

Elektromobilität – neue akustische Herausforderung für Gesellschaft und Prüfstände

Pascal Teller, Peter Brandstät

Fraunhofer-Institut für Bauphysik, 70569 Stuttgart, teller@ibp.fraunhofer.de

Motivation

Elektrofahrzeuge werden in der Presse gemeinhin als leise oder gar lautlos beschrieben. Einzelne Verbände und Gruppierungen warnen gar vor Gefahren beim Herannahen derartiger Fahrzeuge weil sie von Passanten überhört werden könnten. Sind Elektrofahrzeuge wirklich leiser als herkömmliche Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor? Oder klingen sie nur anders? Wie sollen sie klingen? Wie wünschen sich Fahrer derartige Fahrzeuge? Bei ersten Messungen und Probandentests wurden derartige Fragen untersucht.

Für akustische Untersuchungen an und mit Elektrofahrzeugen stellt sich auch die Frage inwieweit die bisher für Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren genutzten Prüfstände eingesetzt werden können. Hierzu wird am Beispiel des Rollenprüfstands am Fraunhofer-Institut für Bauphysik über erste Erfahrungen und Messungen berichtet.

Wie soll E-Mobilität klingen?

Bei Befragungen im Rahmen der „Fraunhofer Systemforschung Elektromobilität“ zum gewünschten Klang von Elektrofahrzeugen hat sich herausgestellt, dass die Erwartungshaltung von Probanden indifferent ausfällt. Den Beurteilern fehlt es an Hintergrundinformationen bezüglich des Sounds von Elektrofahrzeugen. Semantische Differentiale mit klassischen Items – wie sie erfolgreich bei Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor eingesetzt werden – scheinen bei Elektrofahrzeugen nicht erfolgsversprechend, da sich die Probanden mit der Interpretation der Items schwer tun. Die Erarbeitung neuer, passender Deskriptoren zur Beschreibung des elektromobilen Sounds sind notwendig. Audiodarbietungen von potentiellen Sounds können hierbei sicher unterstützend helfen und sind bei zukünftigen Befragungen geplant. Dennoch lassen sich auch jetzt schon interessante Ergebnisse ableiten.

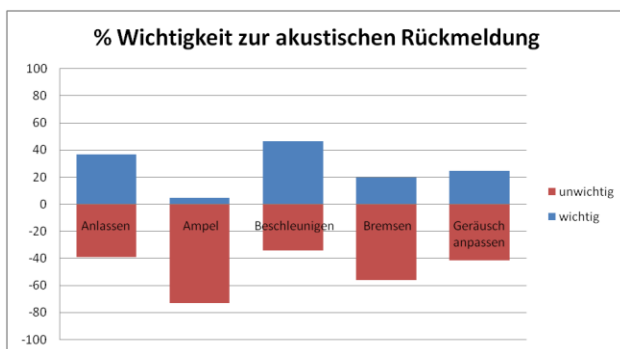


Abbildung 1: Beurteilung der gewünschten akustischen Rückmeldung bei Elektrofahrzeugen.

Wie Abbildung 1 zeigt, scheinen zukünftige Nutzer tendenziell eher keine Geräusche von Elektrofahrzeugen während der Fahrt zu wünschen. Beim „Anlassen“ und vor allem beim Beschleunigen wird jedoch ein akustisches Feedback überwiegend als wichtig erachtet. Einer Variation des Sounds stehen die Nutzer ebenfalls eher neutral gegenüber oder sehen es als unwichtig an.

Wahrnehmbarkeit von Elektrofahrzeugen

Die Problematik hinsichtlich der Wahrnehmbarkeit von Elektrofahrzeugen ist insbesondere bei geringen Geschwindigkeiten von Belang. Hier sind die durch den Reifen-Fahrbahnkontakt und Wind hervorgerufenen Pegel noch niedrig. Der Geräuschbeitrag vom relativ lauten Verbrennungsmotor – vor allem tieffrequent und durchaus breitbandig – fehlt und Elektromotoren bzw. Umrichter verursachen in der Regel geringere Pegel. Teilweise treten bei den Elektrofahrzeugen hochfrequente, schmalbandige Geräusche auf.

