



Realisierung einer positiven User Experience mittels benutzerfreundlicher
Ausgestaltung des Innenraums für automatisierte Fahrfunktionen

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Evaluation HMI-basierter Maßnahmen zur Reduzierung von Reiseübelkeit während der automatisierten Fahrt

Abschlussevent

Forschungscampus Renningen | 24.04.2024

Hintergrund

Reiseübelkeit beim automatisierten Fahren



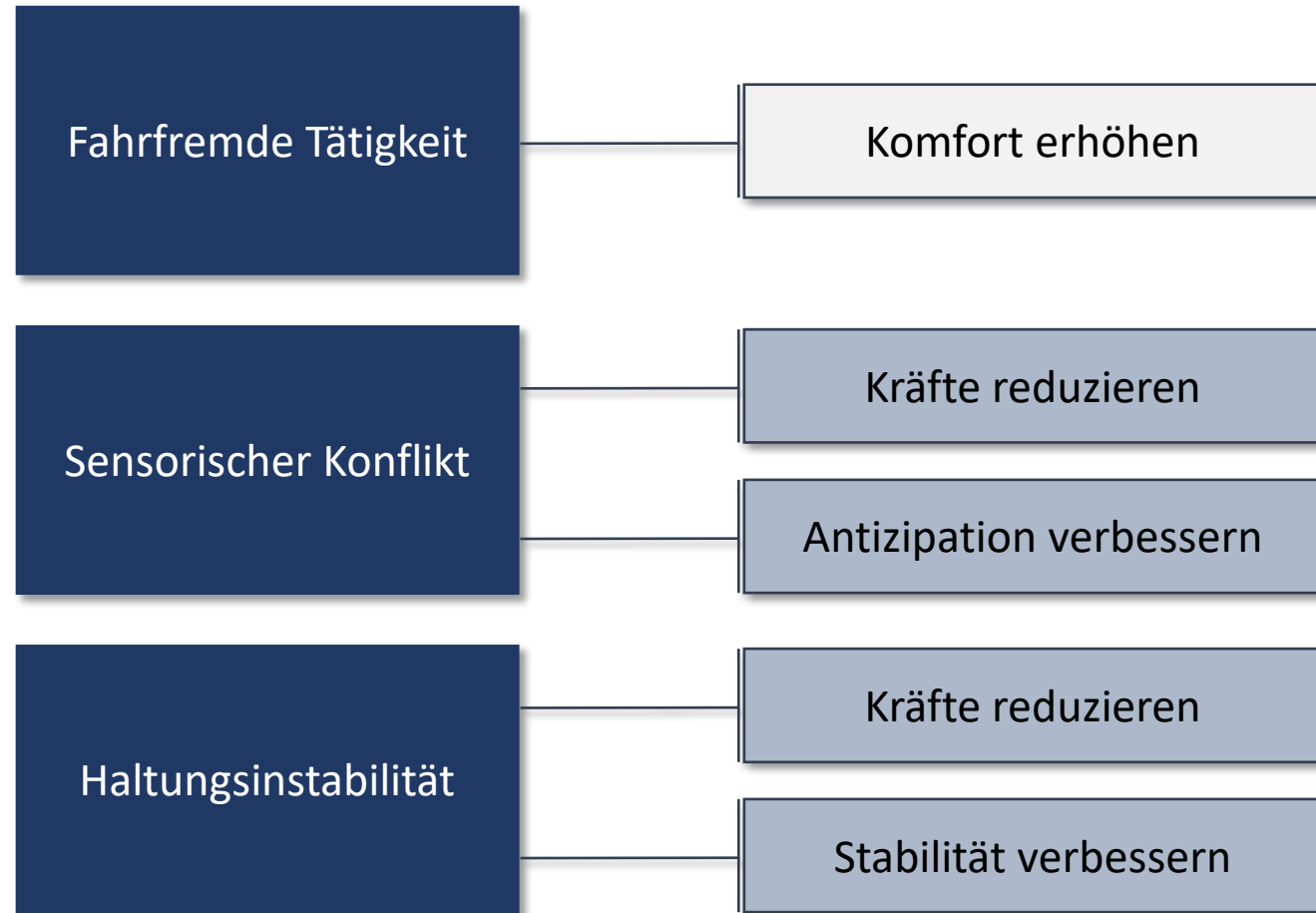
