

Regelwerk zur Gestaltung der Beschilderung und Infrastruktur zur schnelleren, reibungsfreien Abwicklung an Mautstellen

RENNT

Ein Projekt finanziert im Rahmen der
Verkehrsinfrastrukturforschung 2014
(VIF2014)

Februar 2017

Impressum:

Herausgeber und Programmverantwortung:

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie
Abteilung Mobilitäts- und Verkehrstechnologien
Radetzkystraße 2
A – 1030 Wien



ÖBB-Infrastruktur AG
Nordbahnstraße 50
A – 1020 Wien



Autobahnen- und Schnellstraßen-Finanzierungs-
Aktiengesellschaft
Rotenturmstraße 5-9
A – 1010 Wien



Für den Inhalt verantwortlich:

EBE Solutions GmbH
Breitenfurterstraße 274/2
1230 Wien



Programmmanagement:

Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft mbH
Thematische Programme
Sensengasse 1
A – 1090 Wien



Regelwerk zur Gestaltung der Beschilderung und Infrastruktur zur schnelleren, reibungsfreien Abwicklung an Mautstellen

RENNT

Ein Projekt finanziert im Rahmen der
Verkehrsinfrastrukturforschung
(VIF2014)

AutorInnen:

Mario Lange, M.Sc.

Assoc.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Arno Eichberger

Dr. Christine Chaloupka-Risser

Clemens Kaufmann

DI Alexander Fördös (Subauftragnehmer)

Dipl. Psych. Juliane Haupt

Mag. Elke Sumper

Auftraggeber:

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

ÖBB-Infrastruktur AG

Autobahnen- und Schnellstraßen-Finanzierungs-Aktiengesellschaft

Auftragnehmer:

- EBE Solutions GmbH
- TU-Graz – Institut für Fahrzeugtechnik
- FACTUM Chaloupka & Risser OHG

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	7
1.1. Projektziele	7
1.2. Methodik.....	7
2. Projektumsetzung.....	8
2.1. Grundlagenerhebung.....	8
2.1.1. Rechtliche Rahmenbedingungen und technische Standards bei der der Gestaltung von Hauptmautstellen	8
2.1.2. Psychologische Faktoren.....	12
2.2. Qualitative Problem – u. Verhaltensanalyse.....	17
2.2.1. Fokusgruppendifkussionen	17
2.2.2. Verhaltensanalyse	29
2.2.3. Erstentwurf des Bedürfnis- und Relevanzkataloges	40
2.3. Erstentwurf der Designelemente.....	43
2.3.1. Erstentwurf Symbole.....	43
2.3.2. Grundszenario A – Ausgangssituation.....	45
2.3.3. Erstentwurf Szenario B – Minimales Informationssystem.....	45
2.3.4. Erstentwurf Szenario C – Aufbauendes Informationssystem.....	56
2.3.5. Erstentwurf Szenario 3 – Bestehendes Informationssystem inkl. Erweiterung um ein Farbleitsystem.....	68
2.4. Simulatorstudie.....	84
2.4.1. Vorbereitung der Simulatorstudie.....	84
2.4.2. Strecke	88
2.4.3. Verkehrsflusssimulation.....	89
2.4.4. Herzfrequenzmessungsaufbau	93
2.4.5. Beschreibung der Szenarien.....	94
2.4.6. Versuchsdurchführung.....	98

2.4.7.	Durchführung der Simulatorstudie mit den Probanden.....	99
2.4.8.	Zusammenführung der Daten	110
2.5.	Analyse der Simulatorstudie und Entwicklung der Handlungsempfehlungen für die gezielte Platzierung und die Gestaltung von Hinweiszeichen an Hauptmautstellen	115
2.5.1.	Stichprobe	115
2.5.2.	Fragen zum Simulator	117
2.5.3.	Allgemeine Bewertung der Szenarien.....	120
2.5.4.	Erfüllte Aufgaben	131
2.5.5.	Anforderungen.....	135
2.5.6.	Benutzerfreundlichkeit	153
2.5.7.	Anforderungen.....	158
2.5.8.	Beobachtungen	164
2.5.9.	Offene Fragen	172
2.5.10.	Zusammenfassung der Ergebnisse der Fragebogenauswertung.....	191
2.5.11.	Analyse der Objektivdaten	194
3.	Zusammenfassung und Ergebnisse.....	199
4.	Handlungsempfehlungen	201
4.1.	Handlungsempfehlungen „Allgemein“	201
4.2.	Handlungsempfehlungen „Infrastruktur & Beschilderung“	202
4.3.	Handlungsempfehlungen „Zahlungsvorgang“	205
4.4.	Handlungsempfehlungen „Video-Maut“	207
4.5.	Handlungsempfehlungen „Marketing“	208
5.	Offene Fragen	210

1. Einleitung

1.1. Projektziele

Ziel des Projektes RENNT war in einem mehrstufigen Forschungsprozess gestalterische Standards zu entwickeln, die einen optimalen Ablauf an Mautstellen für die FahrerInnen als auch die MitarbeiterInnen gewährleisten. Neben dem Projektteam das aus Ingenieuren, Juristen und Psychologen besteht, wirkten auch verschiedene FahrerInnengruppen (erfahrene vs. unerfahrene; InländerInnen, AusländerInnen) am Projekt partizipativ mit.

1.2. Methodik

Im Rahmen einer Grundlagenerhebung wird zunächst der theoretische Hintergrund und State of the Art, zu den aktuell bestehenden technischen Standards auf nationaler und internationaler Ebene, den rechtlichen Rahmenbedingungen und den relevanten psychologischen Faktoren (z.B. Stresslevel in vergleichbaren Situationen, Orientierungsverhalten, etc.) recherchiert und zusammengestellt. Darauf aufbauend wird eine qualitative Problem- u. Verhaltensanalyse durchgeführt, bei der einerseits Fokusgruppendifkussionen mit den verschiedenen Zielgruppen (z.B. inländische und ausländische PKW-LenkerInnen, LKW-LenkerInnen) und andererseits eine Verhaltensanalyse (mittels Videoaufnahme) an einer Mautstation durchgeführt werden. In einer Simulatorstudie in dem Fahrsimulator der TU Graz werden dann verschiedene Möglichkeiten der Mautstellenbeschilderung und Infrastrukturgestaltungsmaßnahmen auf das Fahrverhalten, das subjektive und objektive Stresslevel und das Orientierungsvermögen hin getestet. Die Ergebnisse werden von den ExpertInnen des Projektskonsortiums ganzheitlich analysiert und ein Regelwerk abgeleitet, wie Mautstellen standardisiert durch Beschilderung und Infrastrukturgestaltung angekündigt und der/die FahrerIn bestmöglich geleitet wird.

2. Projektumsetzung

2.1. Grundlagenerhebung

2.1.1. Rechtliche Rahmenbedingungen und technische Standards bei der der Gestaltung von Hauptmautstellen

Für die Gestaltung von Hauptmautstellen sind in Österreich keine speziellen Normen oder Richtlinien vorhanden. Da Hauptmautstellen auf öffentlichen Straßen liegen, sind aber jedenfalls die Regeln der Straßenverkehrsordnung (samt relevanter „Nebengesetze“ wie z.B.: Straßenverkehrszeichenverordnung 1998, Bodenmarkierungsverordnung) zu beachten, wobei diese Regeln vor allem die Verkehrsführung betreffen. Ebenso gibt es nationale „Mautgesetze“ (z.B.: Bundesstraßen-Mautgesetz 2002, Mautordnung für die Autobahnen und Schnellstraßen Österreichs), die zu beachten sind und die bei genauer Betrachtung bereits jetzt umfangreiche Gestaltungsmöglichkeiten zulassen.

Auf dem Weg zu einem einheitlichen österreichischen Regelwerk für die Gestaltung von Hauptmautstellen können nationale Normen wie etwa das *Gesetz über das Sicherheitsmanagement für die Straßenverkehrsinfrastruktur: Verordnung der Bundesministerin für Verkehr, Innovation und Technologie über ein Sicherheitsmanagement für die Straßenverkehrsinfrastruktur, ds Straßentunnel-Sicherheitsgesetz: Bundesgesetz über die Sicherheit von Straßentunneln (Straßentunnel-Sicherheitsgesetz – STSG) und die Rechtsvorschrift für Eisenbahnschutzvorschriften* als Vorbild dienen.

Internationale Vorbilder für die Gestaltung von Normen und Richtlinien sind jedenfalls das Handbuch für die Gestaltung von Mautstationen aus Norwegen (Bomstasjoner, Nr. 240 i Vegvesenets håndbokserie) sowie das Handbuch „State of the Practice and Traffic Control Strategies at Toll Plazas: Best Practices“ by Wilbour Smith in Cooperation with U.S. Department of Transportation – Federal Highway Administration.

Ganz generell muss bedacht werden, dass Schilder / Bodenmarkierungen einerseits der Verdeutlichung von gesetzlichen Vorschriften dienen und andererseits reine „Informationsmaßnahmen“ sein können.

Da sich die Hauptmautstellen in Österreich manchmal in Grenznähe befinden, bzw. diese auf Grund der Lage Österreichs von zahlreichen ausländischen Kraftfahrern genutzt werden, wird auch empfohlen, einen Blick über die Grenze zu werfen, um möglichst einheitliche, für den internationalen Kraftfahrer „logisch wirkende“ Designs leichter erarbeiten zu können.

Hingewiesen sei dabei auch auf die Bemühungen der EU zum Thema „einheitliches europäisches Mautsystem“.

Überblick über die wichtigsten zu beachtenden Normen:

Gesetzliche Basis für die Mauteinhebung auf Bundesstraßen:

Bundesstraßengesetz 1971: Bundesgesetz vom 16. Juli 1971, betreffend die Bundesstraßen (Bundesstraßengesetz 1971 - BStG 1971)
StF: BGBl. Nr. 286/1971 idF BGBl. Nr. 381/1975 (DFB) (NR: GP XII IA 21/A, 33/A u. 34/A u. RV 242 AB 548 S. 52. BR: S. 303.)

Bundesstraßen-Mautgesetz 2002: Bundesgesetz über die Mauteinhebung auf Bundesstraßen (Bundesstraßen-Mautgesetz 2002 - BStMG)
StF: BGBl. I Nr. 109/2002 (NR: GP XXI RV 1139 AB 1164 S. 107. BR: AB 6685 S. 689.)
[CELEX-Nr.: 399L0062]

Gesetzliche Grundlage für die Mauteinhebung auf Bundesstraßen durch die ASFINAG:

ASFINAG-Ermächtigungsgesetz 1997: Bundesgesetz über die Einbringung der Anteilsrechte des Bundes an den Bundesstraßengesellschaften in die Autobahnen- und Schnellstraßen-Finanzierungs-Aktiengesellschaft und der Einräumung des Rechts der Fruchtnießung zugunsten dieser Gesellschaft (ASFINAG-Ermächtigungsgesetz 1997)
StF: BGBl. I Nr. 113/1997 (NR: GP XX RV 698 AB 828 S. 80. BR: AB 5513 S. 629.)

ASFINAG-Gesetz: Bundesgesetz vom 8. Oktober 1982, mit dem eine Autobahnen- und Schnellstraßen-Finanzierungs-Aktiengesellschaft errichtet wird, mit dem die Planung und Errichtung von Bundesstraßenteilstrecken übertragen wird und mit dem das Bundesministeriengesetz 1973 geändert wird (ASFINAG-Gesetz)
StF: BGBl. Nr. 591/1982 (NR: GP XV IA 178/A AB 1218 S. 125.)

Mauteinhebung auf den Sondermautstrecken z.B. der A 13 bestehen jeweils spezielle Gesetze, für die A13 ist folgendes Gesetz maßgeblich:

Finanzierung der Autobahn Innsbruck-Brenner: Bundesgesetz vom 3. Juni 1964 betreffend die Finanzierung der Autobahn Innsbruck-Brenner
StF: BGBl. Nr. 135/1964 (NR: GP X RV 396 AB 407 S. 50. BR: S. 217.)

Dieses Gesetz ist somit die rechtliche Grundlage für Errichtung von Hauptmautstellen, wie zum der Hauptmautstelle Schönberg auf der Brennerautobahn.

Bundesgesetze von genereller Bedeutung für das Projekt:

ABGB (Allgemeines Bürgerliches Gesetzbuch)

StVO 1960: Bundesgesetz vom 6. Juli 1960, mit dem Vorschriften über die Straßenpolizei erlassen werden (Straßenverkehrsordnung 1960 - StVO. 1960).
StF: BGBl. Nr. 159/1960 (NR: GP IX RV 22 AB 240 S. 36. BR: S. 163.)

Ergänzender und spezielle Gesetze, die bei der Kennzeichnung von Mautstellen zu beachten sind:

Straßenverkehrszeichenverordnung 1998: Verordnung des Bundesministers für Wissenschaft und Verkehr über Straßenverkehrszeichen (Straßenverkehrszeichenverordnung 1998 - StVZVO 1998)
StF: BGBl. II Nr. 238/1998

Bodenmarkierungsverordnung: Verordnung des Bundesministers für öffentliche Wirtschaft und Verkehr über Bodenmarkierungen (Bodenmarkierungsverordnung)
StF: BGBl. Nr. 848/1995

Bundesstraßen-Mautgesetz 2002: Bundesgesetz über die Mauteinhebung auf Bundesstraßen (Bundesstraßen-Mautgesetz 2002 - BStMG)
StF: BGBl. I Nr. 109/2002 (NR: GP XXI RV 1139 AB 1164 S. 107. BR: AB 6685 S. 689.)
[CELEX-Nr.: 399L0062]

Mautordnung für die Autobahnen und Schnellstraßen Österreichs: genehmigt gemäß § 14 Abs. 2 Bundesstraßen-Mautgesetz 2002 sowie hinsichtlich Teil A II Mautordnung erlassen durch den Bundesminister für Verkehr, Innovation und Technologie im Einvernehmen mit dem Bundesminister für Finanzen GZ: 325.009/1-I/K2-2003 zuletzt GZ: 323.540/0040-I/K2/2015

Auf Basis von analogischen Betrachtungen interessante Gesetze:

Übereinkommen über Straßenverkehrszeichen: ÜBEREINKOMMEN ÜBER STRAßENVERKEHRSZEICHEN StF: BGBl. Nr. 291/1982 (NR: GP XV RV 540 AB 631 S. 67. BR: S. 408.)

Sicherheitsmanagement für die Straßenverkehrsinfrastruktur: Verordnung der Bundesministerin für Verkehr, Innovation und Technologie über ein Sicherheitsmanagement für die Straßenverkehrsinfrastruktur StF: BGBl. II Nr. 258/2011 [CELEX-Nr.: 32008L0096]

Straßentunnel-Sicherheitsgesetz: Bundesgesetz über die Sicherheit von Straßentunneln (Straßentunnel-Sicherheitsgesetz – STSG) StF: BGBl. I Nr. 54/2006 (NR: GP XXII RV 1328 AB 1378 S. 142. BR: AB 7505 S. 733.) [CELEX-Nr. 32004L0054]

Rechtsvorschrift für Eisenbahnschutzvorschriften: Verordnung der Bundesministerin für Verkehr, Innovation und Technologie über den Schutz auf Eisenbahnanlagen und in Schienenfahrzeugen (Eisenbahnschutzvorschriften – EisbSV) StF: BGBl. II Nr. 219/2012

Vorschriften mit internationaler Bedeutung:

Richtlinie 2008/96/EG über ein Sicherheitsmanagement für die Straßenverkehrsinfrastruktur, ABl. Nr. 319

Übereinkommen über Straßenverkehrszeichen: ÜBEREINKOMMEN ÜBER STRAßENVERKEHRSZEICHEN StF: BGBl. Nr. 291/1982 (NR: GP XV RV 540 AB 631 S. 67. BR: S. 408.)

RVS

Richtlinie RVS 05.02.13: Beschreibt die Ausführung der Wegweisung und die Gestaltung von Hinweiszeichen auf Autobahnen sowie auf kreuzungsfrei ausgebauten und zu Autostraßen erklärten Schnellstraßen.

Beispiel für Richtlinien aus anderen Ländern:

Norwegen: Bomstasjoner, Nr. 240 i Vegvesenets håndbokserie, ISBN 82-7207-541-5 (Richtlinie - Leitfaden). Abrufbar ist das Handbuch auf: <http://www.vegvesen.no/attachment/112162/binary/199095>

USA: State of the Practice and Traffic Control Strategies at Toll Plazas: Best Practices by Wilbour Smith in Cooperation with U.S. Department of Transportation – Federal Highway Administration.

2.1.2. Psychologische Faktoren

Ziel

Ziel dieses Arbeitsschrittes war die Betrachtung und Analyse der psychologischen Faktoren die für die Staubildung verantwortlich sind, wie z.B. das Phänomen der Schlangenbildung, Orientierungsverhalten, Stress, etc.

Vorgehensweise

Die psychologischen Faktoren wurden mittels einer eingehenden Literaturrecherche und einem internen ExpertInnenworkshop identifiziert und zusammengetragen.

Ergebnis der Analyse

Die Fahraufgabe

Die Fahraufgabe selbst ist eine komplexe dynamische Kontrollaufgabe (Rouse, 1981). Der/die FahrerIn muss kontinuierlich die Umgebung überwachen; wissen wo und wann es gilt in eine bestimmte Richtung zu schauen; muss relevante von irrelevanten Informationen unterscheiden können; muss wissen, welche Information überhaupt relevant ist; muss auf unerwartete Situationen angemessen reagieren können und gegebenenfalls geplante Aktionen revidieren und anders agieren (Nilsson, 2005). Darüber hinaus ist ein wichtiger Teil der Fahraufgabe, sich im Straßenverkehr zu orientieren (z.B. Michon, 1985). Um das Fahrzeug sicher führen zu können, spielt die visuelle Aufmerksamkeit, die durch das Analysieren von Blickdaten sehr gut erhoben werden kann, demnach eine sehr große Rolle. Diese Blickanalyse wird unter anderem im Arbeitspaket 5 durchgeführt.

Ein Spezialfall des FahrerInnenverhaltens: Das Folgefahren

In der Mehrheit der Zeit haben FahrerInnen, während des Fahrens ein Führungsfahrzeug vor sich und folgen diesem (Evans, 1991). Einem Fahrzeug zu folgen, stabilisiert auf einer Metaebene den Gesamtverkehr (anlehnend an die „Car-Following-Theorie“, May, 1990). Zusätzlich erleichtert es für den/die FahrerIn das Fahren. Dabei kann es unterschiedliche Einflussfaktoren geben, die bedingen, ob ein/e FahrerIn einem Fahrzeug folgt und wie sich dies auswirkt. So sind zum Beispiel das Fahrziel, die Straßenkrümmung, die relative Geschwindigkeit, die Strömungsgeschwindigkeit, die Motivation, einem Fahrzeug folgen zu wollen und die Dauer wie lang man bereits einem Fahrzeug hinterherfährt Faktoren, die das Verhalten beeinflussen (siehe Rockwell, 1972). Ranney (1999) kategorisierte die Einflussfaktoren in (1.) individuelle Unterschiede und (2.) situationsgebundene Faktoren wobei letztere sich in die Unterkategorien umweltbedingte und individuelle Faktoren klassifizieren lassen. Individuelle Unterschiede, die beeinflussen, wie das Folgeverhalten ausgeprägt ist, sind dabei zum Beispiel das Alter, das Geschlecht, die generelle Neigung von FahrerInnen, sich riskant zu verhalten, die Fahrfertigkeiten, die Fahrzeuggröße und Fahrzeugeigenschaften dessen Leistung. Situationsgebundene Umweltfaktoren sind beispielsweise Tageszeit, Wochentag, Wetter und die Straßenbedingungen. So wird ein/e FahrerIn eher einem anderen Fahrzeug folgen, wenn es dunkel ist und schlechte Wetter sowie Straßenbedingungen herrschen, um sich besser am vorausfahrenden Fahrzeug orientieren zu können. Situationsgebundene individuelle Faktoren sind zum Beispiel Eile, Ablenkung, Beeinträchtigung (z.B. Alkohol, Drogen, Stress, Müdigkeit), der Zweck und die Dauer der Fahrt. Ein/e FahrerIn in Eile wird eher im Vordergrund stehen haben, das Ziel so schnell wie möglich zu erreichen statt einem Fahrzeug hinterherzufahren, während ein/e abgelenkte/r, müde/r FahrerIn sich gern an einem vorausfahrendem Fahrzeug orientieren wird, um die Beeinträchtigung zu kompensieren. Boer (1999) unterstreicht, dass es explizit für den/die FahrerIn drei Vorteile haben kann, einem anderen Fahrzeug zu folgen:

1. Einem Fahrzeug zu folgen, ist lediglich eine von vielen Aufgaben, die der/die FahrerIn parallel ausführen muss. Folgt der/die FahrerIn nun einem anderen Fahrzeug, kann er/sie einige der zahlreichen Aufgaben an das Führungsfahrzeug abgeben (wie zum Beispiel den Straßenverlauf zu erkennen, die richtige Geschwindigkeit zu halten, etc.) und benötigt damit nicht die volle Aufmerksamkeit und Kontrolle.

2. FahrerInnen sind mit einer Reihe von Bedingungen zufrieden, wenn sie an ihre Wahrnehmungs- und Kontrollgrenzen stoßen. FahrerInnen nehmen zum Beispiel eher in Kauf, langsamer zu fahren, sich dabei am Führungsfahrzeug zu orientieren und Ressourcen zu sparen, anstatt selbst die Führung zu übernehmen und an ihre Grenzen der Wahrnehmung und Kontrolle zu stoßen.
3. In jeder Fahraufgabe nutzen FahrerInnen eine Reihe von hoch-informativen Wahrnehmungsvariablen, um ihre Entscheidungen zu leiten und die Kontrolle zu behalten. Das Führungsfahrzeug als 'Wahrnehmungsvariable' zu nutzen ist einfach und führt meistens ohne erhöhten Ressourcenaufwand zur Ausführung der sicheren Fahraufgabe.

Das Folgeverhalten beim Fahren kann nicht nur positive Effekte auf den Gesamtverkehr haben, indem das Verkehrssystem stabilisiert wird und dem/der FahrerIn das Fahren erleichtert, es kann auch zu negativen Konsequenzen führen. So kann durch das Folgefahren auch ein Stau entstehen. Die folgende

Abbildung 1 zeigt, wie viel Einfluss die verschiedenen Kategorien je nach Verkehrssituation auf das Folgeverhalten haben.

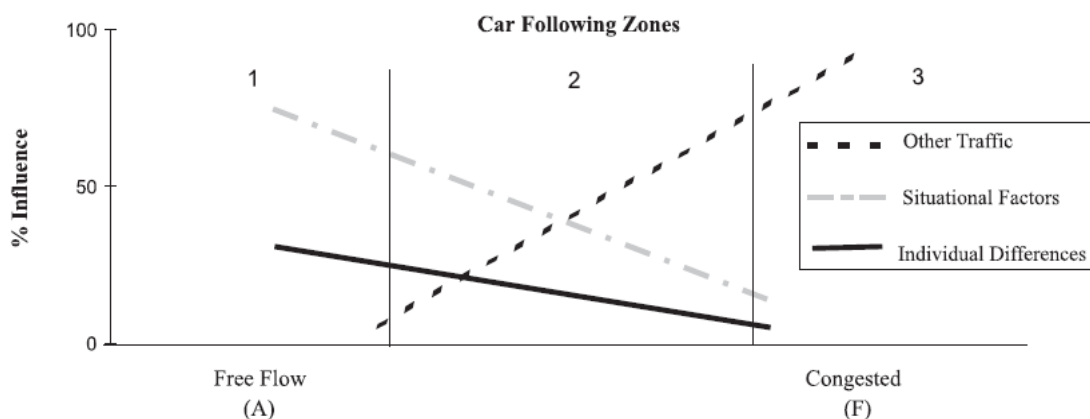


Abbildung 1: Einfluss von verschiedenen Faktoren auf das Folgefahren nach Verkehrsdichte (Ranney, 1999, S.217).

Demnach wechselt die ‚Car-Following‘-Aufgabe graduell von einem selbstbestimmten zu einem fremdbestimmten/erzwungenem Verhalten, wenn die Verkehrsdichte steigt. Das heißt, je nachdem, wie die anderen (explizit Führungs-) Fahrzeuge agieren, diktiert es dann in einer Stausituation das Verhalten der Folgefahrzeuge (Ranney, 1999).

Eine Ausnahmesituation beim Fahren: Mautstellen

Mautstellen treten im Gesamtverkehrssystem selten auf und sind demnach ein seltener Umstand für den/die FahrerIn. In dieser Situation muss der/die AutofahrerIn mehr Ressourcen aufwenden, um sich 'richtig' zu entscheiden: der/-die FahrerIn muss selektieren, welche Informationen richtig sind, wo er/sie hinfahren muss, ist unter Zeitdruck und muss sich entscheiden, wohin er/sie das Auto schlussendlich lenkt. Das sind alle Faktoren, die potentiell den Stresslevel erhöhen (Schießl, 2007) und zu gefährlichem Verhalten und zu Fehlverhalten führen können, welches zur Staubildung oder zur Gefährdung von VerkehrsteilnehmerInnen führen kann.

Mautstellen sind erfahrungsgemäß Knotenpunkte an denen es potentiell zur Staubildung kommt (ÖAMTC Verkehrsexperte Harald Lasser im Standard, 2013). Eine Studie, die in der Universität Köln durchgeführt wurde, identifizierte vier menschliche Fehlverhalten, die zur Staubildung führen:

1. „Zu dichtes Auffahren, was ein abruptes Abbremsen des ersten und aller folgenden Autos auslösen kann,
2. zu schnelles Aufschließen und dadurch bedingtes ebenso schnelles Abbremsen und
3. eine geistige Unterforderung in zähfließendem Verkehr ständig einen ausreichenden Abstand einzuhalten, weil die Autofahrer mit ihren Gedanken abschweifen.
4. kontraproduktives Fahren, um auf der Spur mit vermeintlich fließenderem Verkehr schneller voranzukommen“ (Randelhoff, 2011)

Das Projektteam hat weitere Faktoren identifiziert, die zu Staus an Mautstellen führen:

- Informationsüberflutung: Im Bereich von Mautstationen kommt es zu einer Informationsüberflutung für den/die FahrerIn.
- Aussagekraft der Beschilderung: Beschilderung ist für den/die FahrerIn nicht aussagekräftig bzw. der/die FahrerIn kann die Beschilderung nicht deuten.
- Öffnung der Maut-Gates: Die Maut-Gates sind ohne ersichtliches System geöffnet (z.B. Gate 1, Gate 4, Gate 5, Gate 9 geöffnet)
- Größe der Mautstationen: Die Größe der Mautstationen (Plätze) überfordert den/die FahrerIn. Der/die FahrerIn finden sich nicht zurecht.

Die Folge der genannten Punkte ist, dass sich der/die FahrerIn gerne an dem vorausfahrenden Fahrzeug orientieren um Fehler zu vermeiden. Frei nach dem Motto „*Der vor mir wird sich schon auskennen und alles richtig machen*“. Es kommt zu (mitunter irrationaler) Orientierung

am vorausfahrenden Fahrzeug, obwohl potentiell andere Spuren frei wären aber damit einhergehen würden, selbst das Führungsfahrzeug zu sein. So kommt es in weiterer Folge zur Schlangenbildung die allzu oft in einem Stau endet. Stau ist ein weiterer Faktor, der zu erhöhtem Stress führt (Moxon, 2011).

Ein psychologisches Erklärungsmodell: Die multiple Ressourcentheorie

Wickens' (1984, 2002) hat eine multiple Ressourcentheorie postuliert, dass Aufgaben, die auf derselben kognitiven Ebene parallel ablaufen, miteinander interferieren können. Im Fall des/der Fahrers/Fahrerin, der/die an eine Mautstelle heranfährt ist es die visuelle Aufmerksamkeit, die auf mehreren Ebenen gefordert ist: der/die FahrerIn benötigt es, das Auto sicher zu lenken und auf Gefahren zu achten, muss sich jedoch zusätzlich in einer unbekannteren Umgebung orientieren. Wickens zufolge hat der/die FahrerIn somit weniger Ressourcen, das Fahrzeug sicher zu lenken und das Risiko, sich gefährdend zu verhalten, ist potentiell erhöht.

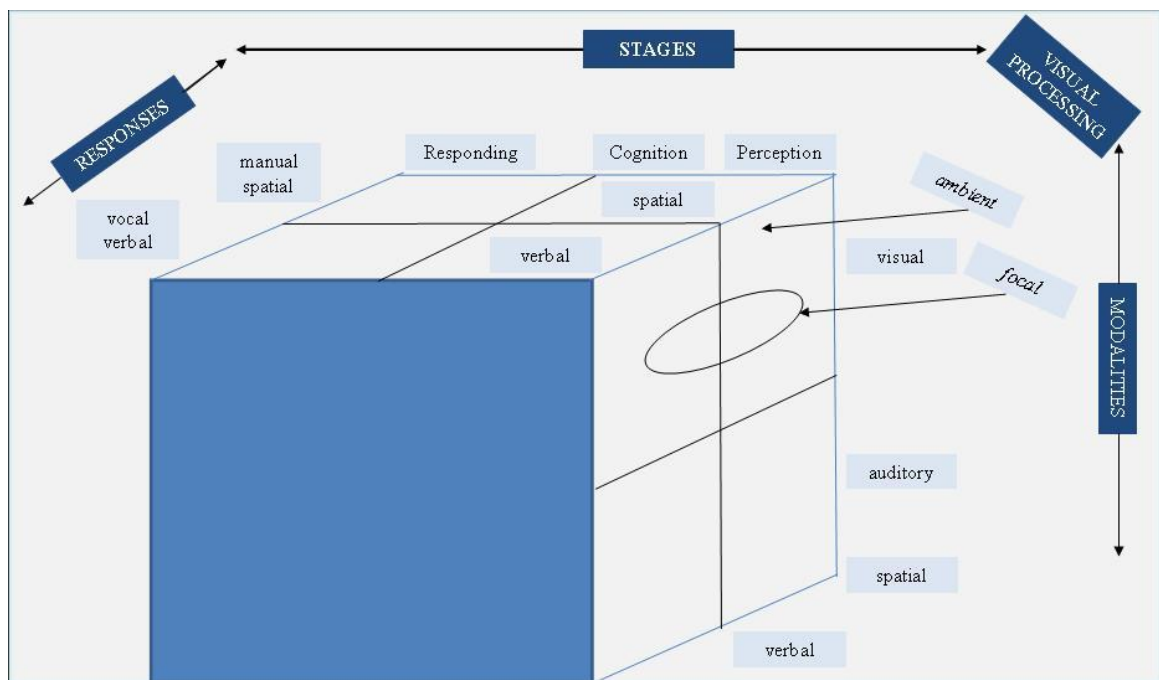


Abbildung 2: Multiple Ressourcentheorie (Wickens, 2002).

Schlussfolgerung

Um dem/der FahrerIn die Fahr- und Orientierungsaufgabe an Mautstellen zu erleichtern und somit das Stresslevel, das Risiko eines Staus und von Unfällen zu verringern, sollte das Leitsystem, welches den/die FahrerIn an Mautstellen heranführt, möglichst intuitiv, selbsterklärend und klar gestaltet sein. Die Maßnahmen, die darauf abzielen, den Verkehr an Mautstellen zu vereinfachen und fließender zu machen, müssen ansetzen, *bevor* es zur Staubildung durch das Folgefahren-Verhalten kommt. Das heißt, das Folgefahren-Verhalten muss möglichst unterbunden werden. Dies kann erreicht werden, indem die Vorteile des neu gestalteten Leitsystems denen des Folgefahren-Verhaltens überwiegen. Dementsprechend muss das Leitsystem so gestaltet sein, dass sich daran zu orientieren weniger Ressourcen beansprucht, als dem Führungsfahrzeug zu folgen.

2.2. Qualitative Problem – u. Verhaltensanalyse

2.2.1. Fokusgruppendifkussionen

Ziel

In diesem Arbeitspaket wurden vom Projektteam Fokusgruppeninterviews (FGI) und Interviews mit Infrastrukturbetreibern und den unterschiedlichen Leaduser-Gruppen, angefangen bei LenkerInnen die selten mit Mautstellen konfrontiert sind bis hin zu LenkerInnen die häufig mit dem System konfrontiert sind, durchgeführt. Folgende Themen wurden während der FGI bearbeitet:

- Die Rolle der Beschilderung und Gestaltung der Infrastruktur vor und im Nahbereich von Mautstellen allgemein.
- Die Aufdeckung von wahrgenommenen Barrieren, Hindernissen, Problemen: Weshalb werden Mautstellen als Stresssituation erlebt und weshalb kommt es zu Problemen an Mautstellen, sich zu orientieren und zu wissen, wie Mensch sich verhalten muss?

Ziel war einen umfassenden Überblick über die Infrastrukturbedürfnisse relevanter Zielgruppen in Zusammenhang mit der Beschilderung und Leitsystemen an Mautstellen zu bekommen.

Vorgehensweise

Die TeilnehmerInnen der Tiefen- und Fokusgruppeninterviews wurden so ausgewählt das möglichst alle Altersgruppen (von Fahranfängern bis Senioren) vertreten sind. Es wurde weiters darauf geachtet das die Anzahl Männer und Frauen möglichst gleich verteilt sind. Das letzte Kriterium für die Teilnahme war, dass die TeilnehmerInnen bereits Mautstellen durchfahren haben. Die Tiefen- und Fokusgruppeninterviews wurden mit Hilfe eines Interviewleitfades und Bilder der Mautstele Schönberg, zur besseren Verdeutlichung der Situation, durchgeführt.

Es wurden vier Tiefeninterviews mit Personen aus Deutschland (drei Personen, 2 ♀, 1 ♂) und den Niederlanden (eine Person ♂, tätig bei DAF und dadurch gelegentlich mit dem LKW in Europa unterwegs) durchgeführt. Des Weiteren wurde eine Fokusgruppendifkussion in Deutschland durchgeführt an der vier Personen (2 ♀, 2 ♂) teilnahmen. Die TeilnehmerInnen der Interviews und Fokusgruppendifkussionen waren zwischen 35 und 62 Jahren alt. Alle davon gaben an, oft über Autobahnen zu fahren und bereits Mautstellen in der Vergangenheit passiert zu haben. Einer der TeilnehmerInnen, der gelegentliche LKW-Fahrer, gibt an, mehrmals pro Jahr Mautstellen zu durchfahren.

Zwei weitere Fokusgruppendifkussionen wurden in Wien in den Räumlichkeiten von der FACTUM OG durchgeführt. Insgesamt nahmen 11 Personen, die zwischen 24 und 76 Jahren alt waren, bei diesen Fokusgruppen teil (5 ♀, 6 ♂). Die Diskussionen wurden in den Räumlichkeiten von FACTUM durchgeführt. Für ihre Teilnahme erhielten die Personen 20,-€ als Aufwandsentschädigung.

Eine Fokusgruppe, an der Personen (7 ♂) zwischen 20 und 29 Jahren teilnahmen, die regelmäßig (mindestens zweimal im Monat) durch Mautstellen fahren, wurde in Graz durchgeführt. Die Diskussion fand in der TU-Graz im Frank Stronach Institut statt. Die Teilnehmer erhielten ebenso eine Aufwandsentschädigung von 20,-€.

Alle Interviews wurden mittels Diktaphons aufgenommen und später transkribiert. In einem weiteren Arbeitsschritt wureden die Aussagen der TeilnehmerInnen zu Hauptkategorien zusammengefasst:

- Verhalten vor der Fahrt mit MAUT-Stationen
- Verhalten an MAUT-Stationen
- Probleme/Barrieren an MAUT-Stationen

- Bedürfnisse bezüglich MAUT-Stationen
- Erste Ankündigung der MAUT-Station
- Geschwindigkeitsbegrenzungen vor der MAUT-Station
- Informationen auf den Ankündigungen vor der MAUT-Station
- Gestaltung der Bodenmarkierung vor der MAUT-Station
- Gestaltung der Beschilderung vor und an der MAUT-Station
- Bezahlmöglichkeiten an der MAUT-Station

Die Aussagen der TeilnehmerInnen zu diesen Hauptkategorien werden im Folgenden beschrieben.

Ergebnis der Fokusgruppendifkussionen

Verhalten vor der Fahrt mit MAUT-Stationen

Bevor die Reise angetreten wird, informieren sich die TeilnehmerInnen der Interviews & FG's über den Preis und wie gezahlt werden kann.

„Also ich informiere mich nur, ob ich einfach vorher was kaufen muss oder ob ich einfach rein fahre und bezahle.“

„Du musst wissen in welcher Währung bezahlst, damit du dort keine Stauzeiten hast, dass Du de facto unkompliziert in schnellstmöglicher Zeit die Mautstelle passieren kannst.“

Eine genannte Strategie zur Vorbereitung auf Mautstellen ist auch, das Geld für die erwarteten Kosten bar im Fahrzeug bereit zu halten.

„Wenn ich mit dem Auto unterwegs bin habe ich den 10er parat.“

Manche TeilnehmerInnen informieren sich dagegen überhaupt nicht über die Mautkosten, sondern haben einfach ausreichend Geld oder die Karte zur Hand. Das Geld wird im Fall einer Reise außerhalb des Euroraums dann auch schon im Vorhinein gewechselt.

„Ich weiß wohin ich will, aber was das kostet, weiß ich nicht. Ich bezahle mit der Karte und Bar.“

Außerdem wird von den TeilnehmerInnen genannt, dass sie sich vorher informieren, für welche Bereiche die bezahlte Maut gültig ist, da sie die Erfahrung gemacht haben, dass es nur für bestimmte Abschnitte gilt.

„Über den ADAC oder das Internet sollte man das schon machen, sich darüber zu informieren, wie weit du kommst.“

Gleichwohl ist auch die Einstellung vertreten, dass Mautsysteme selbsterklärend sein sollten und man sich nicht im Vorhinein informieren müssen sollte.

„Es kann doch nicht sein, dass ich mich vorher auf die Maut vorbereiten muss.“

Verhalten an MAUT-Stationen

Die TeilnehmerInnen nennen verschiedene Strategien, wie sie sich verhalten, wenn sie an Mautstellen heranfahren. So wird zum Beispiel beschrieben, dass sie zum Teil auch gar keine Strategie haben und einfach an die Mautstelle fahren und schauen, was passiert. Ebenso werden die Schilder über der Fahrbahn genannt, die sie als Orientierung nutzen. Dabei schauen sie erst einmal nach den Fahrzeugtypen, wo sie sich einordnen müssen. Es wird beschrieben, dass sich an den anderen, vor allem an Autos mit örtlichen Kennzeichen, orientiert wird, die vor einem fahren oder einfach erstmal in der Spur verblieben wird, in der man gerade ist. Weiters wird genannt, dass bei einer sehr langen Schlange auf den Pannestreifen gefahren wird, wenn man mit dem Motorrad unterwegs ist. Außerdem wird berichtet, dass in jene Spur gefahren wird, wo am wenigsten Fahrzeuge sind. Dabei wird allerdings angemerkt, dass es da nicht unbedingt am schnellsten gehen muss, da es sein kann, dass der Bezahlvorgang dann in jenen Reihen eher suboptimal gestaltet ist und man dadurch dann wieder aufgehalten wird. Eine Teilnehmerin beschreibt, dass sie, wenn sie sich nicht auf die Mautstelle vorher vorbereitet hat, dass sie dann die seitlichste Spur wählt und sich da einordnet.

Während der Diskussionen und Interviews entsteht der Eindruck, dass die TeilnehmerInnen das größte Problem in der Bezahlung sehen und sich eher daran orientieren als an den Fahrzeugen. Ihnen ist wichtig, dass sie an der Mautstelle so zahlen können, wie es in ihren Möglichkeiten liegt und dies die Information ist, nach der sie am meisten suchen. Weniger wird thematisiert, dass es für sie unklar ist, wo sie sich auf Grund des Fahrzeugtyps einordnen können. Dies wird eher als ‚Grobkategorisierung‘ betrachtet, in der zwischen PKW und LKW unterschieden wird.

Ein Teilnehmer berichtet, dass er sich generell immer links einordnen würde, da es seiner Meinung nach da immer am schnellsten geht, was er in einer Studie gelesen hätte.

„Es gab eine Untersuchung, wo man sich am besten hinstellen kann in der Schlange vor der Kasse und es war am meistens links und wo die meisten Männer stehen, weil die oft mit Kreditkarte bezahlen und das geht schneller.“

Probleme/Barrieren an MAUT-Stationen

Allgemein wird beschrieben, dass die Mautstelle als Stresssituation wahrgenommen wird, wenn man an sie heranfährt. So entsteht eine Wartezeit, die Kinder im Auto können unruhig werden und das Leitsystem ist potentiell unverständlich.

Zum einen wird das Problem der Bezahlung genannt und dass nicht immer klar ist, in welcher Währung man bezahlen kann, ob man bar zahlen kann oder mit Karte, etc. Auch das Problem, dass die Höhe der Maut für eine bestimmte Strecke im Vorhinein oft nicht ersichtlich ist, wird genannt. Trotzdem berichtet niemand von den TeilnehmerInnen jemals nicht zahlen gekonnt zu haben.

Ein weiteres Problem, welches genannt wird, ist das Verständigungsproblem, welches auftreten kann, explizit dann, wenn man in ein Land fährt, welches eine andere Sprache hat.

Die TeilnehmerInnen merken an, dass zu kurzfristige Ankündigungen, problematisch sind.

„Wie’s manchmal eben ist: dann bist du an der Mautstelle und guckst und da bist du aber schon vorbei...jetzt sieht man schon die Häuseln...“

Betont wird von den TeilnehmerInnen, dass die Ankündigung zu spät ist, wenn man die Mautstelle selbst schon sehen kann. Auch wird angemerkt, dass es problematisch ist, wenn mehrere Informationen auf einmal explizit bei der ersten Ankündigung gegeben werden, so dass man mehrere Informationen verarbeiten muss, wie zum Beispiel, wo man sich als Fahrzeugtyp einordnen muss, wie man bezahlen kann, etc.

Die TeilnehmerInnen unterstreichen, dass sie es nicht gut finden, dass verschiedene Länder in Europa verschiedene Vorgehensweisen bezüglich Maut haben und man vor allem im LKW mehrere Geräte benötigt.

Eine weitere Problematik, die angesprochen wird, ist die Frage, ob die Mautstation bemannt oder unbemannt sein sollte. Dies wird unterschiedlich präferiert. Einige sehen den Mensch als Fehlerquelle, andere finden es gut, wenn sie einen Mensch vor sich sitzen haben und auch Rückfragen stellen können, wobei sich dann die Frage nach den Sprachen stellt, die das Personal beherrschen sollte. Zumindest sollte aber durch geeignete Beschilderung ersichtlich sein, welche Stellen bemannt und welche unbemannt sind.

Als irritierend wird auch die (fehlende) Fahrbahnmarkierung vor der Mautstelle beschrieben, in der auf einmal keine konkreten Spuren mehr zu den jeweiligen Stationen gezeichnet sind. Dies kann nach Aussagen der TeilnehmerInnen dazu führen, dass man nicht weiß, wo man sich einordnen muss oder man sich eventuell ‚unfair‘ anderen gegenüber verhält und deshalb vorsichtshalber in der Spur bleibt, in der auch die anderen stehen.

„Es hört auf einmal auf, rechts gibt es dann doch wieder Markierung, hier steht auch noch etwas auf der Autobahn, ich weiß nicht was das ist. es lässt die Autofahrer frei, und ich glaub nicht, dass es die Autofahrer das wollen, die wollen bis zu Ende dirigiert werden, wohin sie müssen...“

Problematisch wird bewertet, wenn der Andrang, etwa in den Ferien, an der Mautstelle hoch ist, was zwangsläufig in einen Stau oder längere Wartezeiten mündet.

Weiters wird als Problem genannt, dass nicht allen TeilnehmerInnen transparent ist, auf welchen Straßen Österreichs sie jetzt eigentlich Maut zahlen müssen und auf welchen nicht.

Irritierend wird die Beschilderung der LKW-Spur wahrgenommen, da die TeilnehmerInnen nicht wissen, was die Go-Box bedeutet. Daher würden sie sich von den so gekennzeichneten Spuren wenn es möglich ist fernhalten. Für sie als PKW-FahrerInnen ist laut Beschilderung unklar, dass dies eine Spur für LKWs ist und was eben genau diese Box bedeutet.

Der befragte LKW-Fahrer berichtet von Problemen, die er beobachtet, wenn er mit dem LKW unterwegs ist:

„Es gibt immer Leute mit PKWs die nicht wissen, in welche Bahn sie fahren müssen, die nicht vorbereitet sind, die kein Bargeld oder kein Kreditkarte fertig haben, die im Karawan hinter den Autos fahren und auch nicht wissen wohin sie fahren sollen, in den letzten 100 Meter würde ich sagen, bevor der tatsächlichen Mautstation, gibt es oft gefährliche und auch akrobatische Sachen.“

Er begründet dies damit, dass er vermutet, dass die FahrerInnen, die solche Probleme verursachen nicht vorbereitet sind.

„Die Leute wissen nicht, wo die sein müssen, vielleicht hat das mit den Schildern zu tun, aber ich denke auch, dass die Leute selbst nicht wissen, was sie tun müssen. [...] ich verstehe manchmal nicht, wenn Dinge manchmal ganz einfach ausgeschildert sind, dass Leute dann nicht wissen, was sie tun müssen. Ob es dann blinde Panik ist, kann ich nicht sagen...“

Beim Interviewen eines Paares wird als problematisch beschrieben, wenn beide die gegebene Information durch die Beschilderung anders verstehen: dies würde zu einem Streit führen und kommt in solchen Situationen leider oft vor.

Einem Großteil der TeilnehmerInnen ist die Videomaut nicht bekannt, umso irreführender nehmen sie die andauernde Ausschilderung dieser wahr.

Bedürfnisse bezüglich MAUT-Stationen

Allgemein merken die TeilnehmerInnen an, dass sie sich grundsätzlich ein einheitliches, länderübergreifendes System zur Gestaltung von Mautstellen wünschen würden, welches in ganz Europa gleich gestaltet ist. Dies würde ihrer Meinung nach zu einem besseren Verständnis und einem reibungsfreieren Ablauf beitragen.

Außerdem wird erwähnt, dass es grundsätzlich gut gefunden werden würde, wenn die Maut vorher durch Registrierung des Kennzeichens eingezogen werden würde und der ganze Ablauf des Wartens an der Maut-Station wegfallen würde.

„Die ideale Abfertigung für so eine Maut wäre, wenn du das ganze vor bezahlen kannst, mit einem KFZ-Kennzeichen, dann nur dein Kennzeichen gescannt wird. Du brauchst nicht mehr einhalten, du kannst einfach durchfahren.“

Um dem Problem der sprachlichen Barriere zu begegnen wird angemerkt, dass es grundsätzlich gut wäre, mit großen Piktogrammen und verschiedenen Farben zu arbeiten, die unmissverständlich sind.

Als positives Beispiel wird die Erfahrung der Miete eines Autos in Portugal gemacht, in dem bereits eine Box enthalten war, über die die Maut berechnet wurde.

„Das Einfachste fand ich daran, dass man ein Gerät in Auto bekommt, da schaltet man ein oder das muss man gar nicht einschalten, das wird einfach registriert. Das bekommt man auf die Rechnung dabei, bei Mietauto, man muss eine bestimmte Strecke fahren, wenn da eine Mautstrecke dabei ist, da hat man Pech, so ist es, man hofft dann, dass man immer bezahlen kann mit Visacard also Kreditcard oder Bargeld, das hat eigentlich immer geklappt.“

„Die beste Mautstelle ist eine Solche, wo ich nichts tun muss, wo man einfach durchfahren kann, wo man kein Ticket braucht.“

Folgende Punkte wurden bzgl. der Beschilderung von den Teilnehmern geäußert.

- **Erste Ankündigung der MAUT-Station**

Es werden ausreichende Informationen gewünscht, die vor Passieren der Mautstelle gut zugänglich gemacht werden. Das beinhaltet die Vorab-Ankündigung der Mautstelle, die sichtbar montiert ist, mit der Information, dass in x Kilometer eine Mautstelle kommt. Hierzu

gibt es unterschiedliche Meinungen, wann die erste Information kommen sollte, wann die Mautstelle angekündigt werden sollte.

Es werden von einer Teilnehmerin 10km vorher genannt, was jedoch von den anderen FokusgruppenteilnehmerInnen als zu früh erachtet wird. Andere stimmen zu, dass eine erste kleine Ankündigung auch 10km vorher gut wäre.

5km vor der Mautstelle wird genannt als die Distanz, ab der die Mautstelle in jedem Fall das erste Mal angekündigt werden sollte. Dabei wird angemerkt, dass somit noch die Möglichkeit gegeben wäre, gegebenenfalls vor der Mautstelle noch die letzte Abfahrt abzufahren, wenn man die Mautstelle nicht passieren oder noch Geld holen möchte.

„Ich muss ja die alternative Möglichkeit haben, dass ich vorher die Autobahn verlassen kann, um mir das Geld zu holen.“

Hervorgehoben wird dabei, dass die Information, wie bezahlt werden kann, schon gegeben wird, damit noch immer die Möglichkeit besteht, abzufahren, wenn man die Mautstelle unter den gegebenen Bedingungen nicht passieren kann oder will.

„Meistens ist es ja immer so, dass du alle 5000m eine Ausfahrt hast und da macht man ja kurz vor der letzten Ausfahrt -Achtung! Vor Ihnen kommt in 5.000m eine Mautstelle, Sie haben jetzt die letzte Möglichkeit vor der Mautstelle abzufahren.“

2000m vor der Mautstelle sollte nach Meinung der TeilnehmerInnen begonnen werden mit konkreteren Informationen zusätzlich zur Erinnerung, dass die Mautstelle 2km vor einem liegt.

Weiters werden 1500m als Distanz genannt, die als angebracht beurteilt wird, dass die erste Ankündigung an dieser Stelle erfolgt. Dies wird allerdings nicht begründet. Als weitere Möglichkeit wird die Analogie der Ankündigung einer Autobahnabfahrt genannt, dass die Ankündigung 1km vor der Mautstelle erfolgen sollte, damit man weiß, wo man sich einordnen muss und sich rechtzeitig darauf vorbereiten kann.

- **Geschwindigkeitsbegrenzungen vor der MAUT-Station**

Als erste Geschwindigkeitsreduktion wird eine Distanz von 2000m vor der Mautstation vorgeschlagen auf 100km/h zu reduzieren. Ebenso wird auch 1000m davor genannt. Weiters wird vorgeschlagen mit veränderbaren Anzeigen zu arbeiten, die die Geschwindigkeit anpassen je nach Verkehrsaufkommen. Es wird diskutiert, dass alles über 80km/h zu schnell ist, die Informationen, die bezüglich der Mautstelle gezeigt werden, erfassen zu können, wenn es mehr Informationen enthält als nur die Ankündigung, wann die Mautstelle kommt.

