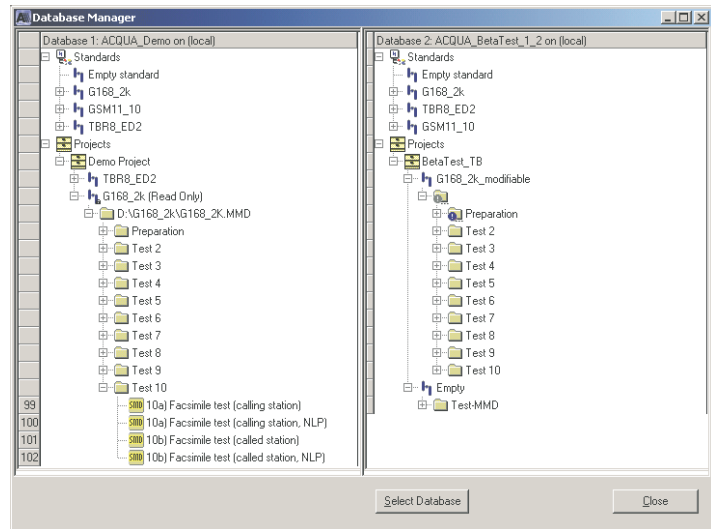


**INHALT**

- \* ACQUA 1.2
- \* HEAD Qualitätsstandards
- \* Telecom Consulting
- \* VDA-Spezifikation für Kfz-Freisprecheinrichtungen
- \* ACQUA-Analyseoption "Relative Approach"
- \* Pinna Typ 3.3
- \* ACQUA EA und ACQUA HA
- \* HEAD Telecom Terminkalender



Der neue Database Manager von ACQUA 1.2

**ACQUA 1.2**

Die neue ACQUA-Version wurde in vielen Aspekten optimiert und mit neuen Features ausgestattet. Dabei wurden die unterschiedlichen Bedürfnisse und Wünsche unserer Kunden umfassend berücksichtigt. Eine Steigerung der Messperformance, Ergonomieverbesserung sowie Funktionalitätsausweitung sind das Ergebnis.

So wurde z.B. durch eine **neue Datenbankstruktur** das Abspeichern von Ergebnissen beschleunigt, was sich insbesondere bei Subprojekten mit sehr vielen Datenbankeinträgen bemerkbar macht.



CD-Label der neuen ACQUA-Version

**Neue Programmmodule** wie der "Reference Manager" zur Verwaltung und Durchführung von Referenzmessungen, der "File Manager" für Datelexport, -import und -konvertierung, der "Database Manager" zum Kopieren und Verschieben von Standards und SMDs zwischen Datenbanken sowie der "Settings Viewer" zur Kontrolle globaler Einstellungen bieten dem Anwender mehr Funktionalität und höheren Komfort.

Als weitere **neue Features** sind z.B. die Echosimulation gemäß ETSI TBR10, die Ermittlung von Wideband Loudness Ratings gemäß ITU-T P.79 oder die komplexe Impedanzmessung zu nennen. Als optionale Analyseverfahren ist nun der **"Relative Approach"** Algorithmus verfügbar. Dieser kann beispielsweise zur Geräuschbeurteilung (Qualitätsmaß) sowie zur Klassifizierung von Jitterbuffer-Implementierungen in VoIP-Systemen eingesetzt werden (vgl. Seite 5).

Ein **individueller Report** lässt sich jetzt für beliebig ausgewählte Ergebnisse erzeugen. Nach jeder Messung lässt sich der Report editieren und modifiziert speichern, was eine einfachere und effizientere Kommentierung der Messergebnisse und Ihrer Entstehung erlaubt.

Die vollständige **Messautomatisierung** über eine Vielzahl von Messobjekten bzw. Messeinstellungen ist mit Hilfe des Loop-Modus sowie der im Messablauf automatisch wählbaren Settings und Messobjekte nun problemlos realisierbar.

Natürlich ist ACQUA 1.2 auch auf die Anforderungen der neuen **Mobilfunkgeneration 3G** bestens vorbereitet und ermöglicht die Optimierung moderner Endgeräte z.B. mit den neuen Standards **TS 26.131** und **TS 26.132** in Verbindung mit HQS-HFT (vgl. Seite 2).

