

5. Mikrofonverstärker

Wie beim 0-Ohm-Verstärker so wird auch beim Mikrofonverstärker der Störpegel auf den Eingang bezogen, um so eine bessere qualitative Aussage machen zu können. Bei der Störpegelmessung wird der Mikrofonverstärker - wie bereits erwähnt - definitionsgemäß mit $R_1 = 200 \text{ Ohm}$ abgeschlossen. Nach Nyquist und unter Berücksichtigung eines Korrekturwertes für die Bewertung ergibt sich der Störpegel in dBqp zu

$$P_{1\text{stb}} = (10 \cdot \lg \frac{4 \cdot K \cdot T \cdot \Delta f \cdot R_1}{0,775^2}) + 13 \quad (5)$$

Mit $R_1 = 200 \text{ Ohm}$, $t = 21^\circ \text{ C}$ und $\Delta f = 15 \text{ kHz}$ erhält man einen bewerteten Störpegel von $P_{1\text{stb } 200} = -118 \text{ dB}_{\text{qp}}$.

Dies ist die physikalische Grenze. Da die Messung des Störpegels am Verstärkerausgang erfolgt, gilt:

$$P_{2\text{stb}} = P_{1\text{stb}} + v_{\text{(dB)}} \quad (6)$$

Auf den Eingang bezogen wird dann entsprechend:

$$P_{1\text{stb}} = P_{2\text{stb}} - v_{\text{(dB)}} \quad (6a)$$

Der theoretische Grenzwert von $p_{1stb} = -118$ dBqp entsprechend Gleichung (6a) wird nur bei großer Verstärkung annähernd erreicht, da dann das durch den Eingangsabschlußwiderstand (R_1) von 200 Ohm ausgelöste Rauschen gegenüber dem verstärkereigenen Rauschen überwiegt. Somit wird nach höheren Verstärkungen hin der Störpegel einer Tonregieanlage maßgeblich durch die Mikrofonverstärkung bestimmt.

Die Qualität guter Mikrofonverstärker zeigt sich aber insbesondere bei geringerer Verstärkung, wie sie in praxi heute vorwiegend genutzt wird. In diesem Bereich dominiert das verstärkereigene Rauschen. Ein meist vorhandener Verstärkungsfeinsteller, der im allgemeinen eine Verstärkungsänderung in der Endstufe des Mikrofonverstärkers bewirkt, hebt dann den Störpegel zusätzlich noch an.

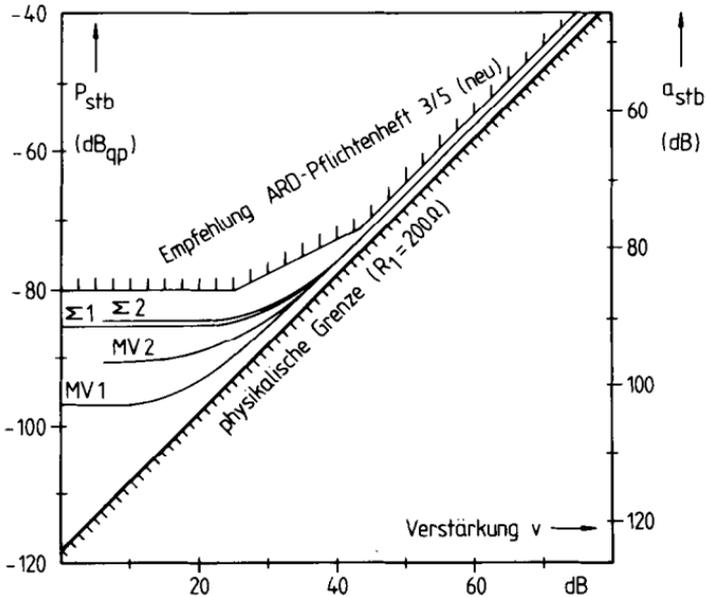


Bild 7: Betriebskennlinie einer Tonregieanlage (gemessen und berechnet) sowie empfohlene Pflichtenheft-Grenzkurve und physikalische Grenze
 Kurve MV 1: Minimaler Störpegel des Mikrofonverstärkers
 " MV 2: Maximaler Störpegel des Mikrofonverstärkers (angen. max. Feinverstärkung: 6 dB)
 Kurve $\Sigma 1$: Betriebskennlinie, Gesamtstörpegel am Mischpultausgang mit MV 1
 Kurve $\Sigma 2$: Betriebskennlinie, Gesamtstörpegel am Mischpultausgang mit MV 2.

Kurve MV 1 in Bild 7 zeigt das Störpegelverhalten eines guten Mikrofonverstärkers in Abhängigkeit von der Mikrofonverstärkung v , Kurve MV 2 dagegen das Störpegelverhalten, wenn ein vorhandener Verstärkungseinsteller auf beispielsweise 6 dB geschaltet ist.

Heute sind Störpegelabstände bei guten Mikrofonverstärkern von $a_{\text{stb}} \approx 100$ dB (bei $v = 0$ dB) realisierbar. Eine überschlägige Berechnung zeigt, daß ein wesentlich besserer Störabstand von Mikrofonverstärkern in analogen Mischpulten kaum noch nutzbar ist, weil sie nur eine von etlichen Störquellen innerhalb eines Mischpultes darstellen.

6. Betriebskennlinie

Das gesamte Rauschen eines Kanales vom Mikrofonverstärker über Gruppe und Summe bis hin zum Mischpultausgang ergibt die anfangs erläuterte Betriebskennlinie. Sie errechnet sich aus dem Störpegel der Einzelkomponenten eines Mischpultes entsprechend Bild 1 zu

$$\sum p_{\text{stb}} = 10 \cdot \lg \left(10^{\frac{P_B(v)}{10}} + 10^{\frac{P_C}{10}} + \dots + 10^{\frac{P_J}{10}} \right) \quad (7)$$

Die einzige Veränderliche in dieser Kette ist in P_B zu finden, dem verstärkungsabhängigen Rauschen des Mikrofonverstärkers. In den Knotenpunkten für Gruppen- und Summenbildung ist definitionsgemäß $n = 1$. Für hochqualitative Tonmischpulte werden ohne größere Mühe vom Entzerrer-Eingang bis zum Mischpult-Ausgang (p_C bis p_n) bewertete Störpegel von etwa - 86 dB erreicht. Wenn man diese Werte berücksichtigt, erhält man die in Bild 7 dargestellten Kurven $\Sigma 1$ und $\Sigma 2$. Die empfohlenen Grenzwerte für die Betriebskennlinie sind ebenfalls in Bild 7 dargestellt.

7. Schlußbemerkung

Die Qualität analoger Tonstudiomischpulte hinsichtlich Störabstand läßt sich - bei sorgfältiger Entwicklung und bei rechtzeitigem Erkennen neuralgischer Punkte - in vielen Fällen verbessern. Die Vorschläge für ein neues ARD-Pflichtenheft 3/5 hinsichtlich Anforderungen an Systemrauschen und Betriebskennlinie sind ohne erhöhten Kostenaufwand realisierbar. Die aus der Erfüllung dieser Anforderungen resultierende Qualität muß auch für digitale Tonregieanlagen Maßstab sein.

Die technologischen Probleme bei den Digitalwandlern führen dazu, daß die Qualität analoger Produktions-Tonstudiomischpulte noch für einige Jahre hinaus "tonangebend" bleiben wird.