

Experimentelle Erfahrungen mit der akustischen Wahrnehmbarkeit von Elektrofahrzeugen

ÖAL - 264. Sitzung

01.10.2014

Dott. Ing. Marco Conter

AIT - Austrian Institute of Technology

Mobility Department

Giefinggasse 2, 1210 Vienna, Austria

Inhalt der Präsentation

- Das Projekt drivEkustik – Motivation und Zielsetzung
- Design und Durchführung des Hörversuchs
- Diskussion der Hörversuchsergebnisse und Messergebnisse
- Zusammenfassung und Ausblick

Fördergeber drivEkustik:
Österreichischer Verkehrssicherheitsfonds



Das Projekt drivEkustik - Zielsetzung

- Zielsetzung:

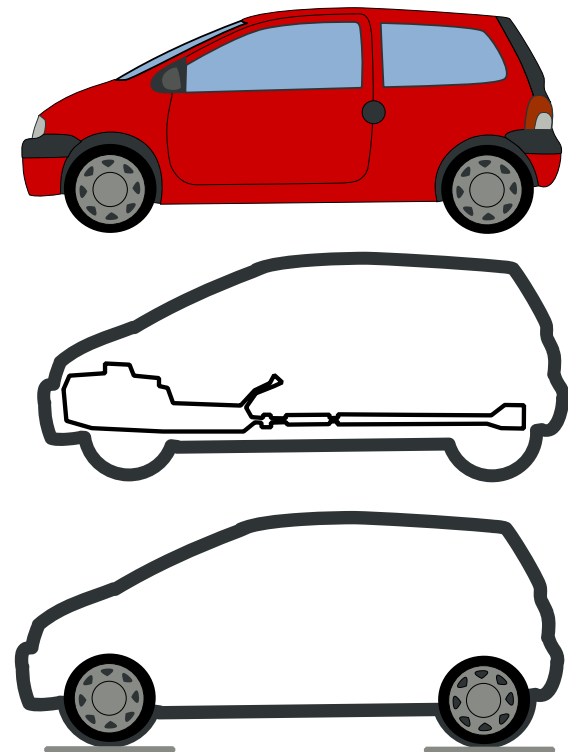
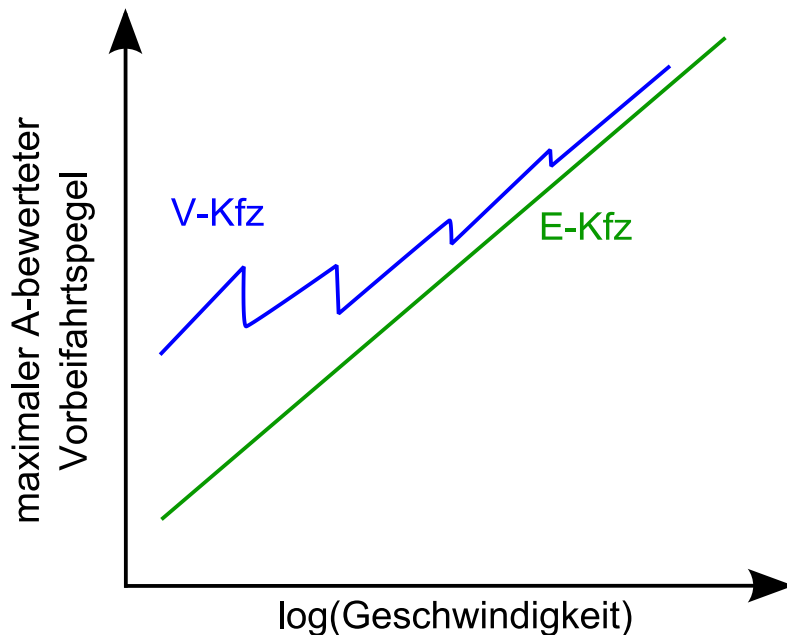
Untersuchung der Auswirkung der akustischen Emissionen von Elektrofahrzeugen bezüglich der Verkehrssicherheit von ungeschützten VerkehrsteilnehmerInnen

- Aufgabe von AP1: Vergleichen der akustischen Wahrnehmbarkeit von Elektrofahrzeugen (E-Kfz) mit jener von Verbrennungskraftfahrzeugen (V-Kfz)
- Projektpartner:



Das Projekt drivEkustik – Motivation und Theorie

- Vergleich der Emissionsquellen zwischen
 - V-Kfz (mit Verbrennungsmotor) → Rollgeräusch + Motorgeräusch
 - E-Kfz (ohne Verbrennungsmotor) → nur Rollgeräusch ?
 - Fokus auf niedrige Geschwindigkeiten



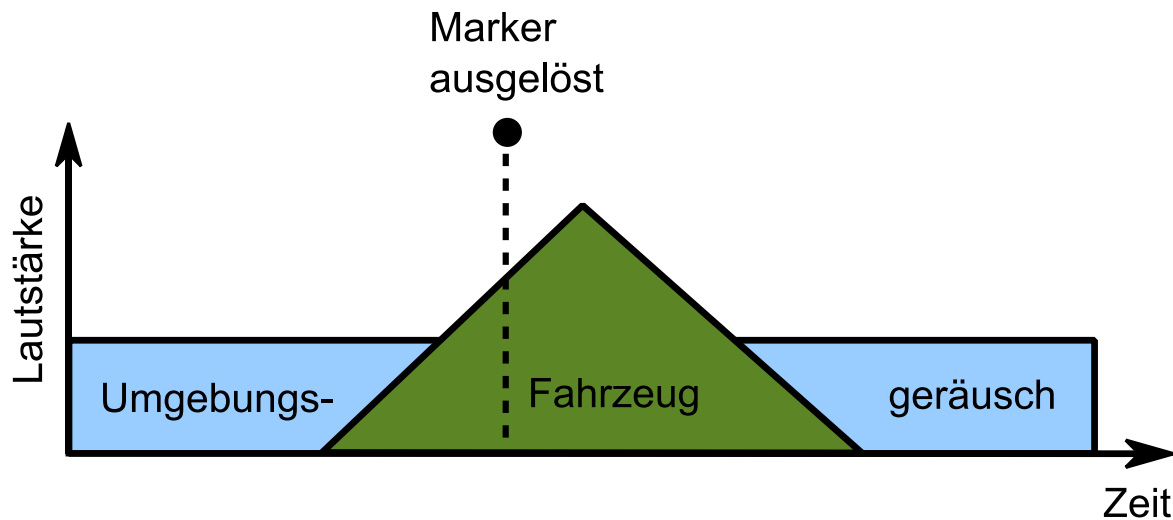
Das Projekt drivEkustik - Überblick über AP1

