



Unterschiedliche Automatisierungsgrade im Kraftfahrzeug: Auswirkungen auf die visuelle Aufmerksamkeit und die Kontrollübernahmefähigkeit

Matthias Heesen, Anna Schieben, Frank Flemisch



Fokus: Interaktion Fahrer – hochautomatisiertes Fahrzeug





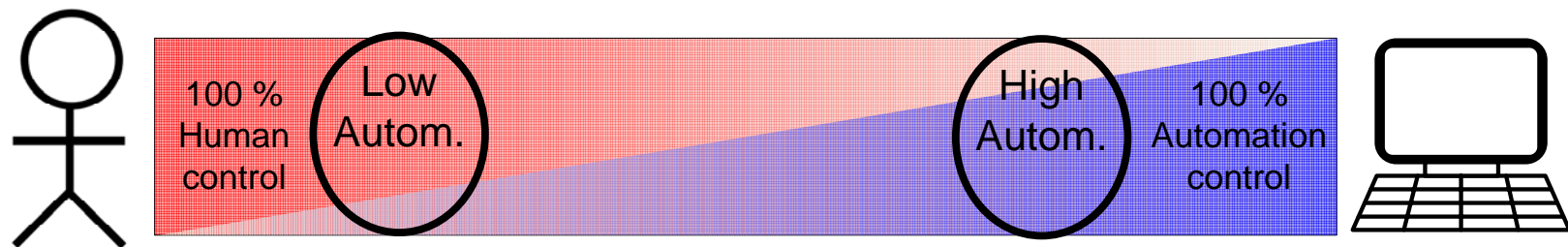
Ausgangsfragestellung

- Wie verteilt ein Fahrer seine visuelle Aufmerksamkeit wenn bedeutende Anteile der Fahraufgabe durch eine Automation übernommen werden?
- Wie verhält sich der Fahrer wenn die übernommenen Anteile plötzlich und unangekündigt von der Automation zurückgegeben werden?
- Und welche Rolle spielt in diesem Kontext der Grad der Einbindung des Fahrers in die Ausführung der Fahraufgabe?



Gegenstand: Automationsunterstützung durch geteilte Kontrolle

- Automationsunterstützung: Kombinierte Längs- und Querführung
- Fahrer und Automation beide stets an Längs- und Querführung beteiligt. Beide können gleichzeitig z.B. auf die Lenkung einwirken
- Zwei Automationsgrade, Unterschiede: Eingriffsstärke der Automation





Versuchsumgebung – Simulator – Fahren mit aktivem Sidestick

➤ Automation gibt Information über Aktion an den Fahrer über ein aktives Stellteil weiter → Interaktion basiert auf haptischen Signalen



➤ Griffith & Gillespie, 2005 → geteilte Kontrolle mit haptischer Rückmeldung führt zu erhöhter Zweitaufgabenbearbeitung



Vorgehen

- Studie mit zwei Teilexperimenten
 1. Überprüfung der Effekte des Automationsgrades auf die visuelle Ressourcenverteilung
 2. Überprüfung der Effekte des Automationsgrades auf die Kontrollübernahmefähigkeit des Fahrers bei Automationsausfall



Experiment 1: Hypothesen

- Je höher der Anteil einer Automation an der Fahraufgabe, desto mehr visuelle Aufmerksamkeit wird einer Zweitaufgabe gewidmet.
- Der Grad der visuellen Beanspruchung durch die Umgebung / Strecke wirkt moderierend auf diesen Effekt.
- Kontrollhypothese: die vermutete vermehrte Blickabwendung mit Steigerung des Automationsgrades ist nicht, oder nur in sehr geringem Ausmaß durch schaffen zusätzlicher Ressourcen des Fahrers z.B. durch Senkung der Geschwindigkeit zu erklären.



Experiment 1 – Versuchsplan & Faktoren

Automationsgrad

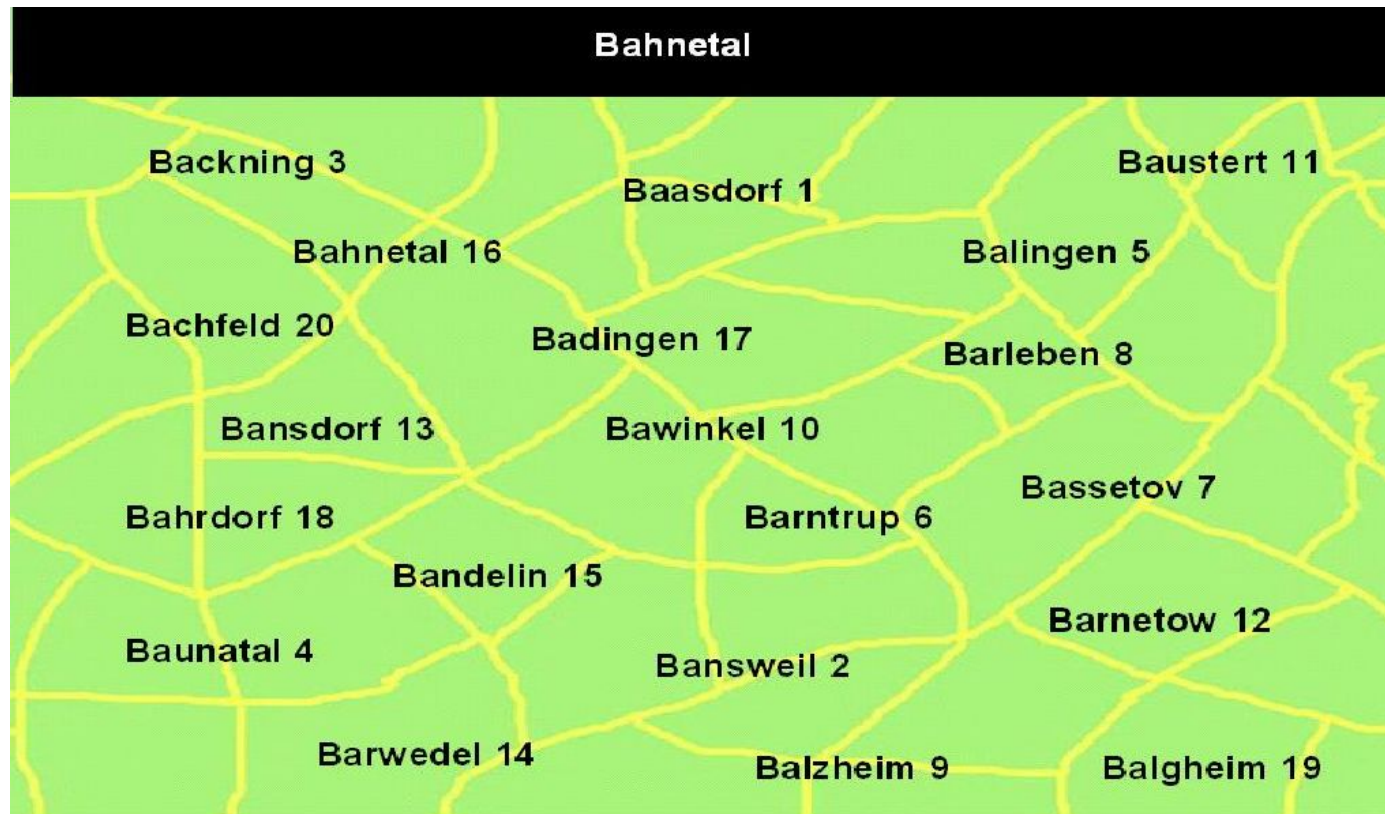
Manuell	Auto-niedrig	Auto-hoch	Auto- voll
---------	--------------	-----------	------------

Zweitaufgabe





Zweitaufgabe



➤ Instruktion: Priorität auf Fahraufgabe; Zweitaufgabenbearbeitung nur dann wenn VP sicheres Fahren für möglich hält