- **Informationen auf den Ankündigungen vor der MAUT-Station**

Da davon ausgegangen wird, dass man durch die Geschwindigkeit auf der Autobahn nicht viele Informationen aufnehmen kann, wird betont, dass die Informationen nacheinander folgen sollten. So wird also vorgeschlagen, dass schrittweise die Informationen geboten werden und detaillierter werden. Dabei wird ein Abstand von 500m als Beispiel genannt, wann eine neue Information hinzukommen könnte.

„Ich fände gut, wenn dann im 500m Takt die neue Info dazu kommt.“

Zunächst bei einer der ersten Ankündigungen sollte die Information gegeben werden, wann die Mautstelle kommt und was es generell für Bezahlmöglichkeiten gibt. Dies ist wichtig, damit der/die FahrerIn weiß, ob er/sie die Mautstelle passiert oder eben vorher abfährt.

Danach wird als wichtig angemerkt, dass es gut wäre, wenn es bereits frühzeitig eine Ankündigung gibt, wo man sich grob als Fahrzeug einordnen muss.

„Ich will erstmal wissen, wo ich mich vom Auto her hin einordnen muss, und da wechsle ich schon auf die Spur ungefähr, von den 4 Spuren weiß ich schon, aha, mit dem Auto halt ich mich da in der Mitte und dann als nächstes mit den Geld und da kann ich schon sagen Gut, links.“

So dass zum Beispiel bei einer (noch-) drei-spurigen Autobahn bereits angekündigt wird, dass PKWs sich mittig und links halten sollen, LKWs und PKWs mit Anhänger in der rechten Spur bleiben sollen.

„[...]wenn in der Mitte die PKW vor mir sind dann wüsste ich, aha, ich fahre jetzt auf den 3 Spuren, ich gehe schon in die Mitte, dass ich später nicht von rechts nach links muss...“

Die Beschilderung solle deshalb vom Allgemeinen (Einordnung nach Fahrzeugtyp) zum Konkreten (Bezahlung, Automat oder bemannt) gehen, damit man sich Schritt für Schritt einordnen kann und nicht alle Schilder seit Beginn in Erinnerung behalten muss. Informationen, wie die Videomaut-Bodenmarkierung zwischendrin werden daher als verunsichernd empfunden.

Für die LKW-Spur wird ein Icon eines LKWs bevorzugt, da die Go Box unbekannt ist und demnach eher Verwirrung stiftet, was damit gemeint ist. Vor allem das Design des Logos mit den stilisierten Mikrowellen sorgt dafür, dass sich ältere, weniger technikaffine TeilnehmerInnen von den so gekennzeichneten Spuren fernhalten.

Als suboptimal und verwirrend wird beschrieben, wenn Informationen gemischt werden: das heißt, wenn Hinweise zur Einordnung gegeben werden und Bezahlinformationen, die aber unvollständig sind. Wichtig wird auch erachtet, dass die Information immer dieselbe bleibt,

bzw. lediglich Informationen dazu kommen, nicht aber, dass auf einmal Informationen weggenommen werden. Zum Beispiel dass zunächst die Information über die Einordnung der Fahrzeugtypen kommt und später, in welcher Form gezahlt werden kann und dies additiv erfolgt. Nicht aber, dass auf einmal eine Information wieder entfällt, wie in dem Beispiel Schöneberg, dass erst Bezahlinformationen gegeben werden und dann später auf einmal nur noch Videomaut auf dem Boden steht.

- **Gestaltung der Bodenmarkierung vor der MAUT-Station**

Die TeilnehmerInnen wünschen sich bessere Fahrbahnmarkierungen vor der Mautstation. So sagen sie, dass es besser markiert werden sollte, wenn aus einer Spur zwei werden und dies dann im Verlauf weiter markiert ist. Sie begründen das damit, dass, fallen Spuren und Markierungen auf einmal weg, dann verbleibt man in der Spur, in der man gerade ist und wechselt nicht mehr, weil dann die ‚Leitung‘ fehlt und man sonst nur anfängt zu suchen und kreuz und quer fahren würde.

„[...] dadurch bleibst du wahrscheinlich automatisch hier drüben... weil es hier am sichersten ist.“

TeilnehmerInnen, die sich in solchen Situationen sicher fühlen, interpretieren das Wegfallen der Markierung teilweise aber auch als Freiheit, sämtliche Stationen anfahren zu können.

Die roten Kreise mit weißer Füllung auf den linken Spuren lösen Verwirrung aus, da sie als Verkehrszeichen nach §52 a/1 – Fahrverbot – interpretiert werden können und somit im Konflikt zu den grünen Lichtsignalen stehen.

Dass Videomaut auf dem Boden geschrieben steht, löst bei den TeilnehmerInnen eher einen Schock aus, da es den Eindruck erweckt, auf allen Spuren wäre nur mehr die Bezahlung über Videomaut möglich.

„Ich würde jetzt denken, dass da überall nur Videomaut geht und jetzt wüsst ich gar nicht mehr, wo ich hinfahren darf, wenn ich keine Videomaut habe.“

Auch wird die Markierung der Videomaut über alle Spuren kritisiert, wenn an der Station selbst nur bei einer Spur die Videomaut konkret ausgeschildert ist. Es wird angeregt, die (ausschließliche) Videomautspur komplett farbig (in grün, statt in der orangen Farbe für Kreditkartenzahlung) durchzumarkieren.

Ein weiterer Vorschlag, der gemacht wird, ist mit ‚dickeren‘ Fahrbahnmarkierungen zu arbeiten, so dass verschiedene Fahrzeugtypen-Spuren offensichtlicher voneinander getrennt sind. So wird vorgeschlagen, dass wenn aus einer Spur mehrere werden, dieses ‚Spurenpaket‘

mit dickeren Leitlinien von dem benachbarten ‚Spurenpaket‘ zu trennen und innerhalb des ‚Spurenpaketes‘ normale ‚dünnere‘ Markierungen vorhanden sind.

- **Gestaltung der Beschilderung vor und an der MAUT-Station**

Wie bereits vorher erwähnt, wird eine europaweit einheitliche Gestaltung der Beschilderung befürwortet. Die Gestaltung mit Hilfe von Ikonen und Farben wird dabei als hilfreich erachtet. So schlagen die TeilnehmerInnen vor, konsistent mit Ikonen *und* Farbe zu arbeiten, damit der Wiedererkennungswert doppelt gegeben ist.

„Oder auch dass es hier mehr Farbe gibt, so dass man weiß: Videomaut grün, Barzahlung orange, Kredit gelb, dass ich mich an der Farbe, damit ich nicht oben lesen muss, Bar, Kredit... sondern dass ich dann weiß meine Farbe war orange, ich muss bei orange hin, weil hier ist eine grün, da weiß du, überall grün, das ist Videomaut, das ist OK, aber das andere ist nicht farblich, das ist irritierend.“

Ebenso wird die zusätzliche Unterstützung durch Farbe bei der Leitung der Fahrzeugtypen als positiv erachtet, da die Farbe schneller wiedererkannt und zugeordnet wird.

„Weil wenn du viel Verkehr hast, du musst auf Verkehr gucken, sollst lesen, sollst dich einordnen, dann ist dann bloß das Symbol Auto ein bisschen wenig. Die passende Farbe dazu ist vielleicht noch einfacher...“

Wobei es auch die Anmerkung gibt, dass es für die Bezahlart intuitiver ist, Farben zu verwenden als bei den Fahrzeugtypen.

„Ich würde sagen, Farbe mit Bezahlart wäre logischer als Fahrzeugart mit Farbe.“

Die Farbe Rot wird als Beispiel genannt aber in einer anderen Diskussion wird betont, dass die Farbe Rot damit verbunden ist, dass man da nicht hineinfahren darf. Deshalb sollte nicht mit Rot gearbeitet werden, wenn es um die Leitung hin zur Mautstation, sondern nur, wenn es sich um ein Verbot handelt (zum Beispiel *keine* Anhänger). Wobei hier unterstrichen wird, dass beides gegeben sein sollte: die Farbe Rot und dass es durchgestrichen wird. Diese doppelte Information sollte seitens der TeilnehmerInnen nicht in die Irre führen. Wird nur mit der Farbe gearbeitet, wird sie missverstanden. So merken einige an, dass sie zum Beispiel bei einer roten Umrandung annehmen würden, dass man da nur dieses Fahrzeug haben darf oder mit dem entsprechenden Bezahlungsmittel zahlen kann während andere damit assoziieren, dass genau dies an dieser Stelle nicht möglich ist.

Die Ausschilderung der Videomaut wird als übermäßig wahrgenommen und die TeilnehmerInnen wünschen sich eine Reduzierung mit dem Argument, dass die NutzerInnen der Videomaut sich ohnehin auskennen würden, die Vielzahl an Schildern Unwissende aber

nur verwirre. Auf die Frage, wo sich die TeilnehmerInnen einordnen würden, wenn sie Videomaut nutzen würden, wird vor allem die Spur ganz links genannt, die mit dem großen Videomaut-Schild ausgewiesen ist. Sollte sich der Verkehr auf dieser Spur aber stauen, würden sie sich aber auch auf den anderen so gekennzeichneten Spuren einreihen.

Es kommt auch der Vorschlag, die Schilder für Motorräder und Autos zu entfernen und stattdessen nur die Spuren auszuschildern, auf denen sich größere VerkehrsteilnehmerInnen (PKW mit Anhänger, Wohnmobile, LKW) einordnen sollen, um Auto- und MotorradfahrerInnen zu signalisieren, dass sie sich die restlichen Spuren frei aussuchen können.

Als wichtig wird auch erachtet, dass immer nur so viele Schilder angebracht werden, wie es sichtbare Spuren gibt. Das heißt, ist die Autobahn noch dreispurig wünschen sich die TeilnehmerInnen lediglich für drei Spuren die Information. Erst dann, wenn es sichtbar ist, wie viele Spuren vor einem liegen, können hierfür die Informationen gegeben werden. Vor allem Schilder, die Informationen zu allen Mauthäuschen auf einmal geben, werden in Anbetracht der Fahrgeschwindigkeit als zu überladen wahrgenommen. Wenn sie die Schilder an der Station von nahem sehen, ist den meisten aber klar, wo sie sich einordnen können. Es wird nur bezweifelt, ob so spät noch Spurwechsel möglich sind.

- **Bezahlungsmöglichkeiten an der MAUT-Station**

Bezüglich der Bezahlungsmöglichkeiten werden alle Formen genannt, die als wichtig erachtet werden: bar zahlen zu können, mit Bankomat-Karte und mit Kreditkarte. Betont wird, dass nicht ausschließlich das System mit Kreditkarte eingeführt werden soll, da einige TeilnehmerInnen explizit sagen, keine Kreditkarte zu besitzen und dies für sie ein Problem darstellen würde. Als wichtig wird auch genannt, dass nicht passend gezahlt werden muss, sondern dass ein Automat oder eine Person (was im Grunde dann egal ist) Wechselgeld geben kann. Ein Teilnehmer merkt seine Bedenken an, mit Karte zahlen zu müssen, da er nicht möchte, dass irgendeine Bank nachvollziehen kann, wo er sich gerade befindet.

Weiters wird als Vorschlag genannt, dass es vor der Mautstation einen Parkplatz geben sollte, der einen Bankomaten hat, damit man sich da potentiell noch Geld holen kann.

2.2.2. Verhaltensanalyse

Ziel

Ziel der Verhaltensanalyse war, dass reale Verhalten der VerkehrsteilnehmerInnen im Bereich der Mautstelle zu analysieren.

Vorgehensweise

Für diesen Zweck wurde gemeinsam mit der ASFINAG die Hauptmautstelle Schönberg (A13) ausgewählt. Aufgrund des starken Reiseverkehrs (Nord-Süd-Achse (Deutschland-Italien)) und der topographischen Gegebenheiten (Schönbergkehre - 180 Grad Kurve von Innsbruck kommend, sowie eine Steigung von 6,1%) eignet sich die Hauptmautstelle Schönberg besonders für die Betrachtung.

Es wurde vereinbart, dass die Messung nicht wie ursprünglich geplant zwischen November 2015 und Februar 2016 durchgeführt wird, sondern aufgrund des starken Urlaubsreiseverkehrs im Sommer 2015. Als Messzeitraum wurde Fr.24.07. und Sa.25.07 mit der ASFINAG fixiert.

Die Standorte für die vier Kamerasysteme wurden gemeinsam mit der ASFINAG fixiert.



Abbildung 3: Kamerastandorte für die Verhaltensanalyse (Kartenmaterial: Bing Maps)

- **System 1** (Action Cam) auf der Maut-Gantry mit Blickrichtung nach Innsbruck

- **System 2** (Action Cam) auf der Maut-Gantry mit Blickrichtung zur HMS Schönberg
- **System 3** (Action Cam) auf der Fußgängerbrücke mit Blickrichtung zur HMS Schönberg
- **System 4** (Lavida) auf einem Betonpfeiler direkt am Gate der HMS Schönberg.



Abbildung 4: System 1 – Maut-Gantry (links); System 2 – Maut-Gantry (rechts)



Abbildung 5: System 3 – Fußgängerbrücke (links); System 4 – Mautstation (rechts)

Als Kameras kamen nicht wie ursprünglich geplant die VSA-Systeme der EBE Solutions zum Einsatz, sondern drei Action-Cams (GoPro Hero4 Black Edition) und ein LAVIDA-System (Backupsystem). Grund für den Einsatz der Action Cams war einerseits die einfache und schnelle Installation vor Ort und andererseits die Bildqualität und die Bildgröße.

Die Messung an den 4 Standorten erfolgte Fr.24.07.2015 von 06:00 bis 16:00 und Sa.25.07.2015 von 06:00 bis 13:00.

Alle Systeme wurden direkt nach der Messung am Sa.25.07.2015 im Zeitraum zwischen 13:00 und 15:00 wieder ordnungsgemäß abgebaut.

Die Auswertung des Videomaterials erfolgte im Zeitraum vom 31.08.2015 bis 08.09.2015. Die Auswertung wurde von folgenden Personen durchgeführt:

- Mario Lange, M.Sc (EBE Solutions)
- Dipl. Psych. Juliane Haupt (FACTUM Chaloupka & Risser OG)
- Alexander Fördös (Subauftragnehmer)

Um das Verhalten der Kfz-LenkerInnen analysieren zu können, wurde zusätzlich die zum Zeitpunkt der Messung bestehende IST-Situation der Beschilderung und Infrastruktur erhoben. Die IST-Situation der Beschilderung und Infrastruktur wurde ebenfalls analysiert. Dafür wurde eine kleine Gruppe (8 Personen) von unerfahrenen Kfz-LenkerInnen aus dem direkten Arbeitsumfeld der Projektpartner befragt.

Ergebnis der Verhaltensanalyse

Die Analyse des Videomaterials an der Hauptmautstelle Schönberg bestätigt wie schon ursprünglich vermutet die klassischen Verhaltensweisen von Kfz-LenkerInnen im Bereich von Mautstellen.

- Die Orientierung der Kfz-LenkerInnen erfolgt erst im Nahbereich der Mautstelle (siehe Abbildung 4).
- Kfz-LenkerInnen halten sich eher rechts. Ein Grund dafür könnte das im Straßenverkehr allgemein gültige Rechtsfahrgebot sein (siehe Abbildung 4).
- Kfz-LenkerInnen folgen eher dem vorrausfahrendem Fahrzeug als selbst die Initiative zu ergreifen (Wahl einer anderen Spur). Grund dafür könnte sein, dass die Kfz-LenkerInnen nichts falsch machen möchten, unter der Annahme: „Der Vorrusfahrende wird schon alles richtig machen“, und somit längere Wartezeiten an den Mautstellen in Kauf nehmen.



Abbildung 6: Typisches Verhalten von Kfz-LenkerInnen im Bereich der Mautstelle

- Je höher die Geschwindigkeit der Kfz-LenkerInnen desto länger dauert die Orientierungsphase.

Des Weiteren konnte folgendes festgestellt werden:

- LKW und Busse verursachen so gut wie keine Probleme. Durch das Go-System ist deren Abfertigung an der Mautstelle optimiert. Lediglich durch PKW die auf der LKW Spur vordringen kommt es hin und wieder zu Verzögerungen.
- Wohnwagen/Wohnmobile reihen sich frühzeitig in die vorgesehenen Spuren ein und verursachen so gut wie keine Probleme. Wir hatten die Info, dass es durch Wohnwagen/Wohnmobile ständig zu Problemen kommt, weil diese sich falsch einordnen. Dies können wir nach der Analyse des Videomaterials nicht bestätigen.
- Wenn Straßenaufsichtsorgane von der ASFINAG den Verkehr im Bereich der Mautstelle leiten, dann reduziert sich die Rückstaulänge. Kfz-LenkerInnen reihen sich dann frühzeitig in die mittleren und linken Spuren der Mautstelle ein (siehe Abbildung 5).
- Die BY-PASS Spur wird von den Kfz-LenkerInnen im Verhältnis nur sehr wenig benutzt.



Abbildung 7: Verhalten der Kfz-LenkerInnen im Bereich der Mautstelle nach Leitung durch Straßenaufsichtsorgane der ASFINAG

Ergebnis IST-Analyse der Beschilderung

Die Beschilderung als Orientierungshilfe für die Kfz-LenkerInnen ist an der Hauptmautstelle Schönberg derzeit wie die nachfolgende Abbildung zeigt gelöst.

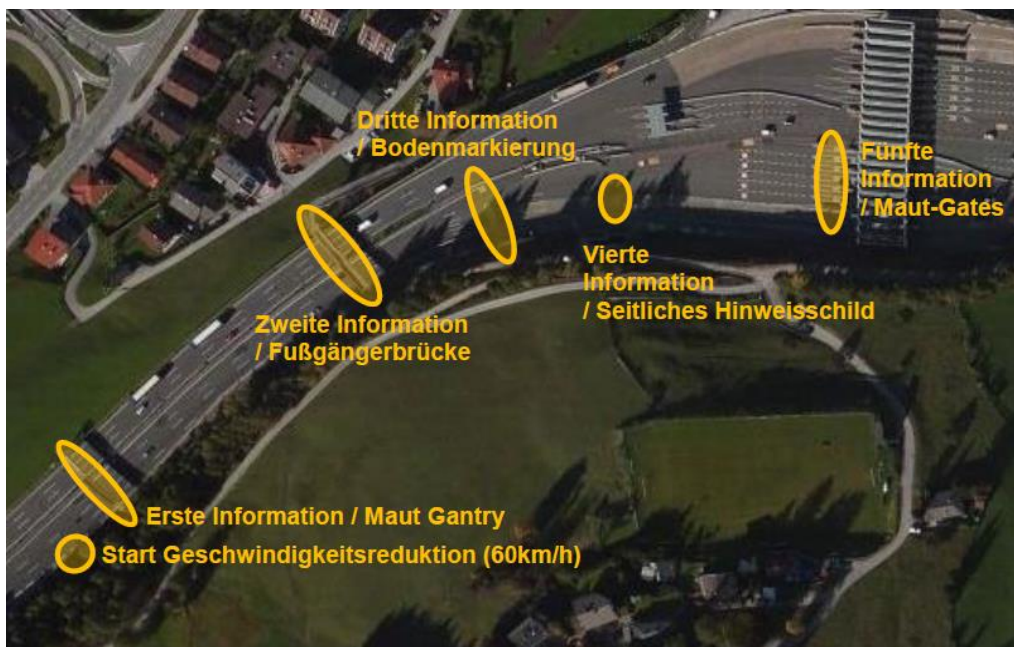


Abbildung 8: IST-Situation der Beschilderung an der Mautstelle Schönberg (Kartenmaterial: Bing Maps)

Folgend sind die Ergebnisse der IST-Analyse der Beschilderung im Detail beschrieben:

- **Geschwindigkeitsbeschränkung vor der Maut-Gantry**



Abbildung 9: Geschwindigkeitsbeschränkung 60km/h kurz vor der Maut-Gantry

Das Vorschriftszeichen „Geschwindigkeitsbeschränkung 60km/h“ ist nur wenige Meter von der Maut-Gantry entfernt. Nach unseren Beobachtungen fahren die Kraftfahrzeuge (im speziellen Pkw) mit viel höheren Geschwindigkeiten in diesen Bereich ein. Die wichtige Erstinformation über die Hauptmautstelle Schönberg kann unserer Meinung nach, bedingt durch die hohe Geschwindigkeit in diesem Bereich, nur unzureichend von den Kfz-LenkerInnen wahrgenommen werden. Erschwert wird das ganze dadurch, dass die Erstinformation direkt nach der Kurve und in einem steigenden Bereich der Autobahn positioniert ist. Diese Tatsache alleine erfordert schon die vollste Aufmerksamkeit der Kfz-LenkerInnen, so dass den Kfz-LenkerInnen nur wenig Zeit bleibt die Informationen zu lesen.

- **Erste Information / Maut-Gantry**



Abbildung 10: Beschilderung im Detail an der Maut-Gantry

Die Beschilderung zeigt die wesentlichen Informationen über die bevorstehende Hauptmautstelle Schönberg. Für erfahrene Kfz-LenkerInnen ist diese Erstinformation mit Sicherheit eine ausreichende Orientierungshilfe. Für unerfahrene Kfz-LenkerInnen ist die Beschilderung nur schwer zu deuten und verwirrend, dies ergab eine erste Befragung von einer kleinen Gruppe unerfahrener Kfz-LenkerInnen. Folgendes konnte aus den Gesprächen mit den unerfahrenen Kfz-LenkerInnen abgeleitet werden:

- Video Maut: Die Befragten wissen nicht worum es sich bei der Video Maut handelt und dass sie die Möglichkeit haben diese auch zu nutzen. Unklar ist ebenfalls welche Spuren sie mit der Video Maut nutzen könnten.
 - GO-BOX: Einige der Befragten wussten nicht worum es sich bei der GO-BOX handelt. Demzufolge würden sie auch die Spuren auf denen das GO-BOX Symbol abgebildet ist, nicht nutzen. Die Spuren 2 u. 3 (nummeriert von rechts nach links) konnten von den Probanden nicht gedeutet werden und sind sehr verwirrend für sie.
 - Motorrad/Pkw: Bei den Spuren 4 bis 9 vermuten die Befragten, dass sie mit dem Pkw nur die Spuren 4, 5 und 6 nutzen können. Die weiteren Spuren 7, 8 und 9 dürfen nach deren Verständnis nur von Motorrädern genutzt werden.
 - Dynamische Anzeige: Die dynamische Anzeige der offenen und geschlossenen Gates ist grundsätzlich verständlich, da die Mautstelle in diesem Bereich aber noch nicht sichtbar ist und die Bodenmarkierungen nicht mit der Anzeige übereinstimmen, aber auch ein wenig verwirrend für die Befragten.
 - Orientierung: Die Befragten würden sich in diesem Fall eher rechts orientieren, dem vorfahrenden Kfz. folgen und abwarten was in weiterer Folge passiert. Grund dafür ist die Angst davor etwas falsch zu machen.
- **Zweite Information / Fußgängerbrücke**

Auf der Fußgängerbrücke, ca. 100 Meter nach der Maut-Gantry, befindet sich die nächste Orientierungshilfe für Kfz-LenkerInnen.



Abbildung 11: Beschilderung im Detail an der Fußgängerbrücke

Die Beschilderung zeigt die wesentlichen Informationen über die Bezahlungsmöglichkeiten an der bevorstehenden Hauptmautstelle Schönberg. Eine genaue Zuordnung auf welchem Gate mit welchem Zahlungsmittel bezahlt werden kann, fehlt allerdings. Erfahrene Kfz-LenkerInnen können diese Informationen interpretieren, unerfahrene Kfz-LenkerInnen jedoch nur schwer. Hinzu kommt, dass die Mautstelle aus dieser Position immer noch nicht sichtbar ist, was die Orientierung für die unerfahrenen Kfz-LenkerInnen weiterhin erschwert.

Die Symbole über die Bezahlungsmittel

- Kredit Karte,
- Bargeld u.
- Karte

sind prinzipiell verständlich. Verwirrungen gibt es beim Karten-Symbol, hier denken die Befragten dass sie lediglich mit Bankomat Karte zahlen können („Kredit Karte“ steht ja nicht dabei).

- **Dritte Information / Bodenmarkierung „Video-Maut“**

Die Bodenmarkierungen „Video Maut“ befinden sich kurz vor der Einfahrt zum Video Maut Gate. Die GRÜN färbigen Leitlinien bewirken unserer Meinung nach, dass sich jene Kfz-LenkerInnen die Video Maut als Zahlungsmittel nutzen, eher links (siehe Abbildung 12) orientieren.



Abbildung 12: Bodenmarkierung „Video Maut“ im Detail

Bedingt durch die GRÜNEN Leitlinien und die Orientierung der Kfz-LenkerInnen in Richtung des Video Maut Gates, werden die vier Bodenmarkierung „Video Maut“ (Information das Nutzer der Video Maut an allen Spuren bezahlen können) zu spät oder schlecht wahrgenommen.

- **Vierte Information / Seitliches Hinweisschild**

Das seitliche Hinweisschild befindet sich kurz vor den Maut-Gates und dient als zusätzliche Orientierung für die Kfz-LenkerInnen. Das linke Schild ist aufgrund der vielen Piktogramme für unerfahrene Kfz-Lenker nicht eindeutig deutbar und stiftet Verwirrung.



Abbildung 13: Seitliches Hinweisschild

- **Fünfte Information / Maut-Gates**

Die Schilder direkt an den Maut-Gates sind als Prismenwender ausgeführt. Dabei verfügt jede Spur über einen eigenen Prismenwender, der den Kfz-LenkerInnen die jeweilige Information („Einfahrt verboten“, „Fahrzeugtypen“, etc.) über das Maut-Gate anzeigt.

Die Piktogramme auf den Prismenwendern (schwarz auf weißem Hintergrund) sind abhängig von den Lichtverhältnissen nicht immer für die Kfz-LenkerInnen optimal erkennbar. Das hat eine negative Auswirkung auf die Orientierungszeit zur Folge.

Lediglich die Information „Einfahrt verboten“ (sprich „Maut-Gate geschlossen“) ist schön und frühzeitig für Kfz-LenkerInnen erkennbar.



Abbildung 14: Beschilderung Maut-Gate im Detail

Ergebnis IST-Analyse der Infrastruktur

Die Analyse der Infrastruktur hat folgendes ergeben:

- **BY-PASS-Spur**

Die Analyse des Videomaterials hat ergeben, dass die BY-PASS Spur von den Kfz-Lenkern kaum genutzt wird. Ein Grund hierfür ist mit Sicherheit, dass viele Kfz-LenkerInnen die Möglichkeit des BY-PASS, nicht kennen.

- **Video Maut**

Das bestehende Video Mautsystem an der HMS Schönberg ist für eine Reihe an Problemen verantwortlich.

Unserem Verständnis nach, sollten jene Kfz-LenkerInnen die Video Maut als Zahlungsmittel nutzen, ohne Anhalten die Mautstelle durchfahren können (Free-Flow-System). Mit dem bestehenden Mautsystem ist das aber nur bedingt möglich, denn an Tagen mit einem hohen Verkehrsaufkommen kann es bedingt durch das Systemdesign zum Anhalten der Kfz kommen. Hinzu kommt, dass die Video Maut Nutzer bedingt durch die derzeitige Position des Einfahrtsschrankens, an Tagen mit einem hohen Verkehrsaufkommen einen Rückstau verursachen, der bis hinter die zweite Vorankündigung (Fußgängerbrücke) zurückreicht. Das ist gleichzeitig jener Bereich in dem sich die Kfz-Lenker beginnen zu verteilen. Der Rückstau hat zur Folge, dass die linke Spur im Anfahrtsbereich für jene Kfz-LenkerInnen welche die Video Maut nicht nutzen, blockiert ist.



Abbildung 15: Rückstau Video Maut Spur

- **Maut-Gates**

Dadurch dass die einzelnen Maut-Gates unterschiedlich breit sind, können nicht alle Fahrzeugtypen alle Maut-Gates benutzen. Dies führt zu Problemen bzw. Verzögerungen, wenn sich ein Fahrzeug an Tagen mit einer hohen Verkehrsbelastung in der falschen Spur einreicht und dann kurz vor den Maut-Gates die Spur wechseln muss.

- **Zahlungsmöglichkeiten**

Der Zahlungsvorgang trägt wesentlich zur Staubildung an Mautstellen bei. Je schneller der Zahlungsvorgang abgewickelt werden kann, desto mehr Fahrzeuge können pro Zeiteinheit die Mautstelle passieren. An der Hauptmautstelle Schönberg haben die Kfz-LenkerInnen die Möglichkeit das Maut-Gate nach der Bezahlungsmöglichkeit (Kreditkartenautomat, Kreditkarten-Bargeld-Automat, Manuell, Videomaut, Go-Box) auszuwählen. Dadurch die Kfz-LenkerInnen nicht die Möglichkeit haben an allen Maut-Gates mit allen möglichen Zahlungsmitteln zu zahlen, müssen sie sich zeitgerecht orientieren. Durch diese Orientierung kommt es zu Verzögerungen.

Des weiterem ist dem Projektteam aufgefallen, dass die Kreditkarten-Bargeld-Automaten sehr unübersichtlich sind. Speziell unerfahrene Kfz-LenkerInnen benötigen dadurch mehr Zeit für den Zahlungsvorgang.



Abbildung 16: Kreditkarten-Bargeld-Automat

2.2.3. Erstentwurf des Bedürfnis- und Relevanzkataloges

Folgende Kernaussagen (Ergebnisse aus den bisherigen Tätigkeiten) bilden die Basis für die Entwicklung der drei Szenarien. Die bisherigen Kernaussagen/Ergebnisse sind im Detail in den jeweiligen Arbeitspaketberichten beschrieben.

Ergebnisse/Kernaussagen: Grundlagen u. Rahmenbedingungen

Die Erhebung der Grundlagen und Rahmenbedingungen hat folgendes ergeben.

- Rahmen für die Gestaltung von Mautstellen bildet die StVO, RVS (Beschilderung (Verbots- und Gebotsschilder), Bodenmarkierungen)
- Mautsystem sollte selbsterklärend gestaltet sein
- Maßnahmen sind so anzusetzen, dass ein Stau vermieden wird
- Folgefahren (Follow-Up-Effekt) muss nach Möglichkeit unterbunden werden

Ergebnisse/Kernaussagen: Verhaltensanalyse

Die Verhaltensanalyse an der Mautstelle Schönberg hat folgendes ergeben:

- Die Orientierung der Kfz-Lenker erfolgt im Nahbereich der Mautstelle

- Follow-Up-Effekt: Kfz-Lenker folgen eher dem vorausfahrenden Fahrzeug als selbst die Initiative zu ergreifen
- Kfz-Lenker halten sich eher rechts. Mögliche Ursache das Rechtsfahrgebot.

Ergebnisse/Kernaussagen: IST-Analyse bestehenden Infrastruktur

Die IST-Analyse der Infrastruktur an der Mautstelle Schönberg hat folgendes ergeben:

- Zu hohes Geschwindigkeitsniveau im Bereich der Mautstelle → nur kurze Zeit Informationen zu verarbeiten
- Die Positionierung der Beschilderung (Maut-Gantry, Fußgängerbrücke) hat einen negativen Einfluss auf die Orientierung der Kfz-Lenker. Grund: Derzeitige Positionierung der Beschilderung → Kfz-Lenker keinen direkten Blickkontakt zur Mautstelle
- Fehlende wiederholende Information – Die beiden Beschilderungen zeigen unterschiedliche Beschilderungen
- Informationsüberfluss auf den beiden Vorankündigungen (Maut-Gantry, Fußgängerbrücke) der Mautstelle
- Das bestehende Videomautsystem ist für eine Reihe von Problemen verantwortlich.

Ergebnisse/Kernaussagen: Fokusgruppeninterviews

Die Fokusgruppeninterviews haben folgendes ergeben:

- Mautsysteme sollten selbsterklärend sein, ohne sich im Vorfeld darüber informieren zu müssen.
- Die Interviewten sehen das größte Problem bei der Bezahlung und orientieren sich eher daran. Orientierung erfolgt danach. Weniger nach Fahrzeugkategorie.
- Mautstelle wird als Stresssituation wahrgenommen.
- Zu späte Ankündigung der Mautstation.
- Zu hohe Informationsdichte
- Irritierend ist auch die fehlende Bodenmarkierung im Nahbereich der Mautstelle – Teilnehmer wissen nicht wo sie sich einordnen sollen.
- Irritierend ist die Beschilderung für LKW – viele der Teilnehmer wissen nicht was Go-Box bedeutet.
- Viele der Teilnehmer wissen nicht worum es sich bei der Videomaut handelt – umso irreführender nehmen sie die Beschilderung wahr.

- Um den sprachlichen Barrieren vorzubeugen wäre es laut den Teilnehmern sinnvoll mit großen Piktogrammen und Farben zu arbeiten.
- Farbliche Leitung wäre für die Bezahlart wichtiger als für die Kategorisierung nach Fahrzeugtyp
- Zeitgerechte Information über die bevorstehende Mautstation
- Zu hohes Geschwindigkeitsniveau – keine Zeit Informationen zu verarbeiten
- Aufbauende Information – Allgemein (z.B. Einordnung) zum Konkreten (z.B. Bezahlung) – wäre wünschenswert
- Die bestehende Markierung und Beschilderung der Videomaut erweckt bei den Teilnehmern den Eindruck, dass auf allen Spuren nur die Bezahlung mit Videomaut möglich sei.
- Der Informationsgehalt der Schilder sollte den Spuren angepasst sein, d.h. bei einer dreispurigen Zufahrt nur Informationen für drei Spuren (nicht Informationen für 10 Abfertigungspuren anzeigen).

Weitere Ergebnisse/Kernaussagen

- Rund 1/3 aller Verkehrsteilnehmer nutzen Videomaut als Zahlungsmittel

2.3. Erstentwurf der Designelemente

Ziel

Ziel dieses Arbeitsschrittes war der Erstentwurf der Designelemente (Symbole) sowie der drei Szenarien die im Fahrsimulator getestet wurden.

Vorgehensweise

In einem ersten Schritt wurde recherchiert, welche Symbole und Anzeigemöglichkeiten im angrenzenden Ausland zum Einsatz kommen. Auf Basis der Recherche und der bei der ASFINAG aktuell im Einsatz befindlichen Symbole und Anzeigemöglichkeiten, wurden im Rahmen mehrerer interner Workshops die Symbole überarbeitet und die drei Szenarien entwickelt.

Ergebnis

Folgend sind die neuen Symbole sowie die drei Szenarien im detailliert dargestellt.

2.3.1. Erstentwurf Symbole

Bargeld

Das neue Bargeld-Symbol zeigt das sowohl Scheine als auch Münzen als Zahlungsmittel akzeptiert werden. Das alte Bargeld-Symbol wurde dahingehend bereinigt, dass die Zahlen entfernt wurden, da diese eher verwirren als helfen (z.B. kann an dieser Spur nur mit 5, 10 oder 20 Euro Scheinen bezahlt werden? Mautgebühr in der Höhe von 35 Euro?, etc.).

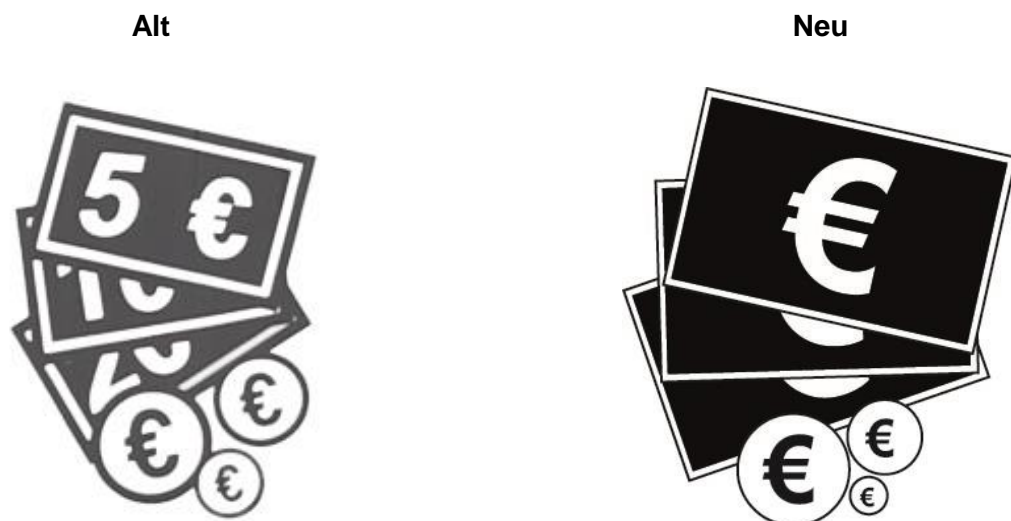


Abbildung 17: Altes und neues Bargeld-Symbol

Kreditkarten

Das neue Kreditkarten-Symbol zeigt eindeutig, dass sowohl die diversen Kreditkarten und auch Bankomatkarte (Maestro) als Zahlungsmittel akzeptiert werden. Zusätzlich wäre es möglich das neue Symbol auch einzufärben.

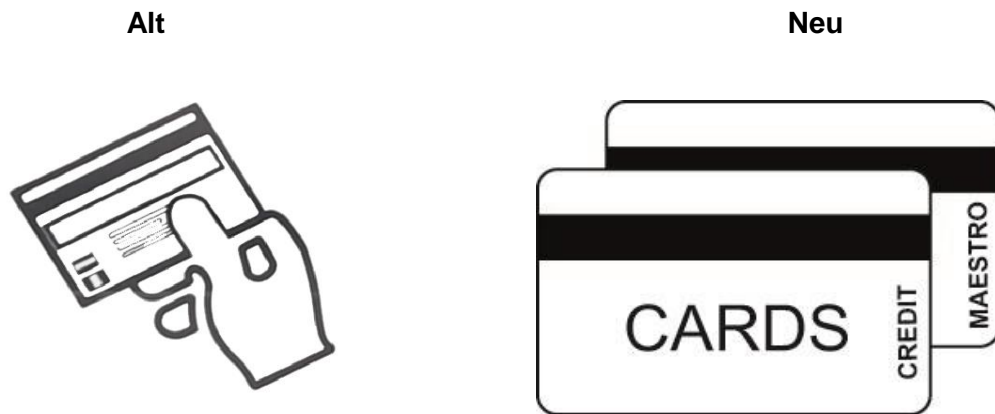


Abbildung 18: Altes und neues Kreditkarten-Symbol

Video-Maut

Das neue Video-Maut-Symbol wurde in einem kompakten Logo zusammengefasst. Dadurch kann das Symbol besser in die Beschilderung integriert werden.

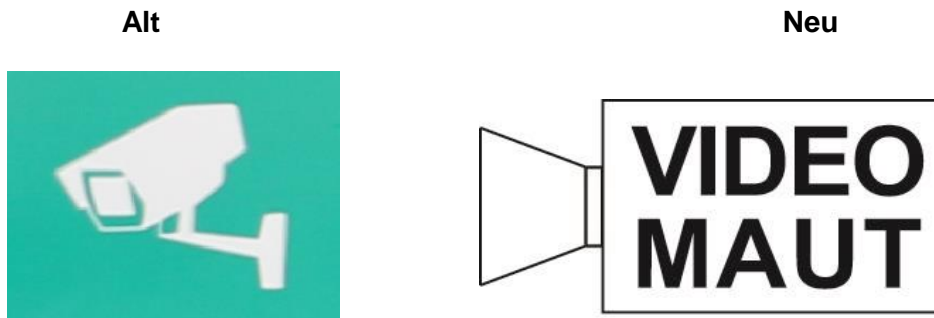


Abbildung 19: Video-Maut Symbol



Abbildung 20: Video-Maut Symbol in GRÜN

2.3.2. Grundszenario A – Ausgangssituation

Die Ausgangssituation wurde während der Verhaltensanalyse / IST-Analyse aufgenommen (Juli 2015) und als Grundszenario (A) im Fahrsimulator abgebildet.

2.3.3. Erstentwurf Szenario B – Minimales Informationssystem

Allgemeine Beschreibung des „Minimalen Informationssystems“

Das Szenario „Minimales Informationssystem“ wurde auf Basis der bisherigen Ergebnisse entwickelt und orientiert sich grob an „Shared-Space“ Konzepten.

Folgende Ideen wurden berücksichtigt:

- Den VerkehrsteilnehmerInnen wird ein Minimum an Informationen bereitgestellt
- Der Mautplatz wird den VerkehrsteilnehmerInnen ohne Einschränkungen überlassen
- Farbliche Markierung der Videomautspuren (z.B. Grün)
- Einfach zu verstehende und große Ikonen

Getroffene Annahmen

- Nutzer der Video-Maut werden beim Kauf darüber informiert, dass sie alle Abfertigungspuren nutzen können (z.B. auf der Website über eine Checkbox, Pop-up-Fenster, etc.). Auch bei der Simulatorstudie werden die Teilnehmer zuvor informiert, dass sie mit der Videomaut alle Spuren nutzen können.
- An den Abfertigungsspuren (bis auf der reinen Videomaut- sowie Lkw-/Busspur) werden alle Zahlungsmittel akzeptiert.
- An den Bezahlautomaten kann mit folgenden Zahlungsmitteln bezahlt werden: Bargeld, Kreditkarten, Maestro-Karten (Bankomat).

Aufbau des Szenarios im Detail

10 km vor der Mautstelle | Erste Vorankündigung

Die erste Vorankündigung ist 10 km vor der Mautstelle positioniert und kündigt den VerkehrsteilnehmerInnen die kommende Mautstelle an.

Die VerkehrsteilnehmerInnen können sich nun auf die kommende Mautstelle einstellen.



Abbildung 21: Vorankündigung „Mautstelle in 10 km“

Genauere Position: 10 km vor der Mautstelle (Bezugspunkt die Abfertigungspuren der Mautstelle), Schild wird am rechten und linken Fahrbahnrand positioniert.

Schildgröße: 960 x 1200 mm (b x h)

5 km vor der Mautstelle | Zweite Vorankündigung

Die zweite Vorankündigung ist 5 km vor der Mautstelle positioniert und kündigt den VerkehrsteilnehmerInnen zum zweiten Mal die kommende Mautstelle an.

Die VerkehrsteilnehmerInnen können sich nun auf die kommende Mautstelle einstellen. Die wiederholende Information ist auch für all jene VerkehrsteilnehmerInnen wichtig, welche die erste Vorankündigung übersehen haben.



Abbildung 22: Vorankündigung „Mautstelle in 5 km“

Genauere Position: 5 km vor der Mautstelle (Bezugspunkt die Abfertigungspuren der Mautstelle), Schild wird am rechten und linken Fahrbahnrand positioniert.

Schildgröße: 960 x 1200 mm (b x h)

2 km vor der Mautstelle | Dritte Vorankündigung

Die dritte Vorankündigung ist 2 km vor der Mautstelle positioniert und kündigt den VerkehrsteilnehmerInnen zum dritten Mal die kommende Mautstelle an.

Die VerkehrsteilnehmerInnen können sich nun auf die kommende Mautstelle einstellen. Die wiederholende Information ist auch für all jene VerkehrsteilnehmerInnen wichtig, die die ersten beiden Vorankündigungen übersehen haben. Zusätzlich wird an dieser Stelle auch der zu zahlende Betrag angekündigt. Die VerkehrsteilnehmerInnen (BeifahrerInnen) haben so Zeit den zu zahlenden Betrag vorzubereiten.



Abbildung 23: Vorankündigung „Mautstelle in 2 km“ & Anzeige der Mautgebühr Variante 1

Genauere Position: 2 km vor der Mautstelle (Bezugspunkt die Abfertigungspuren der Mautstelle), Schild wird am rechten und linken Fahrbahnrand positioniert.

Schildgröße: 960 x 1200 mm (b x h)

800 m vor der Mautstelle | Erste Geschwindigkeitsbeschränkung auf 80 km/h

Die erste Geschwindigkeitsbeschränkung auf 80 km/h ist 800 m vor der Mautstelle positioniert. Diese Geschwindigkeitsbeschränkung ist äußerst wichtig, damit die VerkehrsteilnehmerInnen ausreichend Zeit haben die kommenden und sehr wichtigen Informationen in Bezug auf die Mautstelle (Hinweisschilder an der Maut-Gantry und der Fußgängerbrücke) zu erfassen und sich dementsprechend zu orientieren.



Abbildung 24: Geschwindigkeitsbeschränkung 80 km/h

Genaue Position: 800 m vor der Mautstelle (Bezugspunkt die Abfertigungsspuren der Mautstelle), Schild wird am rechten und linken Fahrbahnrand positioniert.

Schildgröße: Ø 960mm

600 m vor der Mautstelle | Zweite Geschwindigkeitsbeschränkung auf 60 km/h

Die zweite Geschwindigkeitsbeschränkung auf 60 km/h ist 600 m vor der Mautstelle positioniert. Diese Geschwindigkeitsbeschränkung ist äußerst wichtig, damit die VerkehrsteilnehmerInnen ausreichend Zeit haben die kommenden und sehr wichtigen Informationen in Bezug auf die Mautstelle (Hinweisschilder an der Maut-Gantry und der Fußgängerbrücke) zu erfassen und sich dementsprechend zu orientieren.



Abbildung 25: Geschwindigkeitsbeschränkung 60 km/h

Genaue Position: 600 m vor der Mautstelle (Bezugspunkt die Abfertigungsspuren der Mautstelle), Schild wird am rechten und linken Fahrbahnrand positioniert.

Schildgröße: Ø 960 mm

450 m vor der Mautstelle | Wiederholung der Geschwindigkeitsbeschränkung auf 60 km/h

450 m vor der Mautstelle erfolgt die Wiederholung der Geschwindigkeitsbeschränkung auf 60 km/h. Die Information ist einerseits eine Wiederholung und andererseits die Information für die von Schönberg auf die Autobahn auffahrenden VerkehrsteilnehmerInnen.



Abbildung 26: Geschwindigkeitsbeschränkung 60 km/h

Genaue Position: nach der Auffahrt von Schönberg auf die Autobahn (ca. 450 m vor der Mautstelle), Schild wird am rechten und linken Fahrbahnrand positioniert.

Schildgröße: Ø 960 mm

Zusätzlich ist an dieser Position das Vorschriftszeichen „Maut / Peage“ angebracht.



Abbildung 27: Geschwindigkeitsreduktion 60 km/h

Genaue Position: nach der Auffahrt von Schönberg auf die Autobahn (ca. 450 m vor der Mautstelle), Schild wird am rechten und linken Fahrbahnrand positioniert. Gleicher Mast wie die Geschwindigkeitsbeschränkung.

Schildgröße: Ø 960 mm

400 m vor der Mautstelle | Hinweisschild an der Maut-Gantry

Das erste große Hinweisschild ist an der Maut-Gantry positioniert. Anhand der bereitgestellten Informationen haben die VerkehrsteilnehmerInnen die Möglichkeit sich der Fahrzeugkategorie entsprechend zu orientieren.

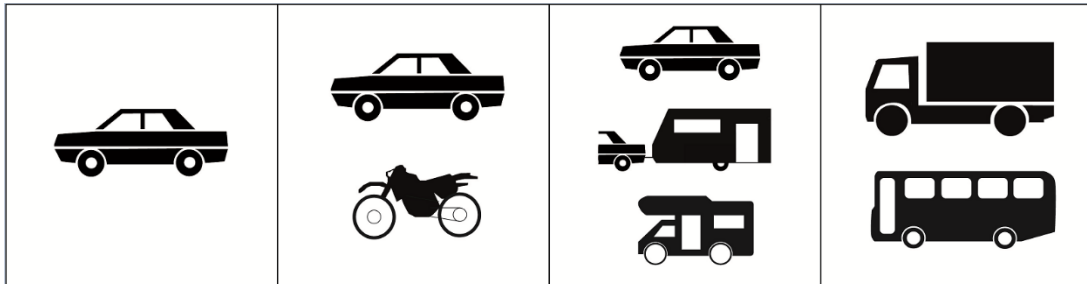


Abbildung 28: Schild Maut-Gantry

Auf dem Schild sind 4 Bereiche definiert, welche auch den Bodenmarkierungen an dieser Stelle entsprechen (4 Fahrspuren). Damit ist für die VerkehrsteilnehmerInnen ganz klar auf welcher Spur sie sich einordnen müssen.

- **Links:** Pkw
- **Mitte-Links:** Pkw u. Motorrad
- **Mitte-Rechts:** Pkw, Pkw mit Anhänger, Wohnmobil
- **Rechts:** LKW

Genaue Position: Auf der Maut-Gantry ca. 400 m vor der Mautstelle

Schildgröße: 11270 mm x 3020 mm

250 m vor der Mautstelle | Hinweisschild an der Fußgängerbrücke

Das zweite große Hinweisschild ist an der Fußgängerbrücke positioniert.

Anhand der bereitgestellten Informationen (wiederholend) haben die VerkehrsteilnehmerInnen die Möglichkeit sich der Fahrzeugkategorie entsprechend zu orientieren.

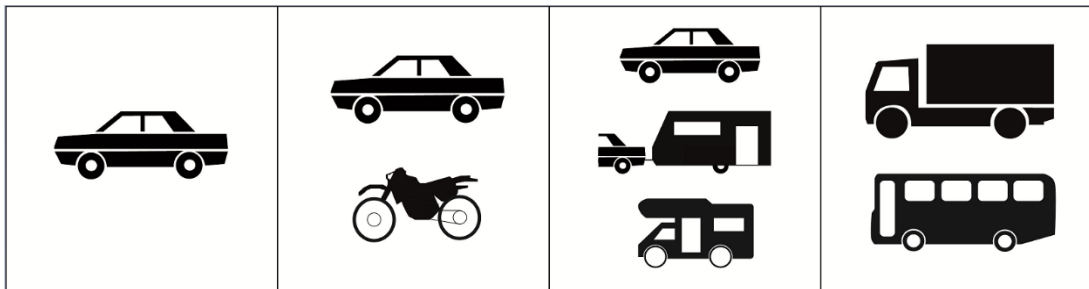


Abbildung 29: Schild Fußgängerbrücke

Auf dem Schild sind wieder 4 Bereiche definiert, welche auch den Bodenmarkierungen an dieser Stelle entsprechen (4 Fahrspuren). Damit ist für die VerkehrsteilnehmerInnen ganz klar auf welcher Spur sie sich einordnen müssen.

- **Links:** Pkw
- **Mitte-Links:** Pkw u. Motorrad
- **Mitte-Rechts:** Pkw, Pkw mit Anhänger, Wohnmobil Kreditkarten
- **Rechts:** LKW

Genaue Position: Auf der Fußgängerbrücke ca. 250 m vor der Mautstelle

Schildgröße: 11520 mm x 2520 mm

220 m vor der Mautstelle | Dritte Geschwindigkeitsbeschränkung auf 30 km/h

Die dritte Geschwindigkeitsbeschränkung auf 30 km/h ist 220 m vor der Mautstelle positioniert (direkt nach der Fußgängerbrücke). Die finale Geschwindigkeitsbeschränkung ist wichtig, damit die VerkehrsteilnehmerInnen ausreichend Zeit haben sich in der für sie richtigen Abfertigungsspur einzuordnen und das die Verkehrssicherheit im Nahbereich der Mautstelle gewährleistet ist.



