

6 Versuchsergebnisse

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Versuche vorgestellt. Zunächst sind die Resultate beschrieben, die sich aus einer Gesamtbetrachtung der Aufgaben ergeben. Es schließen sich die Abschnitte zu den einzelnen Versuchsaufgaben an, in denen für jede Aufgabe kurz der Untersuchungszweck und die Aufgabenvarianten wiederholt, die statistischen Werte vorgestellt und die Ergebnisse knapp interpretiert werden. Bei der Untersuchung des Blickverhaltens interessiert vornehmlich die Blickabwendung von der Straße, d.h. es werden dabei vor allem die Kenngrößen *kumulierte Blickdauer auf das Display*, *durchschnittliche Blickdauer auf das Display* und die *maximale Blickdauer auf das Display* betrachtet. Zur besseren Lesbarkeit wird nachfolgend der Hinweis, dass sich diese drei Parameter auf das Display beziehen, nicht immer explizit erwähnt. Ist im jeweiligen Abschnitt nichts anderes erwähnt, gelten die Größen *kumulierte*, *durchschnittliche* oder *maximale Blickdauer* stets für die Betrachtung der Anzeige im Fahrzeug.

6.1 Allgemeine Ergebnisse

Dieser Abschnitt gibt die Ergebnisse wieder, die aus der ganzheitlichen Betrachtung der Versuchsaufgaben resultieren. Dafür wird zuerst auf die Qualität der Messwerte eingegangen und im Anschluss die Bewertung durch die Versuchspersonen sowie das allgemeine gemessene Blickverhalten vorgestellt.

Insgesamt umfasst das Versuchspersonenkollektiv 26 Versuchspersonen. Wegen eines einmaligen Versagens der Messwertaufzeichnung können die Werte einer Teilnehmerin leider nicht ausgewertet werden. Auch sind die Antworten eines Probanden auf die vier Fragen, die jeweils im Anschluss an die Aufgaben gestellt wurden, nicht zu verwenden. Die Versuchsperson war nicht bereit, eine Bewertung abzugeben und beantwortete alle Aufgaben prinzipiell mit einer zwei. Schließlich erweisen sich die aufgezeichneten Geschwindigkeitsdaten als nicht brauchbar. Trotz unterschiedlicher Filtermethoden kann das verrauschte Signal nicht so aufbereitet werden, dass eine sinnvolle Auswertung möglich ist. Alle anderen Messwerte liegen in der notwendigen Qualität vor, um fundierte Rückschlüsse aus den Ergebnissen ziehen zu können.

Bei der allgemeinen Betrachtung der Versuchsaufgaben sind sechs Parameter von besonderem Interesse. Die ersten zwei, die Einschätzung der Versuchsfahrten und die Einschätzung der Aufgaben, beziehen sich auf die subjektive Beurteilung durch die Versuchspersonen. Die restlichen vier Parameter sind die durchschnittliche Blickdauer auf das Display, die durchschnittliche Blickdauer auf das Verkehrsgeschehen, die minimale Blickdauer auf die Verkehrssituation sowie die maximale Blickdauer auf das Display und beziehen sich auf das Blickverhalten der Versuchspersonen.

Bei der Einschätzung der Versuchsfahrten durch die Versuchspersonen werden im Einzelnen die drei Fragen *„Die Fahrten waren für mich im Allgemeinen: Sicher – unsicher.“*, *„Die Fahrten waren für mich im Allgemeinen: Geregelt – verwirrend.“* und *„Wie fanden Sie das Fahren an sich, d.h. wenn Sie die Bearbeitung der Nebenaufgabe nicht mit berücksichtigen? Sehr einfach – sehr schwierig.“* aus dem Abschlussfragebogen betrachtet. Für jede Antwort ist eine sechsstufige Skala vorgesehen, der Zahlen von eins bis sechs zugeordnet werden können. Der

Abbildung 6-1 kann die Verteilung der Antworten auf diese drei Fragen entnommen werden. Insgesamt lässt sich aus den Werten ersehen, dass die Versuchsfahrten überwiegend als sicher ($\bar{x} = 2,54$; $s = 1,21$) und geregelt ($\bar{x} = 2,04$; $s = 1,08$) eingestuft werden. Die Fahraufgabe selbst wird als einfach bezeichnet ($\bar{x} = 1,77$; $s = 0,76$). Die bei der Planung des Versuchsdesigns formulierte Forderung, sichere und vergleichbare Versuchsfahrten durchzuführen, ist damit aus Sicht der Probanden erfüllt. Auch fühlen sich die Versuchspersonen durch die gestellte Fahraufgabe nicht überfordert.

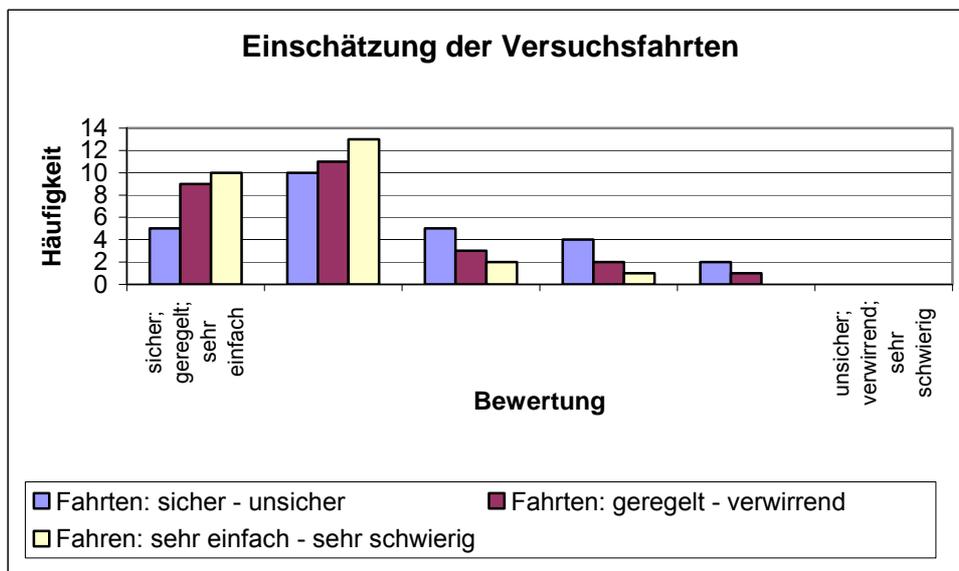


Abbildung 6-1: Verteilung der Einschätzung der Versuchsfahrten durch die Versuchspersonen

Für die Beurteilung der Versuchsaufgaben werden den Versuchspersonen zwei Arten von Fragen gestellt. Zum einen sollen die Probanden den Einfluss der Versuchsaufgaben allgemein auf ihre Fahrleistung einschätzen. Zum anderen werden die Teilnehmer gebeten, zu beurteilen wie realitätsnah die Aufgaben sind. Die vier entsprechenden Fragen lauten wie folgt: „Es ist mir schwer gefallen, mich während der Bearbeitung der Zusatzaufgaben auf die Spurführung zu konzentrieren.“, „Es ist mir schwer gefallen, während der Bearbeitung der Zusatzaufgaben gleichzeitig den Verkehr zu beobachten.“, „Die Bearbeitung der Zusatzaufgabe hat mich von der Fahraufgabe abgelenkt.“ und „Glauben Sie, die Aufgaben sind mit bereits bestehenden Aufgaben oder zukünftigen Aufgaben im Fahrzeug vergleichbar?“. Für die Antworten steht eine sechsstufige Skala von „Ja, sehr“ bis „Nein, überhaupt nicht“ zur Verfügung. Dieser werden bei der Auswertung Zahlen von eins bis sechs zugeordnet. Die Verteilung der Antworten auf diese Fragen ist in Abbildung 6-2 zusammengestellt. Der Einfluss der Versuchsaufgaben auf die eigene Spurführung ($\bar{x} = 3,42$; $s = 1,39$), Verkehrsbeobachtung ($\bar{x} = 3,42$; $s = 1,27$) und Aufmerksamkeit ($\bar{x} = 3,31$; $s = 1,19$) wird von den Probanden insgesamt neutral bewertet. Sie sehen weder eine starke noch eine schwache Auswirkung auf ihre Fahrzeugführung. Dagegen ist bei der Einschätzung der Versuchsaufgaben hinsichtlich der Realitätsnähe mit einem Mittelwert von 2,2 und einer Standardabweichung von 1,23 eine mehrheitlich positive Resonanz festzustellen. Somit ist das Ziel erreicht, Fantasielösungen zu vermeiden und

Aufgaben zu stellen, die von den Versuchspersonen als eine getreue Abbildung der Wirklichkeit empfunden werden.

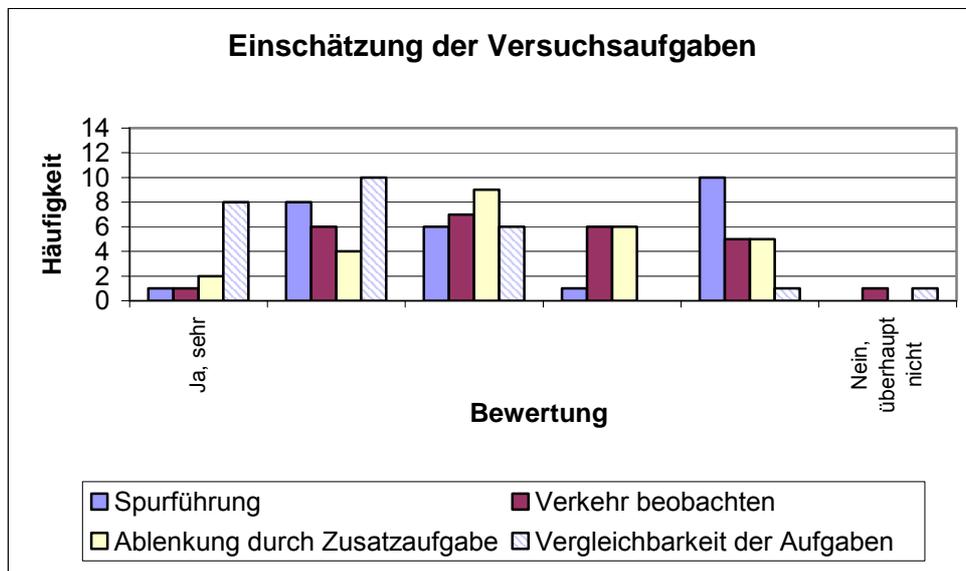


Abbildung 6-2: Verteilung der Einschätzung der Versuchsaufgaben durch die Versuchspersonen

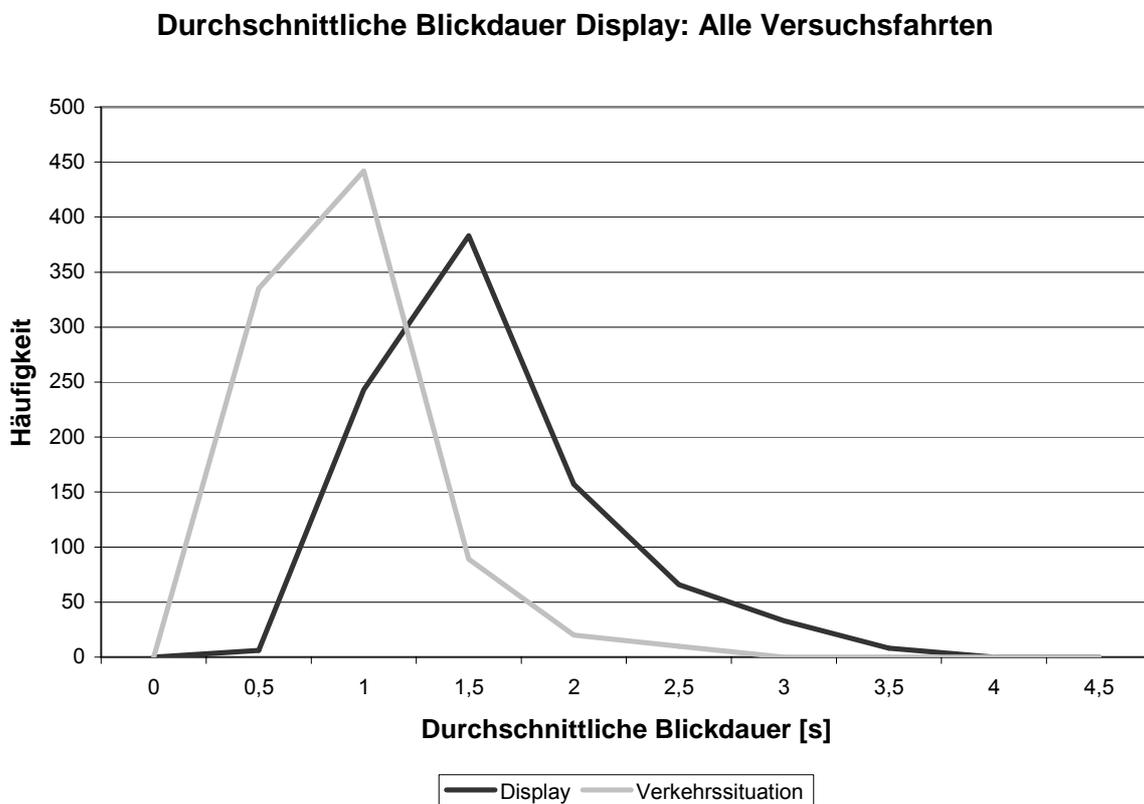


Abbildung 6-3: Durchschnittliche Blickdauer auf das Display und auf die Verkehrssituation während der Bearbeitung einer Versuchsaufgabe. Insgesamt wird im Schnitt das Verkehrsgeschehen kürzer betrachtet als das Display.

Bei der Untersuchung des Blickverhaltens können die durchschnittlichen Blickdauern auf das Display und auf das Verkehrsgeschehen während der Bearbeitung einer Aufgabe betrachtet werden. Die Verteilung in Abbildung 6-3 zeigt, dass allgemein die Versuchspersonen im Mittel länger auf das Display schauen als auf die Verkehrssituation. Die Werte der durchschnittlichen Blickdauer auf das Display befinden sich insgesamt zwischen 0,47 und 3,34 Sekunden. Dabei beträgt der Mittelwert 1,35 Sekunden bei einer Standardabweichung von 0,54 Sekunden. Dagegen liegt das arithmetische Mittel für die durchschnittliche Blickdauer auf das Verkehrsgeschehen bei 0,67 Sekunden mit einer Standardabweichung von 0,35 Sekunden. Die Messwerte verteilen sich in einem Intervall von 0,2 bis 2,49 Sekunden. Das bedeutet, der gemessene mittlere Blick auf die Verkehrssituation ist im Schnitt nur halb so lang wie der durchschnittliche Blick auf das Display. Offensichtlich reicht den Versuchspersonen weniger als eine Sekunde, um eine Verkehrssituation zu erfassen.

Die gemessene minimale Blickdauer auf die Verkehrssituation gibt in einem gewissen Maß Auskunft über die von den Probanden benötigte Zeit, um eine einfache Verkehrssituation zu erkennen. Im Schnitt tasten die Probanden in mindestens 0,24 Sekunden bei einer Standardabweichung von 0,13 Sekunden das Verkehrsgeschehen ab. Das Minimum liegt dabei bei 0,04 Sekunden und das Maximum bei 1,6 Sekunden.

Maximale Blickdauer Display: Alle Versuchsfahrten

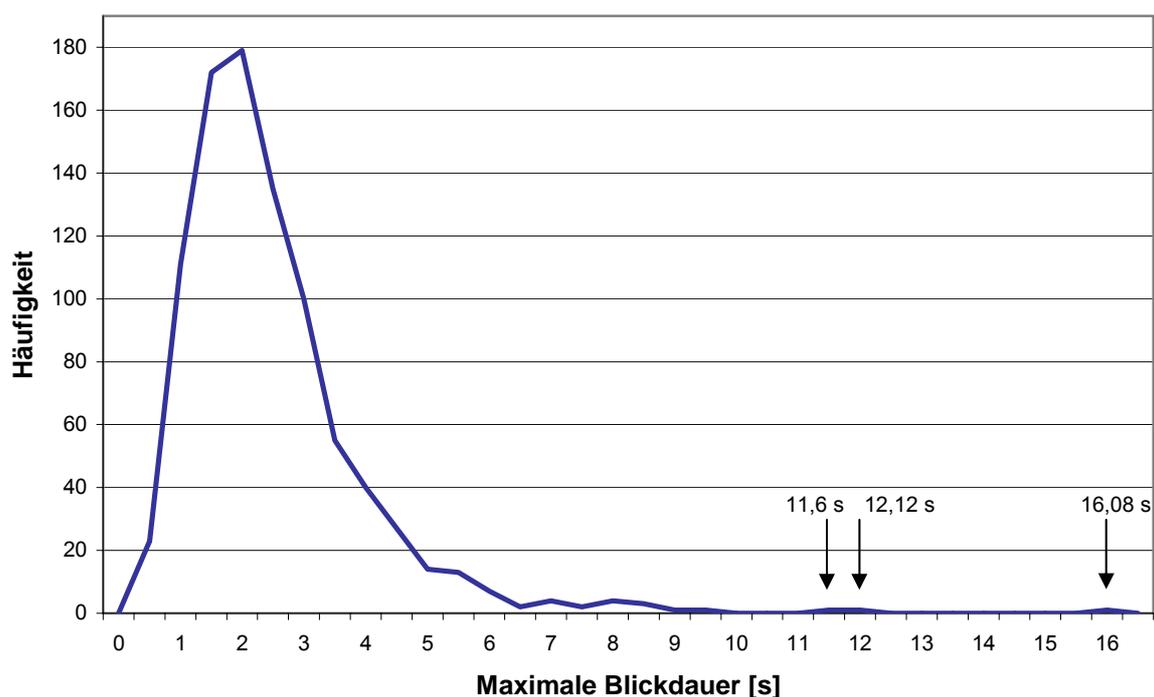


Abbildung 6-4: Verteilung der gemessenen maximalen Blickdauer auf das Display während der Bearbeitung einer tertiären Aufgabe. Die extremen Abwendungszeiten sind durch Pfeile kenntlich gemacht.

Konträr zu dieser Kenngröße kann mit der maximalen Blickdauer auf das Display bestimmt werden, wie lange die Versuchspersonen maximal bereit sind, den Blick

von der Verkehrssituation während der Bearbeitung einer tertiären Aufgabe abzuwenden. Im Mittel erlauben sich die Probanden eine maximale Blickdauer von 2,72 Sekunden mit einer Standardabweichung von 1,47 Sekunden. Die entsprechende Verteilung ist in Abbildung 6-4 aufgetragen. Auffallend sind die extremen Werte von 11,6 Sekunden, 12,12 Sekunden und 16,08 Sekunden maximaler Blickabwendung von der Verkehrssituation. Auf den ersten Blick erscheinen diese maximalen Blickdauern als Messfehler oder Ausreißer. Beides ist allerdings nicht der Fall. Die Daten sind eingehend anhand der vorhandenen Blickfilme überprüft und bestätigt, so dass eine falsche Messung ausgeschlossen werden kann. Gegen die Vermutung, es handele sich um Ausreißer, sprechen folgende Argumente. Die Werte stammen zwar alle von der gleichen Versuchsperson, dennoch treten diese Extremwerte gehäuft auf. Außerdem liegen die Werte nicht allzu weit von den maximalen Blickdauern anderer Probanden entfernt, weshalb auch nicht von einem besonderen Fahrer ausgegangen werden kann. Alleine im Intervall von acht bis zehn Sekunden befinden sich neun Messungen. Bei insgesamt 896 Messwerten entspricht dies 1 %. Im Ganzen überragen drei Prozent aller ermittelten maximalen Blickdauern die sechs Sekunden Grenze. Schließlich treten die Extremwerte nicht nur bei einem Aufgabentyp auf. Auch vermeintlich einfache Aufgaben wie „Manuell einen Radiosender einstellen“ haben lange maximale Blickzeiten auf das Display ($BD_{\max, \text{Display}} = 9,88 \text{ s}$). Welches Gefahrenpotenzial in diesen langen Blickabwendungszeiten liegt, lässt sich an einer einfachen Rechnung verdeutlichen. Wenn man davon ausgeht, dass der Fahrer nur etwa 40 km/h schnell fährt, während er die tertiäre Aufgabe bedient, bedeuten neun Sekunden maximale Blickdauer auf das Display, eine Strecke von 100 Metern, die der Fahrer zurücklegt, ohne einmal die Verkehrssituation zu überprüfen. Eine Ablenkung, die auch bei der geringen Geschwindigkeit letale Konsequenzen haben kann. Betrachtet man die Kennwerte durchschnittliche und maximale Blickdauer auf das Display gemeinsam, so kann gefolgert werden, dass sich die Versuchspersonen im Schnitt nur eine durchschnittliche Abwendung von der Straße von 1,35 Sekunden zutrauen. Werden die Fahrer allerdings von der tertiären Aufgabe so sehr in den Bann gezogen, dass sich diese unter dem Gesichtspunkt der Ressourcenverteilung von der sekundären (= Nebenaufgabe) zur primären Aufgabe (= Hauptaufgabe) wandelt, sind sie bereit, Abwendungszeiten zu akzeptieren, die weit höher liegen als die mittlere Blickdauer auf das Display.

Für die ganzheitliche Betrachtung der Versuchsaufgaben lassen sich folgende Schlussfolgerungen ziehen. Nur jeweils 25 Versuchspersonen können maximal in die Auswertung der Fragebögen und objektiven Messdaten eingehen. Die erfassten Geschwindigkeitswerte sind bedauerlicherweise zu stark verrauscht und können nicht analysiert werden. Die Versuchsfahrten werden von den Probanden überwiegend als sicher und geregelt eingestuft. Die Fahraufgabe für sich wird als einfach bezeichnet. Eine besondere Auswirkung der gestellten Aufgaben auf das eigene Fahrverhalten kann von den Teilnehmern nicht festgestellt werden. Dafür werden die Versuchsaufgaben überwiegend als vergleichbar mit bestehenden oder zukünftigen Systemen im Auto betrachtet. Die durchschnittliche Blickdauer auf das Display bei der Bearbeitung von tertiären Aufgaben liegt bei den Messwerten höher als die mittlere Blickdauer auf das Verkehrsgeschehen. Die Fahrer benötigen im Schnitt 0,67 Sekunden zur Erfassung der Verkehrssituation. Die gemessenen minimalen Blickzeiten auf das Verkehrsgeschehen offenbaren, dass eine einfache Verkehrssituation im Schnitt in circa einer Viertelsekunde von den Probanden erfasst

wird. Bei der mittleren Blickabwendung von der Straße erlauben sich die Versuchspersonen im Schnitt eine Dauer von 1,35 Sekunden. Dagegen können maximale Blickabwendungszeiten von bis zu 16,08 Sekunden erfasst werden, wenn der Fahrer seine Aufmerksamkeit primär auf die tertiäre Aufgabe richtet. Eine Zusammenfassung der Blickdaten befindet sich in Tabelle 6-1.

	Durchschnittliche Blickdauer		Maximale Blickdauer Display	Minimale Blickdauer Verkehr
	Display	Verkehr		
Minimum [s]:	0,47	0,20	0,84	0,04
Maximum [s]:	3,34	2,49	16,08	1,60
Mittelwert [s]:	1,35	0,67	2,72	0,24
Standardabweichung [s]:	0,54	0,35	1,47	0,13

Tabelle 6-1: Übersicht über alle gemessenen Blickdauern während der Bedienung von tertiären Aufgaben

6.2 Bedienung

Hinsichtlich der Bedienung, bei der eine Aufgabe gemäß der zeitlichen Ordnung der Arbeitsschritte analysiert wird, sind die drei Hypothesen Bed_1 bis Bed_3 aufgestellt. Diese vermuten einen Zusammenhang zwischen Ablenkung und Abweichung vom systemergonomischen Soll. Theoretisch sind vier Arten von Abweichungen möglich, die in insgesamt sechs Versuchsaufgaben zur Überprüfung der Bedienungshypothesen integriert sind. Für jede Versuchsaufgabe gibt es in diesem Abschnitt ein eigenes Unterkapitel, das die entsprechende Aufgabenstellung kurz wiederholt, das verwendete statistische Verfahren nennt und die Antworten der Versuchspersonen zu der Versuchsaufgabe vorstellt. Dabei werden die vier Fragen nach der Lösbarkeit der Aufgabe, der Spurhaltung, der Blickerfassung und der Konzentration auf das Fahren betrachtet, die nach jeder Aufgabe dem Fahrer gestellt werden. Außerdem wird in jedem Unterkapitel erläutert, welche Aufgabenabschnitte und Messwerte in die Auswertung eingehen und welche Reaktionen basierend auf den drei Hypothesen bei den betrachteten Kenngrößen erwartet werden. Anschließend sind jeweils die Ergebnisse beschrieben und kurz interpretiert.

6.2.1 Information aus dem Bordcomputer lesen

Bei der ersten Aufgabe zur Bedienung wird ein simultaner Bordcomputer mit einer sequentiellen Variante verglichen. Die systemergonomische Analyse verlangt dabei eine simultane Darstellung des Bordcomputers. Pro Bordcomputerausprägung muss der Proband drei Einzelaufgaben bearbeiten, die sich bei der sequentiellen Auslegung bezüglich der Anzahl der sequentiellen Schritte unterscheiden. Im Folgenden werden diese als Menütiefen bezeichnet. Bei der niedrigen Menütiefe hat der Anwender drei sequentielle Stufen zu überwinden. Bei der mittleren müssen fünf und bei der großen Menütiefe acht sequentielle Schritte bedient werden. Damit sind insgesamt vier unabhängige Einzelvergleiche denkbar. Zum einen können die drei geschilderten Menütiefen mit der jeweiligen simultanen Variante verglichen werden. Zum anderen ist es möglich, die Werte des simultanen Bordcomputers zusammenzufassen und diese zu den entsprechend vereinten sequentiellen Daten in Beziehung zu setzen. Für jeden Vergleich wird jeweils ein t-Test für abhängige Stichproben durchgeführt.

Bordcomputer: Gesamtvergleich der Fahrerbewertung								
	Aufgabe leicht lösen		Spur gut halten		Straße gut im Auge		Konzentration	
Variante:	simultan	sequentiell	simultan	sequentiell	simultan	sequentiell	simultan	sequentiell
α -Fehler:	0,005		0,172		0,910		0,103	
Mittelwert \bar{x} :	1,59	1,87	2,09	2,20	2,19	2,36	2,20	2,36
Standardabweichung s :	0,77	1,00	0,77	0,77	0,75	0,85	0,81	0,86

Tabelle 6-2: Irrtumswahrscheinlichkeit für die zusammengefasste Einschätzung der Bordcomputeraufgaben durch die Versuchspersonen. Nur bei der Frage nach der Schwierigkeit der Aufgabe ist ein signifikanter Unterschied zu erkennen.

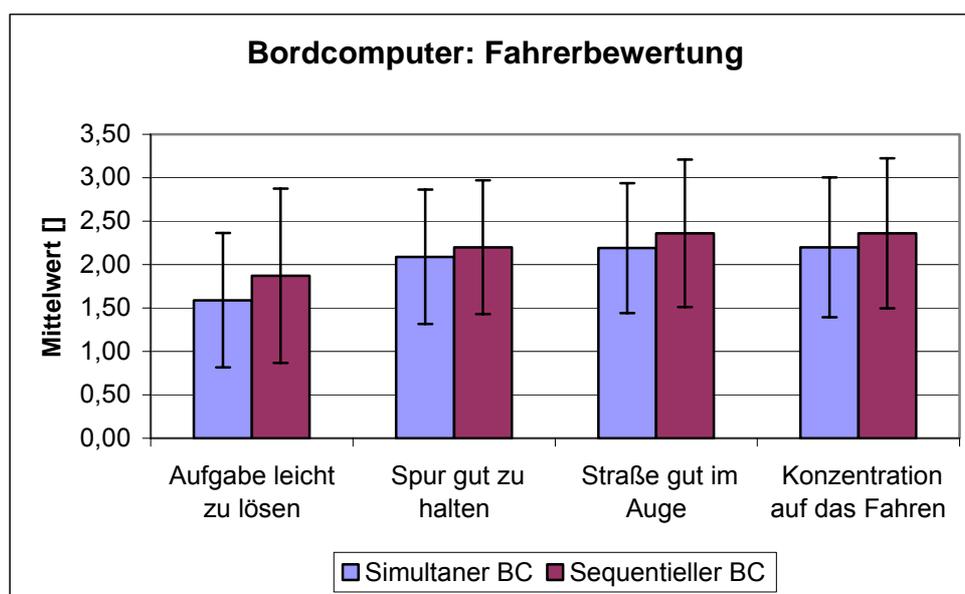


Abbildung 6-5: Mittelwerte und Standardabweichungen für die Bewertung des Bordcomputers durch die Probanden

Werden die Antworten der Versuchspersonen mit diesem statistischen Verfahren verglichen, ergeben sich für die zusammengefassten Werte die in Tabelle 6-2 und Abbildung 6-5 aufgetragenen α -Fehler, Mittelwerte und Standardabweichungen. Nur bei der Frage nach der Schwierigkeit der Aufgabe ist ein signifikanter Unterschied festzustellen. Die Antworten zur Spurhaltung und der Konzentration auf das Fahren liegen im statistisch nicht aussagefähigen Bereich. Bei der Beobachtung der Straße bewerten die Versuchspersonen die beiden Varianten nicht unterschiedlich. In Tabelle 6-3 sind die Ergebnisse für die paarweisen Vergleiche aufgelistet. Mit den Einzelvergleichen der subjektiven Antworten der Versuchspersonen ist kein eindeutiger Trend zu erkennen. Bei der mittelaufwändigen Bordcomputeraufgabe ergeben sich überhaupt keine signifikanten Unterschiede. Bei der niedrigen Menütiefe sind nur die Antworten zum Blickverhalten und der Aufmerksamkeit signifikant. Die beiden anderen Einschätzungen erlauben keine statistisch abgesicherte Aussage. Schließlich ergibt sich eine signifikante Irrtumswahrscheinlichkeit bei der aufwändigsten Bordcomputeraufgabe hinsichtlich der Lösbarkeit der Aufgabe. Die drei anderen Fragen werden dagegen in diesem Fall alle gleichwertig beantwortet. Folgende Schlussfolgerungen lassen sich insgesamt aus den Antworten ziehen. Erstens wird allgemein die sequentielle Gestaltung einer eigentlich simultanen Aufgabe als schwerer zu bedienen empfunden. Dabei hängt zweitens offensichtlich diese Einschätzung von der Anzahl der geforderten sequentiellen Schritte ab, da sich in diesem Zusammenhang nur für die große

Menütiefe signifikante Unterschiede ergeben. Drittens sehen die Versuchspersonen ihre eigene Fahrleistung durch die verschiedenen Systemausprägungen nicht unterschiedlich beeinflusst.

