



# APPLIKATION MOTION SICKNESS

Theoretischer Hintergrund und Studienplanung



Autor: Allround Team GmbH

Datum: 10.04.2023

Ort:



**Finanziert von der  
Europäischen Union**

NextGenerationEU

Gefördert durch:



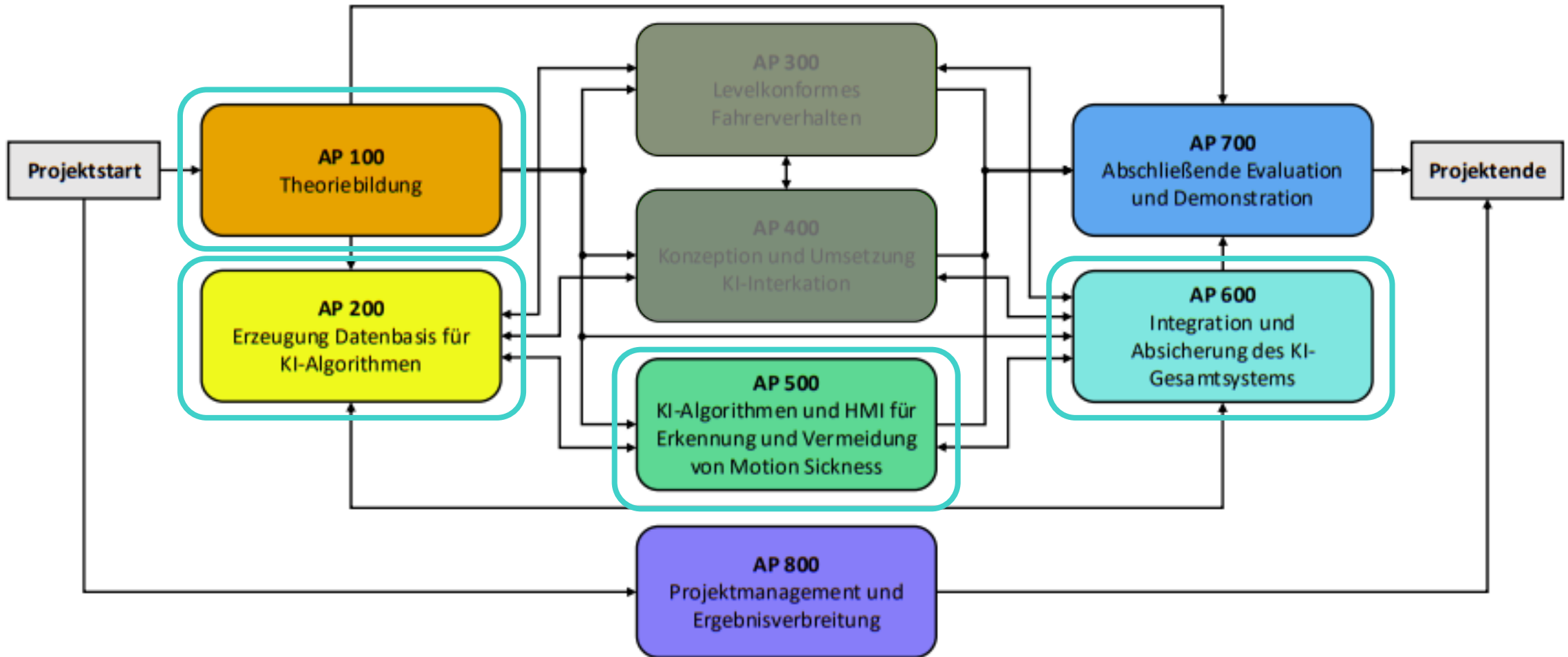
Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

# Relevante Arbeitspakete



Gefördert durch:  
 Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Klimaschutz



# Inhaltsverzeichnis

## 1. AP100 Theoriebildung

- UAP110 Theoriebildung
- UAP120 Erhebungsszenarien und Use Cases
- UAP130 Entwicklung Erhebungsinstrumente zur individuellen Beschreibung der Nutzer

## 2. UAP200 Erhebungsdesign

## 3. UAP530/UAP630

- Softwareseitige Anbindung des MMI Prototyps an die Fahrzeugschnittstelle
- Entwicklung einer Versuchsleiter Navigationsapplikation



