

DSB – Referat Barrierefreies Planen und Bauen (BPB)  
Dipl.-Ing. Carsten Ruhe, Bickbargen 151, 25469 Halstenbek

Referatsleitung:  
Dipl.-Ing. Carsten Ruhe  
TAUBERT und RUHE GmbH  
Beratungsbüro für Akustik  
Bickbargen 151, 25469 Halstenbek  
Tel: 04101-51779-0, Fax: 04101-51779-10  
[DSB-Referat-BPB@schwerhoerigen-netz.de](mailto:DSB-Referat-BPB@schwerhoerigen-netz.de)

# Einmessen und „Einhören“ von IndukTiven Höranlagen bei der Abnahme

Ansprechpartner / Antwort erbeten an:  
Dipl.-Ing. Carsten Ruhe  
im Hause TAUBERT und RUHE GmbH  
Bickbargen 151, 25469 Halstenbek  
Tel: 04101-51779-0, Fax: 04101-51779-10  
[carsten.ruhe@taubertundruhe.de](mailto:carsten.ruhe@taubertundruhe.de)

2010-03-29

Der folgende Text ist unterteilt in die beiden Abschnitte der objektiven messtechnischen Überprüfung und der subjektiven Hörüberprüfung. Die messtechnische Prüfung sollte immer vorab stattfinden; wenn sie nämlich nicht klappt, dann brauchen die Schwerhörenden sich auch gar nicht anzustrengen, irgendein Signal zu hören oder zu verstehen:

## Objektive messtechnische Überprüfung des Nutzsignals

Bei der Abnahme einer IndukTiven Höranlage werden als Mess-Signale „Stationäres Rosa Breitbandrauschen“ und „Stationäres terzgefiltertes Rauschen“ (mindestens bei den Frequenzen 250 Hz, 1 kHz und 4 kHz) sowie „Sprachsimulierendes Rauschen“ verwendet, die auf (derzeit zwei) Mess-CDs vorliegen. Der CD-Player wird an den Eingang des Mischpultes angeschlossen und der Pegel des Messsignals auf „Vollaussteuerung“ eingeregelt. Wenn die Installationsfirma vorab den Konstantstrom-Verstärker der IndukTiven Höranlage bereits richtig justiert hat, so soll bei Anregung mit Stationärem Rosa Breitbandrauschen oder Stationärem Terzrauschen im entsprechenden Zuhörerbereich eine mittlere Feldstärke von 100 mA/m erreicht werden. Wenn man aber Sprachsimulierendes Rauschen einspielt, dessen Pegel im Rhythmus von Sprache schwankt, so soll bei den Pegelspitzen eine Feldstärke von 400 mA/m erreicht werden.



**DSB-Bundesgeschäftsstelle**  
Geschäftsführer Detlev Schilling  
Breite Straße 23, 13187 Berlin  
Telefon: (030) 47 54 11 14  
Telefax: (030) 47 54 11 16  
E-Mail: [dsb@schwerhoerigen-netz.de](mailto:dsb@schwerhoerigen-netz.de)  
Internet: [www.schwerhoerigen-netz.de](http://www.schwerhoerigen-netz.de)

**Bankverbindung**  
Bank für Sozialwirtschaft  
BLZ 100 205 00  
Konto: 3 133 400  
IBAN: DE19100205000003133400  
BIC: BFSWDE33BER

**Vorstand**  
Dr. Harald Seidler (Präsident)  
Renate Welter (Vizepräsidentin)  
Klaus Dickerhof (Vizepräsident)  
Hans Brotzmann (Schatzmeister)  
Eingetragen beim Amtsgericht  
Berlin-Charlottenburg, VR 25501

