

Läßt sich die Qualität von Freisprecheinrichtungen vorhersagen?

Auditive und instrumentelle Beurteilung im Vergleich

F. Kettler, W. Krebber, H.W. Gierlich, I. Noll, C. Rademacher, HEAD acoustics GmbH Herzogenrath
E. Diedrich, Deutsche Telekom AG, TZ Berlin

Einleitung

Eine positive Beantwortung dieser Frage würde eine Vielzahl von Problemen erleichtern. Die Implementierung einer Freisprecheinrichtung könnte solange adaptiert werden, bis parallel durchgeführte Messungen die beabsichtigte Qualität anzeigen. Zur Beurteilung der Qualität eines Gerätes werden eine Vielzahl von auditiv empfundenen Parametern herangezogen. Diese sind sicher auch noch benutzerabhängig. Daraus leiten sich aber auch unterschiedliche Ansprüche verschiedener Gruppen oder auch Einsatzgebiete der Geräte ab.

Durch auditive und instrumentelle Tests läßt sich ein sehr genaues Bild eines Freisprechers zeichnen. Sicher ist zumindest, daß implementierte technische Parameter von unterschiedlicher Wichtigkeit sind. Herauszuheben ist hier insbesondere die Gegenseprechmöglichkeit, die entscheidend die Natürlichkeit des Gespräches bestimmt /1/. Aus diesem Grund wurden auditive Testmethoden entwickelt, um die Gegenseprechsituation gezielt zu erfassen /2/. Im folgenden werden einige Ergebnisse von Konversations- und Gegenseprechtests sowie instrumentellen Messungen diskutiert.

Auditive Tests - Konversation und Gegenseprechen

Es wurde ein Testszenario, bestehend aus 3 unterschiedlichen auditiven Verfahren, entwickelt. Dieses beinhaltet vollständige Konversationstests, gezielte Gegenseprechtests und reine Hörtests. Während bei den erstgenannten beiden Verfahren jeweils 2 Versuchspersonen aktiv teilnehmen, wird bei dem reinen Hörtestverfahren ein simuliertes Gespräch von einer dritten Person (der Versuchsperson) als „Ohrenzeuge“ beurteilt. Diese Verfahren sind in /2/ erläutert.

Die Beurteilung von 6 untersuchten Freisprechern in einem Konversationstest ist in der Abb. 1 dargestellt. Im Test wurden auf beiden Seiten der Verbindung jeweils identische Freisprecher benutzt. Bewertet wurde das Attribut „Gesamteindruck“. Die MOS-Werte sind über die Urteile von 20 Versuchspersonen (trainierte und untrainierte Teilnehmer) gemittelt. Eine fünfstufige Bewertungsskala mit den Extremen „aufgezeichnet“ (= 5) und „schlecht“ (= 1) wurde zugrundegelegt. Die relativ großen Vertrauensbereiche erklären sich durch die geringe Stichprobenanzahl.

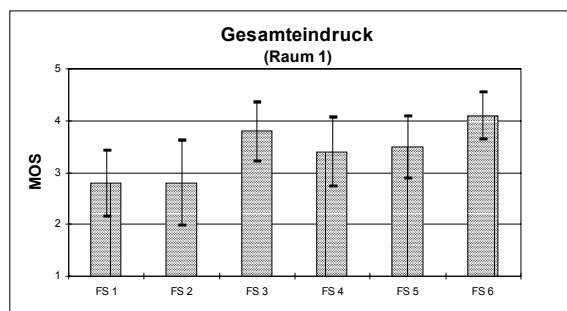


Abb.1: Gesamteindruck im Konversationstest

Das Ergebnis zeigt zwischen der besten Bewertung (Freisprecher 6) und der schlechtesten Bewertung (Freisprecher 1) signifikante Unterschiede. Interessant sind aber vor allem die Beweggründe, die von trainierten und untrainierten Versuchspersonen für ihre Beurteilung abgegeben wurden. Teilnehmer mit viel Erfahrung im Gebrauch von Freisprecheinrichtungen begründen ihr Urteil im wesentlichen mit dem Klang und der Gegenseprechmöglichkeit. Untrainierte Versuchspersonen beurteilen auch hier die Freisprecher, die keine Gegenseprechmöglichkeit zulassen (Gerät 1 und 2 in der Abb. 1) relativ gut. Einige Versuchspersonen sind schon damit zufrieden, daß grundsätzlich eine Kommunikation überhaupt möglich ist. Erfragt man jetzt im Konversationstest gezielt die „Gegenseprechmöglichkeit“, so ergeben sich die Bewertungen in der Abb. 2. Die beiden Geräte 1 und 2 werden zwar

