

## 5. Sounddesignforum

Berlin, 17.10.2012



### Vortrag

## Voice of Mobility der Soundaktor als Schnittstelle zwischen Mensch und Fahrzeug

Michael Richter

Christian Sadowski

KUHNKE Automotive GmbH & Co.KG

- Fahrerlebnis durch akustische Wahrnehmungen als Feedback des Fahrzustandes
- Sicherheitsaspekte im Betrieb von Hybrid- und Elektrofahrzeugen
- Das Prinzip Körperschall
- Konzept Soundaktor im Vergleich zu herkömmlichen Lautsprechern
- Vorführung verschiedener Fahrzustände an einem Demonstrator



PERSPEKTIVEN  
NEU ENTDECKEN

K U H N K E  
T E C H N O L O G I E S



# *Willkommen bei KUHNKE*

*Innovation für Innovatoren*



# Voice of Mobility

**Der Soundaktor als Schnittstelle  
zwischen Mensch und Fahrzeug**

**KUHNKE**



## Fahrerlebnis durch akustische Wahrnehmungen als Feedback des Fahrzustandes (Innensound)



- Fahrspaß verstärken (Economy vs. Sportstufe, Downsizing ausgleichen)
- Markenimage stützen (emotionale Kaufentscheidung)
- Stress mindern (Wellness)
- Individuelle Bedürfnisse (personalisierte Sounds)
- Störgeräusche maskieren

## Fahrerlebnis durch akustische Wahrnehmungen als Feedback des Fahrzustandes (Aussen-sound)

---



- Präsenz der Marke (Wiedererkennung über Klang) auch bei E-Fahrzeug
- Selbstdarstellung des Fahrers (die „akustische Rolex“)

## Sicherheitsaspekte im Betrieb von Hybrid- und Elektrofahrzeugen (Innensound)



- Vertrautheit vermitteln, Hemmschwellen abbauen (neues Konzept)
- Sicherheit geben : akust.Ambiente („my Home...“) statt „schalltoter“ Raum
- Rückmeldung / akustisches Geschwindigkeitsgefühl (kurze Ausfahrt...)
- Ermüdung mindern, Aufmerksamkeit erhalten (psychoakust. Sounddesign)

## Sicherheitsaspekte im Betrieb von Hybrid- und Elektrofahrzeugen (Außensound)



Audielle Annäherungswahrnehmung durch andere Verkehrsteilnehmer :

- Verbrennungsmotorgeräusch ist historisch eingepägt
- Umstellungsphase auf E-Mobility besonders kritisch (2 Lager)
- Fußgänger / Radfahrer : Hören vor Schauen
- Sehbehinderte sind der Maßstab

## Das Prinzip Körperschall





## Das Prinzip Körperschall

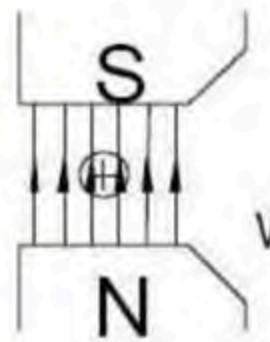
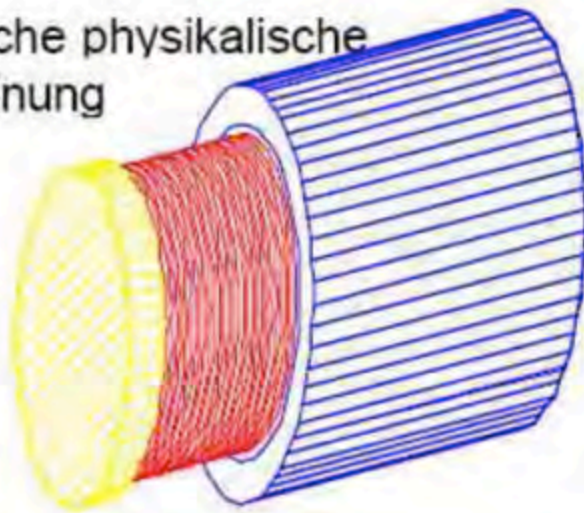