Bei einem Probandentest wurde in realer Umgebung (mit Hintergrundgeräuschen) das Sicherheitsempfinden bei der Vorbeifahrt an einer am Straßenrand stehenden Person bzw. beim Überholen von Fahrradfahrern beurteilt. Die Probanden waren überwiegend Blinde und sehbehinderte Personen bzw. Fahrradfahrer, sodass die Beurteilung auf überwiegend akustischer Grundlage erfolgte. Zur Beurteilung standen zwei Fahrzeugpaare, je ein Elektrofahrzeug und ein entsprechendes mit Verbrennungsmotor. Während die Unfallwahrscheinlichkeit und die Frage, ob das Fahrzeug unerwartet auftauchte bei beiden Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor jeweils ähnlich hoch bewertet wurden, ergaben sich bei den Elektrofahrzeugen deutliche Unterschiede. Erwartungsgemäß wurden beide Elektrofahrzeuge gegenüber den Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor als „tauchte deutlich unerwarteter auf“ bewertet. Beim Fahrzeugpaar 1 (9% auf 32%), beim Fahrzeugpaar 2 (9% auf 18%). Die Unfallwahrscheinlichkeit wurde jedoch beim Elektrofahrzeug 1 mit 10% (Verbrennungsmotor 7%), beim Elektrofahrzeug 2 mit 14% (Verbrennungsmotor 8%) eingestuft und korreliert damit nicht, wie vermutet, mit dem „unerwarteten Auftauchen“ der Fahrzeuge. Eine mögliche Ursache könnte darin liegen, dass das Elektrofahrzeug 2 von den Testteilnehmern als „bedrohlich“, „ungewöhnlich“ oder „andersartig“ beschrieben wurde. Den Testteilnehmern war das Geräusch also nicht vertraut und sie hatten somit Schwierigkeiten die Situation und eventuell damit verbundene Gefahren einzuordnen.

Elektrofahrzeuge auf dem Prüfstand

Neben „klassischen“ Messungen -wie bei Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor- werden bei Elektrofahrzeugen neue Szenarien und damit neue Messanforderungen aufkommen. Untersuchungen zur Sicherheit und Wahrnehmbarkeit der Elektrofahrzeuge durch andere Verkehrsteilnehmer dürften dabei auch im Prüfstand eine zentrale Rolle spielen. Insbesondere durch die leiseren Elektrofahrzeuge und vor allem durch die geringen Geschwindigkeiten werden bei akustischen Messungen die Anforderungen an die Fremdgeräuschpegel zunehmend anspruchsvoller. Moderne Prüfstände, wie z.B. der Allrad-Rollenprüfstand am Fraunhofer-Institut für Bauphysik, sind auf Grund ihrer Bauweise und technischen Einrichtungen, die nur geringe Pegel abstrahlen, bestens darauf vorbereitet (Abbildung 2).

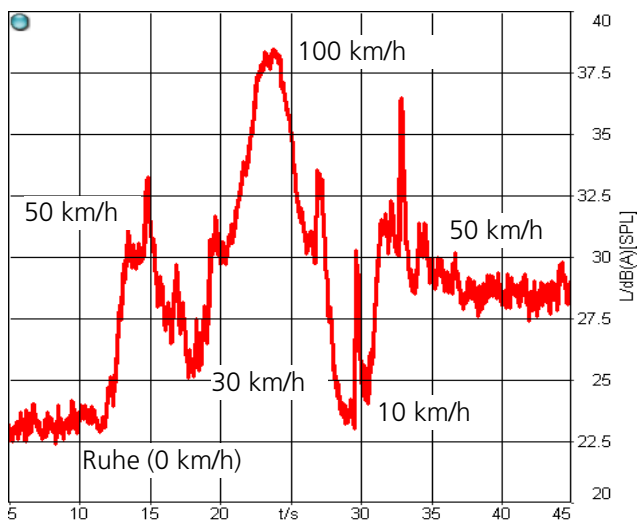


Abbildung 2: Ruhepegel bei Rollenbetrieb (extremes Beschleunigen der Rolle) am Kunstkopf in 7,5 m Abstand zur Rollenmitte im Allrad-Rollenprüfstand am Fraunhofer-Institut für Bauphysik.