Dies alles ist nur ein kleiner Ausschnitt aus der Vielfalt an Neuerungen, die ACQUA 1.2 bietet. Am besten machen Sie sich selbst ein Bild und bestellen noch heute Ihr Update oder vereinbaren einen Präsentationstermin mit einem unserer Vertriebsberater.

## HEAD Qualitätsstandards

Die Bewertung der Sprachqualität von Kommunikations- und Audiogeräten wie z.B. Freisprechern, Echokompensatoren, IP-Telefonen, Hörgeräten oder elektroakustischen Komponenten stellt aufgrund der verschiedenen Arten der Signalverarbeitung jeweils eine eigene Herausforderung dar. HEAD acoustics bietet daher spezielle Standards an, die nicht nur die Erfüllung nationaler und internationaler Normen sondern auch **weitergehende Analysen** und Produktoptimierungen ermöglichen.

Die in den HQS-Standards implementierten Messkarten können modifiziert und beliebig kombiniert werden, um individuelle Messabläufe zu erstellen. Für Hersteller bieten die HQS-Standards objektive Richtlinien zur Optimierung ihrer Produkte. Für Administratoren liefern Sie Auswahlkriterien zur Qualitätssicherung.

Im folgenden sind die HEAD acoustics Qualitätsstandards HQS-IP, -EC, -EA, -HA und -HFT kurz beschrieben. Die nebenstehende Abbildung zeigt beispielhaft einen Ausschnitt aus den Messsequenzen des HQS-IP-Standards.

SMD	HQS-IP	Comment	SMD Type	Object1
	<ul style="list-style-type: none"> <li>[-] [-] [-] HQS-IP                             <ul style="list-style-type: none"> <li>[-] [-] [-] 1 HQS-IP electrical to electrical</li> <li>[-] [-] [-] 2 HQS-IP acoustical to electrical</li> <li>[-] [-] [-] 3 HQS-IP acoustical to acoustical                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>[-] [-] [-] Preparation measurements - delay</li> <li>[-] [-] [-] Sending direction</li> <li>[-] [-] [-] Receiving direction</li> <li>[-] [-] [-] Double talk performance   <ul style="list-style-type: none"> <li>180 [-] [-] [-] SMD 3.4.01 Simulated double talk, sending 34DTVARS.TIM tim (Time re</li> <li>181 [-] [-] [-] SMD 3.4.02 Simulated double talk, receiving 34DTVARR.TIM tim (Time re</li> <li>182 [-] [-] [-] SMD 3.5.01 Minimum activation level 35NOIVAS.LVT lvt (Level ve</li> <li>183 [-] [-] [-] SMD 3.5.02 Quality of background noise tran 35BG_PUB.LVT lvt (Level ve</li> <li>184 [-] [-] [-] SMD 3.5.03 Quality of background noise tran 35BG_CAF.LVT lvt (Level ve</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>[-] [-] [-] Speech recordings</li> </ul> </li> </ul>			

Messbaum HQS-IP im Analysesystem ACQUA

### HQS-IP

Implementierte Echokompensatoren, nicht-lineare Prozessoren, verschiedene Sprachcoder, VAD (Voice Activity Detection), PLC (Packet Loss Concealment), Jitter-Puffer etc. beeinflussen die Gesprächsqualität der IP-basierten Telefonie. HQS-IP berücksichtigt spezielle Mess- und Beurteilungsaspekte, wie sie im Rahmen der Entwicklung und des Einsatzes von Voice-over-IP-Techniken, -Komponenten und -Konfigurationen erforderlich sind. Als Tests sind z.B. implementiert:

- Delay
- Sprachqualitäts-Hörtests bei Einzelsprechen
- Echo
- Detaillierte Bewertung bei Gegensprechen
- Qualität der Hintergrundgeräuschübertragung

### HQS-EC

Echokompensatoren erzeugen Effekte wie temporäres Clipping, begrenztes Gegensprechen oder Hintergrundgeräuschmodulation, die einen signifikanten Einfluss auf die Gesprächsqualität haben. Gegenwärtige nationale und internationale Standards sind zur Bewertung solcher Parameter ungeeignet.