- Biegewellen regen eine quasi-zufällige, dichte Modenverteilung auf der erregten Fläche an.
- keine kolbenförmige Bewegung, dadurch nur geringe Bündelung, d.h. breite Abstrahlung
- zur Schallabstrahlung über Flächen aus nicht membranartigen Materialien geeignet (Karosserie, Möbel, Deckenpaneele...)
- Mehrere Erreger an einer Fläche sind qualitätssteigernd möglich

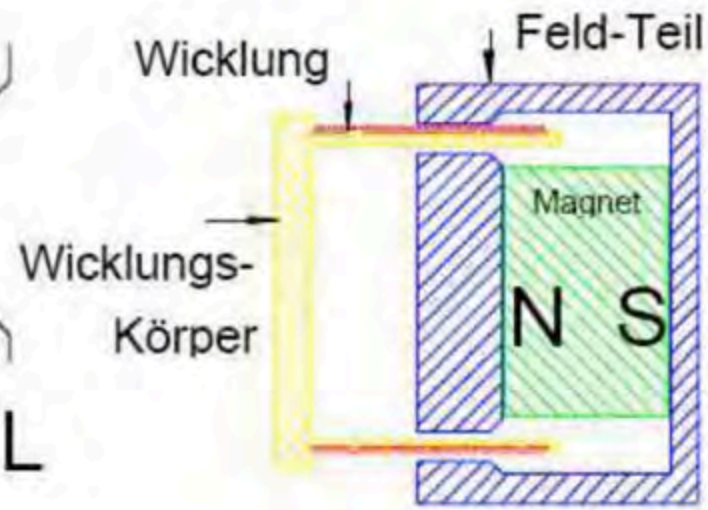
# Prinzip des Voice-Coil-Aktuators



Typische physikalische Anordnung



$$F = BiL$$



## Der Schwingungserreger ( Aktuator ) Impulsgeber IPG 2S



- Frequenzbereich 40-2000 Hz
- Einpunktbefestigung
- beliebige Einbaulage
- 10 N Krafterzeugung
- 10 W elektr. Dauerbelastung
- druckstrahldichtes Gehäuse
- Innen-und Außenanwendung
- kompakter Bauraum
- Gewichtsoptimiert, 230g
- Temperaturbereich -40/+70°C
- integrierter Sensor optional z.B. für Vibrationserkennung in Noise-Cancelling-Systemen