Bordcomputer: Einzelvergleich der Fahrerbewertung										
		Aufgabe leicht lösen		Spur gut halten		Straße gut im Auge		Konzentration		
		simultan	sequentiell	simultan	sequentiell	simultan	sequentiell	simultan	sequentiell	
Menütiefe	niedrig	Variante:		0,203		0,090		0,032		
		α-Fehler:	0,203		0,090		0,032		0,032	
		Mittelwert []:	1,64	1,84	2,04	2,32	2,12	2,40	2,12	2,40
		Standardabweichung []:	0,81	1,11	0,68	0,90	0,60	0,87	0,73	0,82
	mittel	α-Fehler:	0,647		1,000		0,703		0,832	
		Mittelwert []:	1,68	1,76	2,20	2,20	2,32	2,40	2,32	2,36
		Standardabweichung []:	0,85	0,83	0,82	0,71	0,85	0,82	0,85	0,86
	groß	α-Fehler:	0,004		0,746		0,405		0,405	
		Mittelwert []:	1,44	2,00	2,04	2,08	2,12	2,28	2,16	2,32
Standardabweichung []:		0,65	1,08	0,84	0,70	0,78	0,89	0,85	0,95	

Tabelle 6-3: α-Fehler, Mittelwerte und Standardabweichungen für den von der Menütiefe abhängigen Vergleich der Bordcomputeraufgaben. Die drei Menütiefen repräsentieren die Anzahl der sequentiellen Schritte beim Bordcomputer. Ein einheitlicher Trend ist bei den Antworten nicht zu erkennen.

Bei der Auswertung der objektiven Messdaten werden nur die Aufgabensequenzen miteinander verglichen, bei denen sich die beiden Bordcomputervarianten unterscheiden. Diese Sequenz ist beim sequentiellen Bordcomputer für den Bedienzeitraum ab erstmaligem Betreten der ersten Menüebene, die eine Bordcomputerinformation anzeigt, bis zur Erfüllung der Aufgabenstellung definiert. Der vergleichbare Zeitabschnitt bei der simultanen Version wird durch das erstmalige Betreten der Menüebene mit simultaner Anzeige bis zur Erfüllung der Aufgabe festgelegt.

Zur Untersuchung der Bordcomputeraufgaben werden die fünf Kenngrößen Bediendauer, kumulierte, durchschnittliche sowie maximale Blickdauer auf das Display und Spurfehler verwendet. Bei den drei erstgenannten Messgrößen sind nur Messwerte in die Analyse einbezogen, bei denen freie Fahrt herrscht, da sich die auftretende Verkehrsbehinderung ungleichmäßig über die Versuchsfahrten verteilt. Bei der niedrigen Menütiefe entspricht das 20, bei der mittleren Tiefe 19 und bei der großen Menütiefe 21 Versuchspersonen, so dass insgesamt 60 Wertepaare beim generellen Vergleich für die drei Parameter herangezogen werden. Eine Einflussnahme der Verkehrssituation auf die maximale Blickdauer oder der Anzahl der Spurfehler ist nicht zu erwarten, so dass in diesen Fällen alle Versuchsdaten verwendet werden.

Ausgehend von den allgemein aufgestellten Hypothesen lassen sich Einzelhypothesen für die jeweiligen untersuchten Kenngrößen aufstellen. Bei der zusammengefassten Betrachtung der Bordcomputerdaten wird voraussichtlich die simultane Variante bei der Bediendauer, der kumulierten Blickdauer und bei den Spurfehlern besser abschneiden. Die sequentielle Auslegung ist bedienaufwändiger was sich in diesen Parametern widerspiegeln wird. Unterschiede sind dagegen bei der maximalen und durchschnittlichen Blickdauer nicht zu erwarten. Wie schon die Betrachtung der allgemeinen Ergebnisse gezeigt hat, werden die Fahrer automatisch bestrebt sein, den Blick im Mittel nicht zu lange von der Straße abzuwenden. Außerdem sind die Menüebenen der beiden Bordcomputervarianten visuell nicht sehr belastend (vgl. Abbildung 4-4). Zum einen wird bei der sequentiellen Darstellung nur eine Information mit einer „weiter“-Taste angezeigt und zum anderen überschreitet die Anzahl der dargebotenen simultanen Auswahlmöglichkeiten die 7 ± 2

Grenze nicht. Die Einzelvergleiche lassen bei den sequentiell aufwändigen Bordcomputeraufgaben mit großer Menütiefe signifikante Unterschiede zu Gunsten der simultanen Darstellung erwarten. Hier stehen erneut die Punkte Bediendauer, kumulierte Blickdauer und Spurfehler im Vordergrund. Die leichteren Bordcomputeraufgaben mit geringer oder mittlerer Menütiefe werden keine so deutlichen Unterschiede hervorbringen.

Bordcomputer: Gesamtvergleich										
Variante:	Bediendauer [s]		kum. Blickdauer [s]		mittl. Blickdauer [s]		max. Blickdauer [s]		Spurfehler []	
	simultan	sequentiell	simultan	sequentiell	simultan	sequentiell	simultan	sequentiell	simultan	sequentiell
α -Fehler:	0,008		0,022		0,022		0,116		0,008	
Mittelwert:	7,41	9,19	4,58	5,64	1,19	1,06	1,92	1,77	0,41	0,76
Standardabweichung:	3,20	4,85	2,12	3,53	0,42	0,40	0,87	0,76	0,64	1,09

Tabelle 6-4: α -Fehler, Mittelwerte und Standardabweichungen der objektiven Kenngrößen für die zusammengefassten Bordcomputeraufgaben. Nur die maximale Blickdauer auf das Display liegt im statistisch nicht aussagefähigen Bereich.

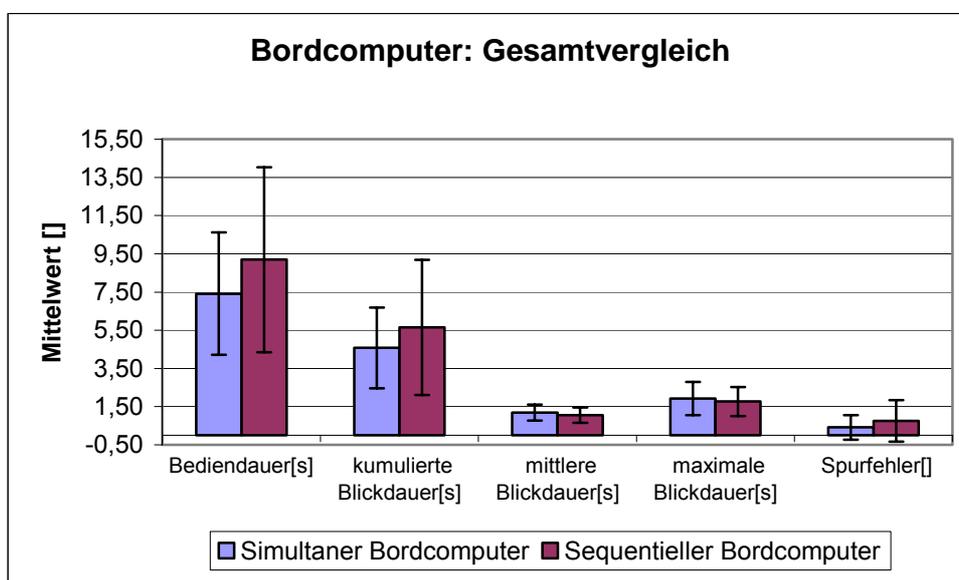


Abbildung 6-6: Mittelwerte und Standardabweichung der betrachteten Kenngrößen bei den zusammengefassten Bordcomputeraufgaben

Tabelle 6-4 und Abbildung 6-6 geben die Werte der fünf untersuchten Kenngrößen für die zusammengefasste Betrachtung wieder. Wie prognostiziert, ergeben sich bei der Bediendauer, der kumulierten Blickdauer auf das Display und dem Spurfehler signifikante Unterschiede zu Gunsten der simultanen Lösung. Überraschenderweise liegt die Irrtumswahrscheinlichkeit bei der mittleren Blickdauer ebenfalls unterhalb des festgelegten Signifikanzniveaus und bevorzugt den sequentiellen Bordcomputer. Bei der maximalen Blickdauer ist keine statistisch abgesicherte Aussage möglich. Die hohe Standardabweichung beim Spurfehler der sequentiellen Variante ergibt sich aus einer Versuchsperson, die einmal sieben Spurfehler aufweist. Wird dieser Proband als Ausreißer betrachtet und aus der Auswertung genommen, ändert sich die Irrtumswahrscheinlichkeit jedoch nur minimal auf $\alpha = 0,01$.

Die Ergebnisse der fünf Kenngrößen für die von der Menütiefe abhängigen Einzelvergleiche sind in Tabelle 6-5 zusammengetragen. Wie erwartet, ergeben sich die signifikanten Unterschiede bei der Bordcomputeraufgabe mit großer Menütiefe. Bei Bediendauer, kumulierter Blickdauer und Spurfehler schneidet die simultane

Variante besser ab. Bei der durchschnittlichen und maximalen Blickdauer auf das Display zeigen sich keine Differenzen. Genau umgekehrt stellt es sich bei der mittleren Menütiefe dar. Hinsichtlich der Bediendauer, kumulierten Blickdauer und der Spurfehler ist kein Unterschied erkennbar. Dafür liegen überraschenderweise sowohl die mittlere als auch die maximale Blickdauer bei der simultanen Variante in diesem Fall signifikant höher. Untersucht man die niedrige Menütiefe, ist allerdings bei diesen beiden Kenngrößen erneut kein Unterschied zu finden. Die Bediendauer, kumulierte Blickdauer und der Spurfehler liegen im statistisch nicht aussagefähigen Bereich.

Bordcomputer: Einzelvergleiche der objektiven Kenngrößen							
		niedrige Menütiefe		mittlere Menütiefe		große Menütiefe	
Variante:		simultan	sequentiell	simultan	sequentiell	simultan	sequentiell
Bedien- dauer	α-Fehler:	0,095		0,335		0,000	
	Mittelwert [s]:	6,18	5,28	9,33	8,43	6,91	13,79
	Standardabweichung [s]:	2,07	2,16	3,62	2,61	3,08	4,57
kum. Blick- dauer	α-Fehler:	0,096		0,314		0,000	
	Mittelwert [s]:	3,68	2,94	5,73	5,03	4,38	8,77
	Standardabweichung [s]:	1,37	1,45	2,51	2,03	1,94	3,63
mittl. Blick- dauer	α-Fehler:	0,361		0,004		0,990	
	Mittelwert [s]:	1,04	0,94	1,38	1,05	1,17	1,17
	Standardabweichung [s]:	0,22	0,45	0,48	0,33	0,46	0,41
max. Blick- dauer	α-Fehler:	0,674		0,002		0,752	
	Mittelwert [s]:	1,60	1,68	2,15	1,67	2,02	1,96
	Standardabweichung [s]:	0,76	0,99	0,87	0,57	0,92	0,66
Spur- fehler	α-Fehler:	0,149		0,478		0,011	
	Mittelwert [s]:	0,36	0,80	0,56	0,68	0,32	0,80
	Standardabweichung [s]:	0,49	1,47	0,65	0,80	0,75	0,91

Tabelle 6-5: α-Fehler, Mittelwerte und Standardabweichungen der fünf Kenngrößen bei der Bordcomputeraufgabe abhängig von der gestellten Menütiefe

Auf den ersten Blick erscheinen die Ergebnisse aus den drei Einzelvergleichen verwirrend. Nur die Ergebnisse der großen und niedrigen Menütiefe erfüllen die Erwartungen. Wenn es die sequentielle Variante erfordert, tief in die Struktur vorzudringen, ergeben sich signifikante Unterschiede bei der Bediendauer, kumulierten Blickdauer und dem Spurfehler. Bei der niedrigen Menütiefe liegen diese drei Kenngrößen im statistisch nicht aussagefähigen Bereich. Mittlere und maximale Blickdauer werden bei der großen und niedrigen Menütiefe von der Systemauslegung nicht beeinflusst. Die drei Parameter Bediendauer, kumulierte Blickdauer und Spurfehler verhalten sich bei der mittleren Menütiefe ebenfalls gemäß den eingangs gestellten Einzelhypothesen. Allerdings wird das signifikant schlechtere Abschneiden der simultanen Version beim mittleren und maximalen Blick nicht vorhergesehen. Man darf sich jedoch von dem Ergebnis nicht täuschen lassen, da die Werte der simultanen Variante nicht extrem schlecht, sondern die Daten der sequentiellen Darstellung extrem gut sind. Vergleicht man die Mittelwerte der beiden Kenngrößen mit den Werten aus der Gesamtbetrachtung (vgl. Kapitel 6.1), ist zu erkennen, dass die mittlere und maximale Blickdauer auf das Display bei der sequentiellen Lösung deutlich unterhalb dem Gesamtdurchschnitt ($BD_{\max;ges}: \bar{x} = 2,72 \text{ s}$; $BD_{\text{avg};ges}: \bar{x} = 1,35 \text{ s}$) liegt. Bei der simultanen Variante decken sich nahezu die Werte. Eine Erklärung für diesen Umstand findet sich in der Darstellung des Bordcomputers. Während bei der sequentiellen Variante nur immer eine Angabe pro Menüebene angezeigt wird, erscheint auf dem simultanen Bildschirm jeder Hinweis gleichzeitig. Deshalb muss der Anwender die Anzeige bei

der zeitgleichen Version etwas länger betrachten, bis er die gewünschte Angabe gefunden hat. Wird die Menüebene mit den simultanen Bordcomputerinformationen aufgerufen, ist als erstes das linke obere Feld graphisch hervorgehoben (vgl. Abbildung 2-4). Die gesuchten Angaben für die große bzw. niedrige Menütiefe befinden sich direkt neben oder unterhalb dieser Markierung und können sofort vom Anwender detektiert werden. Der Ölstand, die gesuchte Information bei der mittleren Tiefe, liegt dagegen rechts unten und ist nicht sofort zu erkennen. Das erklärt, weshalb die Blickdauern in diesem Fall höher liegen als zuerst erwartet. Dieser Umstand liefert auch die Begründung, weshalb bei der Gesamtbetrachtung der Bordcomputerwerte bei der mittleren Blickdauer entgegen der Erwartungen ein signifikant niedrigerer Wert bei der sequentiellen Bordcomputerauslegung zu ermitteln ist.

Betrachtet man die Bordcomputeraufgabe zusammengefasst, wird die eingangs gestellte Hypothese Bed_1 eindeutig erfüllt. Die Kenngrößen Bediendauer, kumulierte Blickdauer auf das Display, mittlere Blickdauer auf das Display und Spurfehler belegen die stärkere Ablenkung bei einer sequentiellen Darstellung einer eigentlich simultanen Aufgabe. Die Annahme Bed_3 wird bedingt bestätigt, weil zwar bei der Aufgabe mit vielen sequentiellen Schritten signifikante Unterschiede gefunden werden, sich der Trend allerdings bei den etwas leichteren Aufgaben nicht fortsetzen lässt. Die beiden formulierten subjektiven Hypothesen Sub_1 und Sub_2 werden durch die Antworten der Versuchspersonen bestätigt. Insgesamt betrachtet, ergeben sich bei der Einschätzung der Aufgabenschwierigkeit signifikante Unterschiede zu Lasten der systemergonomisch ungünstigen Lösung. Währenddessen bewerten die Probanden die eigene Fahrleistung als gleichwertig, obwohl bei den objektiven Messwerten signifikante Differenzen feststellbar sind.

6.2.2 Bass/Höhen verstellen im Radio

Die Versuchsaufgabe „Bass/Höhen verstellen im Radio“ geht von der Abweichung aus, dass mehr sequentielle Schritte als notwendig aufgereiht werden. Dafür sind vier Aufgabenvarianten generiert, bei denen bis zur Erfüllung der Aufgabenstellung fünf, sechs, sieben oder acht Schritte zu bearbeiten sind. Für die statistische Auswertung wird daher eine einfaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholung durchgeführt. Die mögliche α -Fehlerkumulierung wird mittels der Bonferoni-Korrektur ausgeglichen. Um die vier Systemauslegungen zu bedienen, muss der Proband im LfE-Cruise den Bass oder die Höhen im Radio anpassen. Dieser Abschnitt fasst die Auswertung und Ergebnisse der Versuchsaufgabe zusammen, indem die Einschätzung der Versuchsperson, die Prämissen bei der Auswertung der objektiven Daten, die Einzelhypothesen für die Kenngrößen, die einzelnen Resultate und eine kurze Interpretation der Ergebnisse vorgestellt werden.

Die Antworten der Versuchspersonen auf die Fragen zur Versuchsaufgabe sind in Abbildung 6-7 graphisch aufgezeichnet. Die entsprechenden Werte (vgl. Tabelle 6-6) zeigen zwei Resultate. Zum einen machen die Versuchspersonen bei der Einschätzung der Lösbarkeit keinen Unterschied zwischen fünf und sechs sowie sieben und acht Schritten. Wird eine Ausprägung mit fünf Schritten mit einer Aufgabe von sieben oder acht sequentiellen Stufen verglichen, ergibt sich ein signifikanter Unterschied. Gleiches gilt bei einem Vergleich von fünf Schritten mit sieben oder acht Stufen. Zum anderen werden die Fragen nach der Spurführung, Beobachtung der Straße und der Aufmerksamkeit von den Probanden alle gleich beantwortet. Nur die

Variante mit acht sequentiellen Schritten wird offensichtlich etwas gesondert eingeschätzt, obwohl nur bei vier Vergleichen ein signifikanter Unterschied zu erkennen ist und die restlichen Gegenüberstellungen im statistisch nicht aussagefähigen Bereich liegen.

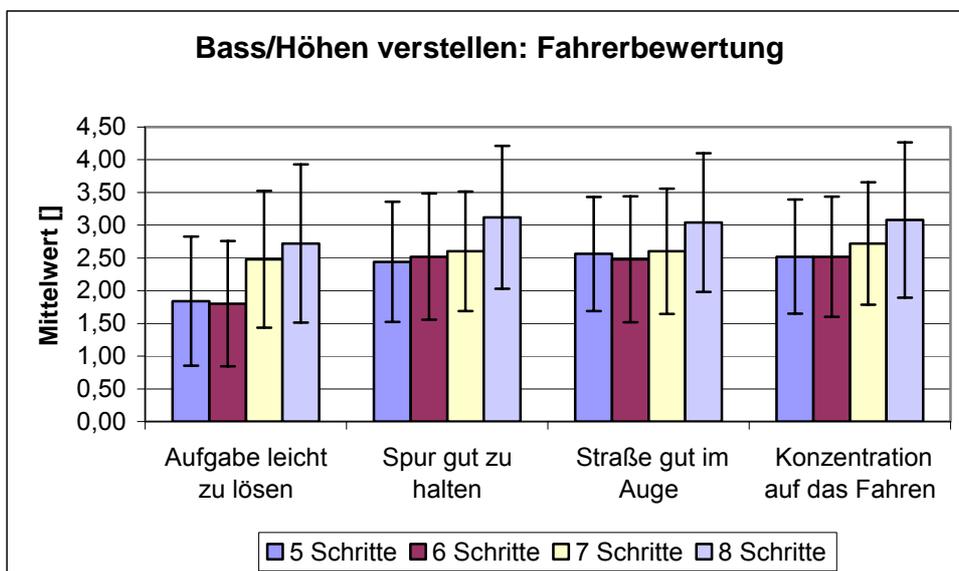


Abbildung 6-7: Mittelwerte und Standardabweichungen der Beurteilung der Versuchsaufgabe „Bass/Höhen verstellen im Radio“ durch die Versuchspersonen

		Aufgabe leicht lösen				Spur gut halten				Straße gut im Auge				Konzentration			
Schritte		fünf	sechs	sieben	acht	fünf	sechs	sieben	acht	fünf	sechs	sieben	acht	fünf	sechs	sieben	acht
α-Fehler	fünf		1,000	0,022	0,006		1,000	1,000	0,009		1,000	1,000	0,045		1,000	1,000	0,078
	sechs			0,024	0,006			1,000	0,019			1,000	0,014			1,000	0,078
	sieben				1,000				0,122				0,051				0,216
	acht																
Mittelwert: \bar{x}		1,84	1,80	2,48	2,72	2,44	2,52	2,60	3,12	2,56	2,48	2,60	3,04	2,52	2,52	2,72	3,08
Standardabw.: σ		0,99	0,96	1,05	1,21	0,92	0,96	0,91	1,09	0,87	0,96	0,96	1,06	0,87	0,92	0,94	1,19

Tabelle 6-6: α-Fehler, Mittelwerte und Standardabweichungen zur Einschätzung der Aufgabe „Bass/Höhen verstellen im Radio“ durch die Versuchspersonen

Bei der Auswertung der objektiven Messwerte werden die kompletten Aufgabenvarianten miteinander verglichen. Das bedeutet, es gehen alle gemessenen Werte ab der ersten Bedienung der obersten Menüebene bis zur Erfüllung der Aufgabe ein. Einschränkungen wegen der Verkehrssituation sind nicht zu machen, weil bei allen Streckenabschnitten eine ähnliche Verkehrsdichte vorherrscht.

Gemäß der formulierten Hypothesen wird sich die verstärkte Ablenkung durch die längeren Aufgabenvarianten voraussichtlich bei der Bediendauer, der kumulierten Blickdauer und dem Spurfehler signifikant zeigen. Auch ist zu vermuten, dass bei der Bedienung des LfE-Cruise vermehrt Fehler auftreten, weil durch die unnötige Erhöhung der sequentiellen Schritte der Weg zum Ziel für den Anwender verwirrender und undeutlicher wird. Die durchschnittliche und die maximale Blickdauer auf das Display werden sich dagegen zwischen den unterschiedlichen Ausprägungen nicht unterscheiden. Die gemessenen Bedien- und Blickdauern sind in Tabelle 6-7 aufgelistet. Eine Zusammenstellung der Bedien- und Spurfehler befindet sich in Tabelle 6-8.

Bass/Höhen verstellen im Radio																	
	Schritte	Bediendauer				Kum. Blickdauer				Mittl. Blickdauer				Max. Blickdauer			
		fünf	sechs	sieben	acht	fünf	sechs	sieben	acht	fünf	sechs	sieben	acht	fünf	sechs	sieben	acht
α-Fehler	fünf		0,202	0,000	0,000		0,183	0,000	0,000		0,498	0,009	0,006		1,000	0,026	0,802
	sechs			0,196	0,008			0,395	0,036			0,151	0,092			0,033	0,175
	sieben				1,000				0,344				1,000				0,563
	acht																
Mittelwert [s]:		16,85	24,00	31,47	35,34	11,51	17,11	21,04	25,16	1,20	1,30	1,48	1,44	2,40	2,43	3,34	2,82
Standardabw. [s]:		11,38	14,79	13,07	16,21	9,95	12,36	9,51	13,55	0,53	0,49	0,62	0,56	1,57	1,16	1,67	1,15

Tabelle 6-7: α-Fehler, Mittelwerte und Standardabweichungen der Bedien- und Blickdauern bei der Verstellung von Bass/Höhen im Radio

Bass/Höhen verstellen im Radio													
	Schritte	Falsche Menüauswahl				Bedienfehlerquotient				Spurfehler			
		fünf	sechs	sieben	acht	fünf	sechs	sieben	acht	fünf	sechs	sieben	acht
α-Fehler	fünf		1,000	0,000	0,000		0,000	1,000	0,656		1,000	0,132	0,660
	sechs			0,000	0,000			0,000	0,000			0,539	1,000
	sieben				0,000				1,000				1,000
	acht												
Mittelwert []:		0,24	0,36	2,76	1,36	1,46	2,45	1,56	1,61	1,32	1,64	2,12	1,76
Standardabw. []:		0,52	0,64	0,83	0,57	0,42	0,83	0,44	0,45	1,70	1,29	1,51	1,33

Tabelle 6-8: α-Fehler, Mittelwerte und Standardabweichungen der Bedien- und Spurfehler bei der Verstellung von Bass/Höhen im Radio

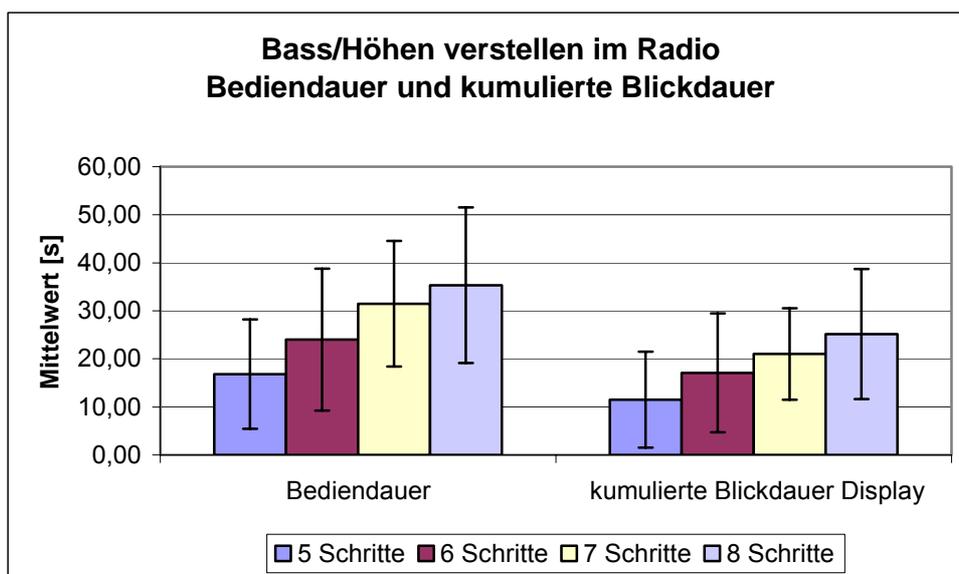


Abbildung 6-8: Mittelwerte und Standardabweichungen der Bediendauer und der kumulierten Blickdauer beim Verstellen von Bass und Höhen im Radio

Der Abbildung 6-8 ist zu entnehmen, wie die Bediendauer und die kumulierte Blickdauer mit der Anzahl der notwendigen sequentiellen Schritte konstant ansteigt. Allerdings kann in beiden Fällen ein signifikanter Unterschied nur immer zwischen zwei sequentiellen Stufen gefunden werden. Zwischen fünf und sechs sowie sechs und sieben sequentiellen Schritten liegt bei der Bediendauer die Irrtumswahrscheinlichkeit im nichtaussagekräftigen Bereich. Die mittleren Bediendauern der beiden längsten Varianten unterscheiden sich nicht. Bei der kumulierten Blickdauer gibt es keine Differenzen sowohl zwischen sechs und sieben als auch sieben und acht sequentiellen Bedienschritten. Beim Vergleich von fünf und sechs Menüstufen kann mit dem α-Fehler keine statistisch abgesicherte Aussage bezüglich der kumulierten Blickdauer getroffen werden.

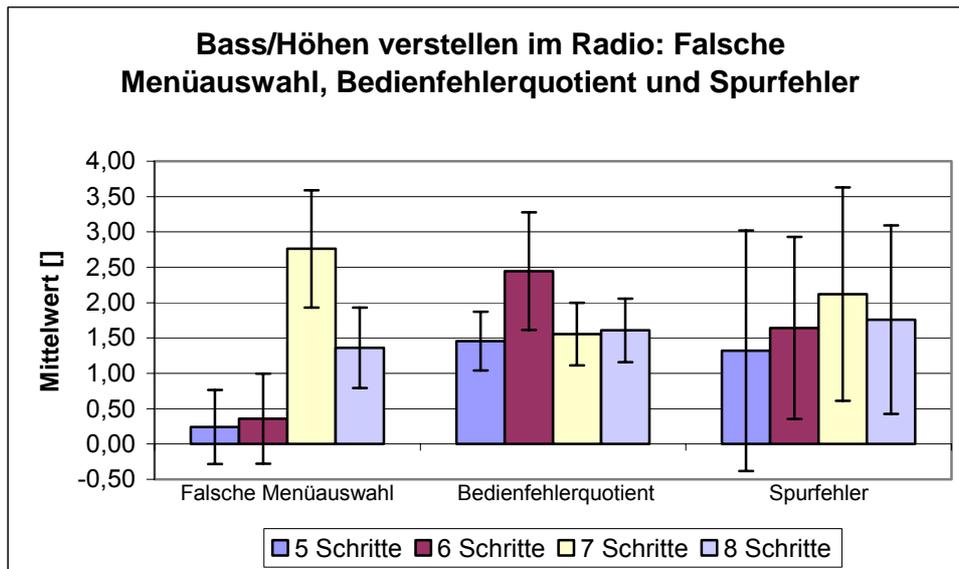


Abbildung 6-9: Mittelwerte und Standardabweichungen für Fehler bei der Bedienung und der Spurfaltung beim Verstellen von Bass oder Höhen im Radio

In Abbildung 6-9 sind die Mittelwerte und Standardabweichungen der während der Verstellung von Bass oder Höhen aufgetretenen Fehler aufgetragen. Anders als eingangs prognostiziert, treten beim Spurfehler keine signifikanten Unterschiede auf. Nur der Vergleich zwischen fünf und sieben Bedienschritten liegt im undefinierten Bereich. Bei der Betrachtung der falschen Menüauswahl wird die Vermutung bestätigt, dass durch Erhöhung der sequentiellen Schritte, der Weg zum Ziel für den Anwender schwerer aufzuspüren ist. Außer beim Vergleich zwischen fünf und sechs sequentiellen Stufen ergeben sich bei dieser Kenngröße nur signifikante Unterschiede. Dabei fällt der herausragende Mittelwert für die Ausprägung mit sieben sequentiellen Schritten auf (vgl. Abbildung 6-9). Zur Verstellung von Bass oder Höhen muss bei den zwei Versionen mit den meisten sequentiellen Stufen mit „Bearbeiten“ ein Extraschritt gewählt werden, der für viele Versuchspersonen einen Stolperstein bei der Bedienung darstellt. Bei genauer Betrachtung der Menüebene wird bestätigt, dass an dieser Stelle die mit Abstand meisten Fehler gemacht werden. Weshalb allerdings bei der Variante mit sieben Schritten ($\bar{x} = 2,56$; $s = 0,82$) bei der gleichen Menüebene signifikant ($\alpha = 0,000$) mehr Fehler passieren als bei der Auslegung mit acht Stufen ($\bar{x} = 1,12$; $s = 0,82$), ist nur mit möglichen Lerneffekten und zufälligen Einflüssen zu erklären. In die Kenngröße Bedienfehlerquotient gehen alle möglichen Bedienfehler ein, so dass die falsche Auswahl eines Menüpunktes in einer einzelnen Menüebene im Ergebnis nicht so stark durchschlägt. Das zeigt sich auch bei den vorliegenden Werten. Bei diesem Parameter ragt die Variante mit sechs sequentiellen Schritten signifikant heraus. Die Daten der anderen Systemauslegungen verhalten sich zueinander gleich. Anders als bei der falschen Menüauswahl kann für diesen Ausreißer keine gesonderte Menüebene verantwortlich gemacht werden. Bei genauer Untersuchung zeigt sich vielmehr, dass der jeweilige Bedienfehlerquotient der einzelnen sequentiellen Menüebenen bei dieser Variante stets etwas schlechter ausfällt als bei den übrigen Aufgabenauslegungen. Diese Anhäufung der Bedienfehler kann nur mit Zufall erklärt werden. Insgesamt ist eine Abhängigkeit des Bedienfehlerquotienten von der Anzahl der sequentiellen Schritte nicht zu vermuten, da die drei restlichen Aufgabenvarianten bezüglich dieser Größe in einem Bereich liegen.

