

Vergleich zweier Kfz-Freisprecheinrichtungen nach VDA-Spezifikation

Frank Kettler, Hans Wilhelm Gierlich, Frank Rosenberger
HEAD acoustics GmbH, Ebertstraße 30a, 52134 Herzogenrath

1. Einleitung und Motivation

Die VDA-Spezifikation für Kfz-Freisprecheinrichtungen definiert Messungen und Grenzwerte unter Einbeziehung der akustischen Schnittstelle (Mikrofon/Lautsprecher). In diesem Beitrag werden am Beispiel zweier Freisprecheinrichtungen Messergebnisse nach dieser Spezifikation verglichen. Ziel ist primär nicht der Qualitätsvergleich der beiden - zufällig ausgewählten - Freisprecheinrichtungen sondern vielmehr die Intension, die Aussagekraft der Spezifikation selbst zu diskutieren. Es werden die messtechnisch anspruchsvollen, aber für die Sprachübertragungsqualität extrem wichtigen Tests zum Gegensprechen und zur Hintergrundgeräuschübertragung analysiert.

2. Messaufbau

Der Vergleichstest zweier Freisprecheinrichtungen geschieht mit dem in nachfolgender Abbildung 1 dargestellten Messaufbau.

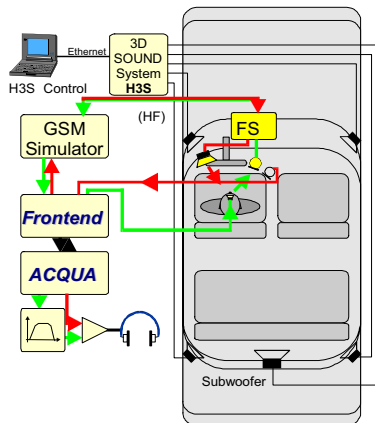


Abb. 1: Messaufbau (FS: Freisprecheinrichtung)

Die beiden Freisprecheinrichtungen sind mit einer GSM-Simulation verbunden und in einer realen Fahrzeugkabine (Mittelklassekarosserie) nach Herstellerangaben installiert. Die realitätsnahe Wiedergabe von Hintergrundgeräuschen wird über eine Fahrgeräuschsimulation (3D Sound System H3S) über die eingebauten 4 Lautsprecher und einen zusätzlichen Subwoofer gewährleistet. An Fahrerposition befindet sich ein Kunstkopf-Messsystem (Head and Torso Simulator nach ITU-T Empfehlung P.58 [1]), ausgestattet mit künstlichen Ohren und künstlichem Mund. Ein zusätzliches Referenzmikrofon wird in unmittelbarer Nähe des Freisprechermikrofons angebracht. Über ein Frontend wird die Verbindung des Kunstkopf-Messsystems, des Referenzmikrofons und der GSM-Simulation zu dem Analysesystem ACQUA (HEAD acoustics) bereitgestellt. Rot dargestellt sind in Abbildung 1 die Signalwege zur Messung der Empfangsrichtung. In diesem Fall wird über das Messsystem und die GSM-Simulation ein Empfangssignal in die Freisprecheinrichtung eingespeist und über den Lautsprecher im Fahrzeug wiedergegeben. Für Messungen in Sende-richtung wird über den künstlichen Mund des Kunstkopf-Messsystems ein Signal wiedergegeben, vom Mikrofon der Freisprecheinrichtung aufgezeichnet und über die GSM-Simulation übertragen, wiederum analysiert (grün).

3. Gegensprechperformance

Freisprecheinrichtungen sind typischerweise so implementiert, dass die während eines Gegensprechvorgangs auftretenden Regelungen in Sende-richtung der Geräte vorgenommen werden (z.B. Pegelvariation, Restechounderdrückung). Dementsprechend wird die Stimme des lokalen Sprechers (Fahrer) hiervon beeinträchtigt. Für die Tests wird ein aus 2 dekorrelierten CS-Signalen bestehendes Testsignal verwendet, das kurzzeitige Einzelsprechphasen in Sende- und Empfangsrichtung mit echten Gegensprechperioden kombiniert [2], [3].

Die nachfolgenden beiden Abbildungen zeigen für die zwei gemessenen Freisprecheinrichtungen die entsprechenden Analysen. Im oberen Fenster ist jeweils in blauer Farbe das vom künstlichen Mund in der Fahrzeugkabine wiedergegebene Testsignal nach ITU-T Empfehlung P.501 [1] angegeben. Das cyanfarbene Signal wurde am Ausgang der GSM-Simulation gemessen. Im unteren Teil ist der Pegel des gemessenen Signals bezogen auf den Pegel des Originalmesssignals analysiert. Eine ungestörte, unregelmäßige Übertragung des Signals in Sende-richtung würde sich in einer horizontal verlaufenden Kurve während der aktiven Signalanteile widerspiegeln.