Finanziert von der  
Europäischen Union  
NextGenerationEU

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



Finanziert von der  
Europäischen Union  
NextGenerationEU

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

# AP100 – Theoriebildung – Applikation Motion Sickness

Definition

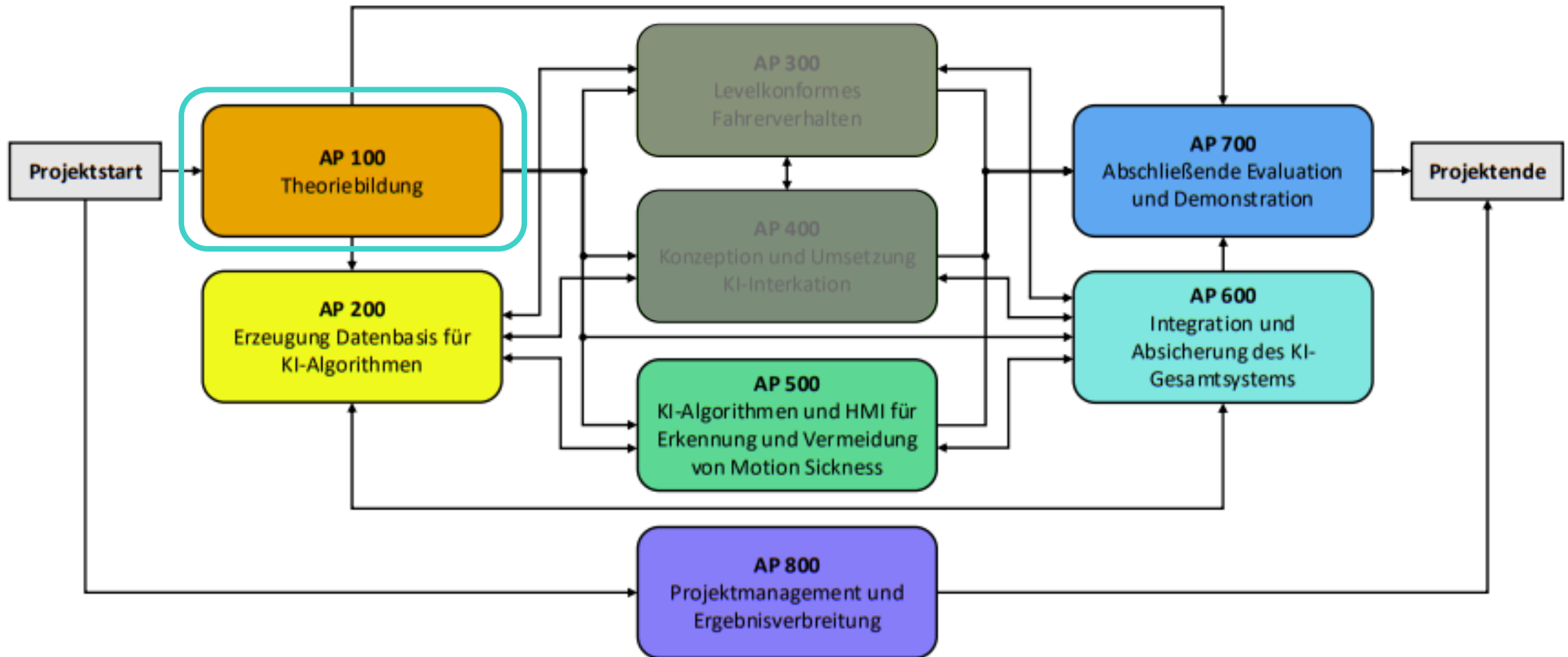
Ursachen

Relevanz

# AP100 – Theoriebildung Einordnung in das Projekt



Gefördert durch:  
Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Klimaschutz



# AP100 – Theoriebildung

## Was ist Motion Sickness (MS)? Wie entsteht MS ?



Finanziert von der  
Europäischen Union  
NextGenerationEU

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Klimaschutz  
aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

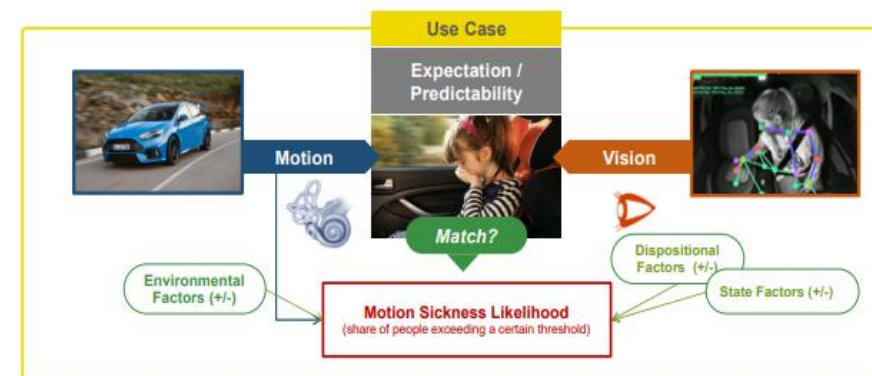
*“Die Reisekrankheit wird typischerweise durch niederfrequente laterale und vertikale Bewegung (z.B. Luft-, See-, Straßentransport) oder durch virtuelle Simulatorbewegung (Videospiele, virtuelle Simulatoren) ausgelöst”*

(Takov & Tadi, 2022)

- Normale **physiologische Reaktion** auf reale oder virtuelle **Bewegungsreize**
- Gefühl des **Unwohlseins oder der Übelkeit**, die während einer Flug-, Seereise oder während einer Fahrt in einem Auto, Zug, Aufzug, Achterbahn auftreten kann, aufgrund eines **Mismatch zwischen visueller Wahrnehmung und Bewegung**

### Symptome

- Hauptsymptom: Übelkeit
  - Andere Symptome: Unwohlsein, Schwindel, Erbrechen
- Symptome können einige Stunden bis zu Tage andauern



Quelle: Ford, E. Schmidt

# AP100 – Theoriebildung Relevanz



Finanziert von der  
Europäischen Union  
NextGenerationEU

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## MS betrifft bis zu 75% der Autoinsassen

### Vulnerable Gruppen:

- Personen mit **intaktem vestibulärem System**
  - **Kinder:** Beginn um das 6. Lebensjahr, Höhepunkt im Alter von 9 Jahren  
→ Rückgang während der Teenagerjahre aufgrund von Gewöhnung
  - **Frauen:** Während der Schwangerschaft und des Menstruationszyklus
  - Personen mit **Schwindel, vestibulären Störungen, Morbus Menière** (Krankheit des Innenohres) und **Migräne**

### Weitere mögliche Ursachen:

- **Gen-Umwelt** Interaktion
- **Familienanamnese** (Vererbbarkeit)
- Typischerweise ausgelöst durch **niederfrequente vertikale, laterale, eckige** oder **rotierende Bewegungen**
- **Sensory conflict theory** (Sensorische Konflikttheorie)
  - Das Gehirn empfängt **widersprüchliche** oder **abweichende Informationen von verschiedenen Sensoren** (hauptsächlich den Augen) über reale Körperbewegung oder die virtuelle Umgebung.

# AP100 – Theoriebildung Relevanz



Finanziert von der  
Europäischen Union  
NextGenerationEU

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

MS gefährdet den Erfolg und die Akzeptanz von autonomen Fahrzeugen

Es fehlen nicht-pharmakologische Gegenmaßnahmen

- Intern: Gewöhnung
- Extern: Anpassung von Straßentyp und Fahrweise  
→ Unkomfortabel, unpraktisch, zeitaufwendig

Mögliche Alternativen auf der Grundlage der *Sensory conflict theory*:

- Blick nach draußen
- Bewegungserwartung



# AP100 – Theoriebildung Relevanz



Finanziert von der  
Europäischen Union  
NextGenerationEU

Gefördert durch:



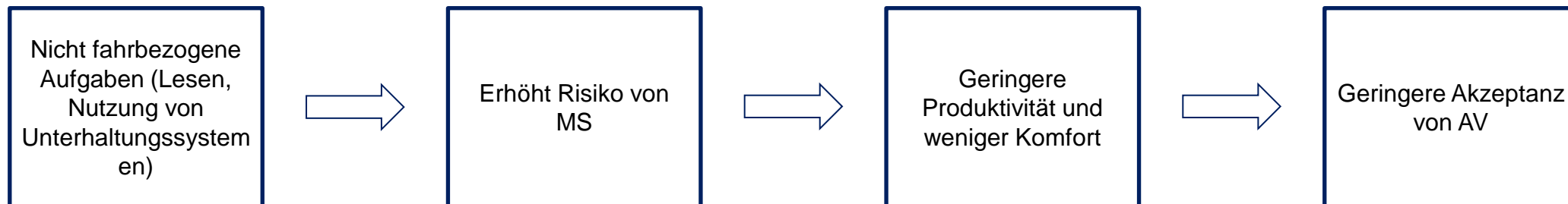
Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Klimaschutz  
aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Das MS Risiko ist bei automatisierten Fahrzeugen deutlich erhöht, da die Bewegung des Fahrzeugs nicht mehr kontrolliert werden kann, weil:

- Zunahme der **nicht fahrbezogenen Aufgaben**
- Weniger Außensicht

MS wirkt sich nachteilig auf die Erholung, die Arbeit und die Lebensqualität der Personen aus

- **Unwohlsein** steigt mit dem MISC Score
- Starke Korrelation zwischen dem Komfort und der Akzeptanz von autonomen Fahrzeugen (AV)



# AP100 – Theoriebildung

## Literaturrecherche zum bisherigen Forschungsstand



Finanziert von der  
Europäischen Union  
NextGenerationEU

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Klimaschutz  
aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

- MS Einflussfaktoren und physiologischen Metriken wurden gesammelt und Relevanz bewertet, um zu entscheiden welche in den Studien erhoben werden
- Unterscheidung zwischen unmittelbaren (zweite Ordnung) und mittelbaren (erste Ordnung) Einflüssen

### Schlüsselwörter

Fahrkrankheit; Buskrankheit; Flugkrankheit; Seekrankheit; Weltraumkrankheit; Reisekrankheit; Simulatorkrankheit; Cyberkrankheit; Kinetose; Coriolis; *UND/ODER* cross-coupling sickness; Bewegunginduzierte Übelkeit

### *UND*

autonome/autonome Reaktion/Nervensystem; physiologischer/objektiver Zusammenhang /Indikator/Beurteilung/Messung

### *UND/ODER*

Körper-/Kern-/Finger-/Haut-/Gesichtstemperatur; Thermoregulation; Thermografie; EDA; EEG; BP; ECG; EGG; BP\*; Hautreaktion/Leitfähigkeit; elektrodermale Aktivität; Herzfrequenzvariabilität; Herzfrequenz; Puls; Magenaktivität; Tachygastrie; Blinzelrate; Atemfrequenz; Blutdruck

### *UND/ODER*

MSSQ; MSAQ; SSQ; MISC; FMS\*

### Datenbanken

- **PubMed**
- **Web of Science**
- **PsycInfo**
- **PubPsych**
- **Google Scholar**



# AP100 – Theoriebildung Einflussfaktoren

## Faktoren erster Ordnung:

- Bewegung des Fahrzeugs
- Bewegung der Person
- Zeit
- Klimakonditionen
- Sicht
- Antizipation
- Zustand
- Disposition

## Faktoren zweiter Ordnung

- Fahrumgebung
- Fahrzeugeinstellungen
- Fahrbedingungen (Strecke)
- Fahrbedingungen (Sitz)
- Sicht
- Umweltfaktoren
- Dispositionelle Faktoren
- Aktueller Zustand



Finanziert von der  
**Europäischen Union**  
NextGenerationEU

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



# Übersicht der abgeleiteten Use Cases und Gegenmaßnahmen



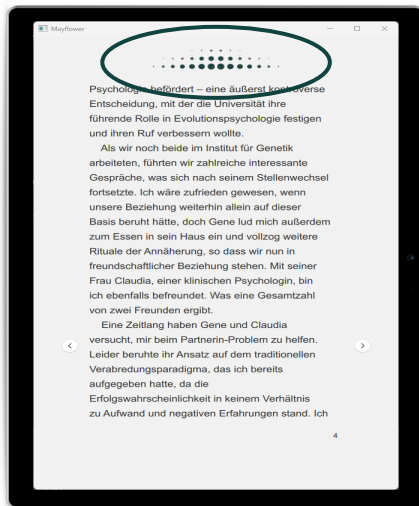
Finanziert von der Europäischen Union  
NextGenerationEU

Gefördert durch:



Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz  
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

## Use Case 1: Antizipatorische Hinweise zur Verbesserung der Bewegungserwartung



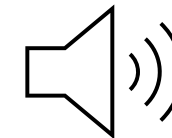
Auf dem E-Book werden entsprechend der Fahrtstrecke Hinweise zu Kurven, Beschleunigen und Bremsen dargeboten

## Use Case 2: Antizipatorische Hinweise zur Regulierung der Außensicht



Cue vor kritischen Streckenabschnitten, damit der Beifahrer aus dem Fenster schaut