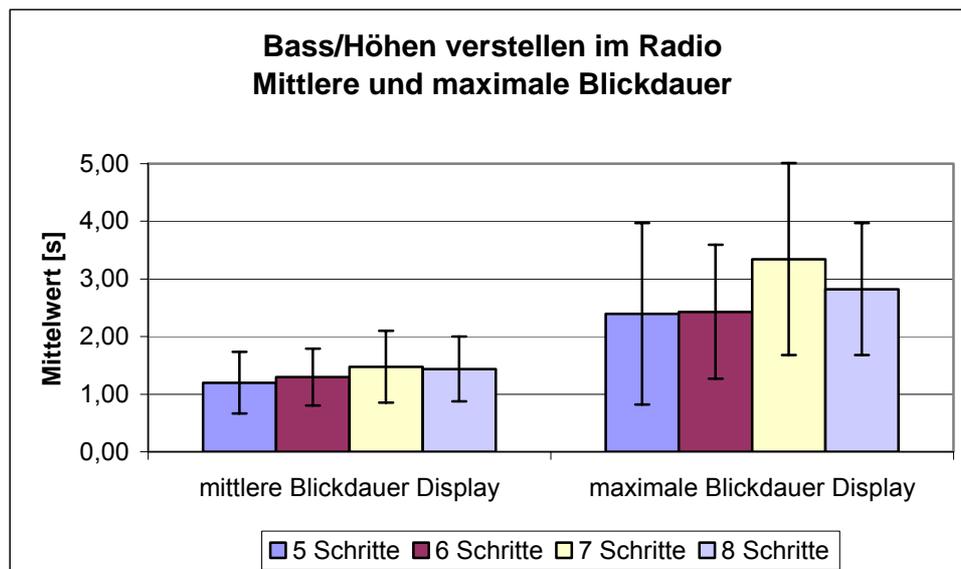


Abbildung 6-10: Mittelwerte und Standardabweichungen der mittleren und maximalen Blickdauer beim Verstellen von Bass oder Höhen im Radio

Auch die mittlere und die maximale Blickdauer auf das Display (vgl. Abbildung 6-10 und Tabelle 6-7) verhalten sich wie zu Beginn vermutet. Die durchschnittliche Blickdauer liegt bei allen vier Ausprägungen im Mittel zwischen 1,2 und 1,5 Sekunden und bewegt sich damit im Bereich der allgemein ermittelten mittleren Blickdauer (siehe Tabelle 6-1). Die Werte für sieben und acht Schritte fallen dabei etwas höher aus, als die der kürzeren Aufgaben. Besteht bei der sequentiellen Bedienung nur ein Unterschied von einem Schritt, liegt für diesen Kennwert keine signifikante Differenz vor. Nur beim Vergleich von sechs und sieben Stufen bleibt die Irrtumswahrscheinlichkeit im nichtaussagefähigen Bereich. Die α -Fehler für die Vergleiche zwischen fünf und sieben sowie fünf und acht liegen unterhalb des festgelegten Signifikanzniveaus. Für die Gegenüberstellung von sechs und acht Schritten kann keine statistisch abgesicherte Aussage getroffen werden. Insgesamt ist es schwer, eine einheitliche Tendenz zu erkennen. Vermuten lässt sich ein Anstieg der durchschnittlichen Blickdauer in Abhängigkeit von zwei sequentiellen Schritten. Dieser Zusammenhang kann mit der unnötigen Verkomplizierung der Aufgabe erklärt werden, die automatisch mit der Erweiterung der sequentiellen Schritte einhergeht. Die maximale Blickdauer ergibt keine signifikanten Unterschiede bei Vergleichen von fünf mit sechs, fünf mit acht sowie sieben mit acht Schritten. Die Irrtumswahrscheinlichkeit zwischen sechs und acht liegt im nicht aussagekräftigen Bereich. Nur die Vergleiche zwischen fünf und sieben sowie sechs und sieben zeigen eine signifikante Differenz. Der Mittelwert der maximalen Blickdauer ragt bei der Aufgabe mit sieben sequentiellen Schritten analog zur falschen Menüauswahl erneut heraus (siehe Abbildung 6-10). Die Gründe sind die gleichen wie schon bei der Kenngröße „Falsche Menüauswahl“. Der Stolperstein „Bearbeiten“ in der fünften Menüebene verursacht auch hier die längeren Maximalblickzeiten auf das Display. Dass die Aufgabenvariante mit den sieben Bedienschritten davon stärker betroffen ist als die Alternative mit acht sequentiellen Stufen, lässt sich wiederum nur mit Zufall und Lerneffekten erklären. Der Unterschied kann jedenfalls statistisch nachgewiesen werden. Die betroffene Menüebene unterscheidet sich hinsichtlich der maximalen

Blickdauer auf das Display signifikant ($\alpha = 0,017$) zwischen der Variante mit sieben ($\bar{x} = 2,66$; $s = 1,19$) und acht ($\bar{x} = 2,16$; $s = 0,95$) sequentiellen Schritten.

Insgesamt weisen vor allem die Kenngrößen Bediendauer und kumulierte Blickdauer nach, dass eine unnötige Erhöhung der sequentiellen Schritte die Ablenkung des Fahrers verstärkt. Das ist auch nicht anders zu erwarten, da automatisch mit mehr sequentiellen Ebenen eine längere Bedienung und damit auch eine im Ganzen längere Blickabwendung von der Straße einhergehen muss. Auch zeigt sich, wie durch die überflüssige Verlängerung der sequentiellen Abfolge der Weg für die Bedienung durch unnötige und teilweise auch schwierige Hürden undeutlich wird. Diese Hürden können sich in vermehrten Bedienfehlern widerspiegeln. Durch die damit einhergehende Verwirrung des Anwenders wird die Ablenkungswirkung entsprechend verstärkt. Sowohl die durchschnittliche als auch die maximale Blickdauer auf das Display reagieren empfindlicher gegenüber einer unnötigen Verlängerung der sequentiellen Bedienschritte als ursprünglich prognostiziert. Allerdings ist dies in Anbetracht der automatischen Verkomplizierung der Aufgabe nicht weiter überraschend. Unter dem Aspekt der überflüssigen Vermehrung von sequentiellen Schritten sind folglich die Hypothesen Bed_1 und Bed_3 bestätigt. Auch die Annahmen Sub_1 und Sub_2 zur subjektiven Beurteilung werden nicht widerlegt. Zwar können die Versuchspersonen die Schwierigkeit nicht pro einzelnen sequentiellen Schritt differenzieren aber im Allgemeinen wird eine unnötige Verlängerung der sequentiellen Abfolge als schwerer empfunden. Einen Einfluss dieser auftretenden Schwierigkeiten auf die eigene Fahrleistung erkennen die Fahrer jedoch nicht.

6.2.3 Temperatur verstellen (Typ1)

Der erste Typ der Versuchsaufgabe „Temperatur verstellen“ zielt auf den Einfluss der Anzahl simultaner Auswahlmöglichkeiten in einer Menüebene auf die Ablenkungswirkung ab. Bei jeder der vier unterschiedlichen Aufgabenvarianten muss der Proband die Temperatur für diverse Fahrzeuginnenbereiche einstellen. Für die Untersuchung der Hypothesen werden lediglich einzelne Menüebenen miteinander verglichen, die inhaltlich zusammenpassen. Dabei bieten sich zwei Gruppen von Ebenen für Vergleiche an. Bei der ersten Gruppe werden Menüebenen mit sechs simultanen Auswahlmöglichkeiten Alternativen mit zwölf Menüoptionen gegenüber gestellt. Die zweite Gruppe vergleicht vier Menüebenen mit jeweils drei, fünf, acht und vierzehn simultanen Auswahlmöglichkeiten untereinander. Zur Auswertung der ersten Gruppe wird ein t-Test für abhängige Stichproben verwendet. Zuvor müssen allerdings dafür die Messwerte aus jeweils zwei Aufgabenvarianten extrahiert und zusammengefasst werden. Bei der zweiten Gruppe werden lediglich die passenden Menüebenen der vier unterschiedlichen Aufgabenausprägungen betrachtet und mit Hilfe der einfaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung auf signifikante Unterschiede untersucht. Wegen der möglichen α -Fehlerkumulierung kommt die Bonferoni-Korrektur zum Einsatz. Die Betrachtung der Antworten der Versuchspersonen zu den Aufgabenvarianten macht bei dieser Aufgabenstellung keinen Sinn, weil bei der Auswertung mit einer Menüebene nur ein kurzer Ausschnitt der Aufgabenstellung betrachtet wird. Dagegen beziehen sich die Aussagen der Versuchspersonen auf die gesamte Aufgabe. Nachfolgend werden die Vorgaben bei der Auswertung sowie die aufgestellten Einzelhypothesen für die betrachteten Kenngrößen beschrieben, bevor die Ergebnisse der beiden Gruppen vorgestellt und interpretiert werden.

Mit einer Ausnahme gehen alle Messwerte in die Auswertung ein. Die Probanden können alle gestellten Versuchsaufgaben erfolgreich lösen. Mitunter herrscht bei der Bearbeitung der tertiären Aufgabe leichter Verkehr, der sich allerdings über alle Aufgabenvarianten gleichmäßig verteilt. Unter diesem Gesichtspunkt können die Werte ohne Einschränkungen miteinander verglichen werden. Eine Versuchsperson kann bisweilen nur schwer das Display wegen starker Sonneneinstrahlung bei der Ausführung einer Aufgabe ablesen. Diese Behinderung verursacht eine deutlich schlechtere Bearbeitung der Versuchsaufgabe, weshalb diese Werte bei der Auswertung nicht berücksichtigt sind.

Zur Analyse der Aufgaben werden die Kenngrößen Bediendauer, kumulierte, maximale und durchschnittliche Blickdauer auf das Display sowie Überdrehen und falsche Menüauswahl verwendet. Die beiden Parameter Spurfehler und Bedienfehlerquotient werden wegen der Beschränkung auf eine Menüebene nicht untersucht. Die Spurfehler können auf Grund ihrer Erfassung nicht zweifelsfrei einer Menüebene zugeordnet werden. Außerdem ist nicht zu erwarten, dass bei einem so kurzen Abschnitt signifikante Unterschiede bei der Spurhaltung zu erkennen sind. Der Bedienfehlerquotient misst die während der gesamten Bedienung auftretenden Bedienfehler und hat ebenfalls bei längeren Abschnitten Vorteile. Bei der Betrachtung einer einzelnen Menüebene liefern die Kenngrößen Überdrehen und falsche Menüauswahl, die auch in den Bedienfehlerquotient eingehen, hingegen detailliertere Ergebnisse.

Hinsichtlich der ersten Gruppe, also dem Vergleich von sechs zu zwölf simultanen Auswahlmöglichkeiten, wird erwartet, dass sich die verstärkte Ablenkung in einer Verlängerung der Bediendauer sowie der kumulierten und der maximalen Blickdauer zeigt. Dies ergibt sich aus der anspruchsvolleren visuellen Aufgabe der Menüebene mit zwölf Optionen. Es wird keine Unterschiede zwischen den beiden Varianten beim Überdrehen und der falschen Menüauswahl geben, weil zwar bei der systemergonomisch schlechten Lösung Bedienfehler wahrscheinlicher sind, diese jedoch bei nur einer Menüebene und der beschränkten Anzahl an Versuchspersonen statistisch kaum nachweisbar sind. Die mittlere Blickdauer wird sich ebenfalls nicht unterscheiden, da die Fahrer offensichtlich bestrebt sind, sich im Allgemeinen von einer tertiären Aufgabe nicht verstärkt ablenken zu lassen. Ein gleiches Verhalten werden die Kenngrößen bei der zweiten betrachteten Gruppe an den Tag legen. Allerdings ergeben sich voraussichtlich nur signifikante Unterschiede beim Vergleich der Menüebene mit vierzehn Auswahlmöglichkeiten mit den restlichen drei Varianten. Die Anzahl ihrer Menüoptionen liegen alle unterhalb der 7 ± 2 Einheiten und werden daher untereinander ähnlich ablenkend sein.

Temperatur verstellen (Typ1): Zwei Varianten								
	Bediendauer		Kum. Blickdauer		Max. Blickdauer		Mittl. Blickdauer	
	sechs	zwölf	sechs	zwölf	sechs	zwölf	sechs	zwölf
sim. Auswahlmöglichkeit:								
α -Fehler:	0,350		0,151		0,435		0,361	
Mittelwert [s]:	4,20	4,80	2,58	3,18	1,52	1,60	1,09	1,19
Standardabweichung [s]:	2,82	3,57	1,22	2,92	0,59	0,71	0,47	0,88

Tabelle 6-9: Irrtumswahrscheinlichkeiten, Mittelwerte und Standardabweichungen für die Bedien- und Blickdauern beim Vergleich von sechs zu zwölf simultanen Menüoptionen

Temperatur verstellen (Typ1): Zwei Varianten				
	Überdrehen		F. Menüwahl	
sim. Auswahlmöglichkeit:	sechs	zwölf	sechs	zwölf
α -Fehler:	1,000		0,322	
Mittelwert [s]:	0,18	0,18	0,04	0,10
Standardabweichung [s]:	0,39	0,53	0,20	0,37

Tabelle 6-10: Irrtumswahrscheinlichkeiten, Mittelwerte und Standardabweichungen für die betrachteten Bedienfehler beim Vergleich von sechs zu zwölf simultanen Menüoptionen

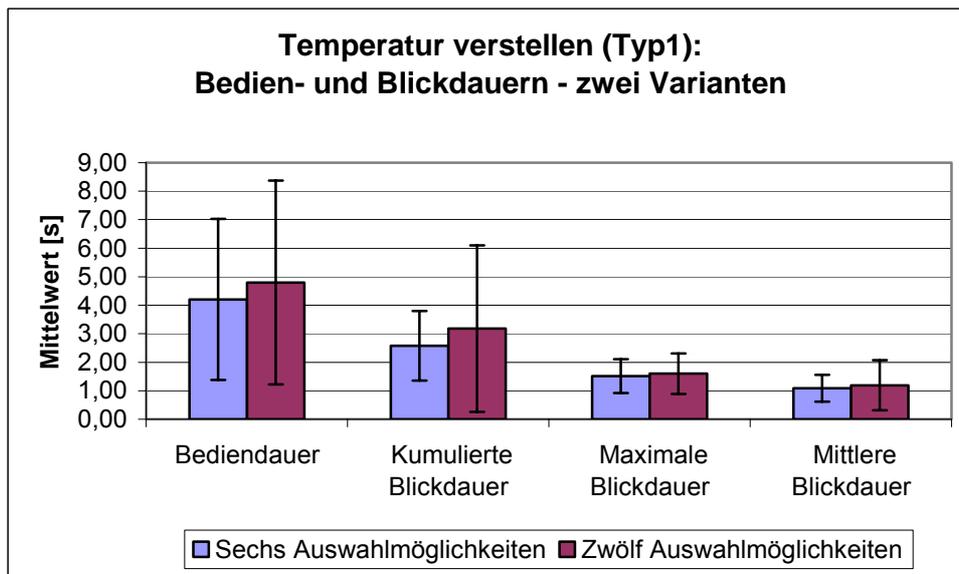


Abbildung 6-11: Graphische Darstellung der Mittelwerte und Standardabweichungen der Bedien- und Blickdauern beim Vergleich von sechs zu zwölf simultanen Menüoptionen

Die Ergebnisse der ersten Vergleichsgruppe sind in Tabelle 6-9 und Tabelle 6-10 aufgelistet. Die Mittelwerte und Standardabweichungen der Bedien- und Blickdauern sind in Abbildung 6-11 graphisch aufgetragen. Anders als prognostiziert, zeigen sich bei keiner Kenngröße signifikante Unterschiede. Lediglich der α -Fehler bei der kumulierten Blickdauer liegt im nichtaussagefähigen Bereich. Nur die Kenngrößen für die Bedienfehler erfüllen die Erwartungen. Ein Überdrehen oder eine falsche Menüauswahl treten im Ganzen verschwindend gering auf, so dass es zu keinen Unterschieden kommen kann.

Temperatur verstellen (Typ1) Vier Varianten													
		Bediendauer				Kum. Blickdauer				Max. Blickdauer			
α -Fehler	Sim. Auswahl	drei	fünf	acht	vierzehn	drei	fünf	acht	vierzehn	drei	fünf	acht	vierzehn
	drei		1,000	1,000	0,004		0,285	0,112	0,001		1,000	1,000	0,037
	fünf			1,000	0,008			1,000	0,008			0,845	0,262
	acht				0,004				0,005				0,027
	vierzehn												
Mittelwert [s]:		4,17	4,87	5,54	10,28	2,31	2,94	3,59	6,46	1,40	1,60	1,37	2,25
Standardabw. [s]:		3,39	2,69	4,74	7,64	1,78	1,95	2,87	5,50	0,63	0,84	0,77	1,46

Tabelle 6-11: α -Fehler, Mittelwerte und Standardabweichungen der Bediendauer, kumulierten Blickdauer und maximalen Blickdauer bei den Menüebenen mit drei, fünf, acht und vierzehn simultanen Auswahlmöglichkeiten

Temperatur verstellen (Typ1) Vier Varianten												
	Überdrehen				Falsche Menüauswahl				Mittl. Blickdauer			
Sim. Auswahl	drei	fünf	acht	vierzehn	drei	fünf	acht	vierzehn	drei	fünf	acht	vierzehn
Mittelwert []:	0,13	0,00	0,00	0,04	0,08	0,04	0,13	0,08	1,00	1,09	1,10	1,30
Standardabw. []:	0,45	0,00	0,00	0,20	0,28	0,20	0,34	0,41	0,46	0,74	0,35	0,60

Tabelle 6-12: Mittelwerte und Standardabweichungen der Bedienfehler und mittleren Blickdauer bei den Menüebenen mit drei, fünf, acht und vierzehn simultanen Auswahlmöglichkeiten. Die Varianzanalyse hat für diese drei Kenngrößen keine Unterschiede aufgedeckt, so dass keine Einzelvergleiche durchgeführt werden.

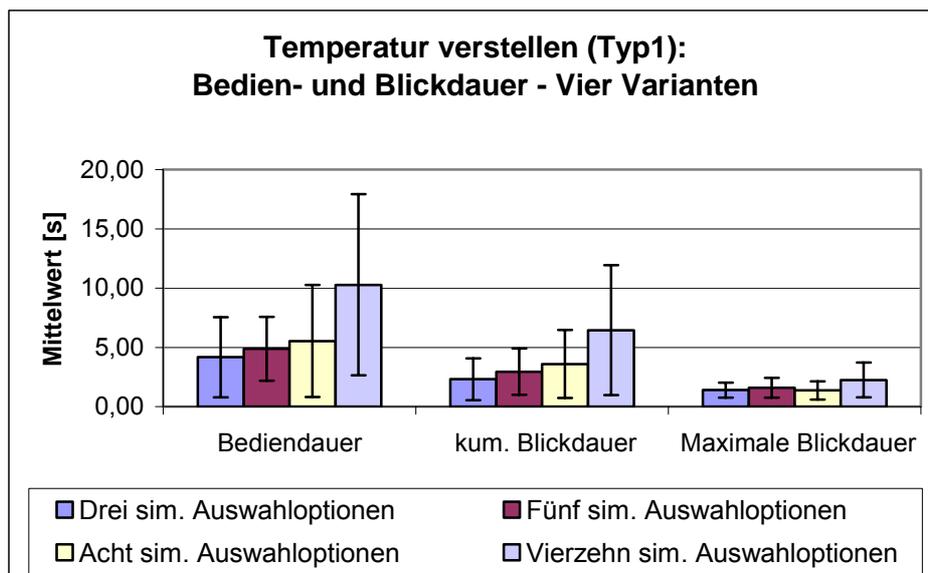


Abbildung 6-12: Mittelwerte und Standardabweichungen der Bediendauer sowie der kumulierten und der maximalen Blickdauer beim Vergleich der vier Menüebenen mit drei, fünf, acht und vierzehn simultanen Auswahlmöglichkeiten

Bei der zweiten Gruppe (Tabelle 6-11, Tabelle 6-12 und Abbildung 6-12) lassen sich mit der Varianzanalyse die Alternativhypothesen, wonach sich die vier Varianten mindestens in einem Vergleich unterscheiden, nur hinsichtlich der Kenngrößen Bediendauer, kumulierte Blickdauer und maximale Blickdauer nachweisen. Die Parameter Überdrehen ($\alpha = 0,264$), falsche Menüauswahl ($\alpha = 0,842$) und mittlere Blickdauer ($\alpha = 0,169$) ergeben keine signifikanten Unterschiede und verhalten sich wie vorhergesagt. Die Bediendauer der vierzehn simultanen Auswahlmöglichkeiten ist signifikant länger als die restlichen drei Varianten, die sich untereinander nicht unterscheiden. Ähnlich stellt sich die kumulierte Blickdauer dar. Auch hier wird insgesamt bei der Auslegung mit vierzehn Menüoptionen signifikant länger auf das Display gesehen als bei den systemergonomisch günstigen Lösungen. Diese verhalten sich erneut gleich. Lediglich der Vergleich von drei und acht Auswahlmöglichkeiten liegt bei dieser Kenngröße im nichtaussagefähigen Bereich. Betrachtet man die maximale Blickdauer, ergeben nur die Vergleiche drei mit vierzehn und acht mit vierzehn simultanen Auswahlmöglichkeiten einen signifikanten Unterschied. Die erwartete signifikante Differenz zwischen fünf und vierzehn Menüoptionen stellt sich nicht ein. Die maximale Blickdauer für fünf Auswahlmöglichkeiten liegt im Mittel etwas außerhalb der übrigen gut überschaubaren drei Menüebenen. Bei den Werten dieser Variante kommen allerdings keine Ausreißer vor. Die leichte Erhöhung resultiert nur aus der etwas

längeren Betrachtung des Displays von zwei Versuchspersonen. Bemerkenswert ist die längste gemessene maximale Blickdauer von 8,24 Sekunden für die Bedienung der Menüebene mit vierzehn Auswahlfeldern. Die Versuchsperson ist derart abgelenkt, dass sie zum einen die Geschwindigkeit reduziert und zum anderen gar nicht realisiert, wie sie während der Bedienung von einem Rennradfahrer sehr zügig überholt wird.

Temperatur verstellen (Typ1): Vergleich der Menüebenen mit zwölf Auswahlmöglichkeiten									
	Bediendauer		Kum. Blickdauer		Max. Blickdauer		Mittl. Blickdauer		
Menüebene	"links"	"rechts"	"links"	"rechts"	"links"	"rechts"	"links"	"rechts"	
α -Fehler:	0,961		0,847		0,099		0,588		
Mittelwert [s]:	4,66	4,70	3,22	3,06	1,71	1,48	1,11	1,06	
Standardabweichung [s]:	4,37	2,48	3,92	1,51	0,84	0,56	0,51	0,39	

Tabelle 6-13: α -Fehler, Mittelwerte und Standardabweichungen für die Bedien- und Blickdauern der Menüebenen mit zwölf Auswahlmöglichkeiten, die in zwei Aufgabenvarianten realisiert sind. Diese sind durch „links“ und „rechts“ gekennzeichnet.

Temperatur verstellen (Typ1): Vergleich der Menüebenen mit sechs Auswahlmöglichkeiten									
	Bediendauer		Kum. Blickdauer		Max. Blickdauer		Mittl. Blickdauer		
Menüebene:	"links"	"rechts"	"links"	"rechts"	"links"	"rechts"	"links"	"rechts"	
α -Fehler:	0,033		0,003		0,024		0,226		
Mittelwert [s]:	3,49	4,87	2,26	2,91	1,42	1,66	1,07	1,18	
Standardabweichung [s]:	2,11	3,24	1,00	1,33	0,54	0,67	0,54	0,51	

Tabelle 6-14: α -Fehler, Mittelwerte und Standardabweichungen für die Bedien- und Blickdauern der Menüebenen mit sechs Auswahlmöglichkeiten, die in zwei Aufgabenvarianten realisiert sind. Diese sind durch „links“ und „rechts“ gekennzeichnet.

Werden die beiden Vergleichsgruppen gemeinsam betrachtet, fällt auf, dass kein Messwert der ersten Gruppe die zu Beginn formulierten Einzelhypothesen erfüllt, während bei der zweiten Gruppe trotz der konservativen Bonferoni-Korrektur weitgehend alle Prognosen bestätigt werden. Dieser Umstand basiert vermutlich auf der irrigen Annahme, wonach sich die jeweiligen Menüebenen bei der ersten Gruppe mit gleicher Anzahl an Auswahlmöglichkeiten gleich bedienen lassen. Trifft diese Voraussetzung nicht zu, wird durch ein Zusammenfassen dieser Menüebenen der Vergleich unscharf. Die gleichwertige Bedienung lässt sich überprüfen, indem die beiden passenden Menüebenen miteinander mit einem t-Test für abhängige Stichproben verglichen werden. Dabei ergibt sich, dass das Verhalten der Fahrer zwischen den beiden Menüebenen mit zwölf Auswahlmöglichkeiten überhaupt nicht differiert. Nur die Irrtumswahrscheinlichkeit für die maximale Blickdauer liegt im nicht aussagefähigen Bereich (siehe Tabelle 6-13). Ganz anders verhält es sich beim Vergleich der beiden Menüebenen mit sechs Auswahlmöglichkeiten. Diese sind in Tabelle 6-14 zusammengefasst. Hier existieren signifikante Unterschiede bei der Bediendauer, der kumulierten und der maximalen Blickdauer auf das Display. Betrachtet man die beiden Menüs genauer (vgl. Abbildung 4-5) offenbart sich auch der Grund. Die Versuchsperson bekommt die Aufgabenstellung, entweder die Temperatur „Hinten links“ oder „Hinten rechts“ zu verstellen. Die beiden dafür notwendigen Menüoptionen sind bei den zwei Varianten der Menüebene unterschiedlich angeordnet. Bei der systemergonomisch guten Lösung sind die sechs Auswahlmöglichkeiten kompatibel zu der Sitzposition im Fahrzeug

aufgetragen. Die Alternative mit zwölf Feldern folgt dieser Vorgabe nicht. Das hat aber zur Folge, dass die beiden Auswahlmöglichkeiten bei der kleinen Menüebene nicht im gleichen Blickfeld liegen. Beim ersten Aufruf der Ebene ist die Menüoption „Fahrer“ oben links hervorgehoben, weshalb das unterhalb gelegene Feld „Hinten links“ sofort ins Auge fällt. Tatsächlich zeigen die Messwerte (vgl. Tabelle 6-14), wie diese Option schneller bedient und kürzer betrachtet wird als die Variante „Hinten rechts“. Bei den beiden Menüebenen mit zwölf Auswahlmöglichkeiten besteht dieses Problem nicht. Da bei der Gestaltung der Oberfläche kein Wert auf die Kompatibilität gelegt wurde, liegen die beiden Menüoptionen direkt hintereinander. Generell ist auf Grund der Messwerte der kumulierten und maximalen Blickdauer zu vermuten, dass die beiden Menüs von den Anwendern spaltenweise von links nach rechts gelesen werden. Somit ist die Grundannahme, beide Menüebenen ließen sich trotz unterschiedlicher Aufgabenstellung gleichwertig bedienen, widerlegt und eine Zusammenfassung der Messwerte nicht sinnvoll.