Abbildung 30: Geschwindigkeitsbeschränkung 30 km/h

Genauere Position: 220 m vor der Mautstelle, direkt nach der Fußgängerbrücke (Bezugspunkt die Abfertigungsspuren der Mautstelle), Schild wird am rechten und linken Fahrbahnrand positioniert.

Schildgröße: Ø 960 mm

200m vor der Mautstelle | Einfahrt in die Video-Maut-Spur

Das Hinweisschild für die Nutzer der Videomaut kennzeichnet die extra Video-Maut-Spur, welche ausschließlich von Pkws die Video-Maut nutzen, benutzt werden darf.



Abbildung 31: Schild Einfahrt Video-Maut-Spur

Genauere Position: Linke Fahrspur, auf dem Überkopfwegweiser zur Einfahrt in die Video-Maut-Spur (ca. 200 m vor der Mautstelle)

Schildgröße: 1600 mm x 800 mm

Mit Zusatzschildern „Fahrverbot für Pkw-mit-Anhänger“, „Fahrverbot für Wohnwagen“ und „Fahrverbot für Fahrzeuge höher als 3,5 m“ wird angezeigt, dass diese die Video-Maut-Spur nicht nutzen dürfen.



Abbildung 32: Fahrverbotsschilder Einfahrt Video-Maut-Spur

Die Bodenmarkierungen (Leitlinien) auf der Zufahrt zur Video-Maut-Spur (ca. von Fußgängerbrücke bis zum Schild „Einfahrt in die Video-Maut-Spur“) werden in grüner Farbe ausgeführt. Damit ist eine eindeutige Orientierung möglich.

0 m | Abfertigungsspuren

Auf den RGB-LED-Vollmatrix-Displays direkt an den Abfertigungsspuren werden den VerkehrsteilnehmerInnen folgende Informationen bereitgestellt (von oben nach unten):

- Fahrzeugkategorie
- Besetzungsgrad „Self Service“ oder „Manuell“
- Spurstatus „Geöffnet“ (mittels Anzeige von Fahrzeugkategorie und Besetzungsgrad) oder „Geschlossen“

Die VerkehrsteilnehmerInnen können nun die letzte Entscheidung treffen – „Self Service“ oder „Manuell“.

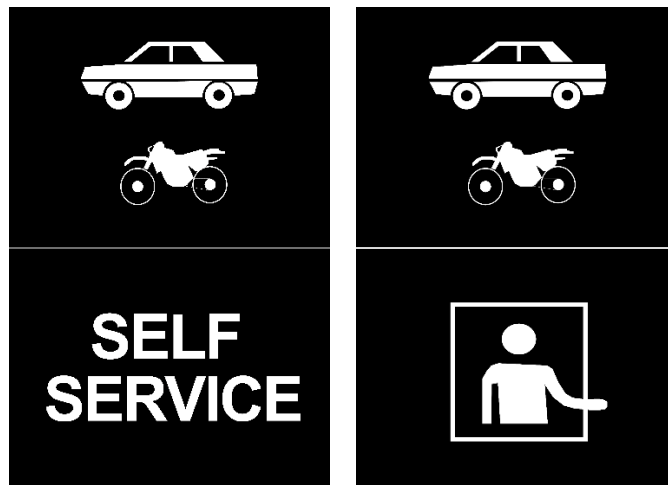


Abbildung 33: RGB-LED-Vollmatrix-Display Abfertigungsspuren Pkw-Motorrad

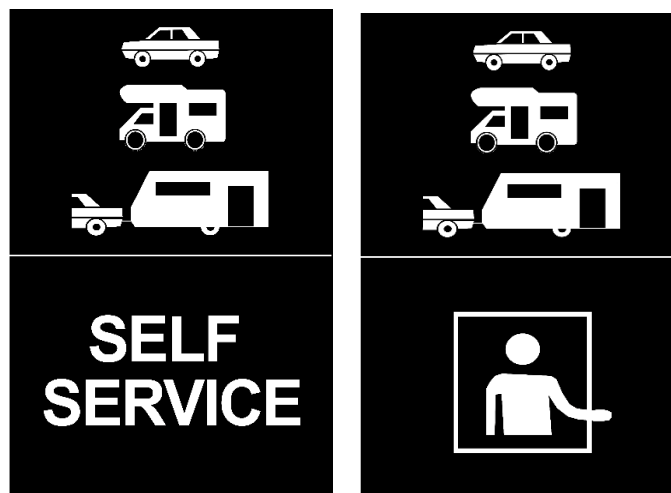


Abbildung 34: RGB-LED-Vollmatrix-Display Abfertigungsspuren Pkw-Wohnwagen-Wohnmobil

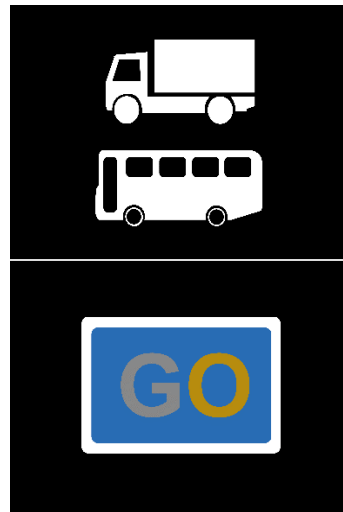


Abbildung 35: RGB-LED-Vollmatrix-Display Abfertigungsspuren Lkw-Bus

Ist die Abfertigungsspur gesperrt wird dies den VerkehrsteilnehmerInnen mit dem Vorschriftszeichen „Einfahrt verboten“ auf dem RGB-LED-Vollmatrix-Display signalisiert (siehe Abbildung 36).

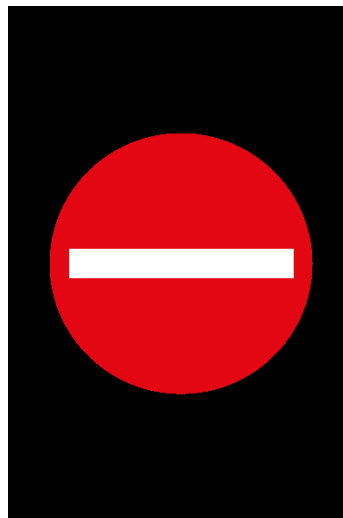


Abbildung 36: RGB-LED-Vollmatrix-Display Abfertigungsspur geschlossen

Genau Position: Auf den jeweiligen Abfertigungsspuren, anstelle der bestehenden Beschilderung

Schildgröße: 2000 mm x 3000 mm (b x h)

Beschreibung Durchfahrt aus Sicht eines Pkw

Folgend ist die Durchfahrt aus Sicht eines PKWs beschrieben. Die Durchfahrt kann mit jedem X-beliebigen Fahrzeug und Zahlungsmittel durchgespielt werden.

Pkw | Zahlung mit Bargeld | Manual

1. Pkw-LenkerIn befindet sich auf der Zufahrt zur Mautstelle und sieht die Vorankündigungen „Mautstelle in 10 km“ und „Mautstelle in 5km“
2. Pkw-LenkerIn kommt zum Hinweisschild „Mautstelle in 2 km / 9 Euro“. → Pkw-LenkerIn darauf eingestellt, dass er in Kürze eine Mautstelle erreicht und 9 Euro an Maut bezahlen muss. BeifahrerIn hat nun ausreichend Zeit den Betrag vorzubereiten.
3. Durch die Geschwindigkeitsbeschränkung 800 m vor der Mautstelle reduziert der/die Pkw-LenkerIn seine/ihre Geschwindigkeit auf 80 km/h.
4. Durch die zweite Geschwindigkeitsbeschränkung 600 m vor der Mautstelle reduziert der/die Pkw-LenkerIn seine/ihre Geschwindigkeit weiter auf 60 km/h. → Durch die niedrige Geschwindigkeit hat der/die Pkw-LenkerIn nun ausreichend Zeit die kommenden Informationen zu verarbeiten.
5. Pkw-LenkerIn kommt zum Hinweisschild an der Maut-Gantry. Auf diesem Schild wird der/die Pkw-LenkerIn über die grobe Einteilung nach der Fahrzeugkategorie informiert. → Pkw-LenkerIn ordnet sich auf der dritten Spur (von rechts gesehen) ein.
6. Pkw-LenkerIn folgt der Spur und kommt zum Hinweisschild auf der Fußgängerbrücke. Auf diesem Schild wird der/die Pkw-LenkerIn über die grobe Einteilung nach der Fahrzeugkategorie informiert (wiederholende Information). → Pkw-LenkerIn ordnet sich auf der dritten Spur (von rechts gesehen) ein.
7. Ab etwa 200m vor der Mautstelle (Höhe Einfahrt Videomautspur) sieht der/die Pkw-LenkerIn alle Abfertigungsspuren und kann von dieser Entfernung erkennen, welche Spur geöffnet oder geschlossen ist.
8. Pkw-LenkerIn kann sich nun entsprechend der offenen Spuren sowie dem Besetzungsgrad einordnen.

2.3.4. Erstentwurf Szenario C – Aufbauendes Informationssystem

Allgemeine Beschreibung des „Aufbauenden Informationssystems“

Das Szenario „Aufbauendes Informationssystem“ wurde auf Basis der bisherigen Ergebnisse entwickelt. Folgende Ideen wurden umgesetzt:

- Aufbauendes Informationssystem, von der allgemeinen Information hin zur konkreten Information.
- Informationen werden nur hinzugefügt und nicht mehr weggenommen.
- Angepasstes Geschwindigkeitsniveau.
- Farbliche Markierung der Videomautspuren (z.B. Grün).
- Durchgängige Bodenmarkierung bis zur Mautstelle → Stückweise Aufweitung auf die einzelnen Abfertigungspuren.
- Einfach zu verstehende und große Symbole.

Beim Szenario „Aufbauendes Informationssystem“ werden den VerkehrsteilnehmerInnen Schritt für Schritt die relevanten Informationen bereitgestellt. Dadurch werden die VerkehrsteilnehmerInnen nicht mit Informationen überschüttet, sondern haben ausreichend Zeit sich richtig zu orientieren (entsprechend der Fahrzeugkategorie und dem Zahlungsmittel).

Getroffene Annahmen

- NutzerInnen der Video-Maut werden beim Kauf darüber informiert, dass sie alle Abfertigungspuren nutzen können (z.B. auf der Website über eine Checkbox, Pop-up-Fenster, etc.).
 - An den Abfertigungsspuren werden alle Zahlungsmittel akzeptiert.
 - An den Bezahlautomaten kann mit folgenden Zahlungsmitteln bezahlt werden: Bargeld, Kreditkarten, Maestro-Karten (Bankomat)
- Die Öffnung bzw. Besetzung der Abfertigungspuren muss entsprechend dem entwickelten Plan erfolgen.

Aufbau des Szenarios im Detail

10 km vor der Mautstelle | Erste Vorankündigung

Die erste Vorankündigung ist 10 km vor der Mautstelle positioniert und kündigt den VerkehrsteilnehmerInnen die kommende Mautstelle an.

Die VerkehrsteilnehmerInnen können sich nun auf die kommende Mautstelle einstellen.



Abbildung 37: Vorankündigung „Mautstelle in 10 km“

Genaue Position: 10 km vor der Mautstelle (Bezugspunkt die Abfertigungspuren der Mautstelle), Schild wird am rechten und linken Fahrbahnrand positioniert.

Schildgröße: 960 x 1200 mm (b x h)

5 km vor der Mautstelle | Zweite Vorankündigung

Die zweite Vorankündigung ist 5 km vor der Mautstelle positioniert und kündigt den VerkehrsteilnehmerInnen zum zweiten Mal die kommende Mautstelle an.

Die VerkehrsteilnehmerInnen können sich nun auf die kommende Mautstelle einstellen. Die wiederholende Information ist auch für all jene VerkehrsteilnehmerInnen wichtig, die die erste Vorankündigung übersehen haben.



Abbildung 38: Vorankündigung „Mautstelle in 5 km“

Genaue Position: 5 km vor der Mautstelle (Bezugspunkt die Abfertigungspuren der Mautstelle), Schild wird am rechten und linken Fahrbahnrand positioniert.

Schildgröße: 960 x 1200 mm (b x h)

2 km vor der Mautstelle | Dritte Vorankündigung

Die dritte Vorankündigung ist 2 km vor der Mautstelle positioniert und kündigt den VerkehrsteilnehmerInnen zum dritten Mal die kommende Mautstelle an.

Die VerkehrsteilnehmerInnen können sich nun auf die kommende Mautstelle einstellen. Die wiederholende Information ist auch für all jene VerkehrsteilnehmerInnen wichtig, die die ersten beiden Vorankündigungen übersehen haben. Zusätzlich wird an dieser Stelle auch der zu zahlende Betrag angekündigt. Die VerkehrsteilnehmerInnen (BeifahrerInnen) haben so Zeit den zu zahlenden Betrag vorzubereiten.



Abbildung 39: Vorankündigung „Mautstelle in 2 km“

Genaue Position: 2 km vor der Mautstelle (Bezugspunkt die Abfertigungspuren der Mautstelle), Schild wird am rechten und linken Fahrbahnrand positioniert.

Schildgröße: 960 x 1200 mm (b x h)

800 m vor der Mautstelle | Erste Geschwindigkeitsbeschränkung auf 80 km/h

Die erste Geschwindigkeitsbeschränkung auf 80 km/h ist 800 m vor der Mautstelle positioniert. Diese Geschwindigkeitsbeschränkung ist äußerst wichtig, damit die VerkehrsteilnehmerInnen ausreichend Zeit haben die kommenden und sehr wichtigen Informationen in Bezug auf die

Mautstelle (Hinweisschilder an der Maut-Gantry und der Fußgängerbrücke) zu erfassen und sich dementsprechend zu orientieren.



Abbildung 40: Geschwindigkeitsreduktion 80 km/h

Genau Position: 800 m vor der Mautstelle (Bezugspunkt die Abfertigungsspuren der Mautstelle), Schild wird am rechten und linken Fahrbahnrand positioniert.

Schildgröße: Ø 960 mm

600 m vor der Mautstelle | Zweite Geschwindigkeitsbeschränkung auf 60 km/h

Die zweite Geschwindigkeitsbeschränkung auf 60 km/h ist 600 m vor der Mautstelle positioniert. Diese Geschwindigkeitsbeschränkung ist äußerst wichtig, damit die VerkehrsteilnehmerInnen ausreichend Zeit haben die kommenden und sehr wichtigen Informationen in Bezug auf die Mautstelle (Hinweisschilder an der Maut-Gantry und der Fußgängerbrücke) zu erfassen und sich dementsprechend zu orientieren.



Abbildung 41: Geschwindigkeitsbeschränkung 60 km/h

Genau Position: 600 m vor der Mautstelle (Bezugspunkt die Abfertigungsspuren der Mautstelle), Schild wird am rechten und linken Fahrbahnrand positioniert.

Schildgröße: Ø 960 mm

450 m vor der Mautstelle | Wiederholung der Geschwindigkeitsbeschränkung auf 60 km/h

450 m vor der Mautstelle erfolgt die Wiederholung der Geschwindigkeitsbeschränkung auf 60 km/h. Die Information ist einerseits eine Wiederholung und andererseits die Information für die von Schönberg auf die Autobahn auffahrenden VerkehrsteilnehmerInnen.



Abbildung 42: Geschwindigkeitsbeschränkung 60 km/h

Schildgröße: Ø 960 mm

Zusätzlich wird an dieser Position (gleicher Mast) die Vorankündigung für die bevorstehende Mautstelle zum letzten Mal wiederholt.



Abbildung 43: Vorankündigung Mautstelle

Schildgröße: Ø 960 mm

Genau Position: nach der Auffahrt von Schönberg auf die Autobahn (ca. 450 m vor der Mautstelle), Schild wird am rechten und linken Fahrbahnrand positioniert.

400 m vor der Mautstelle | Hinweisschild an der Maut-Gantry

Das erste große Hinweisschild ist an der Maut-Gantry positioniert. Das Hinweisschild ist als RGB-LED-Vollmatrix-Tafel ausgeführt. Anhand der bereitgestellten Informationen haben die VerkehrsteilnehmerInnen die Möglichkeit sich der Fahrzeugkategorie entsprechend zu orientieren.

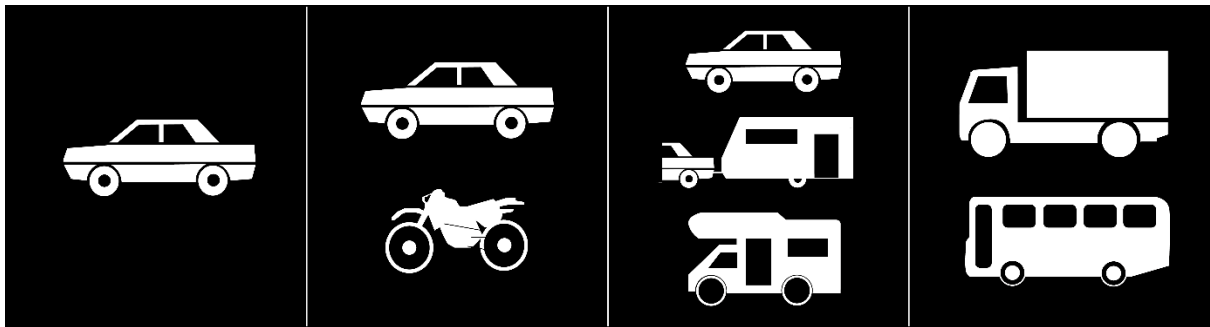


Abbildung 44: Schild Maut-Gantry

Auf dem Schild sind 4 Bereiche definiert, welche auch den Bodenmarkierungen an dieser Stelle entsprechen (4 Fahrspuren). Damit ist für die VerkehrsteilnehmerInnen klar auf welcher Spur sie sich einordnen müssen.

- **Links:** Pkw
- **Mitte-Links:** Pkw u. Motorrad
- **Mitte-Rechts:** Pkw, Pkw mit Anhänger, Wohnmobil
- **Rechts:** LKW

Genaue Position: Auf der Maut-Gantry ca. 400 m vor der Mautstelle

Schildgröße: 11270 mm x 3020 mm

250 m vor der Mautstelle | Hinweisschild an der Fußgängerbrücke

Das zweite große Hinweisschild ist an der Fußgängerbrücke positioniert. Das Hinweisschild ist als RGB-LED-Vollmatrix-Tafel ausgeführt. Anhand der bereitgestellten Informationen haben die VerkehrsteilnehmerInnen nun die Möglichkeit sich der Bezahlart entsprechend zu orientieren.

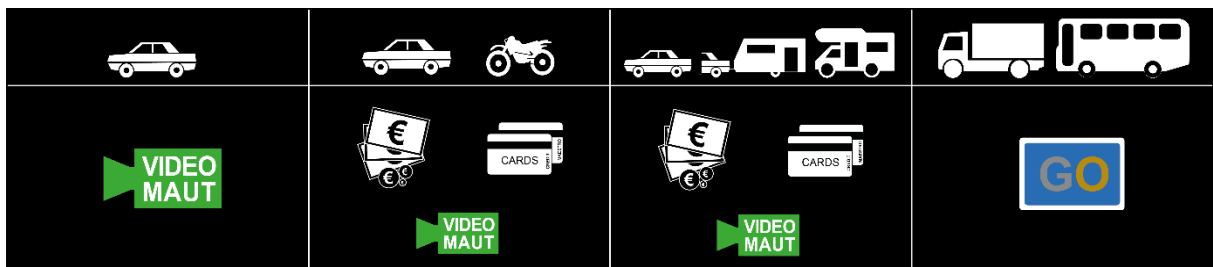


Abbildung 45: Schild Fußgängerbrücke

Auf dem Schild sind wieder 4 Bereiche definiert, welche auch den Bodenmarkierungen an dieser Stelle entsprechen (4 Fahrspuren). Damit ist für die VerkehrsteilnehmerInnen klar auf welcher Spur sie sich einordnen müssen.

- **Links:** Pkw | Video-Maut
- **Mitte-Links:** Pkw u. Motorrad | Video-Maut, Bargeld, Kreditkarten
- **Mitte-Rechts:** Pkw, Pkw mit Anhänger, Wohnmobil | Video-Maut, Bargeld, Kreditkarten
- **Rechts:** LKW | GO-BOX

Genauere Position: Auf der Fußgängerbrücke ca. 250 m vor der Mautstelle

Schildgröße: 11520 mm x 2520 mm

220 m vor der Mautstelle | Dritte Geschwindigkeitsbeschränkung auf 30 km/h

Die dritte Geschwindigkeitsbeschränkung auf 30 km/h ist 220m vor der Mautstelle positioniert (direkt nach der Fußgängerbrücke). Die finale Geschwindigkeitsreduktion ist wichtig, damit die VerkehrsteilnehmerInnen ausreichend Zeit haben sich in der für sie richtigen Abfertigungsspur einzuordnen.



Abbildung 46: Geschwindigkeitsbeschränkung 30 km/h

Genauere Position: 220 m vor der Mautstelle, direkt nach der Fußgängerbrücke (Bezugspunkt die Abfertigungsspuren der Mautstelle), Schild wird am rechten und linken Fahrbahnrand positioniert.

Schildgröße: Ø 960 mm

200 m vor der Mautstelle | Einfahrt in die Video-Maut-Spur

Das Hinweisschild für die NutzerInnen der Videomaut kennzeichnet die extra Video-Maut-Spur, welche ausschließlich von Pkws die Video-Maut nutzen, benutzt werden darf.



Abbildung 47: Schild Einfahrt Video-Maut-Spur

Schildgröße: 1600 mm x 800 mm

Mit Zusatzschildern „Fahrverbot für Pkw mit Anhänger“, „Fahrverbot für Wohnwagen“ und „Fahrverbot mit eine Höhe >3,5 m) wird angezeigt, dass diese die Video-Maut-Spur nicht nützen dürfen.



Abbildung 48: Fahrverbotsschild Pkw mit Anhänger



Abbildung 49: Fahrverbotsschild Wohnmobil



Abbildung 50: Fahrverbotsschild für Fahrzeuge höher als 3,5m

Schildgröße: Ø 960 mm

Genau Position: Linke Fahrspur, auf dem Überkopfwegweiser zur Einfahrt in die Video-Maut-Spur (ca. 200 m vor der Mautstelle)

Die Bodenmarkierungen (Leitlinien) auf der Zufahrt zur Video-Maut-Spur (ca. von Fußgängerbrücke bis zum Schild „Einfahrt in die Video-Maut-Spur“) werden in grüner Farbe ausgeführt. Damit ist eine eindeutige Orientierung möglich.

ausgeführt. Damit ist eine eindeutige Orientierung möglich.

200 m vor der Mautstelle | Erweiterung der Bodenmarkierung

Die Bodenmarkierungen werden von der Fußgängerbrücke bis direkt zu den Abfertigungsspuren entsprechend dem folgenden Plan erweitert. Dabei erfolgt eine stückweise Aufweitung der Spuren – von 4 Spuren im Bereich der Fußgängerbrücke bis zu den 11 Abfertigungsspuren) – wodurch eine Führung der VerkehrsteilnehmerInnen zu den entsprechenden Abfertigungsspuren ermöglicht wird.

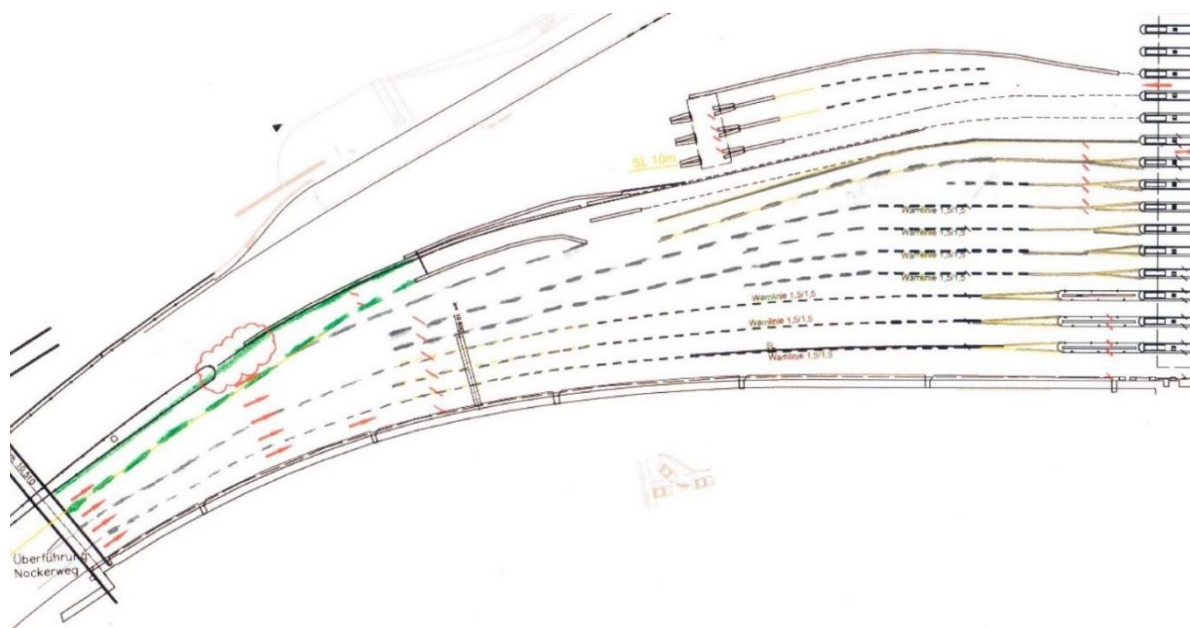


Abbildung 51: Erweiterung der Bodenmarkierung

0 m | Abfertigungsspuren

Auf den RGB-LED-Vollmatrix-Displays direkt an den Abfertigungsspuren werden den Verkehrsteilnehmern folgende Informationen bereitgestellt (von oben nach unten):

- Fahrzeugkategorie
- Bezahlart
- Besetzungsgrad „Self Service“ oder „Manuell“
- Spurstatus „Geöffnet“

Die Verkehrsteilnehmer können nun die letzte Entscheidung treffen – „Self Service“ oder „Manuell“.



Abbildung 52: RGB-LED-Vollmatrix-Display Abfertigungsspuren Pkw-Motorrad



Abbildung 53: RGB-LED-Vollmatrix-Display Abfertigungsspuren Pkw-Wohnwagen-Wohnmobil

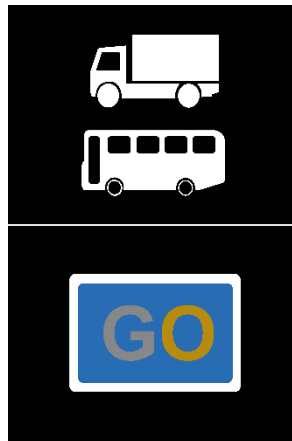


Abbildung 54: RGB-LED-Vollmatrix-Display Abfertigungsspuren Lkw-Bus

Ist die Abfertigungsspur gesperrt wird dies den VerkehrsteilnehmerInnen mit dem Vorschriftszeichen „Einfahrt verboten“ auf dem RGB-LED-Vollmatrix-Display signalisiert (siehe Abbildung 36).

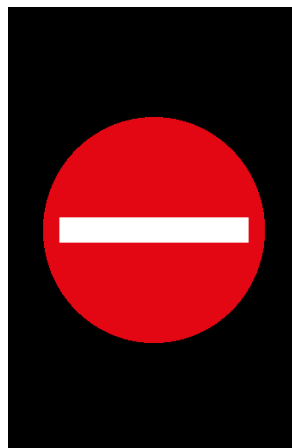


Abbildung 55: RGB-LED-Vollmatrix-Display Beispiel Abfertigungsspur geschlossen

Genau Position: Auf den jeweiligen Abfertigungsspuren, anstelle der bestehenden Beschilderung

Schildgröße: 2000 mm x 3000 mm

Beschreibung Durchfahrt aus Sicht eines Pkw

Folgend ist die Durchfahrt aus Sicht eines PKWs beschrieben. Die Durchfahrt kann mit jedem X-beliebigen Fahrzeug und Zahlungsmittel durchgespielt werden.

Pkw | Zahlung mit Kreditkarte | Self Service

1. Pkw-LenkerIn befindet sich auf der Zufahrt zur Mautstelle und sieht die Vorankündigungen „Mautstelle in 10km“, „Mautstelle in 5 km“ und „Mautstelle in 2km“. → Pkw-LenkerIn darauf eingestellt, dass er/sie in Kürze eine Mautstelle erreicht.
2. Durch die Geschwindigkeitsbeschränkung 800 m vor der Mautstelle reduziert der/die Pkw-LenkerIn seine/ihre Geschwindigkeit auf 80 km/h.
3. Durch die zweite Geschwindigkeitsbeschränkung 600 m vor der Mautstelle reduziert der/die Pkw-LenkerIn seine/ihre Geschwindigkeit weiter auf 60 km/h. → Durch die niedrige Geschwindigkeit hat der/die Pkw-LenkerIn nun ausreichend Zeit die kommenden Informationen zu verarbeiten.
4. Pkw-LenkerIn kommt zum Hinweisschild an der Maut-Gantry. Auf diesem Schild wird der/die Pkw-LenkerIn über die grobe Einteilung nach der Fahrzeugkategorie informiert. → Pkw-LenkerIn ordnet sich auf der dritten Spur (von rechts gesehen) ein.
5. Pkw-LenkerIn folgt der Spur und kommt zum Hinweisschild auf der Fußgängerbrücke. Auf diesem Schild wird er informiert über die möglichen Bezahlarten.
6. Da der/die Pkw-LenkerIn mit Kreditkarte bezahlen möchte bleibt er/sie auf dieser Spur.
7. Durch die Bodenmarkierung wird der/die Pkw-LenkerIn weiter in Richtung der Abfertigungsspuren gelotst.
8. Ab etwa 200 m vor der Mautstelle (Höhe Einfahrt Videomautspur) sieht der/die Pkw-LenkerIn alle Abfertigungsspuren und kann von dieser Entfernung erkennen, welche Spur geöffnet oder geschlossen ist.
9. Pkw-LenkerIn folgt weiter der Bodenmarkierung und ordnet sich entsprechend der offenen Spuren und dem Zahlungsmittel sowie dem Besetzungsgrad ein.

2.3.5. Erstentwurf Szenario 3 – Bestehendes Informationssystem inkl. Erweiterung um ein Farbleitsystem

Allgemeine Beschreibung des „Bestehendes Informationssystem inkl. Erweiterung um ein Farbleitsystem“

Das Szenario „Bestehendes Informationssystem inkl. Erweiterung um ein farbles Leitsystem“ wurde auf Basis der bisherigen Ergebnisse weiterentwickelt.

Folgende Ideen bzw. Anregungen wurden dabei umgesetzt/berücksichtigt:

- Für die Fahrzeugkategorien wird ein farbles Leitsystem entwickelt. Die Schilder im Nahbereich der Mautstelle sowie die Bodenmarkierungen werden dem Farbsystem entsprechend geändert.
- Die Beschilderung im Zulauf zur Mautstelle wird überarbeitet und um ein farbles Leitsystem ergänzt.
- Auf Wunsch der ASFINAG wird die bestehende Beschilderung an den Abfertigungsspuren nicht verändert. Die Beschilderung an den Abfertigungsspuren wird lediglich um das entwickelte Farbsystem ergänzt.
- Wie in den beiden anderen Szenarien kommen einfach zu verstehende und große Symbole zum Einsatz.

Getroffene Annahmen

- NutzerInnen der Video-Maut werden beim Kauf darüber informiert, dass sie alle Abfertigungsspuren nutzen können (z.B. auf der Website über eine Checkbox, Pop-up-Fenster, etc.). Auch bei der Simulatorstudie werden die Teilnehmer zuvor informiert, dass sie mit der Videomaut alle Spuren nutzen können.
- An den Abfertigungsspuren (bis auf der reinen Videomaut- sowie Lkw-/Busspur) werden alle Zahlungsmittel akzeptiert.
- An den Bezahlautomaten kann mit folgenden Zahlungsmitteln bezahlt werden: Bargeld, Kreditkarten, Maestro-Karten (Bankomat).
- Die bestehende Beschilderung an den Abfertigungsspuren bleibt erhalten.

Aufbau des Szenarios im Detail

10 km vor der Mautstelle | Erste Vorankündigung

Die erste Vorankündigung ist 10 km vor der Mautstelle positioniert und kündigt den VerkehrsteilnehmerInnen die kommende Mautstelle an. Die VerkehrsteilnehmerInnen können sich nun auf die kommende Mautstelle einstellen.



Abbildung 56: Vorankündigung „Mautstelle in 10 km“

Genauere Position: 10 km vor der Mautstelle (Bezugspunkt die Abfertigungspuren der Mautstelle), Schild wird am rechten und linken Fahrbahnrand positioniert.

Schildgröße: 960 x 1200 mm (b x h)

5 km vor der Mautstelle | Zweite Vorankündigung

Die zweite Vorankündigung ist 5 km vor der Mautstelle positioniert und kündigt den VerkehrsteilnehmerInnen zum zweiten Mal die kommende Mautstelle an. Die Verkehrsteilnehmer können sich nun auf die kommende Mautstelle einstellen. Die wiederholende Information ist auch für all jene Verkehrsteilnehmer wichtig, welche die erste Vorankündigung übersehen haben.



Abbildung 57: Vorankündigung „Mautstelle in 5 km“

Genau Position: 5 km vor der Mautstelle (Bezugspunkt die Abfertigungspuren der Mautstelle), Schild wird am rechten und linken Fahrbahnrand positioniert.

Schildgröße: 960 x 1200 mm (b x h)

2 km vor der Mautstelle | Dritte Vorankündigung

Die dritte Vorankündigung ist 2 km vor der Mautstelle positioniert und kündigt den VerkehrsteilnehmerInnen zum dritten Mal die kommende Mautstelle an. Die VerkehrsteilnehmerInnen können sich nun auf die kommende Mautstelle einstellen. Die wiederholende Information ist auch für all jene VerkehrsteilnehmerInnen wichtig, die die ersten beiden Vorankündigungen übersehen haben. Zusätzlich wird den VerkehrsteilnehmerInnen an diesem Schild die Mautgebühr angezeigt. FahrerIn bzw. BeifahrerIn haben nun die Möglichkeit den Betrag vorzubereiten.



Abbildung 58: Vorankündigung „Mautstelle in 2 km“ & Anzeige der Mautgebühr

Genau Position: 2 km vor der Mautstelle (Bezugspunkt die Abfertigungspuren der Mautstelle), Schild wird am rechten und linken Fahrbahnrand positioniert.

Schildgröße: 960 x 1200 mm (b x h)

800 m vor der Mautstelle | Erste Geschwindigkeitsbeschränkung auf 80 km/h

Die erste Geschwindigkeitsbeschränkung auf 80 km/h ist 800m vor der Mautstelle positioniert. Diese Geschwindigkeitsbeschränkung ist äußerst wichtig, damit die VerkehrsteilnehmerInnen ausreichend Zeit haben die kommenden und sehr wichtigen Informationen in Bezug auf die Mautstelle (Hinweisschilder an der Maut-Gantry und der Fußgängerbrücke) zu erfassen und sich dementsprechend zu orientieren.



Abbildung 59: Geschwindigkeitsbeschränkung 80 km/h

Genau Position: 800 m vor der Mautstelle (Bezugspunkt die Abfertigungsspuren der Mautstelle), Schild wird am rechten und linken Fahrbahnrand positioniert.

Schildgröße: Ø 960 mm

600 m vor der Mautstelle | Zweite Geschwindigkeitsbeschränkung auf 60 km/h

Die zweite Geschwindigkeitsbeschränkung auf 60 km/h ist 600m vor der Mautstelle positioniert. Diese Geschwindigkeitsbeschränkung ist äußerst wichtig, damit die VerkehrsteilnehmerInnen ausreichend Zeit haben die kommenden und sehr wichtigen Informationen in Bezug auf die Mautstelle (Hinweisschilder an der Maut-Gantry und der Fußgängerbrücke) zu erfassen und sich dementsprechend zu orientieren.



Abbildung 60: Geschwindigkeitsbeschränkung 60 km/h

Genau Position: 600 m vor der Mautstelle (Bezugspunkt die Abfertigungsspuren der Mautstelle), Schild wird am rechten und linken Fahrbahnrand positioniert.

Schildgröße: Ø 960 mm

450 m vor der Mautstelle | Wiederholung der Geschwindigkeitsbeschränkung auf 60 km/h

450 m vor der Mautstelle erfolgt die Wiederholung der Geschwindigkeitsbeschränkung auf 60 km/h. Die Information ist einerseits eine Wiederholung und andererseits die Information für die von Schönberg auf die Autobahn auffahrenden VerkehrsteilnehmerInnen.



Abbildung 61: Geschwindigkeitsbeschränkung 60 km/h

Genau Position: nach der Auffahrt von Schönberg auf die Autobahn (ca. 450 m vor der Mautstelle), Schild wird am rechten und linken Fahrbahnrand positioniert.

Schildgröße: Ø 960 mm

Zusätzlich wird an dieser Position (gleicher Mast) die Vorankündigung für die bevorstehende Mautstelle zum letzten Mal wiederholt.



Abbildung 62: Vorankündigung Mautstelle

Schildgröße: Ø 960 mm

Genau Position: nach der Auffahrt von Schönberg auf die Autobahn (ca. 450 m vor der Mautstelle), Schild wird am rechten und linken Fahrbahnrand positioniert.

400 m vor der Mautstelle | Hinweisschild an der Maut-Gantry

Das erste große Hinweisschild ist an der Maut-Gantry positioniert. Anhand der bereitgestellten Informationen haben die VerkehrsteilnehmerInnen die Möglichkeit sich der Fahrzeugkategorie

entsprechend zu orientieren. Zusätzlich wird Pkw-LenkerInnen welche Video-Maut als Zahlungsmittel nutzen, sowie Lkw und Busse mit GoBox, angezeigt welche Spuren sie nutzen können.

Zur zusätzlichen Orientierung sind die jeweiligen Fahrzeugkategorien mit Farben versehen. Auch die folgenden Schilder sowie die Bodenmarkierung sind nach diesem Farbsystem ausgeführt.

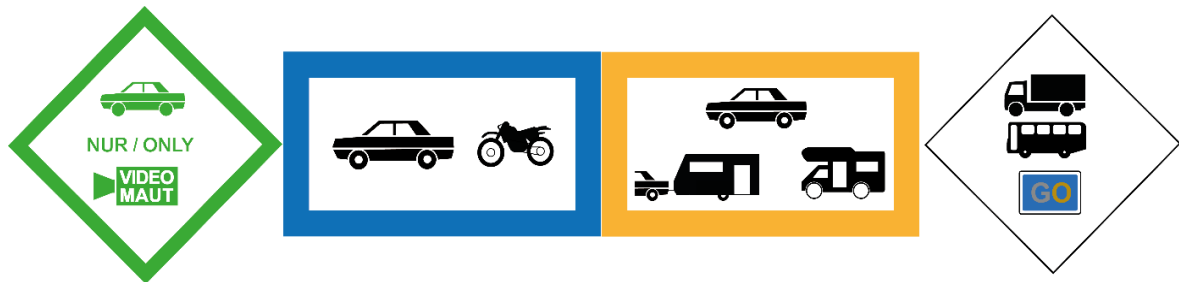


Abbildung 63: Schild Maut-Gantry

Auf dem Schild sind 4 Bereiche definiert, welche auch den Bodenmarkierungen an dieser Stelle entsprechen (4 Fahrspuren). Damit ist für die VerkehrsteilnehmerInnen ersichtlich auf welcher Spur sie sich einordnen müssen.

- **Links:** Pkw mit Video-Maut
- **Mitte-Links:** Pkw u. Motorrad mit einer Fahrzeugbreite kleiner 2,3 m
- **Mitte-Rechts:** Pkw, Pkw mit Anhänger, Wohnmobil
- **Rechts:** LKW, Bus mit GoBox

Genaue Position: Auf der Maut-Gantry ca. 400 m vor der Mautstelle

Schildgröße: 11270 mm x 3020 mm

250 m vor der Mautstelle | Hinweisschild an der Fußgängerbrücke

Das zweite große Hinweisschild ist an der Fußgängerbrücke positioniert. Anhand der bereitgestellten Informationen haben die VerkehrsteilnehmerInnen nun die Möglichkeit sich der Bezahlart entsprechend zu orientieren.

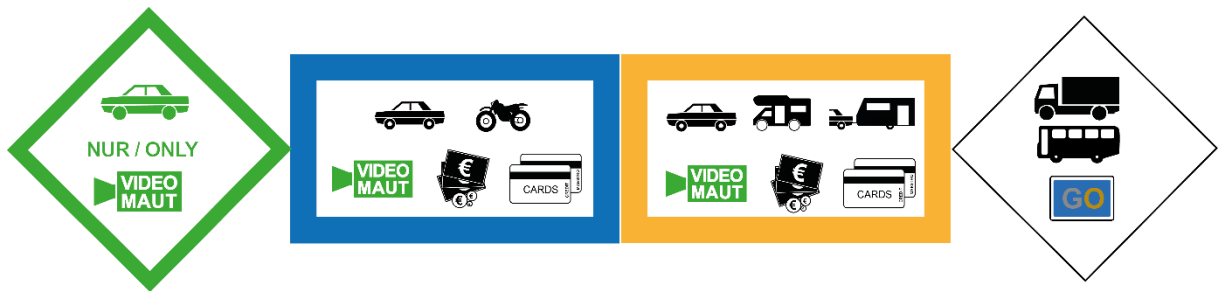


Abbildung 64: Schild Fußgängerbrücke (Fahrzeugkategorien und Bezahlararten)

Auf dem Schild sind wieder 4 Bereiche definiert, welche auch den Bodenmarkierungen an dieser Stelle entsprechen (4 Fahrspuren). Damit ist für die VerkehrsteilnehmerInnen ersichtlich auf welcher Spur sie sich einordnen müssen.

- **Links:** Pkw | Video-Maut
- **Mitte-Links:** Pkw u. Motorrad | Video-Maut, Bargeld, Kreditkarten
- **Mitte-Rechts:** Pkw, Pkw mit Anhänger, Wohnmobil | Video-Maut, Bargeld, Kreditkarten
- **Rechts:** LKW | GO-BOX

Genaue Position: Auf der Fußgängerbrücke ca. 250 m vor der Mautstelle

Schildgröße: 11520 mm x 2520 mm

220 m vor der Mautstelle | Dritte Geschwindigkeitsbeschränkung auf 30 km/h

Die dritte Geschwindigkeitsbeschränkung auf 30 km/h ist 220 m vor der Mautstelle positioniert (direkt nach der Fußgängerbrücke). Die finale Geschwindigkeitsbeschränkung ist wichtig, damit die VerkehrsteilnehmerInnen ausreichend Zeit haben sich in der für sie richtigen Abfertigungsspur einzuordnen.



Abbildung 65: Geschwindigkeitsbeschränkung 30 km/h

Genau Position: 220 m vor der Mautstelle, direkt nach der Fußgängerbrücke (Bezugspunkt die Abfertigungsspuren der Mautstelle), Schild wird am rechten und linken Fahrbahnrand positioniert.

Schildgröße: Ø 960 mm

200 m vor der Mautstelle | Einfahrt in die Video-Maut-Spur

Das Hinweisschild für die NutzerInnen der Videomaut kennzeichnet die extra Video-Maut-Spur, welche ausschließlich von Pkws die Video-Maut nutzen, benutzt werden darf.



Abbildung 66: Schild Einfahrt Video-Maut-Spur

Mit Zusatzschildern „Fahrverbot für Pkw-mit-Anhänger“ und „Fahrverbot für Wohnwagen“ sowie „Fahrverbot für über 3,5 m hohe Fahrzeuge“ wird angezeigt, dass diese die Video-Maut-Spur nicht nutzen dürfen.



Abbildung 67: Diverse Fahrverbotsschilder an der Einfahrt zur Video-Maut-Spur

Genau Position: Linke Fahrspur, auf dem Überkopfwegweiser zur Einfahrt in die Video-Maut-Spur (ca. 200 m vor der Mautstelle)

Schildgröße: 1600 mm x 800 mm

Die Bodenmarkierungen (Leitlinien) auf der Zufahrt zur Video-Maut-Spur (ca. von Fußgängerbrücke bis zum Schild „Einfahrt in die Video-Maut-Spur“) werden in grüner Farbe ausgeführt. Damit ist eine eindeutige Orientierung möglich.

200 m vor der Mautstelle | Erweiterung der Bodenmarkierung

Die Bodenmarkierungen werden von der Fußgängerbrücke bis direkt zu den Abfertigungsspuren entsprechend dem folgenden Plan erweitert. Dabei erfolgt eine stückweise Aufweitung der Spuren – von 4 Spuren im Bereich der Fußgängerbrücke bis zu den 11 Abfertigungsspuren) – wodurch eine Führung der VerkehrsteilnehmerInnen zu den entsprechenden Abfertigungsspuren ermöglicht wird. Zur zusätzlichen Orientierung sind wie sind die Leitlinien entsprechend der Fahrzeugkategorien eingefärbt.

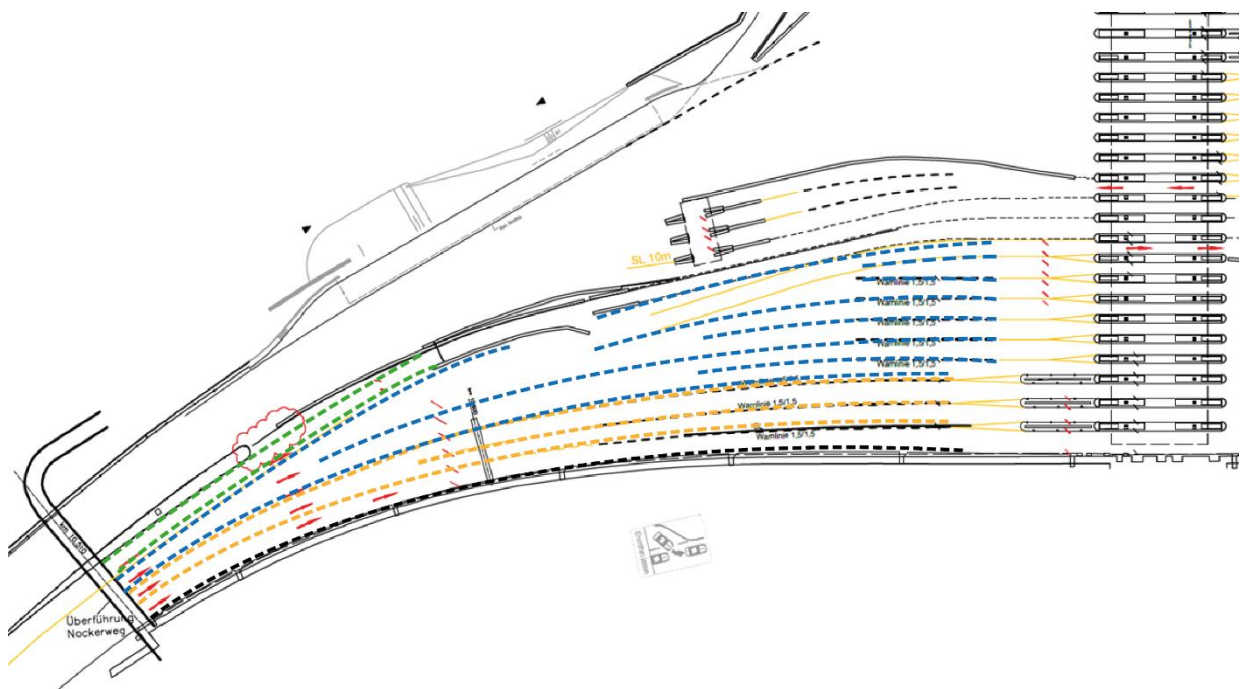


Abbildung 68: Farbliche Bodenmarkierungen

0 m | Abfertigungsspuren

Die bestehende Beschilderung direkt an den Abfertigungsspuren wurde auch Wunsch der ASFINAG nicht verändert. Sie wurde lediglich um das Farbleitsystem ergänzt.