Experiment 1 – Versuchsplan & Faktoren

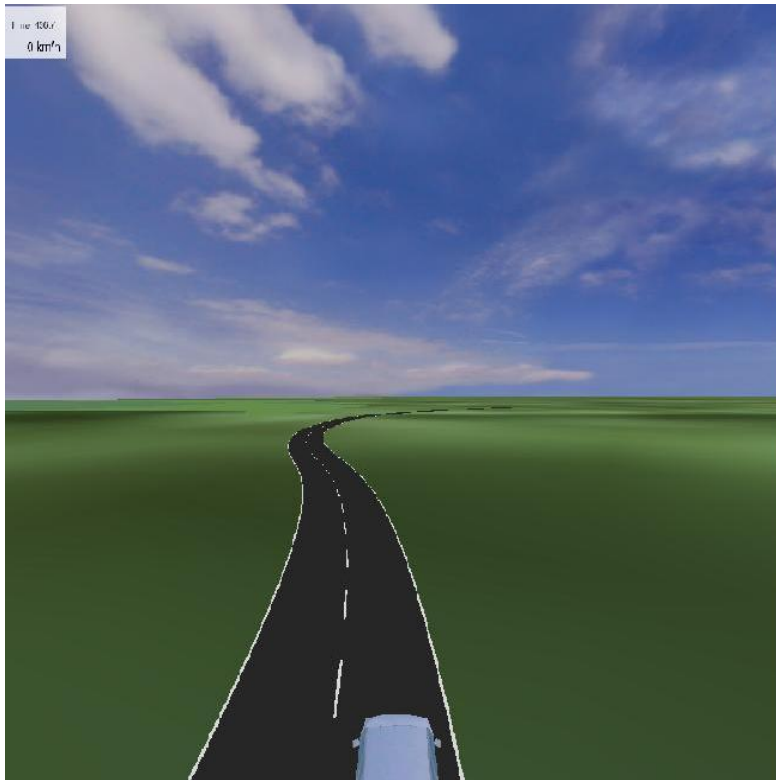
Automationsgrad

Manuell	Auto-niedrig TR	Auto-hoch LR	Auto- voll
---------	-----------------	--------------	------------

Zweitaufrage	ja	Visuelle Beanspruchung
	nein	



Visuelle Beanspruchung durch die Strecke



Niedrige visuelle Beanspruchung
Weite Kurven



Hohe visuelle Beanspruchung
Enge Kurven



Experiment 1 – Versuchsplan & Faktoren

Automationsgrad

			Automationsgrad				
			Manuell	Auto-niedrig TR	Auto-hoch LR	Auto- voll	
Zweitaufgabe	ja	Visuelle Beanspruchung	hoch	N = 16	N = 16	N = 16	N = 16
		niedrig	N = 16	N = 16	N = 16	N = 16	
	nein	Visuelle Beanspruchung	hoch	N = 16	N = 16	N = 16	N = 16
		niedrig	N = 16	N = 16	N = 16	N = 16	



Abhängige Variablen & Kontrollvariablen – Experiment 1

- Abhängige Variablen
 - Gesamtblickabwendungszeit auf eine Zweitaufgabe
 - Maximale Blickabwendungszeit auf eine Zweitaufgabe

- Erfasst mit Kopfgestütztem Eytracking-System
- Kontrollvariablen
 - Fahrleistungsdaten
 - Durchschnittliche Geschwindigkeit
 - Standardabweichung der Querablage
 - Alter
 - Lerneffekt (Fahrleistung)
 - Etc.



