

Eine Ausarbeitung für das Tonseminar
im Studiengang Audiovisuelle Medien an der
Hochschule der Medien Stuttgart.
Prof. Oliver Curdt

Arbeitstitel:
Sounddesign bei Elektroautos

Alexis Argiropoulos
aa077@hdm-stuttgart.de
Matrikelnummer: 38106

Stand: 31.12.2020

Inhaltsverzeichnis

1. Geschichte des Elektroautos.....	2
2. Einleitung Sounddesign bei Elektroautos.....	3
3. Probleme/Möglichkeiten von Elektroautos	4
3.1 Möglichkeit der Reduzierung der Lärmbelastung.....	5
3.2 Lösung des Problems durch künstlichen Lärm/Geräusche.....	6
4. Anforderungen an den Klang	7
Quellenverzeichnis	8

1. Geschichte des Elektroautos

Die Geschichte des Elektroautos geht zurück in die Jahre zwischen 1832 und 1839. In dieser Zeitspanne gab es bereits viele Versuche und Modelle ein Fahrzeug zu entwickeln das mit Hilfe einer Batterie und einem Elektromotor sich fortbewegen konnte, sodass im Jahr 1832 von Robert Anderson ein Elektrokarren gebaut wurde. Bis endlich ein erstes „offizielles anerkanntes“ Elektroauto vorgestellt wird dauertes aber noch. Erst im Jahr 1881 präsentiert Gustave Trouvé auf der Internationalen Strommesse in Paris ein Elektroauto.

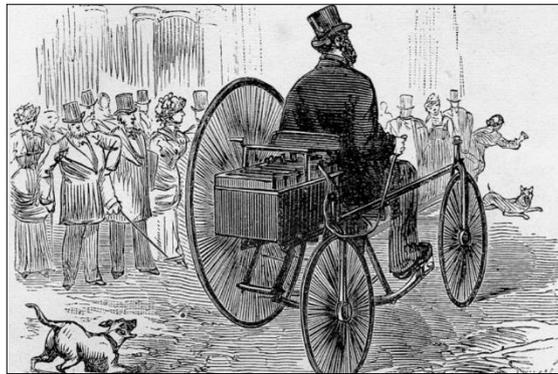


Abbildung 1: Trouvé Tricycle

Von den Jahren 1896 bis 1912 ging es steil bergauf für das Elektroauto, sodass um 1900 knapp 34.000 Elektrofahrzeuge in den USA betrieben wurden. Der Anteil der Elektroautos lag dabei bei 38% knapp hinter den Dampfwagen mit 40% Marktanteil. Als kleinste Gruppe galt 1900 noch Fahrzeuge die mit Benzin betrieben wurden. Ihr Anteil lag nur bei 22%.

Durch die Entwicklung eines Anlassers für Benzinmotoren wurde das Elektroauto jedoch immer weiter vom Markt verdrängt. Die größere Reichweite eines Benzinmotors sowie nun durch den Anlasser bequeme Start des Motors und die billigen Ölpreise waren Grund für den Nachfragerückgang (vgl. Wikipedia: Geschichte des Elektroautos).

Heutzutage gehören Elektroautos zu einem wichtigen Teil der Automobilindustrie. Die Zulassungszahlen für Elektroautos steigen, so waren 2019 rund 7,9 Millionen Elektroautos weltweit registriert, knapp 2.3 Millionen mehr als noch 2018. In Deutschland sind 2019 rund 230.000 Elektroautos registriert, die Tendenz ist steigend (vgl. <https://www.adac.de/news/statistik-e-autos/>).

2. Einleitung Sounddesign bei Elektroautos

Um den richtigen Klang/Sound für ein Elektroauto zu finden, darf dieser nicht auf eine physikalische Messgröße reduziert werden. Ein Fahrer beurteilt ein Auto nicht auf der Basis von isolierten voneinander unabhängigen Sinnen. Es ist ein ganzheitlicher Prozess, bei dem das Fahrzeug interaktiv und mit vielschichtigen Sinnesempfindungen bewertet wird.