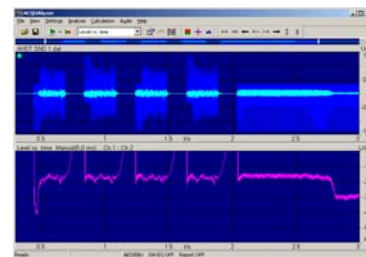


Abb. 2: Ergebnis FS 1 (x-Achse: Zeit, ca. 3s; y-Achse: Pegel, Skalierung 10 dB)

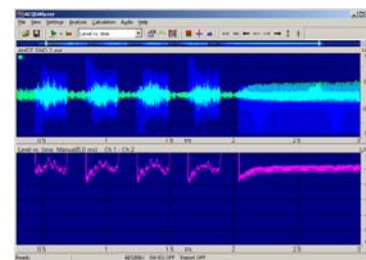


Abb. 3: Ergebnis FS 2 (x-Achse: Zeit, ca. 3s; y-Achse: Pegel, Skalierung 10 dB)

Für die Freisprecheinrichtung 1 erkennt man aus Abbildung 2 - abgesehen von einem kurzzeitigem Anfangsclipping von ca. 50 ms Dauer während des ersten Signalburst („Einbruch“ in der Analysekurve) - eine im wesentlichen unregelmäßige Übertragung der Signalanteile des lokalen Sprechers. Die Pegelvariationen liegen unter 3 dB, somit ist diese Freisprecheinrichtung als „Typ 1“ nach [1], [2], [4] zu bezeichnen. Vergleichende Hörbeispiele mit realer Sprache bestätigen dies, die Stimme des lokalen Sprechers (Fahrer) ist auch während eines langanhaltenden Gegensprechvorgangs beinahe unregelmäßig wahrnehmbar.

Ein vollkommen anderes Verhalten erkennt man für die Freisprecheinrichtung 2 aus Abbildung 3. Die im unteren Teil dargestellte Kurve zeigt Pegelvariationen von ca. 12 dB während der aktiven Signalanteile. Dies entspricht einem „Typ 2c“ nach [1], [2], [4]. Zusätzlich erkennt man jedoch aus dem Zeitsignal im oberen Teil der Abbildung deutliche Echokomponenten zwischen den blau dargestellten Signalanteilen des künstlichen Mundes. Bei Aufnahmen mit realer Sprache lässt sich dies sehr deutlich verifizieren. Die Pegelschwankungen in der Stimme des lokalen Sprechers und das Echo sind deutlich wahrnehmbar.

4. Qualität der Hintergrundgeräuschübertragung

Freisprecheinrichtungen haben vermehrt adaptive Verfahren zur Störgeräuschreduktion in Senderichtung implementiert. Aus diesem Grund berücksichtigt die VDA-Spezifikation auch die Analyse des Adaptionsvorgangs zu Beginn eines Gespräches. Der Vergleich zweier Freisprecheinrichtungen ist in den nachfolgenden Abbildungen dargestellt. Im oberen Teil ist in rot das am Ort des Freisprechemikrofons mit einem Messmikrofon aufgezeichnete Fahrzeuginnengeräusch als Zeitsignal dargestellt. Der Abschnitt beträgt ca. 8 Sekunden (x-Achse), nach ca. 1 Sekunde wird ein eingehendes Gespräch im Fahrzeug angenommen. Gelb dargestellt ist das in Senderichtung gemessene Signal am Ausgang der GSM-Simulation. Im unteren Teil sind die Pegelverläufe über der Zeit analysiert. (Skalierung y-Achse: 10 dB)

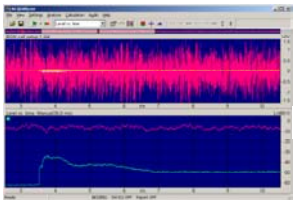


Abb. 4: Geräuschreduktion zu Gesprächsbeginn, FS 1

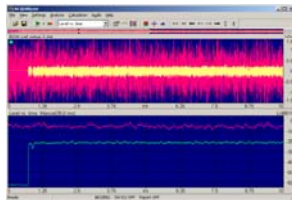


Abb. 5: Geräuschreduktion zu Gesprächsbeginn, FS 2

Während das übertragene Signal in Senderichtung für den Freisprecher 1 schon bei Gesprächsannahme sehr leise ist und innerhalb der nächsten 4 Sekunden weiterhin wesentlich reduziert wird, kann man für den Freisprecher 2 eine beinahe unregelmäßige Übertragung des Fahrgeräusches in Senderichtung messen (Abb. 5). Hier ist weder aus dem Zeitsignal noch aus dem analysierten Pegelverlauf über der Zeit eine Reduktion des Störgeräusches erkennbar.

Diese Analysen lassen auf die Art der Implementierung schließen, gestatten jedoch keine Aussage über die auditiv wahrgenommene Störung durch die entsprechende Implementierung. Aus diesem Grund wird für die Analysen die Methode Relative Approach [2], [3] angewandt. Für beide oben genannten Beispiele sind nachfolgend diese Analysen dargestellt.