Versuchsdesign & Stichprobe

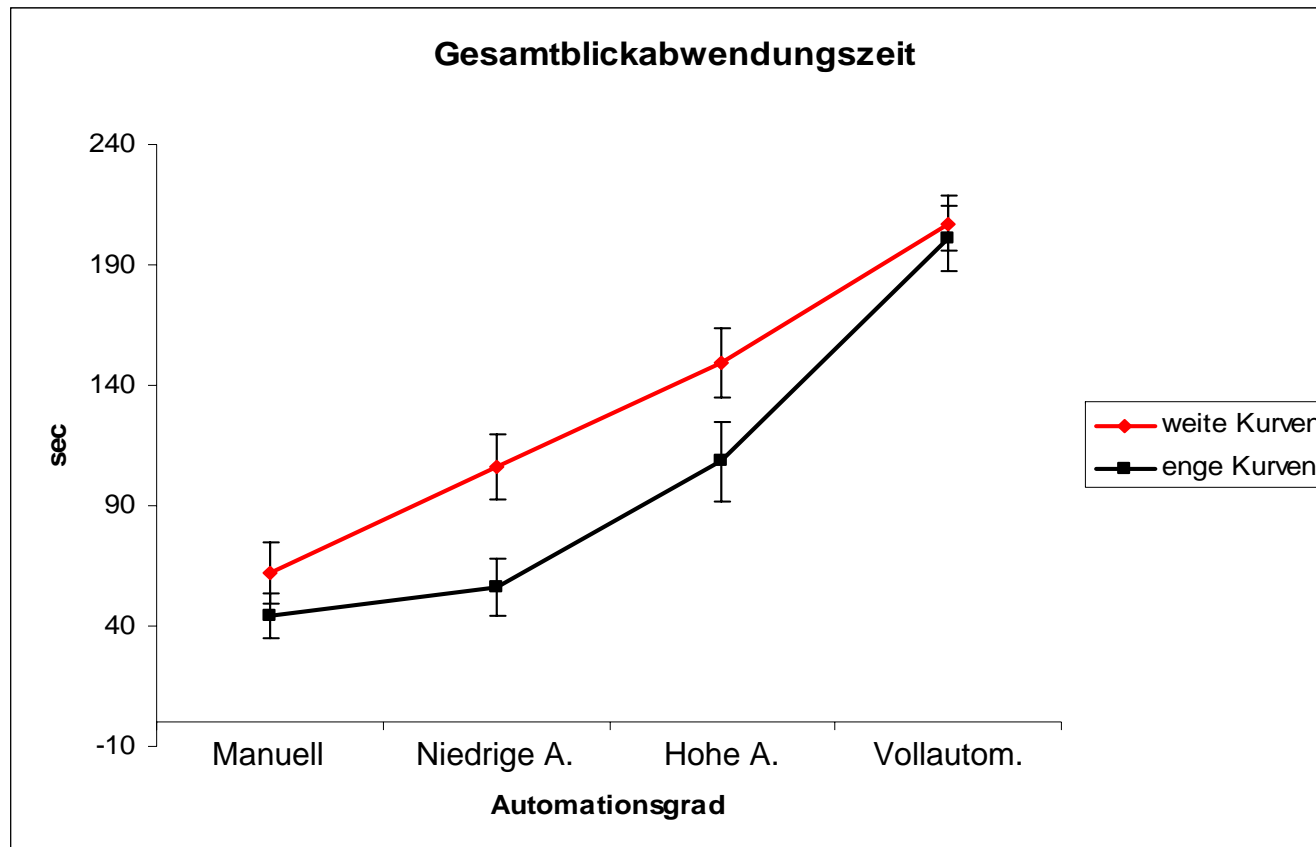
- Within Subjects Design - Vollständige Wiederholungsmessung
 - Kontrolle von Reihenfolge- & Lerneffekten durch:
 - Partielle Ausbalancierung → lateinische Quadrate
 - Crossover design

- Training

- Stichprobe
 - 16 VP
 - 10 männlich, 6 weiblich
 - Alter: 20 – 65 Jahre / durchschn. 29,75 Jahre
 - Fahrerfahrung 1,5 - 45 Jahre / durchschn. 11 Jahre