## Use Case 3: Umschalten auf Audio, um die Sicht von aus dem Fenster zu ermöglichen

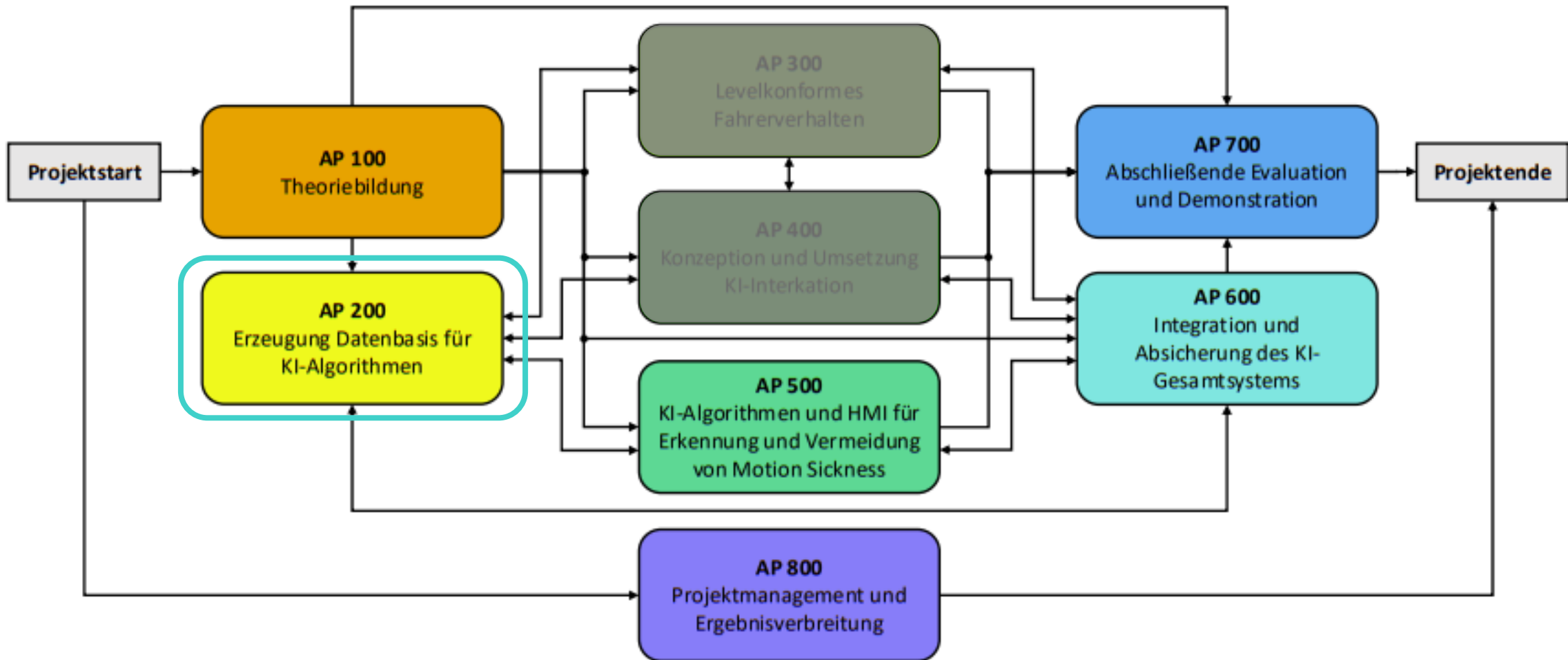


Bei kritischen Streckenabschnitten wird vorgelesen

# Einordnung in das Projekt



Gefördert durch:  
Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Klimaschutz

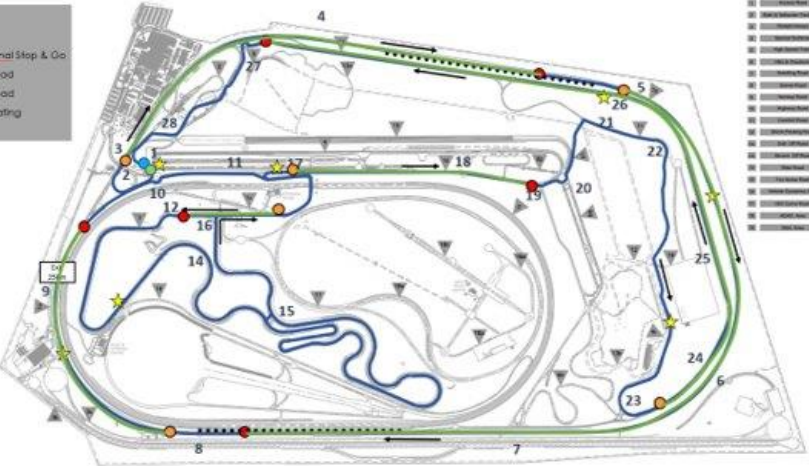




# AP200 - Datenerhebung

Base Parcours + Track 7 Extension

- LEGEND:
- Start
  - End = final Stop & Go
  - Start Read
  - Stop Read
  - MSC Rating





# Forschungsfragen und -ziele



Finanziert von der  
Europäischen Union  
NextGenerationEU

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Wie können **KI-basierte Applikationen** den Insassen in zukünftigen Fahrzeugen aller SAE Level **helfen**, produktiv zu sein und Unterhaltungsmedien zu nutzen, **ohne dass dabei MS auftritt?**

## Erwartete Projektergebnisse:

- KI Algorithmen zur Erkennung und Vorhersage von MS
- Prototyp eines KI-basierten Visual Activity Managers

# Forschungsziele



Finanziert von der  
Europäischen Union  
NextGenerationEU

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

- Definieren von Gegenmaßnahmen zur Verhinderung und Linderung von MS
- Entwickeln von KI-Algorithmen zur Vorhersage, Erkennung und Verhinderung von MS bei Passagieren aufgrund von Daten über die Fahrzeugbewegung und weiterer Sensorik
- Entwicklung und Bewertung eines Prototyps eines "Visual Activity Managers", der MS bei Passagieren verhindert, die visuelle Nebenaufgaben ausführen
- Testen des Konzepts in drei großen Studien

# Forschungsfragen



Finanziert von der  
Europäischen Union  
NextGenerationEU

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## Gegenmaßnahmen:

- In welchem Maße reduziert der Wechsel auf den Audiokanal (“Vorlesen”) bei gleichzeitigen Rausschauen die MS?
- In welchem Maße reduziert ein antizipatorischer Cue vor einer Beschleunigungsänderung (lateral, longitudinal) die MS beim Lesen?
  - Bei weiterem Lesen ohne herauszuschauen.
  - Bei der Nutzung des Cues, um den Blick nach außen zu wenden.
- Welche Modalität (akustisch, visuell, haptisch) wird für die Cues bevorzugt?

- Welchen Informationsgehalt sollten den Cues haben?
  - Zeitpunkt
  - Richtung
  - Intensität
- Wie werden die Gegenmaßnahmenansätze in Bezug auf ihre User Experience bewertet?

## Methoden:

- Wie gut korrelieren physiologische Faktoren mit subjektiven Bewertungen?
- Kann KI die induzierte MS vorhersagen? Bzw. kann die KI mit den Daten aufgesetzt werden?

# Erhebungsinstrumente



Finanziert von der  
Europäischen Union  
NextGenerationEU

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## Subjektive Messungen

- **Selbsteinschätzung** der Anfälligkeit
- **Motion Sickness Susceptibility Questionnaire (MSSQ)**
  - Vorhersage individueller Unterschiede bei Reisekrankheit, die durch eine Vielzahl von Reizen verursacht wird
- **Misery Scale (MISC)**
  - um den Grad der Reisekrankheit der ProbandInnen während des Experiments zu kontrollieren
- **Simulator Sickness Questionnaire (SSQ)**
  - zur Bestimmung und zum Vergleich der Simulationskrankheit (Bewegungskrankheit) in virtuellen (realen) Umgebungen

## Objektive Messungen

### Physiologische Messdaten:

- Kopfbewegung
- Kopfhaltung
- Blickrichtung
- Aktivität
- Körperhaltung
- Emotionserkennung
- Pulsrate / Pulsvariabilität
- Schwitzen
- Hauttemperatur

