

DAIMLER

Reaktionszeitdifferenzen bei aufmerksamen und abgelenkten Fahrern

16. April 2010

Dr. Wolfgang Stolzmann
Ann Sokoll
Andreas Proettel

Research & Development
Human Factors

Übersicht

1. Motivation & Fragestellung
2. Versuchsdesign & Versuchsablauf
3. Stichprobe
4. Datenaufbereitung
5. Ergebnisse
6. Fazit

Motivation & Fragestellung

Zielkonflikt bei der Warnzeitpunktwahl

Früher Warnzeitpunkt

- mehr Zeit zum Orientieren, Entscheiden und Reagieren
- mehr „subjektive“ Falschalarme



Später Warnzeitpunkt

- weniger unnötige, störende Warnungen
- mehr „subjektive“ Fehlalarme

Lösungsmöglichkeit

Berücksichtigung der aktuellen Fahreraufmerksamkeit für die Bestimmung des Warnzeitpunktes → Konkret: Vorverlagerung des Warnzeitpunktes für durch Nebenaufgaben abgelenkte Fahrer

Fragestellung Probandenversuch:

Um welchen Betrag verlängert sich die Reaktionszeit eines Fahrers durchschnittlich durch Nebenaufgaben? Gibt es Unterschiede zwischen verschiedenen Nebenaufgaben?

→ Um welchen Betrag sollte eine Warnung vorgezogen werden, wenn der Fahrer mit Nebenaufgaben beschäftigt ist?

Versuchsdesign (1/2)

Allgemeine Vorgehensweise: Messung von Reaktionszeiten mit und ohne Nebenaufgaben und deren Vergleich

Setting: Realfahrten BAB, DTR-geregelte Folgefahrt hinter LKW, $v = 80-90$ km/h

Unabhängige Variable (Innersubjektfaktor): Nebenaufgabe, 4 Bedingungen:

Bedingung	Instruktion, Beispiel
<u>Kontrollbedingung</u> keine Nebenaufgabe	<i>Bitte fahren Sie mit hoher Aufmerksamkeit und lassen Sie beide Hände am Lenkrad.</i>
<u>Versuchsbedingung</u> <u>1</u> Comand	a) <i>Bitte geben Sie im Navigationsgerät folgende Adresse ein: Friedrichshafen, Schwalbenweg</i> b) <i>Bitte suchen Sie folgenden Radiosender: Deutschlandfunk</i>
<u>Versuchsbedingung</u> <u>2</u> Telefon	<i>Bitte geben Sie eine detaillierte Wegbeschreibung von Ihrer Haustür ins Büro (Monolog kein Dialog).</i>
<u>Versuchsbedingung</u> <u>3</u> Klimabedienung	<i>Bitte stellen Sie die Sitzheizung folgendermaßen ein: Heizen 1, Gebläse 2 / Bitte stellen Sie die Klimatisierung folgendermaßen ein: Gebläse 3, Temp. 16</i>

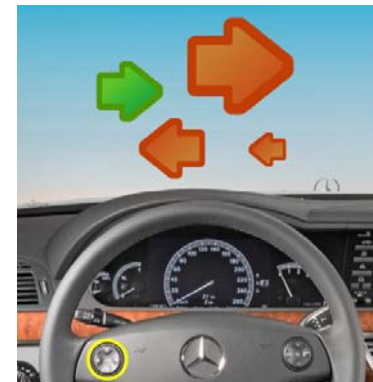
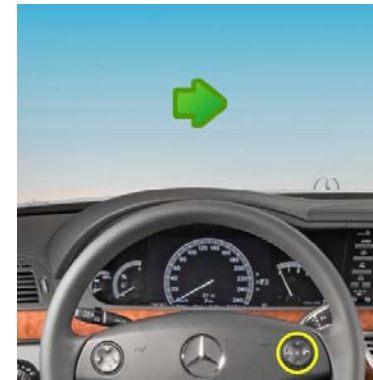
Versuchsdesign (2/2)

Abhängige Variable: Reaktionszeit bei visueller Wahlreaktionsaufgabe

- Die Aufgabe wird durch einen Einzel-Piepton angekündigt
- Gleichzeitig mit dem Piepton wird im Head-up Display ein Pfeil angezeigt, Proband bestimmt die Pfeilrichtung und reagiert mit Druck auf entsprechende Lenkradtaste (z.B. Pfeil nach rechts – Druck auf eine rechte Lenkradtaste)
- Auslösung der Aufgaben durch Versuchsleiter bei erkannter Beschäftigung mit Nebenaufgabe; keine Bedienerkennung!

Um Aussagen zur Aufgabenabhängigkeit der Ergebnisse machen zu können, wurde zum Vergleich die Reaktionszeit in einer Wahlreaktionsaufgabe mit höherem Schwierigkeitsgrad erhoben

- Zielpfeil muss durch sequentielle Suche gefunden werden



Versuchsablauf

1 Werksgelände, im Stand

Vor-Befragung

Instruktion

Übungsdurchgang
40 Trials WRT, 1 Pfeil

Übungsdurchgang
40 Trials WRT, 4 Pfeile

WRT = Wahlreaktionstest

2 Autobahn

Übungsdurchgang
5 Trials WRT, 1 Pfeil

Übungsdurchgang
5 Trials WRT, 4 Pfeile

Comand: Navi Zieleingabe
+ 20 Trials WRT, 4 Pfeile

Comand: Radiosendersuche
+ 20 Trials WRT, 4 Pfeile

Keine Nebenaufgabe
+ 40 Trials WRT, 1 Pfeil

Telefonieren
+ 40 Trials WRT, 4 Pfeile

Comand: Navi Zieleingabe
+ 20 Trials WRT, 1 Pfeil

Comand: Radiosendersuche
+ 20 Trials WRT, 1 Pfeil

Klimabedienung
+ 40 Trials WRT, 4 Pfeile

Telefonieren
+ 40 Trials WRT, 1 Pfeil

Keine Nebenaufgabe
+ 40 Trials WRT, 4 Pfeile

Klimabedienung
+ 40 Trials WRT, 1 Pfeil

Permutation
der Versuchs-
bedingungen

Stichprobe N=25

Geschlecht: 20 männlich, 5 weiblich

Alter: 21 – 57 Jahre , ϕ 36 Jahre

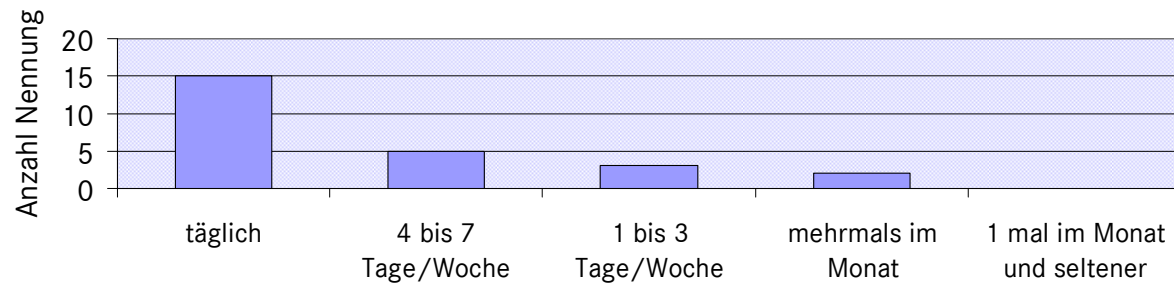
Jährliche Fahrleistung:

4.000 – 35.000 km/a, ϕ 17.420 km/a

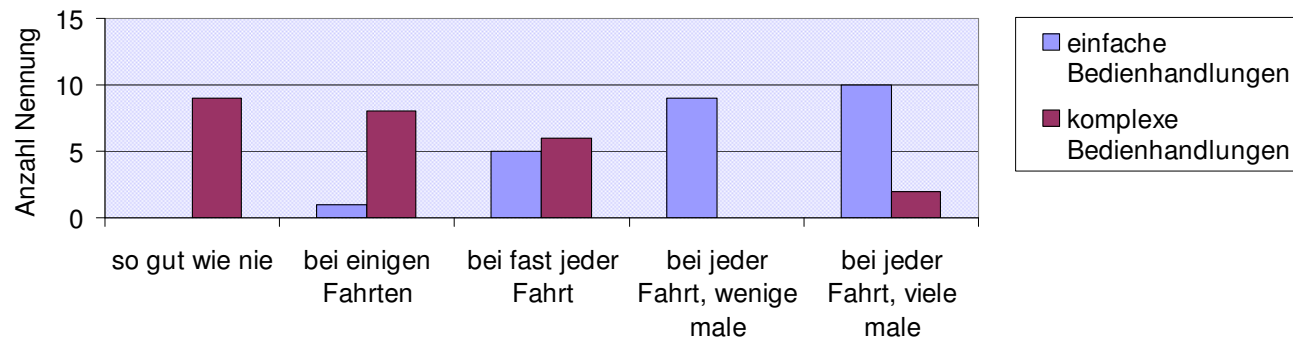
Händigkeit:

23 Rechtshänder, 2 Linkshänder


Häufigkeit Fahrzeugnutzung



Häufigkeit von Bedienhandlungen während der Fahrt



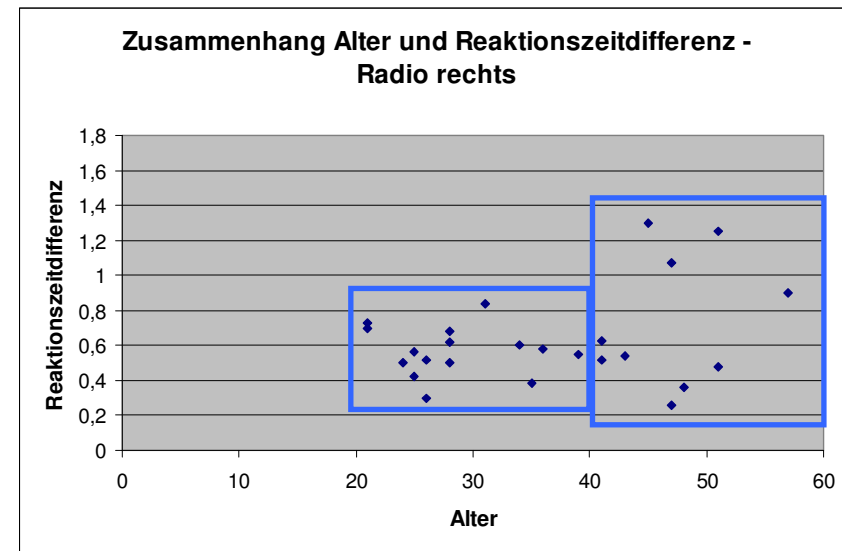
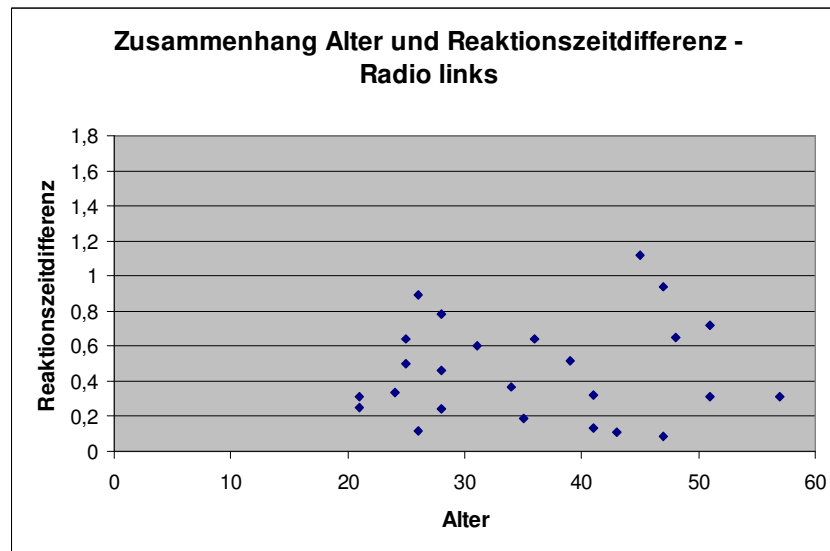
Datenaufbereitung

- 0. Rohdaten:** ca. 40 Reaktionszeiten je Proband und Bedingung ($\Sigma \approx 320$ je Pb)
- 1. Ausreißerbereinigung:** Ausschluss von Ausreißern und Extremwerten 
- 2. Berechnung von personenbezogenen Reaktionszeitmedianen:**
je Proband und Bedingung (Bsp.: $\text{Median}_{\text{Pb4_Telefon}}$)
- 3. Berechnung von personenbezogenen Reaktionszeitdifferenzen:**
je Proband und *Versuchs*bedingung
(Bsp.: $\text{Reaktionszeitdifferenz}_{\text{Pb4_Telefon}} = \text{Median}_{\text{Pb4_Telefon}} - \text{Median}_{\text{Pb4_ohne_Nebenaufgabe}}$)

→ Reaktionszeitdifferenzen = Maß für die Verlängerung der Reaktionszeit durch Nebenaufgaben & Hinweis für das Ausmaß der Warnzeitpunktverschiebung
- 4. Personenübergreifende statistische Auswertung**
... für absolute Reaktionszeitmediane und Reaktionszeitdifferenzen
... unter Verwendung arithmetischer Mittel

Ergebnisse: Alterseffekte

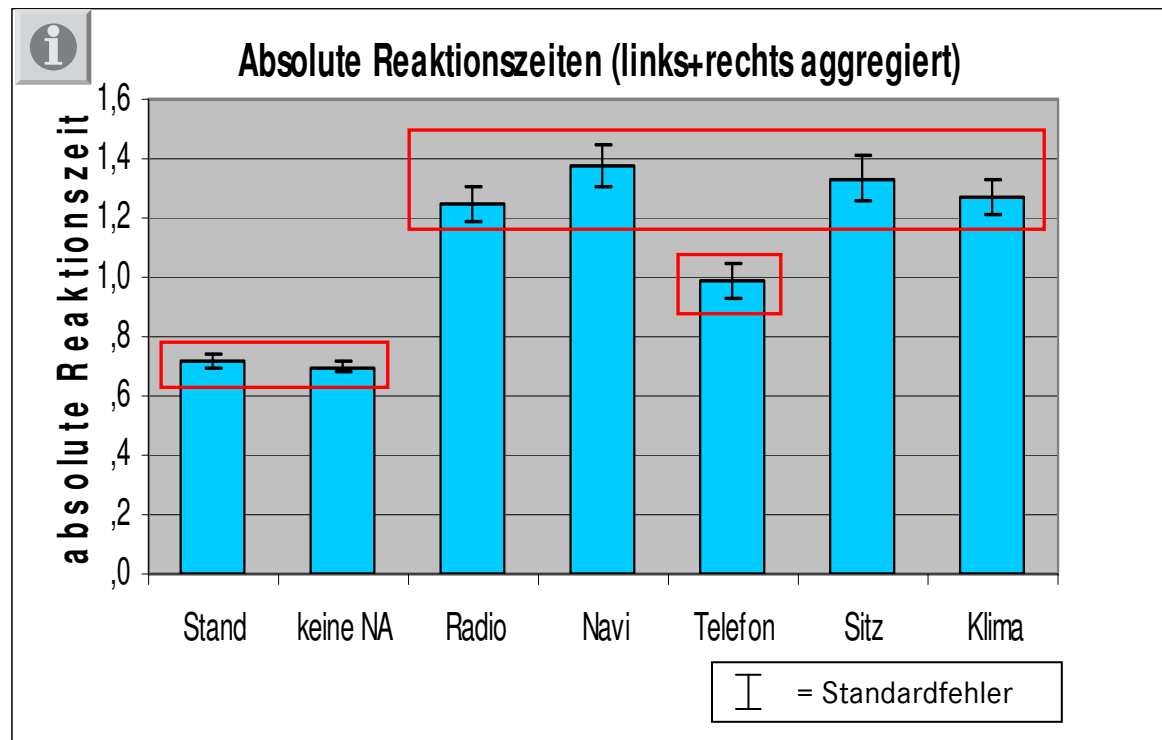
Zusammenhang zwischen Alter und Reaktionszeitdifferenz dargestellt am Beispiel der Nebenaufgabe Radio (für sonstige Nebenaufgaben ähnliche Zusammenhänge)



