

Fahrzeuggeräusche in Form und Farbe – Entwicklung eines Crossmodalen Ansatzes zur Erfassung Subjektiver Bewertungen von Elektrifizierten Fahrzeugen

Sarah Ambros¹, Michael Kuka², Isabella Czedik-Eysenberg^{1,3}, Richard von Georgi⁴, Christoph Reuter¹

¹ Institut für Musikwissenschaft, 1090 Wien, E-Mail: sarah.ambros@univie.ac.at, christoph.reuter@univie.ac.at

² Robert Bosch GmbH, 70442 Stuttgart, E-Mail: michael.kuka@de.bosch.com

³ Institut für Musikwissenschaft und Musikpädagogik, 49074 Osnabrück, E-Mail: isabella.czedik-eysenberg@univie.ac.at

⁴ Berlin School of Popular Arts, 10783 Berlin, E-Mail: richard.von-georgi@srh.de

Einleitung

Geräusche können häufig aufgrund ihrer Audio-Eigenschaften die empfundene Qualität von Produkten maßgeblich mitbestimmen. Bei technischen Geräten wird z.B. vermehrt eine stärkere Lautheit als störender empfunden [1]. Die Bewertung der Innengeräusche von PKWs mit Verbrennungsmotoren hängt vor allem von der empfundenen Schärfe, Rauigkeit, dem A-bewerteten Pegel und dem booming index ab [2]. Der booming index kann als entgegengesetzte Empfindung zur Schärfe beschrieben werden: je stärker die tiefen Frequenzen vertreten sind, desto „wummernder“ klingt das Geräusch.

Hinsichtlich der Fahrzeuggeräusche im Innenraum und deren Qualitätseinschätzung muss zwischen Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren und elektrisch betriebenen Modellen unterschieden werden: Während die Geräusche von Verbrennungsmotoren einen Großteil der beim Fahren entstehenden Fahrzeuggeräusche verdecken [3], treten bei elektrifizierten Fahrzeugen bei fehlenden Verbrennungsmotorgeräuschen Chassis-Resonanzen und andere (häufig tonale) Geräuschanteile stärker in den Vordergrund [4]. In der vorliegenden Studie wird die subjektiv empfundene Qualität von Fahrgeräuschen elektrifizierter Fahrzeuge in Abhängigkeit von objektiv ermittelbaren Audiomeasuren wie Spectral Centroid, Attack Time und Spectral Flux untersucht. Aufbauend auf grundlegenden Studien zur Crossmodality Perception [5][6] werden darüber hinaus zur Geräuschbewertung einstellbare Formen und Farben angeboten, um mögliche zusätzliche nonverbale visuelle Beschreibungsmöglichkeiten zur Wahrnehmung und Bewertung von Geräuschen zu erhalten.

Ziele und Hypothesen

Bei der Untersuchung der klanglichen Merkmale von Fahrzeuggeräuschen und ihrer subjektiven Qualitätsbewertung sowie ihrer dabei auftretenden Form- und Farbassoziationen in Abhängigkeit von der individuellen Persönlichkeit der Teilnehmenden wurden folgende Hypothesen getestet:

H1: Es besteht ein Zusammenhang zwischen subjektiver Bewertung und den Audio-Eigenschaften Spectral Centroid, Attack Time und Spectral Flux.

H2: Lauter wahrgenommene Geräusche werden schlechter bewertet (Valenz) als leiser wahrgenommene Fahrzeuggeräusche.

H3: Es gibt Gruppenunterschiede in den Bewertungen, die auf der Abfolge der Tests (SAM / MAT, s.u.) basieren.

H4: Es gibt Gruppenunterschiede in Bezug auf Persönlichkeitsmerkmale und den Geräuschen zugeordneten Farben und Formen.