- Erstellen eines Versuchskonzepts und Hörversuchsdesign
- Durchführung von Fahrzeugaufnahmen/Messungen
- Durchführung von Hintergrundaufnahmen/Messungen
- Organisation und Durchführung des Hörversuchs
- Analyse der Ergebnisse
- Empfehlungen



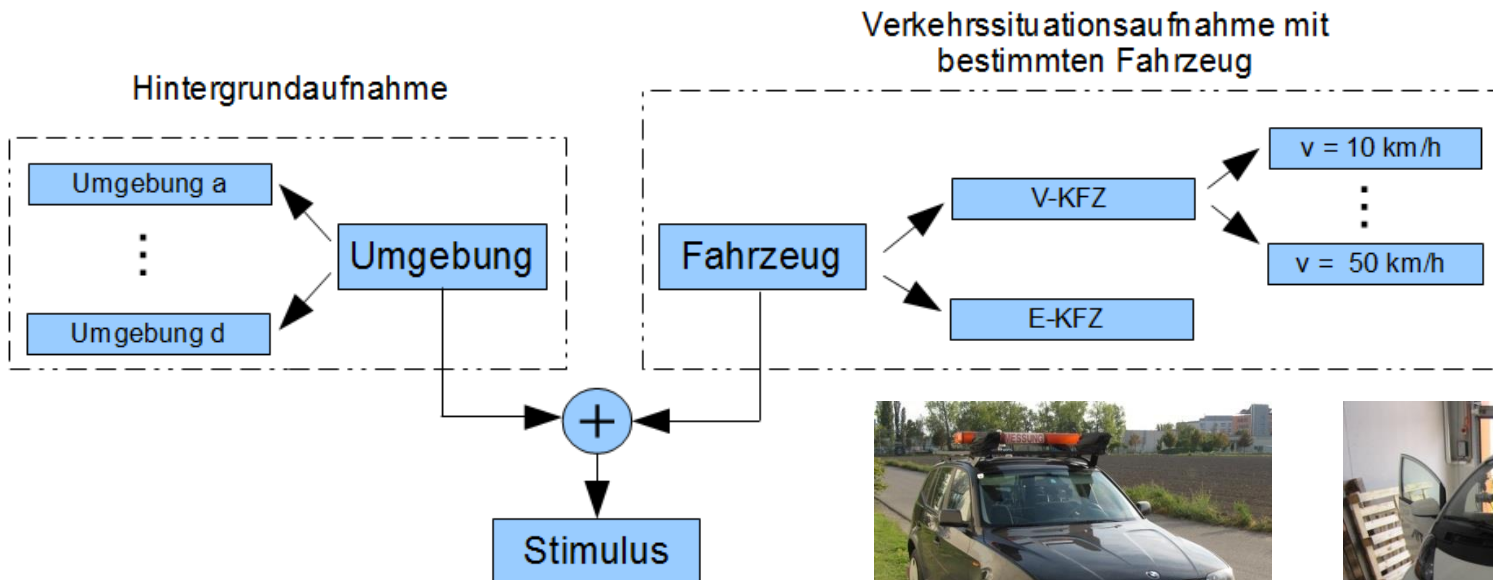
Hörversuch - Aufgabenstellung

- Die Versuchsperson bekommt binaurale Aufnahmen von Verkehrsszenarien (Stimuli) vorgespielt und muss mit einem Trigger/Marker jenen Zeitpunkt markieren, an dem sie das Fahrzeug zum ersten Mal auditiv wahrnimmt.



Hörversuch - Versuchsvariablen

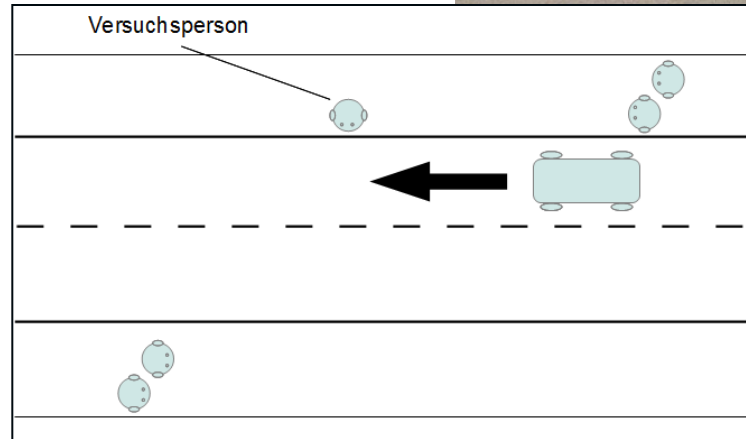
- Fahrzeuge: E-Kfz, V-Kfz
- Geschwindigkeiten: konst. 10, 20, 30, 40, 50km/h, beschl. 0-50km/h, ausparken
- Umgebungsgeräusch: Seitenstraße ländlich, Seitenstraße städtisch, Seitenstraße innerstädtisch, Durchzugsstraße,