Fahrfremde Tätigkeit

Sensorischer Konflikt

Haltungsinstabilität

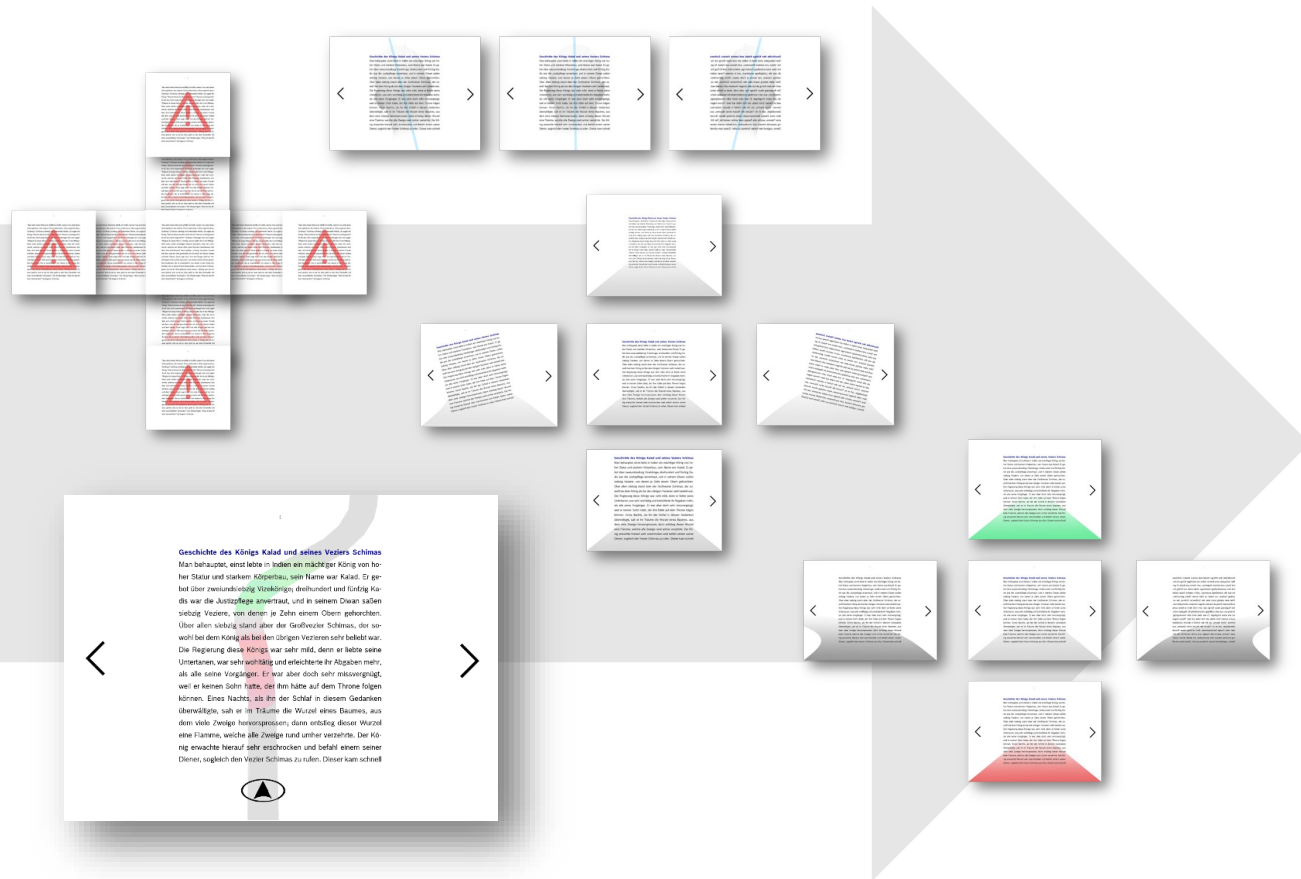
Hintergrund

Reiseübelkeit beim automatisierten Fahren



Konzeptentwicklung

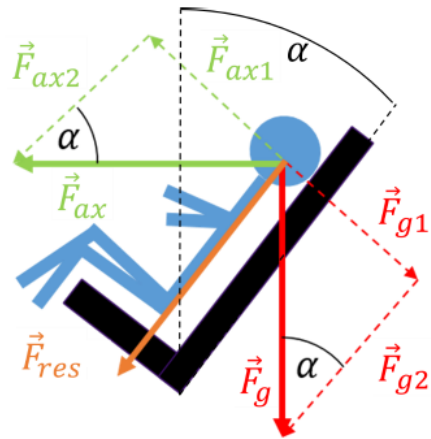
Ankündigung bevorstehender Beschleunigungsereignisse



- Einblendung peripher wahrnehmbarer grafischer Elemente
 - Beschleunigungsrichtung über Farbe und Position kodiert
 - Beschleunigungsstärke über Farbintensität kodiert