Dabei werden nicht einzelne Sinne beurteilt, sondern das Gesamtfahrzeug und dessen Qualitätsempfinden mit allen Sinnen erlebt und bewertet. Die Fahrzeuggeräusche gewinnen weiter an Stellenwert, wenn der Fahrer/Hörer die Fahrsituation nicht nur miterlebt, sondern interaktiv sie mit beeinflussen kann.

Geräusche werden permanent bewusst oder unterbewusst wahrgenommen und interpretiert, stimmt dabei das gehörte Fahrgeräusch nicht mit den Erwartungen des Fahrers überein werden Schäden, Mängel oder Defekte vermutet. Folge dessen sinkt der empfundene Qualitätseindruck und der Fahrer ist unzufrieden.

In den letzten Jahren entwickelten sich immer neue Qualitätsanforderungen an ein Automobil, so sind heutzutage emotionale und gefühlsbetonte Ansprüche und Wünsche deutlich wichtiger als noch vor ein paar Jahren, als sachbezogene funktionale Kriterien eine entscheidende Bedeutung besaßen.

Zentrale Leitmotive sind heute Leidenschaft, Emotion, Fahrfreude und Geborgenheit. Sie ersetzen oder ergänzen heutzutage sachliche Leistungsangaben zu einem Automobil.

Gerade im Bereich Elektroauto müssen Klänge und Sounds individuell völlig neu generiert und gestaltet werden. So können vorhandene Geräuschquellen optimiert werden oder Fahrgeräusche völlig künstlerisch neugestaltet werden. Dabei stellen sich folgende Fragen:

Was möchte der Kunde/Fahrer hören? Auf welche Geräusche möchte der Kunde nicht verzichten? Soll der Fahrer/Kunde die Möglichkeit haben, das Fahrgeräusch nach seinen Bedürfnissen aktiv zu beeinflussen? Welche Anforderungen gibt es an das Fahrzeuggeräusch im Hinblick auf Fußgängerschutz und Lärmbelästigung?

Diese Fragen gilt es zu berücksichtigen und die geforderten Gesetze einzuhalten. Um ein stimmigen Gesamtsound zu erhalten ist es wichtig einzelne Sounds und Klänge nicht nach definierten Richtlinien und Vorgaben zu optimieren.

Die Akustik eines Fahrzeugs muss sich vor allem beim Zusammenspiel aller Geräusche bewähren. Der Fahrer sollte dabei akustisch unterhalten werden, wobei dabei ein hohes Gesamtkomfortniveau für das empfinden von hoher Qualität sehr wichtig ist. (vgl. Klaus Genuit 2010: S. 5-7).

3.Probleme/Möglichkeiten von Elektroautos

Durch den Wegfall des Verbrennungsmotors und des damit verbundenen Lärmpegels bei Elektrofahrzeugen sind diese bei langsamer Geschwindigkeit nur sehr schwer zu hören. Dies kann jedoch sehr schnell zu einem ernststen Sicherheitsrisiko vor allem für Fußgänger werden. Aber auch für Kleinkinder, Blinde oder Senioren stellt dies eine große Gefahr dar.

Sie sind besonders gefährdet da der herkömmliche Klang eines Verbrennungsmotors fehlt, und sie somit den PKW an Ausfahrten, im Straßenverkehr oder auf Parkplätzen nicht wahrnehmen. Um die Sicherheit für Fußgänger und andere Verkehrsteilnehmer bei geringen Geschwindigkeiten zu gewährleisten schreibt das am 01. Juli 2019 in Kraft tretende Gesetz vor, dass bei Fahrzeugen mit Elektromotor ein AVAS (Acoustic Vehicle Alerting System) verbaut werden muss.

Dieses soll bei Geschwindigkeiten zwischen dem Anfahren und einer maximalen Geschwindigkeit von ca. 20km/h sowie beim Rückwärtsfahren ein Geräusch automatisch erzeugen.

Das Geräusch soll dabei einem Verbrennungsmotor ähneln und muss mindestens 56dB(A) laut sein, darf aber den Wert von 75 dB(A) nicht überschreiten. Außerdem soll Tonhöhe und Frequenz, Klangfarbe und Rauigkeit deutlich erkennbar machen wie schnell das Auto fährt, welche Größenklasse es zuzuordnen ist und ob es aktuell beschleunigt oder verzögert.

Bei höheren Geschwindigkeiten von 20-30 km/h reicht das Abrollgeräusch der Reifen sowie Windgeräusche aus, um andere Verkehrsteilnehmer vor einem anrollenden Fahrzeug zu warnen (vgl. Wikipedia: Acoustic Vehicle Alerting System).

3.1 Möglichkeit der Reduzierung der Lärmbelastung

Aufgrund der eingesetzten Elektromotoren sind Elektroautos bis zu einer Geschwindigkeit von ca. 25 km/h deutlich leiser. Denn bei Anfahrten oder langsamer Fahrt sind Motorgeräusche die bestimmende Lärmquelle. Ab Geschwindigkeiten von über 25 km/h sind die Abrollgeräusche der Reifen und bei höheren Geschwindigkeiten die aerodynamischen Geräusche deutlich lauter als das Motorengeräusch, sodass man davon ausgehen kann das Elektroautos und herkömmliche Verbrennungs Fahrzeuge ab 25 km/h aufwärts gleichauf liegen.

Viel Potential bieten daher Elektroautos in Bezug auf einen leiseren Verkehr zum Beispiel in Innenstädten, hier kann vor allem an langsamen Kreuzungen und Ampeln durch ständiges anfahren, der entstehende Lärm deutlich reduziert werden.

Auch bei Bussen, Räum- und Müllfahrzeugen gibt es viel Potential, da diese Fahrzeuge meist mit geringen Geschwindigkeiten unterwegs sind und somit viel zu einem leiseren Stadtverkehr beitragen können (vgl. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Nukleare Sicherheit).

3.2 Lösung des Problems durch künstlichen Lärm/Geräusche

Der Wunsch im Innenraum eine Ruhezone zu schaffen, frei von störenden Geräuschen ist eine Möglichkeit. Im Gegensatz zu einem Verbrennungsmotor bei dem die abgegebenen Geräusche eine hörbare Rückmeldung über die gefahrene Geschwindigkeit geben, würde dies bei einem Elektroauto ohne künstlich erzeugten Klang wegfallen und fehlen. Somit wäre durch eine Stille im Auto die aktuelle Geschwindigkeit deutlich schwerer einschätzbar sowie Brems- und Beschleunigungsvorgänge weniger intuitiv.

Bei der Frage wie mit diesem neuen Problem umgegangen werden kann, gibt es mehrere Möglichkeiten. Erstens, das bestehende Geräusch wird hinsichtlich der Geräuschqualität optimiert und verbessert, bleibt aber in seiner Ursprungsform unberührt. Eine weitere Möglichkeit ist die Imitierung eines Verbrennungsmotors, sodass der Klang stark an einem bereits bestehenden Klangbild eines Verbrennungsmotors erinnert. Die dritte Option ist die Neuschaffung eines Klangbildes (vgl. Angelina Hofacker 2015: S. 9-10).

Für den Außensound des jeweiligen Elektroautos werden dazu kleine Lautsprecher zum Beispiel vor den Vorderrädern platziert. Der darüber abgespielte Klang ändert sich je nach Fahrsituation und wird mit Hilfe der Fahrparameter wie Geschwindigkeit oder Last angepasst. Dabei sind nicht nur gesetzliche Anforderungen wichtig, der Klang soll dabei auch angenehm und passend klingen (vgl. <https://www.audi.com/de/experience-audi/mobility-and-trends/e-mobility/sound-of-e-mobility.html>).



Abbildung 2: Lautsprecher für Außensounds

4. Anforderungen an den Klang

Wichtig für ein Elektroauto ist sein charakteristisches Klangbild das im besten Falle modern, leise und erkennbar ist. Jedes Modell einer Marke sollte eindeutig zu erkennen sein, dabei soll er weder als nervig oder unangenehm wahrgenommen werden.

Gesetzliche Vorgaben muss der jeweilige Klang auch erfüllen. Wie bereits oben erwähnt sind die Lautheit und Eigenschaften des Außensounds genau Gesetzlich seit dem 01. Juli 2019 festgelegt.

Dabei wird versucht so viel Schall wie gesetzlich gefordert ist, nach außen zu bringen jedoch so wenig wie möglich nach innen in den Fahrzeugraum zu bringen. Dies wird einmal durch die Position des Lautsprechersystems versucht. Indem die Lautsprecher so weit wie möglich sich außen befinden und durch die Entkoppelung der Lautsprecher von der Karosserie.

Da sich Schall nicht nur über die Luft, sondern auch über Körper überträgt. Die Wirkung bei verschiedenen Wettersituationen muss ebenso berücksichtigt werden. So dämpft eine geschlossene Schneedecke, wobei Schneematch die Schallwellen besser reflektiert. Aber auch das Zusammenspiel mehrerer Elektroautos muss bei der Soundentwicklung berücksichtigt werden. So darf es zu keinen unangenehmen Überlagerungen kommen (vgl. https://www.volkswagen.de/de/e-mobilitaet-und-id/id_magazin/elektroauto-technologie/geraeuschdesign.html).

Auch im Innenraum ist der Klang des Antriebs von hoher Bedeutung. So soll der Fahrer bei einer Beschleunigung dies auch akustisch durch eine Intensivierung des Klangbilds im Innenraum wahrnehmen (vgl. Angelina Hofacker 2015: S.10).

Alle diese Anforderungen gilt es zu berücksichtigen und möglichst gut umzusetzen. Dabei ist das ständige Messen und testen auf einem Rollenprüfstand sehr wichtig.

Hier kann am Fahrzeug direkt, mit Hilfe von Mikrofonen im Innenraum und außerhalb des Fahrzeugs, überprüft werden ob der zuvor entwickelte Sound den klanglichen Anforderungen genügt oder ob nachgebessert werden muss. Auch sind eigene Testfahrten und Erprobungsfahrten Teil des Entwicklungsprozesses, sowie das Testen der Wirkung mittels Probanden (vgl. https://www.volkswagen.de/de/e-mobilitaet-und-id/id_magazin/elektroauto-technologie/geraeschdesign.html).

Quellenverzeichnis

- Wikipedia: Geschichte des Elektroautos. Abgerufen am 16.11.2020 unter:
https://de.wikipedia.org/wiki/Geschichte_des_Elektroautos
- ADAC.de: Dr. Norbert Prack: Zahl der E-Autos weltweit auf Rekordhoch – Wachstumsrate schwächt sich aber ab. Abgerufen am 02.11.2020 unter:
<https://www.adac.de/news/statistik-e-autos/>
- Genuit, Klaus (2010). Sound-Engineering im Automobilbereich. Methoden zur Messung und Auswertung von Geräuschen und Schwingungen. Berlin Heidelberg: Springer Verlag.
<https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-3-642-01415-4>
- Wikipedia: Acoustic Vehicle Alerting System. Abgerufen am 25.10.2020 unter:
https://de.wikipedia.org/wiki/Acoustic_Vehicle_Alerting_System
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Nukleare Sicherheit: Luftschadstoffe und Lärm: Mehr Elektroautos – mehr Lebensqualität? Abgerufen am 15.10.2020 unter:
<https://www.bmu.de/themen/luft-laerm-verkehr/verkehr/elektromobilitaet/luft-und-laerm/>

- Hofacker, Angelina (2015). Akustik für Fahrzeuge mit elektrifiziertem Antrieb. Erschienen 2015 ATZ – Automobiltechnische Zeitschrift.
<https://link.springer.com/article/10.1007/s35148-015-0061-2>
- Audi.com: So klingt der Sound eines Elektroautos. Abgerufen am 25.10.2020 unter:
<https://www.audi.com/de/experience-audi/mobility-and-trends/e-mobility/sound-of-e-mobility.html>
- Volkswagen.de: Bittner, Phillip (2019). Auf der Suche nach dem perfekten Elektrosound. Abgerufen am 16.11.2020 unter: https://www.volkswagen.de/de/e-mobilitaet-und-id/id_magazin/elektroauto-technologie/geraeschdesign.html
- Abbildung 1: Trouvé Tricycle abgerufen am 16.11.2020 unter:
https://de.wikipedia.org/wiki/Trouv%C3%A9_Tricycle#/media/Datei:Trouve_trike_1881a.jpg
- Abbildung 2: Lautsprecher für Außensounds abgerufen am 16.11.2020 unter:
<https://www.teslarati.com/first-look-at-tesla-model-3s-pedestrian-noisemaker-in-action/>