



ulm university universität
uulm

Universität Ulm

Fakultät für Ingenieurwissenschaften, Informatik und Psychologie

Institut für Psychologie und Pädagogik

Abteilung Human Factors

Empirisches Praktikum I
Lane Change Task – Fahrerbeanspruchung

Einfluss auditiv-kognitiver Informationsverarbeitung auf die mentale
Belastung des Fahrers und auf die Fahrleistung

Ulm, den 4. Mai 2020

Lehrveranstaltung: Empirisches Praktikum I
Lane Change Task – Fahrerbeanspruchung

Dozentin: Dr. Fei Yan

Verfasser: Luca David Cermak (981404), luca.cermak@uni-ulm.de
Julian Fabinc (1015773), julian.fabinc@uni-ulm.de
Verena Flüs (1016206), verena.flues@uni-ulm.de
Marlena Staab (1035650), marlena.staab@uni-ulm.de

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	1
1 Einleitung	2
1.1 Theoretischer Hintergrund	2
1.2 Vorliegende Studie	4
2 Methoden	5
2.1 Stichprobe	5
2.2 Material	5
2.3 Versuchsablauf	6
3 Auswertung und Ergebnisse	8
3.1 Antworten	8
3.2 Cognitive Load	9
3.3 Lane Change Task	10
3.4 Moderatoren	11
4 Diskussion	12
4.1 Zusammenfassung der Ergebnisse	12
4.2 Theoretische Einordnung	12
4.3 Limitationen	13
4.4 Empfehlungen	14
4.5 Fazit	15

Literaturverzeichnis	16
Anhang	18
Anhang A – Texte und Fragen für die Nebenaufgabe	18
Anhang B – Fragebogen zu demographischen Variablen, Fahrerfahrung und Fahrgewohnheiten	23
Eidesstattliche Erklärung	24

Zusammenfassung

Multitasking oder Ablenkungen, wie das Folgen von Nachrichten im Radio, oder auch das Folgen von Anweisungen des Navigationssystems, können sensorische und kognitive Ressourcen des Fahrers während der Fahrt beanspruchen. Frühere Studien konnten zeigen, dass eine Nebenaufgabe während des Fahrens den Cognitive Load erhöht und die Fahrleistung verschlechtern kann. Ob die Verarbeitung von auditiven Informationen zu einer erhöhten mentalen Belastung und dadurch zu einer Beeinträchtigung der Fahrleistung bei häufigem Spurwechsel führt, soll in dieser Studie überprüft werden. Hauptaufgabe in dieser Studie war eine Lane Change Task. Nebenaufgabe war das Antworten auf Fragen über auditiv präsentierte Informationen. Die Ergebnisse der NASA-TLX-Fragebögen zeigen, je schwieriger die Nebenaufgabe, desto höher der Cognitive Load. Das Durchführen der Nebenaufgabe führt außerdem zu einer signifikant schlechteren Fahrleistung. Unterschiedliche Schwierigkeitsgrade der Nebenaufgabe führen zu keinem signifikanten Unterschied in der Fahrleistung. Die gefundenen Ergebnisse stützen die Hypothese der Studie über die Zunahme des subjektiv wahrgenommenen Cognitive Load mit steigender Schwierigkeit der Nebenaufgabe. Die zweite Hypothese, dass mit Zunahme der Schwierigkeit der Nebenaufgabe sich die Fahrleistung verschlechtert, kann nicht belegt werden.

1 Einleitung

Autofahren ist eine komplexe Aufgabe, die mehrere Ressourcen des Fahrers beansprucht. Multitasking oder Ablenkungen, wie das auditive Lokalisieren einer Sirene, das Verfolgen von Nachrichten im Radio, Diskussionen mit Mitfahrern, berufliche Gespräche über das Telefon, oder auch das Befolgen von Anweisungen des Navigationssystems können die sensorischen und kognitiven Ressourcen des Fahrers gleichermaßen beanspruchen. Da der Gebrauch von Informationssystemen und mobilen Geräten in den letzten Jahrzehnten stark zugenommen hat, werden auch die auditiv-kognitiven Aufgaben und Distractionen, mit denen ein Fahrer konfrontiert wird, immer umfangreicher.

1.1 Theoretischer Hintergrund

Einige Studien beschäftigten sich bereits mit den Auswirkungen der Verarbeitung auditiv-kognitiver Informationen während des Fahrens. Hierbei wurden unter anderem die Fahrleistung und mentale Belastung (Cognitive Load), wie auch die Effekte von Multitasking untersucht.

Paridon & Kaufmann (2010) untersuchten die Auswirkungen von Multitasking anhand von zwei unterschiedlichen arbeitsbezogenen Aufgaben. Die erste Aufgabe war eine Lane Change Task, deren Nebenaufgabe es war eine Telefonnummer zu wählen, ein Taschentuch zu holen, Wechselgeld aus dem Geldbeutel zu entnehmen oder Anweisungen vorzulesen. Die zweite Aufgabe war eine Büroaufgabe, welche darin bestand, Fehler in Wörtern zu finden, während einem Text zugehört wurde. Anschließend mussten Fragen dazu beantwortet werden. In dieser Studie wurde zwar eine Fahraufgabe in Form einer Lane Change Task, als auch eine Aufgabe zur Verarbeitung auditiver Informationen durchgeführt. Sie wurden allerdings nicht miteinander kombiniert. Beide Multitasking-Aufgaben zeigten jedoch, dass das gleichzeitige Durchführen einer Haupt- und Nebenaufgabe zu Leistungsminderung und erhöhter subjektiver Belastung führt.