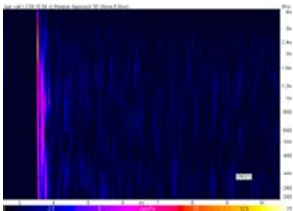


Abb. 6: Relative Approach, FS 1

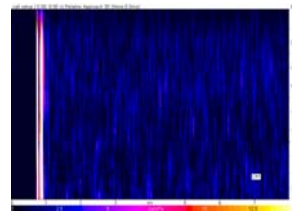


Abb. 7: Relative Approach, FS 2

Bei dieser Analyse werden für das Gehör unerwartete Signalcharakteristika über der Zeit (x-Achse, Dauer ca. 8 s) und Frequenz (y-Achse, 200 Hz – 4 kHz) farblich kodiert dargestellt. Große Abweichungen von einem Erwartungswert sind farblich kodiert. Entsprechend erkennt man aus Abbildung 6 an dem relativ homogenen Farbverlauf in der Analyse eine wenig „auffällige“ Übertragung des Fahrgeräusches zu Gesprächsbeginn. Für die Implementierung des Freisprechers 2 hingegen zeigt die deutliche helle (weiße) Färbung zu Beginn des Gespräches einen zu hohen Einschaltimpuls, der außerhalb der in [2] angegebenen Toleranz liegt.

Die Übertragung des Fahrgeräusches zum Gesprächsteilnehmer auf der anderen Seite der Verbindung kann sehr stark durch die Wieder-

gabe eines Lautsprechersignals (Empfangssignal) im Fahrzeug beeinträchtigt werden. In dieser Gesprächssituation werden von Freisprecheinrichtungen häufig Pegelvariationen in Senderichtung zur Echounterdrückung eingefügt (Pegelwaage, Restechobegrenzung). Hierdurch wird auch das übertragene Hintergrundgeräusch moduliert. Dieser Parameter wird ebenfalls in der VDA-Spezifikation erfasst. 2 Analysebeispiele sind den nachfolgenden Abbildungen 8 und 9 zu entnehmen.

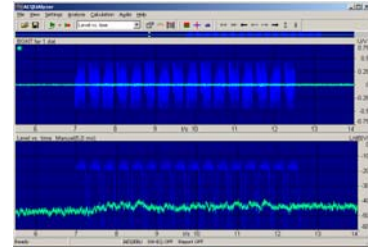


Abb. 8: Geräuschübertragung mit Empfangssignal, FS 1

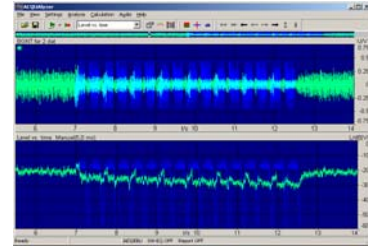


Abb. 9: Geräuschübertragung mit Empfangssignal, FS 2

In beiden Abbildungen ist im oberen Teil wiederum das Zeitsignal dargestellt und der gemessene Pegelverlauf im unteren Teil. Die grüne Farbe repräsentiert das in Senderichtung übertragene Signal. Blau ist das Original-Lautsprechersignal des Freisprechers angegeben. Für die Implementierung des Freisprechers 1 erkennt man eine im wesentlichen gleichbleibende Übertragung mit leichten Pegelvariationen des Hintergrundgeräusches während der zeitgleichen Einspeisung des Lautsprechersignals. In diesem Beispiel ist für den Gesprächspartner keine auffällige Modulation im hörbaren Hintergrundgeräusch zu erwarten.

Anders hingegen verhält sich die Implementierung des Freisprechers 2 (Abb. 9). Zeitgleich mit dem Einspeisen eines Empfangssignals kommt es zu deutlich hörbaren Pegelschwankungen im übertragenen Fahrgeräusch. Des weiteren sind an einzelnen Peaks Echokomponenten detektierbar. Die Pegelvariationen im übertragenen Fahrgeräusch betragen ca. 12 dB und liegen außerhalb der gemäß [2] angegebenen Toleranz.

5. Zusammenfassung

Die Tests nach VDA-Spezifikation wurden beispielhaft für das Gegensprechverhalten und die Hintergrundgeräuschübertragung für zwei Freisprecheinrichtungen gegenübergestellt. Sowohl die Tests als auch die Analysen gestatten für die beiden verglichenen Implementierungen eine deutliche Aussage zu Qualitätsunterschieden. Die Tests und die Analysen sind sehr realitätsnah, da die gemessenen Parameter und Grenzwerte auf den Ergebnissen auditiver Tests beruhen.

6. Literatur

- [1] ITU-T Empfehlungen P-Serie
- [2] VDA-Spezifikation für Freisprecheinrichtungen, Entwurf, Version 1.3 vom 09.10.2001
- [3] H.W. Gierlich, F. Kettler, W. Balduin, H. Best, M. Dietz, G. Eisner, A. Hanke, B. Heise, M. Schaible, VDA-Spezifikation für Freisprecheinrichtungen, DAGA 2002, 04.-08.03.2002, Bochum
- [4] ITU-T Contribution SG 12, Q.6/12, 16/12, Proposal for the Definition of different types of hands-free telephones based on double talk performance, Sept. 1999, Genf