



# THE INFLUENCE OF DIFFERENT MICROPHONE SYSTEMS TO BIOMETRIC ACUSTIC MEASUREMENTS – EXEMPLIFIED BY VOICE FREQUENCY ANALYSIS – (VFA ACC. TO HEINEN)

by

1Heinen, A., 2Heinen, A., 1Elbs, A., 3Hofmann, M, 3Schwarz, R., 4Wenzler, N.

<sup>1</sup>Interuniversitäres Kolleg für Gesundheit und Entwicklung Graz / Schloss Seggau, Petrifelderstr. 4, A - 8042 Graz

<sup>2</sup>Company Annegret Heinen IFG (Individual Enhancement of Health), Germany, Zürnstrasse 5/1, 88048 Friedrichshafen

<sup>3</sup>SAE- Institute Campus Munich, Germany, Bayerwaldstr. 43, 81737 München

<sup>4</sup>Tonteam, Germany, Karl-Maybach-Str. 22, 88239 Wangen i. Allg.

## Abstract

Regarding to acoustic biometric measurements concerning various parameters like speech recognition or the detection of parameters, which are relevant for health / disease, literature indicates error ratios up to 50% depending on the use of different microphone systems. Because of the creasing use of voice analyses not only for speech recognition, but for the evaluation of stress systems, emotional stress parameters as well as for the assessment of personality profiling the error ratio should not exceed a limit of 5%.

The Object of the study was to give answer to the question: Is it possible to reduce this very high deviation of 40% to 5% by using special developed calibration software?

The Thesis of the study to this question was: The implementation of a special software for the calibration of different microphone systems effects a reduction of the deviation of acoustic biometric measurement results under 5%.

Based on standardized measuring conditions in a speech lab and a recording studio the VFA according to Heinen was exercised with 5 different microphone systems. The error ratio in % of sound graphs was computed with and without the operating of calibration software.

As a result the study determined that the error ratio of measurements with the non-calibrated microphone systems was up to 40%. The calibration software effected a reduction under 5%.

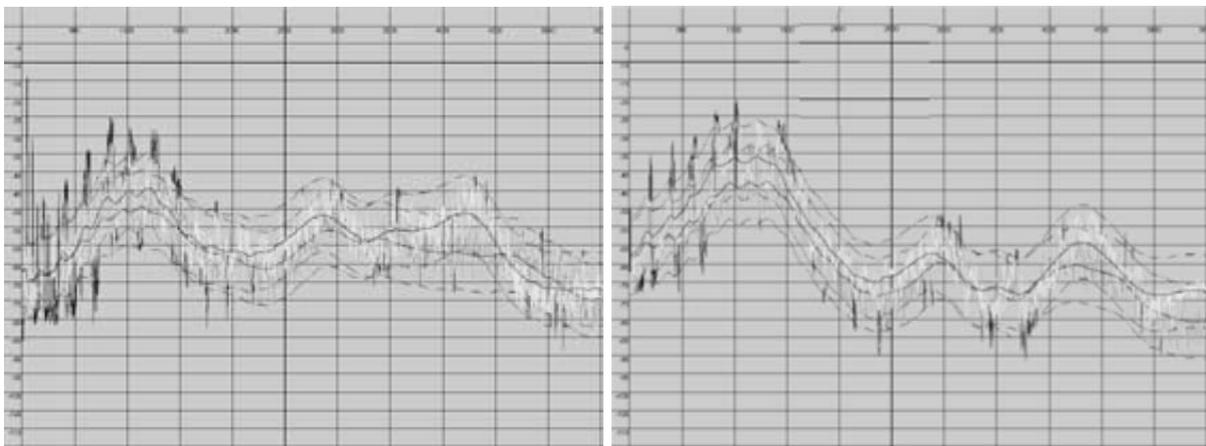
In summary you can discuss that the increasing importance of acoustic biometric measurement methods requires for the calibration of microphone systems to reduce the error ratio of parameters under 5%. This was exemplified by the VFA according to Heinen.