Folgend sind die einzelnen Spuren (von links beginnend) dargestellt:

Spur 1: LKW, Bus | GoBox

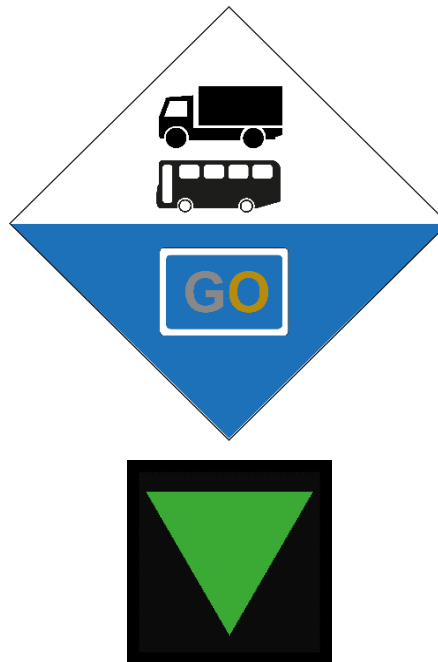


Abbildung 69: Spur 1 (Prismenwender und LED-Modul)

Größe Prismenwender: 1200 x 1200 mm

Größe LED-Modul: 700 x 700 mm

Spur 2: Wohnwagen, Wohnmobile, Pkw mit Anhänger, Pkw | Manuell

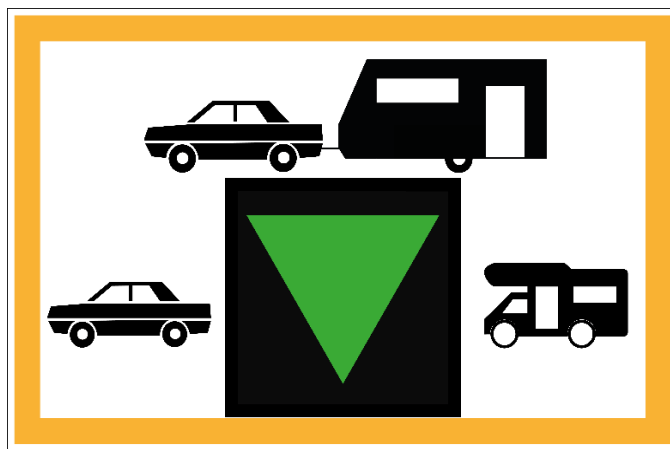
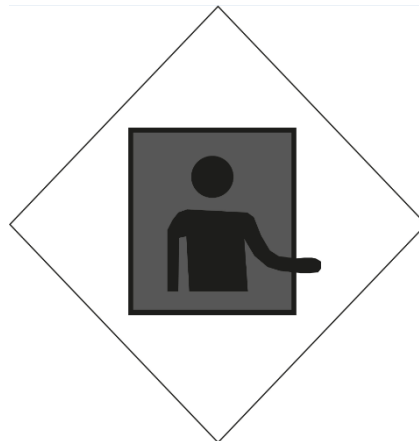


Abbildung 70: Spur 2 (Prismenwender und Schild inkl. LED-Modul)

Größe Prismenwender: 1200 x 1200 mm

Größe Schild: 2300 x 1500 mm

Größe LED-Modul: 700 x 700 m

Spur 3: Wohnwagen, Wohnmobile, Pkw mit Anhänger, Pkw | Self Service



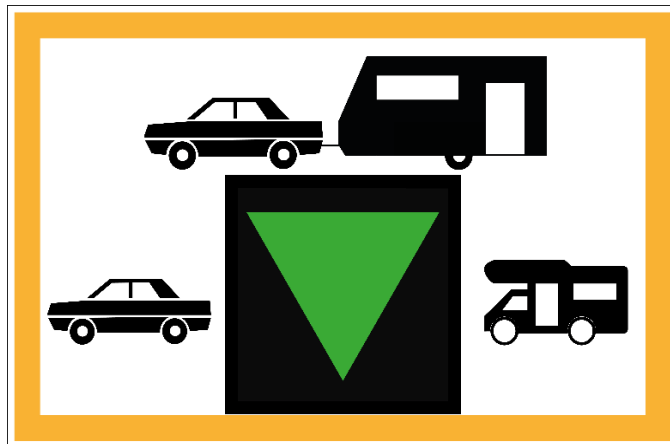


Abbildung 71: Spur 3 (Prismenwender und Schild inkl. LED-Modul)

Größe Prismenwender: 1200 x 1200 mm

Größe Schild: 2300 x 1500 mm

Größe LED-Modul: 700 x 700 mm

Spur 4 / 6 / 8: PKW, Motorrad | Manuell

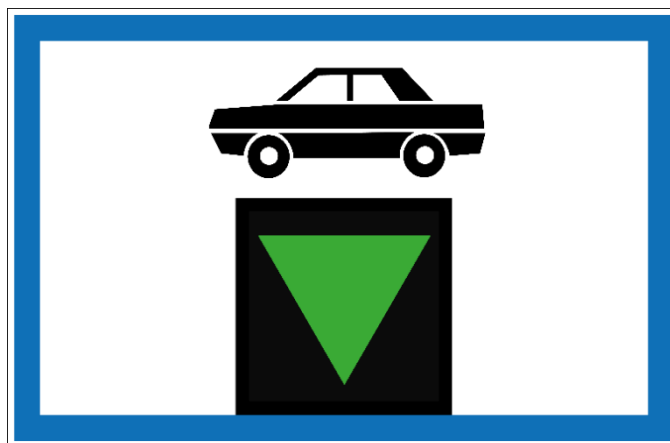
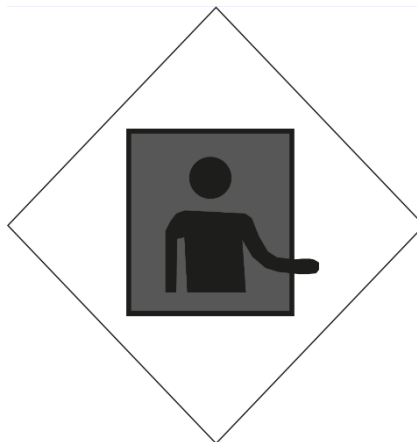


Abbildung 72: Spur 4 (Prismenwender und Schild inkl. LED-Modul)

Größe Prismenwender: 1200 x 1200 mm

Größe Schild: 2300 x 1500 mm

Größe LED-Modul: 700 x 700 mm

Spur 5 / 7 / 9: PKW, Motorrad | Self Service

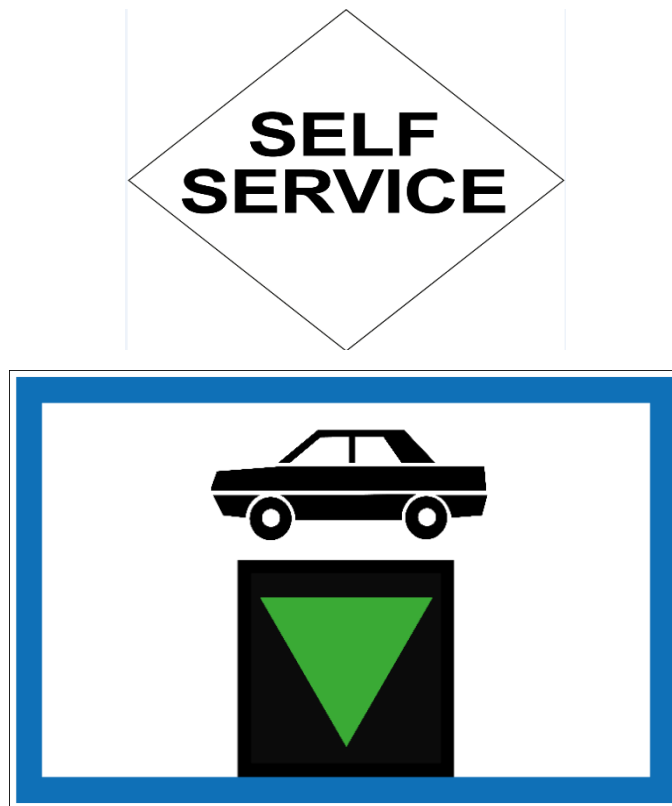


Abbildung 73: Spur 5 (Prismenwender und Schild inkl. LED-Modul)

Größe Prismenwender: 1200 x 1200 mm

Größe Schild: 2300 x 1500 mm

Größe LED-Modul: 700 x 700 mm

Spur 10: Bypass-Spur PKW, Motorrad | Self Service



Abbildung 74: Spur 10 (Prismenwender und Schild)

Größe Prismenwender: 1200 x 1200 mm

Größe Schild: 1600 x 800 mm

Spur 11: Pkw | Videomaut

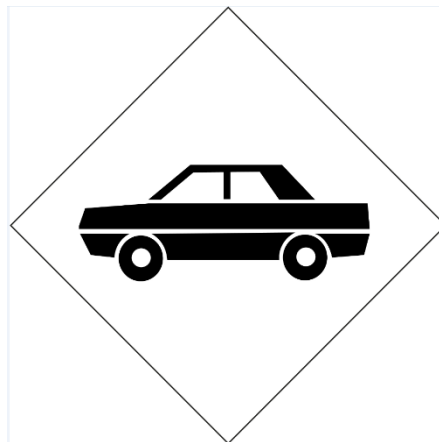


Abbildung 75: Spur 11 (Prismenwender)

Größe Prismenwender: 1200 x 1200 mm

Überblick über alle Spuren: Bitte auch diese Konfiguration in den Simulator bei Szenario 3 einpflegen.



Abbildung 76: Überblick über alle Abfertigungsspuren

Beschreibung Durchfahrt aus Sicht eines Pkw

Folgend ist die Durchfahrt aus Sicht eines PKWs beschrieben. Die Durchfahrt kann mit jedem X-beliebigen Fahrzeug und Zahlungsmittel durchgespielt werden.

Pkw | Zahlung mit Bargeld | Manual

1. Pkw-LenkerIn befindet sich auf der Zufahrt zur Mautstelle und sieht die Vorankündigungen „Mautstelle in 10km“ und „Mautstelle in 5km“
2. Pkw-LenkerIn kommt zum Hinweisschild „Mautstelle in 2 km / 9 Euro“. → Pkw-LenkerIn darauf eingestellt, dass er/sie in Kürze eine Mautstelle erreicht und 9 Euro an Maut bezahlen muss. BeifahrerIn hat nun ausreichend Zeit den Betrag vorzubereiten.
3. Durch die Geschwindigkeitsbeschränkung 800 m vor der Mautstelle reduziert der Pkw-Lenker seine Geschwindigkeit auf 80 km/h.
4. Durch die zweite Geschwindigkeitsbeschränkung 600 m vor der Mautstelle reduziert der/die Pkw-LenkerIn seine/ihre Geschwindigkeit weiter auf 60 km/h. → Durch die niedrige Geschwindigkeit hat der/die Pkw-LenkerIn nun ausreichend Zeit die kommenden Informationen zu verarbeiten.
5. Pkw-LenkerIn kommt zum Hinweisschild an der Maut-Gantry. Auf diesem Schild wird der/die Pkw-LenkerIn über die grobe Einteilung nach der Fahrzeugkategorie informiert. → Pkw-LenkerIn ordnet sich auf der dritten Spur (von rechts gesehen) ein. Dieser Bereich ist Blau markiert. Der/die Pkw-LenkerIn kann sich in weiter Folge an der Blauen Markierung orientieren.
6. Pkw-LenkerIn folgt der Spur und kommt zum Hinweisschild auf der Fußgängerbrücke. Auf diesem Schild wird er über die möglichen Bezahlarten informiert.
7. Da der/die PKW-lenkerIn mit Kreditkarte bezahlen möchte bleibt er/sie auf dieser Spur.
8. Durch die blaue Bodenmarkierung wird der Pkw-Lenker weiter in Richtung der Abfertigungsspuren gelotst.

9. Ab etwa 200m vor der Mautstelle (Höhe Einfahrt Videomautspur) sieht der/die Pkw-LenkerIn alle Abfertigungsspuren und kann von dieser Entfernung erkennen, welche Spur geöffnet oder geschlossen ist.
10. Pkw-LenkerIn kann sich nun entsprechend der offenen Spuren sowie dem Besetzungsgrad einordnen.

2.4. Simulatorstudie

2.4.1. Vorbereitung der Simulatorstudie

Technische Vorarbeiten

Beschreibung AD SG Fahrsimulator Automated Driving Simulator Graz und projektrelevante Erweiterungen

Der AD SG Fahrsimulator wurde vom Institut für Fahrzeugtechnik der TU Graz konzipiert und im Rahmen des FFG-Forschungsprojektes *MueGen-Driving* (FFG Projektnummer 840017) auf die Analyse der Mensch-Maschine-Interaktion beim automatisierten Fahren bzw. die Fahrverhaltensanalyse spezialisiert und weiterentwickelt.

Der Simulator wird für folgende Anwendungen verwendet:¹

- Gesamtfahrzeugintegration von automatisierten Fahrfunktionen
- Bewertung von menschlichem Fahrverhalten
- HMI (Human-Machine-Interface) Entwicklung und Absicherung
- Steer-by-Wire Integration
- Entwicklung neuer automatisierter Fahrfunktionen

Die detaillierte technische Beschreibung des AD SG ist in zwei Masterarbeiten zu finden ^{2 3}. Die Fahrgastzelle des Simulators ist ein Vollfahrzeug eines Mini Countryman mit intaktem Innenraum. Abbildung 77 zeigt den beschriebenen Aufbau. Motor, Antriebskomponenten und Außenspiegel wurden entfernt und dienen als Platz für die zusätzlich installierten E/E Komponenten. Die Visualisierung wird mit neun Bildschirmen realisiert. Vier sind für die Frontvisualisierung, jeweils zwei für die seitliche und ein Monitor für den Rückspiegel zuständig. Mit den Frontbildschirmen kann bei Bedarf eine autostereoskopische Darstellung der Bilder mittels Parallaxenbarrieren erfolgen, hat in der aktuellen Ausführung aber die Gefahr erhöhter Simulatorkrankheit, weswegen eine 2D Visualisierung gewählt wurde.

¹ Eichberger A.: Automatisiertes Fahren. Internetauftritt zu Fields of Expertise der TU Graz. <https://www.tugraz.at/forschung/forschungsschwerpunkte-5-fields-of-expertise/mobility-production/automatisiertes-fahren/> abgerufen am 19.12.2016

² Hammer D.: Entwicklung einer Softwareumgebung für einen Fahrsimulator. Masterarbeit. TU Graz. 2015

³ Pirstinger M.: Einbindung der elektrischen Force-Feedback Komponenten in einen Fahrsimulator. Masterarbeit. TU Graz. 2014

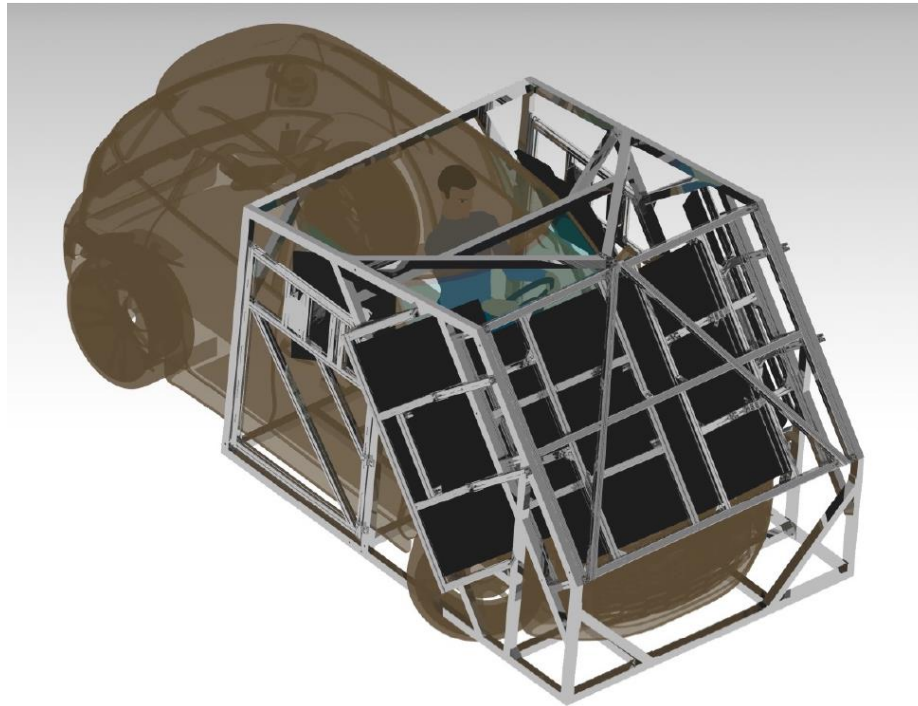


Abbildung 77: Aufbau des Simulators mit einem Mini Countryman: Quelle: ²

Der Simulator liefert aktives haptisches Feedback von Lenkung und Bremse durch entsprechende elektromechanische Aktuatoren, passives Feedback an der Kupplung durch einen Federmechanismus, passives Feedback vom Gaspedal und dem Getriebe so wie sie im Fahrzeug original verbaut sind. Es werden das Motorgeräusch, Abroll-, Windgeräusch des eigenen und von den umgebenden Fahrzeugen über die Fahrdynamiksimulation errechnet, über eine eigene Audioanlage abgemischt, verstärkt und über Bass-Shaker und den HiFi Lautsprechern im Innenraum wiedergegeben. Um akustische Einflüsse von außen zu minimieren, wurde der Simulator über eine geschlossene Box aus Massivholz und akustischen Absorberelementen schallgedämmt.

Abbildung 78 beschreibt den modularen Aufbau des Fahrersimulators und stellt das Zusammenspiel zwischen Hardwarekomponenten und Softwarekomponenten dar. Im Zentrum steht eine Co-Simulationsplattform, die die einzelnen Soft- und Hardware Module miteinander synchronisiert und die Echtzeit sicherstellt.

Im oberen Teil sind die Hardware Module für die Simulation des visuellen, des auditiven sowie des haptischen Cues⁴ dargestellt. Des Weiteren ist dargestellt, dass es für den Simulator

⁴ Cue ist ein Wahrnehmungskanal des Menschen

derzeit keine Plattform zur Bewegungssimulation gibt, diese aber angedacht und in Vorbereitung ist. Im unteren Teil sind die benötigten Software Module abgebildet. Diese sind austauschbar und können je nach Aufgabenstellung mit selbst entwickelten Modulen aber auch kommerziellen Programmen ausgetauscht werden.

Im rechten Teil ist die Ankoppelung physiologischer Messungen am Probanden dargestellt. Für das RENNT Projekt wurden Herzrate und Blickerfassung mit kommerziellen Hard- und Software Komponenten gemessen.

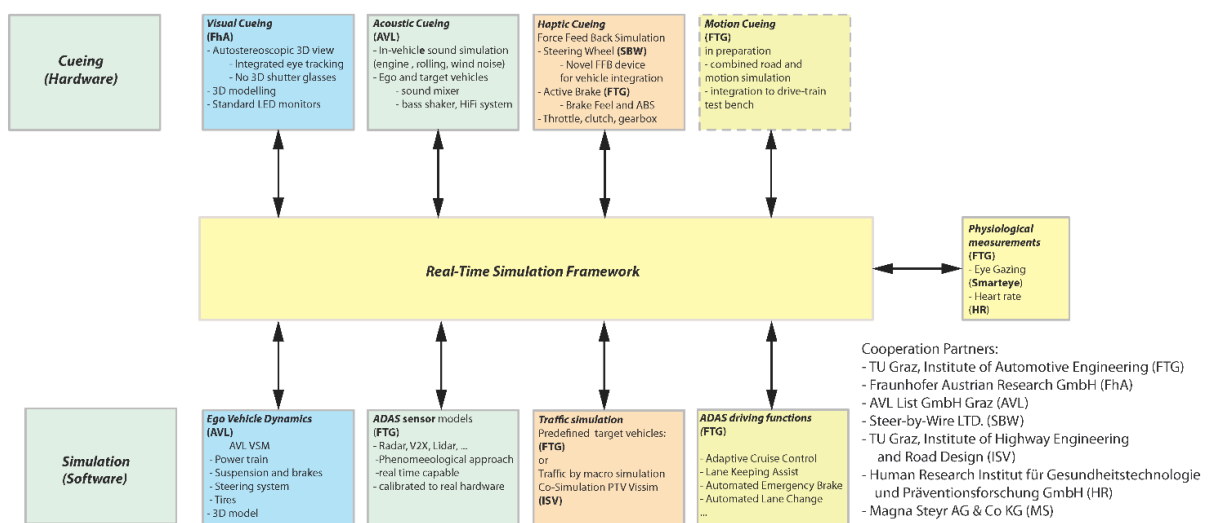


Abbildung 78: Aufbau Fahrsimulator (1)

Für das Projekt wurden zusätzlich Außenspiegel und ein Rückspiegel zur Visualisierung hinzugefügt. Dies war notwendig, da der Proband auch den rückwärtigen Verkehr überwachen muss. Dabei wurden die Außenspiegel in der Visualisierung durch einen Subauftrag der Fraunhofer Austria Research GmbH hinzugefügt, der Rückspiegel wurde mit dem vorhandenen Rückspiegel des Autos und einem zusätzlichen Monitor auf der Rückbank realisiert.

Des Weiteren wurde eine Verkehrsflusssimulation, siehe 2.4.3Kapitel mit der Software PTV Vissim 9 und eine Herzratenmessung mit einer Messinstrument der Fa. Human Research implementiert.

Abbildung 79 zeigt eine Fahrsituation der Studie. Das Fahrzeug befindet sich in Durchfahrt bei der Mautstelle. Die das Simulatorfahrzeug umgebenden Fahrzeuge sind mit PTV Vissim simuliert. Neben den ersichtlichen Autos und LKWs werden Wohnwägen dargestellt. Der blaue

Punkt stellt den Blickpunkt des Probanden dar. Dieser wird in den Videodaten nachträglich in einem Postprocessing Schritt hinzugefügt und ist dem Probanden während der Messfahrt nicht ersichtlich. In der Abbildung 79 betrachtet der Proband gerade die Beschilderung der vor ihm liegenden Spur über der Mautstellenspur.



Abbildung 79: Eye Tracking Quelle: FTG

2.4.2. Strecke

Die betrachtete Strecke ist die A13 von Innsbruck bis zur Mautstelle Schönberg am Brenner. Die Streckenlänge beträgt ca. fünf Kilometer und wurde für den Simulator durch einen Subauftrag der Fraunhofer Austria Research GmbH modelliert.

Die reale Strecke, Abbildung 81, wurde zum Vergleich mit der Strecke des Simulators, Abbildung 80, dargestellt.

Der Startpunkt der Probanden war für alle vier Szenarien auf dem generisch erzeugten Rundkurs des Fahrsimulators. Zwischen dem Rundkurs und der Studienstrecke wurde eine Verbindung geschaffen.

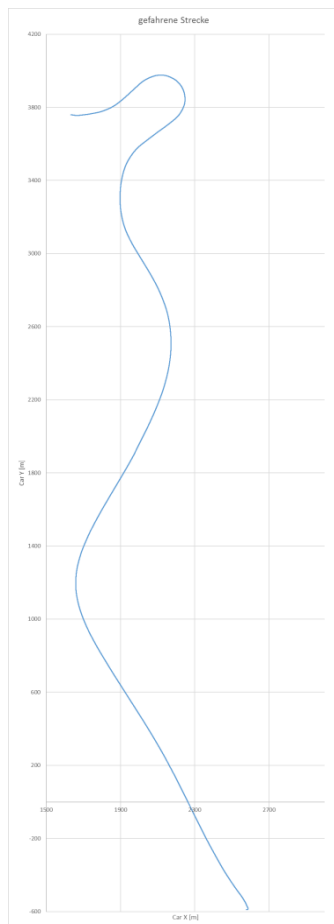


Abbildung 81: Strecke aus Fahrdaten

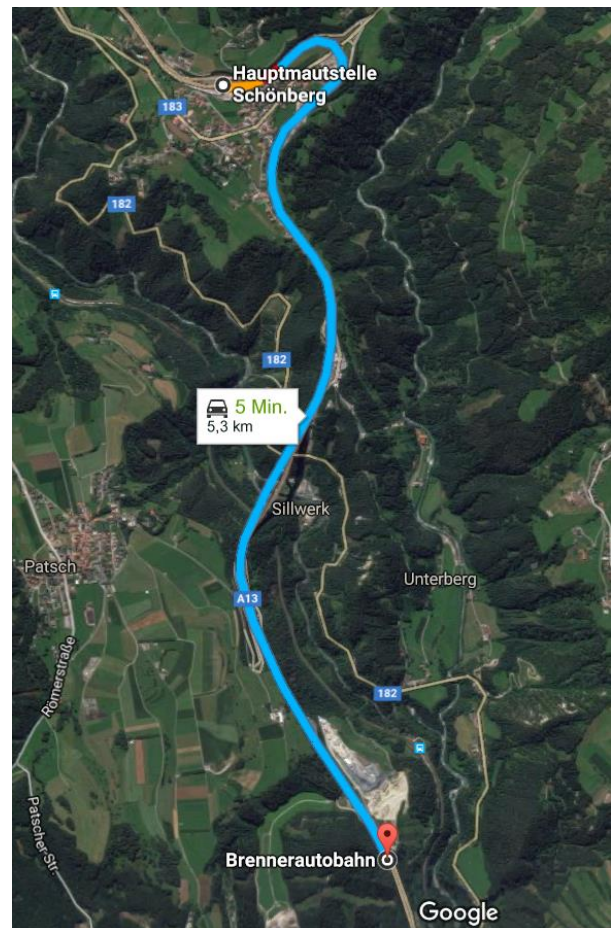


Abbildung 80: Google Maps Strecke

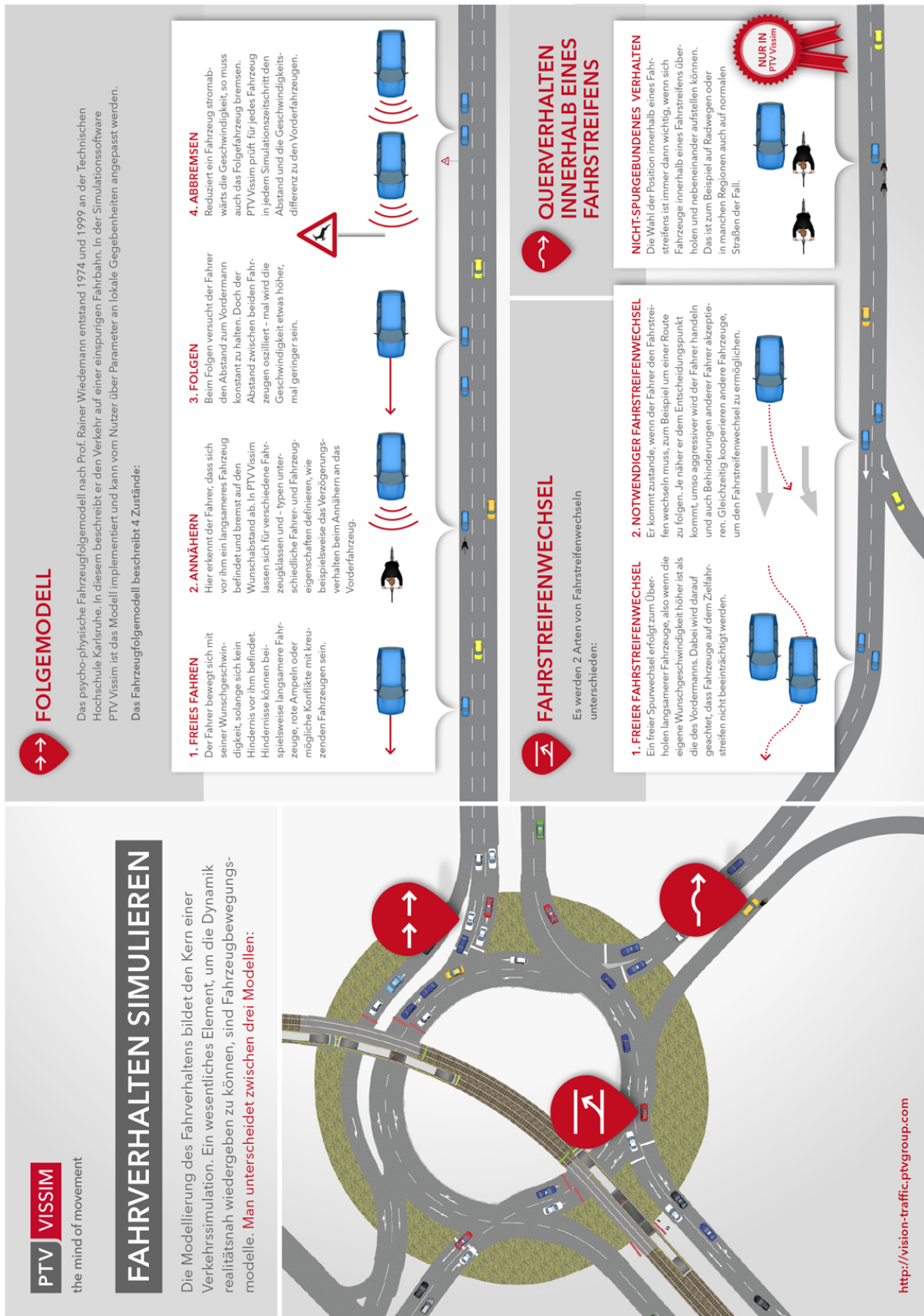
2.4.3. Verkehrsflusssimulation

Die Verkehrsflusssimulation wurde im Zuge einer Masterarbeit in Zusammenarbeit mit dem Institut für Straßen- und Verkehrswesen mit dem Programm PTV Vissim 9 erstellt, welches Verkehrsflüsse mikroskopisch (also bezogen auf die Einzelfahrzeuge) simulieren kann. Mit PTV Vissim können motorisierter Individualverkehr, Güterverkehr, schienen- und straßengebundener ÖV, FußgängerInnen und FahrradfahrerInnen und ihre Interaktionen abgebildet werden. Wissenschaftlich fundierte Bewegungsmodelle stehen für eine realistische Modellierung aller Akteure⁵ zur Verfügung.

Für das Fahrzeugfolgeverhalten der einzelnen Fahrzeuge in Längsrichtung wird das psychophysischen Fahrzeugfolgemodell von Prof. R. Wiedemann verwendet. Dabei reagiert der/die FahrerIn entsprechend dem Abstand und der Geschwindigkeitsdifferenz zum Vordermann durch Beschleunigen oder Verzögern. Für den Spurwechsel wird ein regelbasiertes Modell verwendet, Fahrzeugfolgeverhalten und Spurwechselverhalten sind parametrierbar.

In Abbildung 82 ist das Fahrverhalten der Fahrzeuge beschrieben. Es gibt einen Überblick über die Verhaltensmöglichkeiten der Fahrzeuge. Die Visualisierung der Simulation kann als 2D, siehe Abbildung 83, oder als 3D, siehe Abbildung 84, dargestellt werden.

⁵ PTV Visim Produktbeschreibung. http://vision-traffic.ptvgroup.com/fileadmin/files_ptvision/Downloads_N/0_General/2_Products/2_PTV_Vissim/EN-US_PTV_Vissim_Brochure.pdf. Abgerufen am 19.12.2016



PTV VISSIM
the mind of movement

FAHRVERHALTEN SIMULIEREN

Die Modellierung des Fahrverhaltens bildet den Kern einer Verkehrssimulation. Ein wesentliches Element, um die Dynamik realitätsnah wiedergeben zu können, sind Fahrzeugbewegungsmodelle. **Man unterscheidet zwischen drei Modellen:**

FOLGEMODELL

Das psycho-physische Fahrzeugfolgemodell nach Prof. Rainer Wiedemann entstand 1974 und 1999 an der Technischen Hochschule Karlsruhe. In diesem beschreibt er den Verkehr auf einer einspurigen Fahrbahn. In der Simulationssoftware PTV Vissim ist das Modell implementiert und kann vom Nutzer über Parameter an lokale Gegebenheiten angepasst werden. Das Fahrzeugfolgemodell beschreibt 4 Zustände:

1. FREIES FAHREN
Der Fahrer bewegt sich mit seiner Wunschgeschwindigkeit, solange sich kein Hindernis vor ihm befindet. Hindernisse können beispielsweise langsamere Fahrzeuge, rote Ampeln oder mögliche Konflikte mit kreuzenden Fahrzeugen sein.

2. ANNÄHERN
Hier erkennt der Fahrer, dass sich vor ihm ein langsames Fahrzeug befindet und bremst auf den Wunschabstand ab. In PTV Vissim lassen sich für verschiedene Fahrzeugklassen und -typen unterschiedliche Fahrer- und Fahrzeug-eigenschaften definieren, wie beispielsweise das Verzögerungsverhalten beim Annähern an das Vorderfahrzeug.

3. FOLGEN
Beim Folgen versucht der Fahrer den Abstand zum Vordermann konstant zu halten. Doch der Abstand zwischen beiden Fahrzeugen oszilliert - mal wird die Geschwindigkeit etwas höher, mal geringer sein.

4. ABBREMSEN
Reduziert ein Fahrzeug stromabwärts die Geschwindigkeit, so muss auch das Folgefahrfahrzeug bremsen. PTV Vissim prüft für jedes Fahrzeug in jedem Simulationszeitschritt den Abstand und die Geschwindigkeitsdifferenz zu den Vorderfahrzeugen.

FAHRSTREIFENWECHSEL

Es werden 2 Arten von Fahrstreifenwechseln unterschieden:

1. FREIER FAHRSTREIFENWECHSEL
Ein freier Spurwechsel erfolgt zum Überholen langsamere Fahrzeuge, also wenn die eigene Wunschgeschwindigkeit höher ist als die des Vordermanns. Dabei wird darauf geachtet, dass Fahrzeuge auf dem Zielfahrstreifen nicht beeinträchtigt werden.

2. NOTWENDIGER FAHRSTREIFENWECHSEL
Er kommt zustande, wenn der Fahrer den Fahrstreifen wechseln muss, zum Beispiel um einer Route zu folgen. Je näher er dem Entscheidungspunkt kommt, umso aggressiver wird der Fahrer handeln und auch Behinderungen anderer Fahrer akzeptieren. Gleichzeitig kooperieren andere Fahrzeuge, um den Fahrstreifenwechsel zu ermöglichen.

QUERVERHALTEN INNERHALB EINES FAHRSTREIFENS

NICHT-SPURBUNDENES VERHALTEN
Die Wahl der Position innerhalb eines Fahrstreifens ist immer dann wichtig, wenn sich Fahrzeuge innerhalb eines Fahrstreifens überholen und nebeneinander aufstellen können. Das ist zum Beispiel auf Radwegen oder in manchen Regionen auch auf normalen Straßen der Fall.

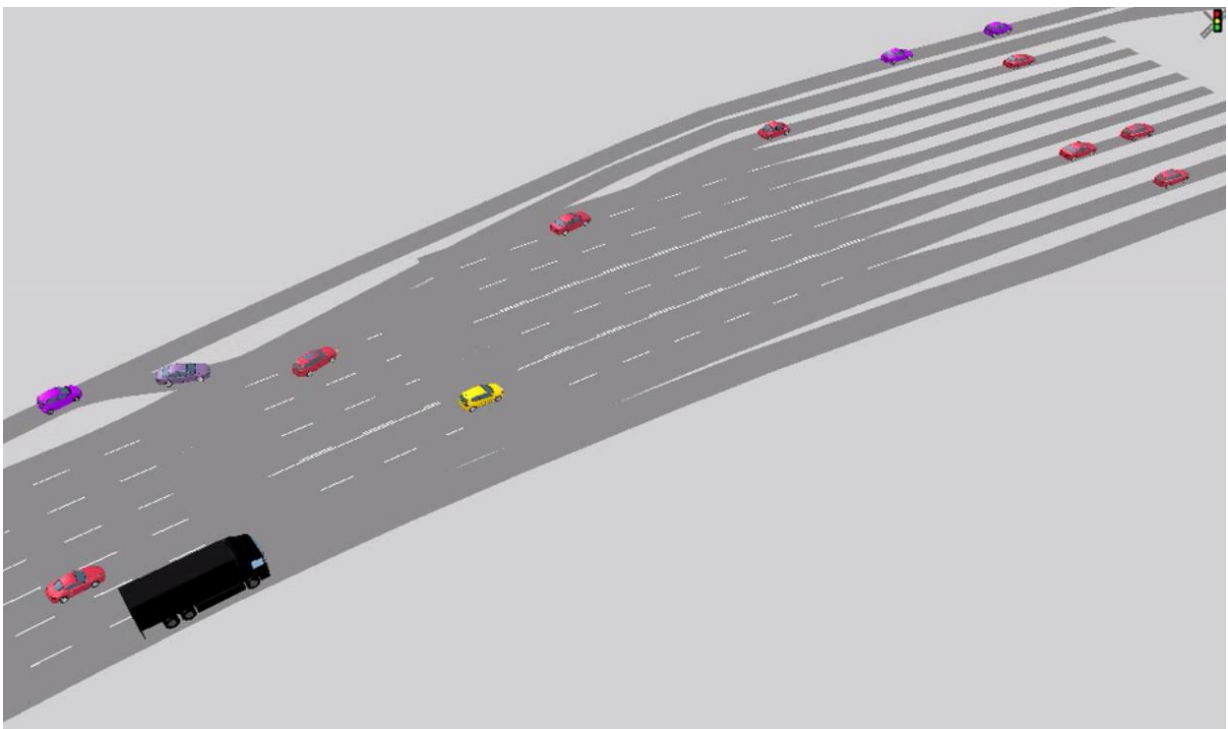


<http://vision-traffic.ptvgroup.com>

Abbildung 82: PTV Vissim Fahrverhalten, Quelle ⁵

Die Verkehrsflusssimulation wurde für dieses Projekt neu implementiert, simulierte Verkehrsteilnehmer waren Pkws, Lkws und Wohnmobile. Die Verkehrszusammensetzung und Bezahlvarianten wurden in Abstimmung mit der ASFINAG aufgrund von bereit gestellten Messdaten der Mautstelle Schönberg am Brenner festgelegt. Die Verkehrsstärke wurde mit der 500-stärksten Stunde so gewählt, dass sie möglichst hoch ist, es aber noch nicht zu einem Rückstau an der Mautstelle kommt, der dann die Bewertung der Beschilderung durch die niedrige Fahrgeschwindigkeit erschwert.⁶

In Abbildung 83 ist die 3D Visualisierung der Mautstelle dargestellt. Das gelbe Fahrzeug ist das Simulatorfahrzeug. Die violetten Fahrzeuge auf der ganz linken Spur sind auf der Videomautspur. Schwarze Fahrzeuge sind LKWs und grüne Wohnwägen. Ein Fahrzeug musste auf die anderen Spuren der Mautstelle wechseln. Die anderen Fahrzeuge teilen sich auf die offenen Spuren der Mautstelle auf. Die sechste und siebente Spur von recht sind gesperrt.



⁶ Neuhold R., Hauk J., Fellendorf M.: Fahrsimulatorversuche zur Kalibrierung eines Verkehrsflussmodells am Beispiel einer Autobahn-Mautstelle. PTV Anwenderseminar, Karlsruhe. 2016

Abbildung 83: PTV Vissim 3D Visualisierung, Quelle: FTG

In Abbildung 84 ist eine 2D Darstellung der Mautstelle mit einer Einbindung von Google Maps Daten dargestellt. In dieser PTV Vissim Simulation ist die Simulation der Fahrzeuge nicht direkt nach den Schranken der Mautstelle vorbei, es wurde bis etwas nach der Zusammenführung auf wieder drei Spuren simuliert.

Das Besondere an der Co-Simulation mit PTV Vissim ist, dass der Verkehr nicht vordefiniert ist, sondern durch die Durchfahrt mit dem Eigenfahrzeug beeinflusst ist. Die Fahrzeuge wurden vor der Autobahnauffahrt, an dem das Eigenfahrzeug auf die Autobahn auffährt eingefügt, fuhren dann die gesamte Strecke und wurden nach der Mautstelle ausgeblendet. Die Fahrzeuge fuhren die Strecke mit unterschiedlichen Geschwindigkeitsprofilen, die in PTV Vissim parametrierbar sind⁶. Es galt die StVO, der Proband konnte mit dem Eigenfahrzeug andere Fahrzeuge überholen, ausbremsen und auch selbst überholt werden. Gleiches galt aufgrund der unterschiedlichen Geschwindigkeitsprofile für die simulierten Fahrzeuge.

Die Erstellung der Verkehrsflusssimulation wurde durch das Institut für Straßen- und Verkehrswesen der TU Graz im Rahmen einer Diplomarbeit durchgeführt⁶.

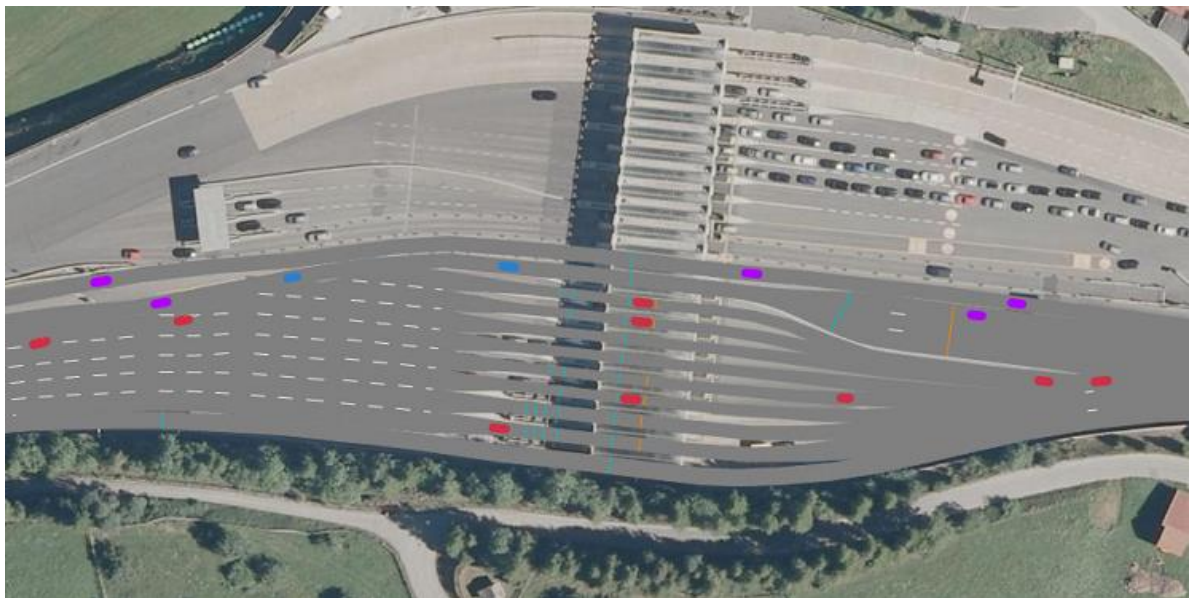
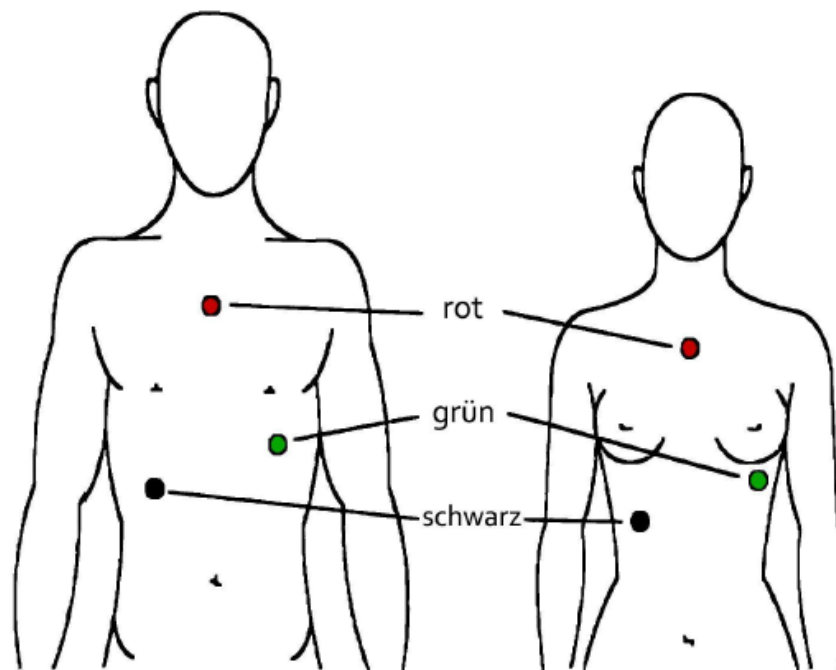


Abbildung 84: PTV Vissim Simulation (1)

2.4.4. Herzfrequenzmessungsaufbau

Die Herzfrequenzmessung erfolgte mit dem Gerät Chrono Cord von Human Research. Das Gerät ist ein mobiles EKG Gerät mit Dreifachableitung. Die Daten wurden in der Studie mittels Bluetooth an einen im Cluster des Fahrsimulators integrierten Rechner geschickt. Die Aufzeichnung der Daten erfolgte zeitsynchron mit den Fahrzeugdaten. Die Abbildung 85 zeigt die Arbeitsanweisung für die Applizierung der EKG Elektroden, die durch den Probanden selbst vorgenommen wurde.



ROT:	Auf dem Brustbein, ca. auf halbem Weg zwischen oberem und unterem Ende des Brustbeins
GRÜN:	Direkt unter dem linken Brustmuskel, ca. 2 cm nach links versetzt
SCHWARZ:	Auf der Linie von der rechten Brustwarze senkrecht nach unten, ca. halber Weg zwischen Brust und Taille

WICHTIG bei der Positionierung:

Elektroden nicht auf Muskeln kleben, Kleidung sollte keine mechanischen Belastungen auf die Elektroden ausüben!

Abbildung 85: Dreifachableitung zur Herzfrequenzmessung, Quelle: Human Research

2.4.5. Beschreibung der Szenarien

Szenario A



Abbildung 86: Szenario A

Das Szenario A entspricht der bestehenden Mautstelle zum Zeitpunkt des Projektstarts. Die Generierung der 3D Geometrien wurde durch einen Subauftrag der Fraunhofer Austria Research erstellt, basierend auf Layouts durch die Fa. ASFINAG, Google Maps Daten sowie Fotos und Videos aufgrund der im Vorfeld durchgeführten Befahrungen der EBE Solutions GmbH, Abbildung 86.

Überkopfbeschilderung 1

- Die Piktogramme zeigen die Spuren für die verschiedenen Fahrzeugklassen an
- Das Go Box Symbol zeigt die LKW und Busspur an
- Grünes Videomautsymbol – Spur für Videomaut
- Organe Kreditkartenspur
- Grüne Pfeile symbolisieren offene Spur
- Roter Balken zeigt geschlossene Spur

Überkopfbeschilderung 2

- Verschiedene Zahlungsarten werden angezeigt bar oder Kreditkartenspur
- Anzeige der Videomautspur, wie bei der Überkopfbeschilderung 1
- Rechte Spur Go Box Symbol für LKW und Busse

Mautstelle

- Orange gekennzeichnete Kreditkartenspur äußerst links
- Die Fahrzeugklassen werden angezeigt

- Bei gesperrte Spuren wird ein „Einfahrt verboten“ Symbol eingeblendet

Die folgenden 3 Varianten basieren auf Vorgaben an Beschilderungen die im Projekt durch die beteiligten Projektpartner erarbeitet wurden, siehe Kapitel 2.3.1.

Szenario B



Abbildung 87: Szenario B

Das Szenario B, Abbildung 87 ist die Version mit *minimaler Information*. Die Information an den Überkopfbeschilderungen ist auf ein Minimum reduziert.

Überkopfbeschilderung 1

- Die Piktogramme zeigen die Spuren für die verschiedenen Fahrzeugklassen an

Überkopfbeschilderung 2

- Identische Überkopfbeschilderung wie erste

Mautstelle

- Die Fahrzeugklassen und Zahlungsmodus werden angezeigt
- Manuelle Spur oder Self-Service
- Bei gesperrte Spuren wird ein „Einfahrt verboten“ Symbol eingeblendet
- Rechte Spur Go Box Symbol für LKW und Busse – freie Fahrt für LKW – Videosystem

Szenario C



Abbildung 88: Szenario C

Szenario C, Abbildung 88, ist das auf dem minimalen Informationssystem (Szenario B) aufbauende Szenario. Die Änderungen betreffen die Farbe der Überkopftafel und die Zahlungsart an der Mautstelle

Überkopfbeschilderung 1

- Die Piktogramme zeigen die Spuren für die verschiedenen Fahrzeugklassen an
- Schwarze Tafel mit weißen Symbolen

Überkopfbeschilderung 2

- Verschiedene Zahlungsarten werden angezeigt bar oder Kreditkartenspur
- Ansonsten idente Beschilderung wie erstes Überkopfschild

Mautstelle

- Die Fahrzeugklassen und Zahlungsmodus werden angezeigt
- Manuelle Spur oder Self-Service
- Bei gesperrte Spuren wird ein „Einfahrt verboten“ Symbol eingeblendet
- Rechte Spur Go Box Symbol für LKW und Busse

Szenario D



Abbildung 89: Szenario D

Das Szenario D, Abbildung 89 unterscheidet sich in wesentlichen Merkmalen von den anderen.

Überkopfbeschilderung 1

- Die Piktogramme zeigen die Spuren für die verschiedenen Fahrzeugklassen an
- Grün umrandete Raute kennzeichnet die Spur für die Videomaut Fahrzeuge
- Blau umrandetes Rechteck zeigt die Spur für Pkw und Motorräder an
- Orange umrandetes Rechteck erlaubt die Spurbenützung für Pkw, Pkw mit Wohnanhängern und Wohnmobile
- Äußerst rechts ohne Farbumrandung ist die Lkw und Busspur gekennzeichnet

Überkopfbeschilderung 2

- Verschiedene Zahlungsarten werden angezeigt bar oder Kreditkartenspur
- Ansonsten idente Beschilderung wie erstes Überkopfschild
- Ab dieser Beschilderung zusätzliche farbige Markierung der Fahrsteifen entsprechend der Überkopfbeschilderung

Mautstelle

- zwei Anzeigeschilder
- Obere Anzeige Self Service oder manuelle Spur
- Untere Anzeige definiert Fahrzeugklasse mit farblicher Umrahmung
- Die grünen Dreiecke weisen auf offene Spuren hin, rote Balken auf gesperrte

2.4.6. Versuchsdurchführung

Vorarbeiten

In einer der Simulator-Studie vorangegangenen Bachelorarbeit⁷ wurden die allgemeinen Studienvorbereitungen geleistet. Die Ziele der Arbeit waren die geeigneten Probanden auszuwählen, den Versuchsablauf festzulegen und den Fragebogen mit der Firma Faktum abzustimmen, sowie Testläufe durchzuführen um die Abläufe einzuschleifen.

Auswahl der Probanden

Ursprünglich waren im Projekt 20 Probanden vorgesehen um eine qualitative Bewertung der Beschilderungsvarianten zu ermöglichen. Eine statistisch signifikante Auswertung nach Alter, Geschlecht, Fahr- und Mautstellenerfahrung hätte ein Kollektiv von mindestens 100 Personen bedurft. Um die Aussagekraft der Studie zu erhöhen wurde als Kompromiss eine Probandenzahl von 40 Personen festgelegt und eine Zusatzbeauftragung durch die ASFINAG erteilt. Damit ist die Gesamtbewertung bereits sehr zuverlässig (siehe Signifikanz Tests in Kapitel 0), Unterscheidungen nach Alter, Geschlecht, Fahr- und Mautstellenerfahrung sollten aber weiterhin qualitativ bewertet werden

Die Fa. Faktum legte die Auswahl durch die Fahrerfahrung, Geschlecht und Alter fest. Vorgabe war, vierzig geeignete Personen zu finden, zwanzig männliche und zwanzig weibliche. Es gab drei Altersgruppen, der 17 bis 24-jährigen, den 24 bis 60-jährigen und den Personen 60+.

Versuchsmappe

Um einen ordnungsgemäß geregelten Versuchsablauf der für jeden Probanden gleich ist zu garantieren, wurde eine Versuchsmappe erstellt. Diese beinhaltet eine Checkliste, eine Einführung, die Einverständniserklärung, den Versuchsablauf, Hinweise zur Bearbeitung der Fragebögen und Hinweise zur Positionierung der Klebeelektroden. Die Versuchsmappe befindet sich im Anhang des Berichts.

⁷ Schubert A.: Messung von physiologischen Fahrerstressparametern und Implementierung im Fahrsimulator. Bachelorarbeit. TU Graz. 2016

2.4.7. Durchführung der Simulatorstudie mit den Probanden

Vorbereitung

Einarbeitung in den Simulator

Der Simulator besteht aus sieben Rechnern mit einem speziellen Startprotokoll. In Vorversuchen zur Studie wurde die Stabilität der Simulation untersucht und festgestellt, dass die Verkehrsflusssimulation oft zu Abstürzen führte. Diese Abstürze wurden im Lauf der Studie durch Verbesserung der PTV Vissim Simulation wesentlich weniger.

Um eine aussagekräftige Statistik erstellen zu können, mussten die Szenarien permutiert werden. Bei 4 Szenarien gibt es 24 Möglichkeiten der Permutation. In der in ⁷ erstellten Checkliste waren die Versuche in der gleichen Reihenfolge angeordnet. Es wurden 46 neue Checklisten erstellt, bei denen jeweils diese 24 Möglichkeiten in zufälliger Reihenfolge angeordnet wurden. Dabei kam keine Permutation mehr als zwei Mal vor. Die Checkliste wurde an die Anforderungen der Studie schlussendlich angepasst.

Terminvereinbarung mit den Probanden

Die Terminvereinbarung mit den Probanden erfolgte telefonisch und per Mail. Die Kontaktaufnahme mit einigen Teilnehmern gestaltete sich schwierig aufgrund fehlender Kontaktdaten.

Nach ca. 25 gefahrenen Probanden wurde festgestellt, dass die Mautstellenerfahrung bei der Auswahl der Probanden zu wenig berücksichtigt wurde. Bei der Auswahl der verbliebenen Probanden wurde das Kriterium Mautstellenerfahrung stärker miteinbezogen, damit die Verteilung in der Studie korrekt abgebildet werden konnte.

Das Kriterium Mautstellenerfahrung wurde folgendermaßen festgelegt:

- **kaum:** bis zu vier Mal im Jahr bzw. quartalsweise
- **selten:** mit vier bis zwölf Durchfahrten bzw. monatlich
- **oft:** mit mehr als zwölf Mal im Jahr

Insgesamt wurden 44 Termine im Zeitraum vom 10.08.2016 bis zum 29.09.2016 vereinbart.

Versuchsablauf

Beim Einführungsgespräch mit den Probanden wurden diese über folgende Punkte aufgeklärt:

- Die Simulation kann jederzeit ohne Angabe von Gründen seitens des Teilnehmers abgebrochen werden.
- Es kann zu Übelkeit während der Fahrt kommen.
- Die Mautstelle Schönberg am Brenner wird vier Mal mit unterschiedlicher Beschilderung und Bodenmarkierung gefahren. Nach jeder Fahrt ist ein Fragebogen zu beantworten.
- Die Erklärung der EKG Aufzeichnung und die Position der Klebeelektroden.
- Die Aufklärung über die Blickerfassung und Videoaufnahme.

Eine Einverständniserklärung nach dem Einführungsgespräch war verpflichtend. Die EKG – Elektroden wurden vom Probanden selbst nach Vorgabe geklebt. Nach Einstellung der Sitzposition und Anlegen des Sicherheitsgurtes erfolgte die Kalibrierung der Blickerfassung Smart Eye Pro. Die Signalübertragung der Herzfrequenz erlaubte den Start der Eingewöhnungsrunde, während der Eingewöhnungsrunde wurde die Qualität der Blickerfassung überprüft. Falls die Blickerfassung nicht den Anforderungen entsprach wurde sie nach der Eingewöhnungsrunde neu kalibriert.

Bei jeder Fahrt wurde den Probanden eine Aufgabe gestellt. Es wurde eine Bezahlart und eine Spur vorgegeben. In den Szenarien B, C und D war es entweder die Self-Service Spur oder die manuelle Spur, in Szenario A die besonders gekennzeichnete Kreditkartenspur oder eine Spur, bei der die Videomaut möglich war. Die Zahlungsmöglichkeit variierte zwischen Bar oder mit Karte.

Die gesonderte Videomautspur ganz links wurde nur vom 1. Probanden gefahren. Da diese Spur für alle Szenarien gleich ist und auch in realen Mautstellen so vorkommt, wurde diese Spur nach dem ersten Probanden nicht mehr als Aufgabe gestellt.

Anhand einer Checkliste wurde die Startzeit, ob abgebrochen wurde, die Aufgabenerfüllung, ob die Log Daten ok sind, ob der Fragebogen ausgefüllt wurde und ob die Smart Eye Daten ok sind mitprotokolliert.

Nach Abschluss der vier verschiedenen gefahrenen Szenarien wurde der Abschlussfragebogen ausgefüllt und der Test beendet. Die TeilnehmerInnen erhielten eine Aufwandsentschädigung.

Auswertung der Daten

Aufbereitung der Rohdaten

Ziel der Auswertung war es aussagekräftige Werte aus den Rohdaten des Simulators über die Probandenfahrten zu generieren. Die Datenerfassung erfolgte über Messkanäle aus dem Logfile des Fahrsimulators. Der Aufbau der Messkanäle orientiert sich an der MueGen Driving Studie⁸, (Abbildung 90), wobei zwei Messkanäle für diese Studie hinzugefügt wurden. Kanal 70 die Herzfrequenz, gemessen mit Chrono Cord und Kanal 71 für Trigger. Der neu installierte Kanal 71 lieferte keine verwertbaren Daten und wurde bei der Studie nicht berücksichtigt.

Die Daten wurden ab Simulationsstart bis Simulationsende erfasst und jede hundertstel Sekunde in eine*.csv Datei gespeichert.

Kanal Nr.:	Bezeichnung	Beschreibung
1	Zeit	Kanal um die Dauer der Versuchsläufe zu erfassen
3	Bremspedalposition	Zeichnet jede Betätigung der Bremse auf (kleiner 0 = nicht Betätigt)
5	Gaspedalposition	Zeichnet jede Betätigung Gaspedals auf (kleiner 0 = nicht Betätigt)
7	Geschwindigkeit Ego	Längsgeschwindigkeit des Ego-Fahrzeuges
8,9	Position Ego	Position des Ego-Fahrzeuges
12	Beschleunigung Ego	Längsbeschleunigung des Ego-Fahrzeuges
13	Querbeschl. Ego	Querbeschleunigung des Ego-Fahrzeuges
16,22,28	Geschwindigkeit Target	Längsgeschwindigkeiten der Target-Fahrzeuge 1,2 und 3
20,26,32	Beschleunigung Target	Beschleunigung der Target-Fahrzeuge 1,2 und 3
21,27,33	Fahrstreifen Target	Gibt an auf welchem Fahrstreifen sich eines der drei Target-Fahrzeuge befindet. (0 = erste Spur, 1 = zweite Spur)
59,60,61	Fahrerassistenzsysteme aktiviert	Zur Kontrolle ob das benötigte Assistenzsystem während dem Versuchslauf aktiv war (0 = inaktiv, 1 = aktiv)
62	Geschw. für Tempomat	Eingestellte Geschwindigkeit bei Fahrt mit CC oder ACC
63	Zeitlücke	Eingestellte Zeitlücke (1 = 1 Sekunde, 3 = 1.8 Sekunden)
67	Abstand zu Target	Abstand von Front des Ego- bis Heck von Target-Fahrzeug
69	Trigger ID	Trigger dienen dazu Ereignisse während der Simulation zu beginnen. Jeder Trigger ist durch die Trigger ID anhand von Zahlen identifizierbar

Abbildung 90: Messkanäle Fahrsimulator MueGen Driving 8

⁸ Kappaun, M. J.: Simulatorversuche zur Beurteilung der Fahrerinteraktion mit verschiedenen Assistenzsystemen, Bachelorarbeit TU Graz, 2016

Für die RENNT Studie wurden zur Auswertung der Daten folgende Kanäle verwendet:

- Kanal 1: die Dauer der Versuchsabläufe
- Kanal 7: die Geschwindigkeit des Fahrzeuges
- Kanal 8: Position des Fahrzeuges in X-Richtung
- Kanal 9: Position des Fahrzeuges in Y-Richtung
- Kanal 12: Beschleunigung des Fahrzeuges
- Kanal 70: Erfassung der Herzfrequenz

Auswertung der objektiven Daten

Die objektiven Daten der Simulation wurden mit dem Programm Matlab berechnet. Der Simulationszeitraum war jeweils unterschiedlich, da die Probanden nach ihren Testfahrten unterschiedlich lange für das Ausfüllen der Fragebogen benötigten und die Simulation händisch ca. drei bis fünf Minuten vor Fahrtbeginn gestartet wurde. Während dieser Zeit wurde die Strecke mit Fahrzeugen gefüllt und es bestand damit nicht die Gefahr den gesamten Verkehr zu überholen. Des Weiteren war die Fahrgeschwindigkeit der Probanden unterschiedlich und die verschiedenen Abschnitte unterschieden sich zeitlich.

Für die Auswertung der Geschwindigkeit und Beschleunigung wurde für jedes Szenario der letzte Streckenabschnitt als relevant festgelegt. Dieser wurde nach Szenario B in fünf Abschnitte geteilt. Die Teiler stellen Geschwindigkeitsbeschränkungen auf der Strecke dar. Für die Auswertung der Herzfrequenz wurde eine Minute Fahrzeit vor dem ersten Überkopf-100er und eine Minute nach dieser Beschilderung festgelegt.

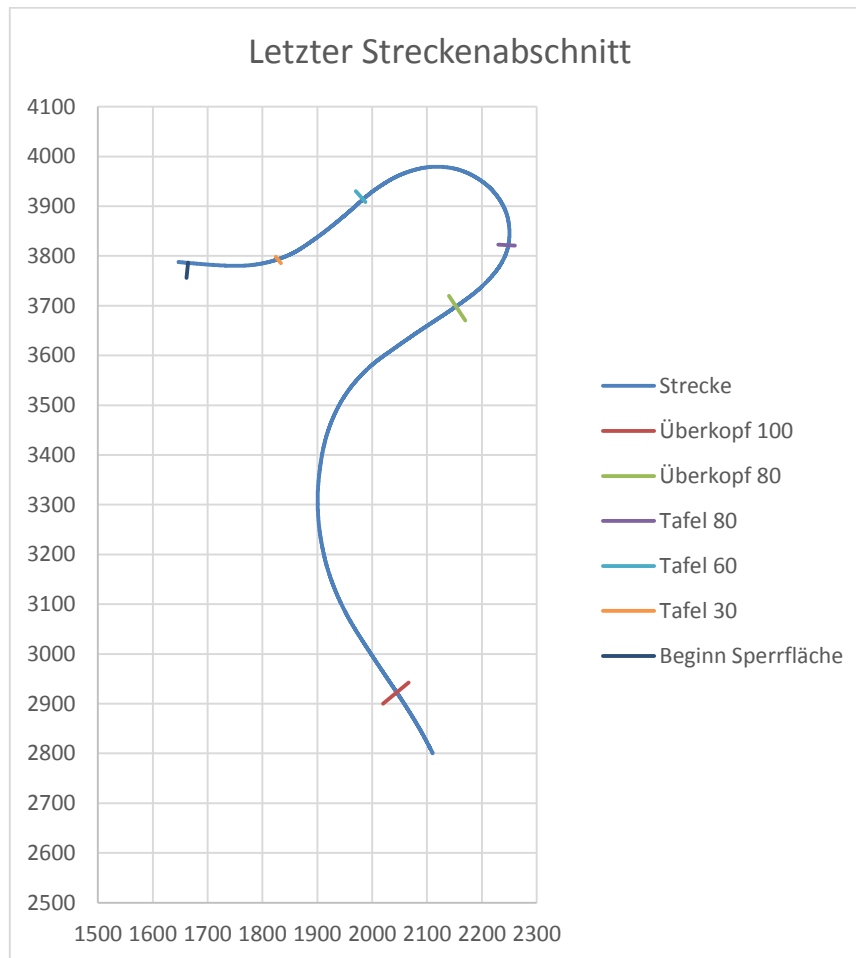


Abbildung 91: Letzter Streckenabschnitt mit betrachteten Abschnitten

Zur Berechnung der Bereiche wurde eine „Koordinatentransformation“ der Strecke vorgenommen. Die Strecke wurde so transformiert, dass der Koordinatenursprung in einem der Punkte der Geschwindigkeitsbeschränkung liegt (Orange Linie, Teiler Punkt 1 oder Teiler Punkt 2). Danach wurde die Strecke so gedreht, dass die Werte vor der Geschwindigkeitsbeschränkung in y-Koordinatenrichtung negativ sind.

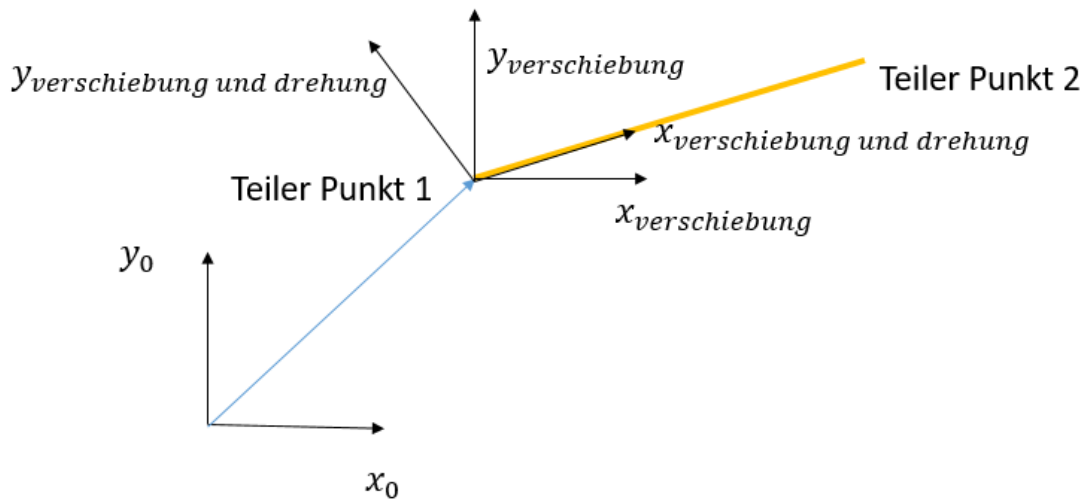


Abbildung 92: Koordinatentransformation

Sobald sich ein positiver Wert eingestellt hatte, wurde die Geschwindigkeitsbeschränkung überschritten. Diese Zeile wurde in ein Array geschrieben. Bei der nächsten Beschränkung wurde gleich verfahren, mit dem Unterschied, dass die Startzeile die Zeile dieser Berechnung die Zeile der vorherigen Beschränkung ist. Somit konnte die Strecke in die Bereiche, wie in Abbildung 92 gezeigt, obwohl Streckenabschnitte in Y-Richtung übereinandergelegt sind unterteilt werden.

Das dadurch entstandene Array hatte sechs Einträge. Diese Einträge sind die Zeilennummern, mit denen der Abschnittsteiler überschritten wurde. Diese sechs Einträge im Array stellen Anfangs- und Endpunkte für die nachfolgenden Auswertungen dar, so wurde für den Bereich eins die Daten der Zeile des ersten Eintrages des Arrays bis zu der Zeile des zweiten Eintrages des Arrays minus einer Zeile verwendet. Die Anfangszeilennummer wird in den nachfolgenden Formeln als Variable i bezeichnet. Die letzte Zeile des Bereiches als Variable n .

Die Indizes in den nachfolgenden Formeln bezeichnen die Zeilennummer in den *.csv Dateien.

In diesen Abschnitten wurden folgende Werte berechnet:

- **der gefahrene Weg**

$$s = \sum_{i=1}^{n-1} \sqrt{(x_{i+1} - x_i)^2 + (y_{i+1} - y_i)^2} \quad (1)$$

s ist der gefahrene Weg

x die Position in X-Richtung

y die Position in Y-Richtung

- **die benötigte Zeit**

$$t = t_n - t_i \quad (2)$$

t_n , t_i ist die absolute End- bzw. Anfangssimulationszeit für diesen Bereich (Kanal1)

t ist die Vergangene Zeit zwischen den zwei absoluten Zeitpunkten

Des Weiteren wurden folgende Werte berechnet:

- die Durchschnittsgeschwindigkeit \bar{v}
- die Varianz der Geschwindigkeit var_v
- der RMS Wert der Geschwindigkeit rms_v
- die Durchschnittsbeschleunigung \bar{a}
- die Varianz der Beschleunigung var_a
- der RMS Wert der Beschleunigung rms_a

Diese Werte wurden mit den gleichen Formeln errechnet.

x stellt eine Variable für die Geschwindigkeit v oder Beschleunigung a dar.

Durchschnitt:

$$\bar{x} = \frac{1}{n-i} \sum_i^n x_i \quad (3)$$

Varianz:

$$var = \frac{1}{n-i} \sum_i^n (x_i - \bar{x})^2 \quad (4)$$

RMS:

$$rms = \frac{1}{n-i} \sum_i^n \text{abs}(x_i - \bar{x}) \quad (5)$$

- **Linearisierte Geschwindigkeit:**

Da in den betrachteten Abschnitten die Geschwindigkeit in der Regel abnimmt und die Durchschnittsgeschwindigkeit in den Bereichen diesen Sachverhalt nicht berücksichtigt, wurde dieser Wert berechnet. Es wurde zwischen Anfangs und Endpunkt der Bereiche die Geschwindigkeit linearisiert und die Differenz zwischen gefahrener und linearisierter Geschwindigkeit gebildet. Siehe Abbildung 93.

Je näher diese Werte bei null liegen, desto gleichmäßiger sind die Probanden gefahren.

Steigung der Geraden:

$$k = \frac{v_n - v_i}{t_n - t_i} \quad (6)$$

k die Steigung der Geraden

v die Geschwindigkeit

Versatz in y-Richtung, bei $x=0$

$$d = v_i - k * t_i \quad (7)$$

d Versatz in y-Richtung im Startpunkt der Geraden

Berechnung der Gerade für alle Zeitpunkte im betrachteten Zeitraum j :

$$v_{gerade j} = k * t_j + d \quad (8)$$

Differenz der linearisierten und tatsächlichen Geschwindigkeit:

$$v_{diff j} = v_j - v_{gerade j} \quad (9)$$

Diese Werte wurden in ein neues Array geschrieben und ident mit den vorangegangenen Berechnungen ausgewertet (Durchschnitt, Varianz, RMS).

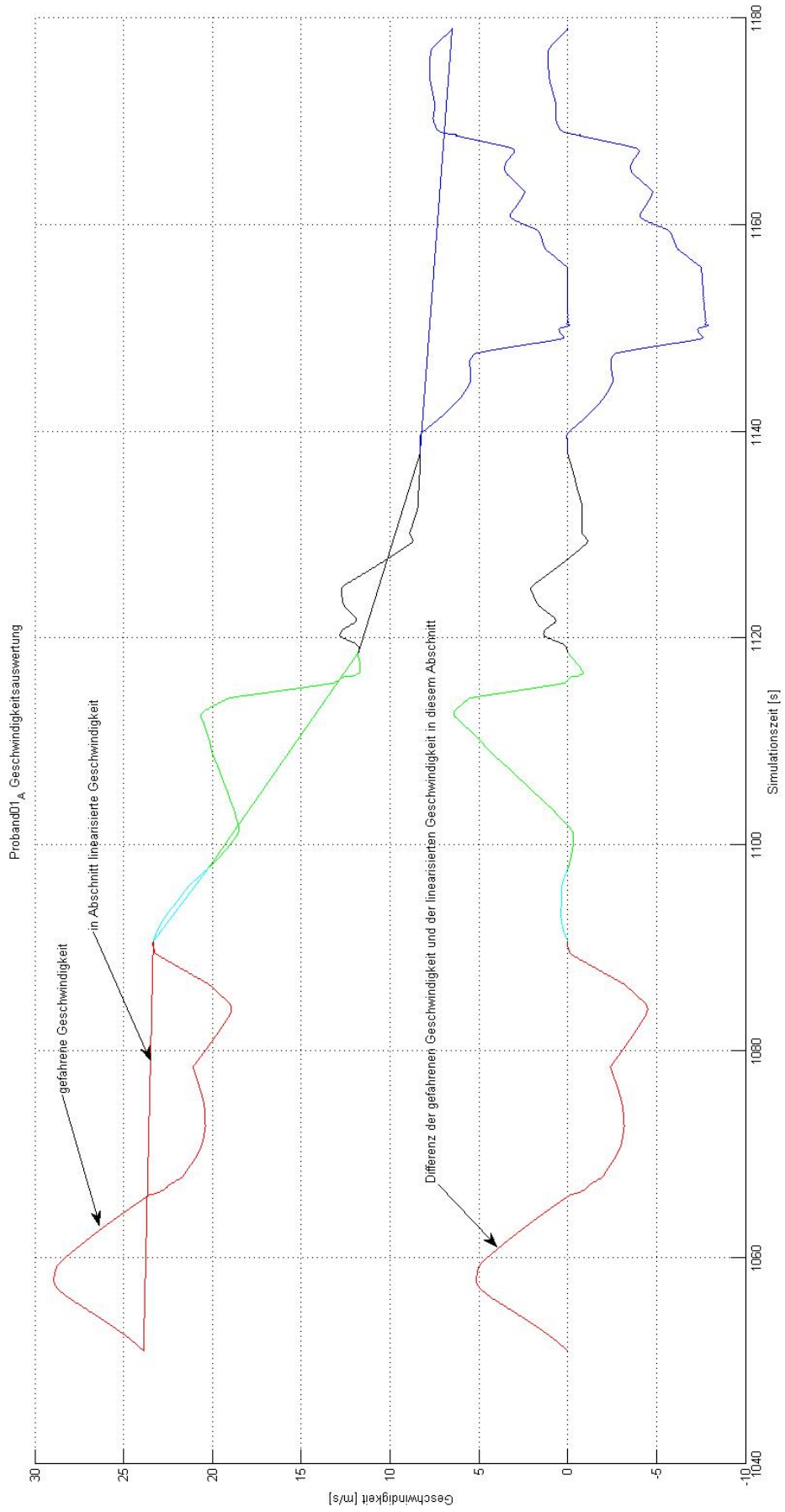


Abbildung 93: Linearisierte Geschwindigkeit

Herzratenauswertung

Für die Herzratenauswertung wurden zwei zu betrachtende Bereiche ausgewählt. Der erste Bereich, stellte die entspannte Fahrt vor der Mautstelle dar, der zweite Bereich stellte die Strecke der größten Stressbelastung, also den Bereich kurz vor der Mautstelle, des Szenarios dar.

Als Referenz für eine entspannte Fahrt wurde eine Minute Fahrzeit vor der ersten Überkopftafel mit einer Geschwindigkeitsbeschränkung von 100 km/h festgelegt. Als Maß für die Stressbelastung während der Fahrt wurde eine Minute Fahrzeit nach dieser Markierung festgelegt.

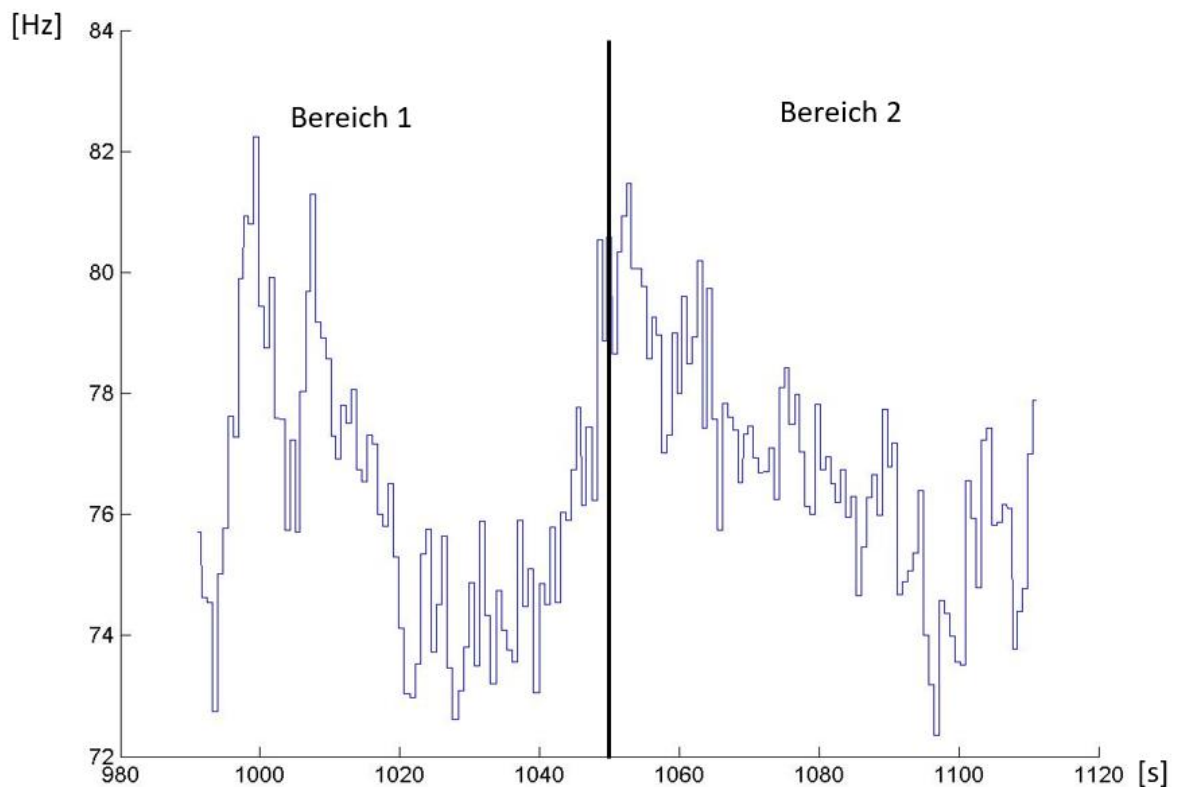


Abbildung 94: Proband 1 A zugeschnittene Herzrate

In Abbildung 94 ist die Herzfrequenz in Hz über die Zeit in Sekunden des Probanden 1 im Szenario A abgebildet. Es werden die zwei zu betrachtenden Bereiche dargestellt. Bei ca. Sekunde 1050 befindet sich der Übergang von Bereich 1 zu Bereich 2.

Für die Herzratenauswertung wurde der RR-Wert errechnet. Dieser ist 6000/Herzfrequenz. Der RR-Wert wurde, wie die linearisierte Geschwindigkeit, in ein neues Array geschrieben.

Der RR Wert stellt den zeitlichen Abstand zweier Herzschläge dar. Da RR dieser Wert im deutschen Sprachraum mit dem Blutdruck verwechselt werden kann gibt es die Bezeichnung NN (normal to normal).

Mit diesem lassen sich die Werte zur Herzratenvariabilität berechnen.

Durchschnitt:(5)

$$\overline{RR} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n RR_i \quad (10)$$

\overline{RR} ist die durchschnittliche Dauer der RR Intervalle in dem betrachteten Bereich

RR ist ein RR Intervall

SDNN:(5)

$$SDNN = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_i^n (RR_i - \overline{RR})^2} \quad (11)$$

SDNN ist die Standardabweichung aller RR Intervalle

RMSSD:(5)

$$RMSSD = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_i^{n-1} (RR_{i+1} - RR_i)^2} \quad (12)$$

RMSSD ist die Quadratwurzel des Mittelwertes der Differenz zweier Benachbarter RR Intervalle

pNN50:(5)

$$pNN50 = P(\text{abs}(RR_{i+1} - RR_i) > 50\text{ms}) \quad (13)$$

pNN50 ist der Prozentsatz der Intervalle mit mindestens 50msec Abweichung vom vorausgehenden Intervall.

LF:(5)

$$LF = \int_{0.04\text{Hz}}^{0.15\text{Hz}} f(\lambda) d\lambda \quad (14)$$

LF niedrige Frequenzanteile des Frequenzspektrums

$f(\lambda)$ Frequenzspektrum des RR Intervalls

HF:(5)

$$HF = \int_{0.15\text{Hz}}^{0.4\text{Hz}} f(\lambda) d\lambda \quad (15)$$

Formel 1

HF hohe Frequenzanteile des Frequenzspektrums

2.4.8. Zusammenführung der Daten

Während der Durchführung der Simulatorstudie wurden alle Objektivmessdaten in einer log-Datei mitaufgezeichnet. Da die Messdaten im Wesentlichen von EBE und Factum analysiert wurden, war es notwendig die Daten der objektiven Messungen aufzubereiten und mit den Ergebnissen aus der subjektiven in eine gemeinsame Excel Datei überzuführen.

Im ersten Schritt wurden dabei folgende Dateien in einzelnen Excel Files abgelegt:

- Datei mit den Daten der Checkliste inkludiert sind dabei:
 - Reihenfolge der Szenarien,
 - Aufgabenstellung
 - Erfüllung der Aufgabenstellung.
- Datei mit der der objektiven Auswertung der Daten des Fahrsimulators.
- Datei mit den Daten des Fragebogens
- Datei zur Bewertung des Eye Tracking

- Datei zur Bewertung der Qualität der Herzfrequenzmessung

Diese Dateien wurden mittels Excel VBA automatisiert in eine Datei (Zusammenfassung.xlsx) zusammengefasst. Es sind etwa 130 Einträge, wobei diese nach den Kategorien Probandeninformationen, Herzraten, Fahrzeugdatendaten in den Bereichen 1 bis 5 und den drei Fragebögen 1 bis 3 im Tabellenreiter „Auswertung“ geordnet sind. Zusätzlich Informationen sind im Reiter „Abschlussfragebogen“ und „Probandenliste_Bezahlart“ zu finden.

Tabelle 1: Tabellenreiter „Auswertung“ in der Datei „Zusammenfassung.xlsx“

Probandeninformationen		Proband
		Szenario
		wieviertes
		Bezahlart
		Spur
		geschafft
		Bemerkung
		Qualität Herzrate
		Fehleranteil Herzrate
Herzrate	Frequenz	Durchschnitt vor
		Durchschnitt nach
		Varianz vor
		Varianz nach
		RMS vor
		RMS nach
	RR	Durchschnitt vor
		Durchschnitt nach
		SDNN vor
		SDNN nach
		RMSSD vor
		RMSSD nach
		pNN50 vor
		pNN50 nach

		LF vor
		HF vor
		LF/HF nach
		LF nach
		HF nach
		LF/Hf nach
Fahrzeugdaten Bereich i (1 bis 5)	Distanz	Weg
		Zeit
	Geschwindigkeit	Durchschnitt
		Varianz
		RMS
	Beschleunigung	Durchschnitt
		Varianz
		RMS
	Geschwindigkeit - linearisiert	Durchschnitt
		Varianz
		RMS
	Fragebogen	Fragebogen1
Körperliche Anforderung		
Zeitliche Anforderungen		
Leistung		
Anstrengung		
Frustration		
Fragebogen2		Ich fand die Ankündigungen der Mautstelle unnötig komplex.
		Bitte begründen Sie diese Entscheidung:
		Ich fand die Gestaltung der Mautstelle unnötig komplex.
		Bitte begründen Sie diese Entscheidung:
		Ich denke, die Ankündigungen der Mautstelle waren einfach zu verstehen.
		Bitte begründen Sie diese Entscheidung:

	<p>Ich denke, die Gestaltung der Mautstelle war einfach zu verstehen.</p> <p>Bitte begründen Sie diese Entscheidung:</p> <p>Ich halte die verschiedenen Informationen auf den Beschilderungen für hilfreich.</p> <p>Bitte begründen Sie diese Entscheidung:</p> <p>Ich halte die verschiedenen Informationen auf der Fahrbahn für hilfreich.</p> <p>Bitte begründen Sie diese Entscheidung:</p> <p>Ich kann mir vorstellen, dass die meisten Leute sehr schnell verstehen, wie sie an dieser Mautstelle bezahlen können.</p> <p>Bitte begründen Sie diese Entscheidung:</p> <p>Ich kann mir vorstellen, dass die meisten Leute sehr schnell verstehen, ich welcher Spur sie sich einordnen können.</p> <p>Bitte begründen Sie diese Entscheidung:</p> <p>Ich fühlte mich beim Passieren der Mautstelle sehr sicher.</p> <p>Bitte begründen Sie diese Entscheidung:</p> <p>Ich fand die Verkehrszeichen vor der Mautstelle klar und deutlich.</p> <p>Bitte begründen Sie diese Entscheidung:</p> <p>Ich fand, dass mir die Hinweisschilder direkt bei der Mautstelle halfen, mich leicht zu orientieren.</p> <p>Bitte begründen Sie diese Entscheidung:</p> <p>Ich fand, dass mir die Bodenmarkierungen direkt bei der Mautstelle halfen, mich leicht zu orientieren.</p> <p>Bitte begründen Sie diese Entscheidung:</p>
Fragebogen3	<p>Orientierung nach Zahlungsart</p> <p>Bitte begründen Sie diese Entscheidung:</p> <p>Orientierung nach Fahrzeugtyp</p> <p>Bitte begründen Sie diese Entscheidung:</p> <p>Orientierung allgemein</p> <p>Bitte begründen Sie diese Entscheidung:</p> <p>Andere VerkehrsteilnehmerInnen</p>

	Bitte begründen Sie diese Entscheidung:
	Überkopfbeschilderung
	Bitte begründen Sie diese Entscheidung:
	Informationen auf der Fahrbahn
	Bitte begründen Sie diese Entscheidung:
	Fahrbahnmarkierung
	Bitte begründen Sie diese Entscheidung:
	Breite der Fahrspur bei der Mautstelle
Bitte begründen Sie diese Entscheidung:	

2.5. Analyse der Simulatorstudie und Entwicklung der Handlungsempfehlungen für die gezielte Platzierung und die Gestaltung von Hinweiszeichen an Hauptmautstellen

2.5.1. Stichprobe

Bei der Auswahl der Testpersonen wurde versucht, diese nach Geschlecht, Alter und Erfahrung mit Mautstellen zu variieren. Insgesamt nahmen 41 Testpersonen an der Simulatorstudie teil, davon 21 Männer und 20 Frauen. Rund ein Viertel der Testpersonen war entweder unter 25 Jahre oder über 60 Jahre alt. In etwa zwei Drittel der Personen gaben an unter 15.000 km pro Jahr mit dem Auto unterwegs zu sein. Bezüglich der Erfahrung mit Mautstellen sagte ein Drittel der Testpersonen, dass sie bis zu vier Mal pro Jahr eine Mautstelle passieren, rund ein Viertel dies fünf bis zwölf Mal tun, während 40% mehr als zwölf Mal pro Jahr durch eine Mautstelle durchfahren. Im Folgenden eine Übersicht der wichtigsten Merkmale der Testpersonen:

Tabelle 2: Geschlechterverteilung der Testpersonen

Geschlecht			
	Häufigkeit	Prozente	Kumuliert
Männlich	21	51,2	51,2
Weiblich	20	48,8	100
Gesamt	41	100	

Tabelle 3: Altersverteilung der Testpersonen

Alter			
	Häufigkeit	Prozente	Kumuliert
unter 25 Jahre	11	27,5	27,5
zwischen 25 und 60 Jahre	18	45	72,5
über 60 Jahre	11 ⁹	27,5	100
Gesamt	40	100	

⁹ Das Alter von Proband 35 wurde nicht erhoben. Aufgrund der Anonymität der Daten lässt sich dieses nicht mehr zurückverfolgen.

Tabelle 4: Jährliche Fahrleistung der Testpersonen

Wie viele Kilometer fahren Sie pro Jahr mit dem Auto?			
	Häufigkeit	Prozente	Kumuliert
0 - 5.000 km/Jahr	6	14,6	14,6
5.001 - 10.000 km/Jahr	10	24,4	39,0
10.001 - 15.000 km/Jahr	10	24,4	63,4
15.001 - 20.000 km/Jahr	9	22,0	85,4
mehr als 20.000 km/Jahr	6	14,6	100
Gesamt	41	100	

Tabelle 5: Insgesamt Fahrleistung der Testpersonen

	Häufigkeit	Prozente	Kumuliert
0 - 50.000 km	9	22,0	22,0
50.000 - 200.000 km	9	22,0	43,9
200.000 - 500.00 km	7	17,1	61,0
mehr als 500.000 km	16	39,0	100
Gesamt	41	100	

Tabelle 6: Jährliche Mautstellenerfahrung als FahrerIn der Testpersonen

Wie oft passieren Sie Mautstellen im Jahr als FahrerIn ?			
	Häufigkeit	Prozente	Kumuliert
bis zu vier Mal	13	31,7	31,7
Fünf bis zwölf Mal	11	26,8	58,5
Mehr als zwölf Mal	17	41,5	100
Gesamt	41	100	

Tabelle 7: Jährliche Mautstellenerfahrung als BeifahrerIn der Testpersonen

Wie oft passieren Sie Mautstellen im Jahr als BeifahrerIn ?			
	Häufigkeit	Prozente	Kumuliert
bis zu vier Mal	24	60	60
Fünf bis zwölf Mal	8	20	80
Mehr als zwölf Mal	8	20	100
Gesamt	40	100	

2.5.2. Fragen zum Simulator

Um sicherzustellen, dass die Handhabung des Simulators keine negativen Einflüsse auf die Ergebnisse der Teststudie hat, wurden die Testperson am Ende des Versuchs gebeten den Simulator, sowie dessen Eigenschaften zu bewerten.

Lediglich drei Personen gaben an, dass es Ihnen im Allgemeinen nicht gut beim Fahren mit dem Simulator ergangen ist. Alle anderen Probanden meinten, dass es ihnen entweder gut oder sehr gut ergangen ist. Weiters meinte nur eine Person, dass der verwendete Simulator nicht nützlich sei.

Tabelle 8: Allgemeine Bewertung des Simulators

Wie ist es Ihnen im Allgemeinen beim Fahren mit dem Simulator ergangen			
	Häufigkeit	Prozente	Kumuliert
Sehr gut	18	43,9	43,9
Gut	20	48,8	92,7
Nicht gut	3	7,3	100
Gesamt	41	100	

Tabelle 9: Allgemeine Beurteilung des Simulators

Wie fanden Sie den Fahrsimulator im Allgemeinen?			
	Häufigkeit	Prozente	Kumuliert
sehr nützlich	15	36,6	36,6
nützlich	25	61,0	97,6
nicht nützlich	1	2,4	100
Gesamt	41	100	

Etwa zwei Drittel der Probanden fanden das Vibrieren am Lenkrad als wenig oder nicht störend (wobei neun Testpersonen angaben, dass ihnen das Vibrieren nicht aufgefallen sei). Das Fahren mit einem Automatikgetriebe wurde von 90% der Personen als wenig oder nicht störend empfunden. Fast drei Viertel der Testpersonen meinte, dass die Entfernungen entweder eher oder sehr realistisch einschätzbar waren. Lediglich bei der Einschätzung der Geschwindigkeit gaben knapp mehr als die Hälfte der Testpersonen an, dass diese eher oder sehr unrealistisch einschätzbar war.

Tabelle 10: Beurteilung des Vibrierens am Lenkrad

Wie haben Sie das Vibrieren am Lenkrad empfunden?			
	Häufigkeit	Prozente	Kumuliert
nicht störend	23	56,1	56,1
wenig störend	4	9,8	65,9
etwas störend	4	9,8	75,6
sehr störend	1	2,4	78,0
Ist mir nicht aufgefallen	9	22,0	100
Gesamt	41	100	

Tabelle 11: Beurteilung des Automatikgetriebes

Wie haben Sie das Fahren mit der Automatik empfunden?			
	Häufigkeit	Prozente	Kumuliert
nicht störend	27	67,5	67,5
wenig störend	9	22,5	90,0
etwas störend	3	7,5	97,5
sehr störend	1	2,5	100
Gesamt	40	100	

Tabelle 12: Beurteilung der Einschätzung von Entfernungen

Wie realistisch konnten Sie Entfernungen einschätzen?			
	Häufigkeit	Prozente	Kumuliert
Sehr realistisch	8	19,5	19,5
Eher realistisch	22	53,7	73,2
Eher unrealistisch	11	26,8	100
Gesamt	41	100	

Tabelle 13: Beurteilung der Einschätzung von Geschwindigkeiten

Wie realistisch konnten Sie Geschwindigkeit einschätzen?			
	Häufigkeit	Prozente	Kumuliert
Sehr realistisch	2	4,9	4,9
Eher realistisch	16	39,0	43,9
Eher unrealistisch	17	41,5	85,4
Sehr unrealistisch	6	14,6	100
Gesamt	41	100	

Bei der Beurteilung und Verwendung des Simulators traten keine Probleme auf. Ein Großteil der Probanden schätzte den Simulator als nützlich ein und hatte auch keine Probleme bei der Benützung. Während das Automatikgetriebe, das Vibrieren am Lenkrad, sowie die Einschätzung von Entfernungen in den wenigsten Fälle ein Problem darstellte, war dies bei der Einschätzung der Geschwindigkeit für knapp über 50% der Probanden der Fall. Hier kommen vor allen die fehlenden Fliehkräfte, die durch den Simulator nicht dargestellt werden können, zum Tragen. Im Allgemeinen sollte der Einsatz des Simulators aber keine Probleme für die Reliabilität der Ergebnisse haben.

2.5.3. Allgemeine Bewertung der Szenarien

Nach Absolvierung des gesamten Versuchsablaufs wurden die Probanden gefragt, welches der vier Szenarien ihnen am besten gefallen hat bzw. bei welchem der vier Szenarien sie sich am besten orientieren konnten.

Beide Fragen wurden von den Testpersonen ähnlich beantwortet. Jeweils knapp über 40% der Probanden meinte, dass das Szenario B mit dem minimalen Informationssystem für sie das Beste war und bei dem sie sich auch am besten orientieren konnten. Das aufbauende Informationssystem (Szenario C) wurde von den Probanden an zweiter Stelle gereiht (allgemein und Orientierung). Während das Ausgangsszenario (A) allgemein besser als das Szenario mit der Erweiterung um ein Farbleitsystem (D) bewertet wurde, gaben lediglich drei Personen an, dass sie sich beim Ausgangsszenario am besten orientieren konnten.

Tabelle 14: Allgemeine Beurteilung und Einschätzung der besten Orientierung bei allen vier Szenarien

	Welches der vier Szenarien war für Sie das Beste ?		Bei welchem der vier Szenarien konnten Sie sich am besten orientieren ?	
	Häufigkeit	Prozente	Häufigkeit	Prozente
Szenario A Ausgangsszenario	6	14,6	3	7,3
Szenario B Minimales Informationssystem	17	41,5	18	43,9
Szenario C aufbauendes Informationssystem	13	31,7	14	34,1

Szenario D				
Farbleitsystem	5	12,2	6	14,6
Gesamt	41	100	41	100

(niedriger Wert = schlechter, höherer Wert = besser, bester Wert = grün, schlechteste Wert = rot)

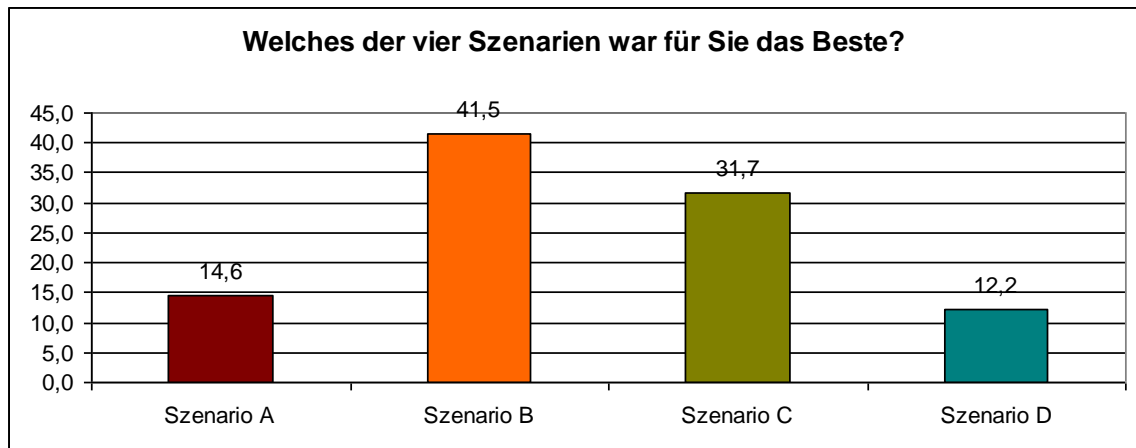


Abbildung 95: Allgemeine Beurteilung aller vier Szenarien

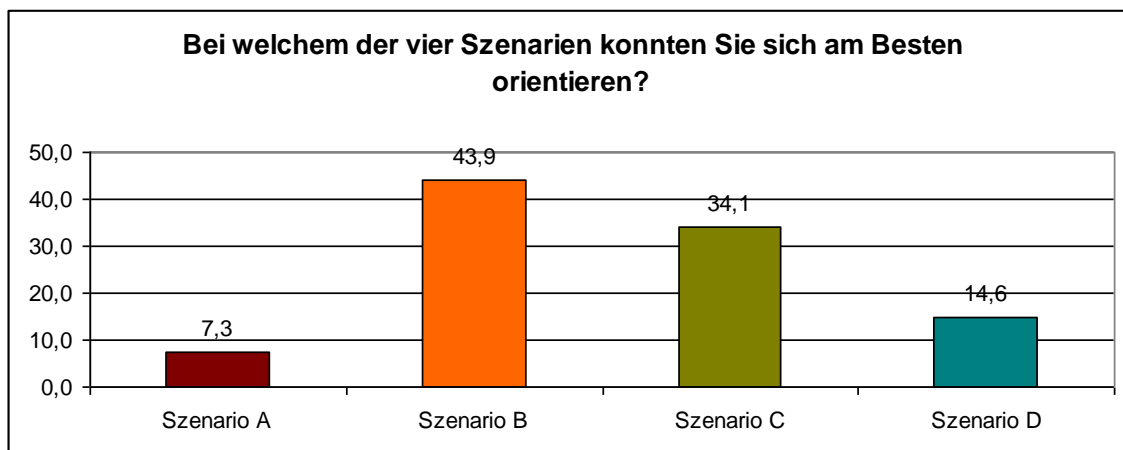


Abbildung 96: Einschätzung der besten Orientierung bei allen vier Szenarien

Während gleich viele Männer das minimalen Informationssystem (B) oder das aufbauende Informationssystems (C) als allgemein als das Beste bewerteten, war für die teilnehmenden Frauen ganz klar das minimale Informationssystem (B) das Beste. Von den Männern wurde das Ausgangsszenario (A) und von Frauen das Szenario mit dem Farbleitsystem (D) am

schlechtesten bewertet. Bezüglich der Orientierung wählten die meisten Männer das aufbauende Informationssystem (C), während sich die meisten Frauen beim minimalen Informationssystem (B) am besten orientieren konnten. Für die Männer schnitt hier wiederum das Ausgangsszenario (A) am schlechtesten ab, während jeweils lediglich zwei Frauen angaben, dass sie sich beim Ausgangsszenario (A) oder beim Szenario mit dem Farbleitsystem (D) am besten orientieren konnten.

Tabelle 15: Allgemeine Beurteilung und Einschätzung der besten Orientierung bei allen vier Szenarien nach Geschlecht in Prozent

	Welches der vier Szenarien war für Sie das Beste ?		Bei welchem der vier Szenarien konnten Sie sich am besten orientieren ?	
	Männlich	Weiblich	Männlich	Weiblich
Szenario A Ausgangsszenario	9,5	20	4,8	10
Szenario B Minimales Informationssystem	38,1	45	33,3	55
Szenario C aufbauendes Informationssystem	38,1	25	42,9	25
Szenario D Farbleitsystem	14,3	10	19,0	10
Gesamt	100	100	100	100

(niedriger Wert = schlechter, höherer Wert = besser, bester Wert = grün, schlechteste Wert = rot)

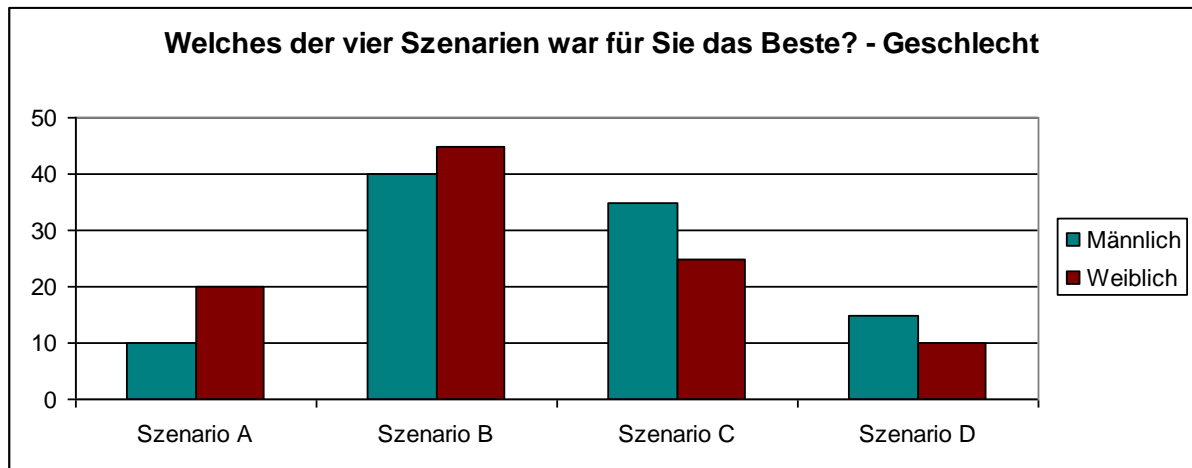


Abbildung 97: Allgemeine Beurteilung aller vier Szenarien nach Geschlecht

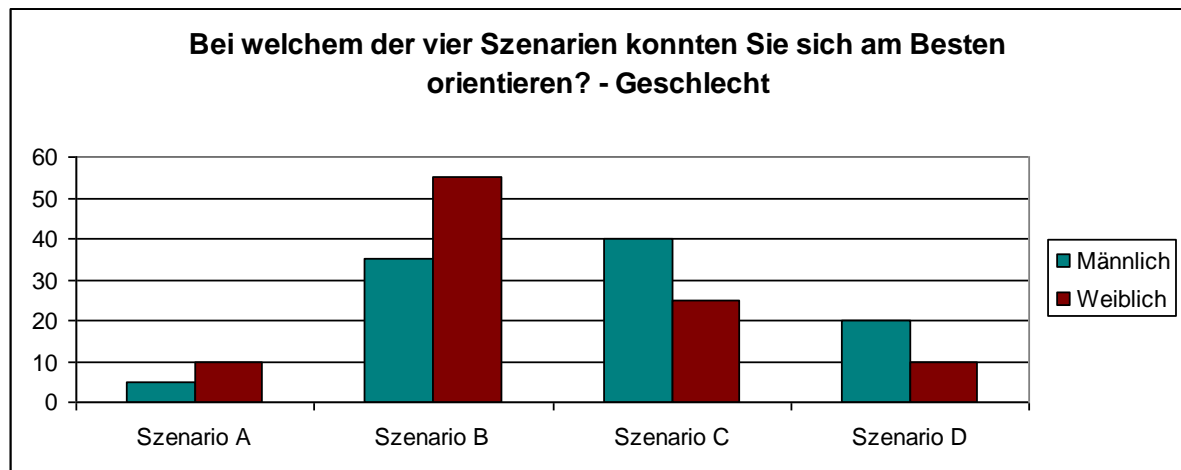


Abbildung 98: Einschätzung der besten Orientierung bei allen vier Szenarien nach Geschlecht

Bei den unterschiedlichen Altersgruppen gibt es einige Unterschiede bei der Bewertung der Szenarien. Während die unter 60 jährigen jeweils das minimale Informationssystem (B) am als Besten bewerteten (allgemein und Orientierung), wählten die meisten über 60 jährigen das Ausgangsszenario (A) allgemein und bei der Orientierung das aufbauende Informationssystems (C) als das Beste.

Am Schlechtesten wurde allgemein das Szenario D (Farbleitsystem) von den unter 25 und über 60 jährigen, sowie das Ausgangsszenario (A) von den Probanden der mittleren Altersgruppe bewertet. Am Schlechtesten bei der Orientierung schnitten das Ausgangsszenario (A) bei den unter 60 jährigen und das Szenario D (Farbleitsystem) bei den über 60 jährigen ab.