Methode

In einer Pilotstudie wurden 38 Beschleunigungs- und Re-kuperationsgeräusche unterschiedlicher Elektrofahrzeuge (original und spektral-manipuliert) auf einer Skala von 1-10 (VDI 2563 [7]) auf ihre Qualität hin beurteilt (n=11). Nach einer Signalanalyse der Elektrofahrzeugklänge via [8] zeigte sich, dass besonders bei der Beschleunigung der Anteil perkussiver Energie, Fluktuationen und Rauigkeit im Geräusch negativ mit den Hörer*innen-Bewertungen korreliert ($r=.761$, $p<.001$). Mit anderen Worten: je perkussiver, rauer und fluktuierender der Klang, umso geringer wurde die Qualität des Fahrgeräuschs bewertet. Aufbauend auf diesen Ergebnissen wurde ein Hörversuch erstellt, der neben subjektiven Bewertungen der Qualität zusätzlich die Zuordnung von Farben und Formen sowie emotionale Reaktionen auf die Fahrzeuggeräusche misst.

Abhängige Variablen

Die abhängigen Variablen wurden – angelehnt an [5] und [6] – grafisch umgesetzt, um verbale Beschreibungen und Assoziationen der Geräusche zu vermeiden. Zur Erhebung der subjektiven Geräuschbewertungen wurden drei Testverfahren verwendet:

MAT (Multidimensionaler Assessment Test): Mittels des MATs wurde die subjektive Bewertung des Stimulus über die von der Versuchsperson einstellbaren Dimensionen Form (F), Farbton (H), Sättigung (S) und Helligkeit (V) vorgenommen. Die Bewertungen wurden dabei mithilfe von Schieberegler eingestellt und als kontinuierliche Variablen erfasst. Die Form reichte von stark sternförmig (0) bis kreisrund (100) und repräsentierte die Kantigkeit. Die Farbauswahl orientierte sich am HSV-Farbmodell (H: 0-360°, S und V: 0-100%).

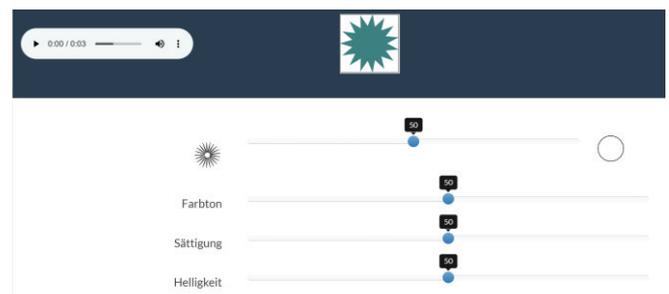


Abbildung 1: Entwickelter MAT mit 4 Dimensionen, eingebunden im Online-Hörversuch.

🚗 **SAM** (Self Assessment Manikin): Der SAM erfasst die Grunddimensionen emotionaler Reaktionen in Form von Valenz (positiv ↔ negativ), Arousal (gering ↔ hoch) und Dominanz/erleben (gering ↔ hoch) [9], anhand derer die Stimuli bewertet wurden. Diese Dimensionen wurden jeweils in einer fünfstufigen grafischen Skala abgefragt.

🚗 **SCC** (Subjective Car Characteristic): Mithilfe der SCC wurde anhand eines fünfstufigen, grafischen Items die zum Geräusch gehörige Fahrzeuggröße eingeschätzt.

Unabhängige Variablen

Für die Beschleunigungs- und Rekuperationsgeräusche wurde je ein Set von 8 Stimuli vorgelegt, das sich an den Bewertungen aus der Pilotstudie und Clusteranalysen orientierte und aus den Kombinationsmöglichkeiten dreier kontrollierter Audio-Features (in über- und unterdurchschnittlicher Ausprägung) zusammensetzte:

- 🚗 Einschwingzeit (Attack Time = AT)
- 🚗 Helligkeitsmaß (Spectral Centroid = SC)
- 🚗 Anteil der Fluktuationen (Spectral Flux = SF)

Neben diesen je 8 originalen Stimuli wurde ein zweites, modifiziertes Set anhand der gleichen Features zusammengestellt (original vs. modifiziert). Somit ergeben sich insgesamt 32 Fahrzeuggeräusche (2x2x8) mit unterschiedlichen Ausprägungen.

Stimuli (Fahrzeuggeräusche)

Die verwendeten Stimuli wurden aus einem Pool von knapp 500 Fahrzeuggeräuschen ausgewählt. Alle Stimuli sind am Beifahrersitz der jeweiligen Fahrzeuge mithilfe eines binauralen Kunstkopfes (HEAD acoustics HMS III digital) aufgenommen und decken einen Geschwindigkeitsbereich von 30 km/h ab. Die Fahrzeuggeräusche wurden insgesamt in fünf Fahrzeuggrößen eingeteilt (Tabelle 1). Anhand der Fahrzeuggröße und -höhe wurden SUVs dabei in 2 Kategorien unterteilt: beispielsweise würde ein Volvo XC60 oder Audi Q5 als SUV eingeteilt werden, während ein Audi Q7 oder BMW X5/X6 als SUV+ zu verstehen wäre - es handelt sich dabei nicht um tatsächliche Fahrzeuge verwendeter Stimuli, die Nennung dient lediglich der Veranschaulichung.

Tabelle 1: Zuordnung der verwendeten originalen Geräusche gemäß ihrer Fahrzeuggrößen.

Fahrzeuggröße (1-5)	Beschleunigung Stimuli (n=8)	Rekuperation Stimuli (n=8)
Kleinwagen (1)	3	2
Mittelklasse (2)	2	2
Oberklasse (3)	1	2
SUV (4)	1	-
SUV+ (5)	1	2

Die modifizierten Geräusche unterscheiden sich zu ihren Originalen durch Bearbeitung der hörbaren Anteile des Antriebsstrangs: Beispielsweise sind klangliche Auffälligkeiten vollständig entfernt, zu niedrigeren bzw. höheren Frequenzen hin verschoben oder vorhandene Auffälligkeiten im Schalldruck erhöht worden (6 dB). Die Dauer der Stimuli variiert und beträgt 5-10 Sekunden mit einem 20 ms langen Ein- und Ausblenden.

Ablauf des Hörversuchs

Die 77 Teilnehmenden (40♂, 35♀, 2♂, Alter: 18-74, \bar{x} 31,6 Jahre) wurden zu Beginn des Online-Versuchs aufgefordert, die Ausgabelautstärke ihres Geräts für die Dauer des Versuchs so einzustellen, dass ein angebotener Sinuston mit -42 LUFS gerade noch hörbar war. Nach einer kurzen Übungsphase zur Handhabung des MATs wurden die Teilnehmenden randomisiert einer von vier Gruppen zugeordnet:

- 🚗 Gruppe 1: Beschleunigung (erst MAT, dann SAM)
- 🚗 Gruppe 2: Beschleunigung (erst SAM, dann MAT)
- 🚗 Gruppe 3: Rekuperation (erst MAT, dann SAM)
- 🚗 Gruppe 4: Rekuperation (erst SAM, dann MAT)

Soziodemographische Daten (Alter, Geschlecht, Beruf), die berufliche/private Beschäftigung mit Audio oder Musik sowie das bevorzugte Verkehrsmittel wurden erfragt. Um mögliche Auswirkungen der Persönlichkeit auf die subjektiven Bewertungen einzubeziehen (**H4**), wurden Persönlichkeitsmerkmale anhand des SEPPOs [10], mit Erfolg angewendet z.B. in [11], abgefragt. Versuchspersonen beurteilten 21 ihnen zugeschriebene Adjektive auf einer fünfstufigen Skala (trifft nicht zu ↔ trifft vollständig zu). Pro Gruppe wurden 16 Stimuli in zufälliger Reihenfolge bewertet. Auch die Fahrzeuggröße (SCC) der 8 Originalgeräusche wurde randomisiert (2x4) eingeschätzt.

Ergebnisse

Die in Hypothese 3 (**H3**) geäußerte Vermutung eines Reihenfolge-Effekts konnte nicht bestätigt werden: Ein t-Test (Mann-Whitney-U) mit den Mittelwerten der emotionalen Bewertungen (SAM) für die 2x2 Gruppen zeigte keine signifikanten Unterschiede der Bewertungs-Reihenfolge. Vereinzelt Geräusche bildeten hier signifikante Ausnahmen, wie z.B. ein Beschleunigungsstimulus mit überdurchschnittlich langer Einschwingzeit und starken Fluktuationen ($U: 47.50; Z: -3.428; p < .001$): hier unterschied sich die Dominanzbewertung in den Gruppen 1 und 2.

Bewertungen (Valenz, Arousal, Dominanz)

Die Valenzbewertungen der einzelnen Stimuli sind ähnlich, was vermutlich auf die klangliche Ähnlichkeit der Geräuschbeispiele zurückzuführen ist. Die Antwortverteilung konzentriert sich auf die Mitte der fünfstufigen Skala (negativ ↔ positiv).

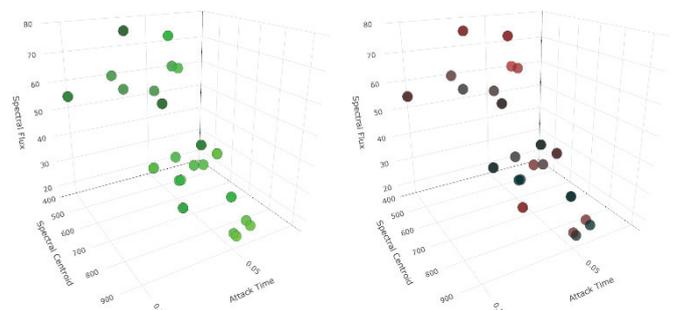


Abbildung 2: Darstellung der 32 Geräusche im Timbre-Space der kontrollierten Features AT, SC, SF und deren Valenz- (links) und Arousal (rechts) – je heller, desto positiver/höher. Interaktiver Audio-Feature-Space unter: <https://muwiserver.synology.me/bosch/DAGA2023>

Aufgrund der Ergebnisse der Pilotstudie wurde angenommen, dass starke Ausprägungen der kontrollierten Features negativ mit der Valenzbewertung zusammenhängen (H1). Die Darstellung der Geräusche im dreidimensionalen Timbre-Space zeigt, dass geringe Anteile an Fluktuationen und kurze Einschwingzeiten durchschnittlich am positivsten bewertet wurden. Eine geringe Geräuschhelligkeit wird hingegen negativ assoziiert. Das durchschnittliche Arousal ist am stärksten bei hohen Fluktuationen ausgeprägt. Korrelationsanalysen auf Basis der Mittelwerte belegen diese gegensätzliche Beziehung von Valenz und Arousal sowie den Zusammenhang mit SC und SF.

Tabelle 2: Korrelationen (Spearman; $p < .05$) der Audio-Eigenschaften und mittlerer Valenz-, Arousal-, Dominanzbewertungen für Beschleunigung (B) und Rekuperation (R).

	Valenz		Arousal		Dominanz	
	B	R	B	R	B	R
Spectral Flux(SF)	-.808	-.532	.671	.663	.708	-.711
Spectral Centroid (SC)		.557		-.697	-.734	-.607
Spectral Spread		.642		-.746		-.706
Brightness					-.705	
Inharmonicity	.651	.675		-.724		-.549
MFCC1	-.635	-.560	.748	.584	.625	.695
RMS	-.805	-.530	.628	.703	.667	.646
Roughness (Sethares)	-.712	-.751	.641	.613	.699	.673
Tonal Energy	-.651	-.675		.724		
Harmonic Percussive Ratio			-.666			-.793
Loudness (Zwicker)		-.619		.780		.809

Die Annahme, dass lauter wahrgenommene Fahrzeuggeräusche schlechter bewertet werden (H2), konnte für Rekuperationsgeräusche bestätigt werden (Valenz (R) mit Loudness (Zwicker), $r = -.619$, $p < .05$). Die Dominanzbewertung hängt hingegen beim rekuperativen Schub positiv mit der Lautheit (Zwicker) zusammen ($r = .809$, $p < .05$).

Farbige Formen und Persönlichkeit

Die Analyse der farbigen Formen ergab große Spannweiten in den Antworten zu den einzelnen Geräuschen (Std. vom Ø: 18,79-25,48). Die Annahmen, dass die Wahl einer runderen Form mit einer höheren Einschwingzeit zusammenhängen könnte oder die Farbhelligkeit mit der klanglichen Helligkeit (SC), wurden nach der Ansicht der Boxplots nicht mehr näher anhand von Korrelationsanalysen überprüft. Da ein Zusammenhang zwischen der Farb/Form-Auswahl und dem Persönlichkeitstyp der einzelnen Versuchsperson vermutet wurde (H4), wurden mithilfe des SEPPOs anhand von 21 Adjektiven zur Selbsteinschätzung die Persönlichkeitsmerkmale der Versuchspersonen (Tabelle 3) ermittelt.

Tabelle 3: Von Teilnehmenden beurteilte Adjektive, die zu einem Persönlichkeitstyp zusammengefasst werden.

Persönlichkeitstyp	Adjektive (inwieweit ist die Vpn ...)
Extraversion	kontaktfreudig, ehrgeizig, aktiv, selbstbewusst, gut gelaunt
Neurotizismus	schwermütig, besorgt, unsicher, pedantisch, emotional
Psychotizismus	widerstandsfähig, sensationssuchend, handelnd, unzuverlässig, spontan
Offenheit für Erfahrungen	fantasievoll, philosophisch, kunstinteressiert, aufgeschlossen, unkonventionell, experimentierfreudig

Nach der Analyse der internen Konsistenz der Zuordnungen mittels Cronbachs α für Extraversion (.763), Neurotizismus (.716), Psychotizismus (-.383) und Offenheit (.705) wurden Korrelationsanalysen zu den gewählten Farben und Formen und den einzelnen Persönlichkeitstypen nach Spearman durchgeführt. Es zeigten sich hinsichtlich der kontrollierten Features Attack Time (AT), Spectral Centroid (SC) und Spectral Flux (SF) signifikante Zusammenhänge in Bezug auf die gewählte Farbsättigung und -helligkeit: Personen mit hoher Extraversion- und Neurotizismus-Ausprägung beurteilten Farbhelligkeit anhand der Helligkeit im Klang, wobei eher extrovertierte Personen bei Beschleunigungsgeräuschen die ansteigende Geräuschhelligkeit mit steigender Farbhelligkeit assoziierten – Menschen mit hohen Neurotizismus-Werten ordneten diesen Beschleunigungsgeräuschen eine abnehmende Farbhelligkeit zu. Für Teilnehmende mit stark ausgeprägter Offenheit stand eine höhere Einschwingzeit mit einer geringeren Farbhelligkeit in Zusammenhang. Muster in der Farbsättigung zeigten sich fast ausschließlich bei Teilnehmenden mit extrovertierten Persönlichkeitsmerkmalen (Tabelle 4).

Tabelle 4: Korrelationen (Spearman; $p < .05$) der Audio-Eigenschaften AT, SC und SF in Bezug auf gemittelte, Form- und Farbauswahlen der einzelnen Persönlichkeitstypen für Beschleunigung (B) und Rekuperation (R).

		Attack Time		Spectral Centroid		Spectral Flux	
		B	R	B	R	B	R
Extraversion	Sättigung					-.659	.803
	Helligkeit			.683	-.729	-.795	
Neurotizismus	Sättigung					.646	
	Helligkeit			-.708	-.776		
Offenheit	Helligkeit	-.636					
Psychotizismus	Helligkeit						-.639

Die Formauswahl zeigte bei Beschleunigungsgeräuschen nur bei offenen Personen einen Zusammenhang: mit zunehmender Lautstärke wurden eckigere Formen gewählt, (Loudness (Zwicker) $r = -.504$), wobei beim rekuperativem Schub offene Personen und jene mit hohen Extraversion- und Neurotizismus-Werten längere Ausklingzeit mit Eckigkeit assoziierten ($r \leq -.771$, $p < .05$). Hinsichtlich des gewählten Farbtons (Hue) zeigten sich auch innerhalb einzelner Persönlichkeitstypen keine eindeutigen Muster in der Zuordnung.

Assoziierte Fahrzeuggrößen

Explorativ wurde die Einschätzung der Fahrzeuggröße auf der Grundlage der angebotenen Fahrgeräusche untersucht. Antworten von Nichtmusiker:innen und im Audio-/Musikbereich tätigen Teilnehmenden wiesen dabei keine signifikanten Unterschiede auf. Es zeigte sich nach einer Korrelationsanalyse, dass die Einschätzung der Größe der 16 Original-Stimuli signifikant positiv mit der Dominanzbewertung zusammenhängt (Beschleunigung: $r = .714$; Rekuperation: $r = .766$, $p < .05$). Beim rekuperativen Schub korreliert die Einschätzung zusätzlich negativ mit der Valenz ($r = -.755$, $p < .05$), d.h. je größer das Fahrzeug eingeschätzt wurde, desto schlechter wurde der Stimulus bewertet. Während Stimuli von Kleinwagen und

Mittelklasse-Fahrzeugen durchschnittlich größer eingeschätzt wurden, verhielt es sich bei den Oberklasse-Wagen, SUVs und SUV+ umgekehrt - diese wurden kleiner eingeschätzt.

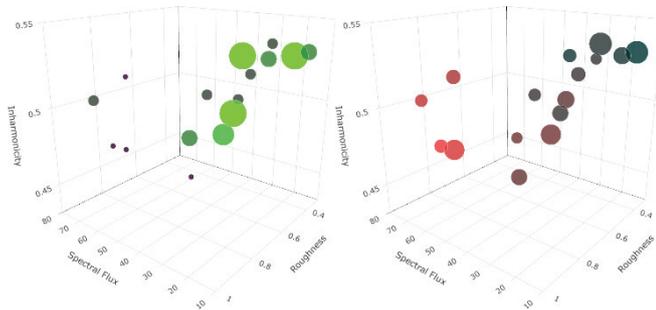


Abbildung 3: Tatsächliche Fahrzeuggröße (links) und durchschnittlich eingeschätzte Fahrzeuggröße (rechts) der insgesamt 16 Originalgeräusche – je heller und größer der Punkt, desto größer das Fahrzeug (grün) bzw. dessen Einschätzung (rot). Interaktiver Audio-Feature-Space unter: <https://muwiserver.synology.me/bosch/DAGA2023/size.htm>

Zusammenfassung und Ausblick

Insgesamt konnte ein signifikanter Zusammenhang zwischen signalanalytisch ermittelten Audio-Features und subjektiver Bewertung von Anfahr- und Rekuperationsgeräuschen von Elektrofahrzeugen ermittelt werden (**H1**): So werden Elektrofahrzeug-Fahrgeräusche allgemein umso positiver bewertet, je geringer ihr Spectral Flux (SF), ihre Rauigkeit und ihr tonaler Anteil ist. Bei Rekuperationsgeräuschen steigt die positive Bewertung darüber hinaus mit zunehmender Helligkeit (Spectral Centroid) und breitbandiger Verrauschtheit des Spektrums an (Spectral Spread).

Ähnliches zeigte sich für die Annahme in Hypothese **H2**: je lauter das Fahrgeräusch (RMS, Loudness (Zwicker)), desto schlechter wird es bewertet (Valenz).

Während keine Reihenfolge-Effekte in der Abfolge der Tests (SAM / MAT) gefunden werden konnten (d.h. **H3** konnte nicht belegt werden), zeigten sich Gruppenunterschiede in Bezug auf die Persönlichkeitsmerkmale und die den Geräuschen zugeordneten Farbwerte der Sättigung und Helligkeit (**H4**): Die gewählte Farbhelligkeit wuchs bei eher extrovertierten Personen mit ansteigender klanglicher Helligkeit bei Beschleunigungsgeräuschen und bei eher offenen Personen mit der Kürze der Einschwingzeit, während sie sich die Farbhelligkeit bei Personen mit hoher Neurotizismus-Ausprägung gegenläufig zur klanglichen Helligkeit (SC) verhielt. Die Farbsättigung spielte vor allem bei Personen mit extrovertierten und neurotischen Persönlichkeitsmerkmalen eine Rolle, die mit ansteigendem Spectral Flux eine höhere Farbsättigung wählten (bei eher extrovertierten Personen auch mit sinkender Klanghelligkeit bei Geräuschen mit rekuperativem Schub). Einem kurz ausklingenden rekuperativen Schub wurden außerdem rundere Formen zugeordnet. Farbtöne (Hue) spielten bei der Farb-Geräusch-Zuordnung so gut wie keine Rolle, weswegen die Hypothese 4 nur als teilweise belegt gelten kann.

Eine mögliche Erklärung für die erstaunliche Beobachtung, dass Geräusche von größeren Elektrofahrzeugen eher mit einer kleineren Fahrzeuggröße assoziiert wurden und umgekehrt, könnte sein, dass beispielsweise bei SUVs im Vergleich zu Kleinwagen der Antriebsstrang besser akustisch zum Fahrzeug-Innenraum gedämmt ist und somit leiser gehört wird. Dies deckt sich wiederum mit Erkenntnissen aus dem Bereich der Crossmodality-Forschung, nach der eine stärkere Lautheitsempfindung mit Größe assoziiert wird [12].

Die Ergebnisse der Farb-Zuordnungen dieses Hörversuchs legen nahe, dass für Geräuschbeurteilungen in Abhängigkeit von Persönlichkeitsmerkmalen farbliche Helligkeits- und Sättigungswerte einen zusätzlichen, nonverbalen Informationsgehalt besitzen.

Für zukünftige Hörversuche dieser Art wird eine stärkere Geräuschvielfalt angestrebt, um das Verhältnis der Bewertungen in Bezug auf Geräuschkategorien (z.B. Flugzeug, Naturgeräusche, Kaffeemaschine, etc.) zu ermitteln. Das Ziel stellt die Entwicklung eines geeigneten Vorhersagemodells mithilfe der Einbeziehung von visuellen Zuordnungen und Audio-Eigenschaften dar.

Literatur

- [1] Sato, S.; et al. (2007). Sound quality characteristics of refrigerator noise in real living environments with relation to psychoacoustical and autocorrelation function parameters. *JASA* 122(314), S. 314–325.
- [2] Xu, Z. et al. (2018). Improvement of interior sound quality for passenger car. *Applied Acoustics* 130, S. 43–51.
- [3] Otto, N.C. et al. (1999): Electric Vehicle Sound Quality. *SAE Technical Paper*, 1999-01-1694.
- [4] Doleschal, F. & Verhey, J.L. (2022). Pleasantness and magnitude of tonal content of electric vehicle interior sounds containing subharmonics. *Applied Acoustics* 185/108442.
- [5] Murari, M. et al. (2015). Is Vivaldi smooth and takete? *Journal of New Music Research* 44(4), S. 359–372.
- [6] Schubert, E. et al. (2019): Verbal and Cross-Modal Ratings of Music. *i-Perception* 10(3), S. 1–21.
- [7] Norm VDI 2563 (1990). Geräuschanteile von Straßenfahrzeugen. Messtechnische Erfassung und Bewertung. VDI-Verlag, Düsseldorf.
- [8] Lartillot, O. et al. (2008). A matlab toolbox for music information retrieval. *Data analysis, machine learning and applications*, Springer, S. 261–268.
- [9] Bradley, M.M. & Lang, P.J. (1994). Measuring Emotion: The Self-Assessment Manikin and the Semantic Differential. *J. of Behavior Therapy & Exp. Psychiatry* 25/1, S. 49–59.
- [10] Von Georgi, R. & Herr, J. (2020). SEPPPO - Short Eysenck Personality Profiler with NEO-PI-R Openness. Unpublished ongoing research project. Berlin Institute of Biomusicology and Empirical Research (BIBER), Berlin School of Popular Arts (SoPA).
- [11] Herr, J., von Georgi, R., & Starcke, K. (2022). Massenmagnet oder Publikumskiller? Eine experimentelle online-Studie zum Einfluss von Hintergrundmusik und Persönlichkeit auf die subjektive Bewertung des präsentierenden Unternehmens eines Messstandes. In: C. Zanger (Hrsg.), *Events und Wege aus der Krise*, S.139–158. Wiesbaden, Springer Gabler.
- [12] Brunel, L. (2013). Does bigger mean louder? Crossmodal congruency and memory judgment. *Multisensory Research* 26, S. 67–68.