

Hi-Fi-Technik

Heimstudio-Technik

Ea 01

3 2 Blätter

1 Aufgabenstellung

Die Bezeichnung HiFi (high fidelity) ist in der amerikanischen Industrie entstanden, um eine Unterscheidung zwischen den Geräten üblicher Ausstattung (Rundfunkempfängern, NF-Verstärkern) und solchen Geräten zu ermöglichen, an deren Übertragungsgüte und -leistung höhere Anforderungen gestellt werden. Die deutsche Norm hat dafür treffend die Bezeichnung *Heimstudiogeräte* gewählt. Geräte, die den Bedingungen der *Heimstudioteknik* genügen, stellen ein Mittelding zwischen den Studioanlagen der Rundfunkgesellschaften und denjenigen in Standardausführung dar.

2 Definition, Abgrenzung

Es ist zwar einfach, eine solche Aufgabe zu stellen, aber sehr schwierig klare Grenzlinien zu ziehen. Der Grund ist der, daß als Unterscheidungsmerkmale nicht etwa Leistung und Klirrfaktor ausreichend sind, wie man auf den ersten Blick vermuten könnte. Man benötigt vielmehr etwa 25 Parameter (elektrische und mechanische Größen) – nicht eingerechnet Untergliederungen eines Begriffs, z. B.: Störabstand in Fremdspannungsabstand, Geräuschspannungsabstand, Pilotton-Hilfsträgerabstand – um die angehobene Qualität dieser Geräteklasse in allen wichtigen Eigenschaften zu sichern.

Die erwähnte Vielzahl von zu bewertenden Größen wird verständlich, wenn man bedenkt, daß zu einer Hi-Fi-Anlage (Heimstudioanlage) fünf und mehr Bausteine gehören können:

UKW-Empfangsteil, Schallplatten-Abspielgerät, Magnetbandgerät, Mikrofon, Verstärker, Lautsprecher, Kopfhörer.

Es genügt nicht, für die vielen Eigenschaften jeweils einen Grenzwert festzulegen, der für die Qualifizierung einzuhalten ist. Es müssen ebenso absolut eindeutige Meßverfahren angegeben werden.

2.1 Deutsche Norm DIN 45 500

Da, wie gezeigt, das Schlagwort „HiFi“ allein nicht genügt, um eine fundierte Aussage zu machen, hat der Fachverband Phontechnik im ZVEI mit Hilfe von sechs Arbeitsgruppen die notwendigen Bedingungen für die einzelnen Bausteine erarbeiten lassen. Durch den Fachnormenausschuß Elektrotechnik (FNE) wurden diese Festlegungen in das Deutsche Normenwerk übernommen und als DIN 45 500 herausgebracht.

Dieses Blatt allein ist nicht ausreichend, um den ganzen Themenkreis zu umfassen. Es wird jeweils, z. B. bei der Festlegung von Meßverfahren, auf andere Normenblätter Bezug genommen, so daß bei der Durcharbeitung des gesamten Gebietes mehr als 25 DIN-Blätter zu beachten sind.

Erreicht wird mit diesem Vorschriftenwerk, daß das Wort „Heimstudioteknik-Hi-Fi“ einen definierten Qualitätsbegriff erhält. Der Käufer einer solchen Anlage kann also genau feststellen, welche Mindestbedingungen von ihr erfüllt sein müssen. Natürlich können diese Mindestwerte nach der Gutseite überschritten werden. Darüber geben dann die technischen Daten Auskunft. Aber auch dann sind die vom Hersteller angegebenen Werte nach den festgelegten Meßverfahren zu bestimmen, so daß sie immer mit denen anderer Geräte der Heimstudioteknik vergleichbar sind.

Die wichtigsten qualitätsbestimmenden Eigenschaften sind nachstehend zusammengestellt, wobei jeweils ihr Grenzwert, das Meßverfahren, der Anwendungsfall und die dafür in Frage kommenden DIN-Blätter genannt werden.

3 Qualitätsbestimmende elektrische Eigenschaften

3.1 Die Ausgangsleistung

DIN 45 500¹⁾ Blatt 6 Punkt 2.6 (Verstärker)
Blatt 8 Punkt 2.6 (Kombinationen und Anlagen)

Die Norm unterscheidet zwei Leistungsbegriffe:

Die *Nennausgangsleistung* (Sinusleistung) P_o [continuous power output, sine-wave power output, rated power output]. Darunter wird die Ausgangsleistung bei Vollaussteuerung mit 1000 Hz (d. h. Aussteuerung bis zum Nennklirrfaktor) verstanden. Sie muß mindestens über die Dauer von 10 min bei auf 1 % genau eingehaltener Versorgungsspannung abgegeben werden können.

Die *Musikleistung* [music power output] ist die Leistung, die man bei Einstellung auf Nennklirrfaktor erhält, wenn die Versorgungsspannung der Endstufe auf dem Wert gehalten wird, den sie ohne Signal hat. Je nach dem gewählten Netzteil, d. h. je nach Stabilisierungsgrad der Versorgungsspannung, oder anders ausgedrückt, je nach Innenwiderstand des Versorgungsteils, liegt die Musikleistung etwa 20...50 % über der Nennausgangsleistung.

Die Forderung der Norm

Bei monophonen Verstärkern mindestens 10 W.

Bei stereophonen Verstärkern mindestens 2 × 6 W.