Konzeptentwicklung

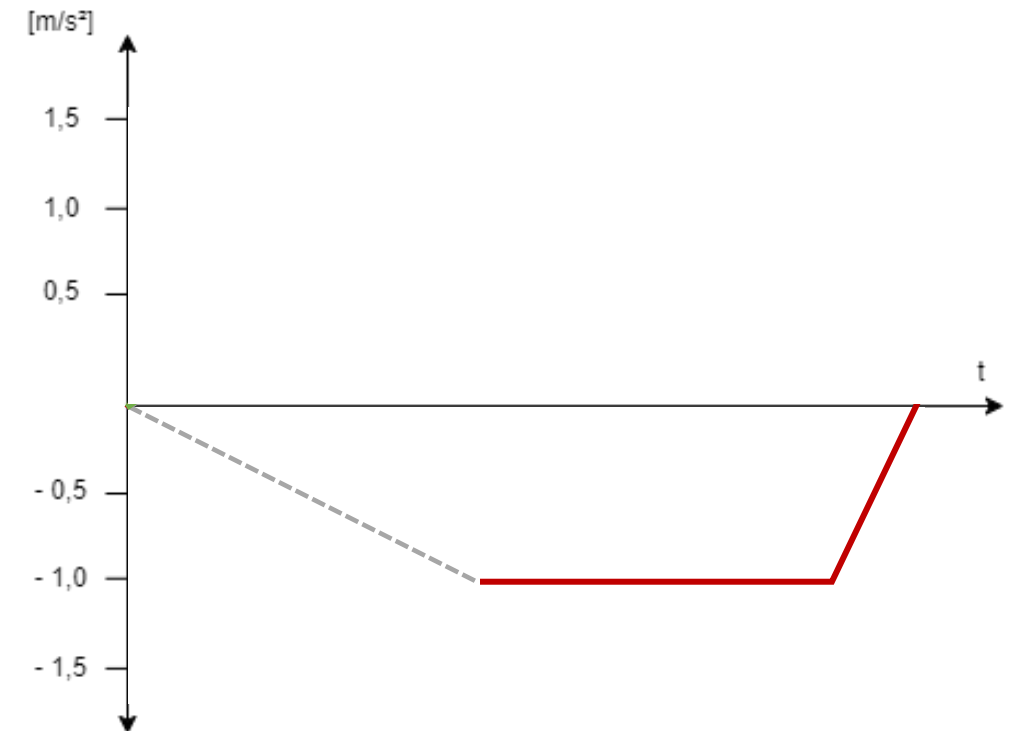
Kompensation von Kräften durch (dynamische) Sitzverstellung



- Auslenkung des Sitzes nach vorne/oben bzw. nach hinten/oben durch Verstellmotoren
- Veränderung der Körperlage, sodass longitudinal wirkende Kräfte (teilweise) in die Körperachse verlagert werden → Stabilisierung

Modifizierte Beschleunigungs- und Bremsprofile

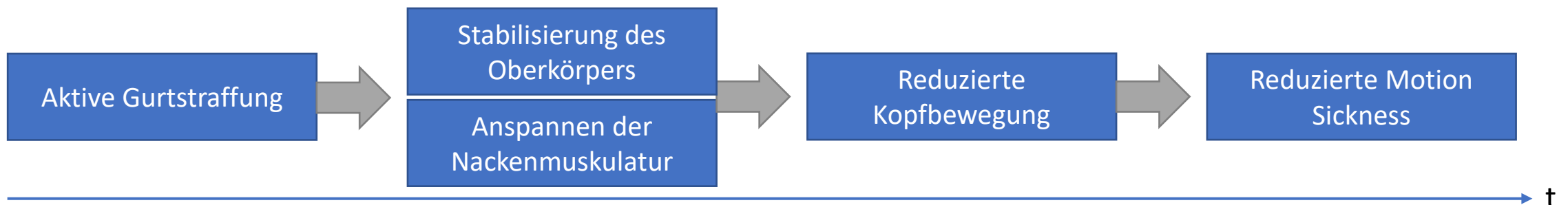
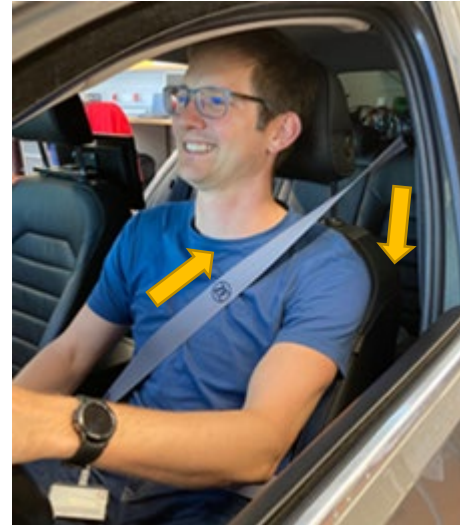
- Einregelung der Zielgeschwindigkeit in mehreren Phasen
 - 1. Phase: Aufbau einer schwachen Verzögerungsniveaus ($< 1\text{m/s}^2$)
 - 2. Phase: Aufbau der Hauptverzögerung (bis zu 3 m/s^2)
- Analoges Verhalten für positive Beschleunigungen