Auch einige weitere Studien zeigen, dass das Durchführen einer Nebenaufgabe während des Fahrens zu einem erhöhten Cognitive Load führt (Martens & van Winsum, 2000; Rakauskas et al., 2004). In einer Studie von Cao & Liu (2013) wurde

die Leistung während des Fahrens in einer Lane-Keeping-Aufgabe und einer gleichzeitigen Sprachverständnisaufgabe untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass die mentale Belastung signifikant höher ist, wenn während der Lane-Keeping-Task noch eine Nebenaufgabe durchgeführt werden muss. Die Ergebnisse dieser Studien lassen vermuten, dass das Verarbeiten von auditiv-kognitiven Informationen in Kombination mit einer Fahraufgabe den Cognitive Load, auch in einer komplexeren Aufgabe, wie der Lane Change Task, erhöht.

In Bezug auf die Fahrleistung konnten positive und negative Effekte einer Nebenaufgabe während des Fahrens festgestellt werden. Das Durchführen einer Nebenaufgabe während des monotonen Fahrens verbesserte beispielsweise die Fahrleistung (Atchley & Chan, 2011). In einer Studie von Nijboer et al. (2016) führte das passive Radiohören und das Beantworten von Fragen eines Radio-Quiz sogar zu einer besseren Fahrleistung, als beim Fahren ohne Ablenkung. Der positive Einfluss konnte jedoch nur in monotonen beziehungsweise als zu moderat bezeichneten Fahraufgaben nachgewiesen werden. Bei einer komplexeren Fahraufgabe könnte dies anders aussehen. Denn neben positiven Effekten konnten auch negative Effekte auditiv-kognitiver Informationen auf die Fahrleistung gefunden werden. Diese wurden vor allem beim Führen eines Telefongesprächs während des gleichzeitigen Fahrens gefunden (Parkes & Hooijmeijer, 2001; Strayer et al., 2003).

Der Effekt des Cognitive Loads auf die Fahrleistung konnte zum Beispiel in einer Studie von Chong et al. (2014) gezeigt werden. In dieser wurde die Fahrleistung mithilfe der Lane Change Task und einer Peripheral-Detection-Task gemessen, während Stimulusmodalität (visuell und akustisch) und Stimulus-Exzentrizität variiert wurden. Die Ergebnisse zeigten, dass ein höherer Cognitive Load zu einer schlechteren Fahrleistung führt. Je höher der Cognitive Load war, desto höher war auch die Mittlere Spurabweichung in der Lane Change Task. Allerdings waren die Unterschiede in der mittleren Spurabweichung zwischen einem niedrigen und einem hohen Cognitive Load nicht signifikant. Da die Ergebnisse diesbezüglich zwar Tendenzen zeigen, jedoch nicht signifikant sind, kann nur vermutet werden, dass die Höhe des Cognitive Loads einen Einfluss auf die Fahrleistung hat.

1.2 Vorliegende Studie

Zusammengefasst zeigen frühere Studien, dass Multitasking, wie beispielsweise das Verarbeiten von auditiv-kognitiver Information während der Fahrt, eine Leistungsminderung und eine erhöhte subjektive Belastung bewirkt, dass das Durchführen einer Nebenaufgabe zu einem erhöhten Cognitive Load und dass ein erhöhter Cognitive Load zu einer schlechteren Fahrleistung führt. Unklar bleibt, ob auch bei einer nicht monotonen Fahraufgabe die Fahrleistung zu einer besseren Fahrleistung führt, oder ob sich wie bei Strayer et al. (2003) und Parkes und Hooijmeijer (2000) die Fahrleistung verschlechtert. Auch die Studie von Paridon und Kaufmann (2010) lässt vermuten, dass die Kombination einer komplexeren Fahraufgabe mit einer auditiv-kognitiven Nebenaufgabe zu einer Leistungsminderung führt. Durch die Kombination einer auditiv-kognitiven Nebenaufgabe mit einer komplexeren Fahraufgabe als der Lane Keeping Task, sollte sich auch der Cognitive Load erhöhen. Die in Chong et al. (2014) beschriebenen Tendenzen lassen vermuten, dass sich die Fahrleistung verschlechtert, je höher der Cognitive Load ist. Aufgrund der beschriebenen Literatur wurden folgende Hypothesen aufgestellt:

Hypothese 1: Je schwieriger die Nebenaufgabe, desto höher ist der subjektiv wahrgenommene Cognitive Load.

Hypothese 2: Je schwieriger die Nebenaufgabe, desto schlechter ist die Fahrleistung in der Lane Change Task.

Ziel dieser Studie ist es diese Hypothesen mit Hilfe einer Lane Change Task und einer Nebenaufgabe mit auditiv-kognitiver Informationsverarbeitung zu überprüfen. Es soll herausgefunden werden, ob die Verarbeitung von auditiven Informationen zu einer erhöhten mentalen Belastung und dadurch zu einer Beeinträchtigung der Fahrleistung bei häufigem Spurwechsel führt.

2 Methoden

Zur Durchführung der Studie wurde ein Wiederholungsdesign mit drei Bedingungen verwendet. Hauptaufgabe war die Lane Change Task. Als Nebenaufgabe sollten kurze Texte angehört und dazu Fragen in zwei Schwierigkeitsstufen beantwortet werden.

2.1 Stichprobe

In der vorliegenden Studie wurden Daten von 16 Versuchspersonen erhoben ($n = 16$). Durch Ausschluss einer Versuchsperson – wegen erschwelter Voraussetzungen während der Testung – wurden die Daten von insgesamt 15 Personen ($n = 15$) ausgewertet. Die Versuchspersonen waren Studierende der Universität Ulm im Alter zwischen 19 und 27 Jahren ($M = 21,40$). Die Stichprobe bestand aus fünf männlichen und zehn weiblichen Probanden.

2.2 Material

Für die Durchführung der Lane Change Task wurde ein Fahrsimulator der Universität Ulm mit dem Programm *Lane Change Test 1.2* verwendet. Die Versuchspersonen fahren damit auf einer dreispurigen Fahrbahn mit einer konstanten Geschwindigkeit von 60 km/h ohne weiteren Verkehr. Die Aufgabe besteht darin, einen Spurwechsel auf die Spur durchzuführen, welche die Schilder an beiden Fahrbahnrändern angeben. Die Spur soll gewechselt werden, sobald der Fahrer die Anweisung auf den Schildern wahrnimmt. Insgesamt werden pro Fahrt 18 Spurwechsel durchgeführt. Die mit dem Fahrsimulator erhobenen Daten wurden mit dem zugehörigen Analyseprogramm *LCT Analysis 1.99* ausgewertet.

Die Textsequenzen für die Nebenaufgabe wurden in Anlehnung an Nachrichtentexte aus deutschen Nachrichtenquellen, sowie im Stil von Logikaufgaben von den Autoren selbst verfasst. Zu jedem Text wurde je eine Frage formuliert. Durch die Fragen werden zwei Schwierigkeitsgrade in der Nebenaufgabe unterschieden. In der Bedingung „Leicht“ ist die Antwort direkt aus dem vorangestellten Text zu entnehmen, zum Beispiel:

„Experten sind sich sicher, dass regelmäßige Bewegung und Sport bei Depressionen positive Auswirkungen hat. Was hat laut Experten positive Auswirkungen auf Depressionen? Antwort: regelmäßige Bewegung und Sport / Sport / Bewegung“ (Anhang A).

In der Bedingung „Schwer“ muss die Antwort durch logisches Denken oder Berechnung ermittelt werden. Beispielhaft:

„München schlägt Nürnberg 3:2, Nürnberg verliert gegen Augsburg 1:2 und Augsburg gewinnt gegen München 2:0. Wer gewinnt hier den ersten Platz? Antwort: Augsburg“ (Anhang A).

Die Audiodateien wurden mit Hilfe der Internetseite *fromtexttospeech.com* erstellt, um die Texte in Bezug auf die Sprechgeschwindigkeit zu normieren. Die Texte haben eine Länge von acht bis zehn Sekunden.

Zur Erfassung des Cognitive Load wurde der NASA-Task Load Index (NASA-TLX) in deutscher Kurzfassung von Hart (2006) verwendet. Dieser erfasst die geistigen, körperlichen sowie zeitlichen Anforderungen, Leistungseinschätzung, Anstrengung und Frustration der Versuchspersonen im Selbstbericht.

Mit einem eigens erstellten Fragebogen wurden demographische Variablen und Angaben zur Regelmäßigkeit des Fahrens, Länge der regulären Strecken und Dauer des Führerscheinbesitzes erfasst (vgl. Anhang B).

2.3 Versuchsablauf

Vor dem Experiment wurden die Probanden von einem Versuchsleiter über den Versuchsablauf informiert und hatten die Möglichkeit, mit dem Fahrsimulator in einem Durchgang zu üben. Des Weiteren wurden ihnen Beispielfragen aus den Bedingungen „Leicht“ und „Schwer“ sowohl mit als auch ohne Lane Change Task präsentiert um sie mit dem Fragenformat vertraut zu machen und um die Lautstärke anzupassen.

Die erste Fahrt führten die Probanden immer unter der Bedingung „Nur LCT“ aus. Hier sollte die Lane Change Task ohne Nebenaufgaben durchgeführt werden. Zwei weitere Fahrten wurden mit der Nebenaufgabe kombiniert. Die Hälfte der Versuchspersonen führte zuerst die Fahrt unter der Bedingung „Leicht“, die andere Hälfte

zuerst die Fahrt unter der Bedingung „Schwer“ durch. Die Zuteilung erfolgte randomisiert. Den Probanden wurden pro Bedingung zwölf Textsequenzen mit den anschließenden Fragen vorgespielt. Für jede Antwort hatten die Probanden vier Sekunden Zeit. Ein zweiter Versuchsleiter erfasste jeweils die Anzahl der richtigen Antworten.

Nach jeder Fahrt machten die Probanden mit Hilfe des NASA-TLX Angaben zum Cognitive Load in der jeweiligen Bedingung. Zum Abschluss füllten die Probanden den Fragebogen zu demographischen Variablen und Variablen in Bezug auf Fahrerfahrung aus.

3 Auswertung und Ergebnisse

Bei der Auswertung wurde zunächst überprüft ob sich die Schwierigkeit der Aufgabenstellung auch in der Anzahl korrekter Antworten widerspiegelt. Anschließend wurden die beiden Hypothesen getestet. Schließlich wurden noch die Kontrollvariablen betrachtet.

3.1 Antworten

Wie in Abbildung 1 zu sehen ist, konnten die Probanden in der Bedingung „Leicht“ ($M = 8.07$, $SD = 1.53$) mehr Fragen korrekt beantworten als in der Bedingung „Schwer“ ($M = 6.33$, $SD = 1.68$). Dieser Unterschied ist bei einem t-Test signifikant ($t = 4.13$, $p < 0.01$). Die Effektstärke nach Cohen beträgt $r = 0.74$ und entspricht einem starken Effekt.

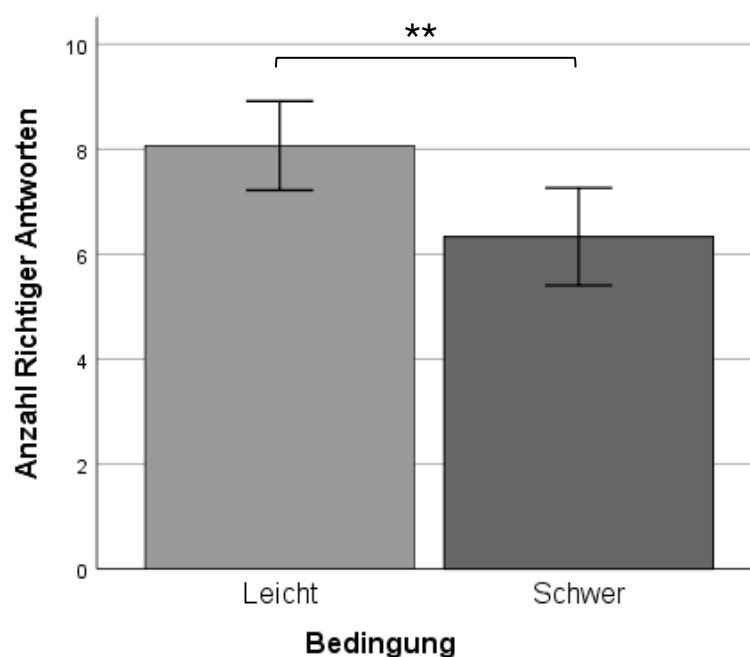


Abbildung 1. Mittelwerte richtiger Antworten in den beiden Bedingungen mit Nebenaufgabe. Die Fehlerbalken repräsentieren das .95 – Konfidenzintervall. Normalverteilung wurde in beiden Bedingungen getestet und angenommen. Das Signifikanzniveau liegt bei $\alpha = .05$ (*) bzw. $\alpha = .01$ (**).

3.2 Cognitive Load

Um die Unterschiede im Cognitive Load zwischen den Bedingungen „Nur LCT“, „Leicht“ und „Schwer“ festzustellen, wurde zunächst für jede Bedingung ein Score für den gesamten NASA-TLX berechnet. Dieser ergibt sich durch den Durchschnitt aller Subkategorien des Fragebogens, wobei das Item „Leistung“ umgepolt wurde. Die einfaktorielle ANOVA mit Messwiederholung (Sphärizität gegeben: Mauchly- $W(2) = .65$, $p = .06$) zeigt, dass signifikante Unterschiede, wie sie in Abbildung 2 zu sehen sind, zwischen den Versuchsbedingungen vorliegen ($F(1,14) = 161.16$, $p < .01$, partielles $\eta^2 = .92$, $n = 15$). Die Effektstärke nach Cohen beträgt $f = 3.39$ und zeigt somit einen starken Effekt. Die zugehörigen Post-Hoc Tests mit Bonferroni-Korrektur bestätigen, dass sich der Cognitive Load mit steigender Anforderung in den Bedingungen „Nur LCT“ ($M = 17.44$, $SD = 10.58$), „Leicht“ ($M = 41.50$, $SD = 14.78$) und „Schwer“ ($M = 55.39$, $SD = 15.82$) jeweils signifikant erhöht. Ähnliche Effekte lassen sich über alle Items des NASA-TLX beobachten. Lediglich in dem Item „körperliche Anforderung“ ergaben sich keine Unterschiede zwischen den Bedingungen, wobei hier aufgrund der Anforderungen des Experiments keine Unterschiede erwartet wurden. Somit zeigt sich die Operationalisierung zur Variation des Cognitive Load als erfolgreich.

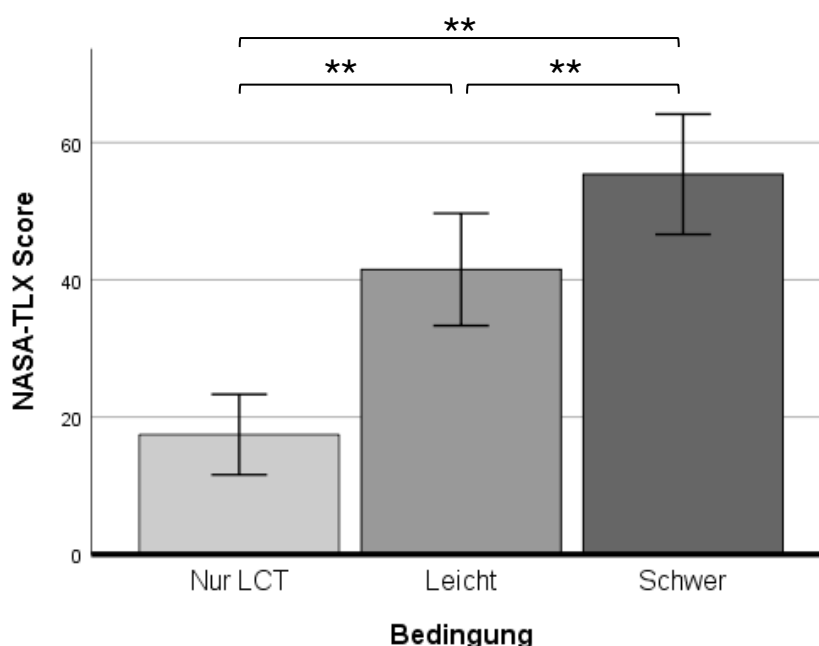


Abbildung 2. NASA-TLX-Score Mittelwerte in den einzelnen Bedingungen. Die Fehlerbalken repräsentieren das .95 – Konfidenzintervall. Das Signifikanzniveau liegt bei $\alpha = .05$ (*) bzw. $\alpha = .01$ (**).

3.3 Lane Change Task

Um Unterschiede der Fahrleistung in der Lane Change Task festzustellen, wurde der vom Analyseprogramm berechnete Parameter *MDev* verwendet. Dieser stellt die mittlere Abweichung der jeweiligen Fahrten im Vergleich zu einer individuell berechneten Ideallinie dar.

Da nicht in allen Versuchsbedingungen Varianzhomogenität in Bezug auf diesen Parameter angenommen werden konnte, wurde ein Friedman-Test durchgeführt. Dieser zeigt, dass Unterschiede in der Fahrleistung zwischen den Bedingungen vorliegen ($\chi^2(2) = 12.13$, $p < 0.01$) (Abbildung 3). Die Post-Hoc-Tests zeigen aber, dass *MDev* nur von „Nur LCT“ zu „Leicht“ ($z = -1.07$, $p_{angepasst} = .01$) und „Nur LCT“ zu „Schwer“ ($z = -1.13$, $p_{angepasst} < .01$) signifikant steigt. Zwischen den beiden Bedingungen mit Nebenaufgabe lässt sich kein signifikanter Unterschied in der Fahrleistung feststellen ($z = -.18$, $p_{angepasst} = 1.00$). Die Effektstärken nach Cohen zwischen „Nur LCT“ und „Leicht“ ($r = 0.28$) sowie „Nur LCT“ und „Schwer“ ($r = 0.29$) sind schwach.

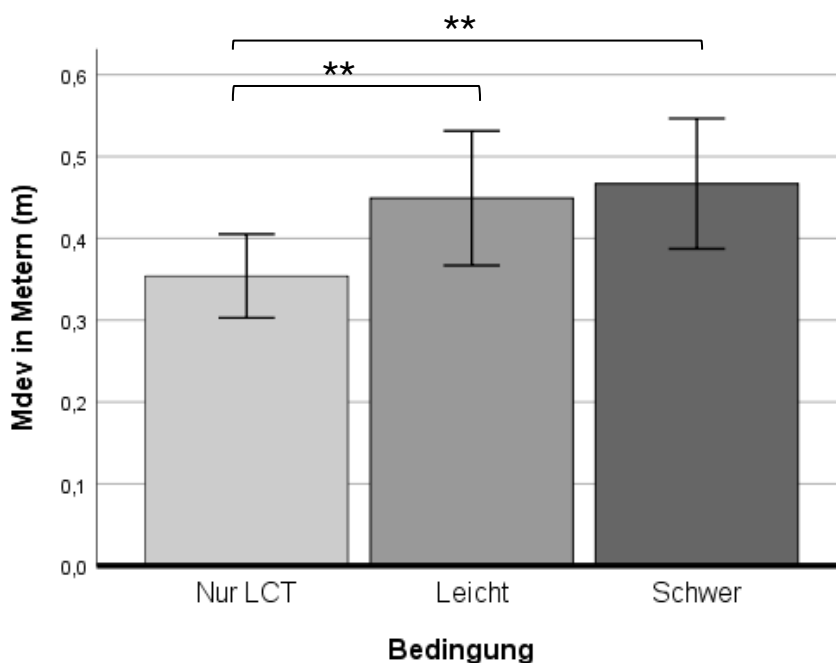


Abbildung 3. Mittelwert des Parameters *MDev* in den einzelnen Bedingungen. Die Fehlerbalken repräsentieren das .95 – Konfidenzintervall. Das Signifikanzniveau liegt bei $\alpha = .05$ (*) bzw. $\alpha = .01$ (**).

3.4 Moderatoren

Aufgrund der Daten wird kein Einfluss der Fahrerfahrung, sowohl auf den Cognitive Load, als auch auf die Fahrleistung vermutet.

Unter Kontrolle des Geschlechts lässt sich feststellen, dass Frauen im Schnitt den Cognitive Load in allen Durchgängen höher einschätzen als Männer ($F(1,13) = 11.30$, $p < .01$, partielles $\eta^2 = .47$, $n = 15$). Die Effektstärke nach Cohen zeigt mit $f = .93$ einen starken Effekt. Bei Post-hoc Tests mit Bonferroni-Korrektur zeigt sich dieser Effekt insbesondere bei den Bedingungen mit Nebenaufgaben (Tabelle 1). Allerdings sollte hier im Hinterkopf behalten werden, dass das Geschlecht in dieser Stichprobe nicht gleichverteilt ist.

NASA-TLX- Score	Geschlecht						F(1,13)	p
	weiblich			männlich				
	n	M	SD	n	M	SD		
"Nur LCT"	10	20.91	11.1	5	10.50	4.92	3.90	0.07
"Leicht"	10	47.50	13.14	5	29.50	9.92	7.11	0.02*
"Schwer"	10	62.17	13.71	5	41.83	10.41	8.43	0.01*

Tabelle 1. Einfaktorielle ANOVA und Deskriptive Statistik zum Vergleich der beiden getesteten Geschlechter in Bezug auf den NASA-TLX-Score in allen Versuchsbedingungen. Das Signifikanzniveau liegt bei $\alpha = .05$ (*). Varianzhomogenität, wurde getestet und angenommen.

4 Diskussion

Die Ergebnisse dieser Studie möchten wir basierend auf anderen Forschungsergebnissen wie folgt einordnen und diskutieren.

4.1 Zusammenfassung der Ergebnisse

Zusammenfassend lassen sich folgende Ergebnisse festhalten. In der Bedingung „Leicht“ wurden signifikant mehr Fragen richtig beantwortet als in der Bedingung „Schwer“. Außerdem zeigte sich erwartungsgemäß, dass sich der Cognitive Load in den Bedingungen jeweils erhöht. Aufgrund der Signifikanz der Ergebnisse lässt sich folgern, dass die Operationalisierung der drei Schwierigkeitsgrade durch die Auswahl und Gestaltung der Textbausteine und Fragen erfolgreich war.

Weiterhin ist festzuhalten, dass die Fahrleistung in der Lane Change Task mit Nebenaufgabe signifikant schlechter ist im Vergleich zu der Fahrleistung ohne Nebenaufgabe, unabhängig von der Schwierigkeitsstufe der Nebenaufgabe. Zwischen den Bedingungen „Leicht“ und „Schwer“ finden sich in Bezug auf die Fahrleistung keine signifikanten Unterschiede.

4.2 Theoretische Einordnung

Wie auf Basis der Studien von Cao und Liu (2013) sowie Chong et al. (2014) erwartet, stützen die gefundenen Ergebnisse in Bezug auf den Cognitive Load Hypothese 1 über die Zunahme des subjektiv wahrgenommenen Cognitive Load mit steigender Schwierigkeit der Nebenaufgabe.

Da sich bei der Fahrleistung zwischen leichter und schwerer Bedingung kein signifikanter Unterschied findet, lediglich zwischen Hauptaufgabe ohne und mit Nebenaufgabe, kann Hypothese 2 über die Abnahme der Fahrleistung mit zunehmender Schwierigkeit der Nebenaufgabe nicht gestützt werden.