Die Messung

$P_o = \frac{U_o^2}{R_o}$ R_o ist ein ohmscher Widerstand, dessen Wert gleich dem Betrag des für den jeweiligen Verstärker anzugebenden Nennbelastungsscheinwiderstandes ist. Dieser dient zur optimalen Anpassung des Lautsprechers.

3.2 Der Klirrfaktor

[harmonic distortion, single-ton distortion, non-linear distortion]

DIN 45 500 Blatt 2 Punkt 2.3 (UKW-Empfangsteile, Tuner)
Blatt 4 Punkt 2.4 (Magnetbandgeräte)
Blatt 5 Punkt 2.3 (Mikrofone)
Blatt 6 Punkt 2.3.1 (Verstärker)
Blatt 7 Punkt 2.3 (Lautsprecher)
Blatt 8 Punkt 2.3 (Kombinationen und Anlagen)

DIN 45 403 Blatt 2 Klirrfaktormessung
DIN 45 565 Vorverstärker, Anforderungen
DIN 45 566 Leistungsverstärker, Anforderungen
DIN 45 567 Vollverstärker, Anforderungen

Die Forderung der Norm

für UKW-Empfangsteile $k \leq 2\%$

gemessen mit 1000 Hz bei 40 kHz Gesamthub (bei Stereo in beiden Kanälen das gleiche Signal)

für Magnetbandgeräte $k_3 \leq 5\%$

bei 333 Hz und Vollaussteuerung. (Im neuen Entwurf $\leq 3\%$)

für Mikrofone k (der Ausgangsspannung) $\leq 1\%$

zwischen 250 und 8000 Hz bei Schalldrücken bis $10 \cdot P_k$

($\approx 100 \mu\text{bar}$)

für Vorverstärker $k \leq 1\%$

zwischen 40...4000 Hz bei Vollaussteuerung

¹⁾ Die Original-DIN-Blätter sind nur von der Beuth-Vertrieb GmbH, 1 Berlin 30, Burggrafenstr. 4 und Köln zu beziehen.

für Leistungs- und Vollverstärker $k \leq 1\%$

bei einer Leistungsbandbreite ≤ 40 bis $\geq 12\,500$ Hz und im Bereich der Ausgangsleistung $[1..0,01] \cdot P_n$. Die Leistungsbandbreite [power-bandwidth] bestimmt den Frequenzbereich, in dessen Grenzen, gemessen bei der halben Nennausgangsleistung, der Nennwert des Klirrfaktors nicht überschritten wird (Bild 1).

für Lautsprecher

Der bezogene Klirrfaktor (bezogen auf die zwischen 100 und 4000 Hz durch eine gemittelte Linie dargestellte Übertragungskurve) soll sein:

- von 250...1000 Hz $\leq 3\%$
- von 1000...2000 Hz von 3 auf 1 % stetig abfallend
- über 2000 Hz $\leq 1\%$

Die Klirrfaktorkurve darf in maximal drei Spitzen den Grenzwert überschreiten, sofern die Breite jeder Spitze – beim Grenzwert gemessen – kleiner als eine Terz (1 : 1,25) ist.

für Kombinationen und Anlagen

wie bei Leistungs- und Vollverstärkern.

Die Messung

Der Klirrfaktor ist gegeben durch:

$$k = \sqrt{\frac{u_2^2 + u_3^2 + u_4^2 + \dots}{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + u_4^2}} \cdot 100 \text{ [‰]}$$

u_1 = Spannung der Grundwelle

$u_2...u_n$ = Spannung der 2. bis n. Harmonischen

Sind, wie üblich, die entstehenden Harmonischen klein im Verhältnis zur Grundwelle, kann für k in erster Näherung geschrieben werden:

$$k \approx \sqrt{\frac{u_2^2 + u_3^2 + u_4^2 + \dots}{u_1^2}} \cdot 100 \text{ [‰]}$$

Daraus resultieren im wesentlichen zwei Meßverfahren

In der Klirrfaktorbrücke wird aus dem zu messenden Signal die Grundwelle ausgefiltert, den Rest bildet die Summe aller Oberwellen. Deren Effektivwert wird in bezug zum Effektivwert des zu messenden Signals gesetzt. Bei sehr kleinem Klirrfaktor und sehr exakter Messung kann eventuell eine zusätzliche, dem Signal überlagerte Fremdspannung (z. B. Brummspannung) das Meßergebnis beeinträchtigen. Bei dem zweiten Meßverfahren läßt sich dieser (kleine) Nachteil umgehen. Es werden mit einem Frequenz-Analysator (Suchton-Analysator) die Spannungen der einzelnen Oberwellen ermittelt.

Weitere Einzelheiten siehe Normblatt DIN 45 403, Blatt 2, und PtA Mv 53, Abschnitt C, Bild 5 und 6.