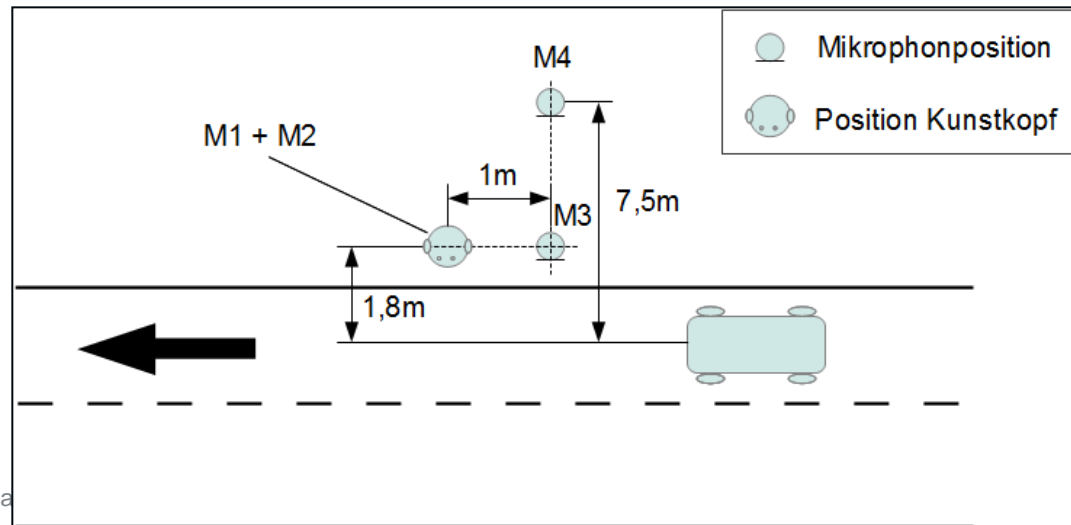
Fahrzeugaufnahmen / Messungen



Verkehrssituation

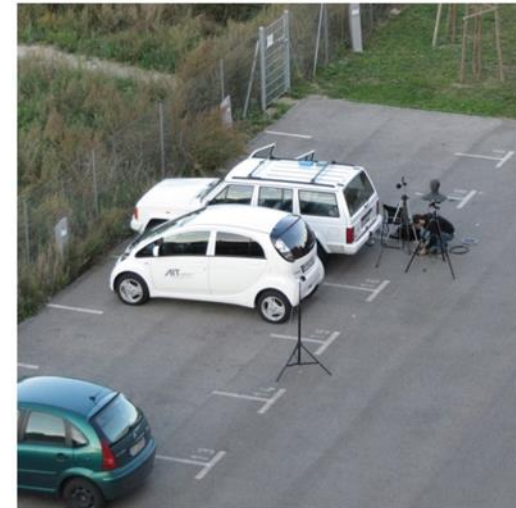
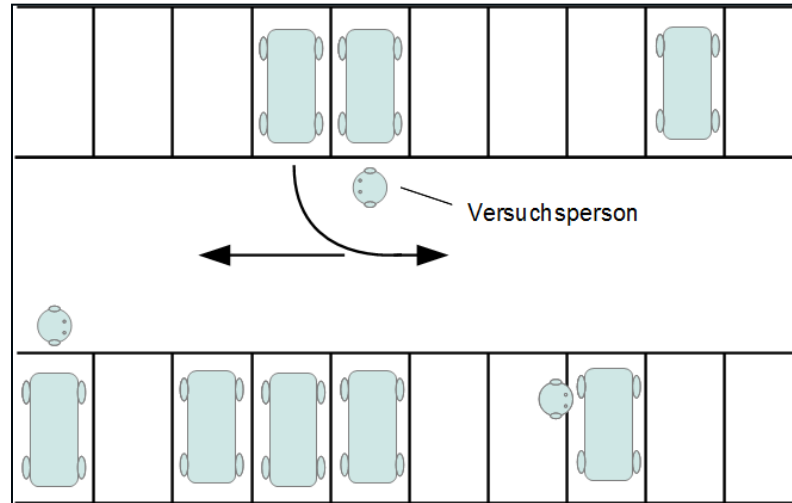