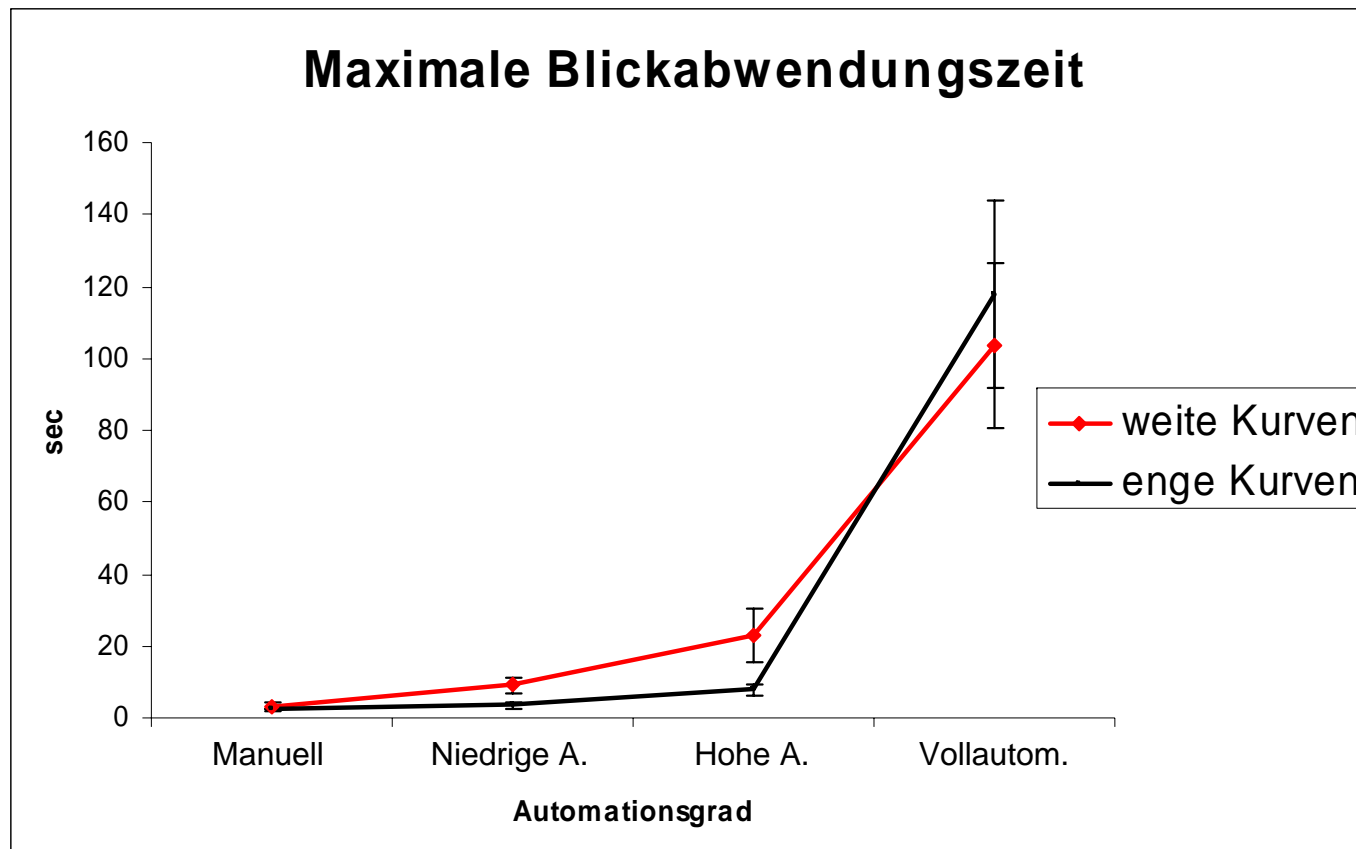


Ergebnisse – Experiment 1: Gesamtblickabwendungszeit



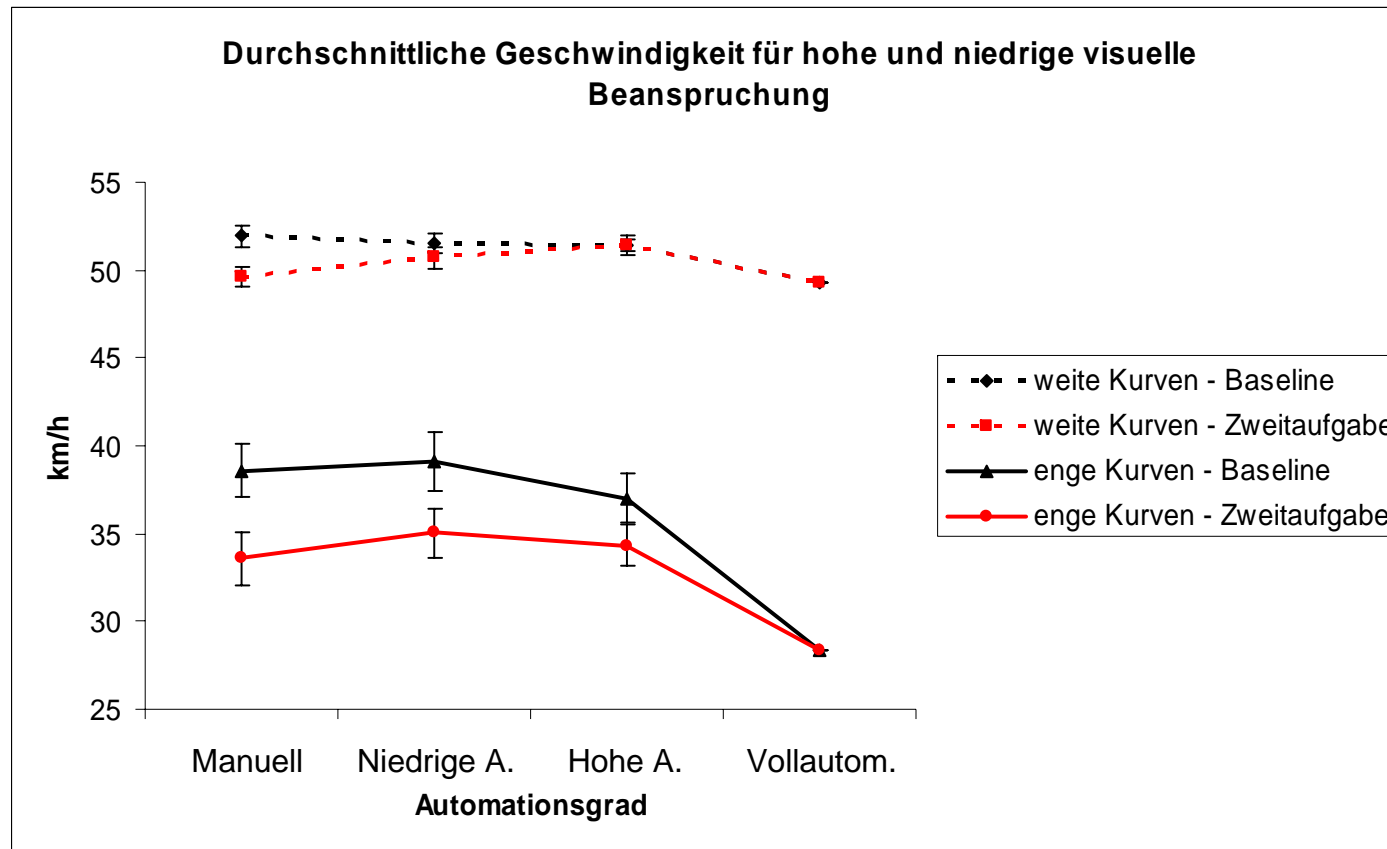


Ergebnisse – Experiment 1: Maximale Blickabwendungszeit





Ergebnisse – Experiment 1: Auswirkung der visuellen Ressourcenverteilung auf die Fahrleistung





Schlussfolgerungen & Fazit: Experiment 1

- Starke Unterstützung in der Fahraufgabe, insbesondere in der Querführung → höheren Abwendung von der Fahraufgabe.
- Gesamt- und maximalen Blickabwendungszeiten bei Vollautomation bedeutend höher als in Bedingung hohe Automation.
- Verbleiben des Menschen in der Kontrollschleife führt zu deutlich intensiveren Beschäftigung mit Fahraufgabe verglichen mit einer Vollautomation.



Experiment 2: Hypothese

- Hohe Automationsanteile führen bei verbleibender menschlicher Kontrolle zu einer verbesserten Kontrollübernahmefähigkeit bei Automationsausfall, als es bei einer Vollautomation der Fall ist.



Versuchsdesign & Stichprobe

- 1 Faktor – Between Subjects Design
 1. Hohe Automation
 2. Vollautomation

- Stichprobe:
 - VP aus Experiment eins
 - Vollautomationsgruppe
 - 8 VP. Davon 5 männlich und 3 weiblich.