## Background

Die Literatur verlangt bei der Erstellung von akustischen biometrischen Parametern für die Spracherkennung mit unterschiedlichen Mikrofonssystemen beim gleichen Probanden Fehlerquoten von maximal bis 5%, um eine höchstmögliche fehlerfreie Satzschreibung garantieren zu können.(<http://>)

Da die Stimmanalyse zunehmend nicht nur in der Spracherkennung eingesetzt wird, sondern auch in der medizinischen Diagnostik für die Einschätzung von funktionellen wie emotionalen Stressparameter (FESP) des menschlichen Organismus, z.B. Säure-Base-Haushalt, Redox-System, anabol-kataboles endokrines Hormonverhältnis und Autonomes Nervensystem, sowie einer relevanten Einschätzung von Persönlichkeitsmerkmale (PM), z.B. Typus, Aggression, Angst und Zeit-Raum-Empfindungen, sollte die Fehlerquote bei Nutzung unterschiedlicher Mikrofonssysteme auch hier nicht höher als 5% betragen. (Heinen 2006, 2008, 2009, Scherf 2007, 2008)

Die Aufnahmen der Stimmproben, die daraus abgeleiteten Stimmfrequenzspektren (SFS) und die Ergebnisse, die die Stimmfrequenzanalyse nach Heinen (SFA\*) präsentiert hängen vom verwendeten Mikrofonssystem ab, siehe Abbildung 1. Daher bedarf es der Definition eines Referenzsystems und einer Kalibrierung der eingesetzten Mikrofonssysteme, um die Abhängigkeit der Ergebnisse von den Mikrofonen zu minimieren bzw. quasi zu eliminieren.



**Abb. 1:** SFS der beiden Stimmkurven: Grün offenes Ohr, gelb geschlossenes Ohr.  
li. Referenz-System, ri. Testsystem

Das Problem beim Arbeiten mit SFA, das durch unterschiedliche Audiosysteme, welche in ihrem Übertragungsverhalten maßgeblich durch die Charakteristik des Mikrofons bestimmt sind, hervorgerufen wird, soll in dieser Studie näher betrachtet werden. Da als eine Gegenmaßnahme zu diesem Problem eine "Kalibrierung" der Mikrofone bzw. Audiosysteme gesehen wird, ist diese Kalibrierung in dieser Studie Gegenstand der Untersuchung von 5 in ihrer Bauart unterschiedlicher Mikrofone.

\* The VFA acc. to Heinen was provided by Annegret Heinen IFG, Germany, Zürnstrasse 5/1, 88048 Friedrichshafen

## Objekt

The aim of the study therefore should be, to give answer to the question: Is it possible to reduce this very high deviation of 50% to 5% by using special developed calibration software?

## Thesis

The Thesis of the study to this question is: The implementation of a special software for the calibration of different microphone systems effects a reduction of the deviation of acoustic biometric measurement results under 5%.

## Messmethode

Das zur SFA eingesetzte Programmpaket *Vocalyse*\* berechnet aus zwei Stimmproben Stimmfrequenzspektren (SFS). Eine Stimmprobe wird mit offenen Ohren aufgezeichnet, die andere mit geschlossenen, siehe Abbildung 2. Die beiden Proben werden über ein Mikrofon, das an den mit *Vocalyse* arbeitenden Computer über die Audio-Schnittstelle angeschlossen ist, aufgezeichnet. (Heinen 2006) Damit stehen zwei SFS zur Verfügung, siehe Abbildung 1. Aus der Übereinanderlegung der beiden SFS-Kurven im SFS-Diagramm können dann der Grund-Typus, der Stress-Typus sowie deren Eigenschaften (z.B. Aggression, Angst und Raum-Zeit-Empfinden) und weitere Aussagen zur Konstitution und Kondition (z.B. Säure-Base-Verhältnis, Redox-System, katabol-anaboles Hormonsystem) des Probanden abgeleitet werden.



**Abb. 2:** Stimmaufnahme eines Probanden mit zwei Baugleichen Mikrofone.

## Studiendesign

Die Untersuchung verlief in 2 Schritten:

1. 5 nicht-kalibrierte Mikrofonsysteme unterschiedlicher Bauart werden mit einem Referenzmikrofon verglichen.
2. die 5 Mikrofonsysteme werden danach mit Hilfe einer spezifischen Software zum Referenzmikrofon hin kalibriert und erneut damit verglichen.