3.3 Der Intermodulationsfaktor m [intermodulation distortion]

DIN 45 500 Blatt 6 Punkt 2.3.2 (Verstärker)

Blatt 8 Punkt 2.3.2 (Kombinationen und Anlagen)

DIN 45 403 Blatt 4 Messung des Intermodulationsfaktors

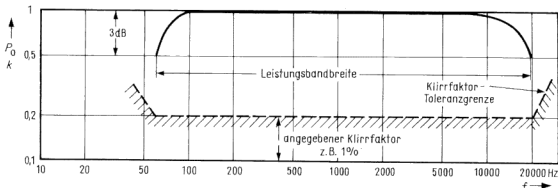


Bild 1. Darstellung der Leistungsbandbreite. Innerhalb der „Leistungsbandbreite“ darf bei angegebenem Klirrfaktor die Ausgangsleistung um nicht mehr als 3 dB absinken

Die Forderung der Norm

für Verstärker, Kombinationen und Anlagen: $m \leq 3\%$ gemessen bei Vollaussteuerung mit den zwei Meßfrequenzen $f_a = 250$ Hz und $f_b = 8000$ Hz. Amplitudenverhältnis $u_{fa} : u_{fb} = 4 : 1$.

Die Messung

Während bei der Klirrfaktormessung die entstehenden Oberwellen einer Frequenz beurteilt werden, gibt der Intermodulationsfaktor Auskunft über die entstehenden Mischprodukte, wenn gleichzeitig zwei Frequenzen über den Ver-

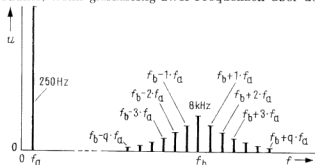


Bild 2. Bildung von Kombinationsfrequenzen bei Intermodulation $f_a = 250$ Hz, $f_b = 8000$ Hz, $u_{fa} : u_{fb} = 4 : 1$

stärker geführt werden. Bild 2 zeigt die Lage der Meßfrequenzen und der Mischprodukte. Daraus ergibt sich folgende Beziehung für m:

$$m = \sqrt{\frac{\sum_{q=1}^{qh} (u_{(f_2 - qf_1)} + u_{(f_2 + qf_1)})^2}{u_{f_2}^2}} \cdot 100 \text{ [‰]}$$

m ist also der Effektivwert der Summe der Mischprodukte, bezogen auf den Effektivwert des Meßtones f_2 .

Da solche Mischbildungen – es entstehen nichtharmonische Frequenzen zu den Grundfrequenzen – meist stärker stören als die durch die Klirrfaktormessung erfaßte Bildung von Harmonischen, ist der Intermodulationsfaktor zusätzlich zum Klirrfaktor als Qualitätsparameter in die Norm aufgenommen worden, obwohl beide, k wie m , von der Nichtlinearität der Übertragungscharakteristik abhängig sind.

Weitere Einzelheiten Abschnitt 5.1 und DIN 45 403, Blatt 4.

3.3.1 Frequenz-Intermodulation (FIM)

DIN 45 500 Blatt 3 Punkt 3.3 (Schallplatten-Abspielgeräte)

DIN 45 542 Verzerrungs-Meßschallplatte

DIN 45 507 Meßgerät für Frequenzschwankungen bei Schall-speichergeräten

Intermodulationsverzerrungen können sowohl durch Amplituden-Intermodulation als auch durch Frequenz-Intermodulation entstehen. Bei Niederfrequenzverstärkern ist die Frequenz-Intermodulation infolge des flachen Phasengangs normalerweise vernachlässigbar. Es interessiert hier daher neben dem Klirrfaktor in erster Linie der Intermodulationsfaktor m (Abschnitt 3.3), der physikalisch auf einen Amplitudenmodulationsvorgang an der Kennlinie eines nicht-linearen Elementes zurückzuführen ist.

Beim Schallplattenabtastvorgang dagegen ergeben sich weitere Verzerrungsanteile durch Frequenzmodulation zweier Frequenzen. Physikalisch kann man sich den Vorgang etwa so vorstellen, daß der Auflagedruck bzw. auch die Lage des Auflagepunktes beim Abtasten z. B. einer Frequenz von 3000 Hz durch eine gleichzeitig vorhandene Aufzeichnung hoher Amplitude von 300 Hz gewobelt wird, und daß damit die Null-durchgänge der Frequenz von

3000 Hz entsprechend zusammengedrängt oder auseinandergezogen werden. Diese Frequenzmodulation kann durch einen entsprechenden Begrenzungsverstärker mit nachfolgendem FM-Demodulator leicht nachgewiesen werden.

Dazu wird in DIN 45 542 der Tonhöhen-Schwankungsmesser nach DIN 45 507 empfohlen, dessen Diskriminator auf 3000 Hz abgestimmt ist.

Die Forderung der Norm

$FIM \leq 1 \text{ ‰}$

bei Abtasten des Pegeltons -6 dB , auf der Meßschallplatte Seite B, Teil III und IV.

Die Messung

Anstelle des bei Gleichaufmessungen notwendigen Bewertungsfilters ist im vorliegenden Fall ein RC-Glied (Hochpaß, Zeitkonstante 1 ms) einzuschalten, um die durch die langsamen Gleichlaufschwankungen entstehende Frequenzmodulation zu eliminieren.