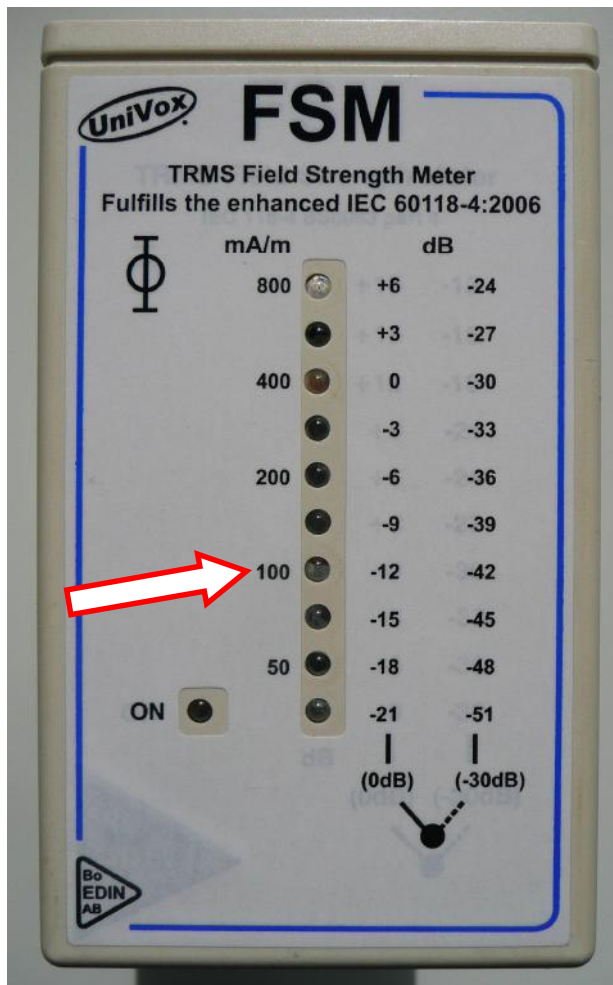
Mitglied im  
PARITÄTISCHEN  
Wohlfahrtsverband

Mitglied in der  
BAG Selbsthilfe e.V.

Sinnvoll ist es, mit dem Einspielen des Stationären Rosa Breitbandrauschens zu beginnen und für einen ersten Überblick - noch vor Beginn der eigentlichen Messungen - mit einem auf „T-Spule“ geschalteten Hörgerät / Cochlea-Implantat (HG/CI) oder mit einem Induktionsempfänger und Kopfhörer den Zuhörerbereich abzuschreiten. Weil das eingespeiste Signal sehr konstant ist, kann man auffällige Pegelunterschiede gut lokalisieren. Insbesondere wenn man vom Randbereich zur Mitte geht, wird man bei großen Räumen Pegelunterschiede feststellen. Siehe hierzu auch die Grafik auf Seite 3.



