

# **Projekthandbuch „Gestaltungspraktikum Audio“**

Thema  
Funktionelle Sounds in e-Cars

**Eine Ausarbeitung von**

Andreas Heidrich 711726  
Christian Zöller 715845  
Jaha Deliu 565008  
Marco Flender 541161

## Inhaltsverzeichnis

1	Motivation.....	3
2	Problemspezifizierung.....	3
3	Ausarbeitung.....	4
4	Ergebnis.....	5
4.1	Außengeräusch .....	5
4.2	Innengeräusch.....	6
4.3	Beispielgeräusch .....	6
4.4	Beispielgeräusch in der Praxis.....	9
5	Resümee.....	9
6	Quellenverzeichnis.....	10

## 1 Motivation

Autos mit elektrischem Antrieb verfügen generell über kein hörbares Motorengeräusch. Dies wirft für die tägliche Benutzung im Straßenverkehr eine ganze Reihe neuer Probleme auf. Dazu gehören vor allem Sicherheitsaspekte, die sowohl für Umwelt als auch für den Fahrer selber relevant sind.

Zu diesen Aspekten gehören:

- Der Fahrer bekommt kein Feedback über die Geschwindigkeit des Fahrzeuges
- Fußgänger können vor allem in Ortschaften die herannahenden Fahrzeuge nicht hören

Zweck dieses Projektes ist es, herauszuarbeiten wie eine Geräuschkulisse für Elektroautos aussehen könnte, um die oben genannten Sicherheitsaspekte zu gewährleisten und ferner auch den Herstellern zu ermöglichen, eine individuelle Identifizierbarkeit ihrer Fahrzeuge (Corporate Identity) zu bekommen.

Derzeit wird dieses Thema von den meisten Automobilherstellern bei der Produktion der Elektrofahrzeuge nicht oder nur unzureichend berücksichtigt, so dass an dieser Stelle ein erheblicher Bedarf an Forschungsarbeit besteht.

Auch bei den Gesetzgebern besteht in diesem Bereich noch erheblicher Handlungsbedarf, da es zurzeit weltweit noch keine Regelungen in Form von Gesetzen oder Vorschriften gibt.

## 2 Problemspezifizierung

Um das Problem einzugrenzen haben wir uns dazu entschlossen es in mehreren Kategorien aufzuteilen.

Hierbei bot es sich an zwischen Geräuschen für die Außenwelt und den Innenraum des Fahrzeuges zu unterscheiden.

Diese zwei Kategorien haben wir wie folgt in notwendige Sicherheits- und wünschenswerte Aspekte untergliedert.

Für die Außenwelt ist es aus Sicherheitsgründen zwingend erforderlich das Fahrzeug als solches anhand des Geräusches, sowohl aus ausreichender Entfernung als auch im Stand, wahr zu nehmen.

Dies stellt auch unsere Hauptmotivation dar.

Zu den wünschenswerten Faktoren zählen Audio-Branding, Lärmschutz durch dynamische Lautstärkeregelung für den Tag- und Nachtbetrieb und ein passendes Rückwärtsfahrgeräusch.

Im Innenraum ist der Sicherheitsaspekt ähnlich wichtig wie für die Außenwelt. Hier sollte der Fahrer über das Geräusch ein Feedback im Bezug auf die tatsächlich vorherrschende Geschwindigkeit bekommen.

Wünschenswert dabei wäre es eventuell vorhandene Nebengeräusche zu minimieren.

Generelle Anforderungen an das Geräusch sind:

- es sollte für den Fahrer und die Umwelt nicht störend wirken
- es sollte gut in Frequenz- und Amplitude modulierbar sein
- für den Hersteller sollte Corporate Identity möglich sein -> Audiobranding

### **3 Ausarbeitung**

Zuerst haben wir den aktuellen IST-Stand ermittelt, dieser stellt sich wie folgt dar:

- HaloSONIC (Harmann & Lotus)
  - o Flat 6 Engine, V8-Motor, V12-Motor, Futuristic 1 & 2
- EVtones
  - o Motorcycle, Jet Engine, Sports Car
- Datasystem Co., Tokyo, spezielle Vorrichtung (ca. 140\$)
  - o „Meow“ („Miau“), „Boing“, „Excuse me“
- University of Warwick, U.K.
  - o untersucht die Akzeptanz von Sounds beim Publikum
- Nissan
  - o Die Adaption des Geräusches der fliegenden Autos aus dem Film „Blade Runner“
  - o Automatische Soundaktivierung beim Starten des Autos
  - o Der Sound wird bei einer Geschwindigkeit von über 12 Meilen pro Stunde ( ca. 19,3 km/h) ausgeschaltet

Die oben genannten Tonbeispiele der Automobilhersteller erinnern eher an billige Science-Fiction Spaßproduktionen, als an wissenschaftliche Ergebnisse.

Als Basis unserer Ausarbeitung dienen vor allem die Reifengeräusch- und Windgeräuschmessungen.

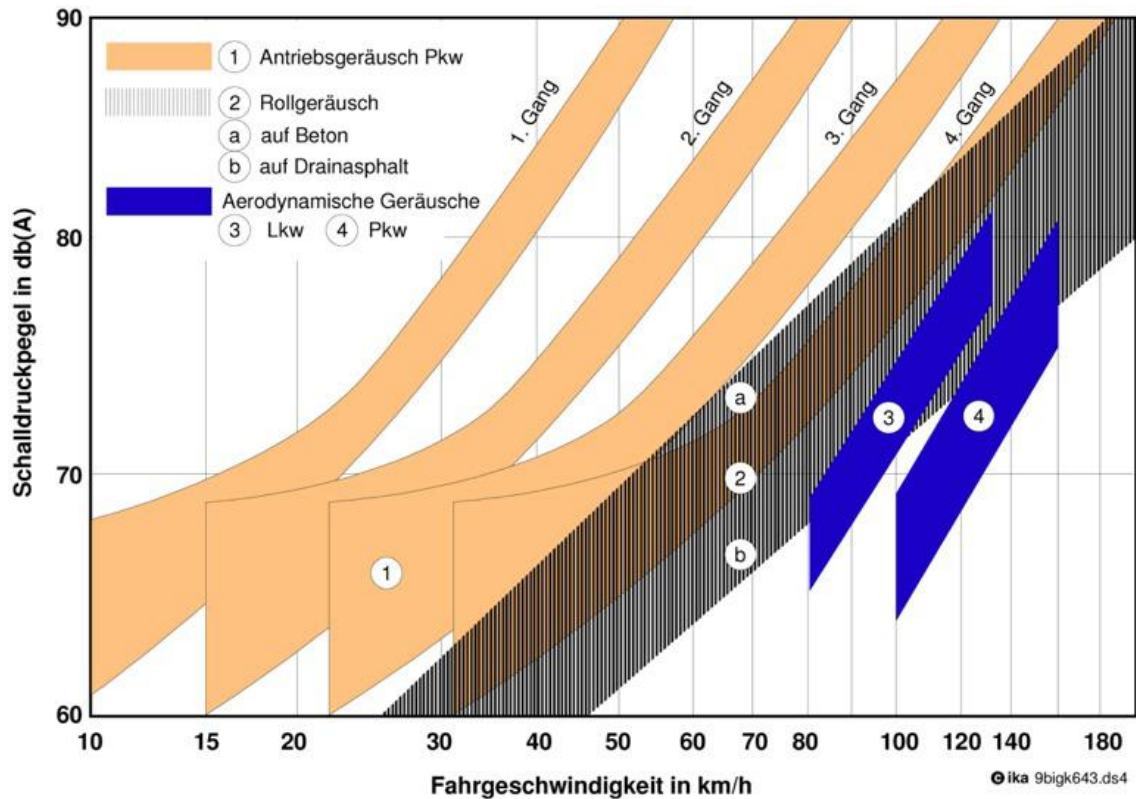


Abbildung 1: Institut für Kraftfahrwesen Aachen, RWTH Aachen, 2006

Anhand dieser Daten haben wir theoretische Überlegungen über das Außen- und Innengeräusch angestellt, bezüglich seiner Lautstärke und seiner Tonhöhe in Abhängigkeit der Geschwindigkeit des Fahrzeuges.