3.4 Der Übertragungsbereich [frequency response]

- DIN 45 500 Blatt 2 Punkt 2.1 (UKW-Empfangsteile, Tuner)
- Blatt 3 Punkt 3.1 (Schallplatten-Abspielgeräte)
- Blatt 4 Punkt 2.3 (Magnetbandgeräte)
- Blatt 5 Punkt 2.1 (Mikrofone)
- Blatt 6 Punkt 2.1 (Verstärker)
- Blatt 7 Punkt 2.1 (Lautsprecher)
- Blatt 8 Punkt 2.1 (Kombinationen und Anlagen)

DIN 45 541 Frequenz-Meßschallplatte St 33 und M 33

DIN 45 511 Magnetbändergeräte, mechanische und elektrische Eigenschaften

DIN 45 570 Lautsprecher

DIN 45 513 DIN-Bezugsband 19 und 9.5

Die Forderung der Norm

für UKW-Empfangsteile: $< 40... > 12 \text{ 500 Hz}$

zulässige Abweichungen des Übertragungsmaßes, bezogen auf 1000 Hz

- von $40... 50 \text{ Hz} \pm 3 \text{ dB}$
- über $50... 6300 \text{ Hz} \pm 1,5 \text{ dB}$
- über $6300... 12 \text{ 500 Hz} \pm 3 \text{ dB}$

für Schallplatten-Abspielgeräte: $< 40... > 12 \text{ 500 Hz}$

zulässige Abweichungen des Übertragungsmaßes, bezogen auf 1000 Hz:

- von $40... 63 \text{ Hz} \pm 5 \text{ dB}$ } neuer Entwurf
- über $63... 8000 \text{ Hz} \pm 2 \text{ dB}$ } Toleranzfeld (Bild 3)
- über $8000... 12 \text{ 500 Hz} \pm 5 \text{ dB}$ }

gemessen mit Meß-Schallplatte [test record]

für Magnetbändergeräte: $< 40... > 12 \text{ 500 Hz}$

Die Abweichungen im Übertragungsmaß sind durch das Toleranzfeld (Bild 4) begrenzt (gemessen mit einer Tonspur nach DIN 45 513).

für Mikrofone: $< 50... > 12 \text{ 500 Hz}$

Für die Sollkurve eines Mikrofontyps gilt das Toleranzfeld (Bild 5); gestrichelte Linie für Mikrofone mit Richtwirkung.

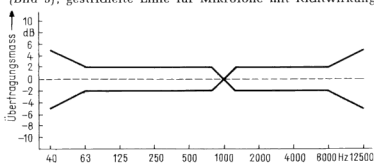


Bild 3. Schallplatten-Abspielgeräte, Übertragungsbereich (nach dem Entwurf DIN 45 500 Blatt 3 v. Nov. 1970)

Zusätzlich gilt für ein Exemplar eines gegebenen Typs, daß seine Istkurve wie folgt von der Sollkurve abweichen darf:

- von $50... 250 \text{ Hz} \pm 4 \text{ dB}$
- über $250... 8000 \text{ Hz} \pm 3 \text{ dB}$
- über $8000... 12 \text{ 500 Hz} \pm 4 \text{ dB}$

Weitere Einzelheiten: DIN 45 500, Blatt 5.

für Verstärker, Kombinationen und Anlagen:

$< 40... > 16 \text{ 000 Hz}$

Zulässige Abweichungen des Übertragungsmaßes, bezogen auf 1000 Hz:

für lineare Eingänge $\pm 1,5 \text{ dB}$

für entzerrnde Eingänge $\pm 2 \text{ dB}$

gemessen 6 dB unter Vollaussteuerung (nach neuem Entwurf: 10 dB unter der Mindest-Nennausgangsleistung),

für Lautsprecher: $< 50... > 12 \text{ 500 Hz}$

Für den Verlauf der Übertragungskurve gilt das Toleranzfeld (Bild 6). Als Bezugspunkt wird nicht die Frequenz 1000 Hz, sondern die waagerechte Linie genommen, die sich zwischen 100 und 4000 Hz als Mittelwertlinie ergibt.

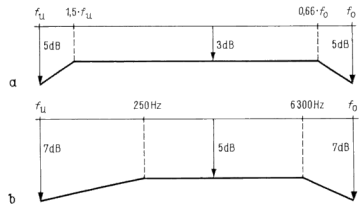


Bild 4. Magnetbändergeräte, Übertragungsbereich; a) DIN 45 500 Blatt 4 (Okt. 1967) Toleranzfeld des Frequenzgangs für das Magnetbändergerät, b) DIN 45 500 Blatt 4 (Entwurfs-Manuskript Sept. 1970) Toleranzfeld des Gesamt-frequenzgangs (einschl. des Wiedergabeteils von Heimstudiogeräten) bei Benutzung einer Tonspur nach DIN 45 513

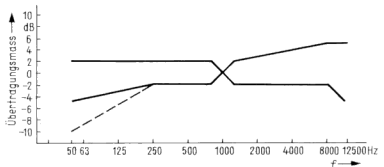


Bild 5. Mikrofone, Übertragungsbereich. Toleranzfeld für den Frequenzgang (Sollkurve für einen Mikrofontyp). Die gestrichelte Linie gilt für Mikrofone mit Richtwirkung

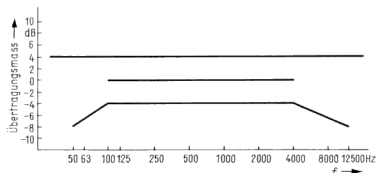


Bild 6. Lautsprecher, Übertragungsbereich. Toleranzfeld des Frequenzgangs. Die Grenzfrequenzen liegen an den Stellen, an denen das Übertragungsmaß um 8 dB unter der Mittellinie liegt

Die Messung:

bei Verstärkern, Kombinationen und Anlagen

Der Verstärkereingang wird mit der Nennausgangsimpedanz der den Verstärker im Betriebsfall speisenden Tonfrequenzquelle abgeschlossen.