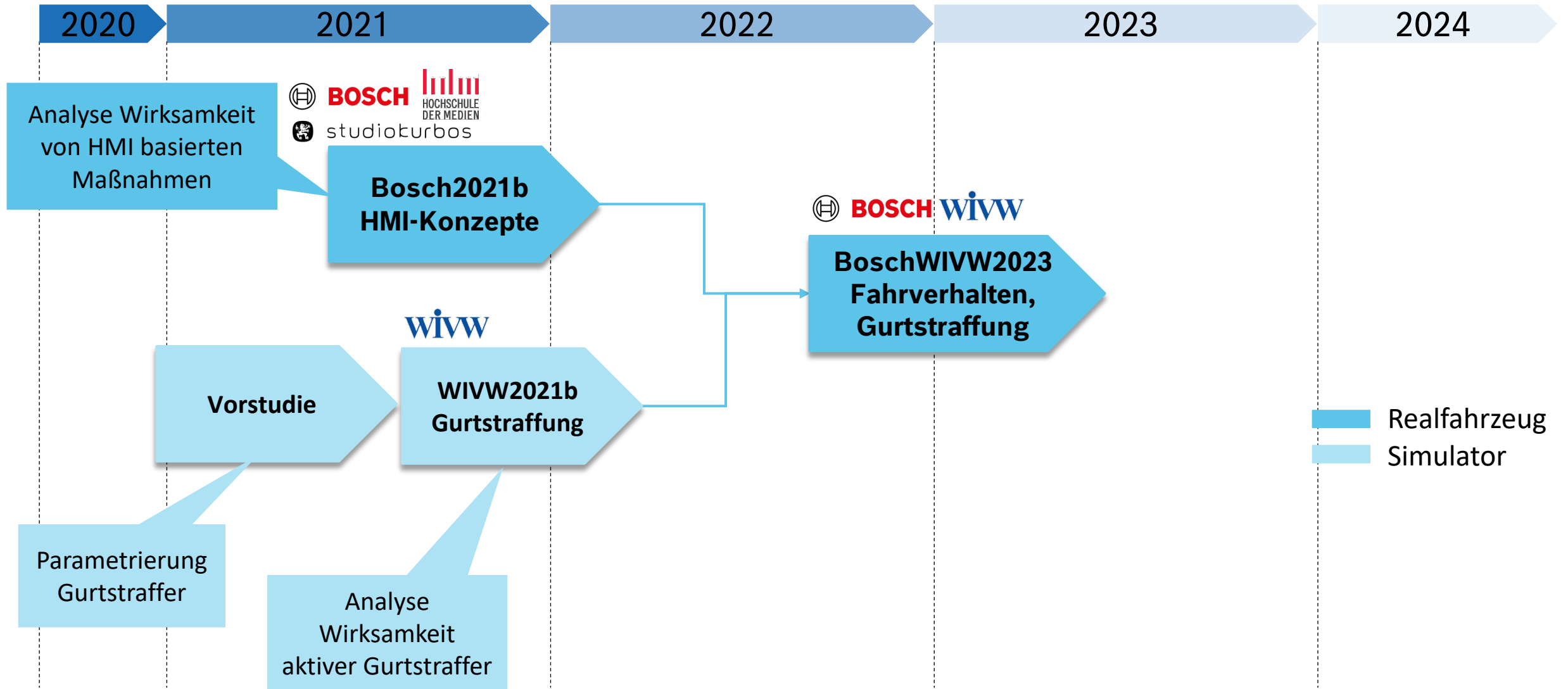
Konzeptentwicklung

Oberkörperstabilisierung durch aktive Gurtstraffung

- Ansteuerung eines reversiblen aktiven Gurtstraffers
- Der Gurt wird während der Bremsung gestrafft und danach wieder gelöst
- Parametrierung im Rahmen von Vorstudien



Studienübersicht Motion Sickness





Realisierung einer positiven User Experience mittels benutzerfreundlicher
Ausgestaltung des Innenraums für automatisierte Fahrfunktionen

Methode

Gefördert durch:

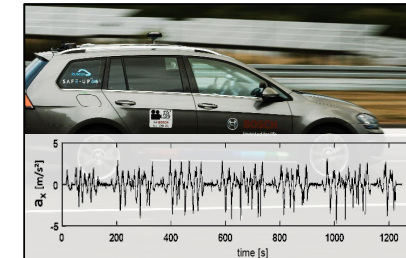
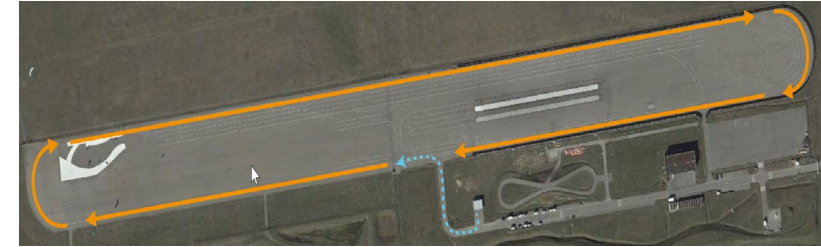


Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

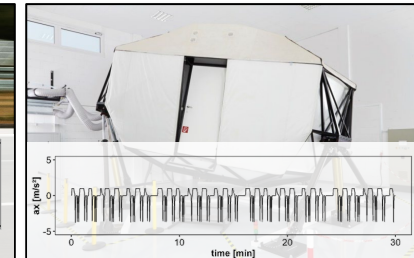
aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Gemeinsamkeiten der Studien