Bei allen Versuchen wird mit Hilfe einer technischen Quelle ( ....), siehe Versuchsaufbau in der Abbildung 3, ein Rosarauschen von 30 dB erzeugt. Als spezifische Schallquelle dient ein Lautsprechersystem .... der Firma ....

### **Referenz-System**

Ein Referenz-System kann über zumindest zwei verschiedene Vorgehensweisen festgelegt werden:

1. Erklärung eines vorhandenen Systems als "Referenz"
2. über eine exakte Beschreibung der für das Referenz-System charakteristischen Eigenschaften und Größen.

Für die hier präsentierten Versuche wurde eine spezielle Konfiguration zum Referenz-System erklärt, das sich beim Vergleich von Mikrofonen aus mehreren Chargen als quasi kalibriert bewährt hat. Das Attribut "quasi-kalibriert" deutet an, dass kein spezieller Kalibrierungsvorgang durchgeführt wurde bzw. erforderlich war. Es handelt sich dabei um das Tisch-Sprach-Mikrofon EMC 70 Sinus Live der Firma ... Den Beweis lieferte eine offene Praxisstudie mit 320 in Sekundenzeitabständen doppelt gemessenen Probanden mit einer Pollenallergie. In dieser Studie konnte kein signifikanter Unterschied in den PM und FESP im Vergleich der Doppelmessungen festgestellt werden. Die Studie dauerte 3 Jahre. Die Probanden wurden in unterschiedlichen Jahreszeiten bis zu 12x/Jahr gemessen. (Scherf 2008)

### **System-Vergleich**

Wie oben bereits ausgeführt, werden 5 Systeme jeweils mit ein und dem selben Referenz-System verglichen. Es sind im einzelnen die Mikrofone:

1. ...
2. ...
3. ...
4. ...
5. ...

### **Audio-System**

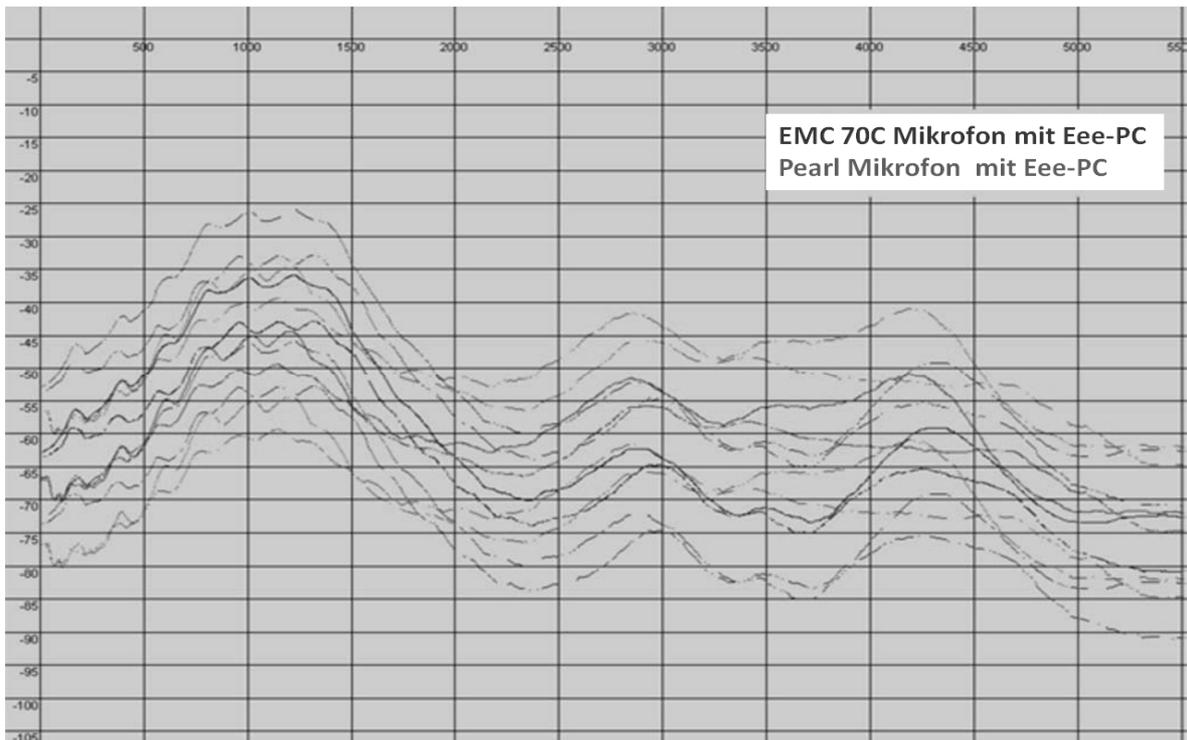
Die Hardwarekonfiguration war blieb bei allen Versuchen konstant. Benutzt wurde der Eee-PC 1000H der Firma Asus.