Dennoch kann mit den gewonnenen Ergebnissen die Hypothese Bed_1 bestätigt werden. Weicht die Systemauslegung vom systemergonomischen Soll ab und bietet mehr als 7 ± 2 simultane Auswahlmöglichkeiten an, steigt die Ablenkungswirkung. Hinsichtlich der Annahme Bed_3 ist keine eindeutige Aussage zu treffen. In Abbildung 6-12 ist zwar bei den drei kleinen Menüebenen ein konstanter Anstieg der Mittelwerte der gemessenen Bediendauer und kumulierten Blickdauer in Abhängigkeit von der Anzahl der simultanen Auswahlmöglichkeiten zu erkennen. Allerdings kann auf Grund der unterschiedlichen Standardabweichungen bei den simultanen Auswahlmöglichkeiten, die unterhalb der 7 ± 2 Grenze bleiben, statistisch keine Tendenz nachgewiesen werden. Es ist zu vermuten, dass sich in der Gesamtpopulation bei diesen Kenngrößen subtile Unterschiede ergeben, die jedoch nur mit einer größeren Anzahl an Versuchspersonen statistisch zu beweisen sind. Insgesamt darf bei der Planung einer simultanen Menüebene der graphische Einfluss nicht unterschätzt werden. Wie die Auswertung der Ebene mit sechs Auswahlmöglichkeiten gezeigt hat, unterscheidet sich die Ablenkung sogar bei einer einfachen Anordnung signifikant, wenn die gewünschte Option nicht auf den ersten Blick entdeckt wird.

6.2.4 Temperatur verstellen (Typ2)

Es kann vorkommen, dass die systemergonomische Analyse eine simultane Bedienung mit mehr als 7 ± 2 Auswahlmöglichkeiten fordert. Die Hypothese Bed_2 nimmt an, dass in diesem Fall die mit der vorausgehenden Versuchsaufgabe bewiesene Ablenkung reduziert werden kann, wenn die simultanen Optionen auf sequentielle Schritte verteilt werden. Zur Nachprüfung dieser Hypothese dienen zwei Aufgabenpaare, die im zweiten Typ der Versuchsaufgabe „Temperatur verstellen“ integriert sind und vom Anwender erneut eine Temperaturverstellung eines Fahrzeuginnenraumbereichs verlangen. Beim ersten Aufgabenpaar wird eine Menüebene mit fünf simultanen Auswahlmöglichkeiten in zwei sequentielle Schritte mit drei und vier Menüoptionen aufgebrochen. Das zweite Aufgabenpaar verteilt vierzehn simultane Auswahlmöglichkeiten auf zwei sequentielle Stufen mit fünf und vier Menüoptionen. Die Messwerte eines Aufgabenpaars werden mit Hilfe eines t-Tests für abhängige Stichproben auf Unterschiede überprüft. Dabei wird nur jeweils die eine simultane Menüebene mit den beiden Ebenen der sequentiellen Abfolge verglichen. Die Einschätzungen der Versuchspersonen werden auch bei dieser

Versuchsaufgabe nicht untersucht. Erneut wird mit den Menüebenen nur ein sehr kurzer Abschnitt betrachtet, während sich die Antworten der Probanden auf die gesamte gestellte Versuchsaufgabe beziehen. Bei beiden Aufgabenpaaren gehen alle ermittelten Messwerte in die Auswertung ein, da bei der Bearbeitung der Aufgaben nur vereinzelt leichter Verkehr auftritt, der sich außerdem gleichmäßig über alle Aufgabenvarianten verteilt. Es ergeben sich folgende Einzelhypothesen, Ergebnisse und Interpretationen.

Für die Überprüfung der aufgestellten Hypothese *Bed_2* werden die vier Kenngrößen Bediendauer, kumulierte Blickdauer, durchschnittliche Blickdauer und maximale Blickdauer auf das Display untersucht. Bedienfehler sind bei den kurzen und einfachen Menüebenen nicht in dem Maß zu erwarten, dass signifikante Unterschiede gefunden werden können. Spurfehler werden nicht ausgewertet, da diese nicht eindeutig einer Menüebene zugeordnet werden können. Folgende Einzelhypothesen werden für die vier genannten Kenngrößen abhängig von den beiden Aufgabenpaaren formuliert. Beim ersten Aufgabenpaar (fünf gegen drei und vier) werden die Bediendauer und die kumulierte Blickdauer auf das Display bei der sequentiellen Variante signifikant *länger* sein. Keine Unterschiede werden gleichzeitig bei der maximalen und durchschnittlichen Blickdauer auftreten. Die angebotenen Menüebenen sind visuell und kognitiv so anspruchslos, dass eine deutliche Veränderung dieser Kenngrößen zueinander nicht zu erwarten ist. Beim zweiten Aufgabenpaar (vierzehn gegen fünf und vier) werden die Bediendauer und die kumulierte Blickdauer bei der sequentiellen Variante signifikant *kürzer* liegen. Gleichzeitig wird die maximale Blickdauer auf das Display bei der simultanen Auslegung signifikant größer sein, da die Menüebene mit vierzehn simultanen Auswahlmöglichkeiten die 7 ± 2 Grenze deutlich überschreitet. Es ist möglich, dass die durchschnittliche Blickdauer bei der simultanen Variante signifikant höher liegt, weil die erhöhte maximale Blickdauer auf Grund der kurzen betrachteten Zeiträume den Durchschnitt beeinflusst.

Temperatur verstellen (Typ2): Sequentielles Menü gegen fünf simultane Optionen									
	Bediendauer		Kum. Blickdauer		Max. Blickdauer		Mittl. Blickdauer		
sim. Auswahlmöglichkeit:	drei und vier	fünf	drei und vier	fünf	drei und vier	fünf	drei und vier	fünf	
α -Fehler:	0,123		0,120		0,263		0,273		
Mittelwert [s]:	5,86	4,65	3,98	3,12	1,83	1,53	1,34	1,03	
Standardabweichung [s]:	3,36	2,58	2,22	2,11	1,41	0,58	1,45	0,39	

Tabelle 6-15: α -Fehler, Mittelwerte und Standardabweichungen für die Bedien- und Blickdauern beim Vergleich einer simultanen Menüebene mit fünf Optionen gegen zwei sequentielle Menüebenen

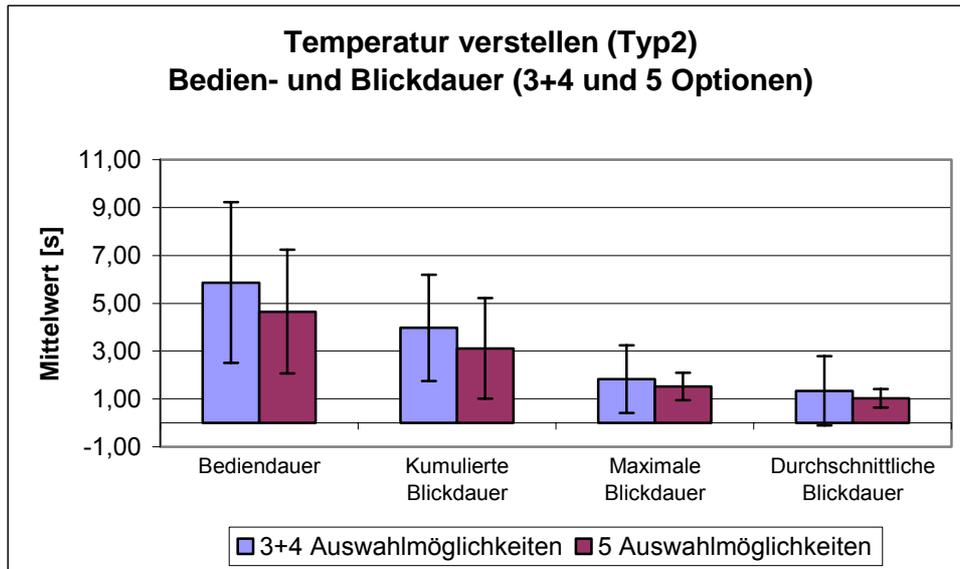


Abbildung 6-13: Mittelwerte und Standardabweichungen für die Bedien- und Blickdauern beim Vergleich einer simultanen Menüebene mit fünf Optionen gegen zwei sequentielle Menüebenen

Die Ergebnisse der Bedien- und Blickdauern für das erste Aufgabenpaar sind in Tabelle 6-15 und in Abbildung 6-13 aufgetragen. Die Bediendauer und die kumulierte Blickdauer auf das Display sind bei der simultanen Menüebene zwar im Mittel kürzer, der jeweilige α -Fehler liegt jedoch im nichtaussagekräftigen Bereich. Wie vorhergesagt gibt es bei der maximalen und der durchschnittlichen Blickdauer keine Unterschiede. Bedienfehler treten bei diesem Aufgabenpaar kaum auf und werden deshalb in keiner Tabelle präsentiert. Es kann kein Überdrehen festgestellt werden und bei den sequentiellen Schritten kommt keine falsche Menüauswahl vor. Bei der Menüebene mit fünf simultanen Auswahlmöglichkeiten wird im Schnitt 0,04-mal eine falsche Auswahl getroffen.

Temperatur verstellen (Typ2): Sequentielles Menü gegen vierzehn simultane Optionen									
	Bediendauer		Kum. Blickdauer		Max. Blickdauer		Mittl. Blickdauer		
	fünf und vier	vierzehn	fünf und vier	vierzehn	fünf und vier	vierzehn	fünf und vier	vierzehn	
sim. Auswahlmöglichkeit:	fünf und vier	vierzehn	fünf und vier	vierzehn	fünf und vier	vierzehn	fünf und vier	vierzehn	
α -Fehler:	0,006		0,011		0,016		0,051		
Mittelwert [s]:	5,87	9,58	4,38	6,98	1,64	2,37	1,10	1,36	
Standardabweichung [s]:	5,55	6,87	5,10	5,81	0,79	1,48	0,41	0,65	

Tabelle 6-16: α -Fehler, Mittelwerte und Standardabweichungen für die Bedien- und Blickdauern beim Vergleich einer simultanen Menüebene mit vierzehn Optionen gegen zwei sequentielle Menüebenen

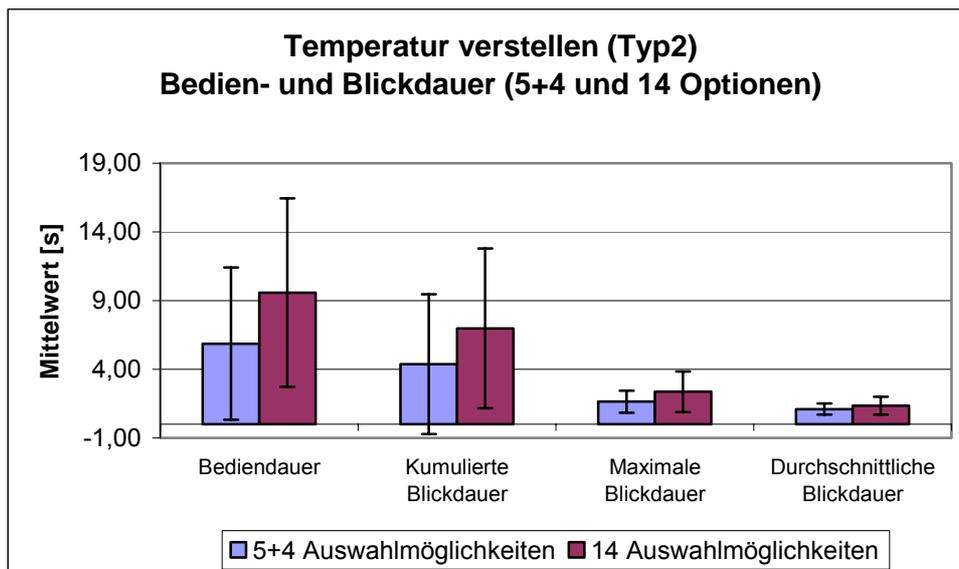


Abbildung 6-14: Mittelwerte und Standardabweichungen für die Bedien- und Blickdauern beim Vergleich einer simultanen Menüebene mit vierzehn Optionen gegen zwei sequentielle Menüebenen

Die in Tabelle 6-16 und Abbildung 6-14 für das zweite Aufgabenpaar zusammengefassten Werte bestätigen die aufgestellten Einzelhypothesen. Die Bediendauer, kumulierte Blickdauer und maximale Blickdauer sind bei der Menüebene mit vierzehn simultanen Auswahlmöglichkeiten signifikant länger. Der α -Fehler bei der durchschnittlichen Blickdauer liegt mit 0,051 knapp oberhalb des festgelegten Signifikanzniveaus. Im Schnitt sieht der Anwender bei der schwierigen simultanen Aufgabe länger von der Straße weg als bei der einfachen sequentiellen Variante. Die Bedienfehler sind bei dem zweiten Aufgabenpaar ebenfalls verschwindend gering. Bei der sequentiellen Darstellung kommt es zu keinem Überdrehen und ein falsches Menü wird im Mittel lediglich 0,04-mal gewählt. Die simultane Menüebene verzeichnet im Schnitt 0,08-mal Überdrehen und durchschnittlich 0,08 falsch ausgewählte Menüpunkte.

Die Ergebnisse aus der Versuchsaufgabe „Temperatur verstellen (Typ2)“ lassen sich wie folgt interpretieren. Die Werte aus dem ersten Aufgabenpaar bestätigen die Ergebnisse des Bordcomputers. Demnach ist keine signifikante Verschlechterung der Ablenkung zu messen, wenn eine einfache simultane Auswahl in zwei einfache sequentielle Schritte unterteilt wird. Gleichzeitig untermauern die Ergebnisse aus dem zweiten Aufgabenpaar die formulierte Hypothese Bed_2. Unter dem Aspekt der Ablenkung ist es signifikant besser, eine simultane Aufgabe mit mehr als 7 ± 2 Auswahlmöglichkeiten in zwei sequentielle Schritte aufzuteilen. Alle aussagekräftigen Kenngrößen bestätigen dabei die Hypothese. Es ist allerdings anzumerken, dass bei der Aufteilung die sequentiellen Schritte nicht zu komplex und zu tief sein dürfen. Schließlich erscheint es als größte Schwierigkeit, die ausgegliederten simultanen Möglichkeiten unter einem sinnvollen Oberbegriff zusammenzufassen. Welchen Vorgaben dieser Oberbegriff zu folgen hat, ist nicht Bestandteil der vorliegenden Untersuchung. Jedoch sollte offensichtlich der Begriff nicht zu abstrakt gewählt werden, um den Anwender jederzeit über seine Möglichkeiten, die das System bietet, informiert zu halten.

6.2.5 SMS beantworten

Die vier bisher ausgewerteten Versuchsaufgaben sind zur speziellen Untersuchung einer möglichen Abweichung der Bedienung vom systemergonomischen Soll entwickelt. Die Versuchsaufgabe „SMS beantworten“ vereint dagegen zur Überprüfung der Hypothese Bed_1 verschiedene mögliche Abweichungen in sich. Dafür wird die Versuchsperson aufgefordert, die SMS von Nicole zu lesen und diese zu beantworten. Es werden zwei Aufgabenvarianten generiert, deren Messwerte mittels eines t-Tests für abhängige Stichproben auf Unterschiede verglichen werden. In diesem Abschnitt ist die Beurteilung der SMS-Aufgaben durch die Fahrer kurz erläutert. Zusätzlich werden die vier betrachteten Aufgabenabschnitte für die objektiven Messgrößen definiert. Es folgt eine Beschreibung der für die Auswertung verwendeten Messwerte und Kenngrößen. Eine ausführliche Vorstellung und Interpretation der Ergebnisse schließt diesen Abschnitt ab.

Die Ergebnisse der Fahrerbefragung sind in Tabelle 6-17 wiedergegeben. Die Versuchspersonen bewerten die gute Ausprägung signifikant besser als die schlechte Variante hinsichtlich der Lösbarkeit und der Spurhaltung. Dagegen sind die Fahrer der Meinung, dass sie bei beiden Auslegungen die Straße gleich gut im Auge behalten können. Die Antworten auf die Frage nach der Aufmerksamkeit bei der Bedienung der Aufgabe ergeben eine nicht aussagekräftige Irrtumswahrscheinlichkeit.

SMS beantworten: Fahrerbewertung								
	Aufgabe leicht lösen		Spur gut halten		Straße gut im Auge		Konzentration	
Variante:	gut	schlecht	gut	schlecht	gut	schlecht	gut	schlecht
α -Fehler:	0,004		0,008		0,365		0,083	
Mittelwert \bar{x} :	2,44	3,32	2,80	3,40	3,08	3,32	3,00	3,48
Standardabweichung s :	1,45	1,22	1,08	1,12	1,04	1,11	1,12	1,23

Tabelle 6-17: Fahrerbewertung der guten und schlechten SMS-Aufgabe

Insgesamt werden vier Aufgabenabschnitte miteinander verglichen. Diese sind folgendermaßen definiert. Der erste Abschnitt entspricht dem Zeitraum ab der ersten Auswahl der Menüoption „SMS“ in der zweithöchsten Menüebene bis zur Meldung „SMS erfolgreich gesendet“. Der zweite Abschnitt stimmt mit dem ersten überein. Allerdings wird die Menüebene zur Eingabe des Textes bei der Auswertung ausgeklammert (vgl. Abbildung 4-11). Dabei ist es gleichgültig, wie oft die Versuchsperson diese Menüebene betritt. Somit kann bei der Analyse der Einfluss der Texteingabe ausgeklammert werden. Der dritte Abschnitt untersucht die simultane Darstellung zweier eigentlich sequentieller Schritte (vgl. Abbildung 4-9). Dieser Zeitraum ist definiert ab der Auswahl des Posteingang-Feldes bis zum erstmaligen Erscheinen der Menüebene, die den eingegangenen Text anzeigt. Bei beiden Auslegungen ist die Anzahl der Schritte gleich. Nur bei der schlechten Variante wird der Anwender durch eine unsinnige simultane Präsentation sequentieller Schritte verwirrt. Der vierte Abschnitt entspricht der Zeitspanne ab dem letzten Verlassen der Texteingabeoberfläche bis zur Meldung „SMS erfolgreich gesendet“. Die gute Variante fordert hierbei vom Anwender einen sequentiellen Schritt, während bei der schlechten Variante drei Schritte notwendig sind.

In die Auswertung gehen nur Aufgabenpaare von Versuchspersonen ein, die beide Varianten gelöst haben. Nur eine Versuchsperson führt nicht beide Aufgabenausprägungen zu Ende, weil sie es übersieht, einen Antworttext

einzugeben. Eine zweite Versuchsperson hat große Mühen, die Aufgabe inhaltlich zu verstehen, weil ihr eine SMS-Funktion gänzlich unvertraut ist. Die entsprechenden Messwerte werden darum nicht verwendet. Im Ganzen ist auf Grund der Länge der Aufgabenvarianten nicht immer freie Fahrt gegeben. Bei einer Versuchsfahrt wird eine Reitergruppe überholt, wodurch die Ausführung der Aufgabe empfindlich beeinflusst wird. Die Werte der betroffenen Versuchsfahrt werden bei der Auswertung nicht berücksichtigt. Bei den restlichen Versuchsfahrten beschränken sich die Behinderungen durch andere Verkehrsteilnehmer auf ein Minimum und verteilen sich gleichmäßig über beide Aufgabenvarianten. Demzufolge können diese Messwerte ohne Einschränkungen miteinander verglichen werden.

Ausgehend von der formulierten Hypothese *Bed_1* wird bei folgenden Kenngrößen die systemergonomische gute Variante bei allen vier Abschnitten signifikant besser abschneiden. Eine wahrscheinlich bei der schlechten Auslegung längere Bediendauer resultiert zum einen aus der größeren Anzahl an sequentiellen Schritten und zum anderen aus der komplizierten Darstellung des Lösungsweges. Mit der Bediendauer geht eine längere kumulierte Blickdauer auf das Display einher. Die Parameter falsche Menüauswahl, Überdrehen und Bedienfehlerquotient werden bei der guten Variante niedriger liegen, weil wegen der leichteren Aufgabenpräsentation weniger Bedienfehler gemacht werden. Die verwirrenden Oberflächen beeinflussen auch die maximale Blickdauer. Diese wird bei der schlechten Ausprägung signifikant größer sein. Schließlich wird sich die größere Ablenkung in einer Anhäufung von Spurfehlern zeigen. Keine signifikanten Unterschiede sind dagegen bei der durchschnittlichen Blickdauer auf das Display zu erwarten, da sich mit der Länge der Aufgabe die extremen Blickabwendungszeiten im Mittel wieder ausgleichen.

Für die aufgelisteten acht Kenngrößen werden nachstehend die Ergebnisse vorgestellt. Dabei gibt jeweils eine Tabelle die statistischen Werte eines Parameters für alle betrachteten Abschnitte wieder. Bei Bedarf werden diese durch graphische Darstellungen ergänzt.

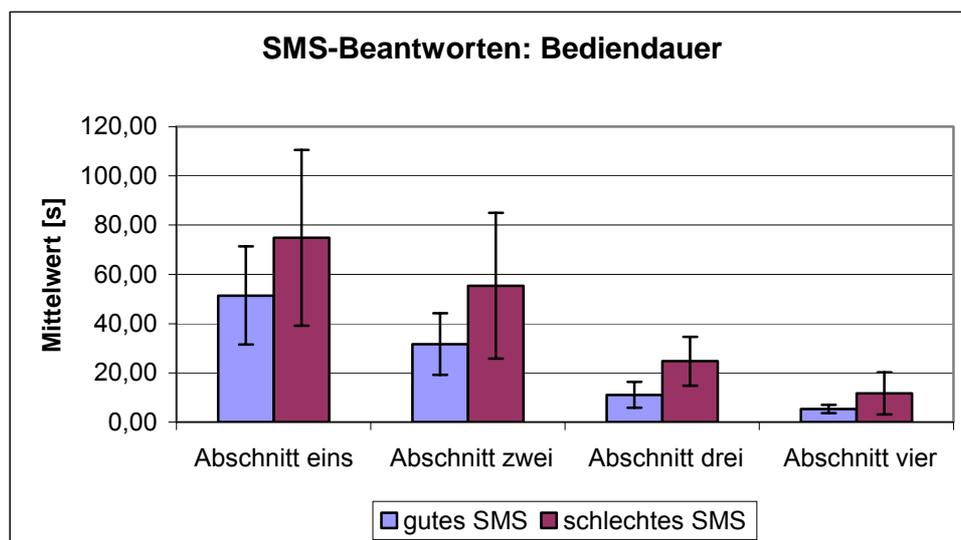


Abbildung 6-15: Mittelwerte und Standardabweichungen der Bediendauer bei der Beantwortung der SMS. Abschnitt eins: Gesamte Aufgabe ab Auswahl Menüoption „SMS“; Abschnitt zwei: Texteingabe ausgeklammert; Abschnitt drei: Simultan statt sequentiell; Abschnitt vier: Mehr sequentielle Schritte als notwendig.

SMS-Beantworten: Bediendauer								
Abschnitt:	eins		zwei		drei		vier	
Variante:	gut	schlecht	gut	schlecht	gut	schlecht	gut	schlecht
α -Fehler:	0,001		0,000		0,000		0,001	
Mittelwert [s]:	51,43	74,87	31,70	55,44	11,09	24,73	5,31	11,67
Standardabweichung [s]:	19,94	35,64	12,55	29,58	5,23	9,88	1,74	8,54

Tabelle 6-18: α -Fehler, Mittelwerte und Standardabweichungen der Bediendauer bei der Beantwortung der SMS. Abschnitt eins: Gesamte Aufgabe ab Auswahl Menüoption „SMS“; Abschnitt zwei: Texteingabe ausgeklammert; Abschnitt drei: Simultan statt sequentiell; Abschnitt vier: Mehr sequentielle Schritte als notwendig.

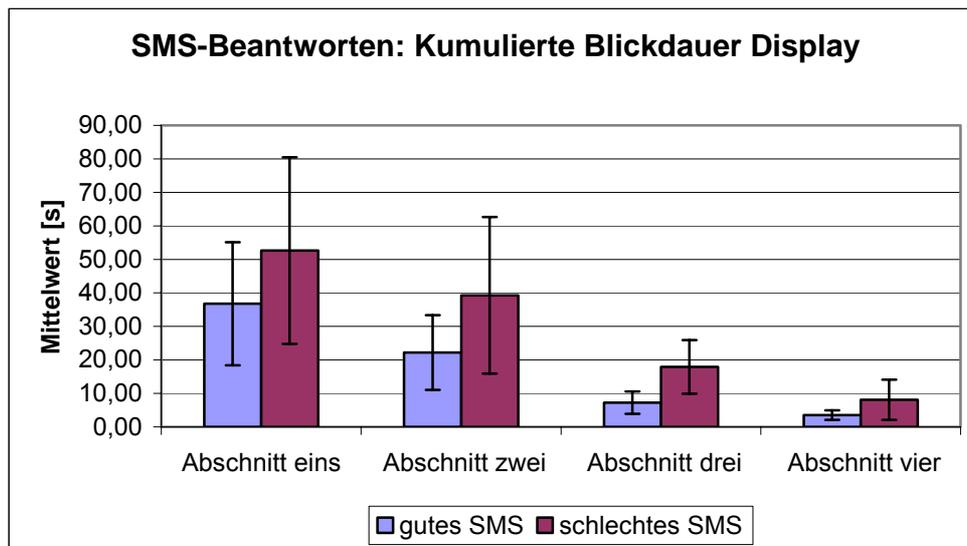


Abbildung 6-16: Mittelwerte und Standardabweichungen der kumulierten Blickdauer auf das Display bei der Beantwortung der SMS. Abschnitt eins: Gesamte Aufgabe ab Menüoption „SMS“; Abschnitt zwei: Texteingabe ausgeklammert; Abschnitt drei: Simultan statt sequentiell; Abschnitt vier: Mehr sequentielle Schritte als notwendig.

SMS-Beantworten: Kumulierte Blickdauer Display								
Abschnitt:	eins		zwei		drei		vier	
Variante:	gut	schlecht	gut	schlecht	gut	schlecht	gut	schlecht
α -Fehler:	0,001		0,000		0,000		0,000	
Mittelwert [s]:	36,79	52,65	22,23	39,29	7,25	17,90	3,52	8,13
Standardabweichung [s]:	18,34	27,83	11,13	23,36	3,35	7,99	1,40	6,02

Tabelle 6-19: α -Fehler, Mittelwerte und Standardabweichungen der kumulierten Blickdauer auf das Display bei der Beantwortung der SMS. Abschnitt eins: Gesamte Aufgabe ab Menüoption „SMS“; Abschnitt zwei: Texteingabe ausgeklammert; Abschnitt drei: Simultan statt sequentiell; Abschnitt vier: Mehr sequentielle Schritte als notwendig.

Wie vorhergesagt ergeben sich signifikante Unterschiede zwischen der systemergonomisch guten und schlechten Lösung bei der Bediendauer (vgl. Tabelle 6-18 und Abbildung 6-15) für alle Aufgabenabschnitte. Die schlechte Auslegung dauert stets länger. Gleiches gilt bei der kumulierten Blickdauer auf das Display (siehe Tabelle 6-19 und Abbildung 6-16). Bei allen vier betrachteten Abschnitten

blicken die Fahrer signifikant länger auf das Display, wenn die SMS-Oberfläche nicht den systemergonomischen Vorgaben entspricht.

SMS-Beantworten: Falsche Menüauswahl									
Abschnitt:	eins		zwei		drei		vier		
Variante:	gut	schlecht	gut	schlecht	gut	schlecht	gut	schlecht	
α -Fehler:	0,000		0,000		0,000		0,378		
Mittelwert []:	0,45	3,86	0,23	3,82	0,00	3,23	0,18	0,32	
Standardabweichung []:	0,74	1,73	0,53	1,74	0,00	1,57	0,39	0,78	

Tabelle 6-20: α -Fehler, Mittelwerte und Standardabweichungen der falschen Menüauswahl bei der Beantwortung der SMS. Abschnitt eins: Gesamte Aufgabe ab Menüoption „SMS“; Abschnitt zwei: Texteingabe ausgeklammert; Abschnitt drei: Simultan statt sequentiell; Abschnitt vier: Mehr sequentielle Schritte als notwendig.

Die gemachten Bedienfehler werden durch die Kenngrößen falsche Menüauswahl, Überdrehen und Bedienfehlerquotient kenntlich gemacht. Bei den Abschnitten eins bis drei zeigen sich bei der falschen Menüauswahl (siehe Tabelle 6-20) signifikante Unterschiede zum Nachteil der schlechten SMS-Lösung. Beim vierten Abschnitt, der sich hinsichtlich der Anzahl sequentieller Schritte unterscheidet, sind keine Differenzen feststellbar. Im Mittel werden 0,18 und 0,32 Fehler gemessen. Die sequentielle Abfolge von unnötigen Menüebenen zwingt den Anwender zwar zu einer längeren Bedienung, verleitet ihn aber offensichtlich nicht, falsche Menüfelder auszuwählen. Dabei kommt dem Benutzer bei der schlechten Aufgabenvariante der Umstand entgegen, dass in diesem Fall nur immer die Auswahlmöglichkeit „Senden“ gewählt werden muss, die zudem inhaltlich eindeutig zu verstehen ist.

SMS-Beantworten: Überdrehen									
Abschnitt:	eins		zwei		drei		vier		
Variante:	gut	schlecht	gut	schlecht	gut	schlecht	gut	schlecht	
α -Fehler:	0,269		0,025		-		0,001		
Mittelwert []:	1,45	0,95	0,55	0,14	0,00	0,00	0,55	0,00	
Standardabweichung []:	1,60	1,21	0,67	0,47	0,00	0,00	0,67	0,00	

Tabelle 6-21: α -Fehler, Mittelwerte und Standardabweichungen für Überdrehen bei der Beantwortung der SMS. In Abschnitt drei (simultan statt sequentiell) kommt es zu keinem Überdrehen. Ein α -Fehler wird daher nicht ermittelt. Restliche Abschnitte: (1) Gesamte Aufgabe ab Menüoption „SMS“; (2) Texteingabe ausgeklammert; (4) Mehr sequentielle Schritte als notwendig.

Es kommt zu keinem Überdrehen im dritten betrachteten Aufgabenabschnitt (siehe Tabelle 6-21). Für Abschnitt eins kann kein Unterschied gefunden werden. Bei den Abschnitten zwei und vier treten deutlich mehr Überdrehfehler bei der guten Variante auf. Das liegt hauptsächlich an der vorwiegend sequentiell gestalteten Oberfläche der schlechten Lösung. Wenn weniger simultane Auswahlmöglichkeiten vorhanden sind, kommt es auch seltener zu einem Überdrehen. Vergleicht man Abschnitt eins mit Abschnitt zwei, zeigt sich, dass eine Vielzahl dieser Art von Fehlern bei der Texteingabe (vgl. Abbildung 4-11) geschieht. Das ist auch nicht verwunderlich, nachdem man relativ leicht bei den vielen Möglichkeiten im Buchstabenkranz über das Ziel hinausschießen kann. Insgesamt ist jedoch die Anzahl an Überdrehfehlern verschwindend klein und fällt unter dem Aspekt der Ablenkung kaum ins Gewicht.

SMS-Beantworten: Bedienfehlerquotient									
Abschnitt:	eins		zwei		drei		vier		
Variante:	gut	schlecht	gut	schlecht	gut	schlecht	gut	schlecht	
α -Fehler:	0,048		0,000		0,000		0,000		
Mittelwert []:	1,47	1,80	1,44	2,14	1,16	2,22	1,72	1,08	
Standardabweichung []:	0,59	0,66	0,37	0,89	0,29	1,04	0,63	0,22	

Tabelle 6-22: α -Fehler, Mittelwerte und Standardabweichungen für den Bedienfehlerquotient bei der Beantwortung der SMS. Abschnitt eins: Gesamte Aufgabe ab Menüoption „SMS“; Abschnitt zwei: Texteingabe ausgeklammert; Abschnitt drei: Simultan statt sequentiell; Abschnitt vier: Mehr sequentielle Schritte als notwendig.

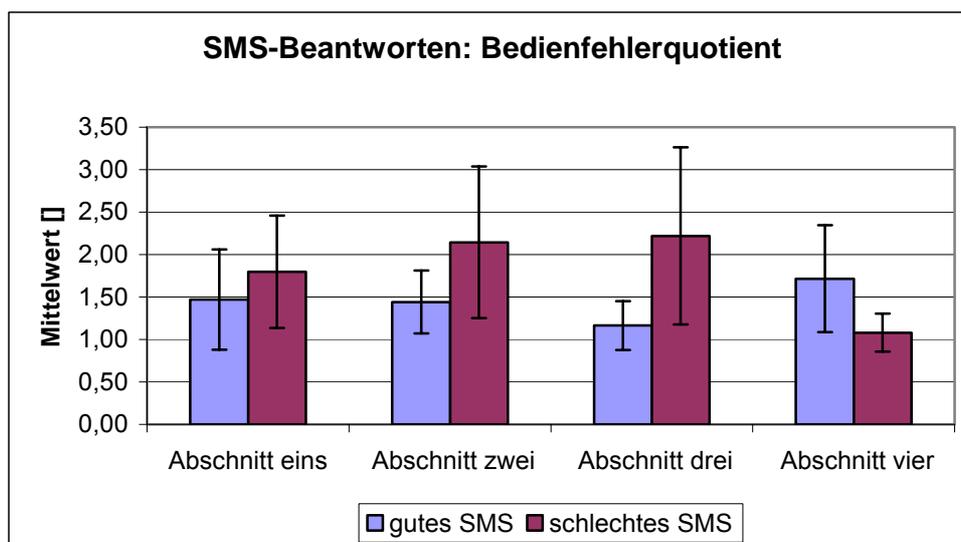


Abbildung 6-17: Mittelwerte und Standardabweichung für den Bedienfehlerquotient bei der Beantwortung der SMS. Abschnitt eins: Gesamte Aufgabe ab Menüoption „SMS“; Abschnitt zwei: Texteingabe ausgeklammert; Abschnitt drei: Simultan statt sequentiell; Abschnitt vier: Mehr sequentielle Schritte als notwendig.

Der Bedienfehlerquotient (vgl. Tabelle 6-22 und Abbildung 6-17) ist sozusagen eine Zusammenfassung der Kenngrößen Überdrehen und falsche Menüauswahl. Für alle vier Aufgabensequenzen ergeben sich signifikante Unterschiede. Allerdings liegen nur für die ersten drei die Vorteile bei der systemergonomischen guten SMS-Lösung. Bei Abschnitt vier wirkt sich dagegen das vermehrte Überdrehen bei der guten Ausprägung negativ aus. Die schlechte SMS-Variante erreicht einen Wert von etwa 1,08, was mit einer nahezu fehlerlosen Bedienung gleichzusetzen ist. Währenddessen ergibt sich für die gute Lösung auf Grund der Überdreher im Mittel ein Quotient von 1,72. Es ist jedoch nicht anzunehmen, dass sich im vierten Abschnitt auf Grund des höheren Bedienfehlerquotienten eine stärkere Ablenkung einstellt. Weder ein Überdrehen noch eine falsche Menüauswahl treten in diesem Bereich sehr häufig auf. Vielmehr bedeutet eine Verlängerung der Bediendauer und der kumulierten Blickdauer zu Lasten der schlechten SMS-Variante im vierten Aufgabenabschnitt eine stärkere Ablenkung als die wenigen Bedienfehler.

Tabelle 6-23 und Abbildung 6-18 zeigen die Ergebnisse der maximalen Blickdauer auf das Display während der Beantwortung der SMS. Bei den Abschnitten zwei bis vier ergeben sich signifikante Unterschiede zu Gunsten der systemergonomisch

guten Variante. Beim ersten Vergleichsabschnitt, der im Prinzip die vollständige Aufgabe repräsentiert, liegt die Irrtumswahrscheinlichkeit innerhalb des statistisch nicht aussagekräftigen Bereichs. Auch hier offenbart sich, dass die Texteingabe im Verhältnis zu den übrigen notwendigen Bedienschritten bei der guten Lösung schwerer zu bedienen ist. Der Vergleich des ersten und zweiten Abschnitts zeigt eine Erhöhung der mittleren maximalen Blickdauer auf das Display um eine halbe Sekunde. Bei der schlechten Lösung ist der Unterschied zwischen der Texteingabe und den übrigen Aufgabenbereichen nicht so groß, so dass sich bei dieser Auslegung die maximalen Blickdauern in Abschnitt eins und zwei nur unwesentlich unterscheiden.

SMS-Beantworten: Maximale Blickdauer Display									
Abschnitt:	eins		zwei		drei		vier		
Variante:	gut	schlecht	gut	schlecht	gut	schlecht	gut	schlecht	
α -Fehler:	0,110		0,001		0,002		0,010		
Mittelwert [s]:	3,03	3,35	2,50	3,30	2,14	2,99	1,67	2,13	
Standardabweichung [s]:	1,54	1,47	0,88	1,51	0,95	1,58	0,60	0,89	

Tabelle 6-23: α -Fehler, Mittelwerte und Standardabweichungen für die maximale Blickdauer auf das Display bei der Beantwortung der SMS. Abschnittsbeschreibung: (1) Gesamte Aufgabe ab Menüoption „SMS“; (2) Texteingabe ausgeklammert; (3) Simultan statt sequentiell; (4) Mehr sequentielle Schritte als notwendig.

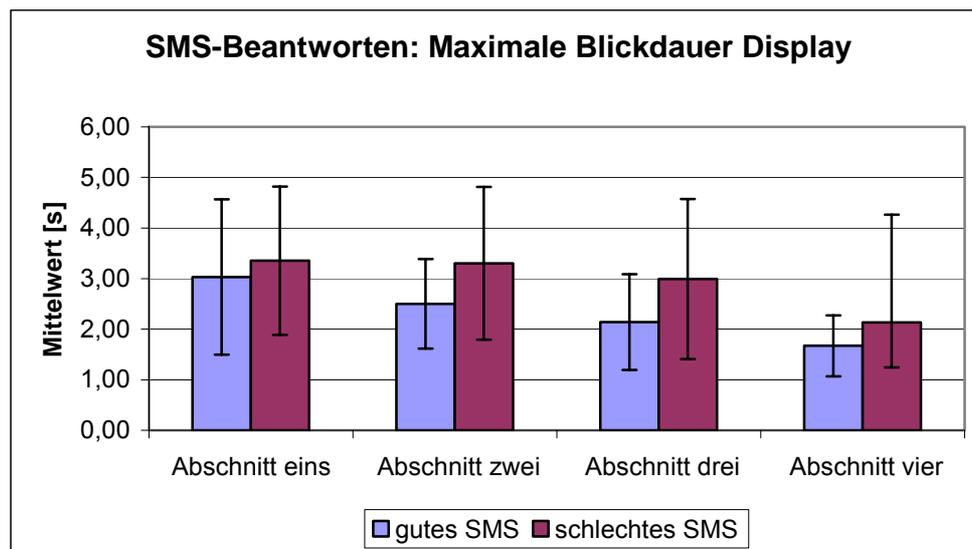


Abbildung 6-18: Mittelwerte und Standardabweichungen für die maximale Blickdauer auf das Display bei der Beantwortung der SMS. Abschnitt eins: Gesamte Aufgabe ab Menüoption „SMS“; Abschnitt zwei: Texteingabe ausgeklammert; Abschnitt drei: Simultan statt sequentiell; Abschnitt vier: Mehr sequentielle Schritte als notwendig.

Es werden nur die Spurfelder für Abschnitt eins und drei ermittelt (vgl. Tabelle 6-24 und Abbildung 6-19). Bei den restlichen beiden Abschnitten können die jeweiligen Spurfelder nicht zweifelsfrei zugeordnet werden. Beim zweiten Abschnitt wird die Menüebene zur Texteingabe ausgeklammert und bei der guten Lösung umfasst der vierte Abschnitt nur eine Menüebene. Anders als erwartet ergibt sich bei Abschnitt eins mit durchschnittlich circa vier Spurfeldern kein signifikanter Unterschied zwischen der guten und schlechten Lösung. Dafür können zwei Erklärungen genannt werden. Erstens wirkt sich wahrscheinlich die Texteingabe nachteilig auf die

insgesamt gute systemergonomische Lösung aus. Zweitens bekommt man nach der subjektiven Beobachtung der Versuchsfahrer während der Versuchsfahrten den Eindruck, dass ein Zusammenhang zwischen der Bedienung des Drehdruckstellers und der Spurhaltequalität besteht. Wie bei der Diskussion des Kennwerts „Überdrehen“ schon angesprochen wurde, muss bei der guten Variante am Bedienelement mehr „gedreht“ werden, was sich gegebenenfalls nachteilig auf die Spurhaltung auswirkt.

SMS-Beantworten: Spurfehler									
Abschnitt:	eins		zwei		drei		vier		
Variante:	gut	schlecht	gut	schlecht	gut	schlecht	gut	schlecht	
α -Fehler:	0,872		-		0,000		-		
Mittelwert []:	3,96	4,04	-	-	0,87	3,17	-	-	
Standardabweichung []:	2,60	2,46	-	-	0,63	1,56	-	-	

Tabelle 6-24: α -Fehler, Mittelwerte und Standardabweichungen für die Spurfehler bei der Beantwortung der SMS. Bei den Abschnitten zwei (Texteingabe ausgeklammert) und vier (mehr sequentielle Schritte als notwendig) werden aus messtechnischen Gründen keine Spurfehler erfasst. Restliche Abschnittsbeschreibung: (1) Gesamte Aufgabe ab Menüoption „SMS“; (3) Simultan statt sequentiell.

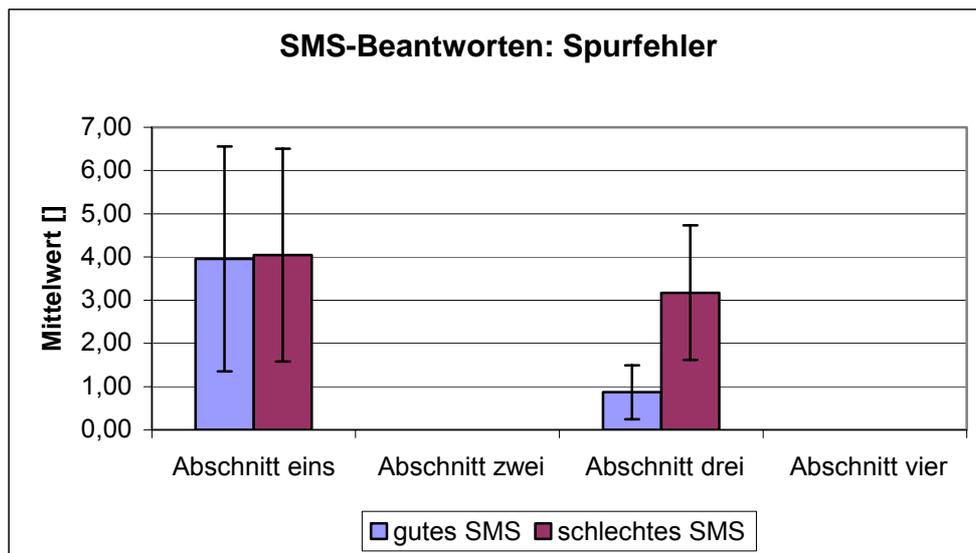


Abbildung 6-19: Mittelwerte und Standardabweichungen für die Spurfehler bei der Beantwortung der SMS. Bei den Abschnitten zwei (Texteingabe ausgeklammert) und vier (mehr sequentielle Schritte als notwendig) werden aus messtechnischen Gründen keine Spurfehler erfasst. Restliche Abschnittsbeschreibung: (1) Gesamte Aufgabe ab Menüoption „SMS“; (3) Simultan statt sequentiell.

SMS-Beantworten: Durchschnittliche Blickdauer Display									
Abschnitt:	eins		zwei		drei		vier		
Variante:	gut	schlecht	gut	schlecht	gut	schlecht	gut	schlecht	
α -Fehler:	0,434		0,001		0,039		0,002		
Mittelwert [s]:	1,40	1,44	1,25	1,43	1,23	1,48	1,02	1,39	
Standardabweichung [s]:	0,50	0,44	0,47	0,48	0,52	0,81	0,43	0,51	

Tabelle 6-25: α -Fehler, Mittelwert und Standardabweichungen für die mittlere Blickdauer auf das Display bei der Beantwortung der SMS. Abschnitt eins: Gesamte Aufgabe ab Menüoption „SMS“; Abschnitt zwei: Texteingabe ausgeklammert; Abschnitt drei: Simultan statt sequentiell; Abschnitt vier: Mehr sequentielle Schritte als notwendig.

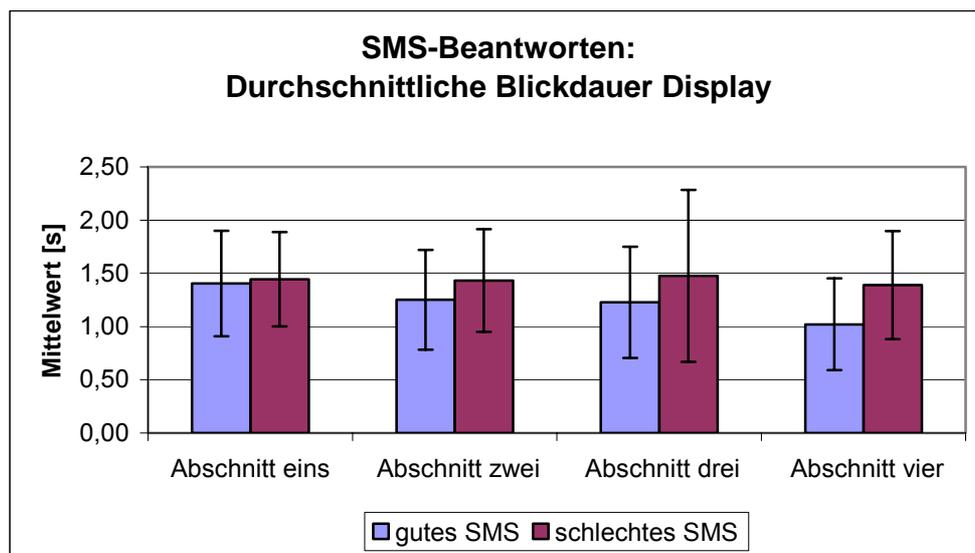


Abbildung 6-20: Mittelwerte und Standardabweichung für die mittlere Blickdauer auf das Display bei der Beantwortung der SMS. Abschnitt eins: Gesamte Aufgabe ab Menüoption „SMS“; Abschnitt zwei: Texteingabe ausgeklammert; Abschnitt drei: Simultan statt sequentiell; Abschnitt vier: Mehr sequentielle Schritte als notwendig.

Die Werte der durchschnittlichen Blickdauer auf das Display (siehe Tabelle 6-25 und Abbildung 6-20) verhalten sich anders als erwartet. Zwar ist wie prognostiziert kein Unterschied bei Abschnitt eins festzustellen. In beiden Fällen bewegt sich dieser Kennwert im Mittel bei etwa 1,4 Sekunden mit einer Standardabweichung von circa 0,5 Sekunden. Dagegen zeigen die übrigen drei Abschnitte signifikante Unterschiede. Die Ergebnisse aus dem zweiten Abschnitt belegen erneut die nachteilige Auswirkung der schwierigen Texteingabe auf die ansonsten leicht zu bedienende Variante. Währenddessen sind die dritten und vierten Abschnitte bei der schlechten Lösung so verwirrend gestaltet, dass die Fahrer im Schnitt länger von der Straße weg sehen.

Insgesamt bestätigen die Ergebnisse der SMS-Aufgabe die Hypothese Bed_1, wonach ein Aufgabendesign, das vom systemergonomischen Soll abweicht, stärker den Fahrer ablenkt als eine Variante, welche die systemergonomische Vorgabe abbildet. Die Bediendauer und die kumulierte Blickdauer sind bei der schlechten Lösung generell länger als notwendig. Bei den betrachteten Teilabschnitten zwei bis vier ergeben sich auch bei der maximalen und durchschnittlichen Blickdauer signifikante Unterschiede zu Gunsten der systemergonomisch guten Lösung.

Gleiches ist im Wesentlichen bei den Bedienfehlern festzustellen. Allerdings beweisen die betrachteten Abschnitte eins und zwei ebenfalls, wie ein schlechter Teilbereich das Gesamtverhalten einer Auslegung negativ beeinflussen kann. Das Texteingabefeld, was einen zentralen Bestandteil der Aufgabe darstellt, ist offenbar so ablenkend gestaltet, dass davon das Gesamtdesign der guten Lösung beeinträchtigt wird. Es sind somit die Detaillösungen, welche die Ablenkungswirkung der Systemgestaltung mitprägen. Die Abschnitte drei und vier behandeln gesondert den Einfluss der ungünstigen Gestaltung von sequentiellen und simultanen Bedienvorgängen im Detail. Der dritte Aufgabenabschnitt offenbart mit den gemessenen längeren Bedien- und Blickzeiten auf das Display die stärkere Ablenkung einer simultanen Anordnung von eigentlich sequentiellen Schritten. Gleichzeitig kommt es zu signifikant häufigeren Bedienfehlern. Schließlich bekräftigt der vierte Abschnitt nochmals die Rückschlüsse aus der Versuchsaufgabe „Bass/Höhen verstellen im Radio“, wonach eine unnötige Vermehrung von sequentiellen Schritten den Anwender stärker ablenkt. Zusätzlich unterstützen die Antworten der Versuchspersonen die Hypothese Sub_1. Die schlechte Variante wird wie schon bei den vorangegangenen Versuchsaufgaben nachteilig bewertet. Dagegen trifft die Annahme Sub_2 nur bedingt zu. Die Antworten zum Blickverhalten und der Konzentration auf das Fahren ergeben keine oder nicht interpretierbare Unterschiede. Gleichzeitig wird die Spurhaltung von den Probanden für die gute Lösung signifikant besser bewertet, obwohl die objektiven Spurhaltewerte keine Differenzen aufweisen. Offensichtlich sind sich die Fahrer der vielen gemachten Spurfehler bewusst, weshalb sie daraus gemeinsam mit der schwierig erscheinenden Aufgabe den irrigen Schluss ableiten, dass die gehaltene Spur bei der guten Variante besser ist.

6.2.6 Navigationsziel eingeben

Ähnlich wie bei der SMS-Aufgabe sind auch in der Versuchsaufgabe „Navigationsziel eingeben“ zur Untersuchung der Hypothese Bed_1 verschiedene mögliche Abweichungen vom systemergonomischen Soll bezüglich der Bedienung realisiert. Die Versuchsperson bekommt die Aufgabe gestellt, beim letzten gewählten Navigationsziel die Hausnummer und die Routenwahl abzuändern. Dafür stehen zwei Varianten zur Verfügung, die mit Hilfe eines t-Tests für abhängige Stichproben auf Unterschiede überprüft werden. Nachfolgend werden die Beurteilungen der Versuchspersonen, die Einschränkungen bei der Auswertung, alle aufgestellten Einzelhypothesen und die Ergebnisse sowie Interpretationen erläutert.

Navigationsziel eingeben: Fahrerbewertung								
	Aufgabe leicht lösen		Spur gut halten		Straße gut im Auge		Konzentration	
Variante:	gut	schlecht	gut	schlecht	gut	schlecht	gut	schlecht
α-Fehler:	0,000		0,001		0,000		0,000	
Mittelwert []:	2,56	4,48	2,64	3,56	2,80	3,88	2,76	3,92
Standardabweichung []:	1,08	1,33	0,81	1,29	0,87	1,24	0,93	1,32

Tabelle 6-26: Fahrerbewertung der guten und schlechten Navigationsaufgabe

In Tabelle 6-26 sind die Resultate der Fahrerbewertung für die beiden Navigationsvarianten aufgeführt. Das systemergonomisch ungünstige Navigationssystem bekommt für die Lösbarkeit der Aufgabe mit einer Durchschnittsbeurteilung von 4,5 den schlechtesten Wert aller Versuchsaufgaben. Anders als bei den bisher vorgestellten Systemauslegungen schneidet die gute

Lösung bei allen Fragen signifikant besser ab. Offensichtlich empfinden die Probanden die schlechte Ausprägung so störend, dass sogar die Fragen nach der Spurhaltung, Beobachtung der Straße und der Konzentration auf das Fahren deutlich schlechter beurteilt werden.

Bei der Auswertung der objektiven Daten werden zwei Aufgabenabschnitte unterschieden. Der erste Abschnitt gilt ab der ersten Anzeige des letzten Ziels bis zur Erfüllung der Aufgabenstellung. Abschnitt zwei entspricht der ersten Sequenz. Nur werden in diesem Fall die Menüebenen, bei denen die Hausnummer oder die passende Route einzugeben sind, ausgeklammert, da diese in beiden Varianten identisch sind. Somit sind mit dem zweiten Abschnitt ausschließlich die wirklichen Systemabweichungen vergleichbar. Es gehen nur Werte von Versuchspersonen in die Analyse ein, die beide Varianten erfolgreich absolvieren konnten. Darum werden drei Versuchsfahrten in die Auswertung nicht mit aufgenommen. Die vorherrschende Verkehrssituation ist bei allen Versuchsfahrten ähnlich, so dass unter diesem Aspekt keine Werte auszuschließen sind.

Ausgehend von der Bedienhypothese Bed_1 ist zu erwarten, dass bei beiden Abschnitten die gute Aufgabenausprägung bei folgenden sieben Kenngrößen signifikant besser abschneidet. Wegen der schlechteren Auslegung werden die Bediendauer und die kumulierte Blickdauer länger ausfallen. Gleichzeitig werden die Versuchspersonen signifikant mehr Bedienfehler begehen, weil die Probanden durch die ungünstige Systemgestaltung in ein Bedienschema gezwängt werden, das den eigenen Vorstellungen weitgehend widerspricht. Deshalb werden die Parameter Überdrehen, falsche Menüauswahl und Bedienfehlerquotient bei der guten Version deutlich niedriger sein. Diese Ablenkung spiegelt sich auch in der Anzahl an gemachten Spurfehlern wieder. Schließlich wird die maximale Blickdauer bei der schlechten Variante deutlich höher liegen, weil die verwirrende Menügestaltung die Aufmerksamkeit der Fahrer stärker auf sich ziehen wird. Lediglich bei der durchschnittlichen Blickdauer werden sich erneut keine großen Unterschiede ergeben, weil die Fahrer im Mittel stets bestrebt sind, sich von einer tertiären Aufgabe nicht zu stark ablenken zu lassen.

Navigationsziel eingeben									
	Bediendauer				Kumulierte Blickdauer				
	Abschnitt eins		Abschnitt zwei		Abschnitt eins		Abschnitt zwei		
Variante:	gut	schlecht	gut	schlecht	gut	schlecht	gut	schlecht	
α -Fehler:	0,000		0,000		0,000		0,000		
Mittelwert [s]:	44,45	127,39	24,58	106,57	30,38	93,00	17,60	78,53	
Standardabweichung [s]:	20,96	68,22	13,40	62,46	16,62	53,15	10,38	47,49	

Tabelle 6-27: α -Fehler, Mittelwerte und Standardabweichungen für die Bediendauer und kumulierte Blickdauer auf das Display bei der Navigationszieleingabe. Abschnitt eins: Gesamte Aufgabe ab Anzeige des letzten Ziels; Abschnitt zwei: Hausnummereingabe und Routenauswahl ausgeklammert.

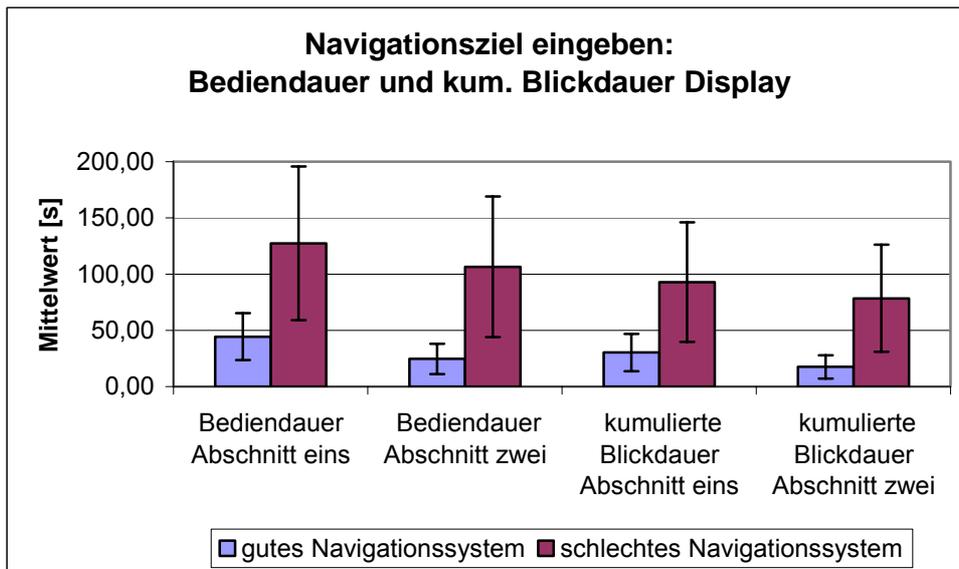


Abbildung 6-21: Mittelwerte und Standardabweichungen für die Bediendauer und kumulierte Blickdauer auf das Display bei der Navigationszeileingabe. Abschnitt eins: Gesamte Aufgabe ab Anzeige des letzten Ziels; Abschnitt zwei: Hausnummereingabe und Routenauswahl ausgeklammert.

Die Ergebnisse der Bediendauer und der kumulierten Blickdauer sind in Tabelle 6-27 und Abbildung 6-21 dargestellt. Die aufgestellte Prognose wird bestätigt und es treten bei beiden Abschnitten jeweils signifikante Unterschiede auf. Die schlechte Variante ist im Verhältnis zur systemergonomisch guten Lösung so schwierig zu bedienen, dass bei Abschnitt eins fast eine Verdreifachung der Bediendauer und der kumulierten Blickdauer auftritt.

Navigationsziel eingeben								
	Überdrehen				Falsche Menüauswahl			
	Abschnitt eins		Abschnitt zwei		Abschnitt eins		Abschnitt zwei	
Variante:	gut	schlecht	gut	schlecht	gut	schlecht	gut	schlecht
α -Fehler:	0,844		0,139		0,000		0,000	
Mittelwert []:	1,45	1,55	1,45	0,77	0,32	8,27	0,32	8,27
Standardabweichung []:	1,97	1,68	1,97	1,11	0,57	4,38	0,57	4,38

Tabelle 6-28: α -Fehler, Mittelwerte und Standardabweichungen für Überdrehen und falsche Menüauswahl bei der Navigationszeileingabe. Abschnitt eins: Gesamte Aufgabe ab Anzeige des letzten Ziels; Abschnitt zwei: Hausnummereingabe und Routenauswahl ausgeklammert.

Die Kenngröße Überdrehen (vgl. Tabelle 6-28) zeigt dagegen im ersten Abschnitt keine Unterschiede. Die Irrtumswahrscheinlichkeit beim Vergleich des zweiten Abschnitts liegt im nichtaussagekräftigen Bereich. Dabei verändern sich die Mittelwerte bei der guten Lösung zwischen den beiden betrachteten Sequenzen nicht. Dafür sinken die Überdrehfehler bei der schlechten Systemauslegung, wenn im zweiten Abschnitt die Menüebenen für die Eingabe für Hausnummer und Route ausgeklammert werden. Dies ist damit zu begründen, dass die schlechte Version primär sequentiell gestaltet ist und somit ein Überdrehen selten auftritt. Sehr viel anders verhält es sich bei der falschen Menüauswahl (vgl. Tabelle 6-28). Anhand des signifikanten Unterschieds zu Gunsten der guten Version erkennt man, dass der Anwender sich bisweilen in der systemergonomisch schlechten Variante nicht mehr

zu Recht findet und im Schnitt 8,27-mal falsche Menüoptionen auswählt. Diese Orientierungslosigkeit wird auch durch den Bedienfehlerquotienten (siehe Tabelle 6-29 und Abbildung 6-22) bestätigt, der bei beiden Abschnitten signifikant höher liegt.

Navigationsziel eingeben							
	Bedienfehlerquotient				Spurfehler		
	Abschnitt eins		Abschnitt zwei		Abschnitt eins		Abschnitt zwei
Variante:	gut	schlecht	gut	schlecht	gut	schlecht	gut
α -Fehler:	0,000		0,000		0,000		-
Mittelwert []:	1,51	2,54	1,66	3,95	2,68	7,05	-
Standardabweichung []:	0,58	0,99	0,85	1,94	1,52	4,75	-

Tabelle 6-29: α -Fehler, Mittelwerte und Standardabweichungen für Bedienfehlerquotient und Spurfehler bei der Navigationszieleingabe. Die Spurfehler können aus messtechnischen Gründen bei Abschnitt zwei (Hausnummereingabe und Routenauswahl ausgeklammert) nicht bestimmt werden. Beschreibung Abschnitt eins: Gesamte Aufgabe ab Anzeige des letzten Ziels.

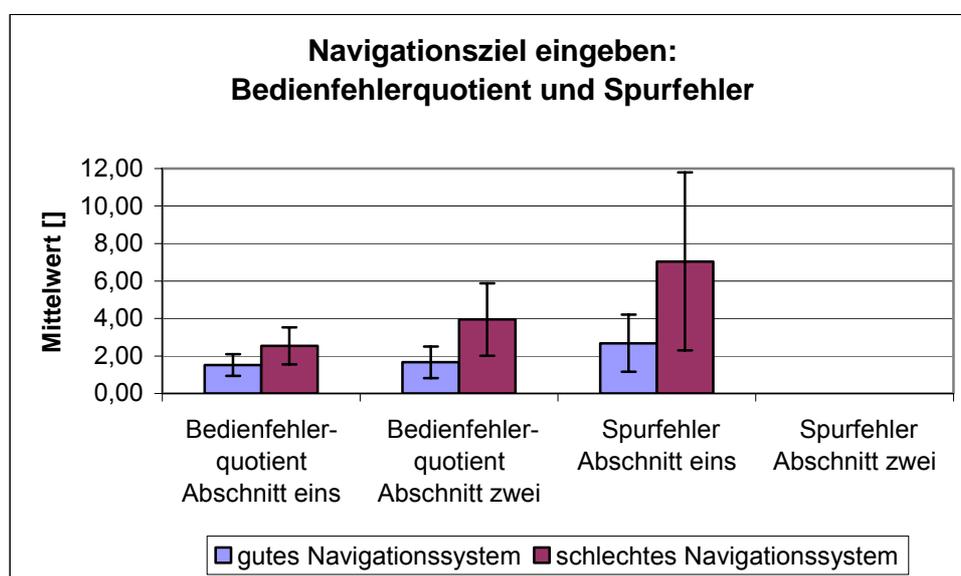


Abbildung 6-22: Mittelwerte und Standardabweichung für Bedienfehlerquotient und Spurfehler auf das Display bei der Navigationszieleingabe. Die Spurfehler können aus messtechnischen Gründen bei Abschnitt zwei (Hausnummereingabe und Routenauswahl ausgeklammert) nicht bestimmt werden. Beschreibung Abschnitt eins: Gesamte Aufgabe ab Anzeige des letzten Ziels.

Der Spurfehler kann nur für den Abschnitt eins zweifelsfrei bestimmt werden, da eine eindeutige Zuordnung von Spurabweichungen zu den ausgeklammerten Menüebenen bei der zweiten Sequenz nicht möglich ist. Wie Tabelle 6-29 und Abbildung 6-22 entnommen werden kann, treten beim schlechten Navigationssystem signifikant mehr Spurfehler auf. Die schon bei den Bedienfehlern feststellbare Verwirrung der Anwender verursacht offensichtlich auch einen deutlichen Anstieg der Spurfehler.

Navigationsziel eingeben								
	Maximale Blickdauer				Durchschnittliche Blickdauer			
	Abschnitt eins		Abschnitt zwei		Abschnitt eins		Abschnitt zwei	
Variante:	gut	schlecht	gut	schlecht	gut	schlecht	gut	schlecht
α -Fehler:	0,009		0,003		0,930		0,006	
Mittelwert [s]:	2,90	3,66	2,53	3,55	1,48	1,49	1,22	1,45
Standardabweichung [s]:	1,05	1,64	0,85	1,69	0,52	0,49	0,37	0,48

Tabelle 6-30: α -Fehler, Mittelwerte und Standardabweichungen für die maximale und mittlere Blickdauer bei der Navigationszieleingabe

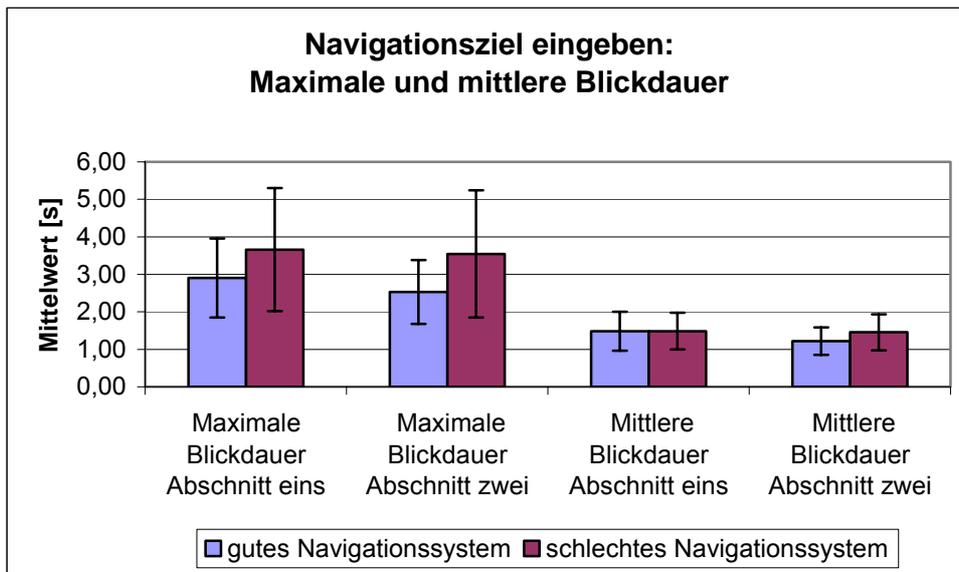


Abbildung 6-23: Mittelwerte und Standardabweichungen für Bedienfehlerquotient und Spurfehler auf das Display bei der Navigationszieleingabe

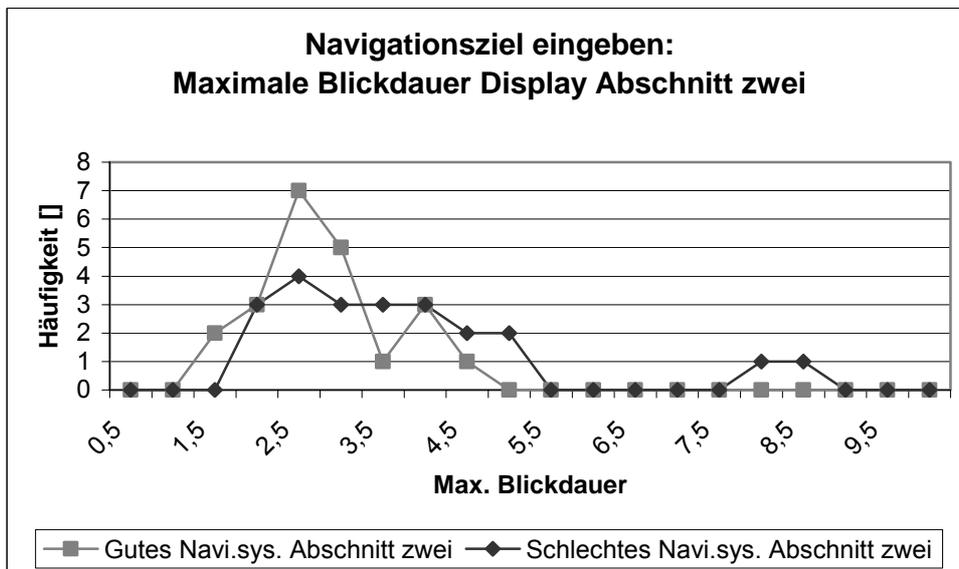


Abbildung 6-24: Verteilung der maximalen Blickdauer des zweiten Auswerteabschnitts bei der Eingabe des Navigationsziels

In Tabelle 6-30 und Abbildung 6-23 sind die maximale und die mittlere Blickdauer aufgetragen. Wie erwartet, verursacht bei beiden Abschnitten das schlechte Konzept

einen signifikanten Anstieg der maximalen Blickdauer. Die durchschnittliche maximale Blickdauer ist in Abschnitt zwei im Mittel kürzer. Das bedeutet, die längsten Blickzeiten ergeben sich bei den ausgeklammerten Menüebenen. Es kann davon ausgegangen werden, dass dabei die Eingabe der Hausnummer die langen Blickzeiten auf das Display verursachen. Diese Oberfläche ähnelt der des Telefons (vgl. Abbildung 4-17) und stellt hohe visuelle Anforderungen an den Anwender. In Abschnitt zwei werden diese für beide Systemvarianten identischen Oberflächen bei der Auswertung nicht berücksichtigt. Abbildung 6-24 zeigt wie die maximalen Blickzeiten für diesen Abschnitt zu Lasten der systemergonomisch schlecht gestalteten Lösung verteilt sind. Diese Verteilung beeinflusst auch die Ergebnisse der mittleren Blickdauer auf das Display. Bei Abschnitt eins ergeben sich bei dieser Kenngröße keine Unterschiede zwischen den Varianten. Werden allerdings die Menüebenen zur Hausnummereingabe und Routenwahl bei der Auswertung weggelassen, ergibt sich eine signifikante Differenz. Die Blickzeiten bei der Nummerneingabe belasten durchschnittlich betrachtet das gute System viel stärker als die schlechte Lösung. Daher reduziert sich die mittlere Blickdauer auf das Display bei der guten Systemausprägung bei Ausklammerung der entsprechenden Oberfläche merklich. Der Parameter wird dabei im Mittel von 1,48 Sekunden auf 1,22 Sekunden vermindert. Ein Indiz, dass die Nummerneingabe im Verhältnis zur restlichen guten Systemgestaltung komplizierter kognitiv zu verarbeiten ist.

Die zusammengefassten Ergebnisse der Versuchsaufgabe „Navigationsziel eingeben“ bestätigen die Bedienhypothese Bed_1. Eine Verlängerung der Bediendauer und der kumulierten Blickdauer beweist die stärkere Ablenkung der Aufgabenauslegung, die vom systemergonomischen Soll abweicht. Gleichzeitig treten signifikante Unterschiede bei den Spurfehlern auf. Die Kenngrößen falsche Menüauswahl und Bedienfehlerquotient offenbaren, dass der Anwender häufig in der schlechten Ausprägung seine Orientierung verliert, weil das vom System dargebotene Bedienschema nicht mit seinen inneren Erwartungen konform ist. Dies verursacht auch eine signifikant höhere maximale Blickdauer auf das Display. Obwohl, wie die durchschnittliche Blickdauer beweist, die Fahrer stets bemüht sind, ihre kognitiven Ressourcen auf die primären und tertiären Aufgaben ausgeglichen zu verteilen, verlagert sich die Aufmerksamkeit verstärkt zur tertiären Aufgabe, wenn diese zu schwierig wird. Die maximale Blickdauer macht diese Verlagerung kenntlich. Die Schwierigkeiten der Aufgabe fundieren jedoch nicht auf visuell besonders anspruchsvolle Menüoberflächen, sondern sind ein Resultat der komplizierten Menüstruktur. Ausgenommen von der Oberfläche zur Eingabe der Hausnummer besteht die systemergonomisch schlechte Auslegung im Wesentlichen nur aus sequentiell angeordneten, simplen Menüebenen mit maximal drei simultanen Optionen. Abschnitt zwei beschränkt sich bei der Auswertung ausschließlich auf diese trivialen Menüebenen und liefert sowohl für die maximale als auch für die durchschnittliche Blickdauer signifikante Unterschiede. Die Hypothese Sub_1 wird erneut von den Bewertungen durch die Versuchspersonen bekräftigt. Die schlechte Variante wird sehr deutlich als schwerer empfunden. Allerdings widersprechen die Antworten zu den restlichen drei Fragen der Annahme Sub_2. Anders als erwartet, stufen die Probanden in diesem Fall ihre eigene Fahrleistung bei der ungünstigen Systemauslegung signifikant schlechter ein. Offensichtlich erwarten die Fahrer bei einer mittleren Bediendauer von über zwei Minuten und häufigen Bedien- sowie Spurfehlern von sich selbst keine besonders guten Fahrleistungen mehr.

6.3 Führungsart

Die Führungsart beschreibt eine Aufgabe anhand der örtlichen und zeitlichen Einschränkung. Dabei wird zwischen statischen und dynamischen Aufgaben unterschieden. Vom Wesen her sind tertiäre Aufgaben statisch. Allerdings können mit Hilfe einer Rücksprungfunktion diese dynamisch gestaltet werden. Für die Führungsart sind zwei Hypothesen aufgestellt. Demzufolge ist eine dynamische Aufgabe ablenkender als eine statische. Außerdem wird angenommen, dass eine tertiäre Aufgabe umso stärker ablenkt, je dynamischer diese gestaltet ist. In der entsprechenden Versuchsaufgabe muss die Versuchsperson einen Termin nachsehen. Es bestehen vier Varianten, wovon drei mit Rücksprungszeiten von drei, vier und fünf Sekunden ausgestattet sind. Die vierte Variante ist statisch und besitzt keinen automatischen Rücksprung. Die vier Systemauslegungen unterscheiden sich nur hinsichtlich der Rücksprungszeiten. Die notwendigen Bedienschritte sind dagegen immer gleich. Die vier Aufgabenausprägungen werden mit der einfaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung und einer angeschlossenen Bonferoni-Korrektur auf Unterschiede untersucht. Die Ergebnisse dieser Analyse werden in diesem Abschnitt vorgestellt. Hierzu sind zuerst die Antworten der Versuchspersonen kurz erläutert. Nach einer knappen Beschreibung der analysierten Aufgabenabschnitte und verwendeten Messwerte werden für die betrachteten Kenngrößen Einzelhypothesen formuliert. Schließlich sind die Ergebnisse aufgelistet und interpretiert.

Führungsart - Terminkalender: Fahrerbewertung																
	Aufgabe leicht lösen				Spur gut halten				Straße gut im Auge				Konzentration			
Rücksprung [s]:	kein	fünf	vier	drei	kein	fünf	vier	drei	kein	fünf	vier	drei	kein	fünf	vier	drei
Mittelwert []:	2,20	2,76	2,56	3,20	2,92	2,80	2,68	3,12	2,88	2,80	2,80	3,16	2,80	2,88	2,76	3,12
Standardabw. []:	1,19	1,67	1,53	1,76	1,12	1,00	1,07	1,30	0,97	0,91	1,08	1,40	1,04	0,97	1,09	1,24

Tabelle 6-31: Bewertung der vier Aufgabenvarianten zur Untersuchung der Führungsart durch die Versuchspersonen. Die Varianzanalyse hat keine Unterschiede in den Antworten ergeben, weshalb keine α -Fehler für Einzelvergleiche aufgelistet sind.

Die Mittelwerte und Standardabweichungen der Einschätzungen der Aufgabenausprägungen durch die Versuchspersonen sind in Tabelle 6-31 aufgelistet. Die Varianzanalyse hat bei den Fragen nach der Schwierigkeit der Aufgabe ($\alpha = 0,062$), Spurhaltung ($\alpha = 0,166$), Beobachtung der Straße ($\alpha = 0,228$) und Konzentration beim Fahren ($\alpha = 0,279$) keine Unterschiede aufgedeckt. Alle Versuchsaufgaben erscheinen den Probanden im Schnitt gleich.

Bei der Analyse der objektiven Messdaten wird nur ein Aufgabenabschnitt betrachtet. Dieser ist definiert durch den Zeitraum ab Betreten der ersten Menüebene, die über einen automatischen Rücksprung verfügt, bis zur Erfüllung der Aufgabe. Bei der statischen Aufgabenauslegung wird die den dynamischen Varianten entsprechende Menüebene als Startpunkt festgelegt. Die Messwerte der vier Versuchspersonen, die an mindestens einer Aufgabenausprägung gescheitert sind, gehen in die Auswertung nicht mit ein. Nicht bei allen Streckenabschnitten herrscht bei der Bearbeitung der Aufgabe freier Verkehr. Dennoch kann wegen der gleichmäßigen Verteilung insgesamt von vergleichbaren Verkehrssituationen ausgegangen werden.

Zur Überprüfung der zwei Hypothesen Führ_1 und Führ_2 werden sechs Kenngrößen herangezogen. Es wird erwartet, dass sich bei allen drei

Rücksprungzeiten die folgenden vier Größen von der statischen Aufgabenvariante signifikant unterscheiden. Durch auftretende Rücksprünge werden die Anwender laufend zum Ausgangspunkt zurückgeworfen, wodurch sich die Bediendauer verlängert. Diese längere Bediendauer wirkt sich ebenfalls auf die kumulierte Blickdauer aus. Wegen der Rücksprünge kommt der Anwender in einen zeitlichen Zugzwang, der vermehrte Bedienfehler verursacht. Somit ist auch ein Anstieg der Bedienfehlerquotienten zu erwarten. Insgesamt werden von der dynamischen Aufgabe mehr kognitive Ressourcen beansprucht, so dass die Spurfehler zunehmen. Dagegen werden für die beiden Kenngrößen durchschnittliche Blickdauer und maximale Blickdauer auf das Display keine Unterschiede erwartet, vor allem weil der Benutzer bei allen vier Varianten mit den jeweils identischen Oberflächen konfrontiert wird. Bei dynamischen Aufgaben ist in keinem Fall eine Verlängerung der mittleren Blickdauer zu erwarten. Es kann eher zu einer Verkürzung kommen, da die Versuchsperson zur Lösung der Aufgabe die Strategie verfolgen kann, die notwendigen Informationen der tertiären Aufgabe und der Verkehrssituation mit kürzeren Blicken zu erfassen. Aus dem gleichen Grund ist eine Änderung der maximalen Blickdauer ebenfalls nicht vorherzusehen.

Führungsart: Terminkalender									
		Bediendauer				Kumulierte Blickdauer			
Rücksprung [s]		kein	fünf	vier	drei	kein	fünf	vier	drei
α -Fehler	kein		0,687	1,000	0,119		0,600	0,601	0,037
	fünf			1,000	0,428			1,000	0,508
	vier				0,255				0,151
	drei								
Mittelwert [s]:		22,18	30,30	28,64	72,52	13,66	19,31	17,71	36,75
Standardabw. [s]:		10,08	20,35	18,98	92,64	5,35	13,40	10,29	37,48

Tabelle 6-32: α -Fehler, Mittelwerte und Standardabweichungen der Bediendauer und kumulierten Blickdauer beim Auslesen von Information aus dem Terminkalender

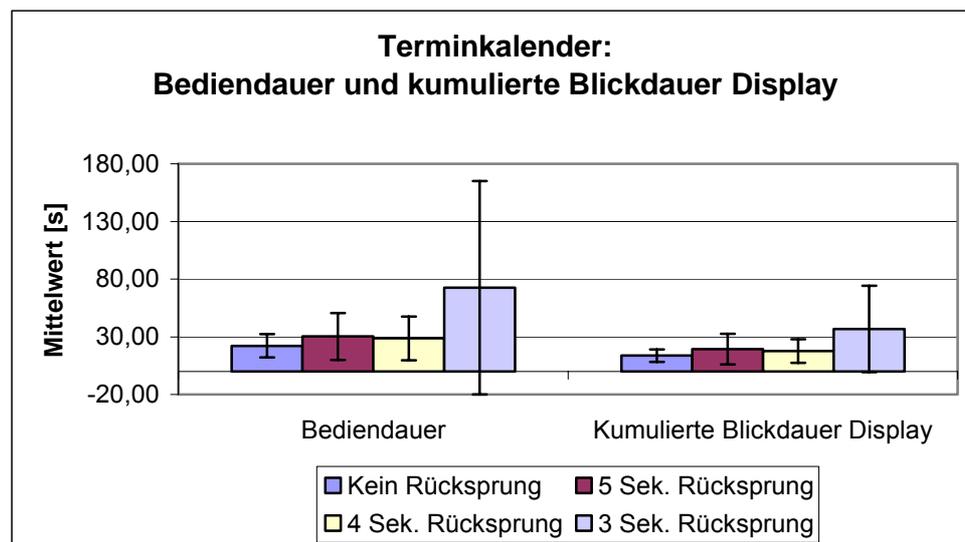


Abbildung 6-25: Mittelwerte und Standardabweichungen der Bediendauer und kumulierten Blickdauer beim Auslesen von Information aus dem Terminkalender

Bediendauer und kumulierte Blickdauer sind in Tabelle 6-32 und Abbildung 6-25 zusammengefasst. Die Irrtumswahrscheinlichkeit der Bediendauer für den Vergleich zwischen der statischen Aufgabe und der Aufgabenvariante mit drei Sekunden

Rücksprung liegt im nicht aussagefähigen Bereich. Alle anderen α -Fehler ergeben keine Unterschiede. Für die kumulierte Blickdauer auf das Display liefert nur der Vergleich statische Aufgabenauslegung gegen dynamische Variante mit drei Sekunden Rücksprung ein signifikantes Ergebnis zu Lasten der dynamischen Aufgabe. Der Vergleich drei und vier Sekunden lässt dagegen eine statistisch fundierte Aussage nicht zu und alle anderen Gegenüberstellungen zeigen keine Unterschiede.

Führungsart: Terminkalender									
		Bedienfehlerquotient				Spurfehler			
Rücksprung [s]		kein	fünf	vier	drei	kein	fünf	vier	drei
α -Fehler	kein		0,141	0,217	0,034		0,280	0,716	0,012
	fünf			1,000	0,343			1,000	1,000
	vier				0,166				0,086
	drei								
Mittelwert []:		1,18	1,41	1,42	2,10	1,24	2,10	1,67	2,62
Standardabw. []:		0,14	0,40	0,46	1,32	0,94	1,97	1,06	1,69

Tabelle 6-33: α -Fehler, Mittelwerte und Standardabweichungen von Bedienfehlerquotient und Spurfehler beim Auslesen von Information aus dem Terminkalender

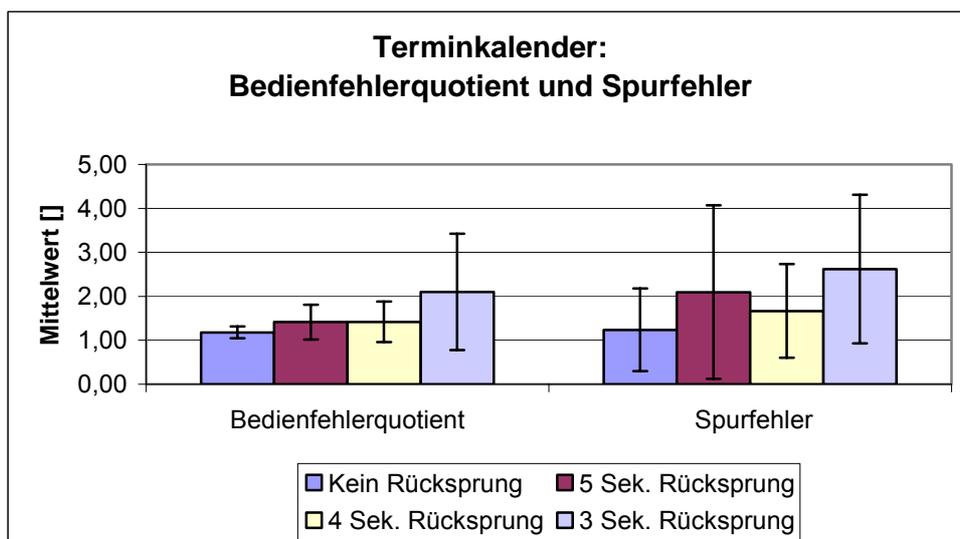


Abbildung 6-26: Mittelwerte und Standardabweichungen von Bedienfehlerquotient und Spurfehler beim Auslesen von Information aus dem Terminkalender

Die zwei Kenngrößen für die bei der Bearbeitung der Terminkalenderaufgabe aufgetretenen Fehler sind Tabelle 6-33 und Abbildung 6-26 zu entnehmen. Der Bedienfehlerquotient weist signifikant weniger Fehler bei der Variante ohne Rücksprung im Vergleich zu der sehr dynamischen Aufgabe auf. Die beiden anderen Rücksprungetzeiten liefern bei der Gegenüberstellung mit der statischen Aufgabe keine eindeutigen Werte. Es besteht kein Unterschied zwischen fünf Sekunden und vier Sekunden sowie fünf Sekunden und drei Sekunden Rücksprungetzeit. Der α -Fehler für den Vergleich zwischen vier und drei Sekunden liegt im nicht aussagefähigen Bereich. Ähnlich präsentiert sich der Spurfehler. Nur der Vergleich der beiden Extreme ergibt einen signifikanten Unterschied. Alle restlichen α -Fehler

liegen über 25 %. Nur für die Gegenüberstellung der Rücksprungzeiten von drei und vier Sekunden ist keine statistisch abgesicherte Aussage möglich.

Führungsart: Terminkalender								
	Durchschnittliche Blickdauer				Maximale Blickdauer			
Rücksprung [s]:	kein	fünf	vier	drei	kein	fünf	vier	drei
Mittelwert [s]:	1,23	1,26	1,24	1,27	2,28	2,34	2,29	2,60
Standardabw. [s]:	0,42	0,54	0,35	0,39	0,62	1,00	0,66	1,04

Tabelle 6-34: Mittelwerte und Standardabweichungen von durchschnittlicher und maximaler Blickdauer beim Auslesen von Information aus dem Terminkalender. Die Varianzanalysen ergeben keine signifikanten Unterschiede zwischen den unterschiedlichen Varianten, weshalb keine α -Fehler aufgelistet sind.

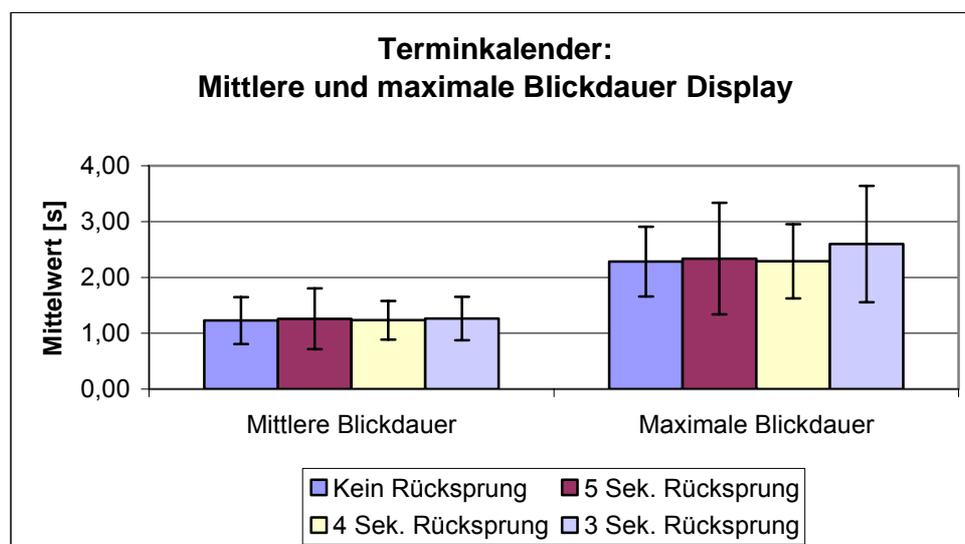


Abbildung 6-27: Mittelwerte und Standardabweichungen von durchschnittlicher und maximaler Blickdauer beim Auslesen von Information aus dem Terminkalender

Tabelle 6-34 und Abbildung 6-27 geben die durchschnittliche und maximale Blickdauer auf das Display wieder. Weder bei der durchschnittlichen Blickdauer ($\alpha = 0,965$) noch bei der maximalen Blickdauer ($\alpha = 0,325$) ergeben die Varianzanalysen einen signifikanten Unterschied.

Im Ganzen lassen die Ergebnisse vermuten, dass eine Rücksprungzeit von drei Sekunden signifikant ablenkender ist als eine statische Aufgabe. Die beiden restlichen dynamischen Varianten liefern dagegen keinen eindeutigen Trend. Sie vermitteln allerdings den Eindruck, dass sie sich in der Ablenkungswirkung nicht von der statischen Aufgabe unterscheiden. Ob dieser Eindruck in Wirklichkeit so ist, kann auf Basis der Messwerte nicht eindeutig bestimmt werden, da das Versuchsdesign zwei Schwächen in sich birgt, die sich auch in den indifferenten Antworten der Versuchspersonen widerspiegeln. Erstens stellen sich die unterschiedlichen Systemausprägungen den Versuchspersonen nicht eindeutig als Aufgabenvarianten dar, wodurch wegen verschiedener Lerneffekte die Ergebnisse unscharf werden. Um die Messergebnisse eindeutig vergleichen zu können, folgen alle Aufgabenvarianten einem fast gleichen Bedienschema. Das hat allerdings gleichzeitig den Nachteil, dass anders als bei den übrigen Versuchsaufgaben die Probanden stärker auf das notwendige Bedienschema trainiert werden. Zweitens ist den Versuchspersonen beim Bedienen des Systems nicht klar, welches Zeitfenster für die Ausführung zur

Verfügung steht. Im Idealfall müsste der Fahrer zuerst die Variante ohne Rücksprung bedienen. Die nächsten Aufgabenauslegungen würden sich in einer absteigenden Rücksprungzeitenfolge anschließen. In jedem Fall würde die Versuchsperson von einem neuen, kleineren Zeitfenster überrascht werden. Ist beispielsweise im Gegensatz dazu, zuerst die dynamischste Variante zu bearbeiten, wird das Bedienverhalten der Versuchsperson sofort durch ein kurzes Zeitfenster geprägt. Die Unterschiede zwischen den Auslegungen in der Bearbeitung werden damit verschwindend klein und sind vor allem mit der konservativen Bonferoni-Korrektur kaum aufzudecken. Die Reihenfolge der Aufgabenstellung muss jedoch zufällig sein, um sonstige Lerneffekte auszuschließen. Gegebenenfalls wäre es besser gewesen, verschiedene Varianten zu stellen, die von der Bedienfolge her sehr ähnlich sind und sich nur in den Rücksprungzeiten unterscheiden. Gleichzeitig müssten diese aber von den Versuchspersonen als vollständig eigenständige Aufgaben angesehen werden. So könnte analog zur Terminabfrage nach einem Namen im Adressbuch gefragt werden. Ob allerdings in diesem Fall davon ausgegangen werden kann, dass die beiden Aufgaben ähnliche innere Modelle bei den Probanden bilden und damit vergleichbar bleiben, bleibt fraglich. Jedes gewählte Aufgabendesign hat demnach seine Vor- und Nachteile. Jedenfalls offenbaren die Ergebnisse der Terminkalenderaufgabe, dass eine Rücksprungzeit von drei Sekunden deutliche Nachteile in sich birgt und auch mit einer gewissen Übung nicht zu meistern ist. Dagegen ist den Ergebnissen der Rücksprungzeiten von vier und fünf Sekunden zu entnehmen, wie diese vor allem von erfahrenen Benutzern trotz Rücksprünge fast gleichwertig zu einer statischen Aufgabe bedient werden können. Ein gleichwertiger Bedienkomfort ist allerdings wegen der auftretenden Rücksprünge nicht zu erwarten. Schließlich sind Aussagen bezüglich der Annahmen Sub_1 und Sub_2 wegen des gewählten Aufgabendesigns nicht zu treffen. Die Antworten der Versuchspersonen legen lediglich dar, dass die Rücksprungzeiten keinen Einfluss auf die Bewertung der Versuchsaufgabe haben.