wieder etwas schlechter beurteilt, jedoch sind auch hier wiederum die untrainierten Versuchspersonen unkritischer. Es ist zu bedenken, daß die Frage nach der Gegenseprechmöglichkeit im Anschluß an ein vollständiges Gespräch gestellt wird, bei dem sich viele Teilnehmer sehr diszipliniert verhalten.

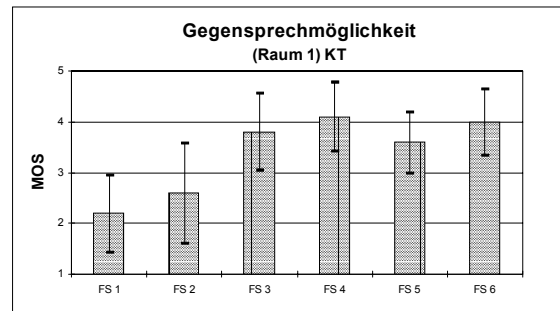


Abb. 2: Gegenseprechmöglichkeit im Konversationstest

Will man hier aber detailliertere Untersuchungen durchführen, so ist ein speziell adaptierter Gegenseprechtest das geeignete Verfahren /2/. Die Beurteilungen des gleichen Attributes „Gegenseprechmöglichkeit“ nach diesem gezielt durchgeführten Gegenseprechtest sind in der nachfolgenden Abb. 3 dargestellt.

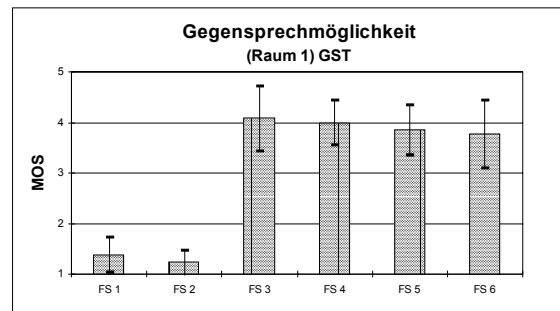


Abb. 3: Gegenseprechmöglichkeit im Gegenseprechtest

Nun zeigen sich die Unterschiede zwischen den getesteten Geräten sehr deutlich. Im Wesentlichen ist dies eine klare Zweiklasseneinteilung. Mit diesem Testverfahren wird jetzt auch untrainierten Versuchspersonen die nicht vorhandene Gegenseprechmöglichkeit bei den Geräten 1 und 2 deutlich.

Allein der Vergleich dieser Beurteilungen des gleichen Attributes in verschiedenen auditiven Tests (mit den gleichen Versuchspersonen) zeigt deutlich die Sensibilität der Testverfahren. Die Konversationstests zeigen aufgrund der Kommentare der Versuchspersonen die Wichtigkeit des Gegenseprechens an, erlauben jedoch keine so exakte, detaillierte Unterscheidung zwischen verschiedenen Implementierungen. Dies gilt zumindest bei der Benutzung von 2 Freisprechern in einer Verbindung. Wird ein Handapparat auf einer Seite eingesetzt, so zeigen andere Untersuchungen, daß auch in Konversationstests die Gegenseprechmöglichkeit wesentlich sensibler beurteilt wird und schon hierbei zu einem unterscheidenden Qualitätskriterium wird /1/.

Die Gegenseprechtests erlauben aber noch eine detailliertere Erfassung der Gegenseprechsituation. Der Test erlaubt eine weitere Spezifikation durch Einzelattribute. Die beiden nachfolgend dargestellten Abb. 4 und 5 stellen die Beurteilungen der Versuchspersonen dar, wenn nach der „Lautstärke des Gesprächspartners während des Gegenseprechens“ gefragt wird (Abb. 4) bzw. der dabei auftretenden „Echostörung“ (Abb. 5). 5 Punkte bedeuten bei beiden Attributen wieder die beste Bewertung. Diese Gegenüberstellung der Ergebnisse zeigt deutlich die Pro-