## Externe Faktoren:

- Temperatur
- Sitzposition
- Sitzrichtung

## Fahrzeugbewegungen

# Stichprobe, Aufbau & Ablauf



Finanziert von der  
Europäischen Union  
NextGenerationEU

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

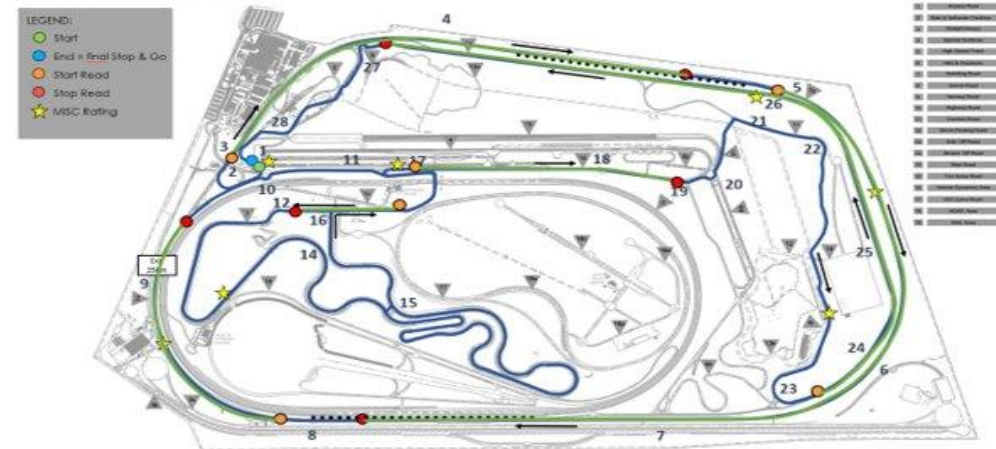
## Stichprobe & Aufbau:

- Teststrecke in Lommel (Belgien): Route basiert auf einem Modell zur Vorhersage von MS
- N=25 (f/m) sitzt auf dem Beifahrersitz und hält ein E-Book
- Within-subjects design
- Ford S-Max, ausgestattet mit einem vollständigen Set von KARLI-Sensoren
- Mit KI-basierter Application

## Voraussetzungen:

- 18 - 65 Jahre alt
- Mäßige Anfälligkeit Moderately für MS im Fahrzeug  
→ Vorabfragebogen

Base Parcours + Track 7 Extension



# Stichprobe, Aufbau & Ablauf



Finanziert von der Europäischen Union  
NextGenerationEU

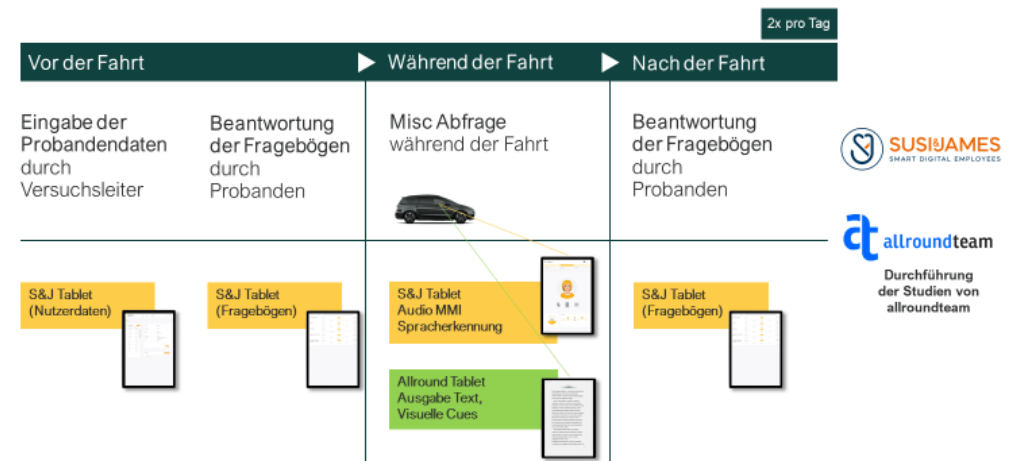
Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## Ablauf:

- Fragebogen vor und nach der Fahrt
- Auf der Ford Teststrecke in Lommel – 21 Minuten Fahrt auf Landstraßen
- Alle ProbandInnen fahren 4 Bedingungen an 2 Tagen (2 Bedingungen pro Tag mit Pause, unterschiedliche Reihenfolge der Bedingungen)
  - 1) Baseline: **Lesen ohne Rausschauen**
  - 2) Lesen mit antizipatorischen **Informationen ohne Rausschauen**
  - 3) Lesen unterbrochen von **Hinweisen zum Rausschauen**
  - 4) **Audiobuch abspielen** und die ganze Zeit **rausschauen**
- Erfassung der MS (MISC) ca. alle 3 Minuten



# Baseline: Lesen

## Aufgabe:

Die komplette Zeit während der Fahrt auf dem E-reader lesen, möglichst ohne aus dem Fahrzeug heraus zu schauen.



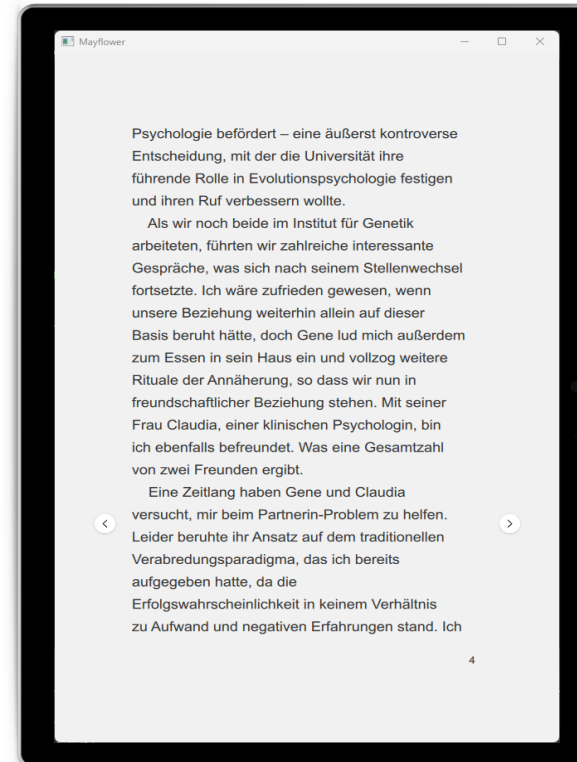
Finanziert von der Europäischen Union  
NextGenerationEU

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

## E-Reader: Nur Text



# Use Case 1: Antizipatorische Hinweise zur Verbesserung der Bewegungserwartung



Finanziert von der  
Europäischen Union  
NextGenerationEU

Gefördert durch:

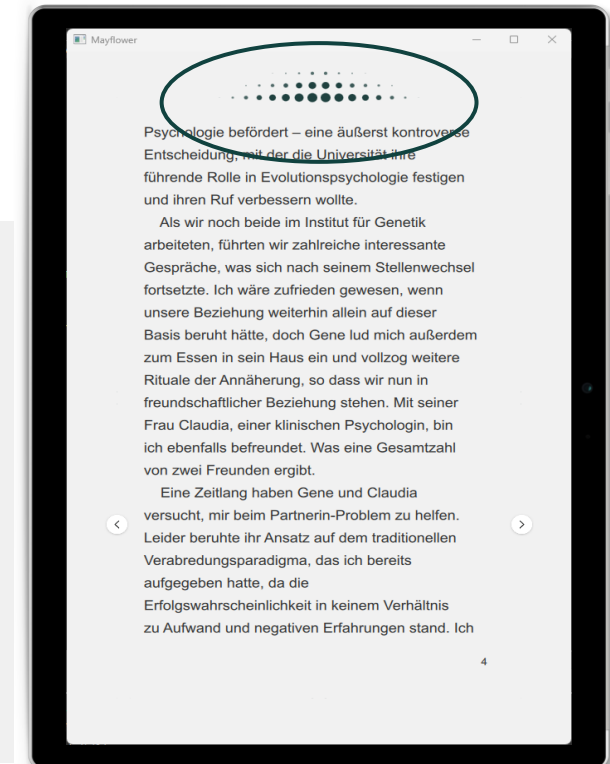
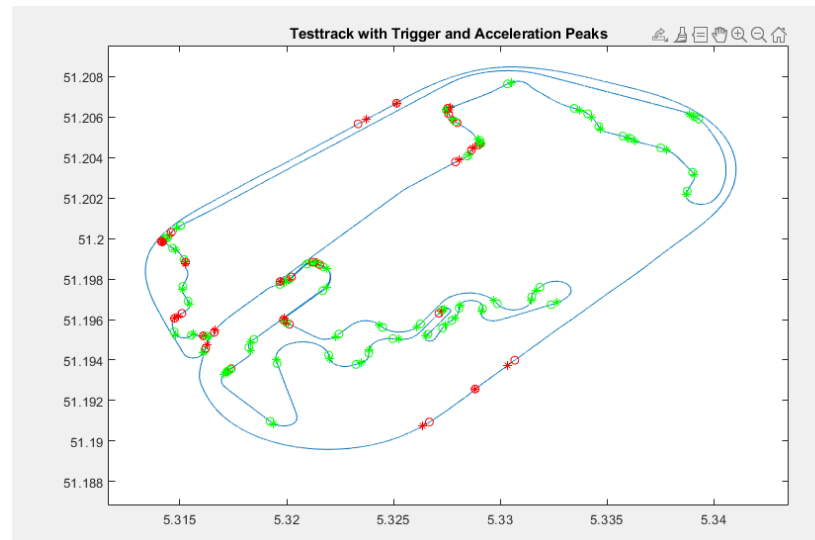


Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Klimaschutz  
aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## Aufgabe:

- 1s vor Beschleunigen/Bremsen oder Kurven wird ein Hinweiston abgespielt und ein Hinweis auf die kommende Bewegung (Richtung und Intensität) auf dem Tablet gegeben
- Der Hinweis wird dynamisch eingeblendet (optical flow) und wird kurz vor Ende der Bewegung wieder ausgeblendet (optical flow)

## E-Reader: Text mit Cue, der über Streckenverlauf informiert





# Use Case 2: Antizipatorische Hinweise zur Regulierung der Außensicht



Finanziert von der Europäischen Union  
NextGenerationEU

Gefördert durch:



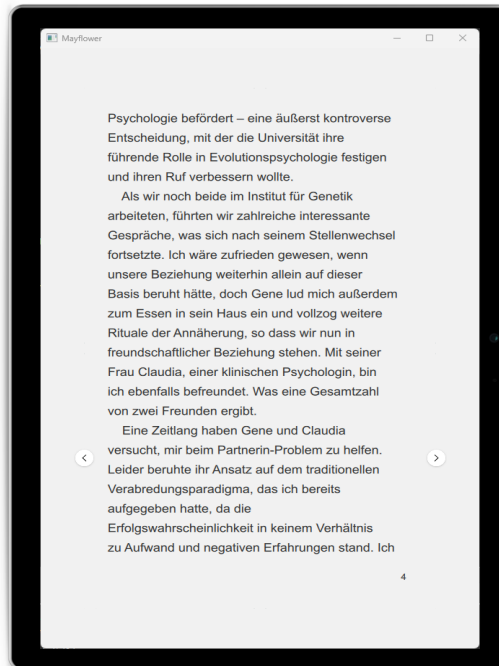
aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## Aufgabe:

- Lesen nur in Bereichen ohne viele Beschleunigungen
- Bei aufeinanderfolgenden Kurven, Beschleunigungen wird das Lesen länger unterbrochen.

## E-Reader: Text wird ausgeblendet

„Bitte Weiterlesen“ (Text sichtbar)



„Bitte Rausschauen“ (Text ausgeblendet)



# Use Case 3: Umschalten auf Audio, um die Sicht von aus dem Fenster zu ermöglichen



Finanziert von der Europäischen Union  
NextGenerationEU

Gefördert durch:



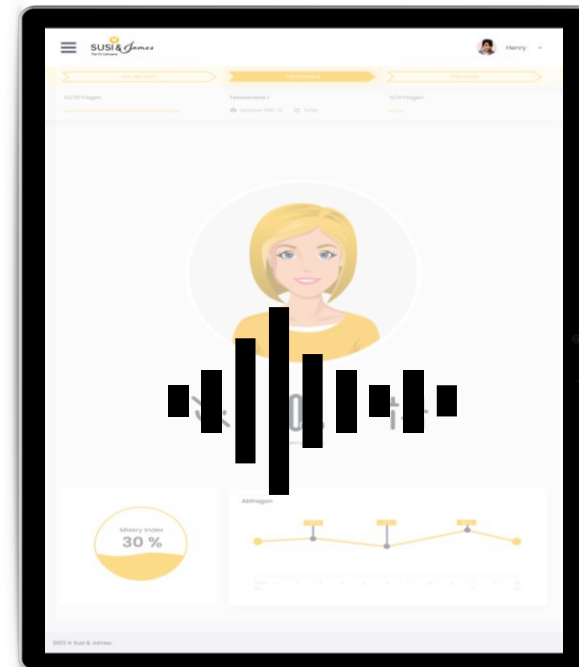
Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz  
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

## Aufgabe:

- Die ganze Zeit Rausschauen und dem Audiobuch zu hören
- Audiobuch wird unterbrochen für MISC-Abfragen