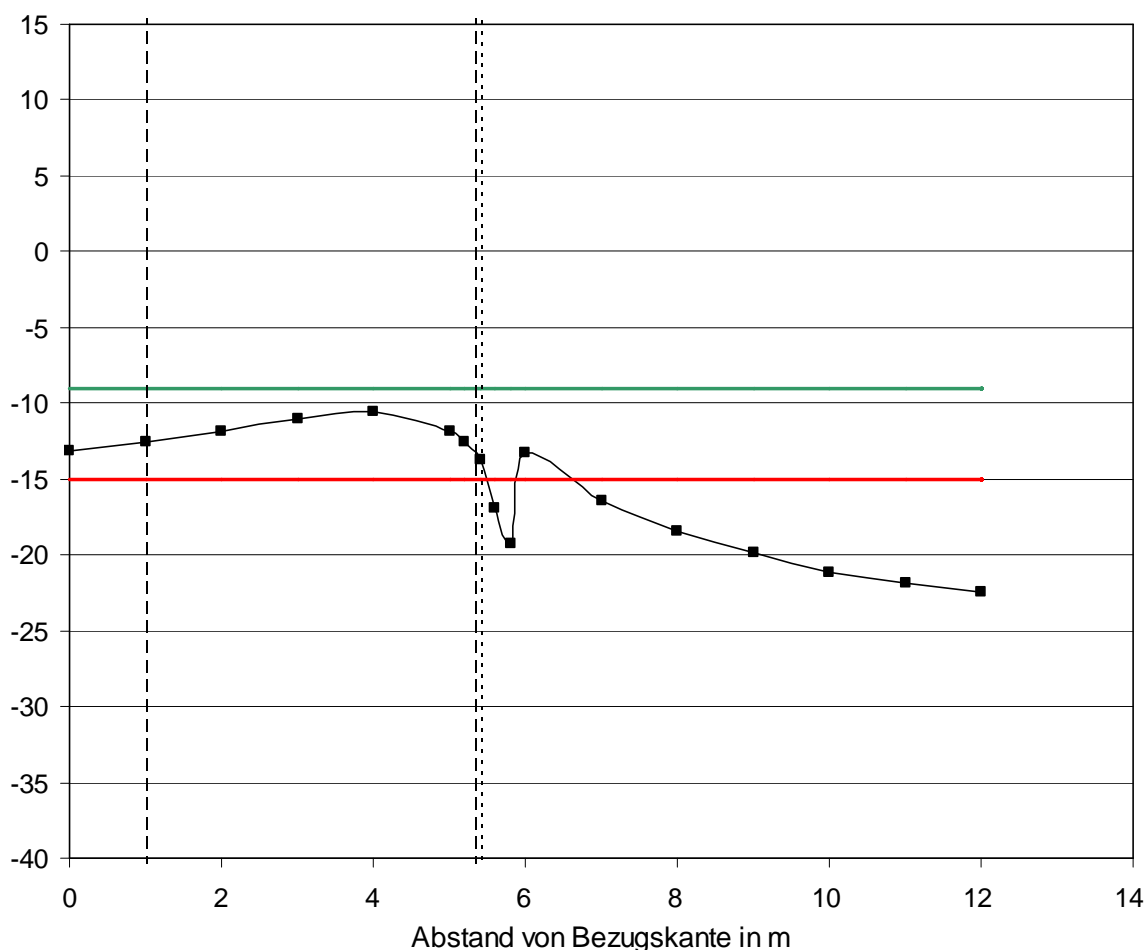
Oberseite des BoEdin-FSM



Im Anschluss an diese „erste Horchprobe“ oder sogar parallel dazu wird mit dem Messempfänger FSM der Firma BoEdin oder Proloop von Humantechnik die Pegelanzeige beobachtet. An der Oberseite des hier gezeigten Gerätes gibt es nicht nur den Ein-Aus-Schalter (ON/OFF) sondern einen weiteren mit der Beschriftung 0 dB/-30 dB und einen dritten mit der Beschriftung linear/A-bewertet (FLAT/A). Diese drei Schalter müssen in den Stellungen ON, 0 dB, FLAT stehen. Wenn man das Gerät senkrecht in Ohrhöhe einer sitzenden Person positioniert, so soll die Pegelanzeige der „Thermometerskala“ bei -12 dB (entsprechend 100 mA/m) liegen, sofern mit Stationärem Rosa Breitbandrauschen oder mit Terzrauschen angeregt wird. Die Werte werden in der linken Zahlenspalte abgelesen. Bei der Anregung

mit Sprachsimulierendem Rauschen soll in den lauten Phasen eine Pegelanzeige bis 0 dB (entsprechend 400 mA/m) erreicht werden.

Achtung: Typischerweise gibt es diesen Sollpegel nicht überall im Zuhörerbereich. Etwa 1 m innerhalb des Schleifenringes wird der höchste Pegel erzielt, er nimmt zur Mitte hin etwas und außerhalb der Schleife deutlich ab. Geringfügig außerhalb der Schleife ist fast kein Messsignal zu empfangen, wenn das Messgerät in der üblichen senkrechten Lage positioniert ist. Dreht man das Gerät jedoch flach und zwar in der Richtung, dass die Spulenachse senkrecht zur Schleife ausgerichtet ist (nicht parallel), so hat man wieder einen sehr starken Pegel. Die Anlage ist hinsichtlich des Gesamtpegels in Ordnung, wenn im typischen Zuhörerbereich Pegelanzeigen zwischen -15 dB und -9 dB (entspr. -12 dB  $\pm$ 3 dB) erreicht werden.



Im hier dargestellten Fall wurde mit dem Stationärem Rosa Breitbandrauschen nur eine Hälfte der symmetrischen Schleife geprüft. Die beiden grob gestrichelten senkrechten Linien stellen die Lage des rechten Bankblockes (im Hauptschiff der hier überprüften dreischiffigen Kirche) dar und die fein

gestrichelte Linie gibt die Position der Ringschleife rechts außerhalb der Bänke an. Innerhalb der Schleife liegen die Messwerte im Toleranzfeld, im benachbarten Südschiff sind sie jedoch bereits zu leise.



Im Anschluss an die Überprüfung mit Stationärem Rosa Breitbandrauschen sollte eine weitere Überprüfung mit Stationärem Terzrauschen, mindestens bei den Frequenzen 250 Hz, 1 kHz und 4 kHz erfolgen. Da auf der Mess-CD dieses Terzrauschen mit dem gleichen Pegel aufgezeichnet ist wie das Breitbandrauschen, soll an denselben Messpositionen wie vorher auch derselbe Pegel erreicht werden. Insbesondere bei 4 kHz ist dies häufig schwierig

und auch platzabhängig, so dass mit gewissen Einschränkungen bei der Sprachverständlichkeit gerechnet werden muss.