- Alterseinflüsse zeigen sich vorwiegend bei Aufgaben, bei denen ein Umgreifen notwendig ist, in Form einer Vergrößerung der Streuung
- Für eine genaue Analyse von Alterseinflüssen auf die Reaktionszeiten ist die gewählte Stichprobe nicht geeignet

Ergebnisse: Absolute Reaktionszeiten

Vergleich der Nebenaufgaben hinsichtlich der absoluten Reaktionszeit



Messwiederholungs-ANOVA:

- Haupteffekt Nebenaufgabe signifikant
 - Die Reaktionszeiten bei den verschiedenen Bedingungen unterscheiden sich signifikant voneinander
- Einteilung in 3 Gruppen

→ Alle Nebenaufgaben führen zu einer signifikanten Verlängerung der Reaktionszeit gegenüber der Bedingung ohne Nebenaufgabe

Ergebnisse: Einfluss der Umgreifzeit

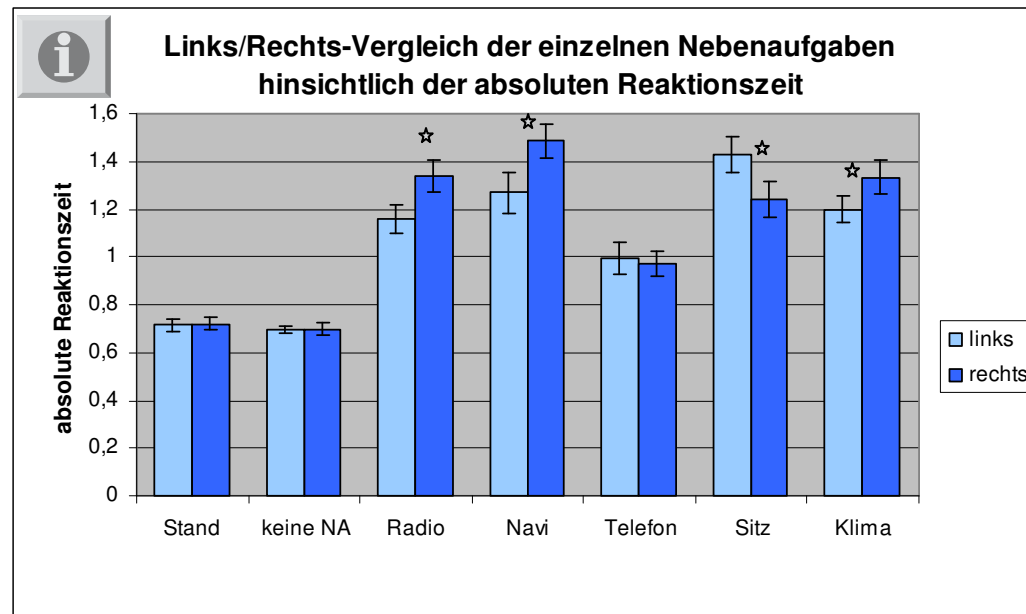
- Wenn mit jener Hand reagiert werden soll, die gerade die Nebenaufgabe ausführt, muss diese erst zum Lenkrad zurückgeführt werden
- In solchen Fällen beinhaltet die Reaktionszeit auch die Umgreifzeit
- Für die zu Grunde liegende Fragestellung ist die Reaktionszeit ohne Umgreifzeit von Interesse, um das Ausmaß der Reaktionszeitpunktverschiebung durch Nebenaufgaben nicht zu überschätzen