## Die neue Generation: Impulsgeber IPG QA



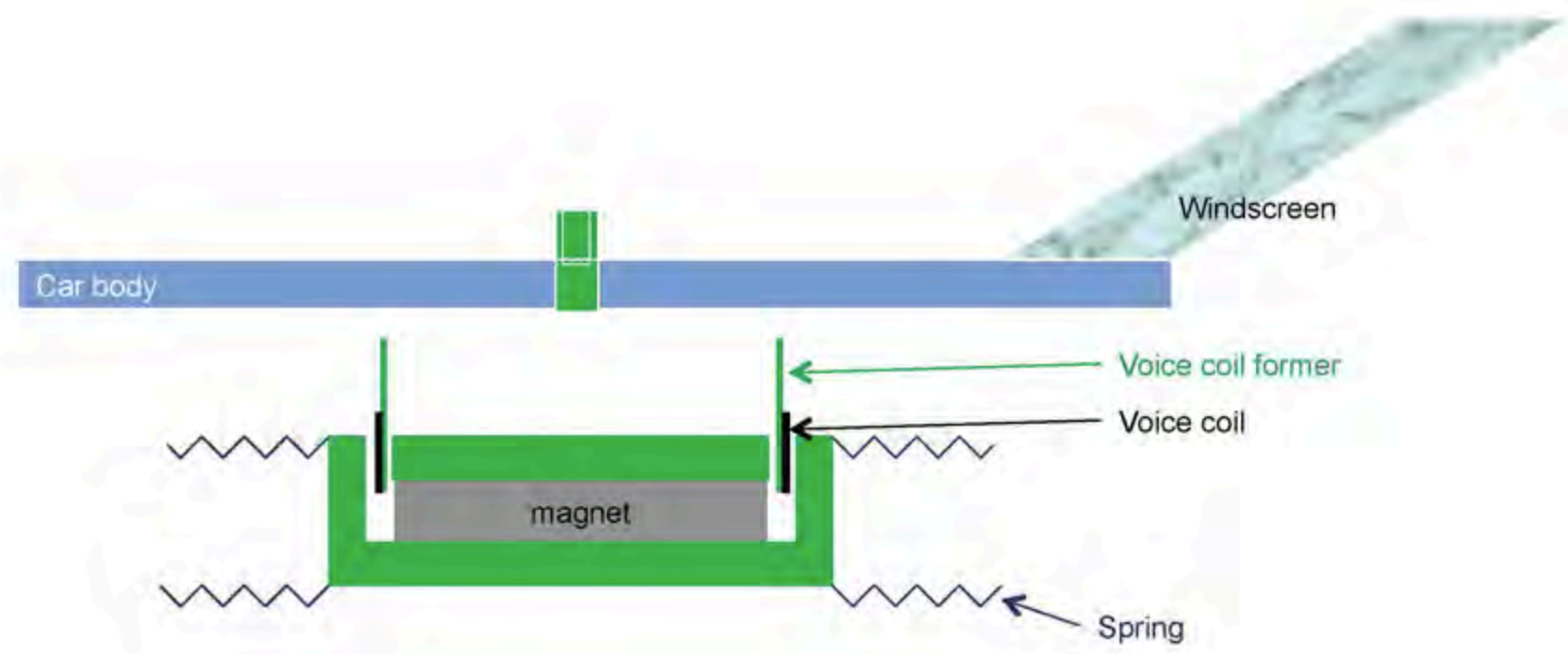
- Frequenzbereich 50-3000 Hz
- Einpunktbefestigung
- beliebige Einbaulage
- 7 N Krafterzeugung
- Reduzierter Einsatz seltener Erden
- druckstrahldichtes Gehäuse
- Innen-und Außenanwendung
- kompakter Bauraum, nur 62x34mm
- gewichtsoptimiert:, 190g
- Temperaturbereich -40/+110°C bei wärmeleitender Befestigung



# Konzept Soundaktor im Vergleich zu herkömmlichen Lautsprechern



## Innensound-Aktuator an Scheibenquerträger



## Konzept Soundaktor im Vergleich zu herkömmlichen Lautsprechern



### Soundaktor

- Kleiner Bauraum,
- Aktuator D70 x H35mm,
- Kein Gehäuse erforderlich
- keine Membrane
- nur 1 Befestigungspunkt
- Montage des Aktuators in allen Richtungen möglich, kein Einfluss auf Schallabstrahlung
- Konstruktionsbedingt robust gegen Klimaeinflüsse und Hochdruckreinigung

### Lautsprecher

- Membrandurchmesser min. 100mm,
- Korbdurchmesser min 130mm, zusätzlich Gehäuse oder Schallwand notwendig,
- mehrere Befestigungspunkte
- Montagevorzugsrichtung wegen axialer Schallabstrahlung insbesondere für mittlere und höhere Frequenzen

## Konzept Soundaktor im Vergleich zu herkömmlichen Lautsprechern



### Soundaktor

- Gewicht ab ca. 190g

### Lautsprecher

- Dünne Membran muß gegen Steinschlag und Hochdruckreinigung geschützt werden, Klimafestigkeit nur durch dichtes Gehäuse
- Deutlich höheres Gewicht des Treibers, zusätzlich Gehäusegewicht



## Konzept Soundaktor im Vergleich zu herkömmlichen Lautsprechern



### Soundaktor

- Durch verteilte Schwingungsmoden auf der erregten Oberfläche physiologisch sehr günstige Schallverteilung und Richtwirkung, bei mehreren Aktuatoren keine problematischen Interferenzen
- Sounddaten wirken konsistent mit dem originalen Fahrzeuggeräusch verbunden, da Mischung der Schwingungsmoden bereits auf der Körperschallebene erfolgt. Keine Ortung des Aktuators.