Messaufbau

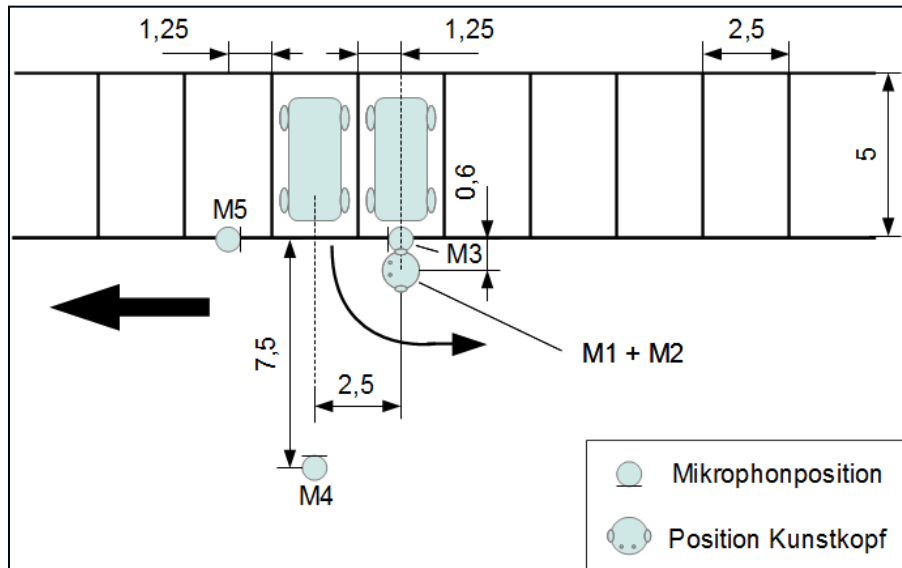


Fahrzeugaufnahmen / Messungen

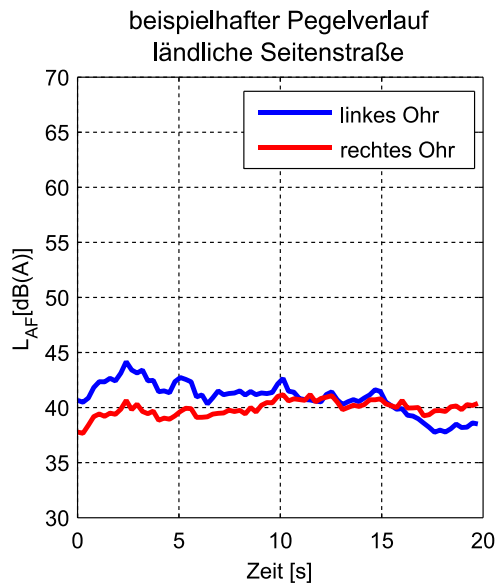
Verkehrssituation



Messaufbau



Hintergrundaufnahmen / Messungen

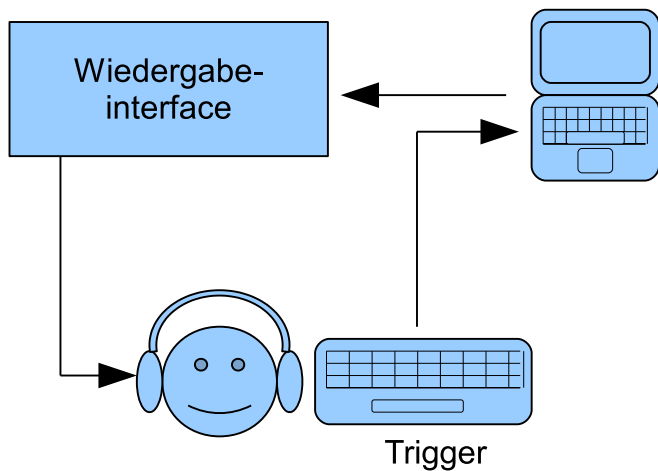


	Hintergrundgeräusch			
Messgröße	ländliche Seitenstraße	städtische Seitenstraße	innerstädtische Seitenstraße	Durchzugs- straße
$L_{A,eq}$	*	55,6 dB(A)	60,0 dB(A)	75,8 dB(A)
$L_{A,95}$	*	49,5 dB(A)	55,3 dB(A)	60,8 dB(A)
$L_{A,1}$	*	65,5 dB(A)	67,7 dB(A)	84,7 dB(A)

* nicht vergleichbar, da Teil der Fahrzeugaufnahme

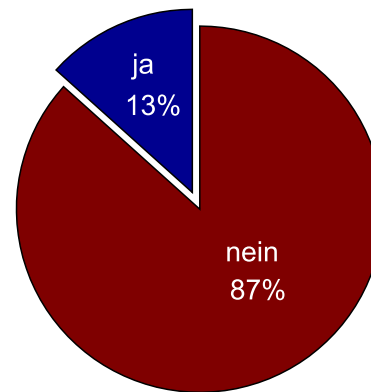
Hörversuch - Durchführung

- Wiedergabesetup
 - Versuchsperson drückt Leertaste
 - Versuchsperson steht

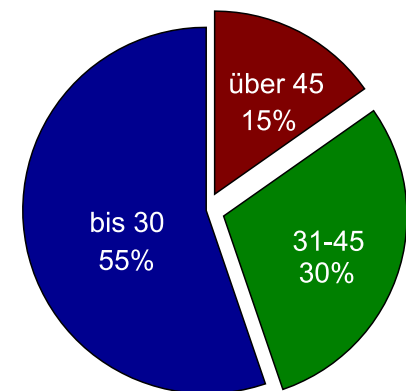


- Zusammensetzung der Versuchspersonen:
 - insgesamt 105
 - 14 davon mit starker Beeinträchtigung der Sehkraft oder blind

starke Beeinträchtigung der Sehkraft



Alter



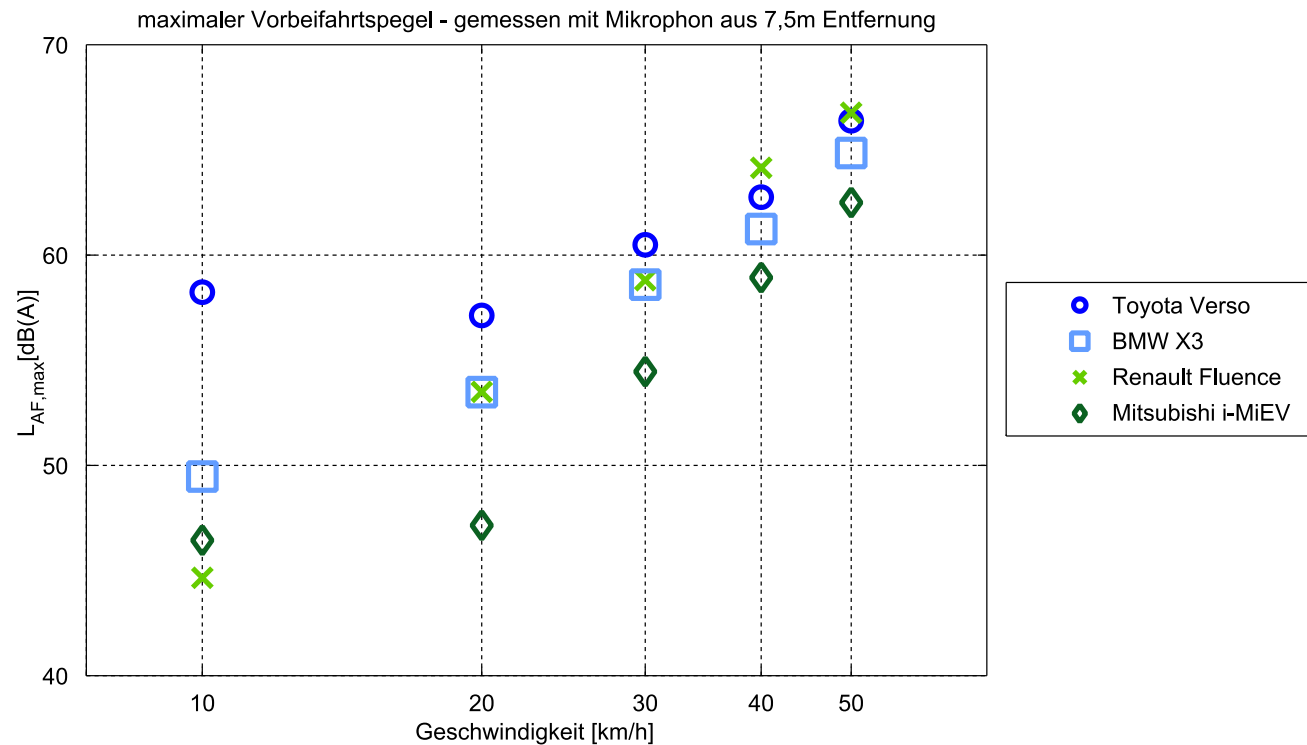
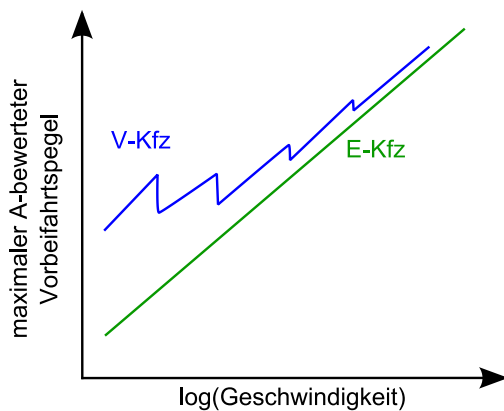
Hörversuch - Ablauf