Der Verstärkerausgang wird mit der Nenneingangsimpedanz des nachfolgenden Gerätes (Lautsprecher) bzw. bei Kombinationen mit dem Lautsprecher abgeschlossen.

Schalter oder Steller, die den Frequenzgang beeinflussen, müssen so eingestellt sein, daß die zulässige Abweichung des Übertragungsmaßes eingehalten wird.

Lautstärkeeinsteller sind voll aufzudrehen.

bei Lautsprechern siehe DIN 45 500, Blatt 7, Punkt 2.1.

3.5 Zulässige Unterschiede im Übertragungsmaß der beiden Stereokanäle

DIN 45 500	Blatt 2	Punkt 2.2	(UKW-Empfangsteile, Tuner)
	Blatt 3	Punkt 3.2	(Schallplatten-Abspielgeräte)
	Blatt 5	Punkt 2.4	(Mikrofone)
	Blatt 6	Punkt 2.2	(Verstärker)
	Blatt 7	Punkt 2.1	(Lautsprecher)
	Blatt 8	Punkt 2.2	(Kombinationen und Anlagen)

Die Forderung der Norm

für UKW-Empfangsteile, Tuner

Unterschied der Übertragungsmaße der beiden Kanäle zwischen 250...6300 Hz \leq 3 dB

für Schallplatten-Abspielgeräte

Unterschied der Übertragungsmaße von Stereoabstastern, gemessen bei 1000 Hz \leq 2 dB

(mit Frequenzmeßplatte DIN 45 541)

für Stereomikrofone

Unterschied der Übertragungsmaße der beiden Kanäle zwischen 250...8000 Hz \leq 3 dB

für Verstärker, Kombinationen und Anlagen

Unterschied der Übertragungsmaße der beiden Kanäle zwischen 250...6300 Hz \leq 3 dB

gemessen bei 10 % der Mindest-Nennleistung (–10-dB-Pegel)

Bei Geräten mit Balancesteller, der eine Änderung von > 8 dB ermöglicht, sind \leq 6 dB zugelassen,

für Lautsprecher

Unterschied der Übertragungsmaße von Lautsprechern gleichen Typs für Stereoanlagen

zwischen 250...8000 Hz

gemittelt in Oktavbereichen (1 : 2), \leq 2 dB.

3.6 Übersprechdämpfungsmaß

zwischen den beiden Kanälen eines Stereogerätes [cross-talk between stereo channels],

bei Magnetbandgeräten – Doppelspuraufzeichnungen und bei Verstärkereingängen

DIN 45 500	Blatt 2	Punkt 2.4	(UKW-Empfangsteile, Tuner)
	Blatt 3	Punkt 3.4	(Schallplatten-Abspielgeräte; Stereoabtaster)
	Blatt 4	Punkt 2.7	(Magnetbandgeräte)
	Blatt 6	Punkt 2.4	(Verstärker)
	Blatt 8	Punkt 2.4, 3.2.4, 4.1.2.3, 5.4	(Kombinationen und Anlagen)

DIN 45 543 Übersprech-Meßschallplatte

Bedeutung und Messung

Bei einem Stereogerät bedeutet Übersprechen, daß Signalspannung vom Sollkanal auf den Nachbarkanal gelangen kann. Zur Messung wird ein Kanal voll ausgesteuert, die von dort durch unvermeidliche Kopplungen (Kapazitäten) auf den zweiten, nicht angesteuerten Kanal übertragene Spannung gemessen und auf die Primärausgangsspannung bezogen. Beide Kanäle sind dabei normmäßig abgeschlossen.

In gleicher Weise muß ein Übersprechen auch zwischen den verschiedenen Eingängen (z. B. Mikrofon/Rundfunk) toleriert werden. Die Messung erfolgt analog, ein Eingang wird voll ausgesteuert, alle Eingänge werden mit den Nennimpedanzen der Tonfrequenzquellen abgeschlossen (siehe auch Abschnitt 5.2).

Bei Verstärkern kann der Eingang statt mit Nennimpedanz auch mit einer Parallelschaltung aus 100 k Ω und 1000 pF abgeschlossen werden.

Die Aussteuerung erfolgt mit Nenningangsspannung, d. h. mit der Spannung, die bei voll aufgedrehtem Lautstärkeeinsteller Vollaussteuerung ergibt.

Bei UKW-Empfangsteilen mit Verstärkern wird 6 dB unter Vollaussteuerung gemessen.

Die Forderung der Norm

für UKW-Empfangsteile, Tuner

von 250... 6300 Hz \geq 26 dB

über 6300...12 500 Hz \geq 15 dB

für Stereoabtaster bei Schallplatten-Abspielgeräten

bei 1000 Hz \geq 20 dB

von 500...6300 Hz \geq 15 dB

gemessen mit Übersprech-Meßschallplatte DIN 45 543

für Magnetbandgeräte

bei gegenseitiger Doppelspuraufzeichnung

bei 1000 Hz \geq 60 dB

von 500...6300 Hz \geq 45 dB

bei Stereoaufzeichnung

von 500...6300 Hz \geq 25 dB

für Verstärker

zwischen den beiden Kanälen eines Stereogerätes

bei 1000 Hz \geq 40 dB

von 250...10 000 Hz \geq 30 dB (nach Blatt 6),

40 dB (nach Blatt 8)