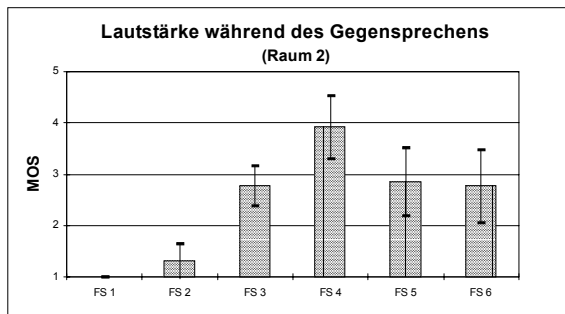


Abb. 4: Lautstärke während des Gegensprechens im Gegensprechttest

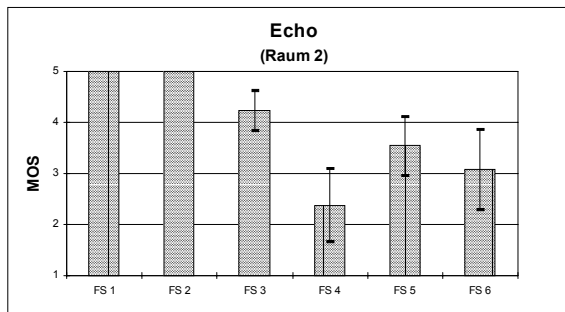


Abb. 5: Echostörung während des Gegensprechens im Gegensprechttest

blematik beim Einsatz von Freisprechern während des Gegensprechens auf. Die Geräte 1 und 2 werden bei der Lautstärkebeurteilung mit einem Punkt bewertet. Der Gesprächspartner ist beim Gegensprechen überhaupt nicht mehr hörbar. Es ist nur eine Einwegübertragung möglich. Entsprechend ist aber auch die Echostörung bei beiden Geräten mit 5 Punkten in der Abb. 5 bewertet worden („Echo ist nicht feststellbar“). Die anderen Geräte zeigen eine differenziertere Abstufung. Hier erkennt man deutlich, daß bei der Implementierung der Geräte zwischen zumutbaren Echostörungen und Lautstärkeregelungen beim Gegensprechen eine ausgewogene Lösung erzielt werden sollte.

Instrumentell meßbare Parameter - standardisierte und adaptierte Tests

Die ITU-T Empfehlung P.340 /3/ stellt eine wesentliche Erweiterung der ehemaligen P.34 dar, da sie eine Gruppeneinteilung der Geräte aufgrund der Gegensprechmöglichkeit vorsieht. Darüber hinaus gibt es natürlich eine Vielzahl von schon bekannten instrumentell meßbaren Parametern, die die Qualität eines Gerätes mit beeinflussen, wie z.B. lineare und nichtlineare Verzerrungen, Rauschen etc.

Will man aus instrumentellen Messungen darüber hinausgehende detailliertere Aussagen über die Gegensprechmöglichkeiten eines Gerätes erzielen, so sind Messungen mit variablen Pegeln auf beiden Seiten des Freisprechers, also in Sende- und Empfangsrichtung unabdingbar.

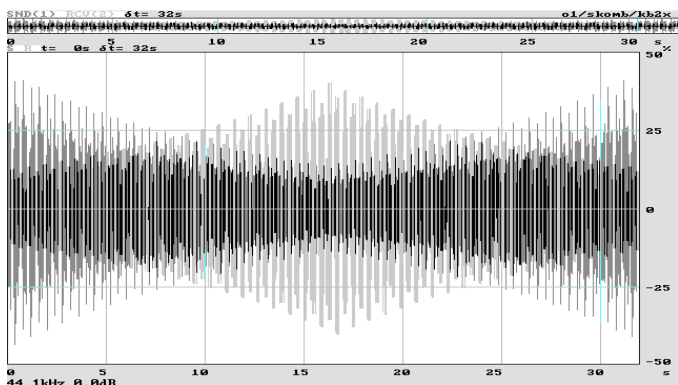


Abb. 6: Composite Source Signale zur Bestimmung pegelabhängiger Gegensprechmöglichkeit (Simulation von lang anhaltendem Gegensprechen)