Daher bietet HQS-EC weitergehende Tests zur Analyse von:

- Einweg-Sprachübertragungsqualität
- Echo
- Qualität bei Gegensprechen
- Qualität der Hintergrundgeräuschübertragung

### HQS-EA

Zur Bestimmung der elektroakustischen Parameter von Mikrofonen, Lautsprechern und sonstigen Schallwandlern stehen die folgenden Analysen im Zeit- und Frequenzbereich zur Verfügung:

- verschiedenste Möglichkeiten zur Pegelbestimmung/Pegelvariation
- Bestimmung von Übertragungsfunktion, Klirrfaktor, Rub & Buzz, Ruhegeräusch, Korrelation, Impulsantwort, Loudness Ratings

### HQS-HA

Die Qualität der Sprachübertragung von Hörgeräten wird durch die Signalverarbeitung in Frequenzbändern, AGC, Silbenkompression, Kompanierung, Hintergrundgeräuschverarbeitung und Echo/Rückkopplungs-Unterdrückung beeinflusst. Die in HQS-HA implementierten Tests decken die in diesem Zusammenhang relevanten Aspekte ab. Hierzu zählen beispielsweise:

tierten Tests decken die in diesem Zusammenhang relevanten Aspekte ab. Hierzu zählen beispielsweise:

- Delay
- Pegelabhängige Frequenzgänge
- Kompanierungscharakteristik
- Hörgeräteverhalten bei Hintergrundgeräusch
- Qualität der Hintergrundgeräuschübertragung

### HQS-HFT

Freisprecheinrichtungen werden durch die Kombination von Störgeräuschreduktion, Echokompensation und Pegelwaage oder Dynamikanpassungen immer aufwendiger. Um die hiermit häufig einhergehende Beeinträchtigung der Sprachqualität analysieren zu können, bietet HQS-HFT objektive Messungen gemäß ITU-T-Empfehlungen P.340, P.501 und P.502 unter Berücksichtigung subjektiv relevanter Parameter wie z.B.:

- Übertragungsfunktion
- Bezugsdämpfung
- Konversationsqualität
- Echocharakteristik (Einzel- & Gegensprechen)
- Qualität der Hintergrundgeräuschübertragung

## Telecom Consulting

HEAD acoustics verfügt über weltweit anerkannte Kompetenz im Bereich Kommunikations-Messtechnik. Diese basiert auf einer ebenso einfachen wie wichtigen Grundlage: **Know-how der objektiven Messtechnik und umfassende Erfahrung mit subjektiven Tests.**

So hat HEAD acoustics gemeinsam mit Projektpartnern neue subjektive Testverfahren wie z.B. Konversations-, Gegensprech- und Talking-&Listening-Testverfahren entwickelt. Diese wurden in die internationale Standardisierung übernommen und werden gemäß dieser Normen in unserem Hause durchgeführt.

Diese **Kombination von Kernkompetenzen** macht HEAD acoustics im Bereich der Sprachqualitätsbestimmung und deren Optimierung so leistungsfähig und stellt den entscheidenden Unterschied zu Mitbewerbern dar.

HEAD acoustics stellt nicht nur die Messtechnik, sondern auch Know-how und Erfahrung in Form von Consulting und Dienstleistungen zur Verfügung. So können sich die Kunden auf ihre Kernaufgaben konzentrieren. Die Zielrichtung hierbei ist eindeutig: **Optimierung und Sicherstellung der Sprachqualität** bzw. die Detektion potentieller

Qualitätsmängel noch vor Markteinführung.

Das gesamte Gebiet der Messung von Kommunikations-Einrichtungen, angefangen von Endgeräten wie Freisprecheinrichtungen oder VoIP Terminals bis zu komplexen Netzkonfigurationen wird abgedeckt. Entsprechende Dienstleistungen werden im HEAD acoustics Testlabor oder vor Ort beim Kunden durchgeführt.

Aus dieser Zusammenarbeit resultieren für den Auftraggeber entscheidende Vorteile:

- Kompetente Projektbearbeitung und -begleitung
- Exakt kalkulierbarer Zeit- und Kostenbedarf
- Partizipation an Erfahrungen und Erkenntnissen aus Forschung und Wissenschaft
- Präsentation der Ergebnisse in schriftlicher, grafischer und akustischer Form
- Unterstützung der fachlichen Diskussion zwischen Herstellern, Betreibern, Nutzern

Typische Projekte befassen sich z.B. mit Freisprechern: HEAD acoustics testet nicht nur im Kundenauftrag die Konformität gemäß der VDA-Spezifikation für Kfz-Freisprecheinrichtungen. Vielmehr unterstützt HEAD acoustics

Hersteller bei der Optimierung, dem "Trouble Shooting" oder "Tuning" der Algorithmen. Objektivierbare Kriterien zur Auswahl einer optimalen Mikrofonposition im Fahrzeug (siehe Bild) sind für die Automobilindustrie ebenso wichtig wie die durch eine unabhängige Instanz getroffene Auswahl unter verschiedenen Implementierungen.

Ähnlich gelagert ist die Zusammenarbeit mit Herstellern von Handys bzw. Netzbetreibern. Die akustische Qualität ist auch hier nicht nur für den Hersteller wichtig, vielmehr steht der Netzbetreiber selbst im Blickpunkt, wenn es um mangelnde Sprachqualität geht.

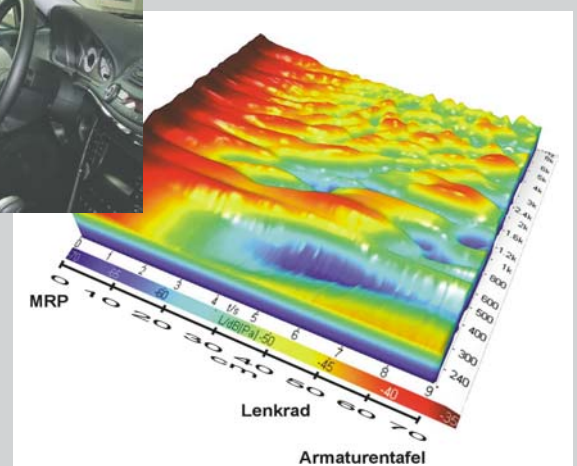
HEAD acoustics bietet auch Unterstützung und Beratung bei Sprachqualitäts-Tests komplexer Netzkonfigurationen, z.B. vor dem Beginn von aufwendigen Feldtests oder dem realen Betrieb. Bei der Auswahl der optimalen Netzkomponenten wie Sprachechokompensatoren, VoIP-Gateways etc. liefert HEAD acoustics basierend auf objektiven Messergebnissen die richtigen Entscheidungshilfen.

Aufgrund dieser in zahlreichen Kundenprojekten bewiesenen Kompetenz und Erfahrung ist HEAD acoustics auch bei internationalen Projekten wie z.B. den ETSI VoIP Speech Quality Test Events 2000 und 2002 gefragt.

### Consulting-Beispiel:

Für einen Automobilhersteller wurden Untersuchungen zur Bestimmung der optimalen Mikrofonposition für integrierte Freisprecheinrichtungen durchgeführt. Dazu wurden mit dem Kommunikationsanalyzesystem ACQUA die Übertragungsfunktionen vom künstlichen Mund des Kunstkopfmesssystems HMS II.3 zu unterschiedlichsten Mikrofonpositionen in einer typischen Fahrzeugkabine ermittelt.

Das Foto zeigt beispielhaft den Verlauf einer Messung, die vom künstlichen Mund bis zum Lenkrad führt. Die daraus resultierende Übertragungsfunktion über der Zeit (korrespondierend mit dem Ort) und der Frequenz ist in der 3D-Spektrografie gezeigt. Die Übertragungsfunktion ist geprägt von deutlichen Resonanzen und Auslöschungen abhängig vom Ort in der Fahrzeugkabine.



## VDA-Spezifikation für Kfz-Freisprecheinrichtung

Aufgrund der gesetzlich vorgeschriebenen Verwendung von Freisprecheinrichtungen im Fahrzeug sind die Qualitätsansprüche an derartige Geräte deutlich gestiegen: Grund genug für den Verband der Automobilindustrie (VDA), eine entsprechende Spezifikation zur Einhaltung der Sprachqualität zu etablieren. Mit dem HEAD Qualitätsstandard VDA-HFT können Freisprecheinrichtungen gemäß dieser VDA-Spezifikation gemessen werden.

Bei den Kfz-Herstellern gilt das mobile Telefonieren im Fahrzeug schon lange nicht mehr als alleiniges Merkmal von Luxuslimousinen. Es werden zunehmend Neuwagen aller Klassen mit integrierten Freisprechern angeboten. Diese werden vom Kunden als Teil des Fahrzeugs angesehen und bestimmen daher den **Gesamtqualitätseindruck** mit.

Die technischen Probleme, bei mobilen Freisprecheinrichtungen eine einwandfreie, gewohnte Konversationsqualität für beide Gesprächsteilnehmer zu gewährleisten, sind enorm. Eine große Vielfalt von Angeboten mit ebenso vielversprechenden Qualitätsmerkma-

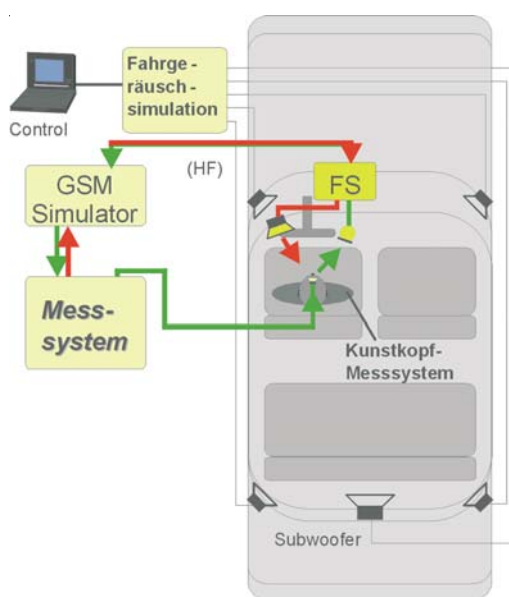
len suggeriert dem Käufer eine einfache Lösung des Problems. Die Ernüchterung folgt jedoch oft schnell: Neben einem dürrtigen Klang in Empfangsrichtung im Fahrzeug ist häufig der Gesprächspartner des Fahrers betroffen. Das Fahrgeräusch klingt unnatürlich, die Lautstärke schwankt stark, man hört sein eigenes Echo, der Fahrer ist schwer verständlich. Fallen sich beide Gesprächspartner ins Wort, ist die Stimme des Fahrers teilweise gar nicht mehr zu hören oder klingt stark verzerrt.

Die VDA-Spezifikation erfasst daher eine Vielfalt von Standardgrößen zur Qualitätsbeurteilung, wie beispielsweise Loudness Rating, Übertragungsfunktion, Ruhegeräusch in Sende- und Empfangsrichtung, Unterdrückung von Außenbandsignalen, Echodämpfung sowie minimale Aktivierungspegel. Im Gegensatz zu bisher gängigen Standards werden in der Spezifikation aber vier wesentliche Punkte zusätzlich abgedeckt:

- Berücksichtigung fahrzeugtypischer Bedingungen durch Messung der Freisprecheinrichtung im Original-einbauszustand. Bei Nachrüstlösungen: Verwendung einer Fahrzeugkabine mit typischen akustischen Eigenschaften.
- Tests sowohl "in Ruhe" als auch mit realistischem Hintergrundgeräusch. Auf Zielfahrzeug entzernte akustische Fahrsimulation. Berücksichtigung verschiedener Geschwindigkeiten und Motoren- bzw. Karosserievarianten.
- Kunstkopfmesssystem als "Benutzer" der Freisprecheinrichtung.
- Hauptaugenmerk auf Konversationsparameter, d.h. Qualität bei Gegensprechen und Qualität der Hintergrundgeräuschübertragung.



Kunstkopfmesssystem HMS II.3 im Einsatz bei der Analyse von Kfz-Freisprecheinrichtungen gemäß VDA-Spezifikation



Messaufbau mit Fahrzeugkabine, Fahrsimulation, GSM-Simulation und Kunstkopfmesssystem

Die prinzipielle Messanordnung ist in der nebenstehenden Abbildung gezeigt. Einige der Tests lehnen sich an aktuelle Standards an, z.B. 3GPP (3rd Generation Partnership Project) für die dritte Generation von Mobilfunkgeräten. Andere Tests basieren auf den Ergebnissen auditiver Verfahren - ein weiteres Qualitätsmerkmal der VDA-Spezifikation im Vergleich zu gängigen Standards.

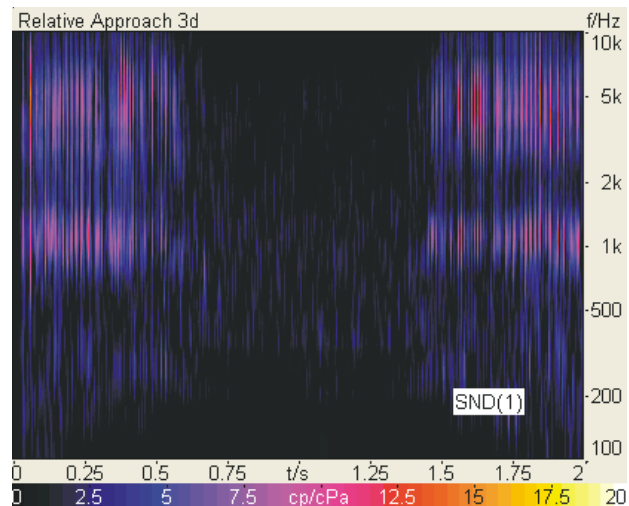


## ACQUA-Analyseoption "Relative Approach"

Der "Relative Approach" ist ein von HEAD acoustics **patentiertes Verfahren** zur Analyse hörbarer Störungen im Zeit- und Frequenzbereich, das nun auch als Option für das Kommunikations-Analysesystem ACQUA erhältlich ist. Als gehörmmodellbasiertes, psychoakustisches Verfahren erlaubt der "Relative Approach" die **Auswertung dominanter zeitlicher und spektraler Strukturen basierend auf der Empfindlichkeit des menschlichen Ohrs.**

Das menschliche Gehör reagiert besonders empfindlich auf schnelle zeitliche Änderungen in akustischen Signalen, oder auf spektrale Strukturen, die ausgeprägte Maxima und Minima aufweisen. Konstante oder langsam veränderliche Pegelverläufe über der Zeit und langsame Änderungen der Frequenz eines Signals rufen nach einer gewissen Zeit keine erhöhte Aufmerksamkeit mehr hervor.

Die Grundidee des "Relative Approach" besteht darin, aus dem bis zum aktuellen Zeitpunkt bekannten Signalverlauf einen Schätzwert für den aktuellen Signalwert zu ermitteln und diesen mit dem aktuellen Signalwert zu vergleichen. Der Schätzwert kann zunächst vereinfachend als Mittelwert der vergangenen Signalwerte interpretiert werden. Die Differenz zwischen aktuellem Signalwert und Schätzwert ist die Basis zur weitergehenden Berechnung.



Einsatz des "Relative Approach" bei der Fehlerkontrolle von Lautsprechern (hier: Lautsprecher mit vibrierendem Gitter; Anregungssignal: symmetrischer Sinus Sweep von 50 bis 300 Hz.)

Grundlage für dieses neue Verfahren stellt eine gehöradäquate Spektroskopie dar. Eine Zeit-Frequenz-Analyse der Pegelverläufe ist erforderlich, um den Eigenschaften des menschlichen Gehörs gerecht zu werden. Zusätzlich muss dem nichtlinearen Zusammenhang zwischen Schalldruck und subjektiv empfundener Lautstärke durch Einsatz einer gehörgerechten Pegeltransformation Rechnung getragen werden. Nach der "Spektralanalyse" und nichtlinearen Pegeltransformation erfolgt die Schätzwertberechnung für den aktuellen Signalwert und die Differenzbildung.

Die Parameter des Relative Approachs können der jeweiligen Aufgabenstellung angepasst werden.

### Anwendungsbereiche:

- Deutliche Darstellung zeitlicher und spektraler Strukturen
- Detektion auffälliger Signalkomponenten (auch mit niedrigem Energiegehalt)
- Hervorheben impulsartiger oder tonhaltiger Geräusche, wie Quietsch- und Klappergeräusche, Rub & Buzz etc.
- Qualitätskontrolle elektroakustischer Komponenten

### Pinna Typ 3.3

Das Kunstkopfmesssystem HMS II.3/II.4/II.5 kann bekanntermaßen entweder mit der Standardausführung der Ohrnachbildung (Pinna) oder mit einer flexiblen Pinna gemäß ITU-T P.57 Typ 3.4 ausgerüstet werden. Letztere bildet neben den akustischen Eigenschaften auch das mechanische Verformungsverhalten der menschlichen Ohrmuschel nach. Seit neuestem ist die Pinnanachbildung nun auch gemäß ITU-T P.57 Typ 3.3 (**anatomisch geformte** Pinna) erhältlich.