zwischen den verschiedenen Verstärkereingängen

(bei betriebsmäßigem Abschluß des gestörten Kanals)

bei 1000 Hz \geq 50 dB

von 250...10 000 Hz \geq 40 dB

für Schallplatten-Abspielgeräte mit Verstärkern

zwischen den Stereokanälen

bei 1000 Hz \geq 19 dB

von 500...6300 Hz \geq 14 dB

für Magnetbandgeräte mit Verstärkern

zwischen den Stereokanälen

bei 1000 Hz \geq 24 dB

von 250...10 000 Hz \geq 21 dB

für UKW-Empfangsteile mit Verstärkern

zwischen den Stereokanälen

bei 1000 Hz \geq 24 dB

von 250... 6300 Hz \geq 18 dB

über 6300...10 000 Hz \geq 14 dB

3.7 Störabstände

Fremdspannungsabstand,

Geräuschspannungsabstand,

Pilotton- und Hilfsträger-Fremdspannungsabstand

DIN 45 500 Blatt 2 Punkt 2.5 (UKW-Empfangsteile, Tuner)

Blatt 4 Punkt 2.5, 2.6 (Magnetbandgeräte)

Blatt 6 Punkt 2.5 (Verstärker)

Blatt 8 Punkt 2.5, 4.1.2.4, 5.5 (Kombinationen und Anlagen)

DIN 45 405 Geräusch- und Fremdspannungsmesser für elektroakustische Breitbandübertragung

3.7 Störabstände (Fortsetzung)

Die Fremdspannung wird sich meist aus Brumm- und Rauschspannungen zusammensetzen. Man bestimmt diese Fremdspannung als Effektivwert der am Ausgangswiderstand R_a abfallenden Spannung bei normmäßig abgeschlossener Eingang und geradlinigem Frequenzgang (Abweichung des Übertragungsmaßes $\leq 0,5$ dB im Meßbereich [siehe unten] bezogen auf 1000 Hz).

Die Geräuschspannung ist die hinter einem Bewertungsfilter (Ohrkurvenfilter) gemessene Fremdspannung. Der Sinn ist, die unterschiedliche Störwirkung der verschiedenen Frequenzen zu berücksichtigen.

Die Forderung der Norm

für UKW-Empfangsgeräte, Tuner (Meßbereich 40...15 000 Hz)

Fremdspannungsabstand (Mono- und Stereobetrieb)	≥ 46 dB
Geräuschspannungsabstand (Mono- und Stereobetrieb)	≥ 54 dB
Pilotton- und Hilfsträgerabstand – selektiv gemessen –	
bei 19 kHz ≥ 25 dB	bei 38 kHz ≥ 31 dB
für Magnetbandgeräte (Meßbereich 40...12 500 Hz)	
Fremdspannungsabstand (bei Vollaussteuerung)	≥ 43 dB
Ruhegeräuschspannungsabstand (bei Vollaussteuerung)	≥ 48 dB

für Vorverstärker (bei Vollaussteuerung)

(Meßbereich 40...15 000 Hz)	
Fremdspannungsabstand	≥ 50 dB
für Leistungs- und Vollverstärker (bis 20 W Gesamtleistung)	
(Meßbereich 40...15 000 Hz)	
Fremdspannungsabstand, bezogen auf einen Ausgangspegel für eine Gesamtleistung von 100 mW bzw. 2×50 mW	≥ 50 dB

Für Verstärker über 20 W Gesamtleistung reduziert sich der geforderte Fremdspannungsabstand im Verhältnis der Gesamtleistung zu 20 W.

(Beispiel: Bei 40 W Gesamtleistung, d. h. Leistungsverhältnis 1 : 2, erniedrigt sich der Fremdspannungsabstand um 2 : 1, d. h. von 50 dB auf 47 dB).

für Magnetbandgeräte mit Verstärker

(Meßbereich 40...12 500 Hz):	
Fremdspannungsabstand	≥ 41 dB
für UKW-Empfangsteile mit Verstärkern	
(Meßbereich 40...15 000 Hz)	
Fremdspannungsabstand Mono- und Stereobetrieb	≥ 41 dB
Geräuschspannungsabstand Mono- und Stereobetrieb	≥ 50 dB
Pilotton-Fremdspannungsabstand – selektiv gemessen –	
bei 19 kHz ≥ 19 dB	bei 38 kHz ≥ 29 dB

Die Messung

Für UKW-Empfangsteile werden die Störabstände auf eine Ausgangsspannung bezogen, die sich bei einer Modulationsfrequenz von 1000 Hz und einem Hub von 40 kHz ergibt, ferner bei Stereobetrieb, nur Signal A mit zuzüglich 6 kHz Hub für Pilotton; bei Monobetrieb, Signal A = Signal B.

Bei Vorverstärkern mit Lautstärkereglern muß der Fremdspannungsabstand zwischen Vollaussteuerung U_0 und $0,1 U_0$ eingehalten werden (bei 1000 Hz). Bei Leistungs- und Vollverstärkern mit Lautstärkereglern ist dieser so einzustellen, daß sich bei Nenneingangsspannung¹⁾ 100 mW bzw. 2×50 mW Ausgangsleistung ergeben.

Weitere Einzelheiten siehe DIN 45 500 und 45 405.