- Automatisierte Fahrt im simulierten stockenden Verkehr mit reproduzierbarem Beschleunigungsprofil in Längsrichtung
- Versuchspersonen mit erhöhter Anfälligkeit für Motion Sickness (N=25-31)
- Fahrfremde Tätigkeit: Lesen eines Textes auf einem Tablet
- Messwiederholungsdesign mit permutierter Reihenfolge der Versuchsbedingungen
- Unabhängige Variable: Art der Gegenmaßnahme (keine Gegenmaßnahme als Kontrollbedingung)
- Abhängige Variablen (Auswahl):
 - Differenz zwischen der Motion Sickness vor und nach der Fahrt, gemessen mittels Motion Sickness Assessment Questionnaire (**MSAQ**) (Gianaros et al., 2001)
 - Online-Motion Sickness Bewertung auf neu entwickelter Motion Sickness Task Tolerance Scale (**MSTT**)
 - Kopfbewegungen



Bosch



WIVW



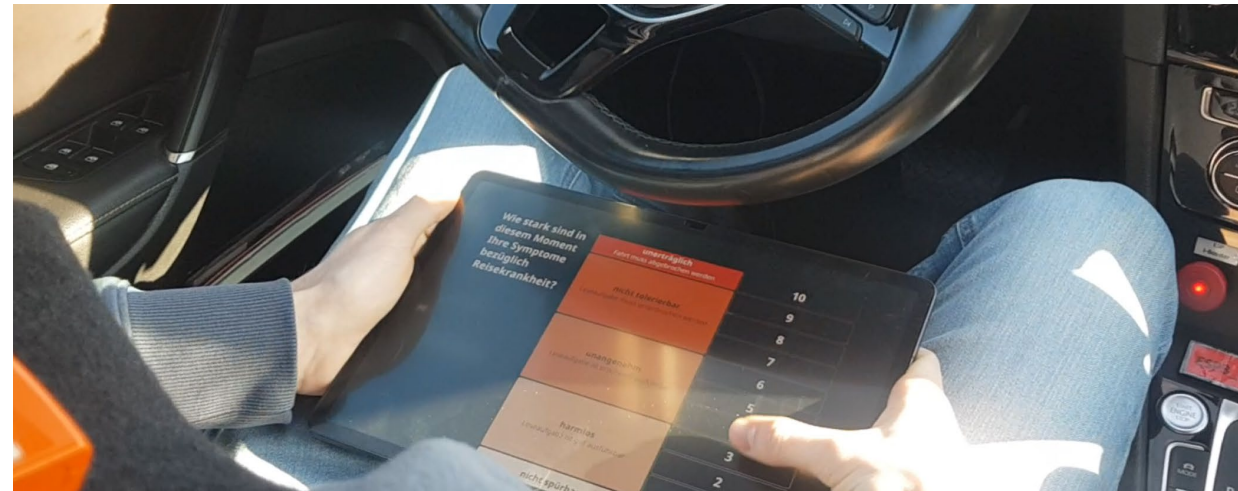
Subjektive Bewertung während der Fahrt: Motion Sickness Task Tolerance (MSTT) Scale

Wie stark sind in diesem Moment Ihre Symptome bezüglich Reisekrankheit?

MSTT Skala

unerträglich Fahrt muss abgebrochen werden	10
nicht tolerierbar Tätigkeit muss unterbrochen werden	9
	8
	7
unangenehm Tätigkeit ist mit Einschränkungen ausführbar	6
	5
	4
harmlos Tätigkeit ist ohne Einschränkungen ausführbar	3
	2
nicht spürbar	1
	0

Abbruchkriterium: MSTT > 6



Subjektive Bewertung vor/nach Fahrt: MSAQ

MSAQ Skala										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Ich habe ein flaues Gefühl in meinem Magen	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	Ich fühle mich schwach	1	2	3	4	5	6	7	8	9
3	Ich fühle mich gereizt	1	2	3	4	5	6	7	8	9
4	Ich fühle mich schwitzig	1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	Mir ist mulmig	1	2	3	4	5	6	7	8	9
6	Mir ist schwindelig	1	2	3	4	5	6	7	8	9
7	Ich fühle mich müde	1	2	3	4	5	6	7	8	9
8	Ich fühle mich feucht-kalt	1	2	3	4	5	6	7	8	9
9	Ich fühle mich desorientiert	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	Ich fühle mich matt	1	2	3	4	5	6	7	8	9
11	Mir ist übel	1	2	3	4	5	6	7	8	9
12	Mir ist heiß	1	2	3	4	5	6	7	8	9
13	Ich fühle mich benommen	1	2	3	4	5	6	7	8	9
14	Ich habe das Gefühl, als würde ich mich drehen	1	2	3	4	5	6	7	8	9
15	Ich habe das Gefühl, mich übergeben zu müssen	1	2	3	4	5	6	7	8	9
16	Ich fühle mich unwohl	1	2	3	4	5	6	7	8	9
+1	Ich habe ein Druckgefühl im Kopf	1	2	3	4	5	6	7	8	9
+2	Ich habe Kopfschmerzen	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Unterdimensionen: „gastrointestinal“, „central“, „peripheral“, „sopite-related“