- zeitlicher Ablauf
 - Erklärung der Aufgabenstellung u. 3 Probestimuli
 - 6 Blöcke zu je 8 bzw. 2 Stimuli → pro Verkehrssituation ein Block ergibt insgesamt 36 Stimuli
 - Fragebogen
- weitere Eigenschaften
 - Stimulidauer liegt zwischen 15 und 20 Sek.
 - Fahrzeug kommt per Zufallsprinzip von links oder rechts

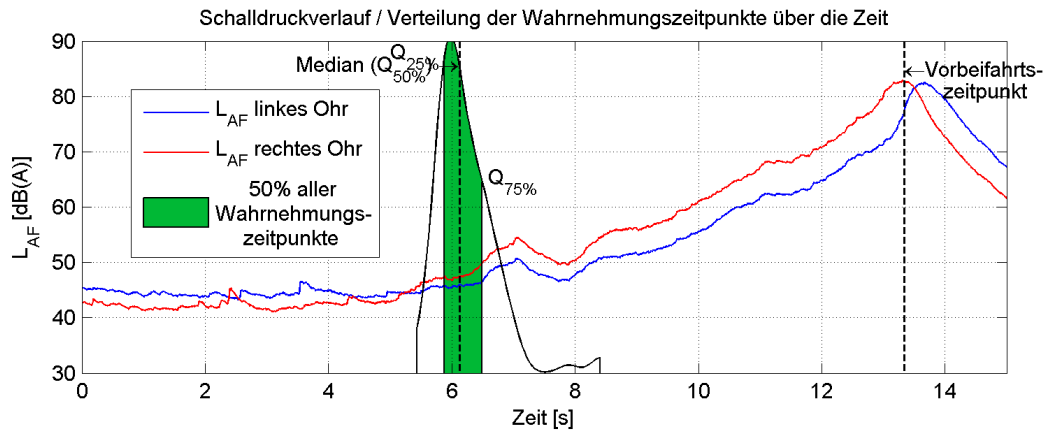


Messungen - Ergebnisse

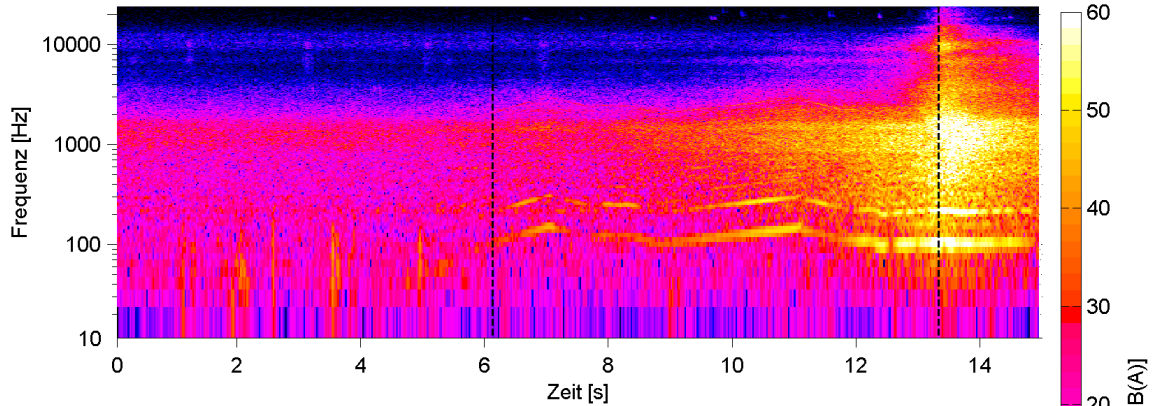
- Messung der Vorbeifahrten: Vergleich zw. V-Kfz (blau) und E-Kfz (grün)
- Vergleich Theorie vs. Praxis



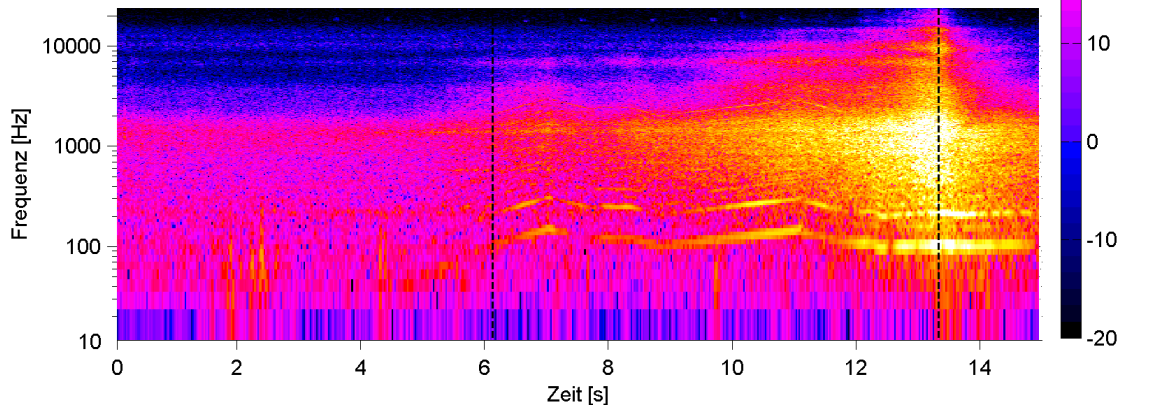
Stimulus 28 - BMW X3 beschleunigte Vorbeifahrt - ländliche Gegend