In den Tests fiel den Versuchspersonen auf, daß die Gegensprechmöglichkeit stark von der Besprechungslautstärke abhän-

gig ist. Ein geeignetes Meßsignal zur Verifikation ist in der Abb. 6 dargestellt. Es werden hier periodisch wiederholte, zeitlich verschachtelte Composite Source Signale /5/ mit variablen Pegeln gleichzeitig elektrisch in den Empfangsweg des Freisprechers (hellgrau) sowie akustisch über einen künstlichen Mund in Sende-richtung eingespeist (dunkelgrau). Von Periode zu Periode der Meßsequenz variieren die Sende- und Empfangspegel. Mißt man gleichzeitig das vom Freisprecher übertragene Empfangs- und Sendesignal so ergibt sich mit einer Messung ein sehr guter Überblick über die pegelabhängige Gegensprechmöglichkeit des Gerätes und die dadurch hervorgerufenen Regelungen. Die Abb. 7 zeigt die übertragenen Signale des Freisprechers 3 in Empfangsrichtung (hellgrau) und in Sende-richtung (dunkelgrau).

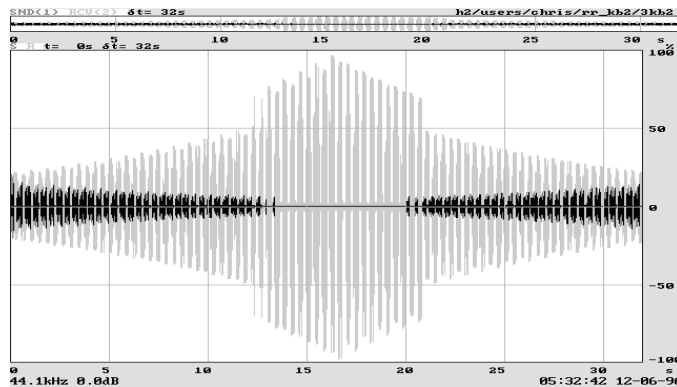


Abb. 7: Übertragene Signale in Empfangs- und Sende-richtung des Freisprechers 3 bei permanentem Gegensprechen mit Pegelvariationen.

In einem weiten Bereich von Pegelvariationen ist permanentes Gegensprechen möglich. Sowohl im Sendeweg als auch im Empfangsweg sind die eingespeisten Signale meßbar. Steigt der Empfangspegel jedoch deutlich gegenüber dem Sendepiegel, so wird das Sendesignal nicht mehr übertragen (ungefähr in der Bildmitte). Gleichzeitig wird der Wiedergabepiegel bei dem jetzt vorliegenden Einzelsprechen vom Freisprecher angehoben. Aus den bekannten Pegeln des Originalmeßsignals zu den betreffenden Zeitpunkten lassen sich somit die Grenzen bestimmen, in denen Gegensprechen möglich ist.

Zusammenfassung

Mit gezielt entworfenen auditiven Tests läßt sich die Qualität von Freisprechern sehr genau bestimmen. Sie sind allerdings zeit- und kostenintensiv, gerade wenn sie begleitend zur Entwicklung durchgeführt werden. Instrumentelle Meßtechnik hat genau hier entscheidende Vorteile, auch wenn man für die Korrelation zum auditiven Empfinden häufig auf Erfahrung zurückgreifen muß. Dies ist automatisiert (noch) nicht verfügbar. Die meßtechnische Unterstützung darf sich bei der Optimierung von Freisprechern aber nicht nur auf standardisierte Messungen beschränken. Hier können und müssen adaptierte Methoden herangezogen werden. Berücksichtigen solche Messungen ausreichende Pegelvariationen oder auch an der Realität gespiegelte Hintergrundgeräusche, so lassen sich zuverlässige Vorhersagen treffen.

Literaturangabe

- /1/ F.Kettler, H.W.Gierlich, M.Euskirchen, H.Hottenbacher Untersuchungen zur Konversationsmöglichkeit beim Einsatz von Freisprecheinrichtungen Fortschritte der Akustik, DAGA '95
- /2/ W.Kreber, F.Kettler, H.W.Gierlich, E.Diedrich Besseres Freisprechen mit Echokompensatoren? - Eine Betrachtung der Double Talk Problematik Fortschritte der Akustik, DAGA '96
- /3/ ITU-T Rec. P.340 Transmission Characteristics of HFT
- /4/ ETSI, IETS 300 245-3 Loudspeaking and handsfree telephony
- /5/ ITU-T Rec. P.501 Test Signals for Use in Telephony