	Reaktionshand	
	links	rechts
Stand		
keine NA		
Radio		
Navi		
Telefon		
Sitz		
Klima		

Übersichtstabelle: die blau markierten Felder kennzeichnen Nebenaufgaben, bei denen ein „Umgreifen“ notwendig ist

Ergebnisse: Einfluss der Umgreifzeit

Analyse der links-rechts-Unterschiede bei den einzelnen Nebenaufgaben



I = Standardfehler

Messwiederholungs-ANOVA:

- Haupteffekt Reaktionshand sign.
- Signifikante links-rechts-Unterschiede nur bei Aufgaben, bei denen mit der Bedienhand reagiert wird
- Kein systematischer Vorteil für eine bestimmte Seite

☆ = signifikanter links-rechts-Unterschied

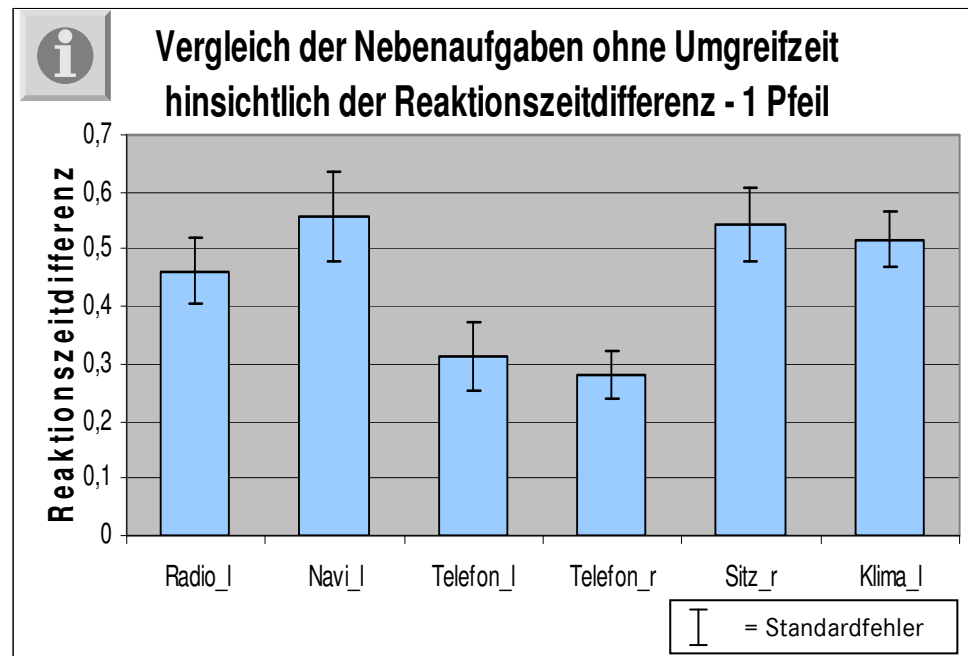
- Nachweis der statistischen Signifikanz des Einflusses der Umgreifzeit
- Weitere Analysen daher nur für Nebenaufgaben ohne Umgreifen

Ergebnisse: Reaktionszeitdifferenzen

Reaktionszeitdifferenz =

(Reaktionszeit der einzelnen Nebenaufgaben) – (Reaktionszeit ohne Nebenaufgabe)

Vergleich der Nebenaufgaben hinsichtlich der Reaktionszeitdifferenzen



Messwiederholungs-ANOVA:

- Die Reaktionszeitdifferenz von Telefon_rechts ist signifikant niedriger als jene von Navi_links, Sitz_rechts und Klima_links
- Ansonsten unterscheiden sich die Reaktionszeitdifferenzen der verschiedenen Nebenaufgaben nicht

→ Die Verlängerung der Reaktionszeit durch Nebenaufgaben beträgt bei allen Nebenaufgaben (außer Telefon) im Mittel ~ 500 ms.