Wenn diese beiden Prüfungen, einerseits der Gesamtwerte und andererseits bei verschiedenen Frequenzen in Ordnung sind, dann dient die Überprüfung mit sprachsimulierendem Rauschen nur noch der letzten Sicherheit, nämlich dafür, dass auch bei kurzfristigen Spitzen-Schallpegeln der Sprache der erforderliche Strom in die Ringschleife eingespeist wird.

Für diese Überprüfungen sollte man mindestens einen Zeitbedarf von 1 Stunde einplanen, sofern eine fachkundige Person des Hauses anwesend ist, die dem Prüfenden bei der Einspeisung der Messsignale hilft und (ganz wichtig!) sofern keine weiteren Personen im Raum sind, die während der Messungen den Ablauf durch Zwischenfragen stören. Insbesondere schwerhörende Beobachter des Messablaufes sind (zu Recht) immer sehr wissbegierig, sollten sich aber mit Ihren Fragen bis nach Abschluss dieser messtechnischen Überprüfungen zurückhalten.

## Messung der Störgeräusche

Auch bezüglich der Erfassung der Störgeräusche ist in zwei Schritten zu verfahren. Dabei geht es einerseits um die objektive Messung der von dritter Seite einwirkenden Störungen (z. B. von Dimmern, Motoren, Transformatoren) allein und andererseits um die subjektive Hörüberprüfung der Störeinwirkung gemeinsam mit dem Nutzsignal.

### Objektive messtechnische Überprüfung der Störgeräusche

Für die messtechnische Überprüfung ist zunächst zu erfragen, welche möglichen Störquellen im Hause vorhanden sind. Typischerweise sind dies Lichtstellanlagen (Dimmer) sowie Transformatoren oder auch Motoren der Lüftungsanlage oder ähnlich. Bei letzteren werden häufig am Tage andere Laststufen gefahren als abends während einer Aufführung. Sie lassen sich auch nicht mit einfachen Mitteln gezielt einstellen und variieren. Derartige Störungen lassen sich also nur in der Form erfassen, wie sie am Tage des Hörtestes vorhanden sind.

Bei den Lichtstellanlagen ist dagegen eine gezielte Regelung mittels der so genannten „Dimmer“ möglich. Hierzu wählt man bei einer bestimmten Leistungsstufe (z. B. 50 %) einen Messort aus, an dem das Störsignal recht deutlich zu hören ist und dann beobachtet man während des Aufwärts- bzw. Abwärtsregels der elektrischen Leistung, bei welcher Stufe die Störgeräusche am lautesten vernehmbar sind. Bei größeren Theatern gibt es häufig nicht nur einen, sondern für die verschiedenen Scheinwerferketten mehrere Dimmer, so dass man diese Beobachtungsreihe auch mehrfach durchführen muss. Für die anschließende objektive messtechnische Untersuchung wird das Feldstärkemessgerät FSM mit der Schalterstellung ON, -30 dB, A-bewertet verwendet und die LED-Anzeige beobachtet. Jetzt gelten die Werte in der rechten Zahlenspalte. Die Beurteilungsgrößen nach DIN EN IEC 601018-4 lauten dazu wie folgt:

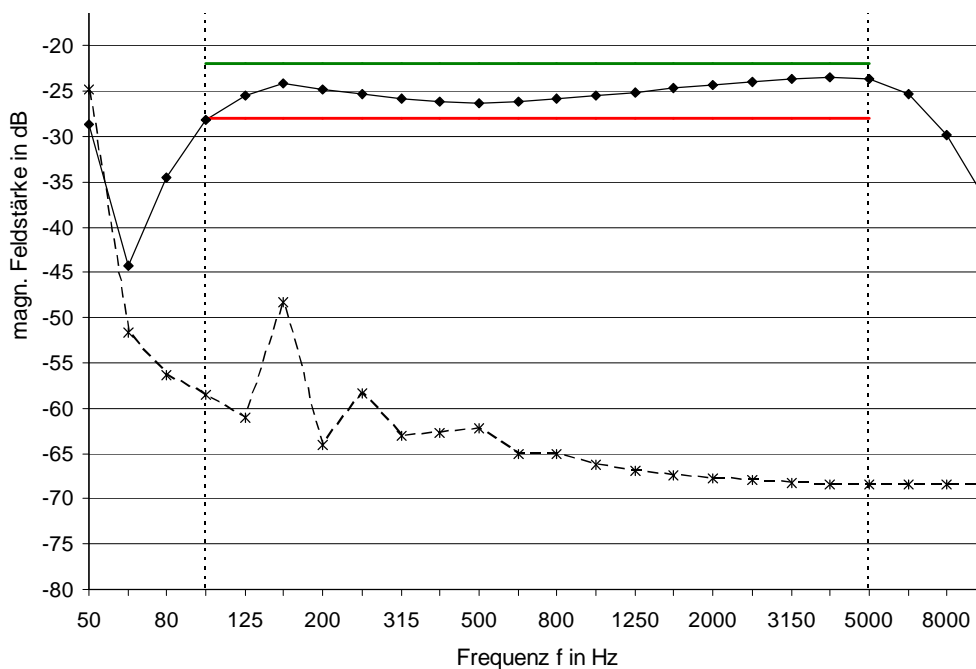
Störsignalpegel gut	≤ - 47 dB(A)
Störsignalpegel befriedigend	≤ - 32 dB(A)
Störsignalpegel noch ausreichend	≤ - 22 dB(A)