### Lautsprecher

- Definierte Abstrahlcharakteristik mit ausgeprägter Richtwirkung, bei mehreren Lautsprechern Gefahr störender Interferenzen
- Lautsprechersound wird hörphysiologisch separat wahrgenommen
- konsistente Mischung mit Fahrzeugoriginalsound gelingt auf der Luftschallebene weniger gut.
- Ortung der Schallquelle möglich.



## Konzept Soundaktor im Vergleich zu herkömmlichen Lautsprechern



### Soundaktor

- Innen- und Außensound mit je einem Aktuator möglich, bereits dann räumlicher Klang
- Bei Innensound tieffrequente Wiedergabe ab 30 Hz Standard

### Lautsprecher

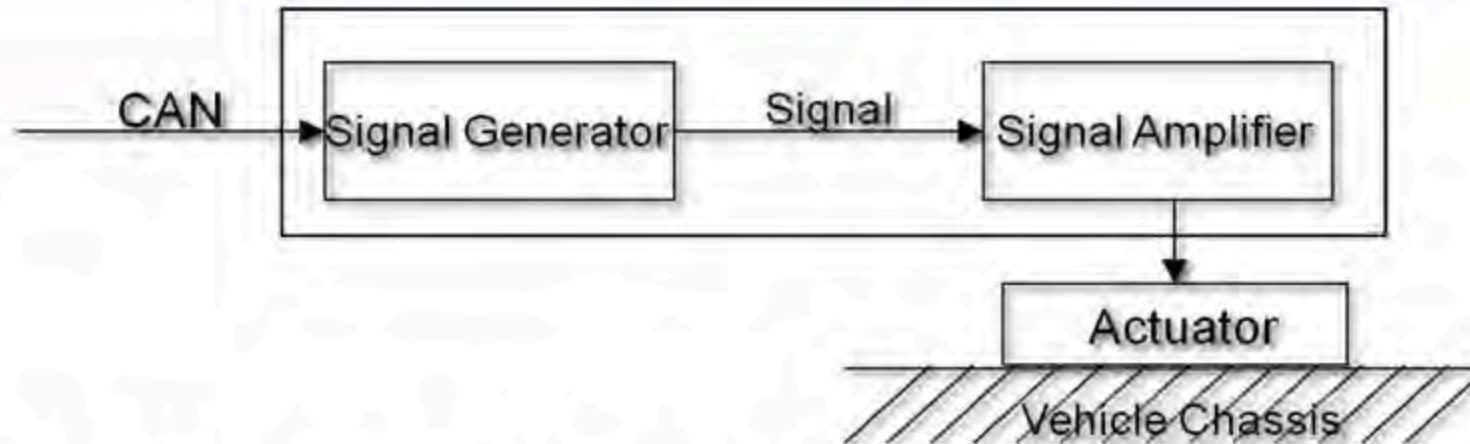
- Für räumliches Klangbild meist mehrere Lautsprecher erforderlich
- Für tieffrequente Wiedergabe größere Lautsprecher und Gehäuse erforderlich

## Praxisbeispiel: Außen sound im E-Mobil



Der unter der Motorhaube montierte Soundaktor macht das Fahrzeug aus 50m Entfernung hörbar und vermittelt zugleich dem Fahrer die erwünschte akustische Rückmeldung im Innenraum

## Soundsteuergerät 2. Generation im Fahrzeug (Innensound)



- Eingangsparmeter via Antriebs-CAN
- Soundberechnung in Abhängigkeit der Eingangsgrößen über Tabellen
  - parametrierbar durch OEMs
- eingesetzter Controller: NEC/Renesas V850 fx3, 32bit
- 32MHz
- 16kByte RAM
- 256kByte ROM

## Soundsteuergerät 2. Generation im Fahrzeug

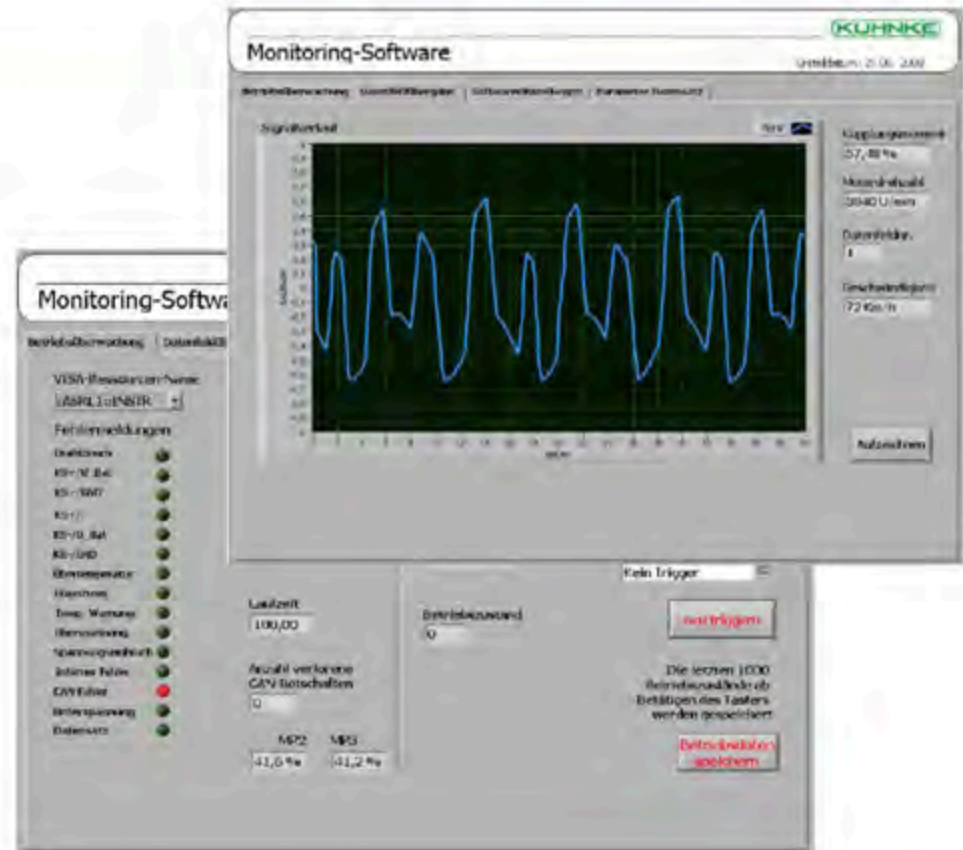


- Samplerate 12,5 kHz
- 12 Tonspuren
- Signalverstärkung (Innensound, Class D, 1x25 W)
- Signalverstärkung (Außensound, Class D, 2x40 W oder 1x80 W)
- Diagnosefähig
  - Flashbarkeit über CAN
  - Auslesen von Identifikationsdaten
  - remanente Parametrierung der Lautstärke in der Werkstatt
  - Applizierung der Sounddaten während der Laufzeit über CCP

## Soundsteuergerät 2. Generation im Fahrzeug



- Monitoring-SW
  - interne Fehler
  - Zustandsdaten des SGs
  - Darstellung der Eingangsgrößen
  - Verhalten des Ausgangssignals
  - aktuelle SW-Konfiguration



## Vorführung verschiedener Fahrzustände an einem Demonstrator



### Erklärung zum Aufbau des Demonstrators

- CAN-Bus
- Steuergerät und Restbussimulation
- montierter IPG an Karosserieteil

### Sounddemonstration anhand aufgezeichneter Fahrzustandsdaten

- Beschleunigungsvorgänge
- Standgeräusche
- langsame Fahrt

### Sounddemonstration anhand manuell einstellbarer Fahrzustandsdaten

- Drehzahleinfluss
- Geschwindigkeitseinfluss
- Motorlasteinfluss
- Fahrprofilumschaltung

### Auswirkungen des Montageortes auf den Sound

### Wiedergabe von Sprache über den IPG

**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit**

**Michael Richter,  
Christian Sadowski**

**KUHNKE**

Tel. +49(0)4523 402 0  
Fax +49(0)4523 402 58 359  
E-mail [automotive@kuhnke.de](mailto:automotive@kuhnke.de)

Kuhnke Automation GmbH & Co. KG  
Lütjenburger Str. 101  
D-23714 Malente

[www.kuhnke.com](http://www.kuhnke.com)