Wertebereich des Gesamtwerts: Min: 11 bis Max: 100





Realisierung einer positiven User Experience mittels benutzerfreundlicher
Ausgestaltung des Innenraums für automatisierte Fahrfunktionen

Ergebnisse

Gefördert durch:



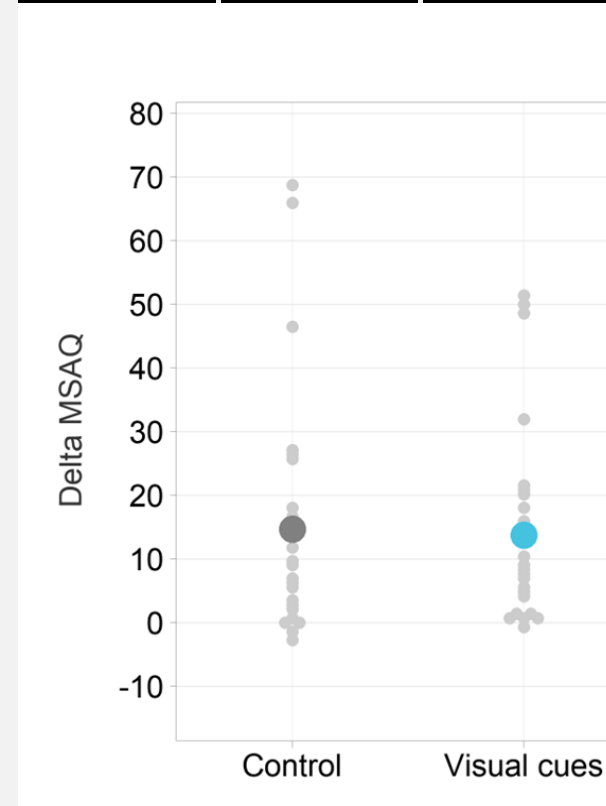
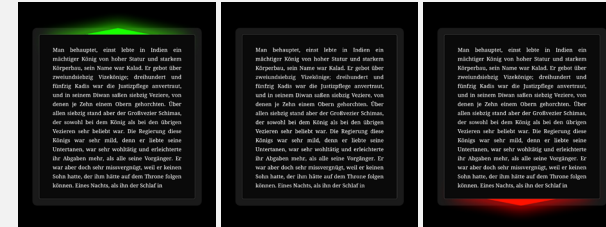
Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Ergebnisse

Visuelle Ankündigung bevorstehender Beschleunigungsereignisse

- **Wirksamkeit bzgl. Reiseübelkeit**
 - Keine signifikante Wirkung: Anstieg der Motion Sickness ähnlich wie in Kontrollbedingung
 - Große interindividuelle Unterschiede
- **Sonstige Wirkungen und Erkenntnisse**
 - Verbesserte Vorhersagbarkeit der Fahrzeugreaktion
 - Konflikt in visueller Verarbeitung: Leseaufgabe vs. visuelles Feedback