Die anatomisch geformte Pinna Typ 3.3 bietet sich vor allem dann an,

wenn die **Form der Ohrmuschel** eine Rolle spielt, z.B. bei der Untersuchung von Hörgeräten oder Intra-Concha-Headsets unter möglichst realitätsnahen Bedingungen.

Selbstverständlich können die verschiedenen Pinnatypen des HMS-Kunstkopfmesssystems auch nachträglich ausgetauscht werden. Die neue Pinna Typ 3.3 kann ab sofort unter der Produktbezeichnung **HEL IV bzw. HER IV** (linkes bzw. rechtes Ohr) mit der Code-Nummer 1358 bzw. 1359 geordert werden.



Freie Wahl: Pinna Typ 3.3 oder Typ 3.4 (gestrichelte Linie: Kontur Typ 3.4)

## ACQUA EA Elektroakustik-Testsystem

**Hören - Sehen - Optimieren !**

### ACQUA EA und ACQUA HA

Das Analysesystem ACQUA ist schon seit geraumer Zeit neben der Standardausführung auch als Workplace- und als Kompakt-Variante erhältlich. Mit den Spezialversionen ACQUA EA und ACQUA HA stehen nun zwei weitere ACQUA-"Familienmitglieder" zur Verfügung, die für **messtechnische Spezialaufgaben im Bereich Elektroakustik bzw. Hörgeräteakustik** entwickelt wurden.

ACQUA EA wird als Komplettpaket mit dem Messfrontend MFE VI und dem HEAD Qualitätsstandard HQS-EA aus-

geliefert und dient zur Bestimmung der elektroakustischen Parameter von Mikrofonen, Lautsprechern und sonstigen Schallwandlern.

ACQUA HA stellt in Kombination mit dem zum Lieferumfang gehörenden HQS-HA ebenfalls eine Komplettlösung zur Analyse und Optimierung der Sprach- und Übertragungsqualität von Hörgeräten dar.

Beide Spezialversionen sind gegenüber der Standardversion in bestimmten Funktionalitäten eingeschränkt, bieten aber selbstverständlich alle für die jeweiligen Messaufgaben erforderli-

chen Features. Daher können diese ACQUA-Varianten auch besonders preisgünstig angeboten werden.

Einen kurzen Einblick in die Anwendungsfelder und messtechnischen Möglichkeiten von ACQUA EA bzw. HA gibt auch die Beschreibung der entsprechenden HQS-Standards, die Sie in einem eigenen Artikel auf Seite 2 dieses Newsletters finden. Natürlich können Sie auch gerne nähere Information telefonisch oder per Email anfordern oder ein Beratungsgespräch vereinbaren (Kontakt Daten siehe unten).

### HEAD Telecom Terminkalender

**MeasComp**, 23.-25.09.2003, Wiesbaden. Messestand Halle 9, Nr. 930+931.

**Fall Voice on the Net**, 22.-25.09.2003, Boston MA, USA: Expert Panel "'Hearing' the difference with VoIP!"

**ESSV**, 24.-26.09.2003, Karlsruhe: Vorträge "Laufzeitgesteuerte Echokompensation in IP Basierenden Telefonnetzen" und "Aktuelle Entwicklungen in der Messtechnik für Kfz-Freisprecheinrichtungen."

**Automotive Engineering Partners**, Ausgabe 5/2003: Fachbeitrag: "Einbauort des Freisprechermikrofons im Fahrzeug."

**ITU-T**, 24.-25.11.2003, ITU Headquarters, Genf, Schweiz: "Workshop on standardization in telecommunications for motor vehicles".

**CFA/DAGA '04**, 22.-25.03.2004, Kongreßzentrum Straßburg, Frankreich.

**Seminare**, Ende 2003/Anfang 2004: Bitte kontaktieren Sie uns bei Interesse zwecks Aufnahme in unseren Infoverteiler.

## HEAD acoustics®

Ebertstraße 30a  
D-52134 Herzogenrath  
Tel: +49 (0) 2407-577-0  
Fax: +49 (0) 2407-577-99  
E-mail: [telecom@head-acoustics.de](mailto:telecom@head-acoustics.de)  
WEB: [www.head-acoustics.de](http://www.head-acoustics.de)

vertreten durch