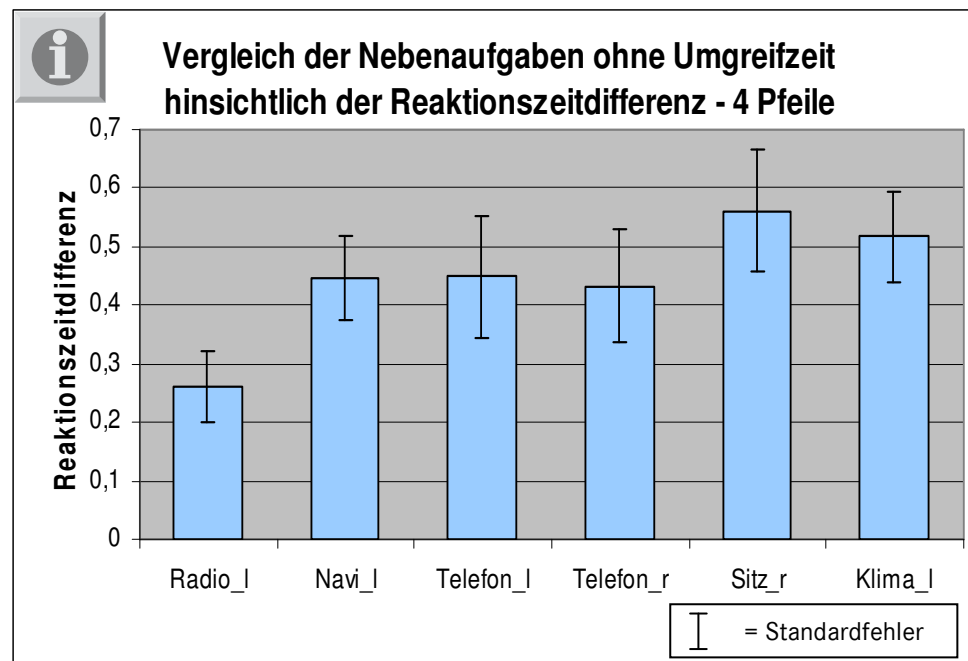
Exkurs: Reaktionszeitdifferenzen bei Steigerung der Aufgabenschwierigkeit mittels 4 Pfeil-Aufgabe



Instruktion
4-Pfeil-Aufgabe

Alle Nebenaufgaben führen zu einer signifikanten Verlängerung der Reaktionszeit gegenüber der Bedingung ohne Nebenaufgabe

Vergleich der Nebenaufgaben hinsichtlich der Reaktionszeitdifferenzen



Messwiederholungs-ANOVA:


- Die Unterschiede zwischen den verschiedenen Nebenaufgaben hinsichtlich der Reaktionszeitdifferenz sind statistisch nicht signifikant
- „Telefon“ weicht hier nicht signifikant von den anderen Nebenaufgaben ab
- Mögliche Erklärung: große Streubreite

→ Die Verlängerung der Reaktionszeit durch Nebenaufgaben ist auch abhängig von der Schwierigkeit der Reaktionsaufgabe

Fazit

- Ergebnisse der 1-Pfeil-Aufgabe aussagekräftiger, bei 4-Pfeil-Aufgabe hohe Streuung durch variierende Schwierigkeit → Schwierigkeit sollte stärker kontrolliert werden
- Reaktionszeitdifferenzen für 1-Pfeil-Aufgabe liegen im Mittel um 500 ms, mit Ausnahme der Telefonaufgabe
- für die Telefonaufgabe ergibt sich mit ca. 300 ms eine geringere Differenz, mögliche Erklärungen: keine Blickabwendung notwendig, Monolog statt Dialog
- Reaktionszeitdifferenzen für 4-Pfeil-Aufgabe liegen zwischen 250 und 550 ms; es zeigen sich keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen verschiedenen Nebenaufgaben, was durch die große Streuung erklärt werden kann

Danksagung

Die hier berichteten Arbeiten sind zum Teil im Projekt „Adaptive und kooperative Technologien für den intelligenten Verkehr“  **aktiv** entstanden.

Nähere Informationen zu diesem Projekt findet man unter

www.aktiv-online.org