### **Ergebnisse**

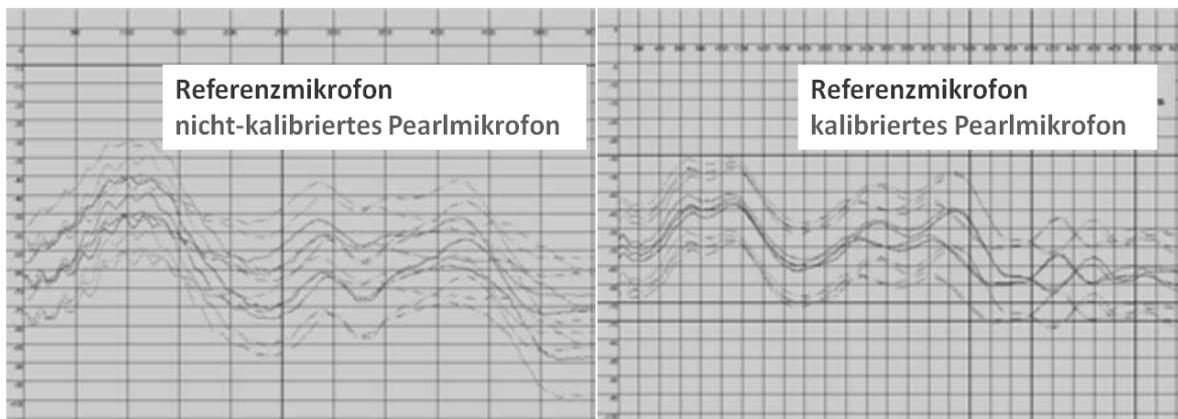
Die Abbildung 3 zeigt als Beispiel die überlagerten Mittelwertkurven und +/- 10-db-Linien der unterschiedlichen SFS der Abbildung 1 eines Probanden beim Vergleich des Referenzmikrofons EM 70C mit dem nicht-kalibrierten Pearl-Mikrofon. Beide Aufnahmen wurden gleichzeitig auf einem baugleichen Eee-PC H 1000 der

Firma Asus aufgenommen. Aus dem signifikanten Unterschied der SFS resultieren die unterschiedlichen FEMSP und PM, wie sie in der Tabelle 1 dargestellt werden.

Die Abbildung 4 zeigt den Vergleich der SFS von Referenzmikrofon EM70C und Pearl-Mikrofon als Beispiel vor und nach der Kalibrierung des Pearl-Mikrofons. Da sich jetzt kein signifikanter Unterschied mehr bei den SFS zeigt, weichen die unterschiedlichen FEMSP und PM, wie sie in der Tabelle 1 dargestellt werden ebenfalls nicht mehr signifikant von einander ab..



**Abb. 3:** Vergleich der Mittelwert- und +/- 10dB-Linie des SFS der Abbildung 1 des Referenzmikrofons EM70 C (rot) mit dem nicht-kalibrierten Pearl-Mikrofon (blau).



**Abb. 4:** Vergleich der Mittelwert- und +/- 10dB-Linie des SFS der Abbildung 1 des Referenzmikrofons EM70 C (rot) vor (links) und nach (rechts) Kalibrierung des Pearl-Mikrofon (blau).

