

Ringversuch zur Beurteilung der Vergleichbarkeit akustischer Prüfergebnisse

Dipl.-Ing. (FH) Lothar Schmidt, Karlsruhe

Prof. Dr. Benno Kotterba
Institut für Automatisierungstechnik und Qualitätssicherung (iAQ), Heidelberg

1 Notwendigkeit der Vergleichbarkeit

Die Qualität von Produkten ist heute ein entscheidendes Kriterium für den wirtschaftlichen Erfolg eines Unternehmens. Die Forderungen an die Qualität, die Kunden und Lieferanten miteinander vereinbaren oder die der Lieferant selbst festgelegt, müssen nachvollziehbar und nachprüfbar sein. Das bedeutet, daß sowohl der Lieferant als auch der Kunde in der Lage sein muß, die Qualität mit vereinbarten Mitteln zu prüfen und zu übereinstimmenden Prüfergebnissen zu gelangen.

Akustische Qualitätsprüfungen werden zunehmend häufiger mittels instrumenteller Meßmethoden durchgeführt. Die Prüfergebnisse sollen dabei grundsätzlich unabhängig von der eingesetzten Technik oder den verwendeten Prüfmitteln sein.

Wird z.B. die akustische Qualität mittels eines Schalldruckpegelwertes angegeben, so muß bei Einhaltung definierter Prüfbedingungen sowohl der Kunde als auch der Lieferant unabhängig von der verwendeten Technik übereinstimmende Prüfergebnisse erhalten.

Die Vergleichbarkeit von Prüfergebnissen ist nur durch eine rückführbare Kalibrierung der Prüfmittel zu gewährleisten. Die Rückführbarkeit erfolgt dabei nach Möglichkeit auf ein anerkanntes nationales oder internationales Normal.

Für den Bereich Akustik existieren nationale Normale und entsprechende Kalibriermöglichkeiten beim Deutschen Kalibrierdienst (DKD). Die Meßgrößen sind dort mit den u.a. Parametern meßbar.

Meßgröße	Meßbereich	Meßunsicherheit
Beschleunigung	1 Hz bis 20 kHz	0,1 % bis 1 %
Frequenzgang von Beschleunigungsaufnehmern	1 kHz bis 100 kHz	< 1 dB
Schalldruckpegel	31,5 Hz bis 16 kHz	0,06 dB bis 0,2 dB
Frequenzanalyse	0 Hz bis 100 kHz	1 dB

Tabelle einiger Kalibriermöglichkeiten des DKD

Für viele heute verwendeten akustischen Prüfgrößen existieren keine nationalen Normale. Dies gilt insbesondere für Prüfgrößen zur Prüfung von Produkten, die stochastische Schall- oder

Schwingungssignale emittieren. Als Beispiele dafür sind zu nennen: Wälzlager, Elektroantriebe, Getriebe, Lüfter, Getriebe usw..

2 Motivation für einen Ringversuch

In den unterschiedlichen Ebenen der Kalibrierhierarchie wird immer dann auf Ringversuche zurückgegriffen, wenn keine höheren Normale existieren oder die Vergleichspräzision unterschiedlicher Systeme bestimmt werden soll.

In zurückliegenden Versuchen des iAQ wurden mehrere bei Kunden eingesetzten Prüfsystemen miteinander verglichen. Als Prüfgrößen wurden der Gesamtpegel sowie die Oktav- bzw. Terzpegel verwendet. Als Vergleichssignalen wurden einerseits stationäres weißes und farbiges Rauschen sowie quasistationäre Schwingungssignale von Elektroantrieben verwendet. Die Ergebnisse dieser Versuche zeigten relativ gute Übereinstimmungen der Prüfwerte für die Rauschsignale, aber teilweise erhebliche Abweichungen für die Motorsignale.

Die Arbeitsgruppe „Akustische Qualitätssicherung“ (AG-AQS) hat beschlossen, den Ringversuch auszuweiten und weitere Mß- und Prüfsysteme in den Vergleich einzubeziehen. Einerseits soll damit Klarheit über die möglichen Unterschiede zwischen den Systemen sowie eine Klärung für die möglichen Ursachen dieser Unterschiede herbeigeführt werden.

Aus den Untersuchungen und ihren Ergebnissen sollen Empfehlungen für die akustische Qualitätsprüfung, für die Festlegung der Voraussetzungen und Randbedingungen zur Messung der Standardprüfgrößen erarbeitet werden. Diese Empfehlungen können zukünftig Grundlage für Vereinbarungen von Qualitätsforderungen zwischen Kunden und Lieferanten sein.

3 Verwendetes Signalmaterial

Sie erhalten ein DAT-Band mit den Referenzsignalen für den Ringversuch.

Signal-Nr.	Signalart	Signal-Nr.	Signalart
1	Kalibrierung Motorsignale	8	Kalibrierung Rauschsignale
2	Motorsignal 15 cw	9	WN Weißes Rauschen
3	Motorsignal 15 ccw	10	wie 10 aber -10dB
4	Motorsignal 42 cw	11	wie 10 aber -20dB
5	Motorsignal 42 ccw	12	PN Rosa Rauschen
6	Motorsignal 24 cw	13	wie 12 aber -10dB
7	Motorsignal 24 ccw	14	wie 12 aber -20dB

4 Prüfgrößen und Kalibrierung

Für den Vergleich der Systeme wurden Prüfwerte zu folgenden Prüfgrößen erbeten:

- Gesamtpegel
- Terzpegel zu Terzmittenfrequenzen von 63 Hz bis 1500 Hz.

Signal 1 dient als Kalibriersignal für die Motorsignalsignale 2 - 7. Beziehen Sie sich bei der Angabe der Gesamt- und Terzpegel auf den Pegel des Signals 1. Er entspricht 0 dB bei einer Anregung von 10 m/s² und 159 Hz.

Das Signal 8 ist das Kalibriersignal für die Rauschsignale. Es handelt sich um einen Sinus von 1 kHz bei einer Amplitude von 0 dB. Die Pegel der Rauschsignale 9 bis 14 werden auf dieses Signal bezogen.

5 Angeschlossene Firmen

An dem beschriebenen Ringversuch haben sich bis Juli 1998 die nachfolgenden Firmen mit einem oder mehreren Prüfsystemen beteiligt:

BMW AG
Werk Regensburg
Qualitätsanalyse Gesamtfahrzeug
Herbert-Quandt-Allee
D - 93055 Regensburg

CMS
Computergestützte Meßsysteme GmbH
Einsteinstr. 61-63
D - 76275 Ettlingen

IMT
Industrie Meßtechnik GmbH & Co. KG
Leopoldstr. 1
D - 78112 St. Georgen

Interelectric AG
QW/Q-Technik/Planung
Brünigstr. 220
CH - 6072 Sachseln

Küster + Co.
Am Bahnhof 14
D - 35630 Ehringshausen

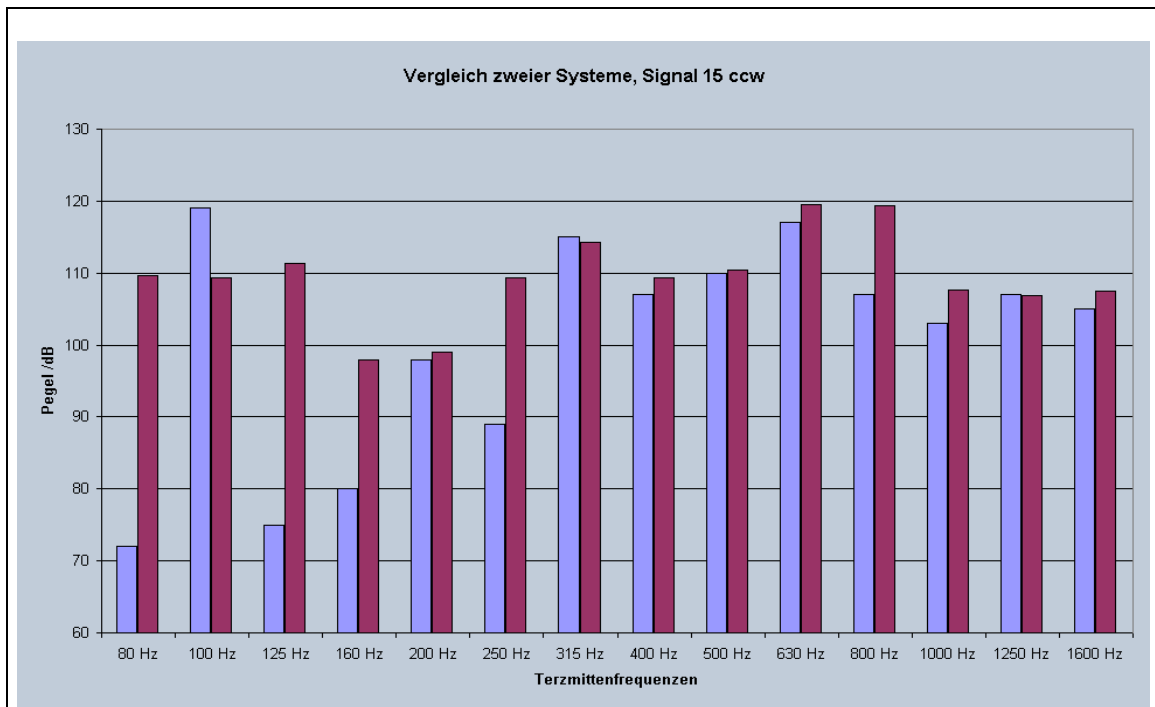
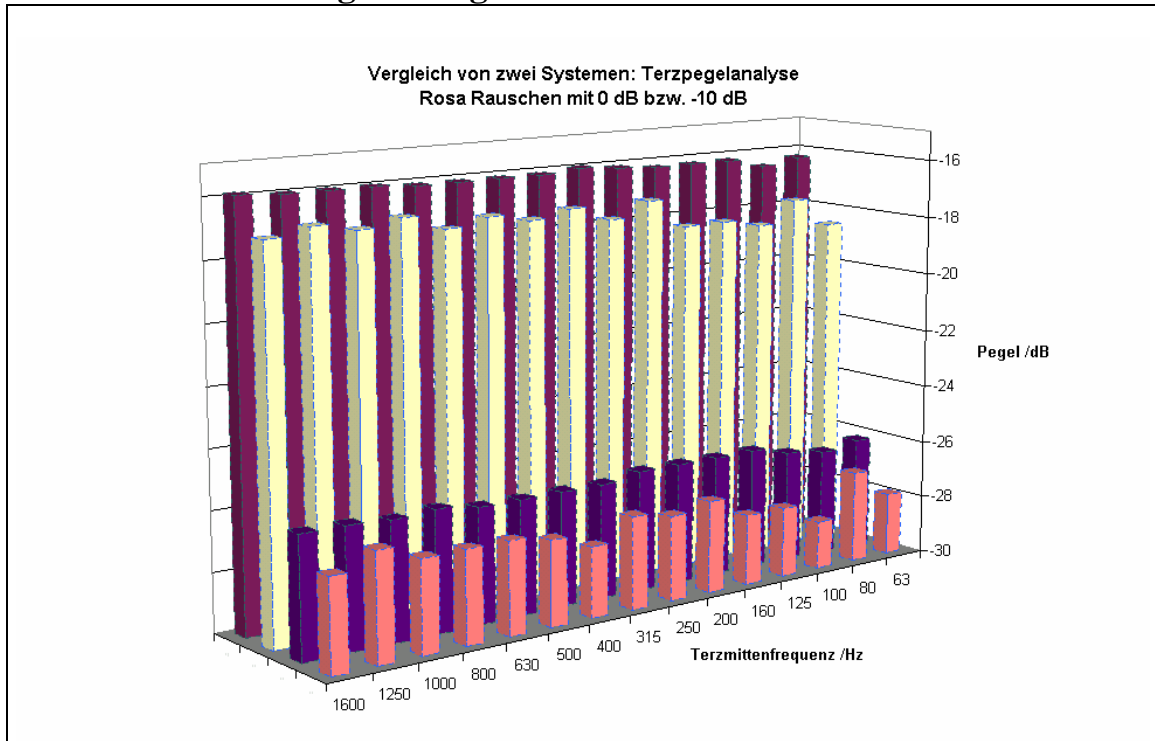
Müller BBM GmbH
Digitale Meßsysteme
Postfach 11 63
D - 82141 Planegg

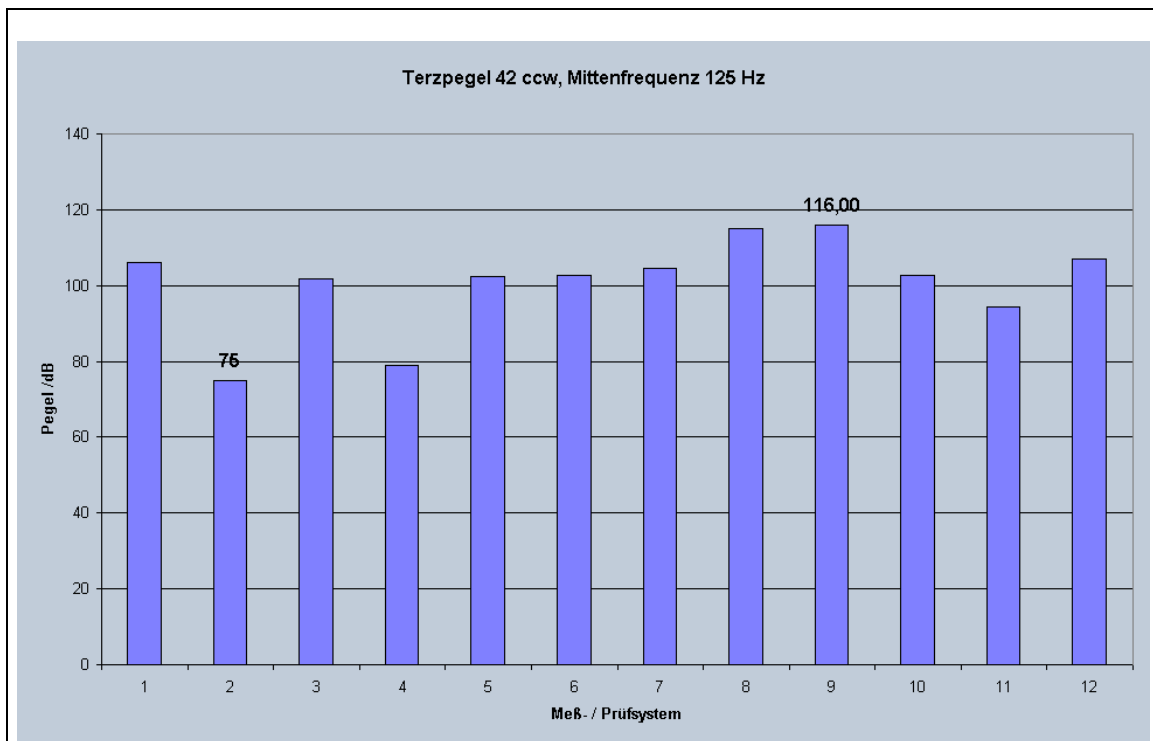
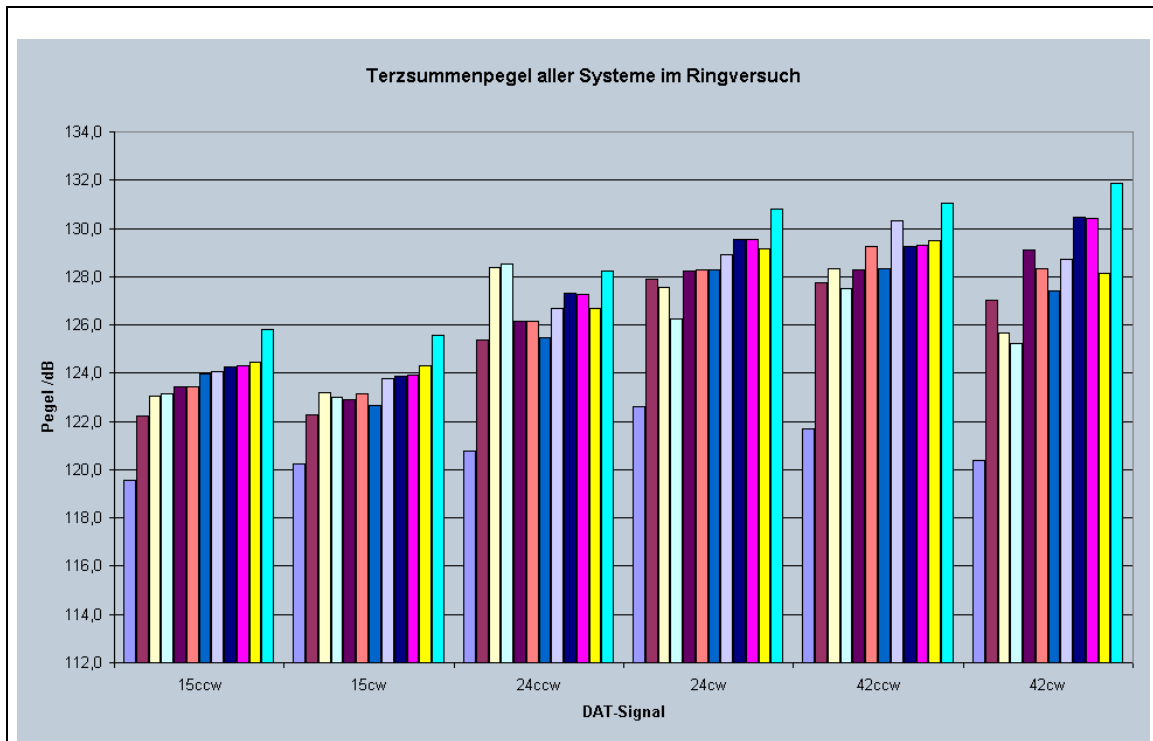
Neutrik Cortex Instruments GmbH
Erzbischof-Buchberger-Allee 14
D - 93051 Regensburg