6.4 Aufgabenart

Die Aufgabenart beschreibt die Art der Einbindung des Menschen in den Arbeitsprozess. Es kann zwischen einer aktiven oder monitiven Aufgabe unterschieden werden. Bei einer aktiven Rolle bedient der Mensch die Maschine direkt. Eine monitiv gestaltete Aufgabe ist durch die Beobachtung eines automatischen Vorgangs gekennzeichnet, der nur bei einem Fehler vom Menschen unterbrochen wird. Für die Aufgabenart ist die Hypothese Auf_1 formuliert. Demnach ist eine monitive tertiäre Aufgabe unter zwei Voraussetzungen weniger ablenkend als eine aktive Alternative. Dafür muss entweder der Automat leicht zu starten sein und fehlerfrei ablaufen oder der Startvorgang ist leicht zu bedienen und ein auftretender Fehler ist einfach zu beheben. Zur Untersuchung wird eine Versuchsaufgabe mit acht Varianten gebildet, wovon zwei aktiver Art sind. Die monitiven Aufgaben unterscheiden sich in der Schwierigkeit des Starts, der Fehlerhäufigkeit und in der Korrigierbarkeit von auftretenden Fehlern. Die Versuchsperson bekommt die Aufgabenstellung einen bestimmten Radiosender einzustellen. Die acht Aufgabenvarianten werden mit einer einfaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung analysiert. Wegen der möglichen α -Fehlerkumulierung wird bei den Einzelvergleichen eine Bonferoni-Korrektur angewendet. Die Ergebnisse dieser Einzelvergleiche sind Gegenstand dieses Abschnittes. Dafür wird sehr kurz auf die Einschätzung der Versuchspersonen eingegangen. Es folgt eine Beschreibung des

betrachteten Aufgabenabschnitts und der in die Auswertung eingeflossenen Messwerte. Für die Überprüfung der aufgestellten Hypothese ist es sinnvoll, sieben Vergleichsgruppen näher zu betrachten. Für jede dieser Vergleichsgruppen werden die entsprechenden Einzelhypothesen und Ergebnisse vorgestellt und abschließend interpretiert.

Die Antworten der Versuchspersonen unterscheiden sich zwar im Mittel, allerdings können nur wenige signifikante Unterschiede gefunden werden. Die Bonferoni-Korrektur ist in der Tendenz so konservativ angelegt, dass wegen der 28 Vergleiche sehr scharfe Unterschiede zwischen den Aufgabenvarianten auftreten müssen, um signifikante α -Fehler zu finden. Diese sind allerdings wegen der beschränkten Anzahl an Versuchspersonen und der gewählten sechsstufigen Antwortskala kaum zu erzielen. Daher reduziert sich die Tabelle 6-35 auf die Darstellung der Mittelwerte und Standardabweichungen der Antworten zur Einschätzung der acht Aufgabenvarianten. Die einzelnen α -Fehler sind aus Platzgründen nicht eingezeichnet, weil insgesamt mit den gefundenen Werten keine einheitlichen Aussagen bezüglich der Beurteilungen durch die Fahrer möglich sind. Nur die Vergleiche der beiden aktiven Aufgaben mit den zwei monitiven Varianten mit schwerer Korrektur machen eine Ausnahme und ergeben signifikante Unterschiede. Es ergeben sich hierbei Irrtumswahrscheinlichkeiten zwischen 0,001 und 0,034. Offensichtlich empfinden die Versuchspersonen, eine monotive Aufgabe mit schwerer Fehlerkorrektur im Verhältnis zur aktiven Aufgabe als besonders schwierig zu lösen.

Fahrerbewertung Radio									
		Aktive Bedienung		Monitive Bedienung					
		2 Klicks	4 Klicks	Leichter Start, kein Fehler	Leichter Start, leichte Korrektur	Leichter Start, schwere Korrektur	Schwerer Start, kein Fehler	Schwerer Start, leichte Korrektur	Schwerer Start, schwere Korrektur
Lösbarkeit	Mittelwert []:	1,88	1,83	1,54	2,25	2,67	2,38	2,63	3,04
	Standardabweichung []:	0,95	0,96	0,78	1,15	1,34	1,47	1,38	1,52
Spur	Mittelwert []:	2,42	2,17	2,04	2,63	2,63	2,75	2,63	3,08
	Standardabweichung []:	1,10	0,92	0,69	1,06	1,13	1,11	0,97	1,21
Blick	Mittelwert []:	2,17	2,17	2,21	2,83	2,54	2,88	2,88	3,21
	Standardabweichung []:	1,01	0,87	0,78	1,05	1,10	1,08	1,12	1,22
Konzentration	Mittelwert []:	2,33	2,13	2,29	2,67	2,71	2,75	2,92	3,25
	Standardabweichung []:	0,96	0,85	0,81	0,96	1,00	1,15	1,18	1,29

Tabelle 6-35: Mittelwerte und Standardabweichungen der Antworten der Versuchspersonen zur Einschätzung der acht Aufgabenvarianten. Auf Grund der Bonferoni-Korrektur können kaum Unterschiede zwischen den Ausprägungen gefunden werden, so dass auf die Darstellung der α -Fehler verzichtet wird.

Beim Vergleich der objektiven Messdaten wird nur eine Aufgabensequenz verwendet. Diese ist definiert durch die erstmalige Anzeige der Radiooberfläche (vgl. Abbildung 4-16) bis zum Erklingen des gewünschten Radiosenders. In die Auswertung gehen nur Werte von Versuchspersonen ein, die alle Aufgabenvarianten lösen konnten. Lediglich zwei Probanden sind von der Aufgabenstellung überfordert und erreichen das gesetzte Ziel nicht. Die vorherrschende Verkehrsdichte ist bei allen Aufgaben ähnlich. Insgesamt treten bei der Bedienung der Radioaufgaben keine besonderen Verkehrsbehinderungen auf, so dass alle Fahrten unter diesem Aspekt ohne Einschränkungen miteinander verglichen werden können.

Zur Analyse werden die fünf Kenngrößen Bediendauer, kumulierte, maximale und durchschnittliche Blickdauer auf das Display sowie Spurfehler herangezogen. Insgesamt können alle Aufgabenvarianten mit 28 Einzelvergleichen untereinander auf Unterschiede untersucht werden. Die jeweiligen Irrtumswahrscheinlichkeiten,

Mittelwerte und Standardabweichungen der fünf Parameter sind in Tabelle 6-36 und in Abbildung 6-28, Abbildung 6-29 sowie Abbildung 6-30 wiedergegeben. Für die Überprüfung der Hypothese Auf_1 sind jedoch Vergleiche von besonderem Interesse, die in sieben Vergleichsgruppen unterteilt werden können. Dabei werden im Wesentlichen die zwei aktiven Aufgabenvarianten untereinander oder mit einer monitiven Aufgabenausprägung verglichen. Nachfolgend sind diese Vergleichsgruppen einzeln erklärt, die Einzelhypothesen formuliert und die Ergebnisse beschrieben.

Radio										
	Variante	Aktive Bedienung		Monitive Bedienung						
		2 Klicks	4 Klicks	Leichter Start, kein Fehler	Leichter Start, leichte Korrektur	Leichter Start, schwere Korrektur	Schwerer Start, kein Fehler	Schwerer Start, leichte Korrektur	Schwerer Start, schwere Korrektur	
Bediendauer	α-Fehler	Aktive Bedienung, 2 Klicks	0,000	0,143	1,000	0,006	0,001	0,000	0,000	0,000
		Aktive Bedienung, 4 Klicks		0,000	0,685	0,407	1,000	0,008	0,000	0,000
		Monitive Bedienung: leichter Start, kein Fehler			0,029	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
		Monitive Bedienung: leichter Start, leichte Korrektur				0,079	0,190	0,003	0,000	0,000
		Monitive Bedienung: leichter Start, schwere Korrektur						0,683	1,000	0,001
		Monitive Bedienung: schwerer Start, kein Fehler							0,007	0,000
		Monitive Bedienung: schwerer Start, leichte Korrektur								0,207
		Monitive Bedienung: schwerer Start, schwere Korrektur								
		Mittelwert [s]:	12,69	25,27	4,79	16,96	40,77	30,13	46,85	59,73
Standardabweichung [s]:	12,32	10,93	2,78	15,75	32,56	16,98	30,69	28,71		
Kumulierte Blickdauer	α-Fehler	Aktive Bedienung, 2 Klicks	0,000	0,965	1,000	0,010	0,000	0,000	0,000	
		Aktive Bedienung, 4 Klicks		0,001	1,000	0,107	0,068	0,003	0,000	
		Monitive Bedienung: leichter Start, kein Fehler			0,083	0,001	0,000	0,001	0,000	
		Monitive Bedienung: leichter Start, leichte Korrektur				0,192	0,357	0,044	0,000	
		Monitive Bedienung: leichter Start, schwere Korrektur						1,000	1,000	
		Monitive Bedienung: schwerer Start, kein Fehler							0,120	
		Monitive Bedienung: schwerer Start, leichte Korrektur								
		Monitive Bedienung: schwerer Start, schwere Korrektur								
		Mittelwert [s]:	8,28	14,55	3,38	11,87	26,68	21,25	31,99	42,46
Standardabweichung [s]:	10,69	10,95	2,27	12,67	22,65	13,55	26,41	23,12		
Maximale Blickdauer	α-Fehler	Aktive Bedienung, 2 Klicks	1,000	1,000	1,000	0,008	0,130	0,005	0,001	
		Aktive Bedienung, 4 Klicks		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,198	
		Monitive Bedienung: leichter Start, kein Fehler			0,935	0,001	0,012	0,003	0,000	
		Monitive Bedienung: leichter Start, leichte Korrektur				0,125	1,000	0,322	0,005	
		Monitive Bedienung: leichter Start, schwere Korrektur					1,000	1,000	0,090	
		Monitive Bedienung: schwerer Start, kein Fehler						1,000	0,021	
		Monitive Bedienung: schwerer Start, leichte Korrektur							0,203	
		Monitive Bedienung: schwerer Start, schwere Korrektur								
		Mittelwert [s]:	1,87	2,28	1,63	2,12	2,76	2,40	2,61	3,32
Standardabweichung [s]:	0,94	1,80	0,74	0,94	1,17	0,72	1,01	1,32		
Mittlere Blickdauer	α-Fehler	Aktive Bedienung, 2 Klicks	1,000	1,000	1,000	1,000	0,450	0,064	0,001	
		Aktive Bedienung, 4 Klicks		1,000	1,000	1,000	0,865	0,116	0,003	
		Monitive Bedienung: leichter Start, kein Fehler			0,440	0,230	0,043	0,038	0,002	
		Monitive Bedienung: leichter Start, leichte Korrektur				1,000	1,000	1,000	0,011	
		Monitive Bedienung: leichter Start, schwere Korrektur					1,000	1,000	0,388	
		Monitive Bedienung: schwerer Start, kein Fehler						1,000	1,000	
		Monitive Bedienung: schwerer Start, leichte Korrektur							1,000	
		Monitive Bedienung: schwerer Start, schwere Korrektur								
		Mittelwert [s]:	1,15	1,13	0,99	1,22	1,29	1,32	1,36	1,47
Standardabweichung [s]:	0,45	0,49	0,33	0,35	0,45	0,38	0,50	0,48		
Spurfehler	α-Fehler	Aktive Bedienung, 2 Klicks	1,000	1,000	1,000	0,113	0,005	0,007	0,000	
		Aktive Bedienung, 4 Klicks		1,000	1,000	0,052	0,001	0,004	0,000	
		Monitive Bedienung: leichter Start, kein Fehler			0,141	0,005	0,001	0,019	0,000	
		Monitive Bedienung: leichter Start, leichte Korrektur				0,062	0,012	0,451	0,000	
		Monitive Bedienung: leichter Start, schwere Korrektur					1,000	1,000	0,002	
		Monitive Bedienung: schwerer Start, kein Fehler						1,000	0,068	
		Monitive Bedienung: schwerer Start, leichte Korrektur							0,084	
		Monitive Bedienung: schwerer Start, schwere Korrektur								
		Mittelwert [s]:	0,74	0,83	0,22	1,00	2,09	2,26	2,39	3,96
Standardabweichung [s]:	1,29	1,37	0,42	1,00	1,88	2,40	1,92	2,48		

Tabelle 6-36: α-Fehler, Mittelwerte und Standardabweichungen für Bediendauer, kumulierte, maximale sowie mittlere Blickdauer auf das Display und Spurfehler bei den acht Radiovarianten

Bei der ersten Vergleichsgruppe werden die beiden aktiven Aufgaben miteinander in Beziehung gesetzt. Prinzipiell entspricht dies einem Vergleich von zwei Aufgaben mit

unterschiedlich vielen sequentiellen Schritten. In Anlehnung an die Ergebnisse aus der Versuchsaufgabe „Bass/Höhen verstellen im Radio“ werden deshalb bei der aktiven Variante mit vier Klicks die Bediendauer und die kumulierte Blickdauer auf das Display länger sein. Dagegen sind sowohl bei der maximalen und mittleren Blickdauer als auch bei den Spurfehlern keine Unterschiede zu erwarten. Die in Tabelle 6-36 und Abbildung 6-28 bis Abbildung 6-30 aufgeführten Werte bestätigen diese Einzelannahmen. Die Erwartungen werden von jeder betrachteten Kenngröße erfüllt, so dass die Ergebnisse in Einklang mit den Aussagen aus der Versuchsaufgabe „Bass/Höhen verstellen im Radio“ stehen.

Die zweite Vergleichsgruppe stellt die beiden aktiven Aufgaben der leicht zu startenden, monitiven und fehlerfreien Radioauslegung gegenüber. Vermutlich verfügt der Automat über Vorteile bei der Bediendauer und der kumulierten Blickdauer auf das Display. Die beiden anderen Blickkenngrößen werden allerdings keine signifikanten Unterschiede aufzeigen. Es könnten bei der monitiven Aufgabe signifikant weniger Spurfehler auftreten, wenn die Bedienzeiten der aktiven Aufgabe ausreichend lang sind. Diese aufgestellten Einzelhypothesen werden für die Bediendauer und kumulierte Blickdauer nur bei der aufwändigeren aktiven Aufgabe durch signifikante α -Fehler bestätigt. Bei der einfachen aktiven Aufgabe mit zwei Klicks, liegt die Irrtumswahrscheinlichkeit für die Bediendauer im statistisch nicht aussagefähigen Bereich. Das ist etwas überraschend, weil im Schnitt die Probanden bei der aktiven Aufgabe circa 2,5-mal länger brauchen. Allerdings ist das ein Resultat, das sich aus der konservativen Abschätzung mittels der Bonferoni-Korrektur ergibt. Bei der kumulierten Blickdauer ergeben sich dagegen keine Unterschiede zwischen leichter aktiver Aufgabe und der monitiven Ausprägung. Alle anderen Kenngrößen unterscheiden sich in dieser Vergleichsgruppe ebenfalls nicht.

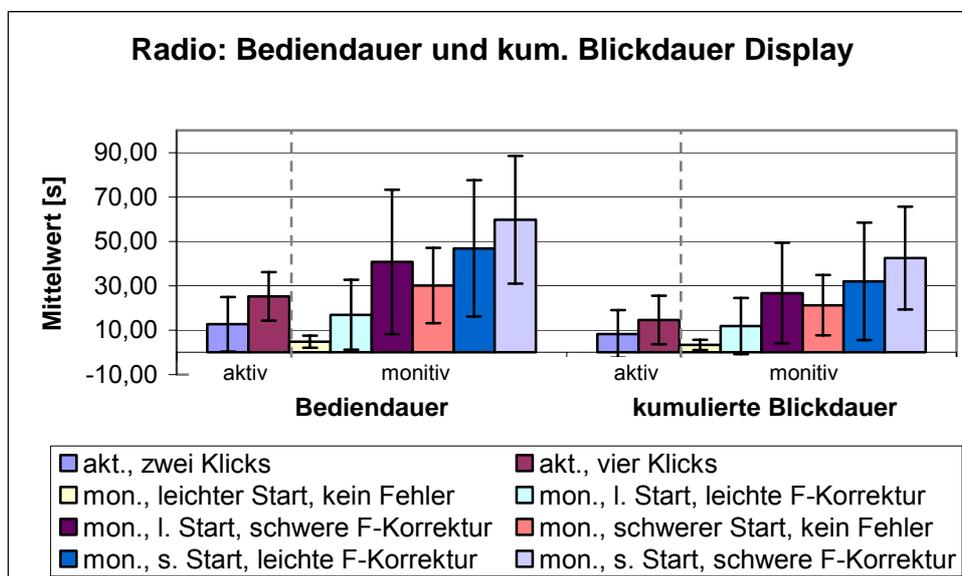


Abbildung 6-28: Mittelwerte und Standardabweichungen für Bediendauer und kumulierte Blickdauer auf das Display bei den acht Radioaufgaben

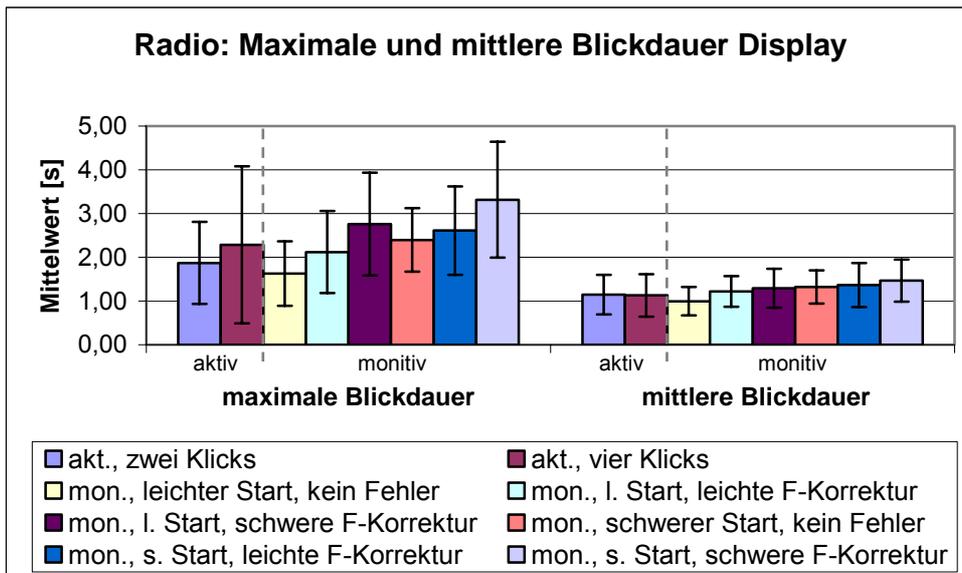


Abbildung 6-29: Mittelwerte und Standardabweichungen für maximale und durchschnittliche Blickdauer auf das Display bei den acht Radioaufgaben

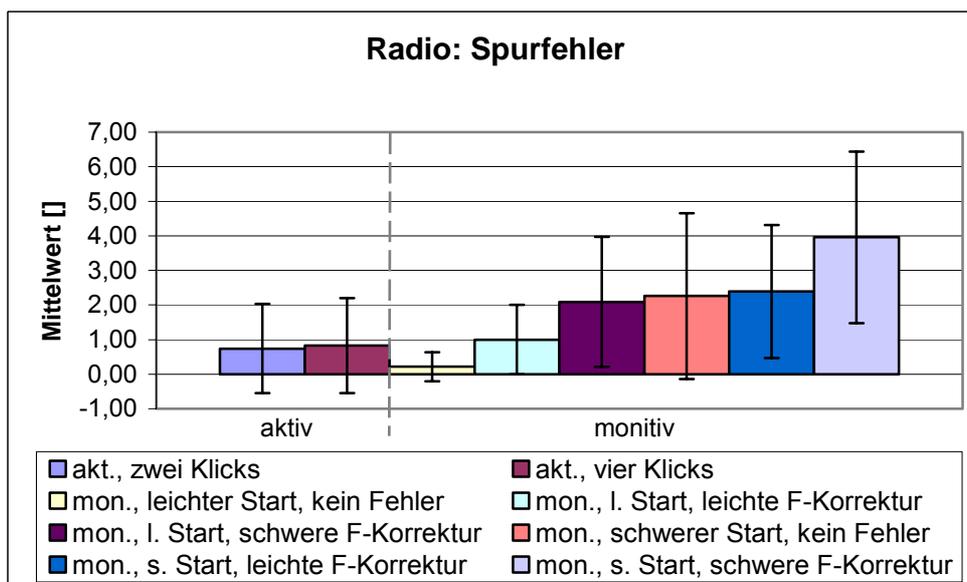


Abbildung 6-30: Mittlere Anzahl der Spurfehler bei der Radioaufgabe

Als drittes werden die aktiven Aufgaben in Beziehung zu der monitiven Aufgabe mit leichtem Start und leichter Fehlerkorrektur gestellt. Auch bei dieser monitiven Variante wird gemäß der formulierten Hypothese erwartet, dass der Automat besser abschneidet als eine aktive Bedienung. Die Bediendauer und die kumulierte Blickdauer auf das Display sollten für den Automaten daher kürzer sein. Die restlichen drei Kenngrößen unterscheiden sich wahrscheinlich nicht. Das ermittelte Ergebnis weicht jedoch von diesen Annahmen ab. Für die fünf betrachteten Kenngrößen ergeben sich keine Unterschiede. Nur mit einer Ausnahme betragen die ermittelten Irrtumswahrscheinlichkeiten jedes Mal 100 % (siehe Tabelle 6-36).

Beim Vergleich der aktiven Aufgaben mit der monitiven Variante mit leichtem Start und schwerer Fehlerkorrektur wird gemäß Hypothese Auf_1 erstmals ein

Unterschied zu Lasten des Automaten erwartet. Signifikante Differenzen werden sich bei der Bediendauer und der kumulierten Blickdauer ergeben. Auch kann bei der monitiven Aufgabe wegen der schweren Fehlerkorrektur die maximale Blickdauer auf das Display und die Anzahl der Spurfehler im Schnitt deutlich höher liegen. Die durchschnittlichen Blickdauern werden dagegen gleich sein. In der Wirklichkeit treten signifikante Unterschiede bei Bediendauer, kumulierter und maximaler Blickdauer für die einfache aktive Aufgabe auf. Beim Spurfehler bewegt sich die Irrtumswahrscheinlichkeit für diese Auslegung im nichtaussagefähigen Bereich. Wird die aktive Aufgabe mit vier Klicks als Vergleichsgröße herangezogen, sind die Unterschiede nicht so deutlich ausgeprägt. Beim Spurfehler lässt sich zwar bereits eine Tendenz ($\alpha = 0,052$) erkennen, aber keine der betrachteten Kenngrößen zeigt signifikante Differenzen. Für die durchschnittliche Blickdauer auf das Display sind schließlich bei beiden Einzelvergleichen keine Unterschiede zu erkennen.

Die fünfte Vergleichsgruppe stellt den aktiven Auslegungen einen Automaten mit schwerer Startprozedur aber fehlerlosem Ablauf gegenüber. Erneut wird eine weniger starke Ablenkung durch die aktiven Aufgaben vermutet. Die Bediendauer und die kumulierte Blickdauer auf das Display werden sehr wahrscheinlich beim Automaten länger ausfallen. Allerdings ist der schwere Startvorgang nicht so verwirrend, dass sich die maximale Blickdauer auf das Display unterscheiden wird. Dafür sind signifikante Differenzen bei den Spurfehlern wegen der längeren Bedienung zu erwarten. Die durchschnittliche Blickdauer bleibt voraussichtlich von den verschiedenen Aufgabenausprägungen wieder unberührt. Zur Darstellung der Ergebnisse muss erneut zwischen der einfachen und der längeren aktiven Aufgabe unterschieden werden. Die kurze aktive Aufgabe mit zwei Klicks hat signifikante Vorteile bei der Bediendauer und der kumulierten Blickdauer. Für die maximale Blickdauer kann keine statistisch abgesicherte Aussage getroffen werden. Es bestehen bei der Bediendauer keine Unterschiede, wenn der schwer zu startende Automat mit der langen aktiven Aufgabe verglichen wird. Die kumulierte Blickdauer ergibt in diesem Fall eine nicht aussagekräftige Irrtumswahrscheinlichkeit. Gleichzeitig unterscheiden sich, wie erwartet, die maximalen Blickdauern auf das Display nicht. Die Anzahl der Spurfehler liegen für beide Einzelvergleiche beim Ausführen des Automaten signifikant höher. Die Prognose bezüglich der durchschnittlichen Blickdauer wird bestätigt. Es sind hier keine Unterschiede zwischen den Varianten zu erkennen.

Als vorletztes wird ein Vergleich zwischen aktiven Aufgaben und monitiver Aufgabe mit schwerem Start und leichter Fehlerkorrektur aufgestellt. Bei dieser Ausprägung ist der Automat wegen der hinzugekommenen notwendigen Fehlerkorrektur noch ablenkender. Deshalb treten vermutlich die Unterschiede bei der Bediendauer, der kumulierten Blickdauer auf das Display und den Spurfehlern noch deutlicher auf. Die maximale Blickdauer wird wahrscheinlich bei allen Varianten etwa gleich sein, weil der Anwender nicht mit stark verwirrenden Oberflächen konfrontiert wird. Die mittlere Blickdauer auf das Display wird erneut von den drei unterschiedlichen Ausprägungen nicht beeinflusst. In der Realität ergeben sich für Bediendauer, kumulierte Blickdauer und Spurfehler signifikante Ergebnisse zu Gunsten der aktiven Ausführung. Sogar bei der maximalen Blickdauer ist eine Signifikanz zwischen der kurzen aktiven Aufgabe und dem Automaten festzustellen. Außerdem bewegen sich die α -Fehler bei der durchschnittlichen Blickdauer auf das Display überraschenderweise im nicht aussagefähigen Bereich.

Zuletzt bleibt die Vergleichsgruppe mit der schwersten Automatenauslegung. Die Bedienung des Automaten mit schwerem Start und schwerer Fehlerkorrektur ist so anspruchsvoll, dass es bei allen untersuchten Kenngrößen im Vergleich zu den aktiven Auslegungen zu signifikanten Unterschieden kommen muss. Diese Erwartung wird bestätigt. Lediglich der Vergleich der maximalen Blickdauer auf das Display ergibt eine nicht eindeutige Irrtumswahrscheinlichkeit.