Während das Durchführen einer Nebenaufgabe inmitten des monotonen Fahrens bei Atchley und Chan (2011) die Fahrleistung verbesserte, zeigten sich in dieser Studie negative Einflüsse einer Nebenaufgabe auf die Fahrleistung bei Spurwechseln. Wir vermuten, dass die Unterschiede darin begründet sind, dass der Cognitive

Load bei einer monotonen Fahraufgabe geringer ist als bei einer Fahraufgabe mit Spurwechsel.

Auch Nijboer et al. (2016) fanden einen positiven Effekt von passivem Radiohören und Beantworten von Quizfragen auf die Fahrleistung in monotonen beziehungsweise moderaten Fahraufgaben. Aufgrund ihrer Einordnung nehmen wir an, dass die Quizfragen im Vergleich zur vorliegenden Studie zu einfach waren und sich aufgrund der Monotonie und dem damit verbundenen geringeren Cognitive Load in der Fahrtbedingung positive Effekte zeigten.

Dies stellt somit keinen Widerspruch zu unserer theoretischen Einordnung und unseren Ergebnissen dar und führt uns zu dem Schluss, dass unsere Ergebnisse basierend auf dem theoretischen Hintergrund schlüssig sind.

4.3 Limitationen

Die Ergebnisse und Schlussfolgerungen dieser Studie sollten unter den folgenden Limitationen betrachtet werden.

Die Texte und Fragen der Nebenaufgabe wurden von den Autoren der Studie selbst verfasst. Das Ausarbeiten eigener Bausteine kann allerdings dazu führen, dass Standardisierung und damit die Validität nicht gewährleistet werden kann. Hierbei hätte man auf bestehende und validierte Textbausteine, Module und Fragen, zum Beispiel aus gängigen Intelligenztests, zurückgreifen können.

Da für die Präsentation der Textausschnitte und Fragen eine männliche Computerstimme verwendet wurde, deren Betonungen von der deutschen Aussprache verhältnismäßig stark abweichen, könnte es sein, dass dies auch einen ungewollten Einfluss auf das Verständnis, den Cognitive Load und die Anzahl richtiger Antworten genommen hat. Einige Versuchspersonen meldeten zurück, dass sie diese Stimme teilweise schwer verstanden. Wir wählten diese Stimme aufgrund höherer Standardisierung bei Textgeschwindigkeit und Lesedauer.

Weil die Studie mit Studierenden im Alter zwischen 19 und 27 Jahren und einem durchschnittlichen Alter von 21,4 Jahren durchgeführt wurde, kann man davon ausgehen, dass diese noch nicht viel Fahrerfahrung haben.

Die oben angeführten Aussagen über die Zusammenhänge von Fahrleistung und Cognitive Load mit den Moderatoren sind aufgrund der nicht repräsentativen

Stichprobe im Blick auf Alter, Geschlechterverteilung, sozialen Status und weiteres nur bedingt generalisierbar.

4.4 Empfehlungen

Die Resultate zeigen, dass es unter realen Bedingungen durchaus negative Folgen haben kann, sollte man bei einem Spurwechsel während der Fahrt abgelenkt sein und von der Normallinie abkommen. Basierend auf den Ergebnissen möchten wir Empfehlungen für den Umgang mit dieser Art Nebenaufgaben und für weitere Untersuchungen aussprechen.

Die Studie legt nahe, dass die Fahrleistung sich signifikant verschlechtert, sollte man parallel eine auditiv-kognitive Aufgabe erledigen. Hierbei ist es unerheblich, ob diese Aufgabe einfacher oder schwerer Natur ist. Aus Gründen der Sicherheit im Straßenverkehr legen wir nahe, auditiv-kognitive Aufgaben oder Interaktionen während des Autofahrens zu unterlassen.

Aus aktuellem Anlass lassen sich aufgrund dessen auch Empfehlungen für die Interaktion mit Fahrerassistenzsystemen ableiten, da viele Hersteller von Bordcomputern, Navigationsgeräten oder Sprachassistenten in Automobilen ähnliche Computerstimmen verwenden wie diese Studie. Es ist anzumerken, dass kommerzielle Software zur Erstellung von standardisierten Audiodateien, die zum Beispiel bereits in den genannten Applikationen verwendet werden, der hier benutzten freien Website *www.fromtexttospeech.com* überlegen ist. Um zu untersuchen, ob die Art und Qualität der Sprachsoftware einen Einfluss auf die Fahrleistung und den Cognitive Load nimmt, empfehlen wir dies zu untersuchen. Auch eine Untersuchung mit menschlicher anstatt computergenerierter Stimme halten wir in diesem Zusammenhang für sinnvoll.

Des Weiteren raten wir, die Untersuchung so oder in ähnlicher Form nochmals mit einer höheren Anzahl an Probanden auch höheren Alters durchzuführen, um die Replizierbarkeit und Ergebnisse bei einer repräsentativen und diverseren Probandengruppe zu sichern.

4.5 Fazit

Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass bei auditiv-kognitiven Anforderungen neben dem Fahren, wie einem Telefonat oder dem aufmerksamen Hören von Nachrichten, die mentale Belastung des Fahrers steigt und sich die Fahrleistung verschlechtert. Diese Erkenntnis stellt die Verwendung von vielen Assistenz- oder Unterhaltungssystemen in Bezug auf die Sicherheit in Frage. Daher wird es weiterer und differenzierterer Forschung bedürfen, um das Sicherheitsrisiko von auditiv-kognitiven Distraktoren korrekt einzuschätzen.

Literaturverzeichnis

- Atchley, P., & Chan, M. (2011). Potential benefits and costs of concurrent task engagement to maintain vigilance: A driving simulator investigation. *Human Factors*, 53(1), 3–12. <https://doi.org/10.1177/0018720810391215>
- Cao, S., & Liu, Y. (2013). Concurrent processing of vehicle lane keeping and speech comprehension tasks. *Accident Analysis & Prevention*, 59, 46–54. <https://doi.org/10.1016/J.AAP.2013.04.038>
- Chong, I., Mirchi, T., Silva, H. I., & Strybel, T. Z. (2014). Auditory and visual Peripheral Detection Tasks and the Lane Change Test with high and low cognitive load. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society, 2014-Janua*(Iso 26022), 2180–2184. <https://doi.org/10.1177/1541931214581458>
- Hart, S. G. (2006). NASA-task load index (NASA-TLX); 20 years later. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society*, 904–908.
- Martens, M. H., & van Winsum, W. (2000). Measuring distraction: the peripheral detection task. *TNO Human Factors, ..., January 2000*, 1–7. <http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/departments/Human Factors/driver-distraction/PDF/34.PDF>
- Nijboer, M., Borst, J. P., van Rijn, H., & Taatgen, N. A. (2016). Driving and multitasking: The good, the bad, and the dangerous. *Frontiers in Psychology*, 7(NOV), 1–16. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01718>
- Paridon, H. M., & Kaufmann, M. (2010). Multitasking in work-related situations and its relevance for occupational health and safety: Effects on performance, subjective strain and physiological parameters. *Europe's Journal of Psychology*, 6(4), 110–124. <https://doi.org/10.5964/ejop.v6i4.226>
- Parkes, A. M., & Hooijmeijer, V. (2001). The influence of the use of mobile phones on driver situation awareness. *1st Human-Centred Transportation Simulation Conference, 2001* (June 2000), 1–8. <https://www-nrd.nhtsa.dot.gov/departments/Human Factors/driver-distraction/PDF/2.PDF>

Rakauskas, M. E., Gugerty, L. J., & Ward, N. J. (2004). Effects of naturalistic cell phone conversations on driving performance. *Journal of Safety Research*, 35(4), 453–464. <https://doi.org/10.1016/J.JSR.2004.06.003>

Strayer, D. L., Drews, F. A., & Johnston, W. A. (2003). Cell Phone-Induced Failures of Visual Attention During Simulated Driving. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 9(1), 23–32. <https://doi.org/10.1037/1076-898X.9.1.23>

Anhang

Anhang A – Texte und Fragen für die Nebenaufgabe

Übung Nebenaufgabe - Bedingung „Leicht“

Das komplexe Verhalten von Neuronen im Nervensystem haben Forscher nun erstmals erfolgreich auf Halbleiterchips übertragen. Auf was wurde das komplexe Verhalten von Neuronen im Nervensystem übertragen?

> *Chips, Halbleiterchips*

US-Präsident Trump hat den Militärhund Conan, der bei einem Angriff verletzt worden war, als „ultimativen Kämpfer“ gelobt. Welches Tier lobte US Präsident Trump?

> *Hund, Militärhund*

Übung Lane Change Task und Nebenaufgabe - Bedingung „Leicht“

Herzogin Kate machte in der vergangenen Woche ein Praktikum auf einer Entbindungsstation in einem Londoner Krankenhaus. Wo machte Herzogin Kate ihr Praktikum?

> *Entbindungsstation, Londoner Krankenhaus, Krankenhaus*

Schnelle Partikel aus dem All, die auf der Erde Stürme auslösen, verschwinden oft sehr plötzlich wieder. Nun wissen Forscher auch, wohin. Was lösen schnelle Partikel aus dem All aus?

> *Stürme*

Fragen während des Durchgangs - Bedingung „Leicht“

Die Emissionen aus fossilen Brennstoffen werden 2019 einen Wert von 37 Milliarden Tonnen CO₂ erreichen. Welcher Wert an CO₂ Ausstoß wird 2019 vermutlich erreicht?

> *37 Milliarden Tonnen*

In der Nordsee baut Orsted den ersten Offshore-Windpark weltweit, der ohne staatliche Fördergelder auskommen soll. Ohne was soll der Offshore-Windpark in der Nordsee auskommen?

> *Fördergelder, staatliche Fördergelder/Förderungen, Staatliche Unterstützung*

Mit 98 Jahren unterrichtet Tao fünf Mal die Woche Yoga, fährt Auto, lernt Standard-Tänze und macht am liebsten Schulterstand. Wie alt ist Tao?

> *98 Jahre*

Bei einem Badeunfall in Mannheim ist ein 27-Jähriger tödlich verunglückt. Er sei nach einem Sprung ins Wasser nicht mehr aufgetaucht. Wo passierte der Badeunfall?

> *Mannheim*

BILD hatte darüber berichtet, dass Dieter Hecking im Internet als Werbefigur für unseriöse Krypto-Währung missbraucht wurde. Wer wurde als Werbefigur für Krypto-Währung missbraucht?

> *Hecking, Dieter Hecking*

Mit Hilfe des Windows-Explorer lässt sich die Festplatte auf mögliche Fehler untersuchen. Erfahrene Anwender setzen allerdings lieber auf die PowerShell. Was kann man mit dem Windows-Explorer untersuchen?

> *Festplatte, mögliche Fehler*

Dax tritt auf der Stelle. Hauptgesprächsthema unter Anlegern bleibt der Zollstreit zwischen den USA und China. Was für ein Streit herrscht zwischen den USA und China?

> *Zollstreit*

Forscher haben in München Wildbienen mit winzigen Rückennummern ausgestattet und den Flugradius von Weibchen und Männchen untersucht. Mit was wurden die Bienen ausgestattet?

> *Rückennummern, Nummern*

Seit Wochen schon brodelt die Gerüchteküche: Wie das britische „OK! Magazin“ erfahren haben will, soll Prinz Harry tatsächlich schon bald wieder Vater werden. Welcher Prinz soll bald wieder Vater werden?

> *Harry, Prinz Harry*

Experten sind sich sicher, dass regelmäßige Bewegung und Sport bei Depressionen positive Auswirkungen hat. Was hat laut Experten positive Auswirkungen auf Depressionen?

> *regelmäßige Bewegung und Sport, Sport, Bewegung*

Jahrelang galt Brandenburg unangefochten als Storchland Nummer eins in Deutschland. Nun könnte Baden-Württemberg aufrücken. Welches deutsche Bundesland galt bisher als Storchland Nummer eins?

> *Brandenburg*

Sei stark und nützlich. Viele Sportler treffen sich in München, um eine soziale Form des Parcours zu betreiben. Wo treffen sich die Sportler, um Parcours zu betreiben?

> *München*

Übung Nebenaufgabe - Bedingung „Schwer“

Nicolette Kressl war 2012 zur Regierungspräsidentin ernannt worden. Anfang 2019 bat sie um Versetzung in den Ruhestand. Wie viele Jahre war Nicolette Kressl Regierungspräsidentin?

> *6 oder 7*

Frankreich hat trotz Baby-Boom nach wie vor weniger Einwohner als Deutschland, und das obwohl Frankreich das flächenmäßig größere Land ist. Welches der beiden Länder hat die größere Bevölkerungsdichte?

> *Deutschland*

Übung Lane Change Task und Nebenaufgabe - Bedingung „Schwer“

Erstmals mehr als eine Million SUVs und Geländewagen neu zugelassen. Das macht fast ein Drittel der Neuzulassungen aus. Wie viele Wagen wurden in etwa insgesamt neu zugelassen?

> *3 Millionen*

Je schwerer eine Substanz, desto größer ist deren Widerstand. Sollte ein Schwimmer lieber unter Wasser schwimmen oder sollte so viel wie möglich oberhalb der Wasseroberfläche sein?

> *oberhalb, außerhalb*

Fragen während des Durchgangs - Bedingung „Schwer“

1817 war die Geburtsstunde des Fahrrads. Im Jahr 2017 erinnerten daher viele Veranstaltungen an den Erfinder. Wie viel Jahre Fahrrad wurden 2017 gefeiert?

> *200 Jahre*

Hund, Katze, Wellensittich und Meerschweinchen zählten 2018 und 2019 zu den beliebtesten Haustieren in Dänemark. Welches der genannten Tiere passt am wenigsten zu den anderen?

> *Wellensittich*

Haribos und Lachgummis wurden gleich oft verkauft. Neben der Qualität begünstigt auch eine geringere Buchstabenanzahl den Kauf eines Produkts. Welches Produkt ist demnach von besserer Qualität?

> *Lachgummis*

Rund 3400 Schüler machen im sogenannten Berufsvorbereitungsjahr ihren Abschluss nach. Etwa die Hälfte schafft den Abschluss. Wie viele Schüler schaffen den Abschluss?

> *1700*

München schlägt Nürnberg 3:2, Nürnberg verliert gegen Augsburg 1:2 und Augsburg gewinnt gegen München 2:0. Wer gewinnt hier den ersten Platz?

> *Augsburg*

Bei den Lübecker Filmtagen tritt Deutschland mit 40 Filmen an. Schweden ist mit 50 dabei. 30 weitere stammen aus verschiedenen Ländern. Wie viele Filme werden insgesamt gezeigt?

> *120*

Das weltbekannte Tomorrowland-Festival aus Belgien findet mittlerweile auch in Brasilien, den USA, sowie im Winter in Frankreich statt. Auf wie vielen Kontinenten findet es statt?

> *3, auf 3 Kontinenten*

Ingo ist ein Tierfreund. Vierbeiner mag er lieber als Vögel, außer sie sind größer als er oder die Vögel sind bunt. Mag Ingo lieber Katzen oder Papageien?

> *Papageien*

Der deutsche Zehnkämpfer Arthur Abele überholt beim 400 Meter-Lauf einen Läufer auf dem dritten Platz. Auf welchem Platz befindet sich Arthur jetzt?

> *auf dem dritten Platz; dritter Platz*

Goldmelisse blüht Rosa, Veilchen blau und die Scharfgarbe weiß. Bienen bevorzugen in der Dämmerung vor allem helle Blüten. Zu welcher der genannten Blüten fliegt eine Biene am wahrscheinlichsten?

> *Scharfgarbe*

Wenn Verbraucher zwei Produkte gleich gut finden, entscheiden sie sich für das Produkt, das bei alphabetischer Sortierung zuerst genannt werden würde. Apple oder Android, für welche Marke entscheiden sich Verbraucher?

> *Android*

Im März des vergangenen Jahres richtete Sturmtief Marie in Österreich erhebliche Schäden an. Beginnend in Linz, zog es von West nach Ost über Sankt Pölten und schließlich auch über Wien hinweg. Welche der 3 Städte ist am östlichsten?

> *Wien*

Anhang B – Fragebogen zu demographischen Variablen, Fahrerfahrung und Fahrgewohnheiten

**Fragebogen:
Lane Change Task — Fahrerbeanspruchung
im Wintersemester 2019/20**

Versuchspersonennummer (vom Versuchsleiter auszufüllen):

Bitte geben Sie Ihr Alter an:

Bitte geben Sie Ihr Geschlecht an:

Bitte geben Sie Ihren Studiengang und Ihr Fachsemester an:

Wie lange haben Sie schon einen Führerschein?

Wie oft fahren Sie in der Regel mit dem Auto?

täglich mehrmals wöchentlich mehrmals im Monat seltener

Fahren Sie mehr Kurzstrecken (maximal 50km pro Strecke) oder mehr Langstrecken?

Tragen Sie beim Autofahren regelmäßig eine Sehhilfe? ja nein

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit versichern wir, dass wir die vorliegende Arbeit ohne Hilfe Dritter und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Quellen und Hilfsmittel angefertigt und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht haben.

Illerkirchberg, den 4. Mai 2020

Ort, Datum



Unterschrift

Illertissen, den 4. Mai 2020

Ort, Datum



Unterschrift

Vöhringen, den 4. Mai 2020

Ort, Datum



Unterschrift

Laichingen, den 4. Mai 2020

Ort, Datum



Unterschrift