## 4 Ergebnis

### 4.1 Außengeräusch

- Der Ton sollte dynamisch sein:
  - o abhängig von Helligkeit und Uhrzeit (Tag - Nacht - Betrieb)
  - o abschaltbar bei lauten Standardgeräuschen (Energieersparnis)
- Intensität
  - o Vorhandensein eines gleichbleibenden Geräusches im Stand
  - o erst exponentiell mit der Geschwindigkeit ansteigend, dann wieder abfallend, wenn die Reifen- und Windgeräusche das simulierte Geräusch übertönen

- Tonhöhe
  - gleichbleibendes, unaufdringliches Geräusch im Stand
  - exponentiell mit der Geschwindigkeit ansteigend bzw. abfallend
  - aufgrund psychoakustischer Überlegungen, sollte die Maximalfrequenz nicht zu hoch gewählt werden
- Sonstige Anforderungen
  - Rückwärtsfahrgeräusch als Warnfunktion
  - Ton sollte nicht störend, gut modulierbar in Tonhöhe und Intensität sein
  - Corporate Identity soll möglich sein

## **4.2 Innengeräusch**

- Intensität
  - Vorhandensein eines gleichbleibenden Geräusches im Stand zur Funktionskontrolle
  - erst exponentiell mit der Geschwindigkeit ansteigend, ab einer vordefinierten Geschwindigkeit bleibend
- Tonhöhe
  - gleichbleibendes, unaufdringliches Geräusch im Stand
  - linear ansteigend mit Geschwindigkeit
  - aufgrund psychoakustischer Überlegungen, sollte die Maximalfrequenz nicht zu hoch gewählt werden
- Sonstige Anforderungen
  - Rückwärtsfahrgeräusch als Warnfunktion
  - nicht störend, gut modulierbar in Tonhöhe und Intensität
  - der Ton soll als Feedback fungieren
  - Verdeckung eventuell vorhandener Nebengeräusche des Fahrzeuges
  - Corporate Identity soll möglich sein

## **4.3 Beispielgeräusch**

Um unsere Überlegungen in einem greifbaren Beispiel zu fassen, haben wir eine Sequenz weißes Rauschen durch einen Bandpassfilter bei 500 Hz gefiltert.

[Soundbeispiel](#)