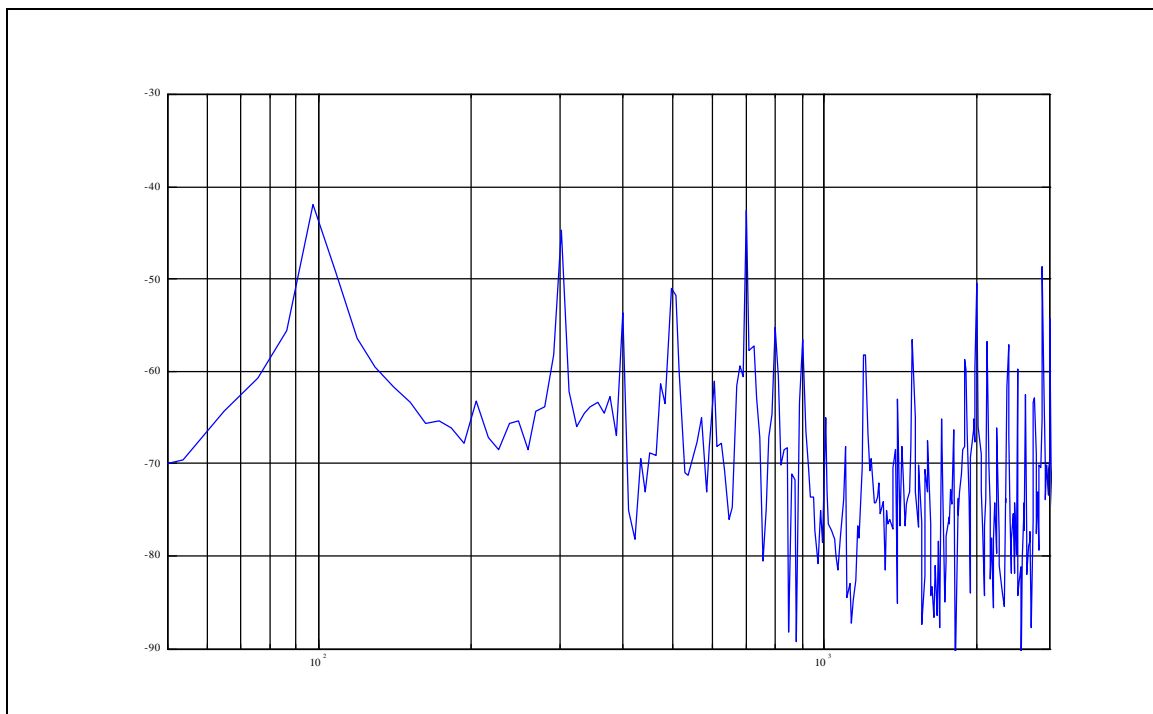
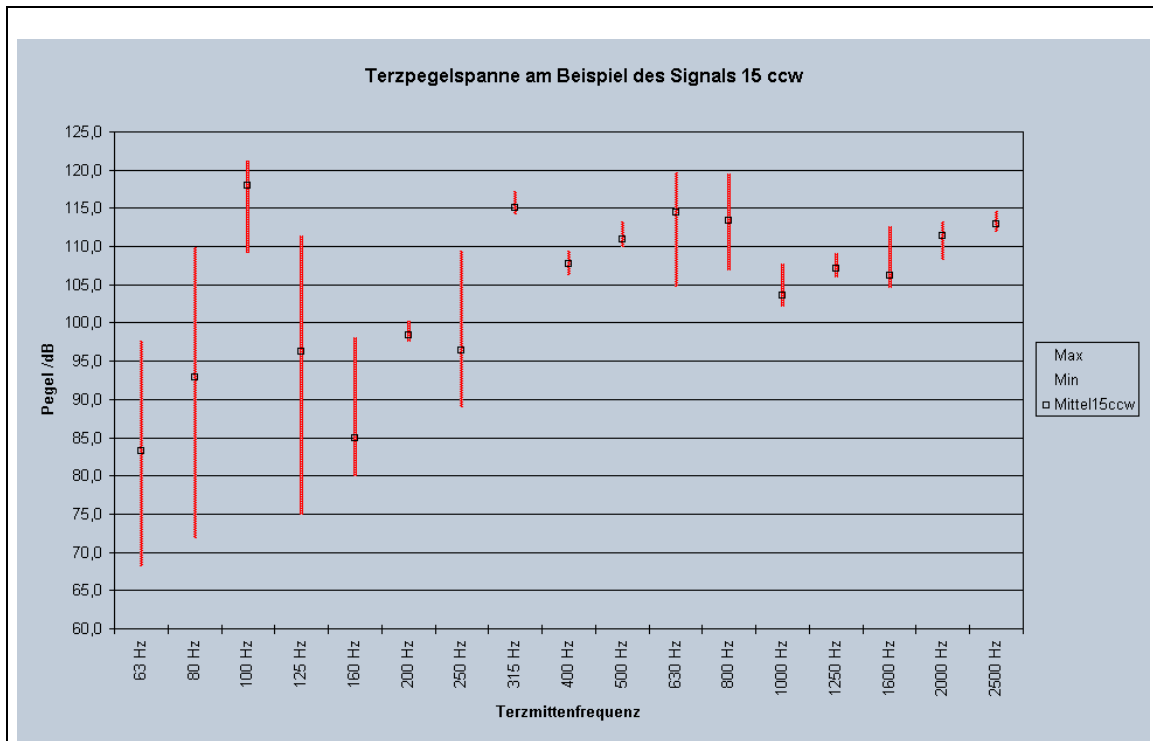
RTE Akustik + Prüftechnik GmbH
Gewerbestr. 26
D - 76327 Pfinztal

Die Ringversuche werden fortgeführt. Weitere Firmen haben sich zur Teilnahme bereiterklärt. Die Ergebnisse lagen bis zur Drucklegung noch nicht vor.

6 Zusammenstellung der Ergebnisse







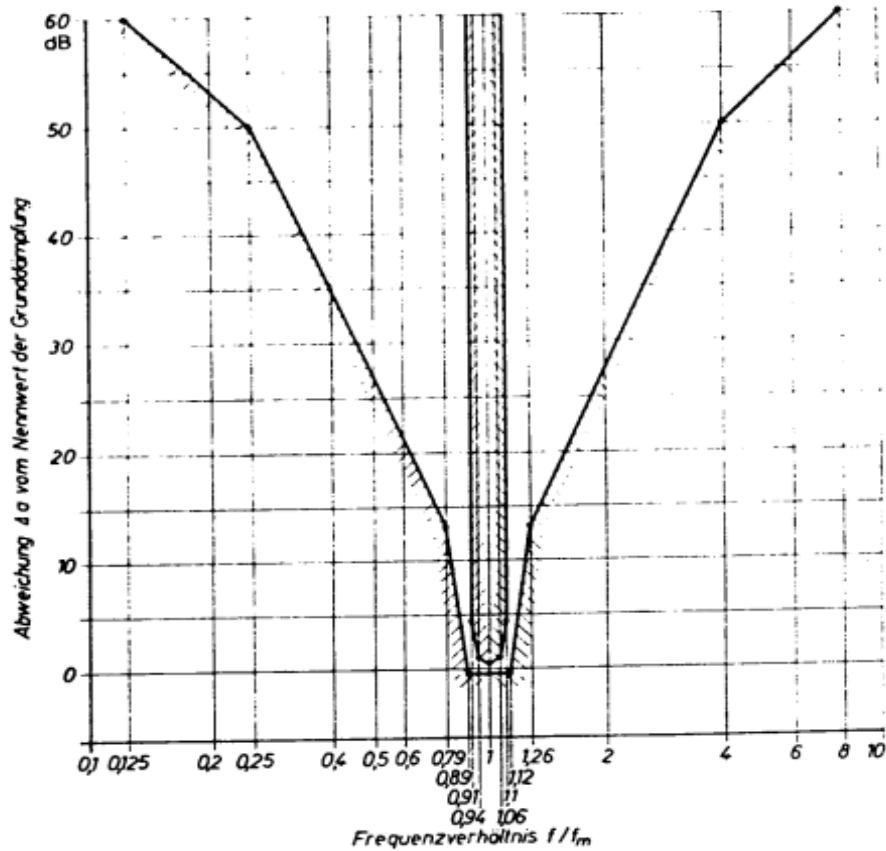


Bild 1. Toleranzschema für die Betriebsdämpfung eines Filters.

Analog	Digital	
analoge Filterbank	digitale Filterbank	FFT
<ul style="list-style-type: none"> - Flankensteilheit - Lage der Eckfrequenzen - Einschwingverhalten 	<ul style="list-style-type: none"> - Flankensteilheit - Lage der Eckfrequenzen 	<ul style="list-style-type: none"> - niederfrequente Terzen - diskrete Terzgrenzen (Frequenzquantisierung) - analoge & digitale Vorverarbeitung
Mittelung der Einzel-Meßwerte über einen definierten Zeitraum, ggf. mit zeitlicher Gewichtung		