Frequenz-Zeitverlauf - linkes Ohr

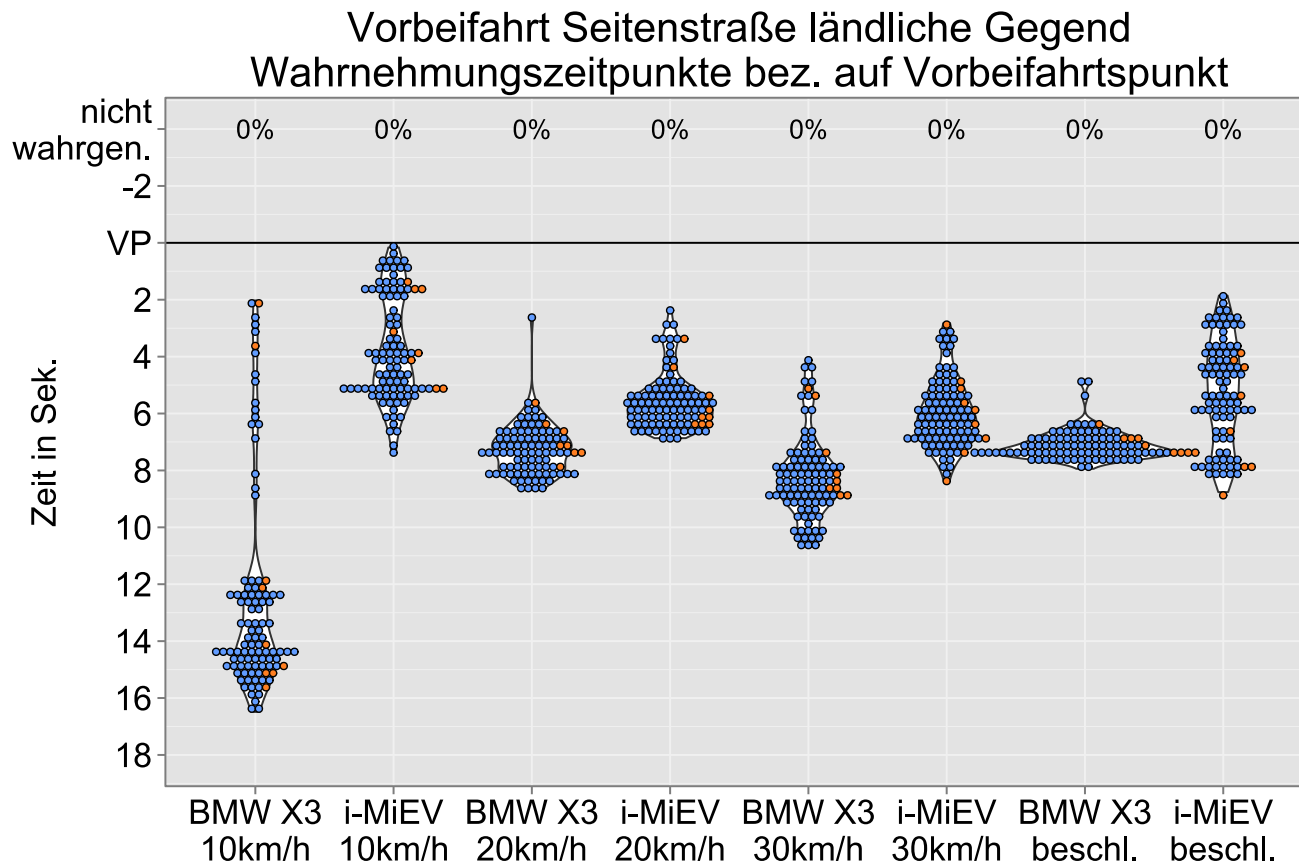


Frequenz-Zeitverlauf - rechtes Ohr



Vergleich zwischen Hörversuch & Messungen

Hörversuch – Ergebnisse ländliche Gegend