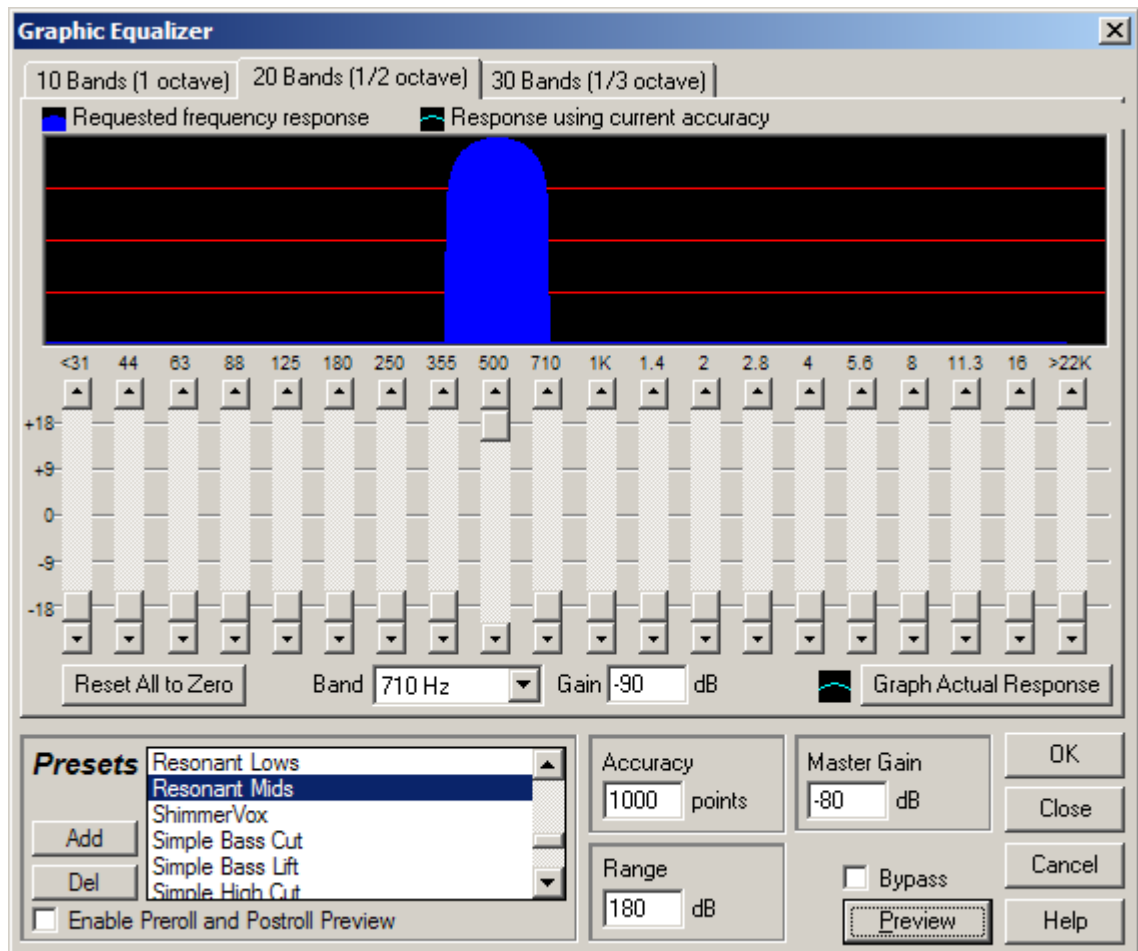


Abbildung 2: Bandpassfilter bei 500 Hz

Danach wurde eine Tonhöhen- bzw. Lautstärkenverlaufskurve auf das gefilterte Geräusch appliziert. Das so entstandene Beispielgeräusch ist der Arbeit beigelegt. Es soll kein Ergebnis im Sinne eines produktionsreifen Geräusches sein, entspricht aber größtenteils den oben angestellten Überlegungen und Theorien. Das verwendete Rauschen erlaubt weder Corporate Identity noch ist es sonderlich ansprechend für den Endkunden und müsste daher durch einen, von speziellen Designern entwickelten, Sound ersetzt werden.

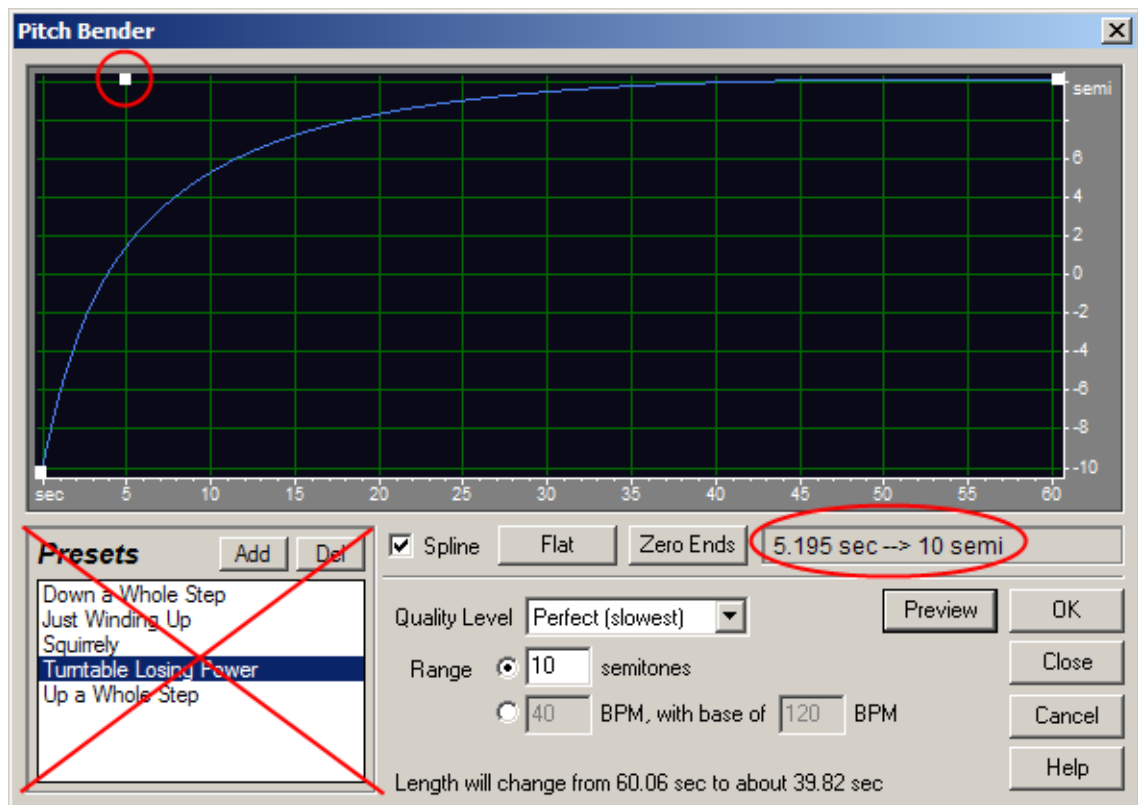


Abbildung 3: Tonhöhenverlaufskurve (Hervorhebung d. A.)

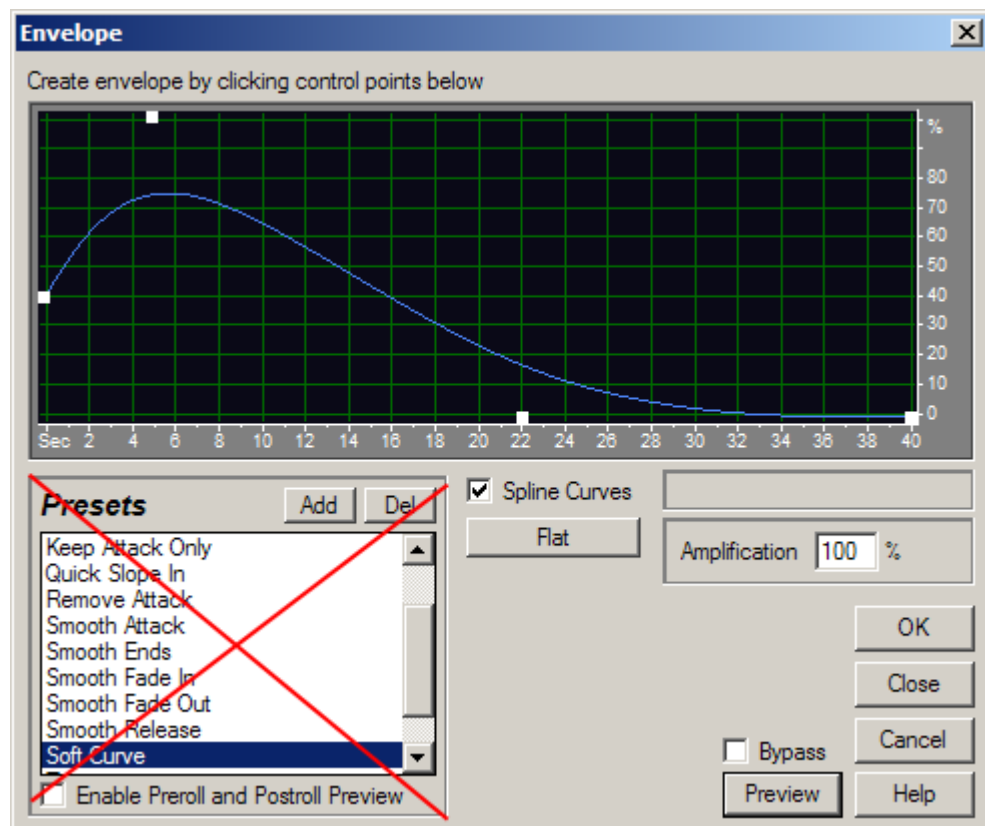


Abbildung 4: Lautstärkeverlaufskurve (Hervorhebung d. A.)



#### **4.4 Beispielgeräusch in der Praxis**

Das erzeugte Beispielgeräusch sagt alleine wenig über die Wirkung in der Praxis, also in Verbindung mit einem fahrenden Elektroauto aus. Um dies zu verdeutlichen haben wir Fahrten mit einem entsprechenden Fahrzeug durchgeführt und die dabei entstehenden Geräusche durch den Fahrtwind und das Rollen der Reifen auf der Fahrbahn aufgezeichnet.

Die Fahrten wurden auf einer ebenen Straße durchgeführt; dabei wurde aus dem Stillstand das Fahrzeug bis auf eine Geschwindigkeit von 80 km/h beschleunigt, so dass die Aufnahmen die gesamte Geräuscentwicklung aus dem von uns betrachteten Bereich beinhalten. Um später eine Zuordnung der Geräusche zu einem bestimmten Zeitpunkt zur dann vorherrschenden Geschwindigkeit vornehmen zu können, wurde während den Aufnahmen auch die Geschwindigkeit mit protokolliert.

Entstanden sind dabei zwei Aufnahmen: zum einen die Geräusche für den Innenraum und zum anderen die Außengeräusche. Diese Beiden haben wir mit dem erzeugten Beispielgeräusch kombiniert. Das Ergebnis ist ein praxisnahes Gesamtgeräusch, das unsere Annahmen bestätigt hat. Die Audiodateien mit den Ergebnissen liegen dieser Arbeit bei.

## **5 Resümee**

Wir haben im Verlauf des Projektes die Anforderungen für weitergehende Arbeiten in diesem Bereich spezifiziert und dabei festgestellt, dass dieses Projekt einen ersten Schritt in der Entwicklung von funktionellen Sounds für e-Cars darstellt.

Für einen kommerziell nutzbaren Sound sind weitere Forschungen im Bereich des Sounddesigns und der Psychoakustik erforderlich sowie technische Forschungen zur Wiedergabe der Sounds in e-Cars.

## 6 Quellenverzeichnis

- Prof. Dr. D. Ehrhardt: Funktionale Geräusche für e-Cars (7.7.2010)
- Abbildung 1: Institut für Kraftfahrwesen Aachen, RWTH Aachen, 2006
- Halosonic External Electronic Sound Synthesis.  
<http://www.midlandslotus.co.uk/forum/index.php?showtopic=32238> [01.06.2010]
- Video: the HALOsonic electric car sound system | Environment | guardian.co.uk.  
<http://www.guardian.co.uk/environment/video/2009/nov/16/halosonic-electric-car>  
[01.06.2010]
- EVTONES - Electric Vehicle and EV car sounds. <http://www.evtones.com/> [01.06.2010]
- Electric vehicles to make Star Wars sound effects for safety | DVICE.  
<http://dvice.com/archives/2010/05/electric-vehicl.php> [01.06.2010]
- Carmakers, blind advocates agree on electric car noise rules.  
[http://money.cnn.com/2010/05/19/autos/electric\\_car\\_noise/index.htm](http://money.cnn.com/2010/05/19/autos/electric_car_noise/index.htm) [19.05.2010]
- Electric car noise to be mandated by Federal Motor Safety Act.  
<http://personalmoneystore.com/moneyblog/2010/05/20/electric-car-noise-federal-motor-safety-act/> [01.06.2010]
- Apparatus generating noise sound for electric car.  
<http://www.freepatentsonline.com/5517173.html> [01.06.2010]
- Wattgetrieben » Gesetzesvorlage - wiwo.de  
<http://www.wiwo.de/blogs/wattgetrieben/tag/gesetzesvorlage/> [18.06.2010]
- 190 km/h en Tesla Roadster (Option Auto).  
<http://www.youtube.com/watch?v=AY-EhnWzcg8&feature=related> [12.07.2010]
- Toyota: Künstliches Motorgeräusch für Elektrofahrzeuge.  
<http://www.heise.de/newsticker/meldung/Toyota-Kuenstliches-Motorgeraeusch-fuer-Elektrofahrzeuge-1067856.html> [06.09.2010]