Die einzelnen Ergebnisse der sieben Vergleichsgruppen lassen sich zusammengefasst folgendermaßen interpretieren. Vorneweg bestätigt der Vergleich innerhalb der beiden aktiven Aufgaben die Ergebnisse der vorhergehenden Versuchsaufgaben. Je mehr sequentielle Schritte für die Ausführung notwendig sind, desto mehr lenkt die Aufgabe ab. Diese Ablenkung äußert sich allerdings nur bei den Kenngrößen Bediendauer und kumulierte Blickdauer. Für alle Ausprägungen des Radios gilt, dass die mittlere Blickdauer kaum Resonanz zeigt auf die unterschiedlichen Systemauslegungen und daher keine Rückschlüsse bezüglich der Ablenkung der beiden Arten der Aufgabenart liefern kann. Die aufgestellte Hypothese Auf_1 lässt sich mit den gewonnenen Ergebnissen nur eingeschränkt bestätigen. Eine monotone tertiäre Aufgabe ist nur dann weniger ablenkend als die aktive Alternative, wenn einerseits die aktive Variante nicht sehr leicht auszuführen ist und andererseits beim Automaten kein Fehler auftritt. Diese Vorteile zeigen sich jedoch nur bei der Bediendauer und der kumulierten Blickdauer auf das Display. Sobald ein schweres Element bei der Bedienung des Automaten hinzukommt, gerät dieser gegenüber einer verhältnismäßig einfachen aktiven Aufgabe ins Hintertreffen. Insgesamt bringt eine tertiäre monotone Aufgabe keinen Nutzen bei der maximalen Blickdauer und den Spurfehlern. Zusammenfassend offenbaren die Ergebnisse eine gleichwertige Ablenkungswirkung der drei Aufgabenvarianten *aktive Aufgabe mit vier Klicks*, *monotone Aufgabe mit leichtem Start und ohne Fehler* sowie *monotone Aufgabe mit leichtem Start und leichter Fehlerkorrektur*. Das heißt, ein Automat bedeutet bei tertiären Aufgaben hauptsächlich einen Komfortgewinn für den Anwender. Allerdings darf man nicht den Fehler machen und diese Rückschlüsse für die tertiären Aufgaben auf Automaten übertragen, die bei primären oder sekundären Aufgaben im Pkw eingesetzt werden. Die vorgestellte Untersuchung hat nämlich vier Teilaspekte eines Automaten aus unterschiedlichen Gründen nicht berücksichtigt, die jedoch bei primären und sekundären Aufgaben eine entscheidende Rolle spielen können. Dazu gehört erstens der Einfluss der Schwere des Fehlers auf die Ablenkung. Es ist anzunehmen, dass sich die Aufmerksamkeit verändert, wenn eine falsche aktive Bedienung oder ein schlecht arbeitender Automat Fehler mit weitreichenden Folgen für Mensch und Technik haben kann. Diese Möglichkeit ist bei tertiären Aufgaben ausgeschlossen aber bei den restlichen Aufgabentypen durchaus möglich. Die restlichen Teilaspekte können auch einen Automaten für eine tertiäre Aufgabe beeinflussen, sind aber aus Zeitgründen nicht Gegenstand der Versuche. So spielt wahrscheinlich zweitens die Zuverlässigkeit des Automaten generell eine Rolle. Tritt ein Fehler für den Anwender erfahrungsgemäß häufig auf, wird sich der Fahrer vermehrt um die Überwachung des Systems kümmern und entsprechend mehr kognitive Ressourcen aufwenden müssen. Der dritte Teilaspekt kann als Art der Überwachung zusammengefasst werden. Ein wesentliches Element einer monotonen Aufgabe umfasst die Überwachung des Automaten und den korrigierenden Eingriff bei Auftreten eines Fehlers. Die Kontrolle des Automaten hängt dabei von der Rückmeldung des Systemzustandes ab. Hier ist zu unterscheiden in welcher Form und zu welchem Zeitpunkt die Rückmeldung erfolgt. Erfolgt die Rückmeldung laufend

auf dem optischen Kanal, wird die Ablenkungswirkung des Automaten größer sein, als wenn der Anwender Informationen zum Systemzustand gleichzeitig visuell und akustisch zu bestimmten Zeitpunkten erhält. Schließlich wird der vierte Teilaspekt nicht berücksichtigt und mit der gewählten Versuchsaufgabe kein Automat untersucht, der den Fahrer über einen längeren Zeitraum unterstützt. Anwendungsbeispiele für tertiäre Aufgaben sind diesbezüglich wenige zu finden. Bei primären und sekundären Aufgaben gibt es dagegen zahlreiche entsprechende Automaten, wie Tempomat, Scheibenwischer oder Abstandsregelautomaten. Erfolgt die automatische Unterstützung über längere Zeit, ist eine Verminderung der Ablenkung im Vergleich zu einer aktiven Aufgabe anzunehmen. Für die Überprüfung der Hypothesen Sub_1 und Sub_2 sind schließlich die Angaben der Versuchspersonen zu den diversen Radiovarianten ungeeignet. Mögliche subtile Unterschiede zwischen den Antworten der Probanden werden bei den zahlreichen Vergleichen durch die Bonferoni-Korrektur ausgeglichen.

6.5 Rückmeldung

Hinsichtlich der Rückmeldung sind zwei Hypothesen formuliert. Diese betrachten ausschließlich den Einfluss einer verzögerten Rückmeldung auf die Ablenkungswirkung. Gemäß der Annahmen Rück_1 und Rück_2 verursacht eine verzögerte Rückmeldung eine Ablenkung des Fahrers. Gleichzeitig lenkt die tertiäre Aufgabe stärker ab, je weiter die Rückmeldung außerhalb der physiologischen Reaktionszeit von etwa 100 Millisekunden liegt. Für die Überprüfung dieser beiden Hypothesen ist die Telefonaufgabe vorgesehen. Die Versuchsperson ist aufgefordert, die Telefonnummer 089/102030 zu wählen. Dabei gibt es vier Varianten von Telefonen, deren visuelle Rückmeldung entweder um 0,1 Sekunden, 0,2 Sekunden, 2 Sekunden oder 3 Sekunden verzögert ist. Die Auswertung der entsprechenden Versuchsdaten teilt sich in zwei Schritte auf. Zuerst werden die vier Varianten mit Hilfe der einfaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung und einer Bonferoni-Korrektur auf Unterschiede untersucht. Ausgehend von diesen Ergebnissen wird im zweiten Schritt überprüft, ob sich innerhalb der beiden Variantenpaare mit jeweils kurzen bzw. langen Rückmeldezeiten Unterschiede ergeben. Ist dem nicht der Fall, werden die entsprechenden Werte zusammengefasst und mit einem t-Test für abhängige Stichproben verglichen. Bevor die Resultate dieser statistischen Auswertung beschrieben werden, wird knapp auf die Einschätzungen der Versuchspersonen, die verwendeten Messwerte und Kenngrößen eingegangen. Zum Schluss werden die gefundenen Ergebnisse kurz interpretiert.

Telefon: Fahrerbewertung					
		Aufgabe leicht lösen			
Variante:		0,1 s	0,2 s	2 s	3 s
α -Fehler	0,1 s		1,000	0,018	0,005
	0,2 s			0,001	0,003
	2 s				1,000
	3 s				
Mittelwert []:		1,68	1,72	2,76	2,76
Standardabweichung []:		0,75	0,98	1,59	1,67

Tabelle 6-37: α -Fehler, Mittelwerte und Standardabweichungen für die Beurteilungen der Lösbarkeit durch die Versuchspersonen abhängig von den vier Telefonvarianten

Telefon: Fahrerbewertung					
	Variante:	0,1 s	0,2 s	2 s	3 s
Spur	Mittelwert []:	2,64	2,60	3,04	2,84
	Standardabweichung []:	0,91	1,29	1,14	1,14
Blick	Mittelwert []:	2,60	2,60	3,00	2,76
	Standardabweichung []:	0,87	1,19	1,16	1,30
Konzentration	Mittelwert []:	2,56	2,60	3,08	3,04
	Standardabweichung []:	0,82	1,19	1,19	1,46

Tabelle 6-38: Mittelwerte und Standardabweichungen für die Bewertung der Spurhaltung, des Blickverhaltens und der Konzentration auf das Fahren durch die Versuchspersonen bei den vier Telefonvarianten. Die Varianzanalyse kann keine Unterschiede zwischen den Aufgabenauslegungen für diese vier Kenngrößen erkennen, daher werden keine α -Fehler angezeigt.

Die Beurteilungen der Aufgaben durch die Versuchspersonen geben deutlich die Diskrepanz der Selbsteinschätzung wieder. Während sich für die Bewertung der Lösbarkeit der Aufgabe signifikante Unterschiede ergeben, können mit der Varianzanalyse keine signifikanten Differenzen bei den Fragen zur eigenen Fahrleistung gefunden werden ($\alpha_{\text{Spur}} = 0,191$; $\alpha_{\text{Blick}} = 0,217$; $\alpha_{\text{Konz}} = 0,060$). Hinsichtlich der Lösbarkeit der Aufgabe erkennen die Probanden keinen Unterschied zwischen den zwei Telefonausprägungen mit kurzen Rückmeldezeiten. Gleiches gilt für die Systemauslegung mit Rückmeldezeiten über zwei Sekunden. Dagegen schneiden die Auslegungen mit den großen Verzögerungszeiten im Vergleich zu den schnellen Systemen signifikant schlechter ab.

Für die Analyse werden nur die Messwerte der jeweils letzten Menüebene pro Telefonvariante verwendet. Diese Oberfläche (siehe Abbildung 4-17) dient der Eingabe der Telefonnummer und verfügt über die entsprechende verzögerte Rückmeldung. Der betrachtete Aufgabenabschnitt ist somit definiert ab dem erstmaligen Betreten der Telefonoberfläche bis zur korrekten Wahl der Telefonnummer. Verwendet werden alle Messwerte, da jeder Proband die Telefonaufgaben vollständig lösen kann. Außergewöhnliche Störungen durch den Verkehr treten nicht auf, weshalb auch unter diesem Gesichtspunkt alle Messwerte in die Analyse einfließen können.

Vermutlich bestehen keine Unterschiede bei der Ablenkungswirkung innerhalb der kurzen Rückmeldungszeiten. Abweichungen könnten sich zwischen den langen Verzögerungen ergeben. Sicher zu erwarten sind signifikante Differenzen zwischen schnellen und trägen Systemauslegungen. Die fünf Kenngrößen Bediendauer, kumulierte und maximale Blickdauer auf das Display, Bedienfehlerquotient, Überdrehen sowie Spurfehler werden dabei die Ablenkungswirkung belegen. Wegen der Wartezeit und der dadurch entstehenden Verwirrung wird die Ausführung der Aufgabe verlängert. Dies spiegelt sich ebenfalls in einer längeren kumulierten Blickdauer auf das Display wieder. Bei den großen Verzögerungen wird die Versuchsperson über den Erfolg der eigenen Tätigkeit so sehr im Unklaren gelassen und so stark verwirrt, dass vermutlich die maximale Blickdauer auf das Display deutlich erhöht wird. Die träge Rückmeldung verursacht zur gleichen Zeit eine Erhöhung der Bedienfehler. Diese schlagen sich zum einen in der Kenngröße Überdrehen und zum anderen beim Bedienfehlerquotienten nieder. Weil das System im Extremfall keine Auskunft über die gemachte Aktion gibt, wird wahrscheinlich mehrfach geklickt oder der Dreh-Drücksteller zu weit gedreht. Schließlich wirkt sich

die Verwirrung auf die Spurfehler aus. Diese können für die Telefonaufgabe anders als bei den Versuchsaufgaben „Temperatur verstellen (Typ1 und Typ2)“ eindeutig bestimmt werden, weil die entsprechende Menüebene ausreichend lang bedient wird. Anders als bei den fünf genannten Parametern ist dagegen in Anlehnung an die vorhergegangenen Versuche, bei der mittleren Blickdauer auf das Display kein Unterschied zu erwarten.

Telefon: Vergleich von vier Varianten													
		Bediendauer				Kumulierte Blickdauer				Maximale Blickdauer			
Variante:		0,1 s	0,2 s	2 s	3 s	0,1 s	0,2 s	2 s	3 s	0,1 s	0,2 s	2 s	3 s
α -Fehler	0,1 s		1,000	0,000	0,000		1,000	0,002	0,001		-	-	-
	0,2 s			0,000	0,000			0,002	0,002			-	-
	2 s				0,542				1,000				-
	3 s												
Mittelwert [s]:		29,20	32,00	63,54	82,36	16,25	17,21	37,23	33,20	2,37	2,65	3,32	2,93
Standardabweichung [s]:		7,52	12,59	38,16	38,73	7,79	9,14	28,99	18,75	1,40	1,56	2,88	1,48

Tabelle 6-39: α -Fehler, Mittelwerte und Standardabweichungen für die Bediendauer, kumulierte Blickdauer und maximale Blickdauer bei der Ausführung der Telefonaufgaben. Für die maximale Blickdauer ergeben sich aus der Varianzanalyse keine signifikanten Unterschiede, weshalb keine α -Fehler für die Einzelvergleiche aufgeführt werden.

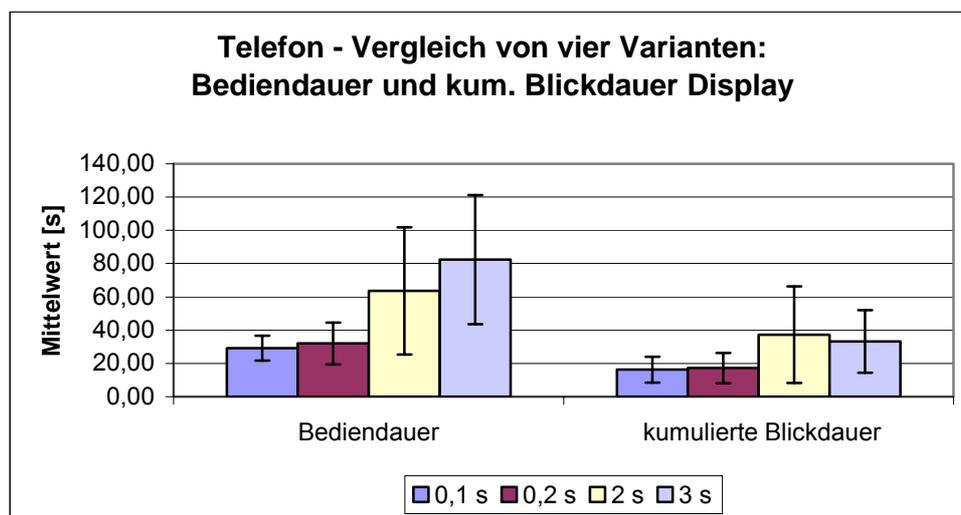


Abbildung 6-31: Mittelwerte und Standardabweichungen der Bediendauer und kumulierten Blickdauer auf das Display während der Betätigung des Telefons

In Tabelle 6-39 und Abbildung 6-31 sind die Ergebnisse der Bediendauer, der kumulierten und der maximalen Blickdauer aufgetragen. Für die maximale Blickdauer ergibt die Varianzanalyse keine signifikanten Differenzen ($\alpha = 0,091$), so dass keine Einzelvergleiche durchgeführt werden. Die maximale Blickdauer liegt dabei im Schnitt zwischen 2,37 und 3,32 Sekunden. Für die Bediendauer und die kumulierte Blickdauer ergeben sich innerhalb der kurzen und langen Rückmeldezeiten keine Unterschiede. Gleichzeitig zeigen sich die prognostizierten signifikanten Differenzen zwischen den schnellen und den trägen Systemen.

Telefon: Vergleich von vier Varianten													
		Bedienfehlerquotient				Überdrehen				Spurfehler			
Variante:		0,1 s	0,2 s	2 s	3 s	0,1 s	0,2 s	2 s	3 s	0,1 s	0,2 s	2 s	3 s
α-Fehler	0,1 s		1,000	0,077	0,082		1,000	0,146	0,073		0,969	0,019	0,136
	0,2 s			0,049	0,079			0,053	0,044			0,248	0,875
	2 s				1,000				1,000				1,000
	3 s												
Mittelwert []:		1,31	1,31	1,80	2,19	2,96	2,72	4,60	5,32	1,76	2,32	3,28	3,16
Standardabweichung []:		0,31	0,26	0,99	1,60	1,17	1,31	3,72	4,33	1,51	2,23	2,59	2,69

Tabelle 6-40: α-Fehler, Mittelwerte und Standardabweichungen für die bei der Telefonbedienung auftretenden Fehler

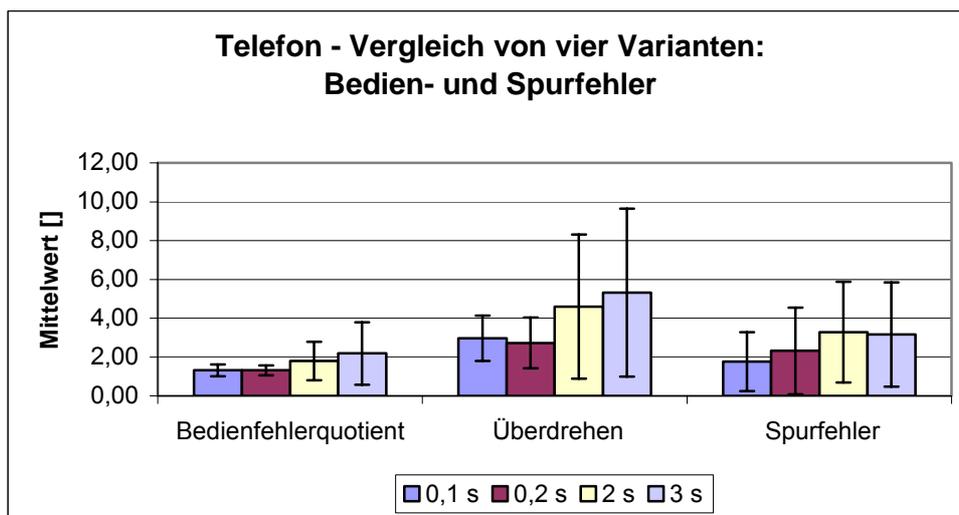


Abbildung 6-32: Graphische Darstellung der Mittelwerte und Standardabweichungen für die während der Bedienung der Telefonaufgabe auftretenden Fehler

Eine Auflistung der Ergebnisse für die Fehler während der Bedienung der Telefonaufgaben findet sich in Tabelle 6-40 und Abbildung 6-32. Für den Bedienfehlerquotienten und das Überdrehen gibt es innerhalb der beiden Rückmeldegruppen erneut keine Unterschiede. Im Vergleich der kurzen und langen Rückmeldeverzögerung liegen die ermittelten Irrtumswahrscheinlichkeiten überwiegend im nicht aussagefähigen Bereich. Berücksichtigt man allerdings die Tatsache, dass die Bonferoni-Korrektur zu sehr konservativen Ergebnissen führt, lässt sich vermuten, dass auch bei diesen Kenngrößen ein Unterschied zwischen den beiden Rückmeldegruppen besteht. Statistisch beweisen lässt sich diese Aussage mit den in Tabelle 6-40 aufgelisteten α-Fehlern allerdings nicht. Innerhalb der beiden Rückmeldegruppen sind für die Spurfehler erneut keine signifikanten Unterschiede zu ermitteln. Die Gegenüberstellung von kurzen mit langen Rückmeldezeiten ergibt kein eindeutiges Bild. Die Verzögerungszeiten von 0,1 Sekunden und 2 Sekunden ergeben eine signifikante Abweichung. Dagegen kann auf Grund des α-Fehlers bei dem Vergleich von 0,2 Sekunden und 3 Sekunden die Nullhypothese angenommen werden. Die restlichen Vergleiche liegen im nicht aussagekräftigen Bereich, wobei der α-Fehler von 24,8 % zwischen der 0,2 Sekunden Auslegung und der 2 Sekunden Verzögerung nur knapp unterhalb der festgelegten 25 %-Hürde bleibt.

Für die durchschnittliche Blickdauer ergeben sich wie erwartet keine Unterschiede zwischen den vier Gruppen und werden daher nicht tabellarisch aufgeführt. Die

Varianzanalyse ermittelt für diesen Parameter einen α -Fehler von 0,275, wobei die durchschnittlichen Blickdauern im Mittel zwischen 1,18 und 1,34 Sekunden liegen.

Insgesamt betrachtet, wirkt sich die stark verzögerte Rückmeldung von zwei und drei Sekunden auf die Bediendauer, die kumulierte Blickdauer auf das Display und auf die fehlerfreie Bedienung der Aufgabe negativ aus. Diese Kenngrößen sind deutliche Indikatoren für eine erhöhte Ablenkung bei der Bedienung der trägen Systemauslegung. Für die maximale Blickdauer auf das Display und den Spurfehler kann keine statistisch fundierte Aussage getroffen werden. Ein Unterschied ähnlich wie bei den anderen Kenngrößen lässt sich zwar vermuten, aber auf Grund der konservativen Tendenz der Bonferoni-Korrektur statistisch nicht beweisen. Ausgehend von diesen Ergebnissen erscheint es angebracht und erlaubt, die Werte der beiden jeweils kürzesten und längsten Verzögerungen in zwei Rückmeldegruppen zusammenzufassen und diese nochmals mit einem t-Test für verbundene Stichproben zu analysieren.

Telefon: Vergleich von kurzen und langen Rückmeldungsverzögerungen								
	Bediendauer		kum. Blickdauer		max. Blickdauer		mittl. Blickdauer	
Variante:	$\leq 0,2$ s	≥ 2 s	$\leq 0,2$ s	≥ 2 s	$\leq 0,2$ s	≥ 2 s	$\leq 0,2$ s	≥ 2 s
α -Fehler:	0,000		0,000		0,039		0,336	
Mittelwert [s]:	30,60	72,95	16,73	35,22	2,51	3,13	1,23	1,29
Standardabweichung [s]:	10,36	39,22	8,42	24,25	1,47	2,27	0,57	0,58

Tabelle 6-41: α -Fehler, Mittelwerte und Standardabweichungen für die Bediendauer und Blickdauern auf das Display beim Vergleich der schnellen und trägen Telefonaufgabengruppen

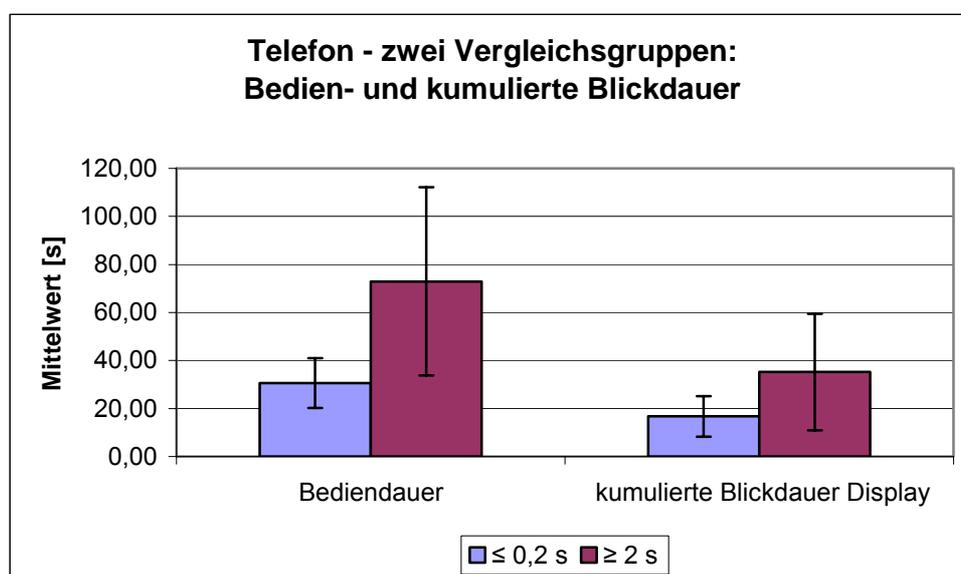


Abbildung 6-33: Mittelwerte und Standardabweichungen der Bedien- und kumulierten Blickdauer beim Vergleich von schnellen und trägen Rückmeldezeiten

Die Werte für die Bediendauer und Blickdauern, die sich aus diesen Vergleichen ergeben, sind in Tabelle 6-41 aufgelistet. Wie auch der Abbildung 6-33 zu entnehmen ist, ergeben sich signifikante Unterschiede bei der Bediendauer und der kumulierten Blickdauer zu Gunsten der schnellen Variante. Dies deckt sich mit den Erkenntnissen aus den eingangs beschriebenen Analysen. Allerdings weist nun auch die maximale Blickdauer signifikant bessere Werte für die schnellen Systeme auf.

Die mittlere Blickdauer bleibt dagegen von den Rückmeldeverzögerungen unbeeinflusst (vgl. Abbildung 6-34).

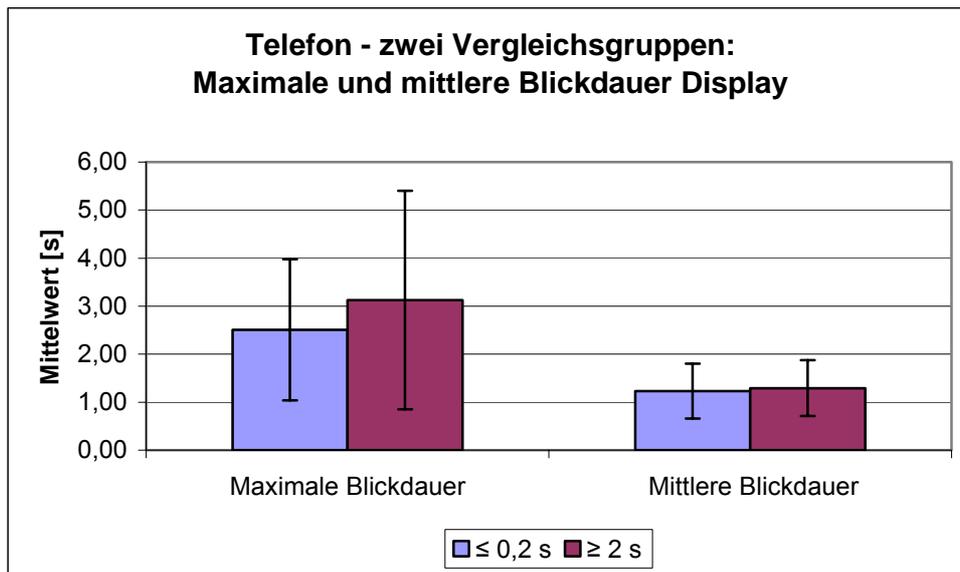


Abbildung 6-34: Mittelwerte und Standardabweichungen der maximalen und kumulierten Blickdauer beim Vergleich von schnellen und trägen Rückmeldezeiten

Telefon: Vergleich von kurzen und langen Rückmeldungsverzögerungen						
	Bedienfehlerquotient		Überdrehen		Spurfehler	
Variante:	≤ 0,2 s	≥ 2 s	≤ 0,2 s	≥ 2 s	≤ 0,2 s	≥ 2 s
α-Fehler:	0,001		0,000		0,002	
Mittelwert []:	1,31	1,99	2,84	4,96	2,04	3,22
Standardabweichung []:	0,28	1,33	1,23	4,01	1,91	2,61

Tabelle 6-42: α-Fehler, Mittelwerte und Standardabweichungen für die auftretenden Fehler beim Vergleich der schnellen und trägen Telefonaufgabengruppen

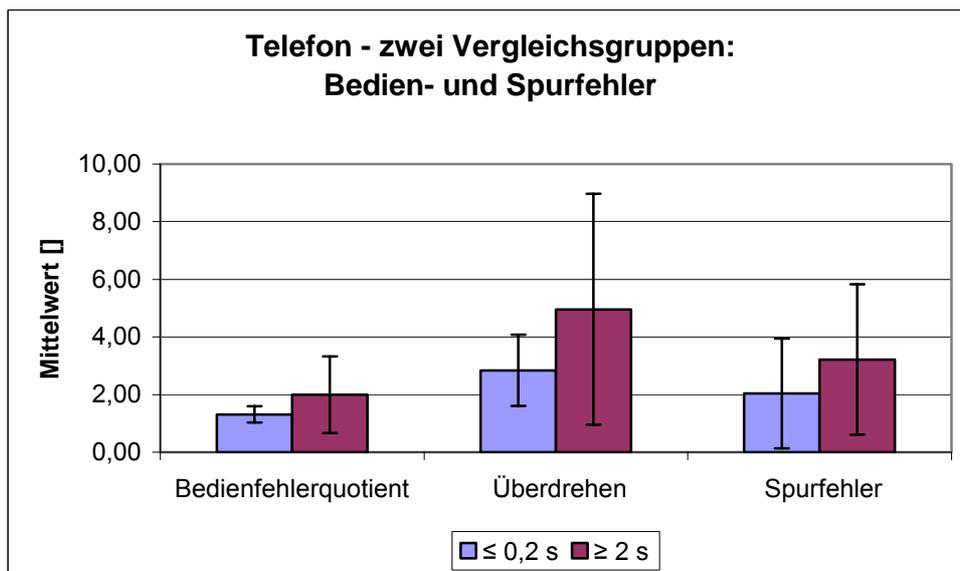


Abbildung 6-35: Mittelwerte und Standardabweichungen der auftretenden Fehler für den Vergleich von schnellen und trägen Rückmeldezeiten

Schließlich können die Bedien- und Spurfehler auf Differenzen zwischen den beiden Rückmeldegruppen überprüft werden. Für die Kenngrößen Bedienfehlerquotient, Überdrehen und Spurfehler sind mit den Resultaten der Varianzanalyse und der sechs Einzelvergleiche, nur in einem beschränkten Umfang statistisch abgesicherte Aussagen bezüglich der Auswirkung einer verzögerten Rückmeldung zu formulieren (vgl. Tabelle 6-40). Wie oben angesprochen, beweisen die α -Fehler lediglich eine Gleichheit innerhalb der beiden Rückmeldegruppen. Die Ergebnisse für das Verhältnis von kurzen und schnellen Systemen bewegen sich dagegen überwiegend im nichtaussagefähigen Bereich. Wie aus Tabelle 6-42 und Abbildung 6-35 zu ersehen ist, zeigen sich nun bei den zusammengefassten Werten signifikante Unterschiede für die drei betrachteten Kenngrößen. Eine verzögerte Rückmeldung nimmt demnach auch Einfluss auf die Bedien- und Spurfehler.

Betrachtet man die gewonnenen Ergebnisse abschließend, so fällt zunächst die Beurteilung der vier Telefonausprägungen auf. Sie zeigen mit den gefundenen signifikanten Unterschieden, wie eine säumige Rückmeldung als störend für die Lösbarkeit einer Aufgabe empfunden wird. Gleichzeitig offenbaren die Antworten zum anderen, wie indifferent Fahrer offensichtlich die eigene Fahrleistung einschätzen. Somit sind die Hypothesen Sub_1 und Sub_2 für verzögerte Rückmeldungen nachgewiesen. Wesentlicher ist die Erkenntnis, dass eine verzögerte Rückmeldung die Ablenkungswirkung einer tertiären Aufgabe nachhaltig beeinflusst. Die aufgestellte Hypothese Rück_1 kann mit den gefundenen Ergebnissen eindeutig bestätigt werden. Solange die Rückmeldezeiten im Bereich der physiologischen Reaktionszeit liegen, werden diese nicht als Verspätung erkannt und lenken damit signifikant weniger ab als Verzögerungszeiten über zwei Sekunden. Dies bestätigt zwar weitgehend auch die Annahme Rück_2, allerdings ist kein Unterschied zwischen den Leistungen bei Verzögerungszeiten von zwei und drei Sekunden zu entdecken. In diesem Bereich besitzt der Fahrer kein differenziertes Zeitempfinden mehr. Für ihn ist das System einfach zu träge und Reaktionen dauern zu lange.

Mit der Versuchsaufgabe „Telefonnummer wählen“ sind somit die Ergebnisse aller neun Aufgabentypen mit den insgesamt 36 Ausprägungen vorgestellt. Die Rückschlüsse, die aus den Ergebnissen gezogen werden können, fasst das anschließende Kapitel zusammen.