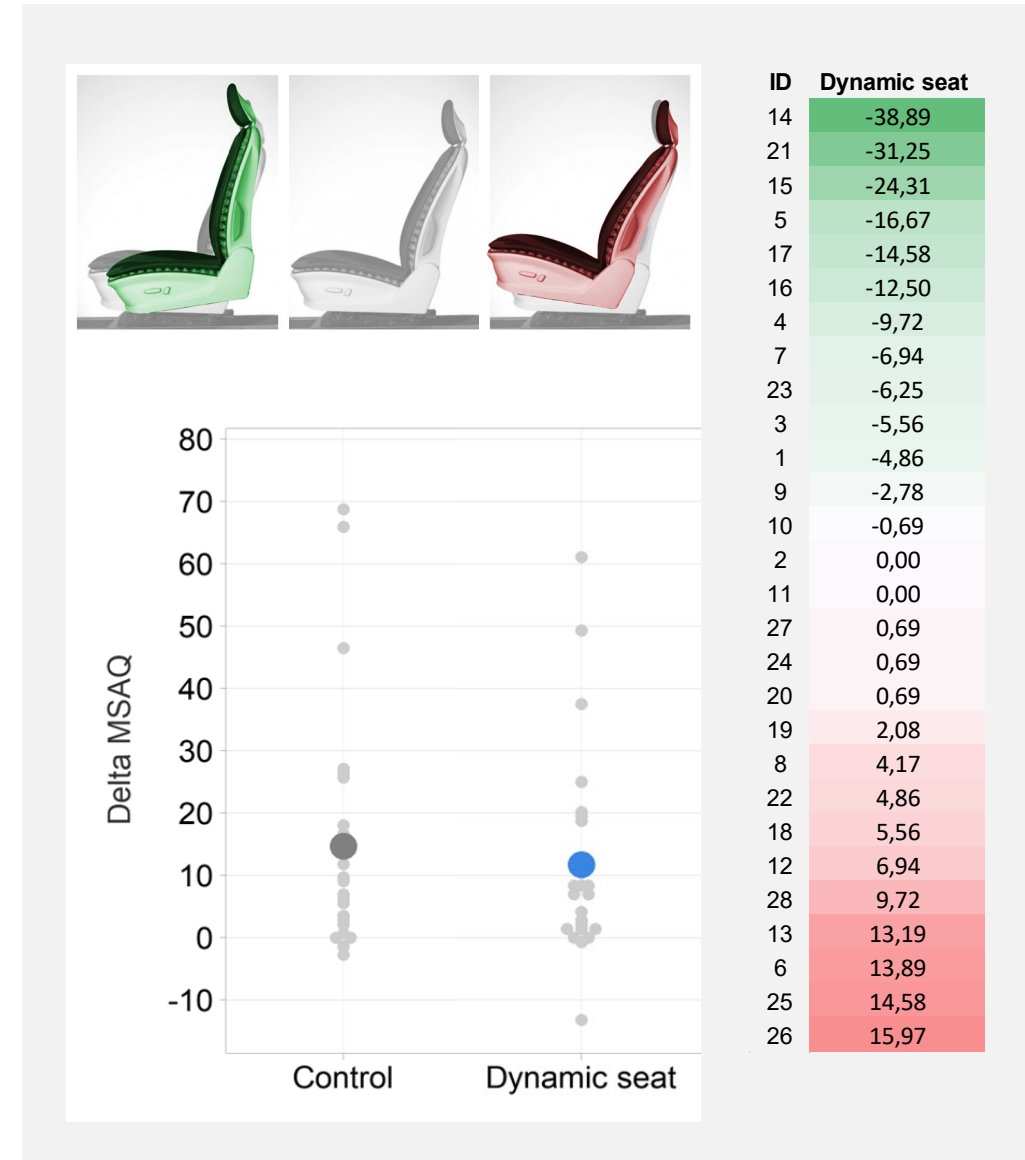


ID	Visual cues
17	-22,92
5	-17,36
21	-17,36
7	-16,67
14	-11,81
15	-8,33
3	-6,25
23	-5,56
12	-4,17
1	-2,08
18	-2,08
10	-1,39
26	-0,69
2	-0,69
19	1,39
9	2,08
11	2,78
25	3,47
28	3,47
20	3,47
4	4,17
27	6,25
8	6,25
22	6,94
13	9,03
6	10,42
24	10,42
16	20,14

Ergebnisse

Kompensation von Kräften durch dynamische Sitzverstellung

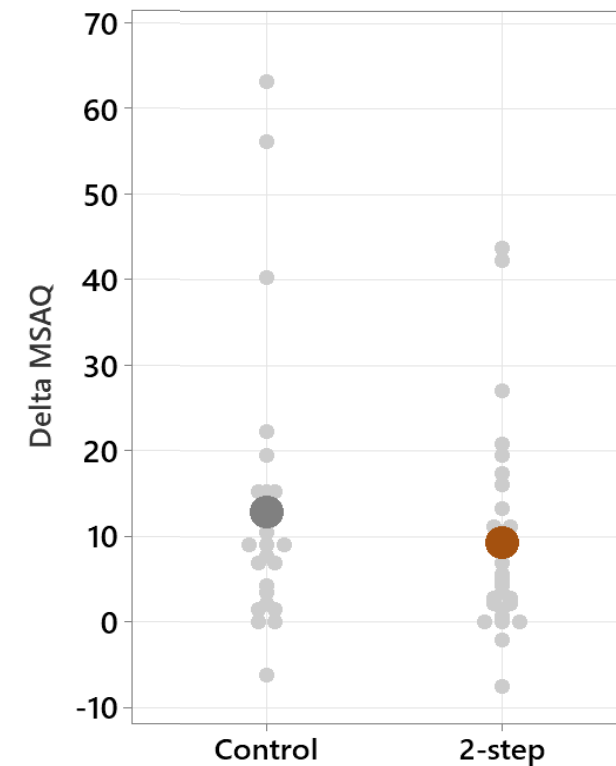
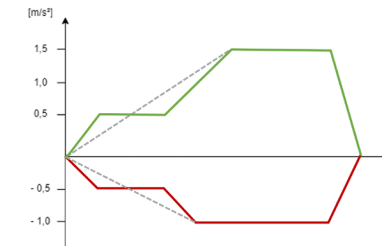
- **Wirksamkeit bzgl. Reiseübelkeit**
 - Der Anstieg der Symptomatik (gemäß MSAQ oder MSTT) ist statistisch nicht signifikant kleiner als in der Kontrollbedingung.
 - Es existieren große interindividuelle Unterschiede.
- **Sonstige Wirkungen und Erkenntnisse**
 - Ablehnende Einstellungen oftmals mit „mangelhafter“ Umsetzung des Konzepts assoziiert.
 - Entwicklung eines geeigneten „Forschungs“-Sitzes im Rahmen von RUMBA nicht angestrebt.