## Audio Ausgabe : An

Der Text, der in den anderen Bedingungen auf dem E-Reader zu lesen wäre





Finanziert von der  
Europäischen Union  
NextGenerationEU

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Klimaschutz

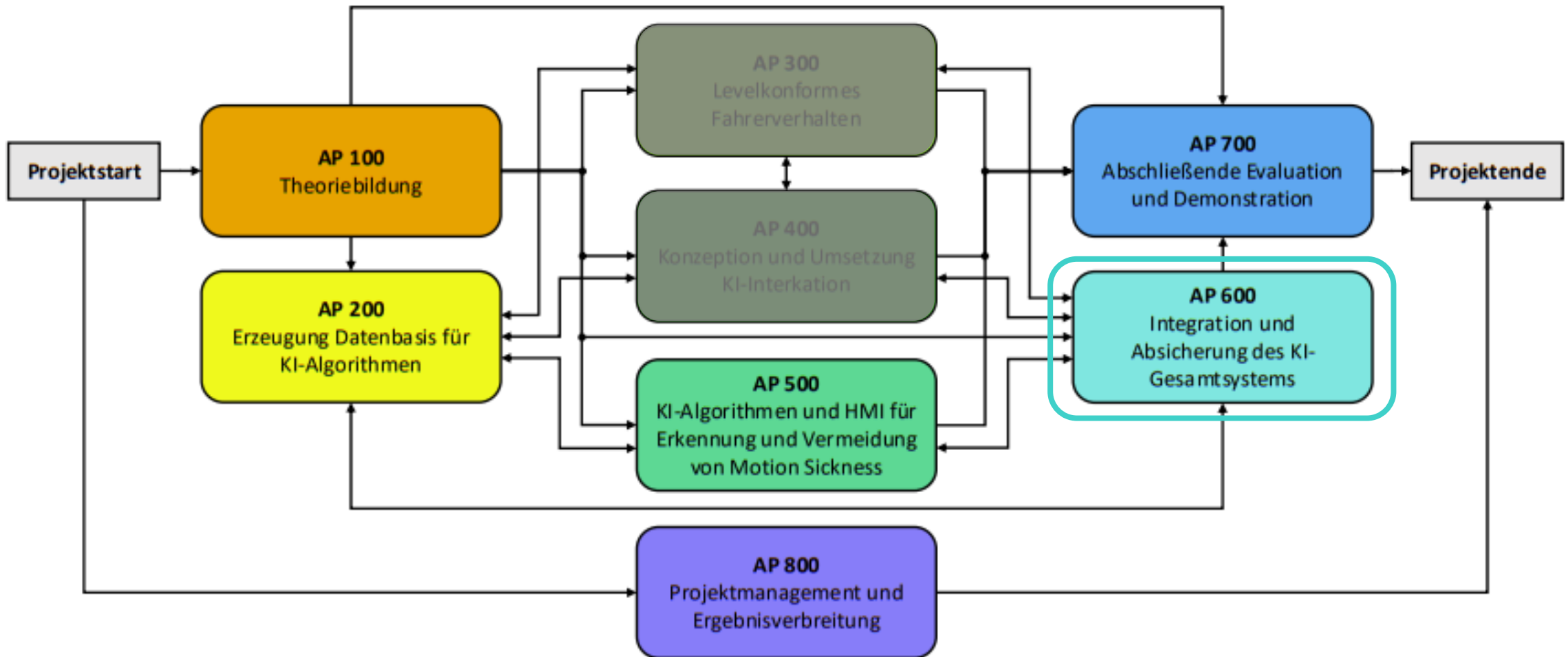
aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

# AP530/AP630 – Integration eines tabletbasierten MMI Prototypen

# Einordnung in das Projekt



Gefördert durch:  
Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Klimaschutz



# Integration des visuellen HMI



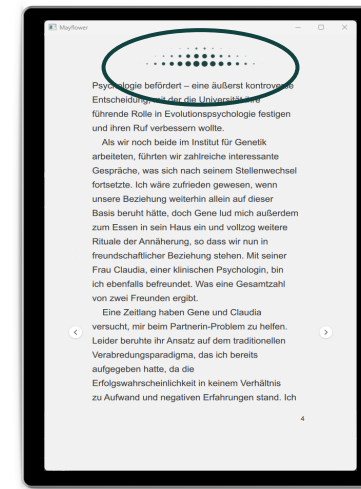
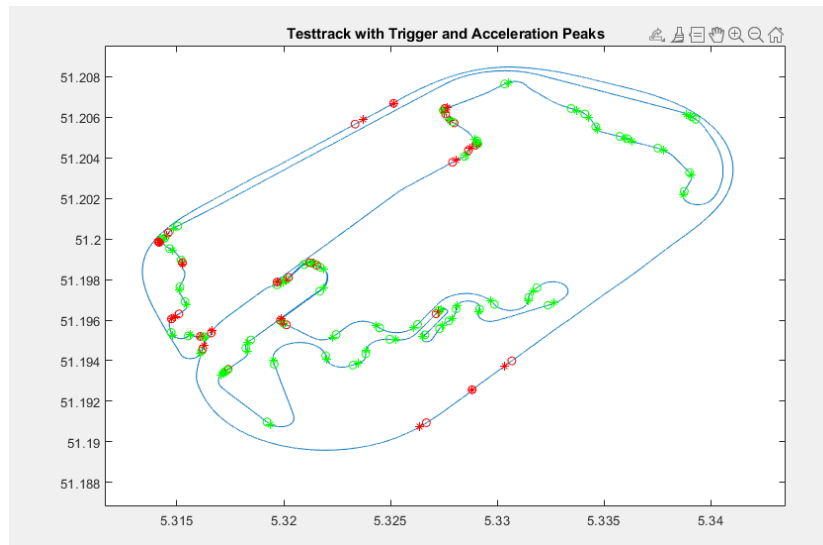
Finanziert von der Europäischen Union  
NextGenerationEU

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Basierend auf den vom Fahrzeug gesendeten Triggern an den jeweiligen relevanten Wegpunkten wurde eine Applikation für den E-Reader geschrieben, die das visuelle HMI entsprechend der Fahrstrecke anzeigt, oder in einer anderen Bedingung den Text ausblendet.