Mit Hilfe des Passby-Mess-Systems, wie es standardmäßig zur Simulation der beschleunigten Vorbeifahrt entsprechend DIN ISO 362 Anwendung findet, wird auf dem Rollenprüfstand beispielsweise ein „Zebrastrreifenszenario“ durchfahren. Dabei wird eine Annäherung des Fahrzeugs an einen Zebrastrreifen oder eine rote Ampel mit anschließendem Wieder-Anfahren nachgestellt. In Abbildung 3 ist das Spektrum (hochfrequent) eines Hybridfahrzeugs für diesen Vorgang dargestellt. Hier sind beispielsweise gegenläufige Ordnungen oder auch Geräusche beim Anfahren auszumachen. Ebenso können natürlich Messungen bei langsamer konstanter Fahrt durchgeführt werden. Die aufgezeichneten Signale können sowohl zur Beurteilung der Wahrnehmbarkeit (z.B. bei Probandentests) als auch für das Sounddesign von Elektrofahrzeugen herangezogen werden. Ein großer Vorteil der Messungen auf dem Prüfstand liegt in reproduzierbaren und kontrollierbaren Randbedingungen. So können Fahrzeuge unabhängig von Witterung und weiteren Umgebungseinflüssen beurteilt werden. Dies erweist sich auch bei Untersuchungen im Fahrzeuginneren als vorteilhaft. Insbesondere bei Hybridfahrzeugen, die oft ein unkorreliertes Verhalten zwischen dem erwarteten Geräusch und dem tatsächlichen Fahrzustand (z.B. plötzliches Zuschalten des

Verbrennungsmotors oder Auftreten gegenläufiger Ordnungen) aufweisen, sind klar definierte Bedingungen der Messumgebung sinnvoll.

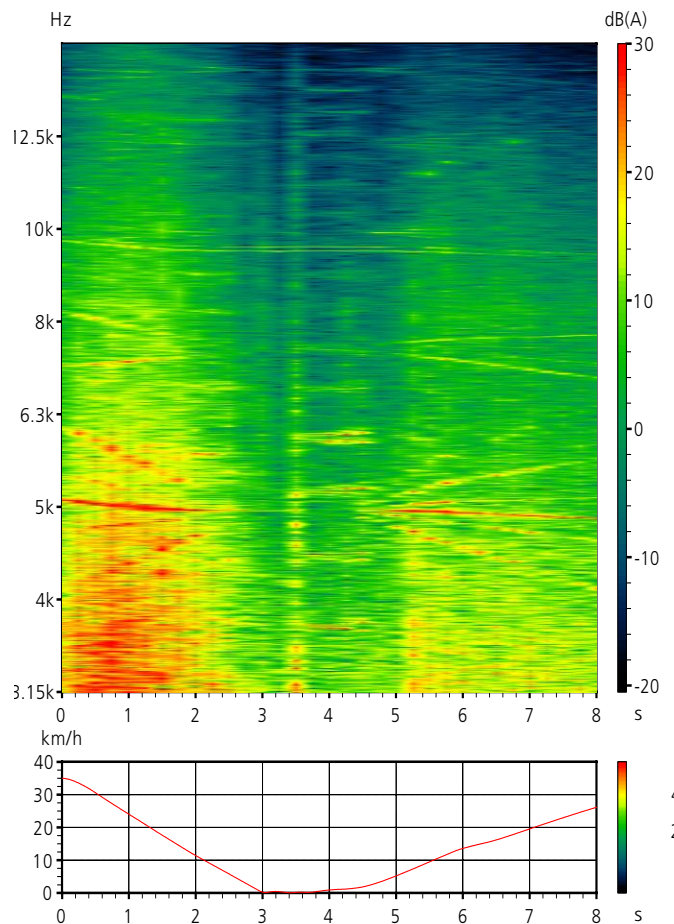


Abbildung 3: Zebrastrreifenszenario am Beispiel eines Hybridfahrzeugs. Simuliertes Mikrofon in 7,5 m Entfernung am Zebrastrreifen.

Fazit

Ein typischer Sound für Elektrofahrzeuge ist noch nicht gefunden. Potentielle Käufer derartiger Fahrzeuge scheinen dem Sound noch relativ offen gegenüber zu stehen. Weitere Befragungen, unterstützt durch Hörbeispiele und neue Deskriptoren zur Beschreibung des Sounds, sind ratsam. Eventuelle Gefahren, die durch eine verminderte akustische Wahrnehmbarkeit leiserer und anders klingender Elektrofahrzeuge ausgehen, dürfen nicht unterschätzt werden. Hier muss sich zeigen, in wieweit Verkehrsteilnehmer mit der neuen Akustik der Elektrofahrzeuge zu recht kommen oder ggf. durch geeignete Maßnahmen (z.B. Soundmodule oder Mensch-Maschine-Kommunikation) unterstützt werden müssen. Bei der Untersuchung der noch weiterhin offenen Fragen können moderne, akustisch optimierte Prüfstände ihren Beitrag leisten, da sie reproduzierbare und kontrollierbare Randbedingungen in ruhiger Umgebung bieten können.

Die Untersuchungen wurden teilweise im Rahmen des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung BMBF geförderten Projektes „Fraunhofer Systemforschung Elektromobilität“ durchgeführt.