Ergebnisse

Gestufte Beschleunigungsprofile

- **Wirksamkeit bzgl. Reiseübelkeit**
 - Der Anstieg der MS Symptomatik (gemäß MSAQ) ist statistisch signifikant kleiner als in der Kontrollbedingung ($p=0.03$).
 - Es existieren große interindividuelle Unterschiede.
- **Sonstige Wirkungen und Erkenntnisse**
 - Die wahrgenommenen Kräfte bei Bremsungen wurden mit 2-Step Profil signifikant angemessener bewertet.
 - Maßnahme ist nicht als „Innovation“ bemerkbar.

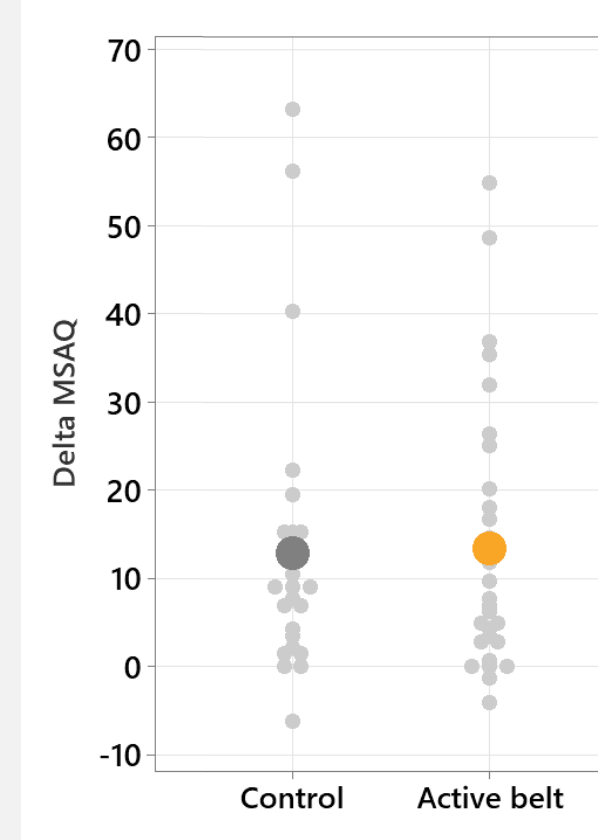


ID	2-step
23	-27,08
19	-20,83
5	-15,28
13	-12,50
6	-12,50
11	-9,72
18	-7,64
2	-6,25
4	-6,25
7	-5,56
3	-5,56
10	-5,56
22	-3,47
8	-2,78
9	-2,78
17	-2,08
25	-2,08
1	-1,39
20	-1,39
14	-0,69
24	0,00
29	0,69
21	0,69
12	1,39
16	2,08
28	2,08
26	4,17
30	4,17
27	4,86
31	6,94
15	15,28

Ergebnisse

Oberkörperstabilisierung durch aktive Gurtstraffung

- **Wirksamkeit bzgl. Reiseübelkeit**
 - Keine signifikante Wirkung: Anstieg der Motion Sickness ähnlich wie in Kontrollbedingung
 - Reduzierte Nickbewegung nach vorne, aber verstärktes Zurückziehen des Kopfes
 - Große interindividuelle Unterschiede
- **Sonstige Wirkungen und Erkenntnisse**
 - Subjektive Verbesserung der Vorhersehbarkeit von Bremsungen
 - Positive Bewertung des stabilisierenden Effekts



ID	Active belt
6	-13,19
5	-11,11
19	-8,33
12	-7,64
11	-7,64
13	-7,64
7	-6,25
2	-4,17
4	-4,17
23	-3,47
25	-3,47
29	-2,78
20	-1,39
28	-1,39
21	-0,69
22	-0,69
30	0,00
17	0,69
14	0,69
1	2,08
18	2,78
24	3,47
27	4,17
16	4,17
8	6,94
31	7,64
10	9,03
3	9,72
15	10,42
26	18,75
9	21,53

Ergebnisse

Diskussion und Fazit

- Anpassungen der Fahrbewegungen am vielversprechendsten
- HMI-basierte Gegenmaßnahmen hatten für die untersuchten Studienbedingungen keine bis geringe Effekte auf die erlebte Reiseübelkeit
- HMI-basierte Maßnahmen hatten andere positive Effekte auf erlebten Komfort → Überarbeitung mit Fokus auf UX und Adaptivität
- Wissenserwerb über Wirkungsweise der untersuchten Maßnahmen





Realisierung einer positiven User Experience mittels benutzerfreundlicher
Ausgestaltung des Innenraums für automatisierte Fahrfunktionen

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



C A R I A D
A VOLKSWAGEN GROUP COMPANY

wivw

CanControls
The Art of Image Understanding



studiokurbos



BOSCH
Technik fürs Leben

spiegelInstitut



Universität Stuttgart

KTD



HOCHSCHULE
DER MEDIEN