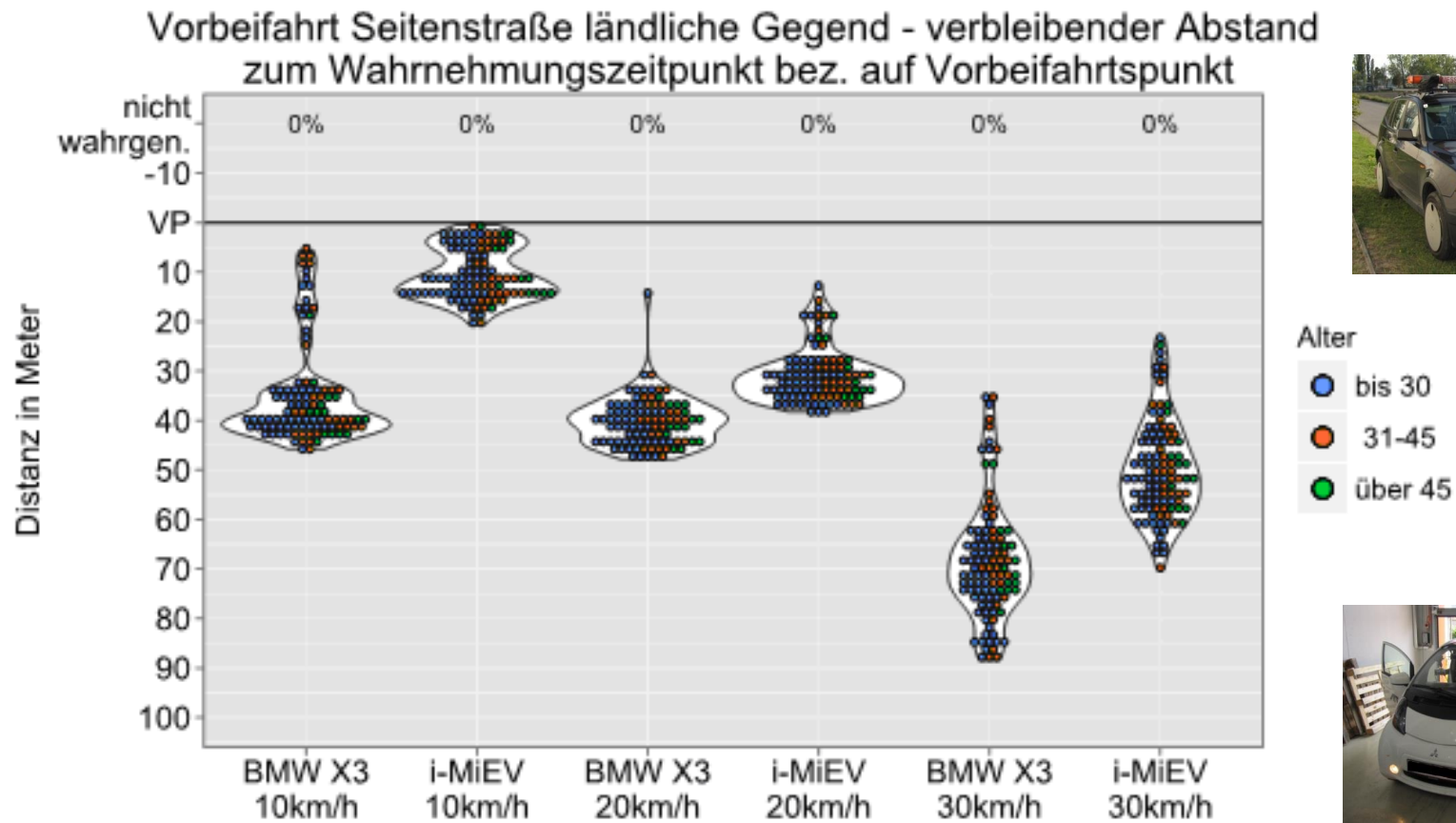


visuelle
Wahrnehmung

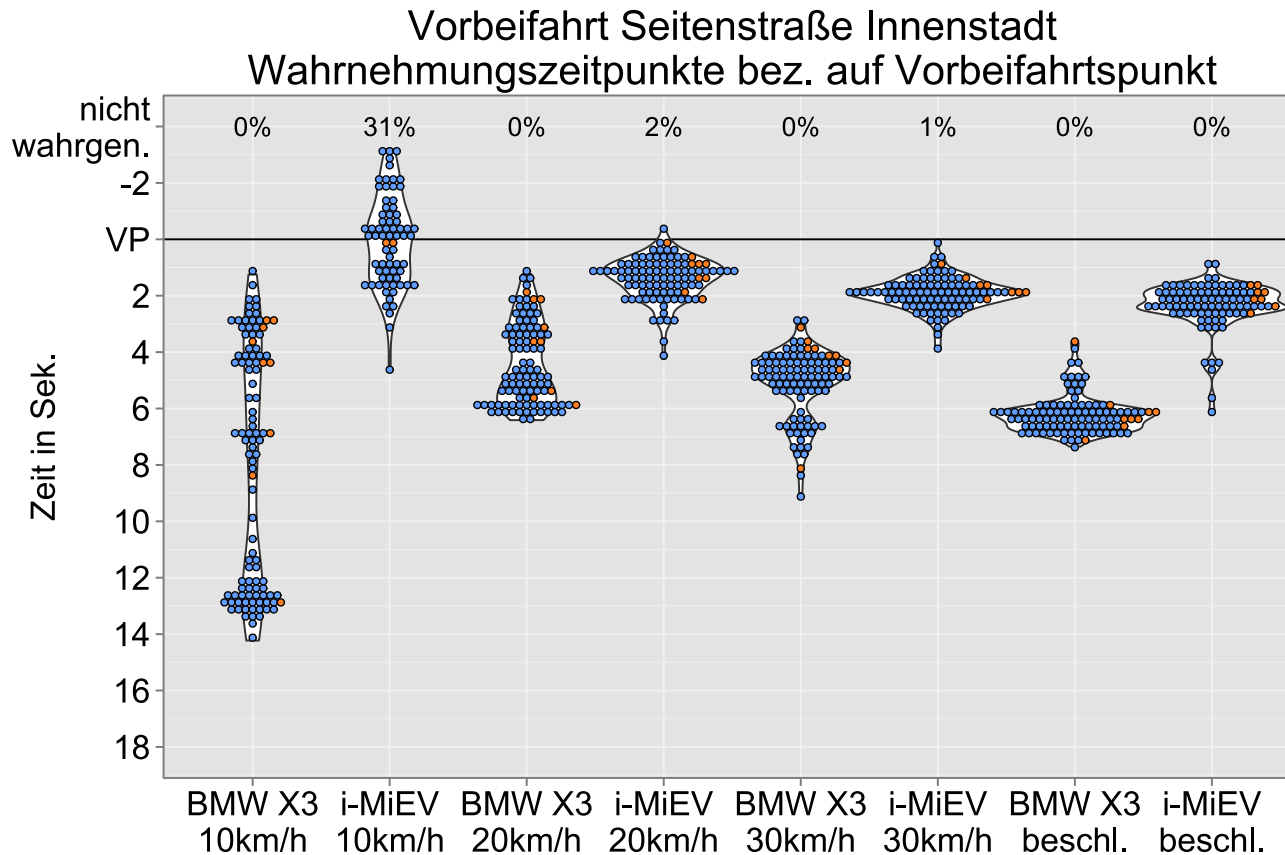
- keine Beeinträchtigung
- sehr schwach / nicht vorhanden