**Tabelle 1:** Die Tabelle zeigt eine quantitative Änderung der funktional-emotionalen Stressparameter (FESP) wie Persönlichkeitsmerkmale (PM) vor (v) und nach (n) der Kalibrierung der Vergleichsmikrofone zum Referenzmikrofon. Beschrieben wird die Kalibrierung über die Pfeile mit der Bedeutung: → normal, ↑ leicht erhöht, ↑↑ stark erhöht, ↓ leicht erniedrigt und ↓↓ stark erniedrigt.

FESP/PM Mikrofone	S/B		RE/Ox		An/Ka		ANS		Aggression		Angst		Zeit		Raum		
	v	n	v	n	v	n	v	n	v	n	v	n	v	n	v	n	
<b>R</b>	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	
<b>A</b>	→	→	↓	→	→	→	↑↑	→	→	→	→	↑	→	↑↑	→	→	→
<b>B</b>	↓	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	↓	→	↓	→	↑	→
<b>C</b>	→	→	↓↓	→	↓	→	↑	→	→	→	→	↑↑	→	→	→	→	→
<b>D</b>	↓	→	→	→	→	→	↓	→	→	→	→	↑↑	→	↑↑	→	→	→
<b>E</b>	↑	→	→	→	→	→	↑	→	→	→	→	↓	→	↓	→	→	→

Wie man den in der Tabelle 1 dargestellten Ergebnissen entnehmen kann, weichen die FESP und PM aus den Pink-Noise-SFS-Kurven der nicht-kalibrierten Mikrofonen im Vergleich zum Referenzmikrofon EM 70C deutlich signifikante bis 50% ab. Nach der Kalibrierung sind die Ergebnisse mit einer Abweichung von bis 5% in weitgehender Übereinstimmung mit dem Referenzmikrofon. Dabei wurde die Pink-Noise-SFS-Kurve des Referenzmikrofons als normalwertig für alle Parameter definiert.

## Diskussion

As a result the study determined that the error ratio of measurements with the non-calibrated microphone systems was up to 50%. The calibration software effected a reduction under 5%.

Aus dieser Erkenntnis heraus muss gefolgert werden, dass eine funktional-emotionale medizinische Diagnostik beim Einsatz freiwählbarer Mikrofone im

Ergebnis für die FESP und PM bis zu 50% abweichen kann. Das bedeutet, dass erhebliche Fehldiagnosen entstehen, die letztlich zu Fehleinschätzungen wesentlicher Vorgänge im Organismus führen können. In der Konsequenz aus der Fehleinschätzung können falsche therapeutische Maßnahme getroffen werden, die zu erheblichen Fehlfunktionen und -erlebnisse des betroffenen Organismus führen können. Um eine solche Verkettung von Fehlern letztlich zu vermeiden, sollte auch beim medizinischen Einsatz der Stimmanalyse mit ausschließlich kalibrierten Mikrofonen gearbeitet werden.

In summary you can discuss that the increasing importance of acoustic biometric measurement methods requires for the calibration of microphone systems to reduce the error ratio of parameters under 5%. This was exemplified by the VFA according to Heinen.

## List of literature references

<http://home.arcor.de/c.nerger/dsp100test.html>

Heinen, A. (2006): Hypothetical communication model of interacting rhythms in live complex open systems, Thirteenth International Congress on Sound and Vibration –ICSV13 -, Wien, Kongressband, S. 203

Heinen, A., Scherf, H.-P. (2007): Beschreibung extrazellulärer Milieuveränderungen bei akuten und chronischen Erkrankungen über die Erhebung biometrischer Messdaten zur Bestimmung relevanter Stressparameter aus der Stimme am Beispiel der Pollenallergie – Poster, 2. Gemeinsamer Deutscher Allergiekongress in Lübeck

Heinen, A. (2008) : Integrative Medizin: Vorstellung eines zeitreihenanalytisch-funktionell-diagnostischen Konzepts zur Ausübung einer Integrativen Medizin in der täglichen Arztpraxis mit dem Ziel Primär/Sekundär/Tertiär Prävention – Poster, 1. Europäischer Kongress für Integrative Medizin, Berlin

Scherf, H.-P., Swat, R., Ristenbieter, K. (2008): Kontrollierte Praxisstudie bei Pollenallergikern in Ausübung Integrativer Medizin - Praktische Anwendung einer emotional-funktionellen Messmethode, 1. European Congress for Integrative Medicine, Berlin