# Versuchsleiterapplikation



Finanziert von der Europäischen Union  
NextGenerationEU

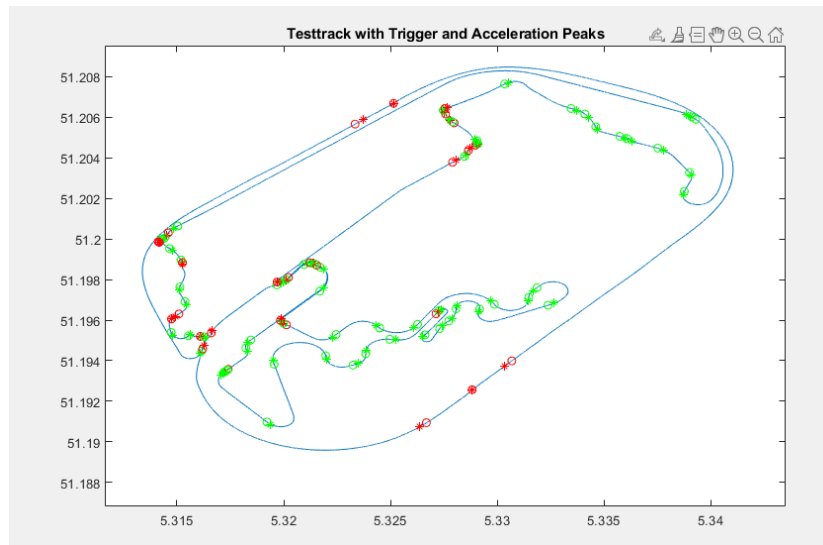
Gefördert durch:



Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz  
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Zusätzlich wurde eine Navigationsapplikation für die Versuchsleiter entwickelt, um eine möglichst standardisierte Fahrt zu ermöglichen.

Sie gibt Anweisung zur Strecke sowie zum exakten Beschleunigungs- und Bremsverhalten.



# Literatur



Finanziert von der  
Europäischen Union  
NextGenerationEU

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

# Literatur



Finanziert von der  
Europäischen Union  
NextGenerationEU

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

- Asua et al. (2022)** Analysis of the Motion Sickness and the Lack of Comfort in Car Passengers. In Appl. Sci. 2022, 12(8), 3717; <https://doi.org/10.3390/app12083717>
- Bang et al. (2023)** Motion Sickness Prediction Based on Dry EEG in Real Driving Environment. In IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems; <https://doi.org/10.1109/TITS.2023.3240407>
- Besnard et al. (2021)** Motion Sickness Lessons from the Southern Ocean. Aerosp Med Hum Perform. 2021 Sep 1;92(9):720-727. <https://doi.org/10.3357/AMHP.5696.2021>
- Cha et al. (2021)** Motion sickness diagnostic criteria: Consensus document of the classification committee of the Bárány society. J Vestib Res. 2021;31(5):327-344. <https://doi.org/10.3233/VES-200005>
- Dam & Jeon (2021)** A Review of Motion Sickness in Automated Vehicles. In 13th International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications, pp. 39–48, September 2021 <https://doi.org/10.1145/3409118.3475146>
- de Winkel et al., (2021)** Efficacy of augmented visual environments for reducing sickness in autonomous vehicles. Appl Ergon. 2021 Jan; 90:103282. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2020.103282>
- de Winkel et al. (2022)** Relating individual motion sickness levels to subjective discomfort ratings. Exp Brain Res. 2022 Apr;240(4):1231-1240. <https://doi.org/10.1007/s00221-022-06334-6>
- Diels & Bos (2016)** Self-driving carsickness. Appl Ergon., Volume 53, Part B, 2016, pp. 364-373 <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2015.09.009>
- Griffin & Newman (2004)** An experimental study of low frequency motion in cars. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D: Journal of Automobile Engineering. 2004;218(11):1231-1238. <https://doi.org/10.1243/0954407042580093>
- Hartmann et al. (2023)** Effect of Horizontal Acceleration and Seat Orientation on Motion Sickness in Passenger Cars.
- Irmak et al. (2021)** Individual motion perception parameters and motion sickness frequency sensitivity in fore-aft motion. Exp Brain Res. 2021 Jun; 239(6):1727-1745. <https://doi.org/10.1007/s00221-021-06093-w>
- Karjanto et al. (2022)** Measuring the perception of comfort in acceleration variation using electrocardiogram and self-rating measurement for the passengers of the automated vehicle. Journal of Engineering Science and Technology, 17(1), 180-196. [https://jestec.taylors.edu.my/Vol%2017%20Issue%201%20February%20%202022/17\\_1\\_14.pdf](https://jestec.taylors.edu.my/Vol%2017%20Issue%201%20February%20%202022/17_1_14.pdf)
- Keshavarz & Golding (2022)** Motion sickness: current concepts and management. Curr Opin Neurol. 2022 Feb 1;35(1):107-112. <https://doi.org/10.1097/WCO.0000000000001018>
- Kuipers et al. (2020)** Knowing What's Coming: Unpredictable Motion Causes More Motion Sickness. Hum Factors. 2020 Dec;62(8):1339-1348. <https://doi.org/10.1177/0018720819876139>
- Leung & Hon (2019)** Motion sickness: an overview. Drugs Context. 2019 Dec 13;8:2019-9-4. <https://doi.org/10.7573/dic.2019-9-4>
- Mühlbacher et al. (2020)** Methodological Considerations Concerning Motion Sickness Investigations during Automated Driving. Information 2020,11(5),265. <https://doi.org/10.3390/info11050265>
- Paddeu et al. (2020)** Passenger comfort and trust on first-time use of a shared autonomous shuttle vehicle. Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 115, Article 102604. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2020.02.026>



# Literatur

- Schmidt et al. (2020)** An international survey on the incidence and modulating factors of carsickness. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour* (2020) <https://doi.org/10.1016/j.trf.2020.03.012>
- Wada (2016)** Motion Sickness in Automated Vehicles. In *Advanced Vehicle Control: Proceedings of the 13th International Symposium in Advanced Vehicle Control AVEC'16*. Crc Press, 2016, pp. 169–174
- Zhang & Sun (2020)** Motion Sickness Predictors in College Students and Their First Experience Sailing at Sea. *Aerosp Med Hum Perform.* 2020 Feb 1;91(2):71-78. <https://doi.org/10.3357/AMHP.5386.2020>
- Zheng et al. (2023)** Mitigating Motion Sickness with Optimization-based Motion Planning. In *arXiv preprint arXiv:2301.07977*, 2023 <https://doi.org/10.48550/arXiv.2301.07977>



Finanziert von der  
Europäischen Union  
NextGenerationEU

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

# Kontakt



**Finanziert von der  
Europäischen Union**  
NextGenerationEU

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

# Kontakt



Pia Immoor

Manager Research

[pia.immoor@allround-team.com](mailto:pia.immoor@allround-team.com)



**Finanziert von der  
Europäischen Union**

NextGenerationEU



Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages