeines		6
5.2 Eingangsquelle		6
5.3 1-Kanalmodus		7
5.4 2-Kanalmodus		8
5.5 Mehrkanal, stereophon		9
5.6 Mehr als 5.1-Kanäle		10
6 Lautstärkepegel-Diagramm		10
6.1 Allgemeines		10
6.2 Wiedergabepegel		11
Anhang A (informativ) Einheit für die Lautheit		12
A.1 Allgemeines		12
A.2 Größe und Einheit für die Lautheit		12
Anhang B (informativ) Vokabular		15
Anhang C (informativ) Metadaten für die Lautheit		17
Anhang D (informativ) Ausnahme zum Lautstärkepegel-Diagramm		18
Anhang E (informativ) Beispiel für Fall 6		19
Literaturhinweise		20
Bilder		
Bild 1 – Systemmodell		5
Bild 2 – Eingangsquellen		7
Bild 3 – 1-Kanal-Wiedergabemodus		7
Bild 4 – 2-Kanal-Wiedergabemodus		8
Bild 5 – 5.1-Kanal-Wiedergabemodus		9
Bild 6 – 22.2-Kanal-Wiedergabemodus		10
Bild E.1 – Wiedergabepegel über Bezugslautstärkepegel		19

	Seite
Tabellen	
Tabelle 1 – Wiedergabepegel.....	11
Tabelle A.1 – Größe und Einheit für die Lautheit	12
Tabelle D.1 – Wiedergabepegel	18
Tabelle E.1 – Lautstärkepegel für die Beispiele	19

Einleitung

Der Lautstärkepegel einer Audiowiedergabe ist veränderlich je nach Pegel der Eingangsquelle und ob es sich um Mono-, Stereo- oder Mehrkanal-Wiedergabe handelt. Ohne eine geeignete automatische Steuerung, werden die Nutzer gezwungen, die Lautstärke der Geräte passend nachzustellen, wenn der Nutzer eine andere Quelle oder einen anderen Wiedergabemodus wie Mono, Stereo oder Downmix wählt. Es gibt einige spezielle Einstellmöglichkeiten bei Endverbrauchergeräten, jedoch sind diese nicht genormt. Für die Rundfunkübertragung wenden Rundfunkstudios Lautstärkepegelmessungen an und legen einen Bezugspegel für den Audioinhalt nach ITU-R BS.1770 und ITU-R BS.1864 fest; das erste Normungsvorhaben für den Lautstärkepegel beim Rundfunk. Es wird erwartet, dass auch die Audio-Lautstärkepegel für andere Dienste genormt werden.

Rundfunk mit festgelegten Lautstärkepegeln kann mit passend eingestellten Wiedergabesystemen und -einrichtungen korrekt wiedergegeben werden. Diese Internationale Norm legt das Wiedergabeverfahren mit Pegeleinstellungen nach Kanalmodus und anderen Vorgaben fest und führt so für den Nutzer zu verbesserter Hörqualität. Dieses Verfahren eignet sich auch für verschiedene andere Audioinhalte als Rundfunk. Diese Internationale Norm ist auf elektrische Signalpegel anwendbar und schließt akustische Audiopegel von Lautsprechern aus.

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm legt das Wiedergabeverfahren für normalisierten Lautstärkepegel von Audioquellen für Endverbrauchergeräte und -systeme fest.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

IEC 62574, *Audio, video and multimedia systems – General channel assignment of multichannel audio*

ISO 532:1975, *Acoustics – Method for calculating loudness level*

ITU-R BS.1770-3:2012-08, *Algorithms to measure audio programme loudness and true-peak audio level*

ITU-R BS.1864:2010-03, *Operational practices for loudness in the international exchange of digital television programmes*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieser Internationalen Norm, gelten die folgenden Begriffe.

3.1

Lautheit

(en: loudness)

ein subjektiver Begriff zur Beschreibung der Schallempfindung durch das menschliche Gehör

3.2

überschwellige Lautheit

(en: gated loudness)

ein numerischer Wert für die nach ITU-R BS.1770-3 in der Einheit LKFS gemessene Lautheit

3.3 LKFS

Einheit für die Lautheit, K-bewertet und bezogen auf die nominale Volllaussteuerung

Anmerkung 1 zum Begriff: ITU-R BS.1770-3 legt LKFS fest.

3.4 monaural

zur Schallaufnahme mit einem Ohr

3.5 monophon

(en: monophonic)
zur Schallverarbeitung in einem einzigen Kanal

3.6 Mono

Abkürzung für monophon

3.7 Dual-Mono

aus zwei Mono-Signalkanälen bestehend

3.8 stereophon

(en: stereophonic)
zur Schallverarbeitung mit zwei oder mehr zusammengehörenden Kanälen

3.9 Stereo

Abkürzung für stereophon aus rechtem und linkem Signal

3.10 5.1-Kanal

stereophon aus 5 Kanälen mit voller Bandbreite und einem Kanal mit Niederfrequenzeffekt

3.11 22.2-Kanal

stereophon aus 22 Kanälen mit voller Bandbreite und zwei Kanälen mit Niederfrequenzeffekt

4 Lautheitsnormalisierung

4.1 Allgemeines

Es wird ein Systemmodell festgelegt. Dieses wird für den Endbereich der Quellengeräte oder für die Eingangsseite der Verstärker angewendet.

4.2 Systemmodell

Bild 1 beschreibt das Systemmodell für die Wiedergabe. Dieses Modell wird auf den entsprechenden Teil der Audiogeräte angewendet. Zum Beispiel kann es bei einem Fernsehgerät auf die Audio-Endstufe, bei einem Audioverstärker dagegen auf die erste Audio-Wiedergabestufe angewendet werden.

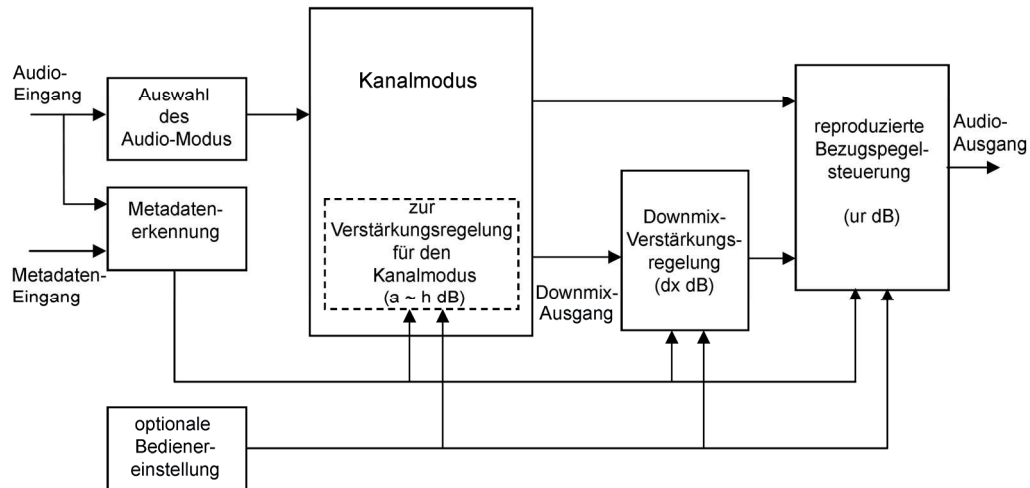


Bild 1 – Systemmodell

In diesem Modell wird im Kanalmodus die zugehörige Wiedergabe-Pegelsteuerung, wie in Abschnitt 5 beschrieben, angewendet. Die Downmix-Verstärkungsregelung dient zur Angleichung des Wiedergabepegels beim Downmix. Die reproduzierte Bezugspegelsteuerung ist eine abschließende Pegelsteuerung; sie bringt den Wiedergabepegel auf den Zielwert für den reproduzierten Bezugspegel.

Die Metadaten für die Lautheit oder andere Informationen zur Verstärkungsregelung sind die Eingangsinformation für die Metadatenerkennung; sie kann mit Audiodaten kombiniert sein oder auf anderem Weg eigene Eingangsinformation einbringen. Die erkannten Metadaten müssen die Eingangsgrößen für jede Verstärkungsregelungseinheit angeben, um deren Funktion und Verstärkungseinstellung festzulegen.