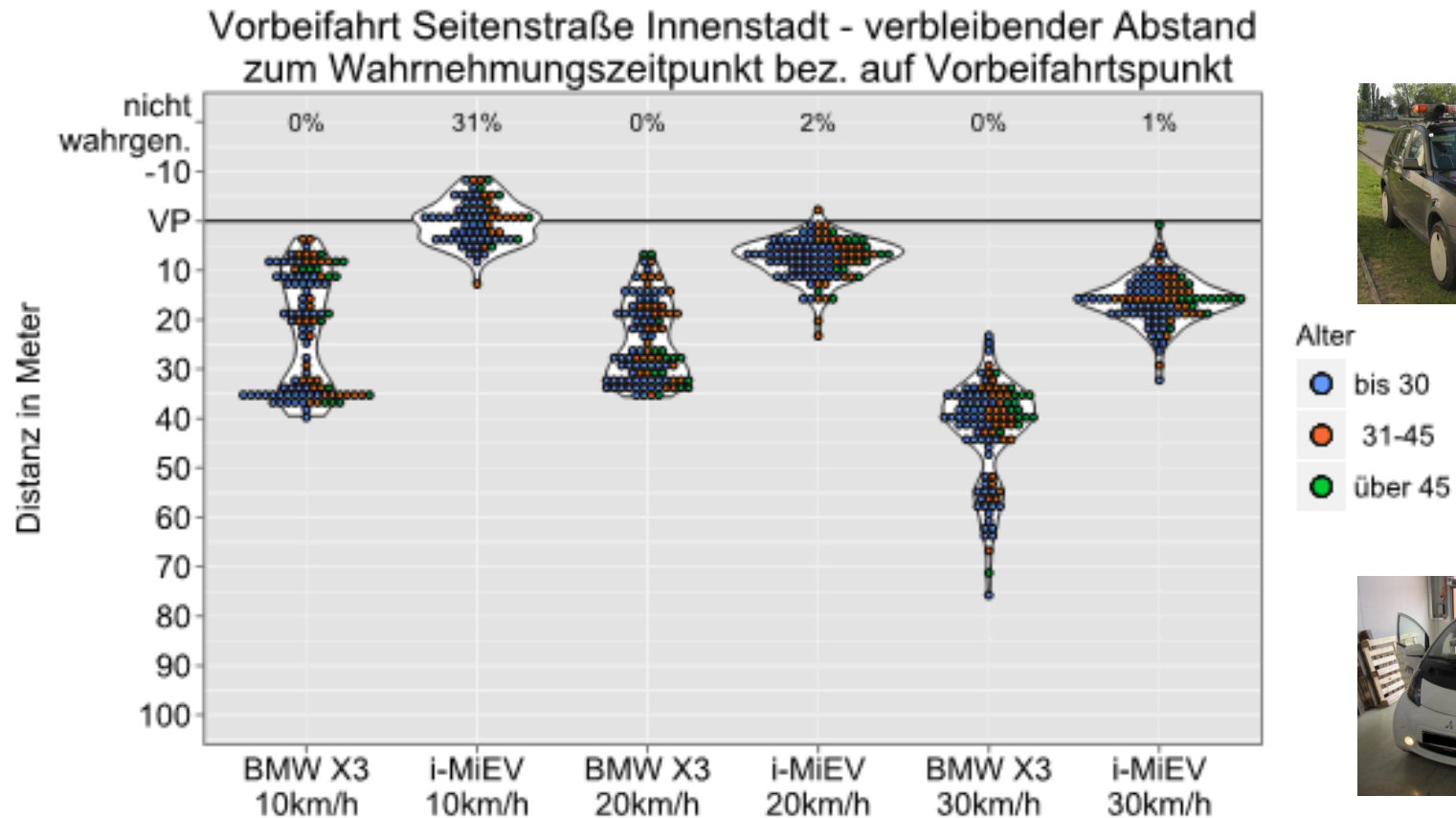
Hörversuch – Ergebnisse ländliche Gegend



Hörversuch – Ergebnisse Seitenstraße Innenstadt



Hörversuch – Ergebnisse Seitenstraße Innenstadt



Hörversuch - Ergebnisse

- Überblick: Differenz des Medians über die Wahrnehmungszeitpunkte / Wahrnehmungsentfernungen zwischen V-Kfz und E-Kfz

Umgebungs- geräusch	ländliche Gegend		städtische Seitenstraße		innerstädtische Seitenstraße	
	Zeit- differenz	Entfernungs- differenz	Zeit- differenz	Entfernungs- differenz	Zeit- differenz	Entfernungs- differenz
Vorbeifahrt 10 km/h	10,0 s	27,7 m	9,8 s	27,2 m	7,2 s	20,1 m
Vorbeifahrt 20 km/h	1,5 s	8,6 m	4,2 s	23,4 m	3,6 s	20,0 m
Vorbeifahrt 30 km/h	2,2 s	18,5 m	2,9 s	24,6 m	2,9 s	24,1 m

Hörversuch - Ergebnisse

- Überblick: Differenz des Medians über die Wahrnehmungszeitpunkte / Wahrnehmungsentfernungen zwischen V-Kfz und E-Kfz

Durchzugsstraße

Umgebungsgeräusch	Durchzugsstraße	
Verkehrssituation / Ergebnis	Zeitdifferenz	Entfernungsdifferenz
Vorbeifahrt 30 km/h	2,7 s	22,2 m
Vorbeifahrt 40 km/h	1,4 s	15,6 m
Vorbeifahrt 50 km/h	1,2 s	16,4 m

Parkplatz

Umgebungsgeräusch	ländliche Gegend	Durchzugsstraße
Verkehrssituation / Ergebnis	Zeitdifferenz	Entfernungsdifferenz
rückwärts ausparken mit Motorstart	4,5 s	6,8 m

Zusammenfassung der Ergebnisse

- E-Kfz wurde in allen gewählten Verkehrssituation später wahrgenommen,
- bei hohem Umgebungsgeräusch (Innenstadt) und 10 km/h wurde das E-Kfz von 1/3 der Teilnehmer gar nicht wahrgenommen, 1/3 erkannte es bereits zu spät
- Ergebnisse zeigen keine Unterschiede zwischen Versuchspersonen ohne und starker Sehbeeinträchtigung bzw. Blinden, wobei die Stichproben nicht gleich waren (91 Personen zu 14 Personen)
- Die gemessenen maximalen Vorbeifahrtspegel der E-Kfz liegen unter jenen der V-Kfz
- mit steigender Geschwindigkeit nimmt die Differenz des Vorbeifahrtspegels ab, da der Einfluss des Rollgeräusches immer mehr an Dominanz gewinnt

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

Dott. Ing. Marco Conter
AIT - Austrian Institute of Technology
Mobility Department
Giefinggasse 2, 1210 Vienna, Austria