3.8 Dämpfungsfaktor

DIN 45 500 Blatt 6 Punkt 2.7 (Verstärker)
Blatt 8 Punkt 2.7 und 5.7 (Kombinationen und Anlagen)

¹⁾ Nenneingangsspannung ist die Spannung, mit der sich bei voll aufdrehtem Lautstärkereglern Vollaussteuerung ergibt.

Eine genügend hohe Bedämpfung der Lautsprecher durch einen niedrigen Innenwiderstand des Verstärkers ist für eine saubere, resonanzfreie Abstrahlung der Bässe mitentscheidend.

[Ein Verstärker mit AD 1 (direktgeheizte Endtriode, 15 W Anodenverlustleistung] ohne Gegenkopplung würde die DIN-Vorschrift erfüllen.]

Die Forderung der Norm

Der Dämpfungsfaktor soll ≥ 3 sein, d. h. $R_i \leq 1/3 R_a$, gemessen zwischen 40 und 12 500 Hz.

4 Ein- und Ausgangsspannungen: Eingangss- und Belastungswiderstände

DIN 45 500 Blatt 2 Punkt 3.2	(UKW-Empfangsteile, Tuner)
Blatt 3 Punkt 4.1	(Schallplatten-Abspielgeräte)
Blatt 6 Punkt 3	(Verstärker)
Blatt 7 Punkt 3.2	(Lautsprecher)
DIN 45 310	Punkt 2.2.1 Schallaufzeichnungsgeräte, Anschluß an Rundfunkgeräte
*DIN 45 511 Blatt 1 Punkt 2	Magnetbandgeräte
DIN 45 594	Mikrofone

4.1 UKW-Empfangsteile, Tuner

Nf-Ausgang

Ausgangsbelastung 470 k Ω || 100 pF;
Ausgangsspannung 0,5 bis 2 V
Innenwiderstand des Ausgangs ≤ 47 k Ω
Ausgang für Schallaufzeichnungsgeräte (Magnetbandgeräte):
Ausgangsbelastung 1...50 k Ω ; Ausgangsspannung von 0,1 mV/k Ω ...2 mV/k Ω

4.2 Schallplattenabspielgeräte

Ausgangsspannung (gemessen bei $\hat{v} = 10$ cm/s Schnelle und 1 kHz).
Bei Abtastern für lineare Verstärkereingänge (Abtasten mit Kristallsystem):
Belastung 470 k Ω ; Ausgangsspannung 0,5...1,5 V
bei schnelleabhängigen Abtastern (magnetische Abtaster):
Belastung 47 k Ω ; Ausgangsspannung 5...15 mV

4.3 Magnetbandgeräte

Ausgang
Ausgangsspannung ≥ 500 mV
Quellwiderstand ≤ 50 k Ω und ≤ 250 pF
Eingang
Eingangsspannung 0,3 mV...2 mV/k Ω Eingangswiderstand
Eingangswiderstand $R_0 \leq 50$ k Ω , $C = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot R_0}$
(f darf nicht kleiner als die angegebene Grenzfrequenz sein)

4.4 Verstärker

Eingang linear
Nenneingangsspannung ≤ 5 V an einem Eingangsscheinwiderstand ≥ 470 k Ω
Eingang für magnetische Schallplattenabtaster
Nenneingangsspannung = 5 mV bei Eingangsscheinwiderstand 47 k $\Omega \pm 20$ %
Ausgang von Vorverstärkern, linear und entzerrend
Ausgangsspannung bei Vollaussteuerung, Anschluß von Leistungsverstärkern ≥ 1 V
Ausgangsscheinwiderstand (1000 Hz) ≤ 47 k Ω
Ausgang für Lautsprecher und Kopfhörer
Der Nennbelastungsscheinwiderstand muß einen der folgenden Werte haben:
4, 8, 200, 400 k Ω

Ausgang für Schallaufnahmegeräte siehe Magnetbandgeräteeingang.

4.5 Lautsprecher

Nennscheinwiderstand
4 oder 8 Ω sind bevorzugt zu verwenden.

4.6 Mikrofone

Siehe Bild 7.

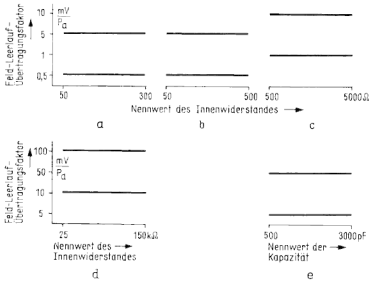


Bild 7. Mikrofone, Anschlußwerte

- a) Gruppe N: niedriger Innenwiderstand symmetrisch
- Gruppe SN: niedriger Innenwiderstand symmetrisch, Stereo (Werte je System)
- b) Gruppe L: niedriger Innenwiderstand asymmetrisch
- c) Gruppe M: mittlerer Innenwiderstand Stereo (Werte je System)
- Gruppe SM: mittlerer Innenwiderstand Stereo (Werte je System)
- d) Gruppe H: hoher Innenwiderstand Stereo (Werte je System)
- Gruppe SH: hoher Innenwiderstand Stereo (Werte je System)
- e) Gruppe C: kapazitiver Innenwiderstand Stereo (Werte je System)
- Gruppe SC: kapazitiver Innenwiderstand Stereo (Werte je System)

5 Anhang

5.1 Intermodulationsfaktor, Intermodulationsgrad

Vorzugsweise gewählte Frequenzpaare:

Tiefe Frequenz f_1	40	40	60	60	60	100	200	400 Hz
Hohe Frequenz f_2	7	12	3	7	12	7	6	4 kHz

Empfohlenes Amplitudenverhältnis: $u_{f1} : u_{f2} = 4 : 1$. Das heißt die Amplitude (der Effektivwert) der tiefen Frequenz f_1 ist viermal so groß wie die Amplitude (der Effektivwert) der hohen Frequenz.