4.3 Steuerungsverfahren

4.3.1 Grundsätzliche Steuerung

Die Steuerung des Wiedergabepegels für jeden Kanalmodus erfolgt nach den Vorgaben in den Abschnitten 5 und 6.

Der Downmix-Wiedergabepegel wird durch die Downmix-Verstärkungsregelung gesteuert. Er wird abhängig vom Downmix-Modus durch die Herstellereinstellung gesteuert.

Die reproduzierte Bezugspegelsteuerung regelt sowohl den Downmix-Wiedergabepegel als auch den ohne Downmix auf denselben reproduzierten Bezugspegel. Der reproduzierte Bezugspegel wird vom Hersteller vorgegeben.

Die Metadaten können mit Audiodaten gekoppelt sein oder über andere Wege wie Internet oder Datenkanäle bereitgestellt werden. Diese Metadaten müssen für die Steuerung der Wiedergabepegel für den Kanalmodus, für die Downmix-Verstärkungsregelung und für die reproduzierte Bezugspegelsteuerung verwendet werden.

4.3.2 Optionale Steuerung

Aus historischen und praktischen Gründen sowie der Situation im jeweiligen Land kann es erforderlich sein, besondere Wiedergabepegel für Kanalmodi und Downmix festzulegen. Die optionale Bediener-einstellung kann dafür eingesetzt werden, diese besonderen Einstellungen zu erfüllen. Die optionale Bediener-einstellung kann vom Endnutzer und vom Hersteller verwendet werden.

Der Wiedergabepegel für jeden Kanalmodus wird, wie in Abschnitt 6 festgelegt, geregelt. Einige Wiedergabepegel für den Kanalmodus sind nicht gleich dem Eingangspegel für den Kanalmodus. Wiedergabepegel für Downmix sind nicht gleich dem Eingangspegel für die Downmix-Verstärkungsregelung.

Der Kanalmodus steuert den Wiedergabepegel in Abhängigkeit von den Modi-Einstellungen des Herstellers oder von der optionalen Bedienereinstellung; er kann auch von den Metadaten geregelt werden.

Der Downmix-Wiedergabepegel wird durch die Downmix-Verstärkungsregelung auf Gleichheit mit dem Eingangspegel an der Downmix-Verstärkungsregelung geregelt; er wird abhängig vom Downmix-Modus der Herstellereinstellung oder über die optionale Bedienereinstellung geregelt; und er kann auch durch die Metadaten geregelt werden.

Die Metadaten können mit Audiodaten gekoppelt sein oder über andere Wege wie Internet oder Datenkanäle bereitgestellt werden.

Die reproduzierte Bezugspegelsteuerung steuert sowohl den Downmix-Wiedergabepegel als auch den ohne Downmix auf den Zielwert für den reproduzierten Bezugspegel. Der Zielwert für den reproduzierten Bezugspegel wird durch den Hersteller vorgegeben oder vom Nutzer über die optionale Bedienereinstellung festgelegt; er kann auch durch die Metadaten geregelt werden.

5 Kanalmodus

5.1 Allgemeines

Der Kanalmodus legt für jeden Kanal das Wiedergabeverfahren und den Pegel im Zusammenhang mit der Eingangsquelle jedes Kanals fest. Die Kanäle können sich von monophon bis zu vielen Kanälen stereophon erstrecken; die Eingangsquellen können von monophon bis zu vielen Kanälen stereophon reichen.

5.2 Eingangsquelle

Die Kombination von Kanälen und Eingangsquellen ist in Bild 2 dargestellt. Sie zeigt Gruppen möglicher Eingangsquellen für jeden Kanalmodus. Diese Eingangsquellen sind mit S1 bis S5 bezeichnet. S5 ist ein Fall mit mehr als 5.1-Kanälen, der mit der allgemeinen Kanalzuordnung nach IEC 62574 übereinstimmt.

S1, mit der Angabe A, ist eine 1-Kanal-Eingangsquelle für M1 oder M2.

S2, mit der Angabe AL und AR, ist eine 2-Kanal-Eingangsquelle eines stereophonen oder desselben Eingangsquelle für L und R.

S3, mit der Angabe A und B, ist eine 2-Kanal-Eingangsquelle aus zwei unabhängigen Eingangsquellen für L und R, z. B. für zweisprachige Anwendung.

S4, mit der Angabe AL, AR, AC, ALFE, ALS und ARS, ist eine 5.1-Kanal-Eingangsquelle aus einer stereophonen 5.1-Kanal-Eingangsquelle für L bis RS.

S5, mit der Angabe AFL, AFR und ABtFR, ist eine 22.2-Kanal-Eingangsquelle aus einer stereophonen 22.2-Kanal-Eingangsquelle für FL bis BtFR.

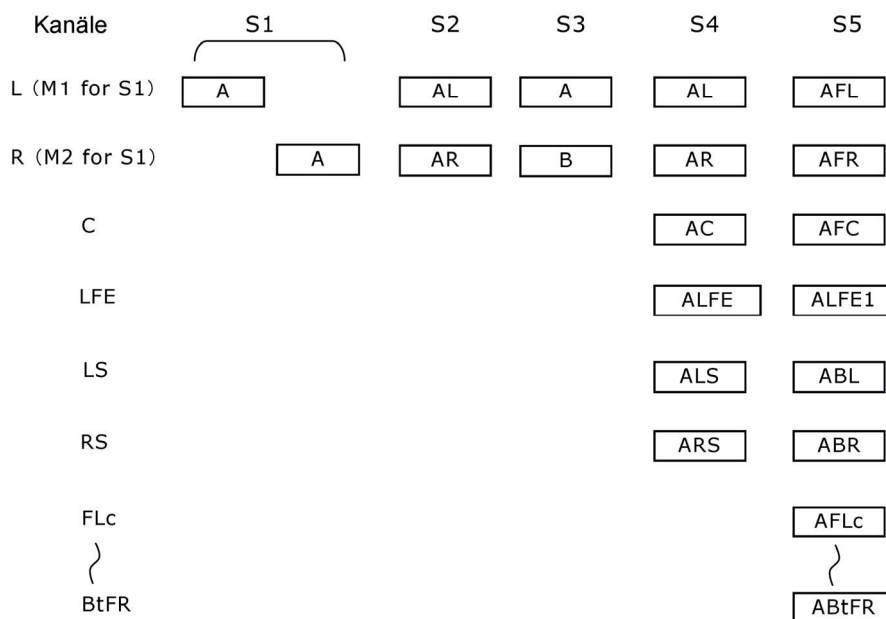


Bild 2 – Eingangsquellen

5.3 1-Kanalmodus

Im 1-Kanalmodus gibt ein Kanal eine oder zwei Eingangsquellen wieder. Bild 3 zeigt verschiedene Fälle für den 1-Kanal-Wiedergabemodus.

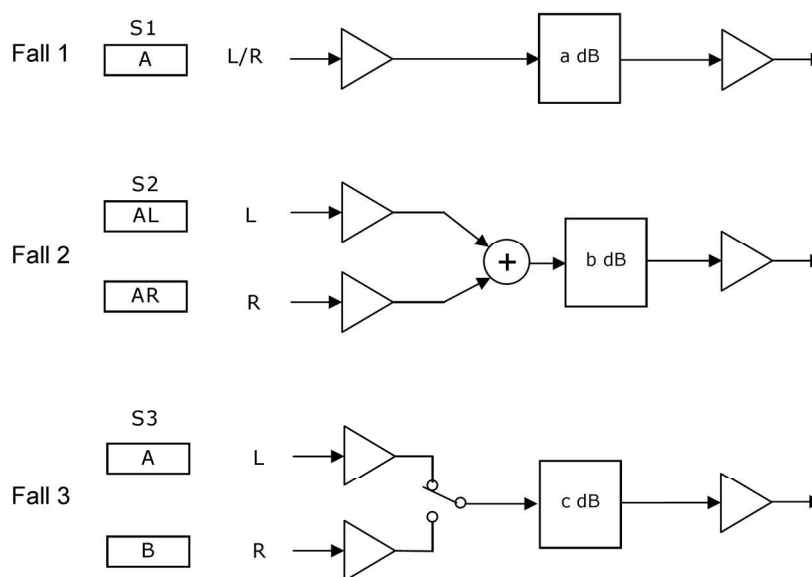


Bild 3 – 1-Kanal-Wiedergabemodus

In Fällen, in denen der Ausgangsschall über zwei oder mehr Lautsprecher wiedergegeben wird, sollte der Pegel so geregelt werden, dass derselbe Pegel der Wiedergabe wie mit einem Lautsprecher eingehalten wird.