Tabelle 16: Allgemeine Beurteilung und Einschätzung der besten Orientierung bei allen vier Szenarien nach Altersgruppen in Prozent

	Welches der vier Szenarien war für Sie das Beste?			Bei welchem der vier Szenarien konnten Sie sich am besten orientieren?		
	unter 25 Jahre	25 und 60 Jahren	über 60 Jahre	unter 25 Jahre	25 und 60 Jahren	über 60 Jahre
Szenario A Ausgangsszenario	18,2		36,4			27,3
Szenario B Minimales Informationssystem	45,5	44,4	27,3	54,5	44,4	27,3
Szenario C aufbauendes Informationssystem	36,4	33,3	27,3	36,4	33,3	36,4
Szenario D Farbleitsystem		22,2	9,1	9,1	22,2	9,1
Gesamt	100	100	100	100	100	100

(niedriger Wert = schlechter, höherer Wert = besser, bester Wert = grün, schlechteste Wert = rot)

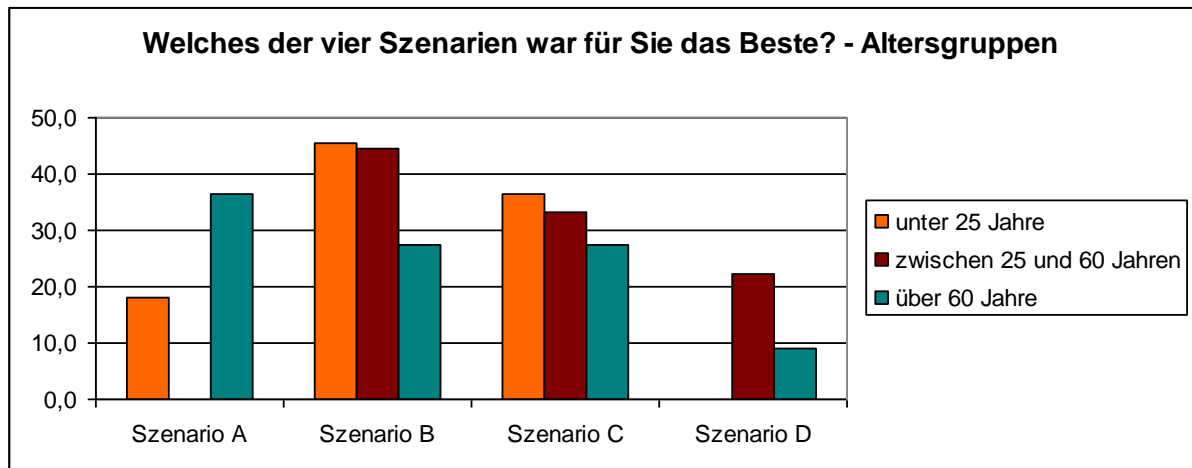


Abbildung 99: Allgemeine Beurteilung aller vier Szenarien nach Altersgruppen

Testpersonen mit mittlerer und viel Erfahrung mit Mautstellen präferieren das minimale Informationssystem (B) während das aufbauende Informationssystems (C) von den Probanden mit wenig und mit viel Erfahrung bevorzugt wird. Am Schlechtesten schneiden hier unterschiedliche Szenarien ab. Szenario D (Farbleitsystem) bei den Testpersonen mit wenig Erfahrung, Szenario C (aufbauende Informationssystems) bei der mittleren Gruppe und Szenario A (Ausgangsszenario) bei der Gruppe mit der meisten Erfahrung. Bezüglich der Frage bei welchem Szenario man sich am besten orientieren konnte wurde von allen drei Gruppen das Szenario B (minimales Informationssystem) angegeben. Am Schlechtesten wurde hier das Szenario D (Farbleitsystem) von der Gruppe mit der geringsten Erfahrung und das Ausgangsszenario (A) von den anderen beiden Gruppen bewertet.

Tabelle 17: Allgemeine Beurteilung und Einschätzung der besten Orientierung bei allen vier Szenarien nach Mautstellenerfahrung in Prozent

	Welches der vier Szenarien war für Sie das Beste?			Bei welchem der vier Szenarien konnten Sie sich am besten orientieren?		
	bis zu vier Mal	Fünf bis 12 Mal	Mehr als 12 Mal	bis zu vier Mal	Fünf bis 12 Mal	Mehr als 12 Mal
Szenario A Ausgangsszenario	23,1	18,2	5,9	15,4	9,1	
Szenario B Minimales Informationssystem	30,8	54,5	41,2	38,5	45,5	47,1
Szenario C aufbauendes Informationssystem	38,5	9,1	41,2	38,5	18,2	41,2
Szenario D Farbleitsystem	7,7	18,2	11,8	7,7	27,3	11,8
Gesamt	100	100	100	100	100	100

(niedriger Wert = schlechter, höherer Wert = besser, bester Wert = grün, schlechteste Wert = rot)

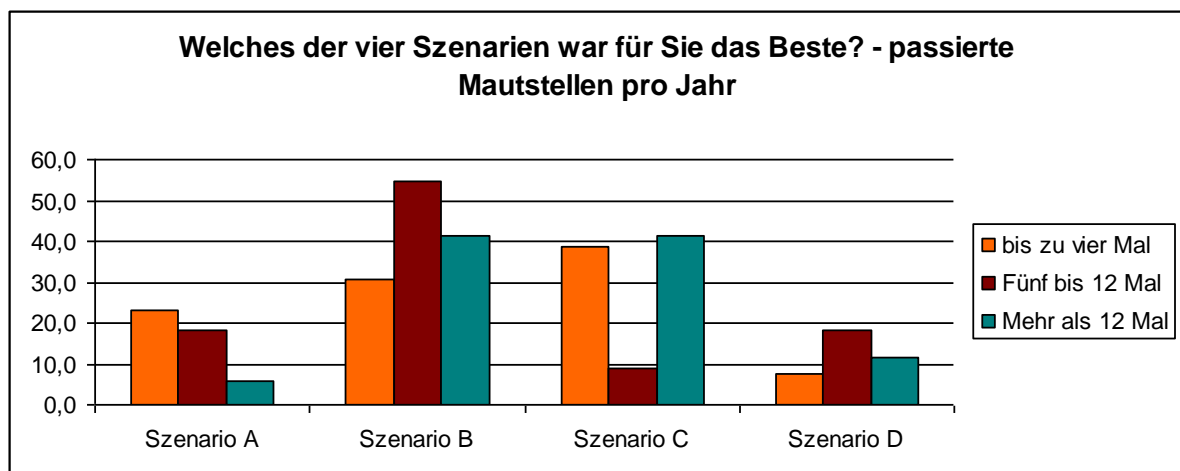


Abbildung 100 :Allgemeine Beurteilung aller vier Szenarien nach Mautstellenerfahrung

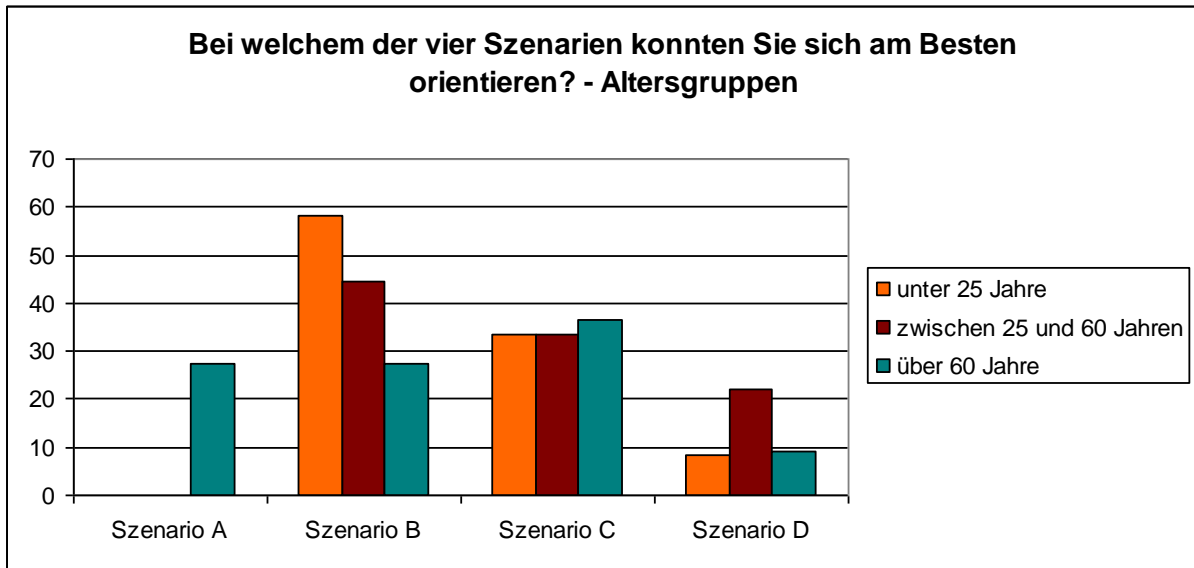


Abbildung 101: Einschätzung der besten Orientierung bei allen vier Szenarien nach Altersgruppen

Bezüglich Fahrleistung ergibt sich ein eindeutiges Bild. In beiden Gruppen (unter 15.000km/Jahr und über 15.000km/Jahr) wählten die Probanden das minimale Informationssystem (B) als das Beste (allgemein und Orientierung). Bei der Frage nach der Orientierung wurde das Farbleitsystem (D) zusätzlich von gleich viel Probanden mit einer Fahrleistung von über 15.000km/Jahr angegeben. Am Schlechtesten bewerten die Probanden mit weniger Fahrleistung das Farbleitsystem (D) während die Probanden mit höherer Fahrleistung das Ausgangsszenario (A) am schlechtesten bewerteten.

Tabelle 18: Allgemeine Beurteilung und Einschätzung der besten Orientierung bei allen vier Szenarien nach jährlicher Fahrleistung in Prozent

	Welches der vier Szenarien war für Sie das Beste ?		Bei welchem der vier Szenarien konnten Sie sich am besten orientieren ?	
	bis 15.000 km/Jahr	über 15.000 km/Jahr	bis 15.000 km/Jahr	über 15.000 km/Jahr
Szenario A Ausgangsszenario	15,4	13,3	7,7	6,7
Szenario B	46,2	33,3	50,0	33,3

Minimales Informationssystem				
Szenario C aufbauendes Informationssystem	34,6	26,7	38,5	26,7
Szenario D Farbleitsystem	3,8	26,7	3,8	33,3
Gesamt	100	100	100	100

(niedriger Wert = schlechter, höherer Wert = besser, bester Wert = grün, schlechteste Wert = rot)

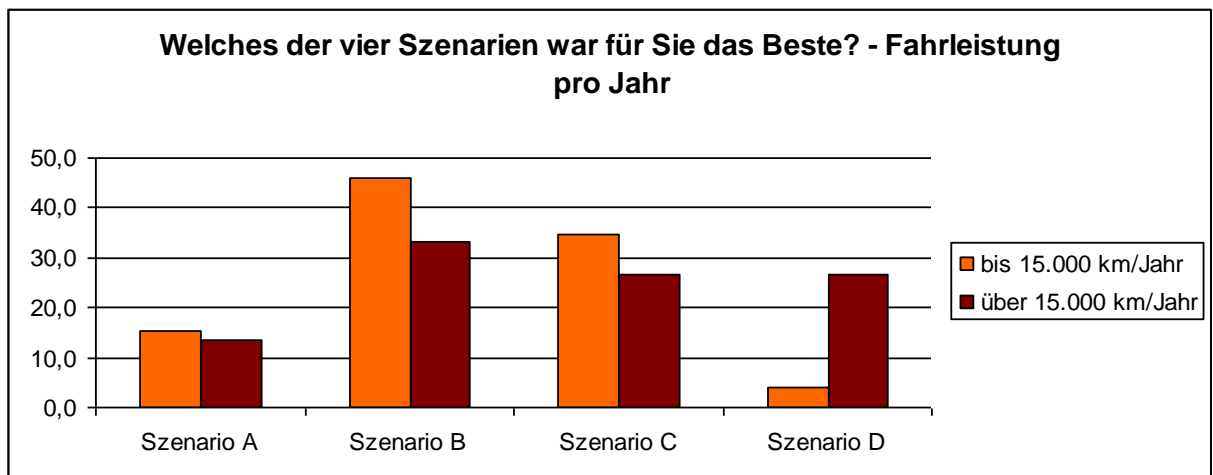


Abbildung 102: Allgemeine Beurteilung aller vier Szenarien nach jährlicher Fahrleistung

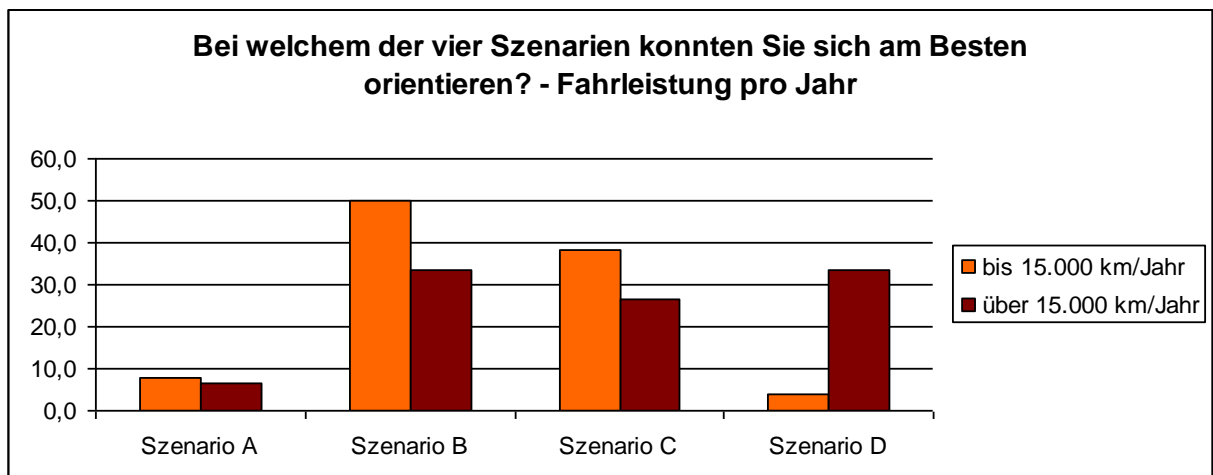


Abbildung 103: Einschätzung der besten Orientierung bei allen vier Szenarien nach jährlicher Fahrleistung

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass nach Beendigung des Versuchs und damit nach der Möglichkeit alle vier Szenarien miteinander zu vergleichen, die Probanden eindeutig das minimale Informationssystem (B) am besten bewerteten. Lediglich die über 60 Jährigen und die Testpersonen mit wenig Mautstellenerfahrung präferieren ein anderes Szenario. Auf der anderen Seite werden das Ausgangsszenario (A) und das Szenario mit dem Farbleitsystem (D) allgemein von den verschiedenen Gruppen als am schlechtesten bewertet.

Tabelle 19: Übersicht über die allgemeine Beurteilung insgesamt und der verschiedenen Untergruppen in Prozent

	A	B	C	D
	Ausgangs- szenario	minimale Informations- system	aufbauende Informations- systems	Farbleit- system
Insgesamt	14,6	41,5	31,7	12,2
Männlich	9,5	38,1	38,1	14,3
Weiblich	20	45	25	10
unter 25 Jahre	18,2	45,5	36,4	
zwischen 25 und 60 Jahren		44,4	33,3	22,2
über 60 Jahre	36,4	27,3	27,3	9,1
Mautstelle bis zu 4x/Jahr	23,1	30,8	38,5	7,7
Mautstelle 5 bis 12x/Jahr	18,2	54,5	9,1	18,2
Mautstelle öfter als 12x/Jahr	5,9	41,2	41,2	11,8
bis 15.000 km/Jahr	15,4	46,2	34,6	3,8
über 15.000 km/Jahr	13,3	33,3	26,7	26,7

(niedriger Wert = schlechter, höherer Wert = besser, bester Wert = grün, schlechteste Wert = rot)

Ähnlich wie bei der allgemeinen Bewertung wird auch das minimale Informationssystem (B) hinsichtlich der Orientierung insgesamt und auch von den meisten Gruppen am besten bewertet. Lediglich die über 60 jährigen aber diesmal auch die Männer gaben an, sich beim aufbauenden Informationssystem besser orientieren zu können. Insbesondere das Ausgangsszenario (A) aber auch das Szenario mit dem Farbleitsystem (D) wird bezüglich der Orientierung von den verschiedenen Gruppen als am schlechtesten bewertet.

Tabelle 20: Übersicht über die Einschätzung der besten Orientierung bei allen vier Szenarien insgesamt und der verschiedenen Untergruppen in Prozent

	A	B	C	D
	Ausgangs-szenario	minimale Informations-system	aufbauende Informations-systems	Farbleit-system
Insgesamt	7,3	43,9	34,1	14,6
Männlich	4,8	33,3	42,9	19
Weiblich	10	55	25	10
unter 25 Jahre		54,5	36,4	9,1
zwischen 25 und 60 Jahren		44,4	33,3	22,2
über 60 Jahre	27,3	27,3	36,4	9,1
Mautstelle bis zu 4x/Jahr	15,4	38,5	38,5	7,7
Mautstelle 5 bis 12x/Jahr	9,1	45,5	18,2	27,3
Mautstelle öfter als 12x/Jahr		47,1	41,2	11,8
bis 15.000 km/Jahr	7,7	50	38,5	3,8
über 15.000 km/Jahr	6,7	33,3	26,7	33,3

(niedriger Wert = schlechter, höherer Wert = besser, bester Wert = grün, schlechteste Wert = rot)

2.5.4. Erfüllte Aufgaben

Zu Beginn jeder Fahrt wurde den Probanden eine Aufgabe gestellt, in welcher Form sie bei der Mautstelle zahlen sollen: Videomaut (nur für Szenario A), mit Karte (entweder manuell oder selfservice) oder bar (entweder manuell oder selfservice). Dabei wurden die Aufgaben nach Kartenzahlung oder Barzahlung (Videomaut für Szenario A) in etwa jeweils gleich oft verteilt.

27 Testpersonen konnten in alle vier Szenarien die Aufgabe ohne Fehler bewältigen. Zwölf Probanden wählten zumindest bei einer Durchfahrt die falsche Mautstelle und zwei Probanden hatten bei zwei Szenarien Probleme die richtige Mautstelle zu finden.

Tabelle 21: Übersicht über die Anzahl der Fehler pro Testperson

Anzahl Fehler	Testpersonen
0	27
1	12
2	2

Die meisten Fehler traten auf, wenn die Probanden die Aufgabe hatten mit einer Karte zu zahlen (insgesamt zwölf Fehler) und hier insbesondere wenn ein Selfservice-Schalter genutzt werden sollte (zehn Fehler). Auch wenn die Kartenzahlung bei einem manuellen Schalter erfolgen sollte, wurde diese Aufgabe zwei Mal nicht bewältigt. Bei der Aufgabe bar zu zahlen gab es jeweils zwei Mal Probleme, wenn entweder ein Selfservice-Schalter oder ein manueller Schalter verwendet werden sollte. Beim Ausgangsszenario (A) gab es keine Probleme wenn die Aufgabe war die Videomaut zu nutzen.

Tabelle 22: Übersicht über die Anzahl der Fehler nach Zahlung mit Karte

Aufgabe Spurwahl	Aufgabe erfüllt	Anzahl
Selfservice	ja	41
	nein	10
Manuell	ja	22
	nein	2

Tabelle 23: Übersicht über die Anzahl der Fehler nach Barzahlung

Aufgabe Spurwahl	Aufgabe erfüllt	Anzahl
Selfservice	ja	23
	nein	2
Manuell	ja	41
	nein	2

Tabelle 24: Übersicht über die Anzahl der Fehler bei der Videomaut

Aufgabe Spurwahl	Aufgabe erfüllt	Anzahl
Videomaut nicht links	ja	21
	nein	0

Die meisten Fehler wurden im Ausgangsszenario (neun Fehler) gemacht und hier ausschließlich wenn mit Karte gezahlt werden sollte. Auch bei Szenario D (Farbleitsystem) konnten vier Testpersonen die gestellte Aufgabe nicht erfüllen, während das beim Szenario B (minimales Informationssystem) zwei Mal und bei Szenario C (aufbauendes Informationssystems) nur einmal der Fall war.

Tabelle 25: Übersicht über die Anzahl der Fehler nach Szenario

	Anzahl Fehler
Aufgabe Szenario A - Ausgangsszenario	9
Aufgabe Szenario B - minimales Informationssystem	2
Aufgabe Szenario C - aufbauendes Informationssystems	1
Aufgabe Szenario D - Farbleitsystem	4
Insgesamt	16

Tabelle 26: Übersicht über die Anzahl der Fehler nach Szenario und Bezahlart

		Aufgabe Spurwahl	Aufgabe erfüllt	Anzahl
Aufgabe Szenario A Ausgangsszenario	ohne	Videomaut nicht links	ja	21
			nein	0
	Karte	Manuell	ja	0
			nein	1
		Kreditkartenspur	ja	11
			nein	8
Aufgabe Szenario B minimale Informationssystem	Bar	Selfservice	ja	4
			nein	1
		Manuell	ja	16
			nein	0
	Karte	Selfservice	ja	11
			nein	0
		Manuell	ja	8
			nein	1
Aufgabe Szenario C aufbauendes Informationssystems	Bar	Selfservice	ja	10
			nein	0
		Manuell	ja	13
			nein	1
	Karte	Selfservice	ja	9
			nein	0
		Manuell	ja	8
			nein	0
Aufgabe Szenario D	Bar	Selfservice	ja	9

Farbleitsystem		Manuell	nein	1
			ja	12
			nein	1
	Karte	Selfservice	ja	10
			nein	2
		Manuell	ja	6
nein	0			
Insgesamt				164

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass rund ein Drittel der Probanden zumindest eine gestellte Aufgabe in einem der vier Szenarien nicht erfüllen konnte. Die meisten Probleme verursachten die Aufgaben bei denen mit Karte gezahlt werden musste und hier insbesondere wenn dazu ein Selfservice-Schalter verwendet werden sollte. Bezüglich der unterschiedlichen Szenarien verursachte das Ausgangsszenario die meisten Probleme, bei der ein Viertel der Probanden die gestellte Aufgabe nicht erfüllen konnte.

2.5.5. Anforderungen

Nach Absolvierung eines Szenarios wurden die Testpersonen gebeten einen Fragebogen auszufüllen. Der erste Teil des Fragebogens hatte das Ziel, abzuschätzen welche verschiedenen Anforderungen (siehe folgende Übersicht) das Fahren bzw. das Bewältigen der Aufgabe an die Probanden stellte. Die Probanden gaben auf einer 10-teiligen Skala jeweils an, ob das Durchfahren des jeweiligen Szenarios eine eher hohe oder eher niedrige Anforderung an sie stellte.

Tabelle 27: Abgefragte Anforderungen und jeweilige Erklärung

Anforderungen	Erklärung
Geistige Anforderung	Denken, Entscheiden, Beobachten, Suchen, usw.
Körperliche Anforderung	Lenken, drücken, Gas geben usw.
Zeitliche Anforderungen	Zeitdruck
Leistung	Zufriedenheit mit der Aufgabenbewältigung
Anstrengung	mentale und körperliche Anstrengung
Frustration	unsicher, entmutigt, irritiert, gestresst, genervt

Betrachtet man die durchschnittlichen Werte so kommt man zu dem Schluss, dass das Ausgangsszenario (A) die höchsten Anforderungen an die Probanden stellte. Andererseits zeigt sich, dass das Szenario B (minimales Informationssystem) die geringsten geistigen und körperlichen Anforderungen mit sich brachte und auch die wenigste Frustration auslöste. Szenario C (aufbauendes Informationssystem) wiederum erzielte die besten Werte bei der zeitlichen Anforderung und der allgemeinen Anstrengung und die Probanden waren auch mit ihrer eigenen Leistung am zufriedensten. Lediglich bei der körperlichen Anstrengung meinten die Versuchspersonen, dass dieses Szenario am anstrengendsten war.

Tabelle 28: Übersicht über verschiedene Anforderung nach Szenario (Durchschnittswert 10teilige Skala)

	A	B	C	D
	Ausgangs-szenario	minimale Informations-system	aufbauende Informations-systems	Farbleitsystem
Geistige Anforderung	5,1	3,4	3,6	4,9
Körperliche Anforderung	2,7	2,3	2,7	2,6
Zeitliche Anforderungen	3,4	2,5	2,4	3,2
Leistung	3,6	3,0	2,9	3,5
Allgemeine Anstrengung	4,1	3,1	2,9	3,9
Frustration	3,8	2,2	2,5	3,1

(niedriger Wert = besser, höherer Wert = schlechter, bester Wert = grün, schlechteste Wert = rot)

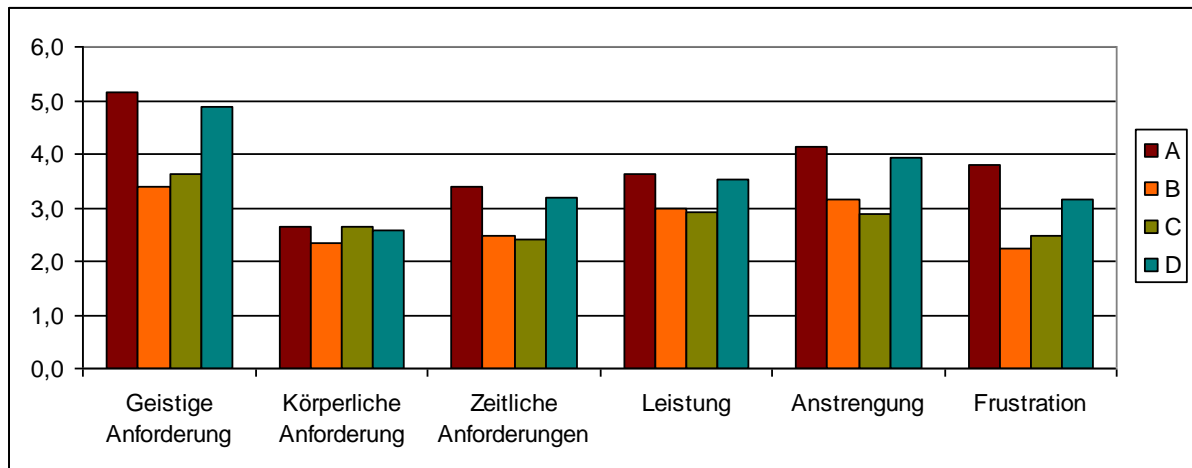


Abbildung 104: Vergleich verschiedene Anforderung nach Szenario (Durchschnittswert 10teilige Skala)

Im Vergleich mit dem Ausgangsszenario (A) zeigt sich, dass das minimale Informationssystem (B) und das aufbauende Informationssystem (C) sowohl bei der geistigen und zeitlichen Anforderung als auch bei der allgemeinen Anstrengung und hervorgerufenen Frustration signifikant besser abschneiden.

Tabelle 29: t-Test bei gepaarten Stichproben Vergleich Szenario A/B

	t	df	Sig. (2-seitig)
Geistige Anforderung A/B	4,21	40	0,00
Körperliche Anforderung A/B	1,36	40	0,18
Zeitliche Anforderungen A/B	2,66	39	0,01
Leistung A/B	1,31	39	0,20
Allgemeine Anstrengung A/B	2,48	40	0,02
Frustration A/B	3,29	40	0,00

Tabelle 30: t-Test bei gepaarten Stichproben Vergleich Szenario A/C

	t	df	Sig. (2-seitig)
Geistige Anforderung A/C	2,84	40	0,01
Körperliche Anforderung A/C	0	40	1
Zeitliche Anforderungen A/C	2,54	39	0,02
Leistung A/C	1,14	39	0,26
Allgemeine Anstrengung A/C	2,48	40	0,02
Frustration A/C	2,29	40	0,03

Tabelle 31: t-Test bei gepaarten Stichproben Vergleich Szenario A/D

	t	df	Sig. (2-seitig)
Geistige Anforderung A/D	0,51	40	0,61
Körperliche Anforderung A/D	0,37	40	0,71
Zeitliche Anforderungen A/D	0,55	39	0,58
Leistung A/D	0,21	39	0,84
Allgemeine Anstrengung A/D	0,47	40	0,64
Frustration A/D	1,27	40	0,21

Der Vergleich zwischen Männern und Frauen ergibt folgendes Bild. Für die Männer schneidet das Ausgangsszenario (A) bei allen Variablen am schlechtesten ab (bei der körperlich Anstrengung auch das Szenario B), während das aufbauende Informationssystem (C) bei fast allen Variablen am besten abschneidet. Lediglich die körperliche Anstrengung ist für die Männer beim Farbleitsystem (D) geringer und die gefüllte Frustration beim minimalen Informationssystem (B) genauso tief wie bei Szenario C.

Die teilnehmenden Frauen hingegen bewerten alle gefüllten Anforderungen beim minimalen Informationssystem (B) bzw. teilweise beim Szenario C (zeitliche Anforderung, Leistung, allgemeine Anstrengung) am geringsten. Am Schlechtesten werden von den Frauen das Ausgangsszenario (A) bei der geistigen und körperlichen bzw. bei der Frustration und das Farbleitsystem (D) bei der körperlichen und zeitlichen Anforderung bzw. bei der eigenen Leistung und der allgemeinen Anstrengung bewertet.

Tabelle 32: Übersicht über verschiedene Anforderung für Männer (Durchschnittswerte 10teilige Skala)

	A	B	C	D
	Ausgangs-szenario	minimale Informations-system	aufbauende Informations-systems	Farbleitsystem
Geistige Anforderung	4,9	3,5	3,1	4,2
Körperliche Anforderung	2,5	2,5	2,4	2,3
Zeitliche Anforderungen	3,4	2,2	2,1	2,3
Leistung	3,3	2,6	2,5	2,9
Allgemeine Anstrengung	4,2	3,1	2,5	3,1
Frustration	3,1	2,1	2,1	2,2

(niedriger Wert = besser, höherer Wert = schlechter, bester Wert = grün, schlechteste Wert = rot)

Tabelle 33: Übersicht über verschiedene Anforderung für Frauen (Durchschnittswerte 10teilige Skala)

	A	B	C	D
	Ausgangs-szenario	minimale Informations-system	aufbauende Informations-systems	Farbleitsystem
Geistige Anforderung	5,6	3,4	4,3	5,5
Körperliche Anforderung	2,9	2,3	3,1	2,9
Zeitliche Anforderungen	3,6	2,8	2,8	4,2
Leistung	4,1	3,4	3,4	4,2

Allgemeine Anstrengung	4,2	3,3	3,3	4,7
Frustration	4,6	2,5	2,9	3,9

(niedriger Wert = besser, höherer Wert = schlechter, bester Wert = grün, schlechteste Wert = rot)

Bezüglich des Alters zeigt sich, dass die beiden Szenarien B (geistige, körperliche und zeitlichen Anforderung) und C (zeitlichen Anforderung, allgemeine Anstrengung und Frustration) bei den unter 25 Jährigen am besten abschneiden. Lediglich die eigene Leistung wird hier im Ausgangsszenario am besten bewertet. Hingegen werden alle Variablen (ausgenommen die körperliche Anstrengung – Szenario A) beim Farbleitsystem am schlechtesten bewertet.

Tabelle 34: Übersicht über verschiedene Anforderung für unter 25jährige (Durchschnittswerte 10teilige Skala)

	A	B	C	D
	Ausgangs-szenario	minimale Informations-system	aufbauende Informations-systems	Farbleitsystem
Geistige Anforderung	5,3	3,2	3,8	5,6
Körperliche Anforderung	3,1	2,2	2,8	2,5
Zeitliche Anforderungen	2,4	2,2	2,0	2,8
Leistung	2,9	3,2	3,2	4,3
Allgemeine Anstrengung	3,4	3,2	2,6	4,8
Frustration	3,6	2,4	2,1	4,5

(niedriger Wert = besser, höherer Wert = schlechter, bester Wert = grün, schlechteste Wert = rot)

Auch die Probanden der mittleren Altersgruppe bewerten die beiden Szenarien B (alle Variablen) und C (alle Variablen außer körperlichen Anstrengung und Frustration) am besten. Hingegen wird das Ausgangsszenario (A) von dieser Gruppe am schlechtesten bewertet.

Tabelle 35: Übersicht über verschiedene Anforderung für Probanden zwischen 25 und 60 Jahren
(Durchschnittswerte 10teilige Skala)

	A	B	C	D
	Ausgangs- szenario	minimale Informations- system	aufbauende Informations- systems	Farbleitsystem
Geistige Anforderung	5,7	3,2	3,2	4,5
Körperliche Anforderung	2,4	2,0	2,2	2,4
Zeitliche Anforderungen	4,4	2,6	2,6	3,7
Leistung	4,0	1,9	1,9	2,9
Allgemeine Anstrengung	4,7	2,7	2,7	3,6
Frustration	3,9	1,8	2,1	2,8

(niedriger Wert = besser, höherer Wert = schlechter, bester Wert = grün, schlechteste Wert = rot)

Bei der Gruppe der über 60 Jährigen ergibt sich ein differenziertes Bild. Das Ausgangsszenario (A) wird bei der körperlichen Anstrengung und der eigenen Leistung am besten bewertet, während die zeitliche Anforderung, die allgemeine Anstrengung sowie die Frustration hier am höchsten ist. Das minimale Informationssystem (B) schneidet bei der geistigen Anforderung und bei der Frustration am besten ab, während hier die schlechteste Leistung erzielt wird. Das aufbauende Informationssystem (C) wiederum forderte den Probanden körperlich am meisten ab, stellte aber die geringste zeitliche und allgemeine Anstrengung für die Probanden dar. Das Farbleitsystem (D) schließlich hatte die höchste geistige Anforderung aber auch den besten Wert bei der Leistung.

Tabelle 36: Übersicht über verschiedene Anforderung für über 60jährige (Durchschnittswerte 10teilige Skala)

	A	B	C	D
	Ausgangs- szenario	minimale Informations- system	aufbauende Informations- systems	Farbleitsystem
Geistige Anforderung	3,8	3,4	3,6	4,5
Körperliche Anforderung	2,2	2,5	2,9	2,5
Zeitliche Anforderungen	2,7	2,4	2,3	2,4
Leistung	3,4	3,9	3,8	3,4
Allgemeine Anstrengung	3,7	3,3	2,8	3,3
Frustration	3,4	2,1	3,4	2,2

(niedriger Wert = besser, höherer Wert = schlechter, bester Wert = grün, schlechteste Wert = rot)

Bezüglich der unterschiedlichen Mautstellenerfahrung ergibt sich ein sehr unterschiedliches Bild. Die Probanden mit wenig Mautstellenerfahrung pro Jahr präferieren das Ausgangsszenario (körperliche und zeitliche Anforderung bzw. Leistung und allgemeine Anstrengung) und das minimale Informationssystem (geistige und körperliche Anforderung bzw. Frustration) und vergeben dafür die schlechtesten Werte fast ausschließlich bei Szenario D (Farbleitsystem).

Tabelle 37: Übersicht über verschiedene Anforderung für Probanden mit Mautstellenerfahrung bis zu 4x/Jahr (Durchschnittswerte 10teilige Skala)

	A	B	C	D
	Ausgangs-szenario	minimale Informations-system	aufbauende Informations-systems	Farbleitsystem
Geistige Anforderung	5,0	4,3	4,6	5,6
Körperliche Anforderung	2,8	2,8	3,4	3,2
Zeitliche Anforderungen	2,8	3,2	3,1	4,3
Leistung	2,6	3,8	3,5	4,2
Allgemeine Anstrengung	3,5	4,0	3,8	5,0
Frustration	3,2	3,1	3,1	4,5

(niedriger Wert = besser, höherer Wert = schlechter, bester Wert = grün, schlechteste Wert = rot)

Die Testpersonen die angaben, dass sie fünf bis zwölf Mal pro Jahr eine Mautstelle passieren, bewerteten das minimale Informationssystem (B) am besten. Lediglich Szenario A (Ausgangsszenario), bei der eigenen Leistung und Szenario C (aufbauendes Informationssystem) bei der allgemeinen Anstrengung schneiden hier besser ab. Dafür werden alle Szenarien außer dem minimalen Informationssystem bei zumindest drei Variablen am schlechtesten bewertet.

Tabelle 38: Übersicht über verschiedene Anforderung für Probanden mit Mautstellenerfahrung von 5 bis 12x/Jahr (Durchschnittswerte 10teilige Skala)

	A	B	C	D
	Ausgangs-szenario	minimale Informations-system	aufbauende Informations-systems	Farbleitsystem
Geistige Anforderung	4,3	2,5	3,2	3,9
Körperliche Anforderung	2,1	1,9	2,4	2,5
Zeitliche Anforderungen	2,4	1,7	2,4	2,4
Leistung	2,0	2,3	3,8	2,9
Allgemeine Anstrengung	3,1	2,7	2,5	3,1
Frustration	1,9	1,5	3,0	2,2

(niedriger Wert = besser, höherer Wert = schlechter, bester Wert = grün, schlechteste Wert = rot)

Eine klare Präferenz zeigt sich hingegen wieder bei der Gruppe die öfter als zwölf Mal pro Jahr eine Mautstelle passiert. Hier erzielt das aufbauende Informationssystem (C) die Besten und das Ausgangsszenario (A) ausschließlich die schlechtesten Werte.

Tabelle 39: Übersicht über verschiedene Anforderung für Probanden mit Mautstellenerfahrung öfter als 12x/Jahr (Durchschnittswerte 10teilige Skala)

	A	B	C	D
	Ausgangs-szenario	minimale Informations-system	aufbauende Informations-systems	Farbleitsystem
Geistige Anforderung	5,8	3,3	3,2	4,9
Körperliche Anforderung	2,9	2,2	2,3	2,1
Zeitliche Anforderungen	4,5	2,4	1,9	2,9
Leistung	5,4	2,8	1,8	3,4
Allgemeine Anstrengung	5,2	2,8	2,4	3,6
Frustration	5,5	2,1	1,6	2,8

(niedriger Wert = besser, höherer Wert = schlechter, bester Wert = grün, schlechteste Wert = rot)

Die Probanden die jährlich weniger als 15.000 km pro Jahr fahren bewerteten beiden Szenarien B (geistige, körperliche und allgemeine Anstrengung, zeitliche Anforderung) und C (Leistung, allgemeine Anstrengung und Frustration) am besten, dafür fast ausschließlich das Farbleitsystem (D) am schlechtesten. Lediglich das Szenario C verursachte bei dieser Gruppe eine höhere körperliche Anstrengung und das Ausgangsszenario einen gleich hohen Frustrationslevel.

Tabelle 40: Übersicht über verschiedene Anforderung für Probanden mit einer Fahrleistung von unter 15.000 Kilometer/Jahr (Durchschnittswerte 10teilige Skala)

	A	B	C	D
	Ausgangs-szenario	minimale Informations-system	aufbauende Informations-systems	Farbleitsystem
Geistige Anforderung	5,2	4,0	4,4	5,4
Körperliche Anforderung	2,9	2,7	3,1	2,9
Zeitliche Anforderungen	3,2	2,5	2,7	3,3
Leistung	3,3	3,3	2,9	4,0
Allgemeine Anstrengung	4,1	3,5	3,5	4,3
Frustration	3,6	2,6	2,4	3,6

(niedriger Wert = besser, höherer Wert = schlechter, bester Wert = grün, schlechteste Wert = rot)

Die Gruppe der Testpersonen die jährlich mehr als 15.000 km pro Jahr fahren bewertete hingegen ausschließlich das Ausgangsszenario (A) am schlechtesten während abermals das minimale Informationssystem (körperliche Anforderung, Leistung, Frustration) und das aufbauende Informationssystem (geistige, zeitliche Anforderung, allgemeine Anstrengung) hier am besten abschneiden.

Tabelle 41: Übersicht über verschiedene Anforderung für Probanden mit einer Fahrleistung von über 15.000 Kilometer/Jahr (Durchschnittswerte 10teilige Skala)

	A	B	C	D
	Ausgangs-szenario	minimale Informations-system	aufbauende Informations-systems	Farbleitsystem
Geistige Anforderung	5,0	2,4	2,3	4,0
Körperliche Anforderung	2,3	1,8	1,9	1,9
Zeitliche Anforderungen	3,7	2,4	1,8	3,0
Leistung	4,1	2,5	2,9	2,7
Allgemeine Anstrengung	4,2	2,6	1,9	3,3
Frustration	4,2	1,7	2,6	2,4

(niedriger Wert = besser, höherer Wert = schlechter, bester Wert = grün, schlechteste Wert = rot)

- Zusammenfassend lässt sich sagen, dass bei fast allen Anforderungen das minimalen Informationssystem (B) bzw. das aufbauende Informationssystem (C) am besten bewertet und damit die geringsten Anforderungen an die Probanden stellte. Hingegen zeigt sich, dass das Ausgangsszenario (A) und das Farbleitsystem (D) bei den verschiedenen Gruppen die höchsten Anforderungen stellten.
- Bei der **geistigen Anforderung** wird das minimale Informationssystem (B) am besten bewertet. Lediglich Männer, die mittlere Altersgruppe und jene die viel Fahrleistung und daher auch mehr Erfahrung mit Mautstellen haben präferieren hier das aufbauende Informationssystem (C).
- Das minimale Informationssystem (B) verursacht bei den meisten Gruppen auch die geringste **körperliche Anforderung**.
- Die **zeitliche Anforderung** wird am geringsten beim minimalen (B) bzw. beim aufbauenden Informationssystem (C) eingeschätzt.
- Auch bei der Einschätzung der **eigenen Leistung** zeigt sich, dass die meisten Gruppen bei der Durchfahrt des aufbauenden Informationssystems (C) am zufriedensten waren. Dies ist die einzige Anforderung bei der das Ausgangsszenario (A) zumindest bei vier Gruppen (unter 25 Jahre und über 60 Jahre, höchstens 12x Mautstelle/Jahr) am besten bewertet wird.
- Das aufbauende Informationssystem (C) wird auch bezüglich der **allgemeinen Anstrengung** am besten bewertet. Nur Frauen, die mittlere Altersgruppe sowie jene

Probanden, die weniger als 15.000 km pro Jahr fahren, vergeben auch für das minimale Informationssystem (B) genauso gute Werte.

- Die geringste **Frustration** bei den meisten Gruppen verursachen wiederum die Szenarien B und C (minimales und aufbauendes Informationssystem).

Tabelle 42: Übersicht über geistige Anforderung insgesamt und nach Untergruppen (Durchschnittswerte 10teilige Skala)

Geistige Anforderung	A	B	C	D
	Ausgangs-szenario	minimale Informations-system	aufbauende Informations-systems	Farbleit-system
Insgesamt	5,1	3,4	3,6	4,9
Männlich	4,9	3,5	3,1	4,2
Weiblich	5,6	3,4	4,3	5,5
unter 25 Jahre	5,3	3,2	3,8	5,6
zwischen 25 und 60 Jahren	5,7	3,2	3,2	4,5
über 60 Jahre	3,8	3,4	3,6	4,5
Mautstelle bis zu 4x/Jahr	5	4,3	4,6	5,6
Mautstelle 5 bis 12x/Jahr	4,3	2,5	3,2	3,9
Mautstelle öfter als 12x/Jahr	5,8	3,3	3,2	4,9
bis 15.000 km/Jahr	5,2	4	4,4	5,4
über 15.000 km/Jahr	5	2,4	2,3	4

(niedriger Wert = besser, höherer Wert = schlechter, bester Wert = grün, schlechteste Wert = rot)

Tabelle 43: Übersicht über körperliche Anforderung insgesamt und nach Untergruppen (Durchschnittswerte 10teilige Skala)

Körperliche Anforderung	A	B	C	D
	Ausgangs-szenario	minimale Informations-system	aufbauende Informations-systems	Farbleit-system
Insgesamt	2,7	2,3	2,7	2,6
Männlich	2,5	2,5	2,4	2,3
Weiblich	2,9	2,3	3,1	2,9
unter 25 Jahre	3,1	2,2	2,8	2,5
zwischen 25 und 60 Jahren	2,4	2	2,2	2,4
über 60 Jahre	2,2	2,5	2,9	2,5
Mautstelle bis zu 4x/Jahr	2,8	2,8	3,4	3,2
Mautstelle 5 bis 12x/Jahr	2,1	1,9	2,4	2,5
Mautstelle öfter als 12x/Jahr	2,9	2,2	2,3	2,1
bis 15.000 km/Jahr	2,9	2,7	3,1	2,9
über 15.000 km/Jahr	2,3	1,8	1,9	1,9

(niedriger Wert = besser, höherer Wert = schlechter, bester Wert = grün, schlechteste Wert = rot)

Tabelle 44: Übersicht über zeitliche Anforderungen insgesamt und nach Untergruppen (Durchschnittswerte 10teilige Skala)

Zeitliche Anforderungen	A	B	C	D
	Ausgangs-szenario	minimale Informations-system	aufbauende Informations-systems	Farbleit-system
Insgesamt	3,4	2,5	2,4	3,2
Männlich	3,4	2,2	2,1	2,3
Weiblich	3,6	2,8	2,8	4,2
unter 25 Jahre	2,4	2,2	2	2,8
zwischen 25 und 60 Jahren	4,4	2,6	2,6	3,7
über 60 Jahre	2,7	2,4	2,3	2,4
Mautstelle bis zu 4x/Jahr	2,8	3,2	3,1	4,3
Mautstelle 5 bis 12x/Jahr	2,4	1,7	2,4	2,4
Mautstelle öfter als 12x/Jahr	4,5	2,4	1,9	2,9
bis 15.000 km/Jahr	3,2	2,5	2,7	3,3
über 15.000 km/Jahr	3,7	2,4	1,8	3

(niedriger Wert = besser, höherer Wert = schlechter, bester Wert = grün, schlechteste Wert = rot)

Tabelle 45: Übersicht über Leistung insgesamt und nach Untergruppen (Durchschnittswerte 10teilige Skala)

Leistung	A	B	C	D
	Ausgangs-szenario	minimale Informations-system	aufbauende Informations-systems	Farbleit-system
Insgesamt	3,6	3	2,9	3,5
Männlich	3,3	2,6	2,5	2,9
Weiblich	4,1	3,4	3,4	4,2
unter 25 Jahre	2,9	3,2	3,2	4,3
zwischen 25 und 60 Jahren	4	1,9	1,9	2,9
über 60 Jahre	3,4	3,9	3,8	3,4
Mautstelle bis zu 4x/Jahr	2,6	3,8	3,5	4,2
Mautstelle 5 bis 12x/Jahr	2	2,3	3,8	2,9
Mautstelle öfter als 12x/Jahr	5,4	2,8	1,8	3,4
bis 15.000 km/Jahr	3,3	3,3	2,9	4
über 15.000 km/Jahr	4,1	2,5	2,9	2,7

(niedriger Wert = besser, höherer Wert = schlechter, bester Wert = grün, schlechteste Wert = rot)

Tabelle 46: Übersicht über allgemeine Anstrengung insgesamt und nach Untergruppen (Durchschnittswerte 10teilige Skala)

Allgemeine Anstrengung	A	B	C	D
	Ausgangs-szenario	minimale Informations-system	aufbauende Informations-systems	Farbleit-system
Insgesamt	4,1	3,1	2,9	3,9
Männlich	4,2	3,1	2,5	3,1
Weiblich	4,2	3,3	3,3	4,7
unter 25 Jahre	3,4	3,2	2,6	4,8
zwischen 25 und 60 Jahren	4,7	2,7	2,7	3,6
über 60 Jahre	3,7	3,3	2,8	3,3
Mautstelle bis zu 4x/Jahr	3,5	4	3,8	5
Mautstelle 5 bis 12x/Jahr	3,1	2,7	2,5	3,1
Mautstelle öfter als 12x/Jahr	5,2	2,8	2,4	3,6
bis 15.000 km/Jahr	4,1	3,5	3,5	4,3
über 15.000 km/Jahr	4,2	2,6	1,9	3,3

(niedriger Wert = besser, höherer Wert = schlechter, bester Wert = grün, schlechteste Wert = rot)

Tabelle 47: Übersicht über Frustration insgesamt und nach Untergruppen (Durchschnittswerte 10teilige Skala)

Frustration	A	B	C	D
	Ausgangs-szenario	minimale Informations-system	aufbauende Informations-systems	Farbleit-system
Insgesamt	3,8	2,2	2,5	3,1
Männlich	3,1	2,1	2,1	2,2
Weiblich	4,6	2,5	2,9	3,9
unter 25 Jahre	3,6	2,4	2,1	4,5
zwischen 25 und 60 Jahren	3,9	1,8	2,1	2,8
über 60 Jahre	3,4	2,1	3,4	2,2
Mautstelle bis zu 4x/Jahr	3,2	3,1	3,1	4,5
Mautstelle 5 bis 12x/Jahr	1,9	1,5	3	2,2
Mautstelle öfter als 12x/Jahr	5,5	2,1	1,6	2,8
bis 15.000 km/Jahr	3,6	2,6	2,4	3,6
über 15.000 km/Jahr	4,2	1,7	2,6	2,4

(niedriger Wert = besser, höherer Wert = schlechter, bester Wert = grün, schlechteste Wert = rot)

2.5.6. Benutzerfreundlichkeit

Im zweiten Teil des Fragebogens den die Probanden nach Absolvierung jedes Szenarios ausfüllten, ging es um die Benutzerfreundlichkeit, die Gestaltung der Mautstellen, die Ankündigung und um die Bodenmarkierungen und Hinweisschilder. Im Folgenden ein Überblick über die insgesamt zwölf Fragen die zu diesen Themen gestellt und die in weitere Folge zu Indizes zusammengefasst wurden.

Tabelle 48: Übersicht Fragen zur Benutzerfreundlichkeit

Index	Fragen
Ankündigung der Mautstelle	Ich fand die Ankündigungen der Mautstelle unnötig komplex.
	Ich denke, die Ankündigungen der Mautstelle waren einfach zu verstehen.
Bodenmarkierung	Ich halte die verschiedenen Informationen auf der Fahrbahn für hilfreich.
	Ich fand, dass mir die Bodenmarkierungen direkt bei der Mautstelle halfen, mich leicht zu orientieren.
Gestaltung der Mautstelle	Ich fand die Gestaltung der Mautstelle unnötig komplex.
	Ich denke, die Gestaltung der Mautstelle war einfach zu verstehen.
	Ich kann mir vorstellen, dass die meisten Leute sehr schnell verstehen, wie sie an dieser Mautstelle bezahlen können.
	Ich kann mir vorstellen, dass die meisten Leute sehr schnell verstehen, ich welcher Spur sie sich einordnen können.
	Ich fühlte mich beim Passieren der Mautstelle sehr sicher.
Hinweisschilder	Ich halte die verschiedenen Informationen auf den Beschilderungen für hilfreich.
	Ich fand die Verkehrszeichen vor der Mautstelle klar und deutlich.
	Ich fand, dass mir die Hinweisschilder direkt bei der Mautstelle halfen, mich leicht zu orientieren.

Benutzerfreundlichkeit (1=stimme überhaupt nicht zu, 5=Stimme voll zu)

Ankündigung der Mautstelle

Bezüglich der Ankündigung der Mautstelle zeigt sich ein eindeutiges Ergebnis, das insgesamt aber auch alle unterschiedlichen Gruppen das aufbauende Informationssystem (C) am besten bewerten. Nur die mittlere Altersgruppe und die über 60 Jährigen sowie jene Probanden, die pro Jahr höchstens vier Mal eine Mautstelle passieren, bewerten das Szenario B (minimales Informationssystem) ebenso gut. Die schlechteste Bewertung für die Ankündigung der Mautstelle erhält das Szenario A (Ausgangsszenario) sowie das Szenario D (Farbleitsystem - unter 25 Jährigen, Mautstelle höchstens zwölf Mal pro Jahr, unter 15.000 km/Jahr).