 - Hochautomationsgruppe
 - 8 VP. Davon 5 männlich und 3 weiblich



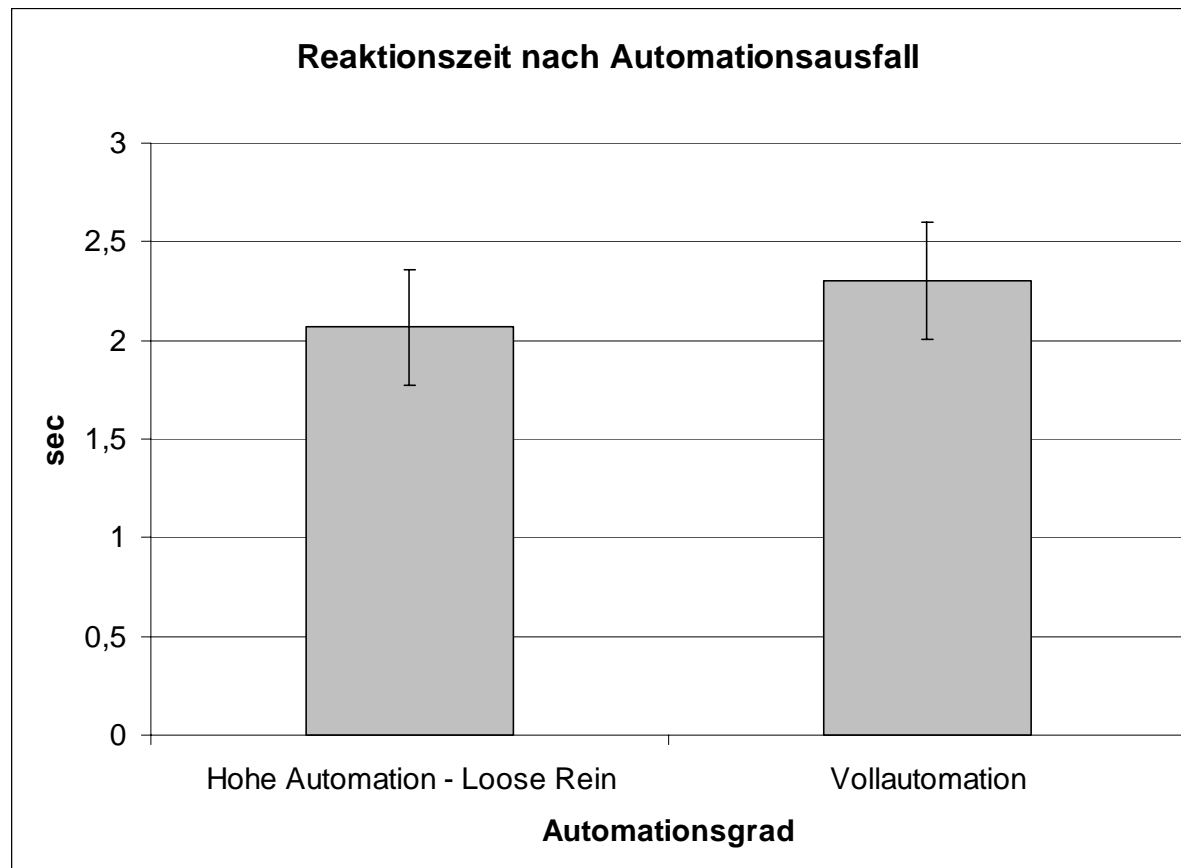
Versuchsdesign

- Automationsausfall in Rechtskurve
- Ausfall gekoppelt an Eyetracker
- Ausfall begleitet durch Warnton
- Warnton wurde noch vor Beginn von Exp. 1 den VP vorgestellt





Experiment 2: Zeit zwischen Automationsausfall und Eingriff durch Fahrer





Schlussfolgerungen & Fazit: Experiment 2

- Kein statistisch signifikanter Unterschied
- Jedoch durch Vorstellung des Warntons, Überlagerung des Automationseffektes durch „Expectancy & Readiness Effekte“ möglich.



Vielen Dank für die Aufmerksamkeit