In jedem Fall sollte die Pegeldämpfung wie folgt eingestellt werden.

Fall 1, $a = 0$ dB

Fall 2, $b = -3$ dB

Fall 3, $c = 0$ dB

ANMERKUNG Im Fall 2 sollte Reserve vorgesehen werden, wenn jeder Eingangsbezugspegel über -24 LKFS liegt.

5.4 2-Kanalmodus

Im 2-Kanalmodus wird stereophoner oder monophoner Inhalt und der Kanal-Wiedergabemodus festgelegt. Bild 4 zeigt verschiedene Fälle für den 2-Kanal-Wiedergabemodus.

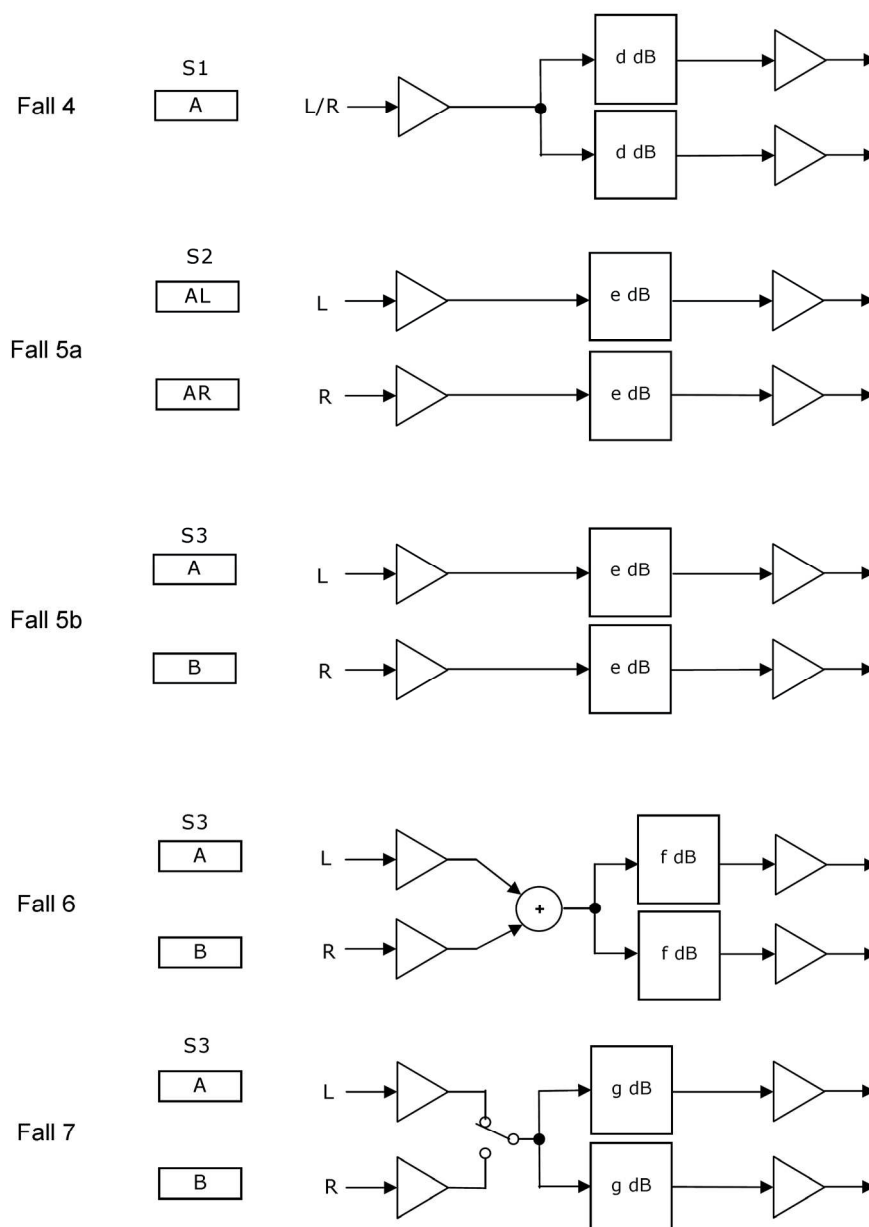


Bild 4 – 2-Kanal-Wiedergabemodus

In jedem Fall sollte die Pegeldämpfung wie folgt eingestellt werden.

Fall 4, $d = -3$ dB

Fall 5a, $e = 0$ dB

Fall 5b, $e = 0$ dB

Fall 6, $f = -5$ dB

Fall 7, $g = -3$ dB

ANMERKUNG 1 Der Pegel im Fall 5b ist für das Hören der Inhalte A und B von zwei Lautsprechern festgelegt.

ANMERKUNG 2 Fall 6 steht für eine überwiegende Wiedergabe der Inhalte A und B mit einem Korrelationskoeffizienten zwischen 1 und 0, siehe Anhang E.

5.5 Mehrkanal, stereophon

Der Inhalt für 5.1-Kanäle und Wiedergabemodi für 5.1-Kanäle wird festgelegt. Bild 5 zeigt Kanal-Wiedergabemodi.

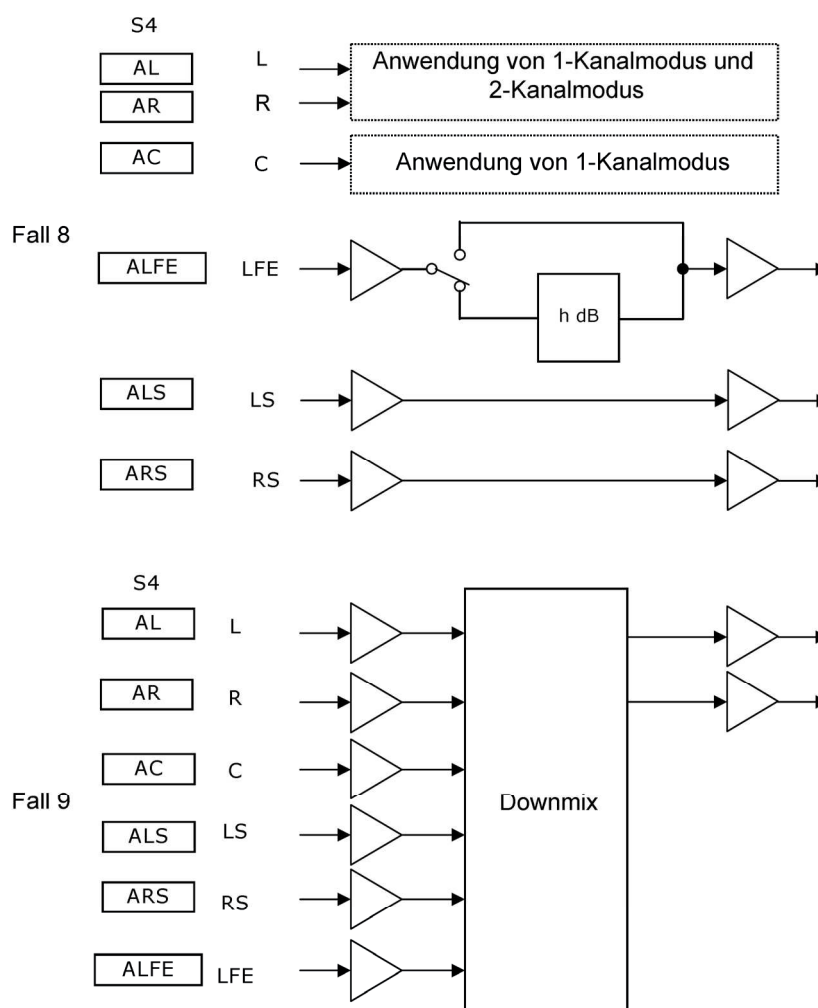


Bild 5 – 5.1-Kanal-Wiedergabemodus

Für den Fall 8 soll die Pegeldämpfung wie folgt eingestellt werden:

Fall 8, $h = +10$ dB

5.6 Mehr als 5.1-Kanäle

5.6.1 22.2-Kanäle

Der Inhalt für 22.2-Kanäle und der Kanal-Wiedergabemodus wird festgelegt. Bild 6 zeigt Kanal-Wiedergabemodi.

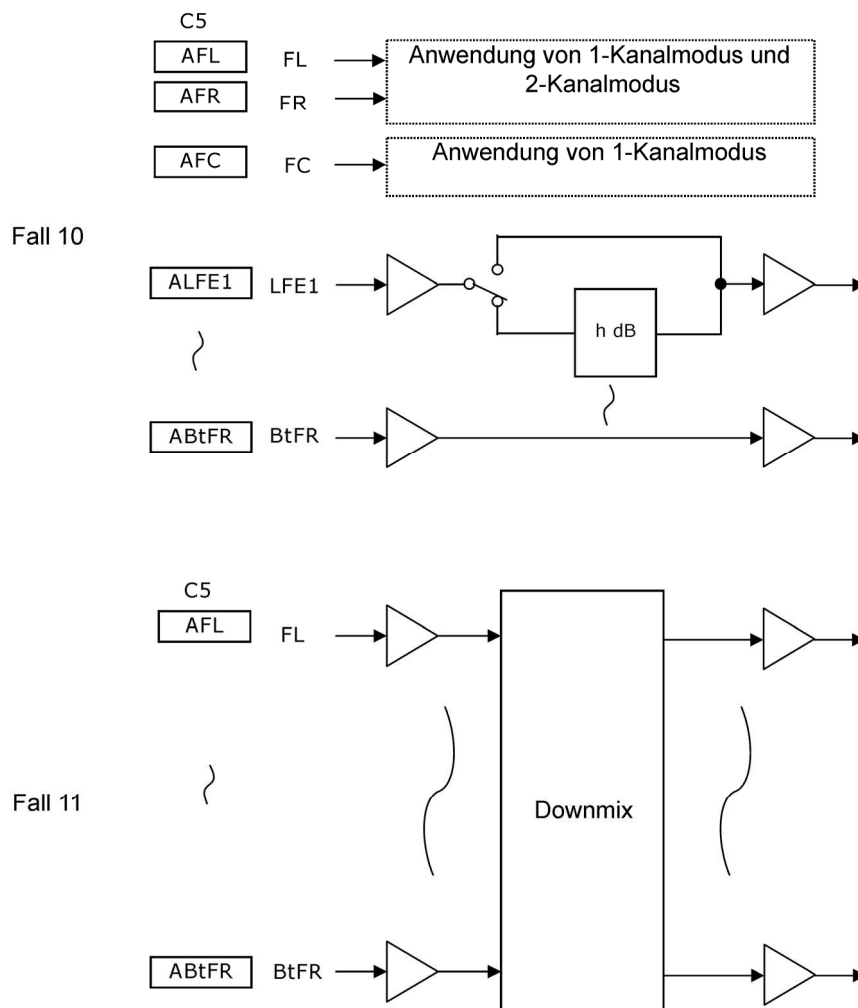


Bild 6 – 22.2-Kanal-Wiedergabemodus

Für den Fall 10 soll die Pegeldämpfung wie folgt eingestellt werden:

$$h = +10 \text{ dB}$$

6 Lautstärkepegel-Diagramm

6.1 Allgemeines

Dieser Abschnitt legt den Audio-Wiedergabepegel für das Systemmodell fest. Die überschwellige Bezugslautheit für die Audio-Eingangsquelle ist -24 LKFS (siehe Anhang A). Der Zielwert für den reproduzierten Bezugspegel wird abhängig von dieser Eingangsreferenz festgelegt.

6.2 Wiedergabepegel

Für jeden Kanalmodus werden Eingangsquelle und überschwellige Bezugslautheit sowie der Zielwert für den reproduzierten Bezugspegel in Tabelle 1 gezeigt.

Tabelle 1 – Wiedergabepegel

Eingangsquelle und überschwellige Bezugslautheit	Übertragung/ Kanalmodus	Wiedergabe von 2 Kanälen, Stereo	Zielwert für den reproduzierten Bezugspegel
monophon –24 LKFS	1-Kanal / Mono	Fall 1 Fall 4	–24 LKSF
Dual Mono –24 LKFS je Kanal	2-Kanal / Dual .Mono	Fall 3 Fall 5b Fall 6 Fall 7	–24 LKFS
2-Kanal, stereophon –24 LKFS	2-Kanal / Stereo	Fall 2 Fall 5a	–24 LKFS
5.1-Kanal –24 LKFS	5.1-Kanal / 5.1-Kanal	Fall 8	–24 LKFS
	5.1-Kanal / Downmix	Fall 9	–24 LKFS
22.2-Kanal –24 LKFS	22.2-Kanal / 22.2-Kanal	Fall 10	–24 LKFS
	22.2-Kanal / Downmix	Fall 11	–24 LKFS

In jedem Modus sind die Zielwerte für den reproduzierten Bezugspegel wie folgt festgelegt.

- a) mono –24 LKFS
- b) dual-mono L = –24 LKFS, R = –24 LKFS
- c) stereo L + R = –24 LKFS
- d) 5.1-Kanal 5-Kanal, Gesamt = –24 LKFS
- e) 22.2-Kanal 22-Kanal, Gesamt = –24 LKFS

ANMERKUNG Aus historischen Gründen ist Mono anders eingestellt (siehe Anhang D).

Anhang A (informativ)

Einheit für die Lautheit

A.1 Allgemeines

Der Gehörsinn hat eine Abhängigkeit von der Frequenz, die in ISO 226:2003 festgelegt ist; die „Lautheit“ ist eine Messgröße für den Gehörsinn, ihre Einheit ist das „Sone“.

ANMERKUNG 1 Sone = 40 Phon = 40 dB (Schalldruckpegel) bei 1 kHz reinem Ton.

„Lautstärkepegel“ ist ein Pegel auf einer logarithmischen Einteilung für die Lautheit. Diese Festlegung verwendet die Einheitsbezeichnung „LKFS“, die in der Empfehlung ITU-R BS.1770 festgelegt ist. Nach ISO 226:2003^{N1)} wird anders gemessen und für den „Lautstärkepegel“ die Maßeinheit „Phon“ verwendet.

Die LKFS wird für die Messung der aufgezeichneten Lautheit von Rundfunk-Audioprogramm-Materialien eingesetzt; die Messgröße ist die überschwellige Lautheit. Der Lautstärkepegel für ein aufgezeichnetes Audiosignal wird mit dem Algorithmus nach der Empfehlung ITU-R BS.1770-3 gemessen, der auf der subjektiven Lautheit beruht.

A.2 Größe und Einheit für die Lautheit

Die Begriffe „Lautheit“ und „Lautstärkepegel“ werden in zwei Fällen verwendet. Der erste steht als allgemeiner Ausdruck für den Schallpegel, der zweite wird als Maßeinheit für die Art des Schallpegels verwendet. Bei einer Zahlenangabe sollte die Art der Größe angegeben werden, z. B. „Sone“, „Phon“ und die Einheitsbezeichnung „LKFS“. Da „dB“ für viele Arten der Größe verwendet wird, sollte es in Übereinstimmung mit dem Namen der Einheit oder ihrem Symbol angegeben werden.

Tabelle A.1 – Größe und Einheit für die Lautheit (1 von 3)

Messung der „Lautheit“					
Größe			Einheit		Beschreibung
Name	Symbol	Definition	Name	Symbol	
Lautheit	N	$L_N > 40 \text{ Phon}$ $N = \left(10 \frac{L_N - 40}{10} \right)^{0,3} \approx 2 \frac{L_N - 40}{10}$	Sone	—	Die menschliche Empfindung des Schallpegels hängt hauptsächlich vom Schalldruck ab; sie unterscheidet sich abhängig von der Frequenz und der Dauer des Schalls (siehe ISO 226:2003). Die Lautheit ist bezogen auf einen reinen Ton mit 40 dB Schalldruckpegel und einer Frequenz von 1 kHz, dieser Pegel wird als 1 Sone festgelegt und mit dem Symbol N bezeichnet. Ein Schall von 2 Sone wird subjektiv als doppelt so laut wie ein Schall von 1 Sone empfunden. Das Verfahren zur Berechnung der Lautheit eines Dauertons (Dauerschalls) wird in ISO 532 festgelegt; es nutzt eine Terzanalyse und ein Diagramm

^{N1)} Nationale Fußnote: ISO 226:2003, *Acoustics – Normal equal-loudness-level contours*.