Die objektive Überprüfung mit einem kalibrierten Messempfänger CMR2 und nachgeschaltetem Frequenzanalysator AL1 zeigt das nebenstehende Bild. Deutlich sind die Pegelspitzen bei 50, 100, 150, 200, 250 sowie 300 Hz erkennbar. Am lautesten ist in diesem Fall der 100 Hz-Wert.

Für nur seltene Messungen ist der Aufwand recht groß, falls man nicht den Frequenzanalysator wegen anderer Messungen ohnehin besitzt. Man erhält jedoch bessere Aussagen, ob diese Pegel störend sein können.



Ausschnitt aus einem Messdiagramm mit den Frequenzgängen von Rosa Breitbandrauschen im Toleranzfeld und des Störsignalpegels. Markiert sind die Frequenzgrenzen von 100 Hz und 5.000 Hz

## Subjektive Hörüberprüfung des Nutzsignals, erster Teil

Die subjektive Überprüfung sollte in zwei Schritten erfolgen. Für beide ist es sinnvoll, Sprachdarbietungen von einer „Tonkonserve“, z. B. aus einem Hörbuch oder ähnlich, zu verwenden. Ein natürlicher Sprecher wird häufig durch die Tätigkeiten im Saal irritiert, so dass es zu Unterbrechungen des Sprachsignals kommt. Dies ist bei der Abstrahlung eines aufgezeichneten Sprachsignals nicht der Fall.

In einem ersten Schritt der Hörüberprüfung wird das Sprachsignal in gleicher Weise in das Mischpult eingespeist wie zuvor das Messsignal und die Schwerhörenden können damit die Qualität der ausschließlich elektroakustischen Übertragung beurteilen. Dies ist deshalb wichtig, weil üblicherweise nur dieser Teil zum Leistungsbereich des Lieferanten der Induktiven Höranlagen gehört. Wie zuvor bei der messtechnischen Überprüfung ist es bei diesem Test wichtig, dass auch auf unterschiedlichen Plätzen im Saal gehorcht wird. Wenn nämlich einzelne Personen an jeweils einer einzelnen Position verharren, so ist es nicht verwunderlich, wenn sie unterschiedliche Meinungen über die Qualität der Sprachverständlichkeit haben. Deshalb ist für jede Testperson eine „Mittelwertbildung“ sinnvoll.

Schwerhörende Personen mit Telefonspule im HG/CI verwenden typischerweise ausschließlich dieses Gerät für die Hörversuche. Schwerhörende Personen ohne Hörgerät (oder auch guthörende Personen) sollten



immer auch die unterschiedlichen zur Verfügung stehenden Induktiv-Empfänger abwechselnd testen. Sie sollten bei diesem Test nicht nur den Klang und die Sprachverständlichkeit beurteilen, sondern darüber hinaus auch die unterschiedlich gute Handhabbarkeit der Geräte.