Der Aussteuerwert ist dann durch:

$$u_s = u_{f1} + u_{f2} = u_{f1} (1 + 0,25) \text{ gegeben.}$$

Die Meßschaltung zeigt Bild 8. Wesentlich ist die Widerstandsbrücke, bestehend aus $4 \times 200 \Omega$. Sie dient der Entkopplung der beiden Frequenzgeneratoren für f_1 und f_2 . u_{f1} und u_{f2} werden an den einander gegenüberliegenden Punkten je einer Brückendiagonale eingespeist. Der Widerstand R_1 ist so zu wählen, daß der übliche SignalgeneratorInnenwiderstand von 200Ω realisiert wird, z. B. können 130Ω eingesetzt werden.

Im Ausgang kann ein selektives Röhrenvoltmeter, abstimbar auf die verschiedenen Mischfrequenzen, oder ein Intermodulationsmeßgerät verwendet werden.

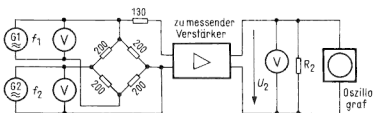


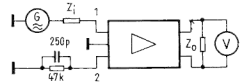
Bild 8. Meßschaltung mit Intermodulationsfaktor

flü den

Bezieht man den Intermodulationsfaktor auf die Aussteuerung, so ist demnach u_{f1} bei dem angenommenen Verhältnis von 4 : 1, auf 80 % von u_s und u_{f2} auf 20 % von u_s einzustellen.

5.2 Übersprehdämpfungsmaß

Die Definition des Übersprehdämpfungsmaßes besagt, daß ein Verstärkerkanal (1) voll auszusteuern, daß ein zweiter nicht ausgesteuerter Kanal (2) mit der Normimpedanz der Signalquelle abzuschließen und die Spannung zu bestimmen ist, die – auf z. B. kapazitivem Wege – von Kanal 1 nach Kanal 2 gelangt. Demnach ergibt sich das in Bild 9 dargestellte Meßschema für das Übersprechen vom Mikrofon zum Tonband – Verstärkereingang.



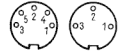
- 1 Verstärker - Eingang für Mikrofon
- 2 Verstärker - Eingang für Magnetbandgerät

5.3 Kontaktbelegungen und Masse der Steckvorrichtungen

- DIN 41 524 Dreipolige und fñnpolige Steckvorrichtungen für Rundfunk- und verwandte Geräte (Abmessungen)
- DIN 45 511 Magnetbandgeräte, mechanische und elektrische Eigenschaften (Kontaktbelegung)
- DIN 45 539 Schallplatten-Abspielgeräte (Kontaktbelegung)
- DIN 45 594 Mikrofone, Kennzeichen (Kontaktbelegung)
- DIN 41 529 Steckvorrichtungen zum Anschluß von Zweitlautsprechern (Abmessungen)
- DIN 45 310 Kontaktbelegung der Steckvorrichtungen (Ton- und Fernseh-Rundfunkempfänger)
- DIN 45 327 Stereokopfhörer, Steckvorrichtung (Masse und Kontaktbelegung)

Dreipolige und fñnpolige Steckvorrichtungen (Bild 10)

Bild 10. Drei- und fñnpolige Steckvorrichtung: Steckdose auf die Lötseite, Stecker auf die Stifte gesehen



	Kontaktbelegung	
UKW-Empfangsteil →	2 Masse 3 linker Kanal 5*) rechter Kanal	→ Verstärker
UKW-Empfangsteil →	2 Masse 1 linker Kanal 4*) rechter Kanal	→ Schallaufzeichnungsgerät
Schallplatten-Abspielgerät, Magnetbandgerät	2 Masse 3 linker Kanal 5*) rechter Kanal	→ Verstärker

*) bei monofonem Betrieb bleiben Stecker und Buchse leer.

Schrifttum

- Die im Text genannten DIN-Blätter
- Rothsler, L.: HIFI-Verstärker nach DIN 45 500 und DIN-Steckverbindungen für die Konsumelektronik. ORS-Karteiblätter N 01, Radiochau 1970, Heft 4, Seite 195.
- Pichler, R.: Die Kenndaten von HIFI-Verstärkern und ihre Messung. Radiochau 1970, Heft 2, Seite 70.
- Elsässer, D.: Messungen an HIFI-Verstärkern nach DIN 45 500. Grundig Technische Informationen 1970, Heft 1, Seite 467.
- Hasselbach, W.: Gedanken zur Normung von HIFI-Anlagen. Funk-Technik 1963, Heft 4, Seite 102 und Heft 5, Seite 145.
- Hasselbach, W.: „Music Power“ und „Power Bandwidth“, zwei Begriffe aus der HIFI-Technik. Funk-Technik 1964, Heft 20, Seite 723.
- NF-Verstärkerdaten und ihre Messung. TELEFUNKEN-Laborbuch, Band 11, Seite 119.