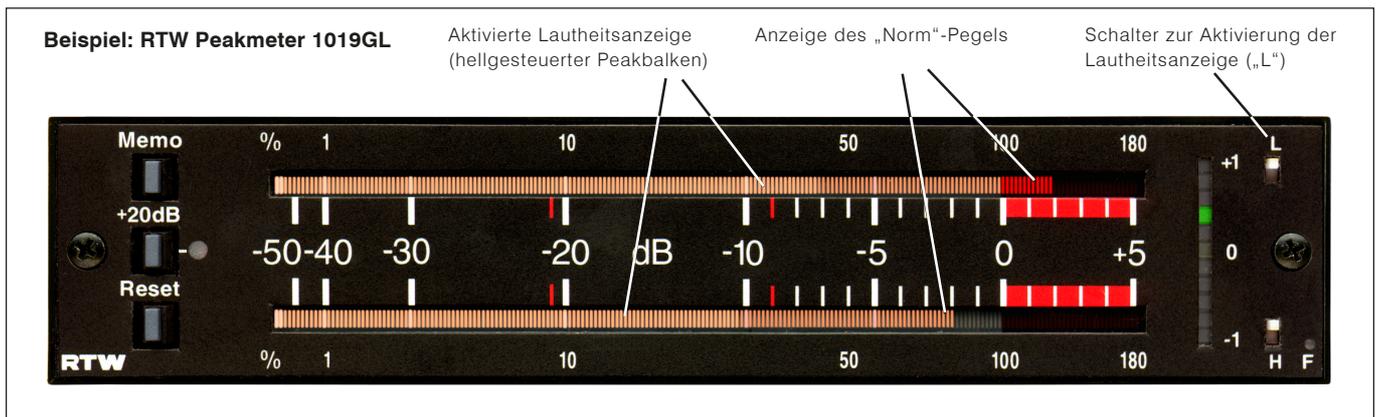


### Die Lautheitsanzeige im RTW Aussteuerungsmesser (1019, 1034G, 1039G, 11528G, 11529G, 11529G-DIN, 1204A, 1205D)



#### Frequenzbewertungskurve

Für die Lautheitsanzeige in den RTW Aussteuerungsmessern (Peakmeter) werden - analog zu den Vorgängen im menschlichen Gehör - die beiden dominanten Tonsignalparameter „Frequenz“ und „Impuls“ einer hörphysiologischen Bewertung unterworfen.

Die Signale durchlaufen eine Filterschaltung, deren Kurvenverlauf in umfangreichen Optimierungsarbeiten im Funkhaus Berlin ermittelt wurde.

#### Das Optimierungsverfahren

Die technische Realisierung nutzt die Ergebnisse einer großen Zahl von Hörtests, für die sich viele hörgeschulte Fachleute - Tonmeister und Toningenieur - in mehreren Abhörterminen zur Verfügung gestellt haben.

Aus dem Schallarchiv wurden Wort- und Musikbeispiele unterschiedlichen Charakters ausgesucht und in kurzen Ausschnitten mit einer Dauer von 10 - 30 Sekunden paarweise zusammengestellt. Die Einzelstücke eines jeden Paares entsprachen dem Prinzip der Gegensätzlichkeit ihrer technischen und künstlerischen Parameter, insbesondere auch in Bezug auf Impulshaltigkeit und Frequenzverteilung. Beiträge aus dem Bereich „Musik“ (Orgel-, Kammer-, Orchester-, Chor- und Popmusik) gehörten ebenso wie verschiedenste Programmausschnitte aus dem Bereich „Wort“ (männliche und weibliche Sprache) zu den 30 Beispielpaaren verschiedenster Schallereignisse.

Die Gruppe der Test-Hörer hat in individuellen Abhörterminen die Beispiele eines jeden Paares auf subjektiv gleiche Lautstärke gepegelt. Auf dem Pegelsteller wurden dabei die von jedem Testhörer individuell eingestellten Korrekturwerte in „dB“ abgelesen, pro Einzelbeispiel zusammengetragen, davon der Mittelwert errechnet und dieser dann zum Nachpegeln des betreffenden Programmausschnitts herangezogen. So konnte ein Testband erstellt werden, das subjektiv gleiche Lautstärke der Einzelbeispiele eines jeden Programm-Beispielpaares aufwies.

Die Abhörlautstärke der Beispiele „Kammermusik“, „Sinfonik“, „Popmusik“, usw. lag in einem Dynamikbereich von 66 dB bis 99 dB.

Für die weiteren Untersuchungen wurde ein Loudness-Peakmeter eingesetzt, dessen Loudness-Messteil zunächst eine Frequenzbewertungskurve nach ISO/R26 verwendete (80-dB-Kurve, siehe Abbildung auf der Rückseite unten). Mit Hilfe eines vorgeschalteten Terzfilters konnte für jedes Programm-Beispielpaar die Differenz der angezeigten Lautheitswerte minimiert werden. Zu berücksichtigen waren dabei die Auswirkungen einer jeden Einstelländerung auf jedes der übrigen Programm-Beispielpaare, was aufgrund der notwendigen hohen Zahl von Versuchsreihen beträchtliche Zeit in Anspruch nahm. Diese Arbeit brachte als Ergebnis die optimierte, übergreifende Frequenzkorrekturkurve.

## Loudness

### Überprüfung der ermittelten Frequenzbewertungskurve

Ein abschließender Test mit der Gruppe hörgeschulter Testpersonen bestätigte die erzielte Frequenzbewertungskurve.

Dazu wurden alle Programm-Beispielpaare mit einem Loudness-Peakmeter auf möglichst gleichen Lautheitsanzeigewert angesteuert und in zwei unterschiedlichen Durchgängen aufgezeichnet. Der erste Durchgang verwendete im Aussteuerungsinstrument die ISO/R26-Kurve (siehe Abbildung unten), der zweite Durchgang die in den vorangegangenen Testreihen entwickelte Frequenzbewertungskurve. Bei weiteren Abhörterminen haben die Testpersonen ihre subjektiven Lautstärkeindrücke klassifiziert und in Tabellen eingetragen, aus denen die mittlere Abweichung errechnet wurde (siehe Tabelle unten).

Die ca. 2 % der als deutlich unterschiedlich laut empfundenen Programmbeispiele lassen sich aufgrund der komplizierten hörphysiologischen Vorgänge und der Signalkomplexität mit vertretbaren technischen Mitteln nicht weiter reduzieren.

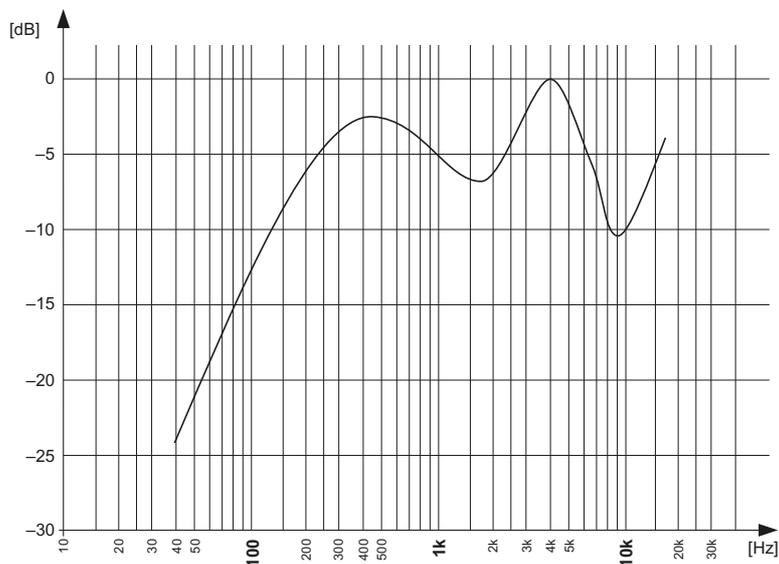
### Energiegehalt von Tonprogrammen

Ein weiterer wichtiger Faktor für die Korrelation von visueller Lautheitsanzeige zum Lautheitsempfinden stellt die Art der Tonsignalgleichrichtung dar. Die oben beschriebenen guten Testergebnisse sind mit RMS-Gleichrichtung erreicht worden, die den Energieinhalt von Tonprogrammen für Lautheitsanzeige umformt. Deshalb verfügen die RTW Aussteuerungsmesser mit Loudness-Meter ebenfalls über RMS-Signalgleichrichtung.

### Mittlere Abweichung

Subjektive Empfindung:	gleich laut	etwas unterschiedlich	deutlich unterschiedlich
Instrument mit ISO/R26-Kurve:	36,3 %	55 %	8,7 %
Instrument mit ermittelter Bewertungskurve (wie verwendet in RTW Aussteuerungsmessern)	58,8 %	39 %	2,2 %

ISO-Empfehlung R26 (80-dB-Kurve)



Technische Änderungen vorbehalten. 10/2005