Tabelle 49 :Übersicht über die Bewertung der Ankündigung der Mautstelle insgesamt und nach Untergruppen (Durchschnittswerte 5teilige Skala)

	A	B	C	D
	Ausgangs-szenario	minimale Informations-system	aufbauende Informations-systems	Farbleit-system
Insgesamt	3,5	4,1	4,3	3,8
Männlich	3,5	4,1	4,2	4,0
Weiblich	3,4	4,1	4,4	3,6
unter 25 Jahre	4,0	4,0	4,6	3,8
zwischen 25 und 60 Jahren	3,1	4,3	4,3	3,9
über 60 Jahre	3,5	4,0	4,0	3,7
Mautstelle bis zu 4x/Jahr	3,8	4,4	4,4	3,7
Mautstelle 5 bis 12x/Jahr	3,8	3,8	4,0	3,5
Mautstelle öfter als 12x/Jahr	3,0	4,1	4,5	4,2
bis 15.000 km/Jahr	3,6	4,2	4,3	3,6
über 15.000 km/Jahr	3,2	4,0	4,4	4,2

(niedriger Wert = schlechter, höherer Wert = besser, bester Wert = grün, schlechteste Wert = rot)

Bodenmarkierung

Die verwendeten Bodenmarkierungen werden nicht so eindeutig von den verschiedenen Gruppen bewertet, wie die Ankündigung der Mautstelle. Jedoch zeigt sich wiederum, dass insgesamt und auch von den meisten Gruppen das aufbauende Informationssystem (C) bevorzugt wird. Insbesondere jene Gruppen die weniger oft mit dem Auto unterwegs sind und auch weniger oft pro Jahr Mautstellen passieren präferieren die Bodenmarkierungen des Ausgangsszenarios (A). Am schlechtesten für die Orientierung und die Informationsweitergabe wurden von den meisten Gruppen die Bodenmarkierungen des minimalen Informationssystems (B) und des Farbleitsystems (D) angesehen.

Tabelle 50: Übersicht über die Bewertung der Bodenmarkierungen insgesamt und nach Untergruppen (Durchschnittswerte 5teilige Skala)

	A	B	C	D
	Ausgangs-szenario	minimale Informations-system	aufbauende Informations-systems	Farbleit-system
Insgesamt	3,2	3,1	3,5	3,1
Männlich	3,4	3,0	3,3	3,4
Weiblich	3,1	3,3	3,6	2,9
unter 25 Jahre	2,8	2,4	3,4	2,5
zwischen 25 und 60 Jahren	3,6	3,6	3,5	3,5
über 60 Jahre	3,2	3,0	3,5	3,2
Mautstelle bis zu 4x/Jahr	3,3	2,8	2,8	2,5
Mautstelle 5 bis 12x/Jahr	3,8	3,0	3,3	3,5
Mautstelle öfter als 12x/Jahr	2,8	3,5	4,0	3,4
bis 15.000 km/Jahr	3,2	3,0	3,1	2,7
über 15.000 km/Jahr	3,4	3,4	4,1	4,0

(niedriger Wert = schlechter, höherer Wert = besser, bester Wert = grün, schlechteste Wert = rot)

Gestaltung der Mautstelle

Die Gestaltung der Mautstelle des Szenarios C (aufbauendes Informationssystem) wird insgesamt und auch von allen Gruppe (ausgenommen der mittleren Altersgruppe) als am besten angesehen. Hingegen beurteilen die meisten Gruppen die Gestaltung der Mautstelle des Ausgangsszenarios (A) und des Szenarios mit dem Farbleitsystem (D) am schlechtesten.

Tabelle 51: Übersicht über die Bewertung der Gestaltung der Mautstelle insgesamt und nach Untergruppen (Durchschnittswerte 5teilige Skala)

	A	B	C	D
	Ausgangs-szenario	minimale Informations-system	aufbauende Informations-systems	Farbleit-system
Insgesamt	3,2	3,7	4,0	3,4
Männlich	3,1	3,6	4,0	3,5
Weiblich	3,3	3,9	4,1	3,4
unter 25 Jahre	3,3	3,1	4,3	2,8
zwischen 25 und 60 Jahren	3,1	4,1	4,0	3,7
über 60 Jahre	3,3	3,6	3,8	3,6
Mautstelle bis zu 4x/Jahr	3,7	3,7	3,8	2,9
Mautstelle 5 bis 12x/Jahr	3,6	3,5	3,7	3,5
Mautstelle öfter als 12x/Jahr	2,6	3,9	4,4	3,8
bis 15.000 km/Jahr	3,2	3,7	4,0	3,1
über 15.000 km/Jahr	3,1	3,7	4,1	3,9

(niedriger Wert = schlechter, höherer Wert = besser, bester Wert = grün, schlechteste Wert = rot)

Hinweisschilder

Auch hinsichtlich der Verkehrszeichen und Hinweisschilder wurde das aufbauende Informationssystem (C) insgesamt und von den meisten Gruppen als jenes angesehen, bei dem man sich am besten orientieren kann. Hingegen wird die Beschilderung des Ausgangsszenarios (A) insgesamt und von fast allen Gruppen am schlechtesten bewertet.

Tabelle 52: Übersicht über die Bewertung der Hinweisschilder insgesamt und nach Untergruppen (Durchschnittswerte 5teilige Skala)

	A	B	C	D
	Ausgangs-szenario	minimale Informations-system	aufbauende Informations-systems	Farbleit-system
Insgesamt	3,2	3,9	4,1	3,5
Männlich	3,1	3,7	4,1	3,4
Weiblich	3,3	4,1	4,0	3,6
unter 25 Jahre	3,0	3,5	4,1	2,6
zwischen 25 und 60 Jahren	3,2	4,1	4,1	3,8
über 60 Jahre	3,4	3,7	4,0	3,8
Mautstelle bis zu 4x/Jahr	3,7	3,7	3,8	3,1
Mautstelle 5 bis 12x/Jahr	3,3	3,5	3,8	3,5
Mautstelle öfter als 12x/Jahr	2,8	4,3	4,5	3,8
bis 15.000 km/Jahr	3,2	3,8	3,9	3,2
über 15.000 km/Jahr	3,2	3,9	4,4	4,1

(niedriger Wert = schlechter, höherer Wert = besser, bester Wert = grün, schlechteste Wert = rot)

Hinsichtlich der Benutzerfreundlichkeit (Ankündigung und Gestaltung der Mautstelle, Verkehrszeichen und Hinweisschilder) bewerten die Probanden fast ausschließlich das aufbauende Informationssystem (C) am besten, während das Ausgangsszenario (A) und zum Teil auch das Farbleitsystem (D) am schlechtesten angesehen wird. Lediglich bei den Bodenmarkierungen schneidet das Ausgangsszenario (A) ähnlich gut ab wie das aufbauende Informationssystem (C). In diesem Falle werden die Bodenmarkierungen des Szenarios B (minimales Informationssystem) am schlechtesten bewertet.

2.5.7. Anforderungen

Die Testpersonen wurden ebenfalls nach Abschluss jedes Szenario gefragt, wie hoch die Anforderungen bezüglich diverser Aspekte für sie waren. Dazu sollten die Probanden dies auf ein 5-teiligen Skala, von sehr niedrigen (1) bis sehr hohen Anforderungen (5), einschätzen.

Orientierung

Bezüglich der Orientierung gab es drei Fragen (allgemeine Orientierung, Orientierung nach Bezahlungsart und Orientierung nach Fahrzeugtyp). Bei allen drei Fragen zeichnet sich ein ähnliches Bild ab. Das Ausgangsszenarios (A) wird fast durchwegs von den Probanden als am schlechtesten bewertet. Bei der allgemeinen Orientierung bewerten einige Probanden Gruppen (weiblich, unter 25 Jahre, Mautstelle 5 bis 12x/Jahr, Fahrleistung bis 15.000 km/Jahr) auch das Farbleitsystem (D) schlecht. Hingegen zeigt sich das bei der allgemeinen Orientierung und der Orientierung nach Bezahlungsart insbesondere das aufbauende Informationssystem (C) und bei der allgemeinen Orientierung und der Orientierung nach Fahrzeugtyp das minimale Informationssystems (B) am besten bewertet werden.

Tabelle 53: Übersicht über die Anforderungen bezüglich Orientierung allgemein insgesamt und nach Untergruppen (Durchschnittswerte 5teilige Skala)

	A	B	C	D
	Ausgangs-szenario	minimale Informations-system	aufbauende Informations-systems	Farbleit-system
Insgesamt	2,7	2,2	2,2	2,6
Männlich	2,8	2,2	2,1	2,6
Weiblich	2,5	2,3	2,3	2,7
unter 25 Jahre	2,7	2,2	2,6	3,5
zwischen 25 und 60 Jahren	2,7	2,1	2,0	2,3
über 60 Jahre	2,5	2,5	2,0	2,1
Mautstelle bis zu 4x/Jahr	2,8	2,6	2,5	2,7
Mautstelle 5 bis 12x/Jahr	2,0	1,5	2,5	2,5
Mautstelle öfter als 12x/Jahr	2,9	2,4	1,8	2,7

bis 15.000 km/Jahr	2,7	2,5	2,5	2,9
über 15.000 km/Jahr	2,6	1,8	1,7	2,1

(niedriger Wert = besser, höherer Wert = schlechter, bester Wert = grün, schlechteste Wert = rot)

Tabelle 54: Übersicht über die Anforderungen bezüglich Orientierung nach Zahlungsart insgesamt und nach Untergruppen (Durchschnittswerte 5teilige Skala)

	A	B	C	D
	Ausgangs-szenario	minimale Informations-system	aufbauende Informations-systems	Farbleit-system
Insgesamt	3,1	2,5	2,1	2,7
Männlich	3,3	2,9	2,1	2,6
Weiblich	3,0	2,2	2,2	2,9
unter 25 Jahre	2,6	2,6	2,5	3,6
zwischen 25 und 60 Jahren	3,4	2,4	2,1	2,6
über 60 Jahre	3,3	2,7	1,9	1,9
Mautstelle bis zu 4x/Jahr	3,1	2,9	2,4	3,0
Mautstelle 5 bis 12x/Jahr	2,2	2,0	2,5	2,5
Mautstelle öfter als 12x/Jahr	3,8	2,5	1,8	2,6
bis 15.000 km/Jahr	3,2	2,8	2,3	3,1
über 15.000 km/Jahr	3,0	1,9	1,8	2,1

(niedriger Wert = besser, höherer Wert = schlechter, bester Wert = grün, schlechteste Wert = rot)

Tabelle 55: Übersicht über die Anforderungen bezüglich Orientierung nach Fahrzeugtyp insgesamt und nach Untergruppen (Durchschnittswerte 5teilige Skala)

	A	B	C	D
	Ausgangs-szenario	minimale Informations-system	aufbauende Informations-systems	Farbleit-system
Insgesamt	2,3	1,7	1,7	2,1
Männlich	2,5	1,7	1,9	2,3
Weiblich	2,1	1,6	1,5	1,9
unter 25 Jahre	3,1	1,7	1,6	2,5
zwischen 25 und 60 Jahren	2,1	1,6	1,7	2,2
über 60 Jahre	2,0	1,5	1,9	1,5
Mautstelle bis zu 4x/Jahr	2,5	1,5	1,9	2,5
Mautstelle 5 bis 12x/Jahr	1,5	1,8	1,7	1,6
Mautstelle öfter als 12x/Jahr	2,6	1,6	1,5	2,1
bis 15.000 km/Jahr	2,3	1,7	1,7	2,2
über 15.000 km/Jahr	2,2	1,6	1,7	1,9

(niedriger Wert = besser, höherer Wert = schlechter, bester Wert = grün, schlechteste Wert = rot)

Überkopfbeschilderung

Auch die Überkopfbeschilderung im Ausgangsszenarios (A) wird von den Probanden und den meisten Untergruppen am schlechtesten bewertet. Ähnlich wie bei der Orientierung meinten auch hier die unter 25 jährigen, jene die Mautstelle 5 bis 12 Mal pro Jahr durchfahren und die Gruppe mit einer Fahrleistung bis 15.000 km/Jahr, dass das Farbleitsystem (D) die höchste Anforderung an sie stellte. Wiederum zeigt sich auch, dass die beiden Szenarien B (minimale Informationssystem) und C (aufbauende Informationssystem) sehr ähnlich bewertet wurde und besser als die anderen beiden Szenarien.

Tabelle 56: Übersicht über die Anforderungen bezüglich Überkopfbeschilderung insgesamt und nach Untergruppen (Durchschnittswerte 5teilige Skala)

	A	B	C	D
	Ausgangs-szenario	minimale Informations-system	aufbauende Informations-systems	Farbleit-system
Insgesamt	2,8	2,0	1,9	2,5
Männlich	2,8	2,0	2,0	2,4
Weiblich	2,8	1,9	1,9	2,7
unter 25 Jahre	2,7	2,2	2,5	3,1
zwischen 25 und 60 Jahren	2,9	1,8	1,6	2,6
über 60 Jahre	2,7	2,0	1,9	2,0
Mautstelle bis zu 4x/Jahr	2,7	1,9	2,5	2,8
Mautstelle 5 bis 12x/Jahr	2,4	2,1	1,9	2,4
Mautstelle öfter als 12x/Jahr	3,1	1,9	1,5	2,5
bis 15.000 km/Jahr	2,7	2,0	2,1	2,9
über 15.000 km/Jahr	2,9	1,9	1,5	1,9

(niedriger Wert = besser, höherer Wert = schlechter, bester Wert = grün, schlechteste Wert = rot)

Fahrbahnmarkierung und Fahrbahnbreite

Bezüglich der Fahrbahnmarkierung und der Information auf der Fahrbahn lässt sich sagen, dass alle Szenarien sehr ähnlich bewertet wurden. Nichts desto trotz schneidet hier das Farbleitsystem (D) fast durchwegs am schlechtesten ab, während wiederum das aufbauende Informationssystem (C) und das minimale Informationssystems (B) am besten bewertet werden.

Die Breite der Fahrspur bei der Mautstelle wird insgesamt, von beiden Geschlechtern und jenen Probanden mit wenig Fahrleistung beim minimale Informationssystems (B) und von fast allen anderen Untergruppen im Ausgangsszenario (A) als nicht ausreichend breit empfunden. Hier schneidet abermals das aufbauende Informationssystem (C) am besten ab.

Tabelle 57: Übersicht über die Anforderungen bezüglich Fahrbahnmarkierung insgesamt und nach Untergruppen (Durchschnittswerte 5teilige Skala)

	A	B	C	D
	Ausgangs- szenario	minimale Informations- system	aufbauende Informations- systems	Farbleit- system
Insgesamt	2,3	2,2	2,1	2,5
Männlich	2,3	2,0	2,1	2,6
Weiblich	2,4	2,4	2,0	2,4
unter 25 Jahre	2,5	1,9	1,9	2,9
zwischen 25 und 60 Jahren	2,2	2,2	1,8	2,4
über 60 Jahre	2,3	2,5	2,4	2,2
Mautstelle bis zu 4x/Jahr	2,3	2,5	2,2	2,8
Mautstelle 5 bis 12x/Jahr	2,2	2,1	1,8	2,5
Mautstelle öfter als 12x/Jahr	2,4	2,1	2,1	2,2
bis 15.000 km/Jahr	2,3	2,3	2,2	2,8
über 15.000 km/Jahr	2,4	2,0	1,8	2,0

(niedriger Wert = besser, höherer Wert = schlechter, bester Wert = grün, schlechteste Wert = rot)

Tabelle 58: Übersicht über die Anforderungen bezüglich Informationen auf der Fahrbahn insgesamt und nach Untergruppen (Durchschnittswerte 5teilige Skala)

	A	B	C	D
	Ausgangs-szenario	minimale Informations-system	aufbauende Informations-systems	Farbleit-system
Insgesamt	2,4	2,2	2,3	2,7
Männlich	2,3	2,2	2,5	2,9
Weiblich	2,4	2,3	2,1	2,6
unter 25 Jahre	2,4	1,9	2,1	2,8
zwischen 25 und 60 Jahren	2,1	2,2	2,1	2,4
über 60 Jahre	2,5	2,8	2,7	2,9
Mautstelle bis zu 4x/Jahr	2,2	2,7	2,8	2,8
Mautstelle 5 bis 12x/Jahr	2,2	1,7	2,0	2,3
Mautstelle öfter als 12x/Jahr	2,6	2,2	2,1	3,0
bis 15.000 km/Jahr	2,4	2,3	2,5	3,0
über 15.000 km/Jahr	2,2	2,1	1,9	2,2

(niedriger Wert = besser, höherer Wert = schlechter, bester Wert = grün, schlechteste Wert = rot)

Tabelle 59: Übersicht über die Anforderungen bezüglich Breite der Fahrspur bei der Mautstelle insgesamt und nach Untergruppen (Durchschnittswerte 5teilige Skala)

	A	B	C	D
	Ausgangs-szenario	minimale Informations-system	aufbauende Informations-systems	Farbleit-system
Insgesamt	1,9	2,0	1,7	1,8
Männlich	1,8	1,9	1,7	1,7

Weiblich	2,1	2,1	1,8	2,0
unter 25 Jahre	1,6	2,2	1,5	1,5
zwischen 25 und 60 Jahren	2,1	1,6	1,8	1,9
über 60 Jahre	1,8	2,1	1,7	1,8
Mautstelle bis zu 4x/Jahr	1,8	2,2	1,6	1,5
Mautstelle 5 bis 12x/Jahr	2,0	1,6	1,6	1,6
Mautstelle öfter als 12x/Jahr	1,9	2,0	1,9	2,2
bis 15.000 km/Jahr	1,9	2,2	1,8	1,9
über 15.000 km/Jahr	1,9	1,5	1,5	1,7

(niedriger Wert = besser, höherer Wert = schlechter, bester Wert = grün, schlechteste Wert = rot)

Hinsichtlich verschiedener Anforderung (Orientierung, Überkopfbeschilderung, Fahrbahnmarkierung und Breite) zeigt sich, dass insbesondere das aufbauende Informationssystem (C) aber auch das minimale Informationssystem (B) am besten bewertet wird. Bei der Orientierung und der Überkopfbeschilderung empfinden die Probanden das Ausgangszenario (A) und bei der Fahrbahnmarkierung und den Informationen auf der Fahrbahn das Farbleitsystem (D) am schlechtesten. Die Fahrbahnbreite hingegen, bewerten die Testpersonen im minimalen Informationssystem (B) aber auch beim Ausgangszenario (A) als nicht ausreichend.

2.5.8. Beobachtungen

Die Testpersonen wurden während ihrer Fahrten mit einer Videokamera gefilmt. Die Kamera war nach vorne ausgerichtet. Somit konnte das Verhalten gegenüber anderen Verkehrsteilnehmern, Spur- und Geschwindigkeitsverhalten sowie mögliche Orientierungsprobleme der Probanden im Nachhinein ausgewertet werden. Dafür wurden die Videos geschnitten und nur die letzten ca. eineinhalb Minuten für diese Auswertung verwendet. Insgesamt standen 156 Einzelvideos zur Verfügung (bei zwei Probanden gab es Probleme mit der Videoaufnahme, daher konnten diese nicht für die Auswertung herangezogen werden). Das Verhalten der Testpersonen wurde auf Basis der folgenden Variablen beurteilt:

Tabelle 60: Beurteilungskriterien des Fahrverhaltens

Geschwindigkeit im Bereich der Mautstelle, ab der Einfahrt zur Videomautspur	Langsam	Proband bremst zumindest einmal kurzzeitig unter 20 km/h ab
	Zügig	Proband wählt durchgängig eine Geschwindigkeit zwischen 20 und 35 km/h
	Zu hoch	Proband wählt zumindest einmal eine Geschwindigkeit über 35 km/h
Spurwechsel auf den letzten 100m -	Über mehrere Spuren	Kurz vor Mautstelle erkennt Proband, dass er/sie eine andere Durchfahrt wählen muss und wechselt Spur über mehrere Spuren
	Quer über mehrere Spuren	Proband quert über mehrere Spuren
	Überfährt Sperrfläche	Kurz vor Mautstelle erkennt Proband, dass er/sie eine andere Durchfahrt wählen muss und überfährt Sperrfläche
Offensichtliche Probleme bei der Orientierung/Auswahl der Mautspur		Proband kreuzt über mehrere Spuren, muss mehrmals abbremesen um sich zu orientieren, schaut oft und lange herum um die richtige Spur zu wählen

Es konnte somit für jeden Probanden eine Datenmatrix erstellt werden wie sie im Folgenden beispielhaft dargestellt ist:

Tabelle 61: Beispiel für die Eingabe der Beobachtungsdaten

Nr,	Szen.	Aufgabe und Spurwahl		Geschwindigkeit (im Bereich der Mautstelle (ab der Einfahrt zur Videomautspur))			Spurwechsel (letzten 100m) - Über mehrere Spuren, Überfährt Sperrfläche			Orientierungsprobleme
				Langsam	Zügig	Zu hoch	Über mehrere Spuren (im Nahbereich)	Quer über mehrere Spuren	Überfährt Sperrfläche	
2	A	ohne	Videomaut	x	x					Ja
2	B	Bar	Manuell		x		x			Nein
2	C	Karte	Selfservice		x			x		Ja
2	D	Karte	Selfservice			x				Ja

Beobachtungen Geschwindigkeit langsam

Die Beobachtungen ergaben, dass insbesondere beim Ausgangsszenario (A) die Testpersonen am häufigsten abbremsten und damit zumindest einmal unter 20 km/h kamen. Auffallend dabei ist, dass dies bei fast allen Gruppen in über 50% der Fälle auftrat und sogar alle Probanden über 60 Jahre ihre Geschwindigkeit verringern mussten. Die wenigsten Bremsvorgänge wurden hingegen beim aufbauenden Informationssystem (C) und beim minimalen Informationssystem (B) beobachtet.

Tabelle 62 :Prozent der Testpersonen die zu langsam gefahren sind insgesamt und Untergruppen

	A	B	C	D
	Ausgangsszenario	minimale Informationssystem	aufbauende Informationssysteme	Farbleit-system
Insgesamt	51,3	30,8	25,6	41,0
Männlich	42,9	23,8	4,8	28,6
Weiblich	61,1	38,9	50,0	55,6

unter 25 Jahre	9,1	27,3	9,1	18,2
zwischen 25 und 60 Jahren	55,6	27,8	33,3	38,9
über 60 Jahre	100,0	44,4	33,3	77,8
Mautstelle bis zu 4x/Jahr	50,0	41,7	41,7	50,0
Mautstelle 5 bis 12x/Jahr	45,5	18,2	27,3	36,4
Mautstelle öfter als 12x/Jahr	56,3	31,3	12,5	37,5
bis 15.000 km/Jahr	52,0	32,0	28,0	40,0
über 15.000 km/Jahr	50,0	28,6	21,4	42,9

(niedriger Wert = besser, höherer Wert = schlechter, bester Wert = grün, schlechteste Wert = rot)

Beobachtungen Geschwindigkeit zügig

Ein zügiges Durchfahren der Mautstelle, mit zwischen 20 und 35 km/h wurde am häufigsten beim minimalen Informationssystem (B) und beim Farbleitsystem (D) beobachtet. Bei diesen Szenarien fuhren fast durchgängig ca. 90% der Testpersonen zügig durch die Mautstelle. Es ist aber zu erwähnen, dass die Unterschiede zum aufbauenden Informationssystem (C) hier nicht sehr groß sind. Hingegen wurde beim Ausgangsszenario (A) von den Probanden am wenigsten oft eine zügige Geschwindigkeit gewählt. Teilweise wählte hier nur zwei Drittel der Testpersonen durchgängig eine Geschwindigkeit zwischen 20 und 35 km/h.

Tabelle 63: Prozent der Testpersonen die zügig gefahren sind insgesamt und Untergruppen

	A	B	C	D
	Ausgangs-szenario	minimale Informations-system	aufbauende Informations-systems	Farbleit-system
Insgesamt	69,2	87,2	79,5	84,6
Männlich	66,7	95,2	81,0	81,0
Weiblich	72,2	77,8	77,8	88,9
unter 25 Jahre	81,8	90,9	72,7	90,9
zwischen 25 und 60 Jahren	61,1	88,9	77,8	77,8
über 60 Jahre	66,7	88,9	88,9	88,9

Mautstelle bis zu 4x/Jahr	58,3	83,3	75,0	91,7
Mautstelle 5 bis 12x/Jahr	90,9	90,9	81,8	72,7
Mautstelle öfter als 12x/Jahr	62,5	87,5	81,3	87,5
bis 15.000 km/Jahr	64,0	84,0	76,0	84,0
über 15.000 km/Jahr	78,6	92,9	85,7	85,7

(niedriger Wert = schlechter, höherer Wert = besser, bester Wert = grün, schlechteste Wert = rot)

Beobachtungen Geschwindigkeit zu hoch

Als zu hoch wurde eine Geschwindigkeit angesehen wenn ein Proband zumindest einmal über 35 km/h fuhr. Hier zeigt sich, dass dies am wenigsten oft im Ausgangsszenario (A) und beim Farbleitsystem (D) geschah. In diesen fuhren höchstens ein Drittel der Probanden der verschiedenen Gruppen zu schnell. Hingegen wählten die Testpersonen im aufbauenden Informationssystem (C) am öftesten (teilweise in 50% der Fälle) eine zu hohe Geschwindigkeit.

Tabelle 64: Prozent der Testpersonen, die zu schnell gefahren sind, insgesamt und Untergruppen

	A	B	C	D
	Ausgangs- szenario	minimale Informations- system	aufbauende Informations- systems	Farbleit- system
Insgesamt	28,2	33,3	35,9	28,2
Männlich	33,3	28,6	42,9	33,3
Weiblich	22,2	38,9	27,8	22,2
unter 25 Jahre	45,5	27,3	36,4	36,4
zwischen 25 und 60 Jahren	33,3	44,4	50,0	33,3
über 60 Jahre	0,0	11,1	0,0	11,1
Mautstelle bis zu 4x/Jahr	41,7	25,0	25,0	
Mautstelle 5 bis 12x/Jahr	18,2	36,4	27,3	45,5
Mautstelle öfter als 12x/Jahr	25,0	37,5	50,0	37,5

bis 15.000 km/Jahr	32,0	24,0	32,0	20,0
über 15.000 km/Jahr	21,4	50,0	42,9	42,9

(niedriger Wert = besser, höherer Wert = schlechter, bester Wert = grün, schlechteste Wert = rot)

Beobachtungen Spurwechsel (letzten 100 m) - Über mehrere Spuren, Überfährt Sperrfläche

Für die Auswertung der Spurwechselproblem im Bereich der Mautstelle wurde ein Index über die oben genannten drei Variablen (über mehrere Spuren, quer über mehrere Spuren und überfährt Sperrfläche) berechnet. Am wenigsten Spurwechselproblem gab es im Ausgangsszenario (A) sowie beim minimalen Informationssystem (B). Auf der anderen Seite wurde insbesondere beim aufbauenden Informationssystem (C) aber auch beim Durchfahren des Farbleitensystem (D) am öftesten kurz vor Erreichen der Mautstelle die Spur gewechselt oder eine Sperrfläche überfahren.

Tabelle 65: Prozent der Testpersonen, die Spur vor Mautstelle wechselten, insgesamt und Untergruppen

	A	B	C	D
	Ausgangs-szenario	minimale Informations-system	aufbauende Informations-systems	Farbleit-system
Insgesamt	43,6	46,2	64,1	59,0
Männlich	33,3	47,6	52,4	57,1
Weiblich	55,6	44,4	77,8	61,1
unter 25 Jahre	45,5	27,3	63,6	54,5
zwischen 25 und 60 Jahren	50,0	38,9	66,7	72,2
über 60 Jahre	33,3	77,8	55,6	44,4
Mautstelle bis zu 4x/Jahr	50,0	33,3	50,0	75,0
Mautstelle 5 bis 12x/Jahr	18,2	45,5	72,7	54,5
Mautstelle öfter als 12x/Jahr	56,3	56,3	68,8	50,0
bis 15.000 km/Jahr	36,0	44,0	56,0	56,0

über 15.000 km/Jahr	57,1	50,0	78,6	64,3
---------------------	------	------	------	------

(niedriger Wert = besser, höherer Wert = schlechter, bester Wert = grün, schlechteste Wert = rot)

Beobachtungen offensichtliche Probleme bei der Orientierung/Auswahl der Abfertigungsspurspur

Wie erwähnt wurde auch erhoben ob die Probanden kurz vor der Mautstelle offensichtliche Probleme hatten sich zu orientieren (Proband kreuzt über mehrere Spuren, muss mehrmals abbremesen um sich zu orientieren, schaut oft und lange herum um die richtige Spur zu wählen). Am wenigsten oft wurde ein solches Verhalten im aufbauenden Informationssystem (C) beobachtet. Einzig die über 60 jährigen hatten hier zu über 50% Probleme. Hingegen wurden Orientierungsprobleme am häufigsten beim Durchfahren des Szenarios mit dem Farbleitsystem (D) beobachtet. Hier hatten die Testpersonen aller Gruppe zu über 50% Probleme und insbesondere alle elf Probanden über 60 Jahre.

Tabelle 66: Prozent der Testpersonen mit offensichtlichen Problemen bei der Orientierung/Auswahl der Abfertigungsspur insgesamt und Untergruppen

	A	B	C	D
	Ausgangs-szenario	minimale Informations-system	aufbauende Informations-systems	Farbleit-system
Insgesamt	48,7	46,2	28,2	59,0
Männlich	42,9	38,1	19,0	52,4
Weiblich	55,6	55,6	38,9	66,7
unter 25 Jahre	18,2	36,4	18,2	18,2
zwischen 25 und 60 Jahren	66,7	44,4	22,2	66,7
über 60 Jahre	55,6	66,7	55,6	100
Mautstelle bis zu 4x/Jahr	41,7	41,7	33,3	66,7
Mautstelle 5 bis 12x/Jahr	27,3	36,4	36,4	54,5
Mautstelle öfter als 12x/Jahr	68,8	56,3	18,8	56,3
bis 15.000 km/Jahr	44,0	36,0	20,0	56,0

über 15.000 km/Jahr	57,1	64,3	42,9	64,3
---------------------	------	------	------	------

(niedriger Wert = besser, höherer Wert = schlechter, bester Wert = grün, schlechteste Wert = rot)

Die Ergebnisse der Beobachtung lassen darauf schließen, dass mit Ausnahme des Ausgangsszenario (A) die Probanden ihre Geschwindigkeit so wählen konnten, dass es möglich war zügig durch die Mautstelle durchzufahren. Im Ausgangsszenario (A) mussten die Testpersonen des Öfteren abbremsten um sich anscheinend orientieren zu können. Durch die niedrigere Geschwindigkeit kommt es in diesem Szenario aber auch zu weniger Spurwechselproblemen vor der Mautstelle.

Hingegen zeigt sich, dass im aufbauenden Informationssystem (C) zwar am wenigsten allgemeine Orientierungsprobleme gab, aber am öftesten eine zu hohe Geschwindigkeit von den Probanden gewählt wurde und es damit auch zu mehr Problemen bei der Spurwahl kam.

Die wenigsten Probleme bei der Spurwahl wurden im minimalen Informationssystems (B) beobachtet, bei dem die Testpersonen auch am häufigsten zügig (nicht zu schnell, wenig Bremsvorgänge) durch die Mautstelle durchfahren konnten.

Allgemeine Orientierungsproblem wurden insbesondere beim Farbleitsystem (D) beobachtet und dies obwohl auch hier die Probanden relativ zügig durch die Mautstelle durchfahren.

2.5.9. Offene Fragen

Die Probanden wurden auch gebeten offene Fragen zu beantworten und damit ihre jeweilige Einschätzung zu den Anforderungen, zur Benutzerfreundlichkeit und zur allgemeinen Bewertung zu begründen.

Welches der vier Szenarien war für Sie das Beste? – schriftliche Begründungen

Im Folgenden die schriftlichen Begründungen der Probanden warum sie das jeweilige Szenario als am besten empfunden haben.

- Bei **allen Szenarien** wird als Begründung hervorgehoben, dass es jeweils am übersichtlichsten war.
- Bei **Szenario A** (Ausgangsszenario) wurde zusätzlich angemerkt, dass nicht unnötig viele Information vorhanden und die Bezahlungsart deutlich erkennbar war
- Auch bei den Begründungen für **Szenario B** (minimales Informationssystems) wurde erwähnt, dass es von Vorteil war, das nicht zu viel Information gegeben wurde und das es am besten beschildert war. Zusätzlich wurde angegeben, dass bei diesem Szenario die Orientierung am leichtesten viel und man genügend Zeit hatte die richtige Spur zu wählen. Auch das Design der Schilder wurde hervorgehoben, dass der Kontrast hier am besten war und diese dadurch gut erkennbar waren.
- Ähnlich wurde auch bei **Szenario C** (aufbauendes Informationssystem) begründet, dass das Design der Schilder hier sehr gut war. Man konnte leicht erkennen wo mit welchem Fahrzeugtyp wie gezahlt werden kann. Einzige Sorge war, ob diese Schilder auch in der Nacht gut erkennbar sein würden. Zusätzlich wurden bei diesem Szenario auch die Bodenmarkierungen als positiv angegeben.
- Für **Szenario D** (Farbleitsystem) sprachen sich die Probanden vor allem auf Grund der Bodenmarkierungen aus und dass diese auf Grund der unterschiedlichen Färbung hilfreich waren.

Tabelle 67: Begründung zur Auswahl des besten Szenarios (A und B)

Szenario A	Szenario B
<ul style="list-style-type: none"> • Am übersichtlichsten • Da nicht unnötig viele Information und relativ übersichtlich • Die Bezahlungsart war deutlich erkennbar 	<ul style="list-style-type: none"> • Am übersichtlichsten • Einfach und überschaubar, nicht zu viele Informationen • Am besten und übersichtlichsten beschildert

	<ul style="list-style-type: none"> • Nicht zu viel Information direkt über den Schaltern. B besser da nicht zu viel Information und leicht zu finden beim fahren • Da die "self service"/ Kassiererin im 1. Blickfeld sind und die gesperrten Schalter offensichtlich sind
<ul style="list-style-type: none"> • Ist mir sehr gewohnt 	<ul style="list-style-type: none"> • Orientierung fiel am leichtesten • Genug Zeit, mich anfangs zu orientieren und danach, welche Station ich konkret wähle
	<ul style="list-style-type: none"> • Contrast against the sky • Kontrast bei Vorankündigung gut (Piktogramme der Fahrzeuge),. Bei Mautstation: gesperrte Station deutlich Erkennbar, nur 2 verschiedene Hinweise auf den Anzeigen über der Station. Bezahlart hier nicht dargestellt, jedoch ist das gut, da sonst zu unübersichtlich. • Schilder waren hell, gut zu erkennen

Tabelle 68: Begründung zur Auswahl des besten Szenarios (C und D)

Szenario C	Szenario D
<ul style="list-style-type: none"> • Da auf der Beschilderung sehr gut zu erkennen ist wie man zahlen kann und mit welchem Fahrzeugtyp • Übersichtlich • C oder B. weiß auf schwarz evtl. deutlicher bei grauem Himmel, weiß nicht wie das in der Nacht wäre. Detailinformationen bei Maut oben in C zu Zahlungsart (Symbole) waren hilfreich, da ich bewusst nach solchen Symbolen (Geldscheine, Karte) gesucht habe. Wenn man nicht sucht und alles erst scannt ist evtl. weniger Information aber besser. Self service und Mensch waren eher unklar. • Ziemlich klar • Sehr überschaubar, kaum verwirrend. Ausreichend Platz. • Beste Schalter Beschilderung, Ankündigung bei B besser schwarz auf weiß 	<ul style="list-style-type: none"> • Weißer Hintergrund besser also schwarz MIT weißer Schrift

<ul style="list-style-type: none"> • Weil die Schwarzen Schilder übersichtlicher waren 	
<ul style="list-style-type: none"> • Bodenmarkierung, Zahlungsmöglichkeiten 	<ul style="list-style-type: none"> • Bodenmarkierungen sind besser • Mehrfach beschildert, Spur farblich markiert • Bodenmarkierungen sehr hilfreich
<ul style="list-style-type: none"> • Gefühl • hat mir gefallen, ohne zu wissen wie es in d. Nacht aussieht. Ansonsten B • Am schnellsten gefunden, was ich wollte 	

Bei welchem der vier Szenarien konnten Sie sich am besten orientieren? – schriftliche Begründungen

Im Folgenden die schriftlichen Begründungen der Probanden warum das gewählte Szenario das einfachste hinsichtlich der Orientierung ist.

- Bei **Szenario A** (Ausgangsszenario) wurden lediglich zwei Begründungen abgegeben: Am übersichtlichsten und nach einer Phase der Eingewöhnung
- Für **Szenario B** (minimales Informationssystems) sprach vor allem die Übersichtlichkeit der Gestaltung und hier insbesondere die Beschilderung, da die großen Symbole auch am leichtesten zu verstehen waren.
- Ähnlich wurde bei **Szenario C** (aufbauendes Informationssystem) begründet, und auf die großen Zeichen und Schilder verwiesen. Zusätzlich wurde die klare Struktur genannt aber auch auf die nicht ausreichenden Bodenmarkierungen.
- Nicht überraschend meinten die Probanden, die sich für das **Szenario D** (Farbleitsystem) aussprachen, dass sie dies auf Grund der farbigen Bodenmarkierungen taten.

Tabelle 69: Begründung zur Auswahl des Szenarios mit der besten Orientierung (A und B)

Szenario A	Szenario B
<ul style="list-style-type: none"> • Am übersichtlichsten 	<ul style="list-style-type: none"> • Da am frühesten klar war wo man hin muss • Für meine Bedürfnisse sehr klar • Sehr einfach die richtige Zahlungsart zu finden • Sie waren am übersichtlichsten und hell
<ul style="list-style-type: none"> • Nach einer Phase der Eingewöhnung 	<ul style="list-style-type: none"> • Übersichtlichsste Beschilderung • Am besten und übersichtlichsten beschildert • Große Symbole der Überkopfzeiger, genügend Information um sich richtigen einzuordnen, überschaubar • Beschilderung am leichtesten zu verstehen, Fahrbahnmarkierungen fehlen aber • Einfache Beschilderung, verschiedene Schalter übersichtlich angeordnet
	<ul style="list-style-type: none"> • da von unten nach oben hin die Informationen spezifischer werden

Tabelle 70: Begründung zur Auswahl des Szenarios mit der besten Orientierung (C und D)

Szenario C	Szenario D
<ul style="list-style-type: none"> • Große Zeichen • Große erkennbare Schilder 	<ul style="list-style-type: none"> • Farbliche Linien zur Orientierung • Spur farblich markiert • Bodenmarkierungen und Ankündigung am stimmigsten
<ul style="list-style-type: none"> • Alles klar und deutlich • Klare Strukturen, von den Bodenmarkierungen aber nicht ganz ausreichend (Piktogramme mehr!) 	
<ul style="list-style-type: none"> • Gefühl 	

Ankündigung der Mautstelle – schriftliche Begründungen

Die Probanden wurden auch gebeten Kommentare bezüglich der Benutzerfreundlichkeit der jeweiligen Szenarien abzugeben. Im Folgenden die Übersicht über die Beurteilung hinsichtlich der Ankündigung der Mautstelle.

Szenario A

- Bei **Szenario A** (Ausgangsszenario) wurde positiv bezüglich der Ankündigung hervorgehoben:
 - ausreichend früh
 - übersichtlich und verständlich aufgebaut
 - Orientierung gut möglich
- Auf der **negativen** Seite kommentierten die Probanden:
 - eher verwirrend
 - Symbole (insbesondere das Kreditkartensymbol) unverständlich
 - zu viel Information auf zu vielen Tafeln
 - Text auf Grund der Schriftgröße schwer lesbar

Tabelle 71: Positive Kommentare zur Ankündigung der Mautstelle (Szenario A)

Szenario A (Ausgangsszenario) – 13 positive Kommentare	
Ankündigung positiv	5 km vorher ist recht angenehm
	Nicht zu früh und übersichtlich
	Verständlich aufgebaut
	Die Ankündigungen der Mautstelle sowie die Kosten war sehr zufriedenstellend
Beschilderung positiv	Groß und übersichtlich
	Passt
	Kann nicht genug beschildert sein
	Symbole größtenteils klar, eventuell aber nur aus Gewohnheit
	Einfach Beschildert in ausreichendem Abstand

Positive allgemein	Sehr einfach dank Farbe und Schrift
	Von Anfang an klar wo einordnen
	Ist bekannt und gewohnt
	War ok
Neutral	Würde zusätzlich vorschlagen, die einzelnen Informationsfelder auf dem Überkopfwegweiser etwas größer zu gestalten.
	Ob ich wirklich alles verstanden habe, ich glaube nicht, aber man fährt einfach weiter, insbesondere mehrere Videomautspuren war mir neu

Tabelle 72: Tabelle 71: Negative Kommentare zur Ankündigung der Mautstelle (Szenario A)

Szenario A (Ausgangsszenario) – 17 negative Kommentare	
Negativ allgemein	Eher verwirrend
	Spur nicht gefunden
	Warum für Bankomatkarte andere Spur als für Kreditkarte, wenn dann auf Automat auch Mastercard zu lesen.
Beschilderung negativ	Unverständliche Symbole
	Kreditkartensymbol unübersichtlich
	Overhead signs should be visible earlier
	Viele verschiedene Schilder und Hinweise auf einem Fleck
	Habe mit der Stelle für die Kreditkarten Bezahlung auf der ganz rechten Spur gerechnet; war daher überfordert
	War sehr wenig beschildert
	Zu viele Infos nur 1x als Überkopfwegweiser.
	Relativ viele Tafeln und Ankündigungen
	Die Überkopfbeschilderung war verwirrend
	Zu viel Information und diese zu klein dargestellt. Bilder gingen noch, Text schwer lesbar
	Kennzeichnung der Spuren könnte besser sein

Ankündigung negative	Ich habe keine Ankündigung gesehen
	Sie war nicht als Mautstelle sondern als allgemeine Gefahr angekündigt
	Videomautankündigungen auf allen Spuren waren verwirrend, war schwer zu erkennen wo bar oder mit Automat gezahlt werden kann

Szenario B

- Für **Szenario B** (minimales Informationssystem) wurden folgende positive Punkte angemerkt:
 - Die Ankündigung kam früh genug
 - Die Strukturierung und Gliederung der Information war gut
 - Klar und übersichtlich ohne zu überfordern

- **Negativ** wurde beim minimalen Informationssystem hinsichtlich der Ankündigung lediglich folgende Punkte erwähnt:
 - Eher verwirrend, nicht erkennbar wo mit Bargeld oder mit Karte gezahlt werden kann
 - Zuviel Unterscheidungsmöglichkeiten bei den Mautstellen – warum kann man nicht überall jeden Fahrzeugtyp (Pkw, Motorrad, Caravan) zahlen
 - Größe der Schilder, teilweise schwer lesbar

Tabelle 73: Positive Kommentare zur Ankündigung der Mautstelle (Szenario B)

Szenario B (minimales Informationssystem) – 23 positive Kommentare	
Ankündigung positiv	Die Mautstelle könnte ein bisschen früher angekündigt werden aber von der Beschilderung her ist es ganz ok
	Gute Ankündigung, Schilder ca. 5 und 2 km davor, dann die Hinweise auf Fahrzeugkategorie (PKW, LKW..) und die separate Videomaut. War alles gut strukturiert. Durch das geringere Tempolimit bereits früher und dann der 30er war der Druck auch nicht so hoch
	Die Ankündigung ist früh genug, Ankündigung erfolgte bereits sehr weit vor Mautstelle und sehr überschaubar (3x)
	Ankündigung welches Fahrzeug wohin muss sehr gut

Positive allgemein	Alles in allem übersichtlich bis auf gesperrte Mautstelle
	War sehr einfach, sehr einfach gegliedert (2x)
	Klar und übersichtlich (3x)
Beschilderung positiv	Klare, große, einfache Symbole (3x)
	Systematische Zuweisung zu Schaltern, durch Piktogramme der Größe nach gereiht, ist leicht verständlich
	Gute, klare Beschilderung (6x)
	Alles Nötige war ausreichend beschildert ohne zu überfordern bzw. im Schilderwald zu enden.
Neutral	Man könnte statt der Rufzeichen zwischen den Tempolimits über Kopf 'Maut' hinschreiben
	Evtl. für nicht Englisch sprechende auf Deutsch statt Selfservice

Tabelle 74: Negative Kommentare zur Ankündigung der Mautstelle (Szenario B)

Szenario B (minimales Informationssystem) – 7 negative Kommentare	
Negativ allgemein	Es war nicht zu erkennen, ob man mit Bargeld oder mit Kreditkarte zahlen kann.
	Zuerst Tafel PKW, das führte aber direkt zum grünen Videokanal
	Kein System, eher verwirrend
Beschilderung negativ	Zu viele Unterscheidungsmöglichkeiten. Warum gibt es extra Stellen für Pkw, Pkw Motorrad, PKW Motorrad Caravan,...?
	Die Tafeln konnten etwas größer sein (2x)
	Die Geschwindigkeitsbegrenzungen waren schwer leserlich (Simulator)

Szenario C

- Beim aufbauenden Informationssystem (**Szenario C**) wurde hinsichtlich der Ankündigung **positiv** angemerkt:
 - Früh genug und klare Ankündigung
 - Übersichtlich und leicht erkennbar wie man wo zahlen kann

- Piktogramme, Symbole und Information waren einfach zu verstehen und ausreichend
- Gut beschildert
- Bezüglich der Ankündigung gab es lediglich zwei **negative** Kommentare:
 - Ankündigung könnte früher erfolgen
 - Schildertrennung nach Bezahlart und Fahrzeugtyp
 - Zu unübersichtlich bei starkem Verkehr

Tabelle 75: Positive Kommentare zur Ankündigung der Mautstelle (Szenario C)

Szenario C (aufbauendes Informationssystem) – 20 positive Kommentare	
Ankündigung positiv	Man war gut vorbereitet auf die Mautstelle, man konnte leicht erfassen wann die Mautstelle kommt, klar erkennbare Vorankündigung, war deutlich (5x)
	Übersichtlich, nicht zu viele Infos auf einmal, so viele wie nötig so wenige wie möglich
	Am Anfang gute Ankündigung welche Spur für welchen Fahrzeugtyp
Positive allgemein	Die benötigte Methode wie man zahlen kann war leicht findbar
	Keine fraglichen Signale
	Lesen und schauen. Alles logisch
	Sehr übersichtlich
	Trennung von Fahrzeug und Bezahlart ist gut.
	Beste Version!
	War sehr einfach
Beschilderung positiv	Gut sichtbare Tafeln im Vorfeld
	Gut beschildert (3x)
	Knappe Infos auf den Schildern - völlig ausreichend
	Einfache Symbolik, Piktogramme sind übersichtlich und einfach aufgebaut (2x)

Neutral	Es kommt in diesem Fall auf die Disziplin der Autofahrer und die Geschwindigkeitsbegrenzungen an
	Normal
	Nur deutschsprachig verständlich (blaues Schild MAUT)
	Es könnten jedoch noch Schilder die die Entfernung angeben angebracht werden

Tabelle 76: Negative Kommentare zur Ankündigung der Mautstelle (Szenario C)

Szenario C (aufbauendes Informationssystems) – 3 negative Kommentare	
Negativ allgemein	Frühe Vorankündigung
	Getrennte Schilderarten (Fahrzeug und Bezahlart)
	Zu unübersichtlich bei starkem Verkehr

Szenario D

- Bei **Szenario D** (Farbleitsystem) wurden folgende **positiv** Kommentare hinsichtlich der Ankündigung abgegeben:
 - Früh und groß genug ankündigt
 - Übersichtlich, Spur konnte gleich gefunden werden
 - Beschilderung war gut

- **Negativ** wurde hier angemerkt:
 - Farbschema ist unklar und ungewohnt
 - Farben und Schilder nicht gut lesbar
 - Zu viele Information, teilweise spät erkennbar
 - Schwer Spurwechsel zu machen bei starkem Verkehr

Tabelle 77: Positive Kommentare zur Ankündigung der Mautstelle (Szenario D)

Szenario D (Farbleitsystem) – 15 positive Kommentare	
Ankündigung positiv	Früh genug angekündigt, groß genug (4x)
Positive allgemein	Spur gleich gefunden (2x)
	Passt
	Übersichtlich (2x)
	Es war alles ausreichend
Beschilderung positiv	Klare und gute Beschilderung und Hinweise (3x)
	Schild ausreichend
	Insbesondere dass Preisauskunft Schild hat alles klar gemacht
Neutral	Würde zusätzlich vorschlagen die einzelnen Informationsfelder auf dem Überkopfwegweiser etwas größer zu gestalten.

Tabelle 78: Negative Kommentare zur Ankündigung der Mautstelle (Szenario D)

Szenario D (Farbleitsystem) – 10 negative Kommentare	
Negativ allgemein	Auftrennung nach Farben ist mir neu. Die Kategorisierung ist mir nicht ganz klar, deswegen ungewöhnlich; Farbschema unklar, Unterscheidung bar/Automat unklar, Zahlungsart schwer zu finden
	Zu viel Informationen gleichzeitig auf zu engem Raum. Info dass Mautstelle kommt sollte früher kommen (2x)
	Etwas komplexer als B
	nicht extrem übersichtlich, aber machbar; bei starkem Verkehr wäre es stressiger gewesen, den Fahrstreifen zu wechseln
Beschilderung negativ	Ich sah das graue Schild mit der grauen Person erst sehr spät, da alles grau in grau war.
	Manche Farben der Schilder nicht so leicht lesbar

	Viele verschiedene Schilder; Schlecht beschildert und unnötige Tafeln (2x)
	Sehr spät zu erkennen, wo Bar/Automat gezahlt werden kann, Farbschema undurchsichtig, Zahlungsart schwer sichtbar

Bodenmarkierungen und Information auf der Fahrbahn – schriftliche Begründungen

Die Probanden wurden auch gebeten Kommentare bezüglich den Bodenmarkierungen und der Information auf der Fahrbahn bei den jeweiligen Szenarien abzugeben. Generell ist zu sagen, dass bei allen Szenarien die Probanden kommentierten, dass sie die Bodenmarkierungen nicht beachtete da ihre Konzentration eher auf den Überkopfschildern fokussiert war. Im Folgenden eine Übersicht über die Beurteilung hinsichtlich der Bodenmarkierungen .