eine kleine Auswahl von Induktiv-Empfängern

## Subjektive Hörüberprüfung des Nutzsignals, zweiter Teil

In einem zweiten Teil des Testes sollte man das Sprachsignal mittels eines Lautsprechers aus dem Bühnenbereich abstrahlen und diesen Lautsprecher dabei so laut einregeln, wie typischerweise ein Sprecher oder Schauspieler auf der Bühne spricht. In das Urteil der Testpersonen geht jetzt nicht nur die elektroakustische Übertragungsqualität ein, sondern darüber hinaus auch die raumakustische Qualität des Darbietungssaales und die Qualität der Tonaufnahme, die insbesondere durch den Abstand zwischen Sprecher und Mikrophon sowie durch die Qualität und Richtwirkung des Mikrofons selbst beeinflusst wird. Lediglich die Qualität des Mikrofons ist durch die elektroakustische Gesamtplanung bzw. Gesamtausführung zu beeinflussen, sein Abstand zur Darbietungszone und die gesamte Raumakustik jedoch nicht. Dennoch gehen auch diese Größen in den zweiten Testabschnitt mit ein. Wenn sich die Ergebnisse beider Hörversuche gravierend unterscheiden sollten, so besteht die Aufgabe einer bautechnischen Nachbesserung oder einer Veränderung des Mikrofons bzw. seines Abstandes zum Darbietungsbereich.

Den Zeitplan für die subjektive Überprüfung sollte man mit etwa 2 Stunden einplanen. Wie lang er tatsächlich wird, hängt von der Anzahl und Kompetenz der Teilnehmer sowie von deren Diskussionsfreudigkeit ab. Sicher könnte man diese Hörversuche beschleunigen und auch objektivieren, wenn es einen speziellen Fragebogen mit einzelnen Kriterien und Möglichkeiten des Ankreuzens gäbe. So etwas ist bisher aber nur für die objektive messtechnische Untersuchung nicht jedoch für den subjektiven Hörtest vorhanden. Dies ist darin begründet, dass bisher bei jedem betreuten Projekt die Fragestellungen unterschiedlich gewichtet wurden.

## Subjektive Hörüberprüfung der Störgeräusche

Für die subjektive Beurteilung der Störgeräusche anhand von Hörversuchen sollte die Dimmeranlage in der ungünstigsten Variante betrieben und zusätzlich ein Sprachsignal eingespielt werden. Viele Hörgeräte haben nämlich eine Aussteuerungsautomatik (sogenannte AGC), die bewirkt, dass auch leise Geräusche in einer „gut hörbaren“ Lautstärke dargeboten werden. Deshalb ist es nicht sinnvoll, die Störgeräusche allein anzuhören und sie zu beurteilen (sie würden dann von der AGC auf den „Soll-Pegel“ verstärkt), sondern nur in Kombination mit dem darzubietenden Sprachsignal (dann erhält letzteres den Sollpegel und das Störgeräusch wird abgeschwächt).



## Warum hat Jeder eine andere Meinung?

In die Ergebnisse aller subjektiven Prüfungen geht eine Vielzahl von Parametern ein. Bei der nachfolgenden Aufstellung ist sicher die eine oder andere Einflussgröße sogar noch vergessen worden, so dass sie nur beispielhaft verdeutlichen kann, warum die Höreindrücke unterschiedlicher Testpersonen immer wieder verschieden ausfallen und warum dennoch Alle (subjektiv) recht haben.

### Schwerhörende mit Hörgeräten oder CI:

- mit HG oder CI-Versorgung erreichter Hörstatus
- frequenzabhängiger Verlauf der Hörverlustkurve
- mit HG oder CI erreichter Ausgleich der Hörkurve
- dadurch bedingte frequenzabhängige Verstärkung (im Allgemeinen werden hohe Töne stärker und tiefe Töne geringer verstärkt, diese Einstellung ist aber für jede Person unterschiedlich, die Unterschiede wirken sich insbesondere bei tonalen Komponenten wie z. B. Brummgeräuschen aus)

### Schwerhörende oder Guthörende mit IndukTiv-Empfänger:

- unbekannter Hörstatus der jeweiligen Testperson
- frequenzabhängiger Verlauf der Hörkurve
- maximal erreichbare Lautstärke des IndukTiv-Empfängers
- Frequenzgang des IndukTiv-Empfängers

...und natürlich gibt es auch - abhängig von der Form der Ringschleife - unterschiedlich gute Plätze...

## Schlussbemerkung

Aus dieser Darstellung der Vorgehensweise ist zu ersehen, dass es keinesfalls sinnvoll ist, die Überprüfung anlässlich einer Abnahme von IndukTiven Höranlagen mit Hörversuchen zu beginnen, sondern diese müssen den krönenden Abschluss darstellen, nachdem die technischen Belange geprüft und geklärt sind. Sie sind aber unbedingt notwendig, um den Technikern und den Zuhörern Sicherheit über das Endergebnis zu vermitteln.