Szenario A

- Bei **Szenario A** (Ausgangsszenario) wurde bezüglich der Bodenmarkierungen **positiv** hervorgehoben:
 - Übersichtlich und praktisch
 - Gute Kennzeichnung (Videomaut) und gut geleitet
 - Orientierung gut möglich
 - Zusätzliche Fahrbahnmarkierungen für die Art der Bezahlung wäre erwünscht
- Auf der **negativen** Seite kommentierten die Probanden:
 - Fast nicht erkennbar
 - Sollten früher beginnen
 - Videomaut Aufschrift verwirrt

Tabelle 79: Positive Kommentare zur Bodenmarkierung (Szenario A)

Szenario A (Ausgangsszenario) – 6 positive Kommentare	
Bodenmarkierung positiv	Übersichtlich
	Hat dieses Mal mehr geholfen als die Beschilderung für die Zahlung
	Sehr praktisch
	War gekennzeichnet, wo es überall Video Maut gibt
	Gut aber man muss darauf achten
	Sehr gut geleitet
Neutral	Zusätzliche Fahrbahnmarkierungen für die Art der Bezahlung als Orientierung wäre für mich als Fahrer einfacher

Tabelle 80: Negative Kommentare zur Bodenmarkierung (Szenario A)

Szenario A (Ausgangsszenario) – 5 negative Kommentare	
Bodenmarkierung negativ	Fast nicht zu sehen; Waren für mich nicht gleich ersichtlich (2x)
	Markierungen sollten früher sein
	Eher weniger gut da man für die Kreditkartenzahlung Fahrspuren schneiden mussten um zum Schalter zu gelangen
	Videomautstreifen verwirrend, Videomaut Aufschrift verwirrt

Szenario B

- Hinsichtlich der Bodenmarkierungen wurde bei **Szenario B** (minimales Informationssystem) folgende **positive** Punkte angemerkt:
 - Klare Signale
 - Erleichtert Orientierung
- **Negativ** wurde beim minimalen Informationssystem hinsichtlich der Bodenmarkierungen folgende Punkte erwähnt:
 - Sollte früher beginnen und deutlicher markiert sein
 - Fehlende Bodenmarkierung verunsichert und verwirrt
 - Geschwindigkeitsangaben und Fahrzeugbreiteninformation werden nicht als wichtig angesehen

Tabelle 81: Positive Kommentare zur Bodenmarkierung (Szenario B)

Szenario B (minimales Informationssystems) – 2 positive Kommentare	
Bodenmarkierung positiv	Klare Signale.
	Orientierung erleichtert

Tabelle 82: Negative Kommentare zur Bodenmarkierung (Szenario B)

Szenario B (minimales Informationssystems) – 15 negative Kommentare	
Bodenmarkierung negativ	Könnten etwas früher sein; Spuren vielleicht früher und deutlicher markieren; Strichlierte Markierungen sollten früher beginnen (4x)
	"Videokanal" zu dominierend, wenn man anders zahlen möchte
	Fehlende Bodenmarkierungen sind sehr verunsichernd; keine Fahrbahnmarkierung irritierend für mich, Kaum Information am Boden (5x)
	Kein Übergang von der Ankündigung bis zur Mautstelle
	60er in der Kurve war zu spät zu sehen
	Breite für PKW nicht so wichtig; Geschwindigkeitsbegrenzung nicht unbedingt notwendig; Rote Kreise lenken ab (3x)

Szenario C

- **Positiv** wurde beim aufbauenden Informationssystems (**Szenario C**) hinsichtlich der Ankündigung folgendes angemerkt:
 - Klare und einfache Führung
 - Hilfreich um die richtige Spur zu finden
 - Bodenmarkierungen eigentlich überflüssig, da man weiß wohin man muss
- **Negative** Kommentare hier waren:
 - Unübersichtlich und unklar
 - Teilung der Spuren sollte früher beginnen

Tabelle 83: Positive Kommentare zur Bodenmarkierung (Szenario C)

Szenario C (aufbauendes Informationssystems) – 5 positive Kommentare	
Bodenmarkierung positiv	Klar und einfach; Klare Führung (2x)
	Um in die richtige Spur zu fahren war es hilfreich; mit Hilfe der Fahrbahnstreifen war deutlich Spur zu sehen; Eindeutige Zuordnung (3x)
Neutral	Die zuführenden Streifen und Markierungen sind eigentlich überflüssig (ausgenommen Sperrlinien); da ja klar ersichtlich ist wo man hin muss (zur Durchfahrt + Schranken)

Tabelle 84: Negative Kommentare zur Bodenmarkierung (Szenario C)

Szenario C (aufbauendes Informationssystems) – 6 negative Kommentare	
Bodenmarkierung negativ	Sehr unübersichtlich; Zu wenig deutlich welche Spur zu nehmen ist; Unklar und verunsichern eher (3x)
	Die Markierungen könnten etwa früher sein; nur die Spuren können deutlicher und früher aufgesplittet werden (3x)

Szenario D

- Folgende **positiv** Kommentare wurden bei **Szenario D** (Farbleitsystem) hinsichtlich der Bodenmarkierungen abgegeben:
 - Farbige Striche auf der Fahrbahn erleichterten helfen bei der Orientierung
 - Klare Kennzeichnung und Markierungen
- **Negative** Kommentare hinsichtlich der Bodenmarkierungen waren:
 - Unbekannt und ungewohnt → überfordert
 - Bunte Farben verwirren und verunsichern eher
 - Ungenügend
 - Nur bei geringem Verkehrsaufkommen sinnvoll
 - Mehr Leitlinien und Piktogramme

Tabelle 85: Positive Kommentare zur Bodenmarkierung (Szenario D)

Szenario D (Farbleitsystem) – 9 positive Kommentare	
Bodenmarkierung positiv	Farbige Striche auf der Fahrbahn erleichterten die Einordnung; Die farbigen Linien machen Sinn , um gleich richtig geleitet zu werden; Orientierung durch die farblichen Markierungen leicht; Farben hilfreich (4x)
	Genug Kennzeichnung; klare Markierung; gut erkennbar; gut zu finden; gut erklärend (5x)

Tabelle 86: Negative Kommentare zur Bodenmarkierung (Szenario D)

Szenario D (Farbleitsystem) – 9 negative Kommentare	
Bodenmarkierung negativ	Kennt man dieses System nicht, überfordert es, da es eine unbekannte Situation ist; ungewöhnlich (2x)
	Bunte Linien verwirrend und verstörend. Was im Falle von Farbenblindheit?; Farbschema unklar und verwirrend; Bei den bunten Linien macht sicher niemand die Verbindung zu den Schildern.(3x)
	Ungenügend; an der Mautstelle direkt waren sie wirklich nicht hilfreich (2x)
	Nur gut bei nicht zu hohem Verkehrsaufkommen
	Mehr Leitlinien oder Piktogramme!

Orientierung nach Bezahlungsart

Kommentare wurden auch hinsichtlich der Orientierung nach Bezahlungsart von den Probanden abgegeben:

Szenario A

- Beim **Ausgangsszenario A** wurde **positiv** angemerkt, dass
 - alles gut beschildert und gut ersichtlich war
 - die Farben auf den Schildern geholfen haben
- **Negativ** wurde vor allem gemeint, dass
 - zu viel Information gegeben wurde

- die Beschilderung teilweise nicht klar war
- Symbole schwer verständlich sind

Tabelle 87: Kommentare zur Orientierung nach Zahlungsart (Szenario A)

Szenario A (Ausgangsszenario) – 5 positive und 11 negative Kommentare	
Positiv	Eindeutig, Richtige Spur gut ersichtlich; Gut beschildert (3x)
	Gelbe Farbe (Credit Card) hat sehr geholfen, Grüner streifen hilft (2x)
Negativ	Kartensymbol schwer zu erkennen, Zu viele und unklare Signale, Bar/Automat schwer zu erkennen (3x)
	Nicht ganz klar; Hätte bei der Beschilderung noch etwas deutlicher sein können (2x)
	Viele Schilder; so viele Möglichkeiten, Es war schwierig, bei der Fülle an Information die richtige Zahlungsart herauszusehen (4x)
	Symbol falsch zugeordnet, Symbole fehlen (2x)

Szenario B

- Hinsichtlich der Orientierung nach Zahlungsart wurde beim minimalen **Informationssystem (B)** folgendes **positiv** angemerkt:
 - Gute Beschilderung, die gut erkennbar ist
 - Erleichtert die Entscheidung
- **Negative** Kommentare waren
 - Fehlende Information
 - Zu späte Ankündigung
 - Zu viele Unterscheidungsmöglichkeiten
 - Alles auf Videokanal ausgerichtet

Tabelle 88: Kommentare zur Orientierung nach Zahlungsart (Szenario B)

Szenario B (minimales Informationssystem) – 5 positive und 7 negative Kommentare	
Positiv	Gute Beschilderung; gut erkennbar; ganz klar ersichtlich (4x)
	Einfache Entscheidung
Negativ	Keine Information wo Bar/Karte (2x)
	Die Information zur Zahlungsart könnte schon etwas früher angekündigt werden; zu spät ersichtlich, welche Stelle offen ist (2x)
	Man muss genau schauen
	Alles auf Videokanal ausgerichtet
	Zu viele Unterscheidungsmöglichkeiten

Szenario C

- Beim aufbauenden **Informationssystem (C)** wurde bezüglich der Orientierung nach Zahlungsart folgendes **positiv** erwähnt:
 - Große Schilder mit klarere Information
 - Ausreichend frühe Information die genügend Zeit lässt um sich zu orientieren
- **Negative** wurde angemerkt:
 - Unübersichtlich und nicht klar verständlich
 - Kompliziert, gleiche Zahlungsarten sollten zusammengefasst werden

Tabelle 89: Kommentare zur Orientierung nach Zahlungsart (Szenario C)

Szenario C (aufbauendes Informationssystem) – 9 positive und 4 negative Kommentare	
Positiv	Verständlich; gute Schilder; war sehr klar gekennzeichnet; groß und klar erkennbar (6x)
	Frühe und gute Ankündigung; genug Zeit, um die Hinweisschilder zuordnen zu können (3x)
Negativ	Ich hab die Symbole nicht ganz verstanden; unübersichtlich (2x)
	Die Anordnung der Schalter ist zu kompliziert. Gleiche Zahlungsarten sollten zusammengefasst werden; komplizierter als bei anderen Szenarien (2x)

Szenario D

- Beim **Farbleitsystem (D)** meinten die Probanden hinsichtlich der Orientierung nach Bezahlungsart **positive**:
 - Gute Beschilderung
 - Braucht Übung
 - Leichter da man überall mit allen Möglichkeiten zahlen kann
- **Negative** Kommentare waren:
 - Eher unübersichtlich und überfordernd
 - Schilder erst spät erkennbar
 - Beim ersten Mal ist die Farbaufteilung schwer verständlich und man muss zu viel Information verarbeiten

Tabelle 90: Kommentare zur Orientierung nach Bezahlungsart (Szenario D)

Szenario D (Farbleitsystem) – 6 positive und 8 negative Kommentare	
Positiv	Gute Beschilderung aber mehr Übung (5x)
	Leichter da man überall mit allen Möglichkeiten zahlen kann
Negativ	Bezahlart ist eher unübersichtlich; keine Information (3x)
	Ich war sehr überfordert, weil sehr viele Selfservice-Schalter zur Verfügung standen
	Schild erst sehr spät zu erkennen (2x)
	Unterteilung in Farbe und Zahlungsart ist das erste Mal schwer verständlich bzw. braucht Zeit bis man den Sinn erkannt hat; Für das erste Mal gibt es zu viel Information bei dem Fahrtempo um das im Pulk zu verarbeiten (2x)

2.5.10. Zusammenfassung der Ergebnisse der Fragebogenauswertung

- Der **Einsatz des Simulators** stellte keine Probleme für die Reliabilität und Validität der Ergebnisse haben.
 - Hohe Zustimmung bei der Frage nach Nützlichkeit
 - Keine Probleme beim handling und der Einschätzung der Entfernung
 - Nur die Einschätzung der Geschwindigkeit bewerten mehr als 50% der Testpersonen als unrealistisch (fehlenden Fliehkräfte)
- Fast durchwegs wird von den Probanden das **Ausgangsszenario (A)** als am Schlechtesten bewertet:
 - Probanden machten die meisten Fehler bei der Bewältigung der ihnen gestellten Aufgabe (insbesondere beim Finden der Kreditkartenspur).
 - Probanden mussten auch öfter abbremesen um sich zu orientieren.
 - Allgemeine Bewertung auf Platz drei, bei der allgemeinen Orientierung auf Platz vier
 - Höchste Anforderung bei geistiger, körperlicher und zeitlicher Anforderung, sowie schlechteste Beurteilung der eigenen Leistung, der allgemeinen Anstrengung und der höchsten Frustration
 - Benutzerfreundlichkeit (Ankündigung und Gestaltung Mautstelle sowie Verkehrszeichen und Hinweisschilder) wird ebenfalls in Vergleich zu den anderen Szenarien schlechter bewertet - eher verwirrend, Symbole (insbesondere das Kreditkartensymbol) unverständlich, zu viel Information auf zu vielen Tafeln, Text auf Grund der Schriftgröße schwer lesbar.
- Das **minimale Informationssystem (B)** und das **aufbauende Informationssystem (C)** werden fast durchwegs am besten bewertet:
 - Wenigsten Fehler bei der Bewältigung der Aufgaben.
 - Besten Werte bei der allgemeinen Beurteilung und der Orientierung
 - Geringste geistiger und körperlicher Anforderung sowie niedrigste Frustration (B)

- Geringste zeitlicher Anforderung, sowie beste Beurteilung der eigenen Leistung und der allgemeinen Anstrengung (C)
- Bei der Benutzerfreundlichkeit (Ankündigung und Gestaltung Mautstelle sowie Verkehrszeichen und Hinweisschilder) wird insbesondere aufbauende Informationssystem (C) als am besten bewertet
- Bei den Begründungen für Szenario B (minimales Informationssystem) wurde erwähnt, dass es von Vorteil war, dass nicht zu viel Information gegeben wurde und dass es am besten beschildert war. Zusätzlich wurde angegeben, dass bei diesem Szenario die Orientierung am leichtesten fiel und man genügend Zeit hatte die richtige Spur zu wählen. Auch das Design der Schilder (großen Symbole) wurde hervorgehoben, dass der Kontrast hier am besten war und diese dadurch gut erkennbar waren. Die fehlenden Bodenmarkierungen beim minimalen Informationssystem verunsichern und verwirren eher als dass es hilft.
- Ähnlich wurde auch bei Szenario C (aufbauendes Informationssystem) begründet, dass das Design der Schilder hier sehr gut war. Man konnte leicht erkennen wo mit welchem Fahrzeugtyp wie gezahlt werden kann. Einzige Sorge war, ob diese Schilder auch in der Nacht gut erkennbar sein würden. Zusätzlich wird bei diesem Szenario auch die Bodenmarkierungen als positiv angegeben.
- Das **Farbleitsystem (D)** schneidet auch schlechter ab als Szenario B & C aber teilweise besser als A
 - Einige Probleme bei der Bewältigung der Aufgaben
 - Am schlechtesten allgemein bewertet aber besser bewertet als das Ausgangsszenario (A) bei der Orientierung
 - Bei den Anforderung Bewertungen zwischen dem Ausgangsszenario (A) und den anderen beiden Szenarien
 - Bei der Benutzfreundlichkeit insbesondere bei den Bodenmarkierungen schlecht bewertet. Die Kombination mit den farbigen Schilderung wird als unbekannt und ungewohnt angesehen und überfordern daher (insbesondere jene die so ein Farbleitsystem noch nie gesehen haben).

- Prinzipiell wird angeführt, dass es zu viele Möglichkeiten und Kombinationen gibt (unterschiedliche Fahrzeugtypen, unterschiedliche Möglichkeiten der Bezahlung). Es wäre daher wünschenswert, wenn man bei jeder Stelle mit allen Zahlungsmöglichkeiten durchfahren könnte (Automaten die alle Karten und Barzahlung akzeptieren bzw. Schalter die besetzt sind).
- Auch wird kritisiert, dass die geschlossenen Stellen teilweise schwer erkennbar waren und es besser wäre alle offenen Stellen in einer Reihe zu haben ohne geschlossene Stellen dazwischen.
- Klare einfache Information wird eher gewünscht als zu viel Information mit zuviel Text.
- Probleme gab es insbesondere beim erkennen des Kartensymbols und hier wiederum wenn ein Self-Service Schalter gefunden werden sollte.
- Ein zügiges Durchfahren der Mautstelle wäre wünschenswert. Die Orientierung sollte auch bei zügiger Geschwindigkeit (zwischen 30 und 50 km/h) gut möglich sein (beobachtet beim minimalen Informationssystem (B)). Niedrigere Geschwindigkeiten helfen zwar sich besser zu orientieren und es wurden auch weniger Spurwechselprobleme beobachtet, abruptes abbremsen kann aber wiederum zu Problemen führen. Bei höheren Geschwindigkeiten fehlt die Zeit sich zu orientieren und es kommt zu mehr Spurwechselproblemen.

2.5.11. Analyse der Objektivdaten

Zusätzlich zu der zuvor beschriebenen Auswertung des subjektiven Fragebogens wurden Auswertungen von objektiv gemessenen Messdaten durchgeführt. Aus der Vielzahl der zur Verfügung stehenden Messdaten wurden die durchschnittliche Fahrgeschwindigkeit, die sogenannte linearisierter Fahrgeschwindigkeit, welche die relative Abweichung der aktuellen Fahrgeschwindigkeit zu einer linear abnehmende Fahrgeschwindigkeit über die Mautstelle herangezogen. Zusätzlich wurde die mittlere Herzrate dargestellt um eine objektive Stressbelastung ermitteln zu können.

Durchschnittliche Geschwindigkeit:

Die durchschnittliche Geschwindigkeit ist ein Hinweis, wie sicher die Probanden sich orientieren konnten. Eine hohe Durchschnittsgeschwindigkeit deutet auf eine bessere Orientierung Fahrt, niedrige Geschwindigkeiten deuteten auf Unsicherheiten des Probanden bei der Orientierung hin.

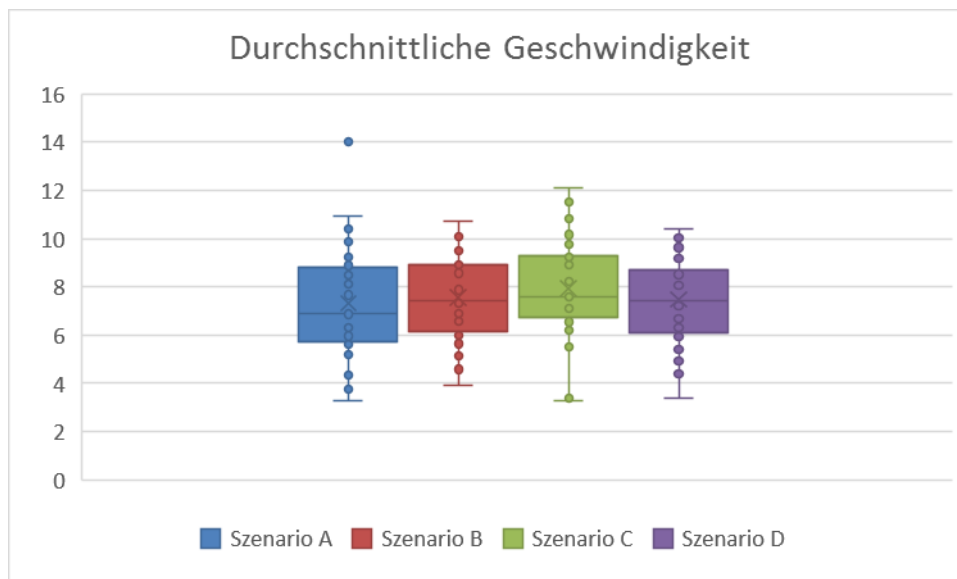


Abbildung 105 Durchschnittliche Geschwindigkeit

In

Tabelle 91 sind die Mittelwerte der durchschnittlichen Geschwindigkeiten dargestellt.

Tabelle 91: Durchschnittliche Geschwindigkeit

Szenarien	Ø Geschwindigkeit m/s
A	7,32
B	7,56
C	7,92
D	7,49

In Abbildung 105 ist ersichtlich, dass die Mittelwerte der Durchschnittsgeschwindigkeiten im Szenario B am wenigsten streuen. Szenario B hat auch die zweit höchste Durchschnittsgeschwindigkeit. Szenario C streut mehr als Szenario B, hat aber eine höhere Durchschnittsgeschwindigkeit. Szenario A streut mehr als Szenario B und hat auch eine geringere Durchschnittsgeschwindigkeit. Ein Ausreißer ist in Szenario A mit 14 m/s ersichtlich. Szenario D streut ähnlich wie Szenario A hat aber eine etwas geringere Durchschnittsgeschwindigkeit.

Linearisierte Geschwindigkeit

Im Zuge des Projektes wurde ein Kriterium entwickelt mit dem die „Flüssigkeit“ der Durchfahrt durch die Mautstelle und damit indirekt die Bewertung der Orientierung mit einem Messwert bewertbar wird. Die Durchfahrtszeit und die mittlere Geschwindigkeit sind grundsätzlich dafür geeignete Messwerte, sagen aber nichts darüber hinaus wie gleichmäßig die Geschwindigkeit in den verschiedenen Abschnitten in der Annäherung der Mautstelle gefahren wurde. Die Berechnung dieses Wertes ist in Kapitel

Auswertung der objektiven Daten im Detail beschrieben. Die linearisierte Geschwindigkeit ist grundsätzlich ein hypothetischer Geschwindigkeitsverlauf für die Durchfahrt durch die in Kapitel 2.4.2 beschriebenen Abschnitte, denen ein linearer Geschwindigkeitsverlauf in diesen Abschnitten zugeordnet ist.

Die Fahrt war umso gleichmäßiger, je näher dieser Wert bei null lag. Falls der Wert positiv war, ist in diesem Bereich durchschnittlich schneller als die linearisierte Geschwindigkeit gefahren worden, bei negativen Werten wurde im Bereich durchschnittlich langsamer als die linearisierte Geschwindigkeit gefahren. Der generelle Trend der Geschwindigkeitsabnahme wurde mit diesem Wert berücksichtigt. Zusätzlich deutet die Streuung der Messwerte um den Mittelwert der linearisierten Geschwindigkeit auf die Gleichmäßigkeit der gefahrenen Geschwindigkeit.

Abbildung 106 stellt die durchschnittliche linearisierte Geschwindigkeit sowie die Streuung aller Probanden und Szenarien dar.

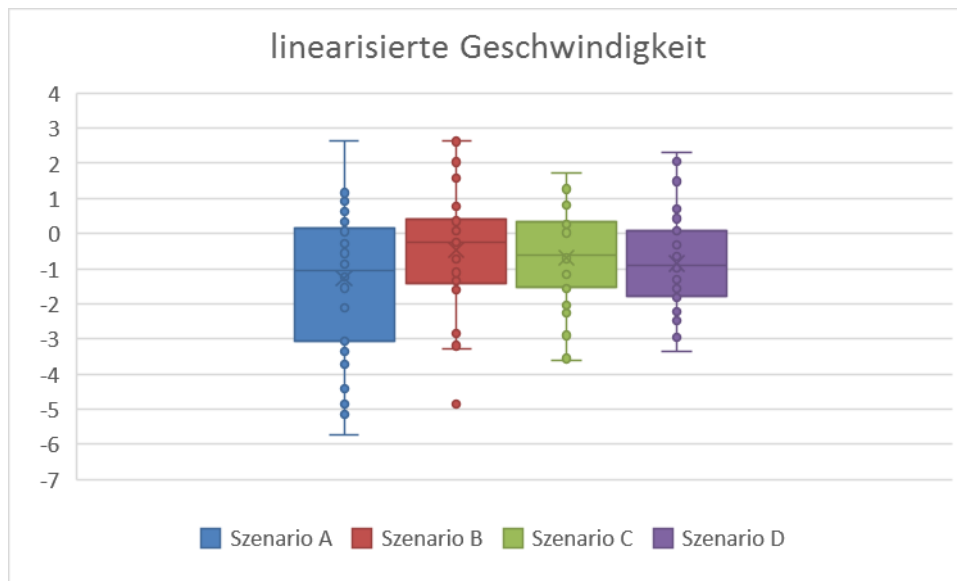


Abbildung 106 Linearisierte Geschwindigkeit

In Tabelle 92 sind die Mittelwerte linearisierten Geschwindigkeit dargestellt.

Tabelle 92: Linearisierte Geschwindigkeit Durchschnitt

Szenarien	Ø Geschwindigkeit m/s
A	-1,27
B	-0,47
C	-0,69
D	-0,85

Die besten Werten bei der linearisierten Geschwindigkeit erreichte Szenario B, gefolgt von C, D und schließlich A. In dieser Betrachtung streuen Szenarien B, C und D ähnlich, wobei B und

C am besten abschneiden. Szenario A streut deutlich mehr. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass der Objektivwert der linearisierten Geschwindigkeit sich mit der qualitativen Analyse der Videos durch EBE und mit der subjektiven Einschätzung der Probanden aus dem Fragebogen deckt.

Herzdatenauswertung

In diesem Boxplot (Abbildung 107) sind die durchschnittlichen Herzraten der Probanden aufgezeichnet. Es konnten nicht alle aufgezeichneten Herzratendaten ausgewertet werden, da es bei manchen Fahrten Probleme mit der Aufzeichnung gegeben hat.

Es wurden die durchschnittlichen Herzfrequenzen in dem Bereich vor dem Überkopf-100er und nach dem Überkopf-100er für die vier Szenarien betrachtet.

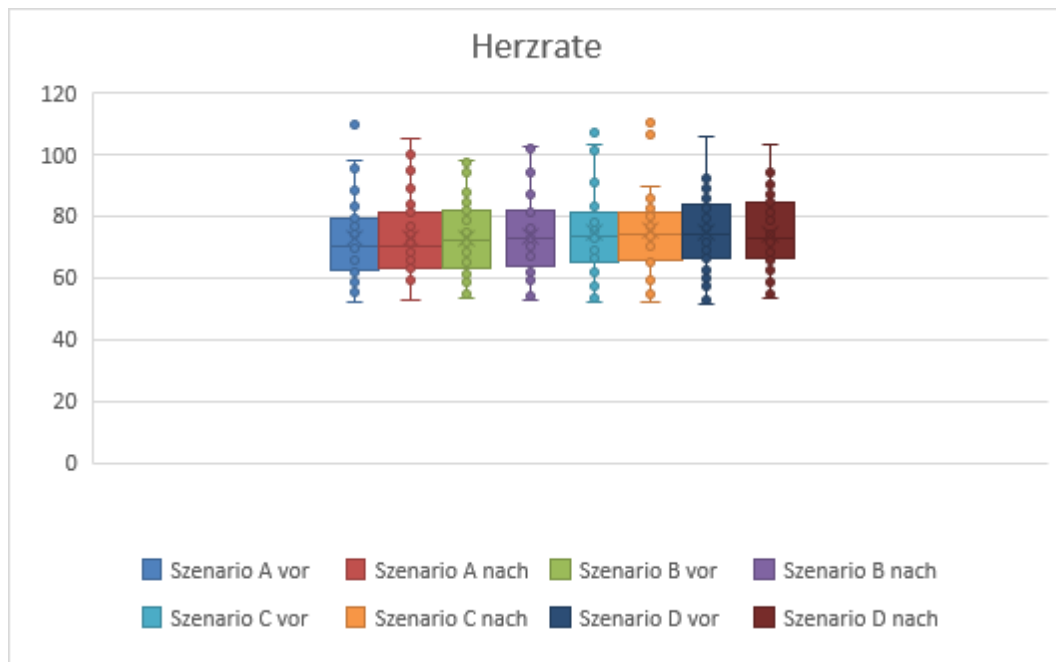


Abbildung 107 durchschnittliche Herzfrequenz

In Tabelle 93 sind die durchschnittlichen Herzfrequenzen dargestellt.

Tabelle 93: Durchschnittliche Herzfrequenz

Szenarien	Ø Herzfrequenz/min
-----------	--------------------

A vor	71,21
A nach	71,04
B vor	69,97
B nach	69,94
C vor	72,57
C nach	73,29
D vor	70,31
D nach	70,08

Die mittlere Herzfrequenz war im Durchschnitt bei allen Szenarien ähnlich. Auch die 25% und 75% Quantils waren für alle Szenarien vergleichbar. Da einige der Herzdaten nicht verwertbar waren, kann über die Streuung insbesondere bei Szenario C keine zuverlässige Aussage über eine erhöhte Stressbelastung gemacht werden.

Zusammenfassend lieferte die Auswertung der mittleren Herzfrequenz keine zuverlässige Aussage über die Stressbelastung im Simulator. Eine Auswertung der Herzratenvariabilität wurde im Zuge des Projektes nicht durchgeführt, könnte aber bei zukünftigen Studien besser interpretierbare Daten liefern. Die Interpretation der Herzratenvariabilität erfordert aber Spezialisten auf diesem Gebiet und entsprechende Ressourcen in der aufwendigen Datenaufbereitung.

3. Zusammenfassung und Ergebnisse

Nach einer in Kapitel 2.1 beschriebenen Grundlagenerhebung, welche die

- Technische Standards bei der Gestaltung von Mautstellen,
- Rechtliche Rahmenbedingungen bei der Gestaltung von Mautstellen,
- Psychologische Faktoren,

beinhalteten, wurden die in Kapitel 2.2 beschriebenen Fokusgruppeninterviews und Verhaltensanalysen durchgeführt welche zu einem Erstentwurf des Bedürfnis- und Relevanzkataloges führten. Darauf wurde, wie in Kapitel 2.3 beschrieben, ein Entwurf für verschiedene potentielle Designelemente ausgearbeitet. Diese führten auf die drei verschiedenen Szenarien

- Minimales Informationssystem,
- Aufbauendes Informationssystem,
- Farbleitsystem basierend auf der vorhandenen Beschilderung.

Diese drei Szenarien wurden im Fahrsimulator der TU Graz realitätsnah umgesetzt und mit der realen Mautstelle (Stand Juli 2015) verglichen. Um den Realismusgrad zu erhöhen, wurde der Fahrsimulator mit Rückspiegel und einer dynamischen Verkehrsflusssimulation erweitert. Die Verkehrsflusssimulation erlaubt es, dass der das betrachtete Eigenfahrzeug umgebende Verkehr auf dieses reagiert und auch ein entsprechendes realistisches Verkehrsaufkommen zulässt, damit sich der/die ProbandIn in einer vergleichbaren Situation befindet. Die Verkehrsdichte wurde so hoch wie möglich gewählt, ohne dass sich ein Stau ausbildet und damit die Testung der Orientierung im fließenden Verkehr bewertbar bleibt.

Insgesamt wurden 41 auswertbare ProbandInnen getestet. Diese mussten die 4 Szenarien (Basisszenario plus 3 Alternativszenarien bei jedem/jeder ProbandIn in permutierter Reihenfolge durchfahren um statistische Artefakte in der Auswertung durch Lerneffekte zu vermeiden. Nach jeder Durchfahrt beantwortete der/die ProbandIn eine ausführliche Befragung auf Basis eines zuvor vorbereiteten Fragebogens. Nach Abschluss der Testung führte jede(r) Proband(in) eine vergleichende Bewertung aller Szenarien durch. Zusätzlich zur Befragung wurden Herzrate und Blickzuwendung bei jeder Testung und die Fahrzeugbewegung des Eigenfahrzeugs und des umgebenden Verkehrs mit aufgezeichnet.

Die Analyse der vier getesteten Szenarien hat ergeben, dass Szenario B (Minimales Informationssystem) und Szenario C (Aufbauendes Informationssystem) am besten abschnitten und die VerkehrsteilnehmerInnen die wenigsten Probleme hatten und sich am besten orientieren konnten. Die Analyse der getesteten Szenarien widerspiegelt auch die Ergebnisse der zuvor durchgeführten Untersuchungen:

- Informationsüberfluss vermeiden
- Intuitives Verkehrsleitsystem

- Schrittweises herantführen an die Informationen, von der Allgemeinen Information hin zur konkreten
- Informationen schrittweise hinzufügen und bis zum Schluss beibehalten

Zusammenfassend hat das Ergebnis des Forschungsprojektes eindeutig ergeben, die Beschilderung der Mautstelle Schönberg am Brenner auf Basis der ausgeführten Handlungsempfehlungen, siehe Kapitel 4, umzugestalten und diese als Regelwerk zu standardisieren und auf andere Mautstellen nach einer Testphase an der Mautstelle Schönberg am Brenner auszurollen. Es verbleiben die in Kapitel 5 beschriebenen Verbesserungspotentiale die im Rahmen eines Zusatzauftrages vor der kostenintensiven Umgestaltung noch einmal überprüfte werden könnte.

4. Handlungsempfehlungen

Auf Basis der Projektergebnisse wurden folgende Handlungsempfehlungen abgeleitet.



4.1. Handlungsempfehlungen „Allgemein“

HE. ID	Bezeichnung	Version	Status	Datum
HE_001	Informationsüberfluss vermeiden	0.1	beschlossen	13.12.2016
<p>Beschreibung: Ein Informationsüberfluss im Zulauf zur Mautstelle muss vermieden werden. So wenig Informationen wie möglich, so viel wie nötig. Mautstellen verursachen bei VerkehrsteilnehmerInnen Stress, die Gründe dafür sind unter anderem:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mautstellen kommen im Gesamtverkehrssystem nur selten vor → ungewohnte Situation • Hohes Verkehrsaufkommen während der Hauptreisezeiten • Teilweise relativ hohes Geschwindigkeitsniveau im Zulauf zur Mautstelle <p>Aus den genannten Gründen sind VerkehrsteilnehmerInnen nicht in der Lage zu viele Informationen zu verarbeiten.</p>				

HE. ID	Bezeichnung	Version	Status	Datum
HE_002	Intuitives Verkehrsleitsystem	0.1	beschlossen	13.12.2016
<p>Beschreibung: Das Verkehrsleitsystem sollte intuitiv und selbsterklärend aufgebaut sein um den VerkehrsteilnehmerInnen die Fahr- u. Orientierungsaufgabe an Mautstellen zu erleichtern und das Stresslevel, das Risiko eines Staus und von Unfällen zu reduzieren.</p>				

HE. ID	Bezeichnung	Version	Status	Datum
HE_003	Schrittweises Heranführen an Information	0.1	beschlossen	13.12.2016
<p>Beschreibung: Die VerkehrsteilnehmerInnen sollen schrittweise an die Informationen herangeführt werden, von der allgemeinen Information hin zur konkreten. Dabei sollen die Informationen schrittweise hinzugefügt und bis zum Schluss beibehalten bleiben. Beispiel HMS Schönberg:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Erste „große“ Ankündigung: Fahrzeugkategorie • Zweite „große“ Ankündigung: Fahrzeugkategorie, Bezahlart, • Abfertigungsspur: Fahrzeugkategorie, Bezahlart, Besetzung (Self Service / Manuel) 				

4.2. Handlungsempfehlungen „Infrastruktur & Beschilderung“

HE. ID	Bezeichnung	Version	Status	Datum
HE_004	Zeitgerechte Vorankündigung der Mautstelle	0.1	beschlossen	13.12.2016
<p>Beschreibung:</p> <p>Damit sich die VerkehrsteilnehmerInnen auf die Mautstelle vorbereiten und einstellen können, sollte die bevorstehende Mautstelle zeitgerecht angekündigt werden.</p> <p>Vorankündigungen in einer Entfernung von 5 und 2 Kilometer haben sich als zielführend herausgestellt.</p> <ul style="list-style-type: none"> Vorankündigung 5 km: Entfernungsangabe <div data-bbox="711 721 959 1041" data-label="Image">  </div> Vorankündigung 2 km: Entfernungsangabe u. Mautgebühr <div data-bbox="711 1144 959 1464" data-label="Image">  </div> 				

HE. ID	Bezeichnung	Version	Status	Datum
HE_005	Frühzeitige Geschwindigkeitsbeschränkung	0.1	beschlossen	13.12.2016

Beschreibung:

VerkehrsteilnehmerInnen müssen im Bereich der Mautstelle eine Vielzahl von Informationen wahrnehmen und verarbeiten. Damit dies möglich ist, muss das Geschwindigkeitsniveau angepasst sein. Je mehr Informationen von den VerkehrsteilnehmerInnen verarbeitet werden müssen, desto geringer muss das Geschwindigkeitsniveau in diesem Bereich sein.

Die Geschwindigkeitsbeschränkungen sind frühzeitig anzusetzen (in ausreichender Entfernung vor den Ankündigungen).

HE. ID	Bezeichnung	Version	Status	Datum
HE_006	Spuranzeige – Vorankündigungen	0.1	beschlossen	13.12.2016

Beschreibung:

Auf den Vorankündigungen (im Fall der HMS Schönberg: Maut-Gantry und Fußgängerbrücke) sollten nur so viele Informationen angezeigt werden, wie auch Fahrspuren vorhanden sind (d.h. bei einer dreispurigen Autobahn sollten nur die Informationen für diese drei Spuren angezeigt werden und nicht für 10 Abfertigungsspuren).

HE. ID	Bezeichnung	Version	Status	Datum
HE_007	Abfertigungsspuren – gleiche Spurbereiten	0.1	beschlossen	13.12.2016

Beschreibung:

Die Spurbreiten der Abfertigungsspuren sollen an allen Abfertigungsspuren gleich sein (keine Unterschiede). Dies ist zu berücksichtigen bei Neubau oder Sanierung einer Mautstelle.

HE. ID	Bezeichnung	Version	Status	Datum
HE_008	Symbole - Zahlungsmittel	0.1	beschlossen	13.12.2016

Beschreibung:

Die Symbole bzgl. der Zahlungsmittel sollten überarbeitet werden.

- **Symbol „Bargeld“:** Das neue Bargeld-Symbol zeigt, dass sowohl Scheine als auch Münzen als Zahlungsmittel akzeptiert werden. Das alte Bargeld-Symbol wurde dahingehend bereinigt, dass die Zahlen entfernt wurden, da diese eher verwirren als helfen.



- **Symbol „Kredit- u. Bankomatkarten“:** Das neue Kreditkarten-Symbol zeigt eindeutig, dass sowohl die diversen Kreditkarten und auch Bankomatkarte (Maestro) als Zahlungsmittel akzeptiert werden.



- **Symbol „Videomaut“:** Das neue Video-Maut-Symbol wurde zu einem kompakten Symbol zusammengefasst. Dadurch kann das Symbol besser in die Beschilderung integriert werden.



HE. ID	Bezeichnung	Version	Status	Datum
HE_009	LED-RGB-Vollmatrixdisplays	0.1	beschlossen	13.12.2016
<p>Beschreibung:</p> <p>Zur dynamischen Anzeige von Informationen sollte die bestehende Beschilderung an den Abfertigungsspuren sowie an den relevanten Vorankündigungen gegen LED-RGB-Vollmatrix getauscht werden. Die Informationen für die VerkehrsteilnehmerInnen könnten somit schnell und einfach angepasst werden. Auch Informationen die durch zukünftige Services entstehen, wie z.B. die Anzeige der Reisezeit an jeder Abfertigungsspur, könnten den VerkehrsteilnehmerInnen somit einfach angezeigt werden.</p>				

4.3. Handlungsempfehlungen „Zahlungsvorgang“

HE. ID	Bezeichnung	Version	Status	Datum
HE_010	Zahlungsmittel	0.1	beschlossen	13.12.2016
<p>Beschreibung:</p> <p>An allen Abfertigungsspuren müssen alle Zahlungsmittel akzeptiert werden (Bargeld, Bankomat- u. Kreditkarte, Videomaut) egal ob die Abfertigungsspur mit einem Automat ausgestattet oder manuell besetzt. Ausnahme ist die reine Videomautspur(en).</p>				

HE. ID	Bezeichnung	Version	Status	Datum
HE_011	Übersichtlicher und einfach zu bedienender Automat	0.1	beschlossen	13.12.2016
<p>Beschreibung:</p> <p>Die Zahlungsautomaten sollen übersichtlich und einfach zu bedienen sein.</p>				

HE. ID	Bezeichnung	Version	Status	Datum
HE_011	Abfertigungsspuren geöffnet/geschlossen	0.1	beschlossen	13.12.2016
<p>Beschreibung:</p> <p>Wenn möglich sollten immer alle Abfertigungsspuren geöffnet sein (außer die Abfertigungsspur befindet sich im Service/Reparatur). Die Voraussetzung dafür ist, dass jede Abfertigungspur mit einem Zahlungsautomaten ausgestattet ist.</p>				

4.4. Handlungsempfehlungen „Video-Maut“

HE. ID	Bezeichnung	Version	Status	Datum
HE_012	Rückstau an reinen Video-Maut-Spur vermeiden	0.1	beschlossen	13.12.2016

Beschreibung:

Ein Rückstau an reinen Video-Maut-Spuren muss auf jeden Fall vermieden werden, da ein Rückstau wie im Fall der HMS Schönberg weitere Probleme verursacht. D.h. das Video-Maut-System muss so konzipiert sein, dass ein Rückstau vermieden wird.

Negativbeispiel HMS Schönberg: Das bestehende Video Mautsystem an der HMS Schönberg ist für eine Reihe an Problemen verantwortlich.

Unserem Verständnis nach, sollten jene Kfz-LenkerInnen die Video Maut als Zahlungsmittel nutzen, ohne Anhalten die Mautstelle durchfahren können (Free-Flow-System). Mit dem bestehenden Mautsystem ist das aber nur bedingt möglich, denn an Tagen mit einem hohen Verkehrsaufkommen kann es bedingt durch das Systemdesign zum Anhalten der Kfz kommen. Hinzu kommt, dass die Video Maut Nutzer bedingt durch die derzeitige Position des Einfahrtsschrankens, an Tagen mit einem hohen Verkehrsaufkommen einen Rückstau verursachen, der bis hinter die zweite Vorankündigung (Fußgängerbrücke) zurückreicht. Das ist gleichzeitig jener Bereich in dem sich die Kfz-Lenker beginnen zu verteilen. Der Rückstau hat zur Folge, dass die linke Spur im Anfahrtsbereich für jene Kfz-LenkerInnen welche die Video Maut nicht nutzen, blockiert ist.



4.5. Handlungsempfehlungen „Marketing“

HE. ID	Bezeichnung	Version	Status	Datum
HE_013	Informationskampagne ByPass-Spur	0.1	beschlossen	13.12.2016
<p>Beschreibung:</p> <p>Die VerkehrsteilnehmerInnen sollen im Zuge einer Informationskampagne über eventuell an einer Mautstelle vorhandene ByPass-Spuren informiert werden.</p> <p>Unsere Erhebungen haben ergeben, dass die ByPass-Spuren in der Regel nur von wenigen VerkehrsteilnehmerInnen genutzt werden.</p> <p>Die Information über die ByPass-Spuren könnte für die VerkehrsteilnehmerInnen auf den Wechseltextanzeigen (WTA) im Zulauf angezeigt werden.</p>				

HE. ID	Bezeichnung	Version	Status	Datum
HE_014	Informationskampagne Video-Maut-System	0.1	beschlossen	13.12.2016
<p>Beschreibung:</p> <p>Die VerkehrsteilnehmerInnen sollen im Zuge einer Informationskampagne über die Möglichkeit der Video-Maut informiert werden (speziell vor den Hauptreisezeiten im Sommer).</p> <p>Informationsumfang:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Möglichkeit mittels Videomaut an Mautstellen zu bezahlen • Vorteile (Zeitersparnis, Bargeldlose Bezahlung,...) <p>Medien:</p> <ul style="list-style-type: none"> • TV • Radio • ASFINAG-Website • Social Media Plattformen • Wechseltextanzeigen (WTA) 				

HE. ID	Bezeichnung	Version	Status	Datum
HE_015	Informationskampagne Video-Maut-Spuren	0.1	beschlossen	13.12.2016
<p>Beschreibung: Die VerkehrsteilnehmerInnen sollen im Zuge einer Informationskampagne darüber informiert werden, dass sie alle Abfertigungsspuren benutzen können.</p> <p>Medien:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ASFINAG-Website: z.B. eigenes Pop-Up-Fenster nach Kauf der Video-Maut • Wechseltexanzeigen (WTA) im Zulauf zur Mautstelle 				

5. Offene Fragen

Das Ergebnis des Forschungsprojektes hat Handlungsempfehlungen für die Gestaltung einer Mautstelle ergeben, die im Versuch am Fahrsimulator der TU Graz subjektiv durch Befragung der ProbandInnen sowie durch objektive Messwerte hinsichtlich ihrer Eignung qualitativ und quantitativ bewertet wurden. Während das in Realität ausgeführte Basisszenario und das darauf aufbauende Farbleitsystem eindeutig schlechter abschnitten und nicht weiter verfolgt werden sollten, ist dies beim minimalen und beim aufbauenden Informationssystem nicht mehr so eindeutig, obwohl das beste Szenario das minimale Informationssystem war.

Für die Umsetzung an der Mautstelle könnten noch folgende Fragestellungen geklärt werden:

- Ist eine Kombination des minimalen und des aufbauenden Informationssystems, die ähnlich gestaltete Designelemente verwenden, sinnvoll?
- Welche objektiv messbaren Kriterien können die qualitative Bewertung weiter verbessern (z.B. Herzratenvariabilität).

Dies könnte in einer weiteren Fahrsimulatorstudie durchgeführt werden, die das am besten bewertete minimale Informationssystem mit einer aus minimalen und aufbauenden kombinierten Informationssystem miteinander verbindet.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Einfluss von verschiedenen Faktoren auf das Folgefahren nach Verkehrsdichte (Ranney, 1999, S.217).....	14
Abbildung 2: Multiple Ressourcentheorie (Wickens, 2002).	16
Abbildung 3: Kamerastandorte für die Verhaltensanalyse (Kartenmaterial: Bing Maps)	29
Abbildung 4: System 1 – Maut-Gantry (links); System 2 – Maut-Gantry (rechts)	30
Abbildung 5: System 3 – Fußgängerbrücke (links); System 4 – Mautstation (rechts)	30
Abbildung 6: Typisches Verhalten von Kfz-LenkerInnen im Bereich der Mautstelle	32
Abbildung 7: Verhalten der Kfz-LenkerInnen im Bereich der Mautstelle nach Leitung	33
Abbildung 8: IST-Situation der Beschilderung an der Mautstelle Schönberg (Kartenmaterial: Bing Maps)	33
Abbildung 9: Geschwindigkeitsbeschränkung 60km/h kurz vor der Maut-Gantry	34
Abbildung 10: Beschilderung im Detail an der Maut-Gantry	34
Abbildung 11: Beschilderung im Detail an der Fußgängerbrücke	35
Abbildung 12: Bodenmarkierung „Video Maut“ im Detail	36
Abbildung 13: Seitliches Hinweisschild	37
Abbildung 14: Beschilderung Maut-Gate im Detail	38
Abbildung 15: Rückstau Video Maut Spur	39
Abbildung 16: Kreditkarten-Bargeld-Automat	40
Abbildung 17: Altes und neues Bargeld-Symbol	43
Abbildung 18: Altes und neues Kreditkarten-Symbol	44
Abbildung 19: Video-Maut Symbol	44
Abbildung 20: Video-Maut Symbol in GRÜN	45
Abbildung 21: Vorankündigung „Mautstelle in 10 km“	46
Abbildung 22: Vorankündigung „Mautstelle in 5 km“	46
Abbildung 23: Vorankündigung „Mautstelle in 2 km“ & Anzeige der Mautgebühr Variante 1	47
Abbildung 24: Geschwindigkeitsbeschränkung 80 km/h	48
Abbildung 25: Geschwindigkeitsbeschränkung 60 km/h	48
Abbildung 26: Geschwindigkeitsbeschränkung 60 km/h	49
Abbildung 27: Geschwindigkeitsreduktion 60 km/h	49
Abbildung 28: Schild Maut-Gantry	50
Abbildung 29: Schild Fußgängerbrücke	51

Abbildung 30: Geschwindigkeitsbeschränkung 30 km/h.....	51
Abbildung 31: Schild Einfahrt Video-Maut-Spur	52
Abbildung 32: Fahrverbotsschilder Einfahrt Video-Maut-Spur	52
Abbildung 33: RGB-LED-Vollmatrix-Display Abfertigungsspuren Pkw-Motorrad	53
Abbildung 34: RGB-LED-Vollmatrix-Display Abfertigungsspuren Pkw-Wohnwagen- Wohnmobil.....	53
Abbildung 35: RGB-LED-Vollmatrix-Display Abfertigungsspuren Lkw-Bus.....	54
Abbildung 36: RGB-LED-Vollmatrix-Display Abfertigungsspur geschlossen	54
Abbildung 37: Vorankündigung „Mautstelle in 10 km“	57
Abbildung 38: Vorankündigung „Mautstelle in 5 km“	57
Abbildung 39: Vorankündigung „Mautstelle in 2 km“	58
Abbildung 40: Geschwindigkeitsreduktion 80 km/h	59
Abbildung 41: Geschwindigkeitsbeschränkung 60 km/h.....	59
Abbildung 42: Geschwindigkeitsbeschränkung 60 km/h.....	60
Abbildung 43: Vorankündigung Mautstelle	60
Abbildung 44: Schild Maut-Gantry.....	61
Abbildung 45: Schild Fußgängerbrücke	61
Abbildung 46: Geschwindigkeitsbeschränkung 30 km/h.....	62
Abbildung 47: Schild Einfahrt Video-Maut-Spur	63
Abbildung 48: Fahrverbotsschild Pkw mit Anhänger	63
Abbildung 49: Fahrverbotsschild Wohnmobil	63
Abbildung 50: Fahrverbotsschild für Fahrzeuge höher als 3,5m.....	63
Abbildung 51: Erweiterung der Bodenmarkierung	64
Abbildung 52: RGB-LED-Vollmatrix-Display Abfertigungsspuren Pkw-Motorrad	65
Abbildung 53: RGB-LED-Vollmatrix-Display Abfertigungsspuren Pkw-Wohnwagen- Wohnmobil.....	65
Abbildung 54: RGB-LED-Vollmatrix-Display Abfertigungsspuren Lkw-Bus.....	66
Abbildung 55: RGB-LED-Vollmatrix-Display Beispiel Abfertigungsspur geschlossen	66
Abbildung 56: Vorankündigung „Mautstelle in 10 km“	69
Abbildung 57: Vorankündigung „Mautstelle in 5 km“	69
Abbildung 58: Vorankündigung „Mautstelle in 2 km“ & Anzeige der Mautgebühr	70
Abbildung 59: Geschwindigkeitsbeschränkung 80 km/h.....	71

Abbildung 60: Geschwindigkeitsbeschränkung 60 km/h.....	71
Abbildung 61: Geschwindigkeitsbeschränkung 60 km/h.....	72
Abbildung 62: Vorankündigung Mautstelle	72
Abbildung 63: Schild Maut-Gantry.....	73
Abbildung 64: Schild Fußgängerbrücke (Fahrzeugkategorien und Bezahlarten)	74
Abbildung 65: Geschwindigkeitsbeschränkung 30 km/h.....	74
Abbildung 66: Schild Einfahrt Video-Maut-Spur	75
Abbildung 67: Diverse Fahrverbotsschilder an der Einfahrt zur Video-Maut-Spur	75
Abbildung 68: Farbliche Bodenmarkierungen	76
Abbildung 69: Spur 1 (Prismenwender und LED-Modul)	77
Abbildung 70: Spur 2 (Prismenwender und Schild inkl. LED-Modul)	78
Abbildung 71: Spur 3 (Prismenwender und Schild inkl. LED-Modul)	79
Abbildung 72: Spur 4 (Prismenwender und Schild inkl. LED-Modul)	80
Abbildung 73: Spur 5 (Prismenwender und Schild inkl. LED-Modul)	80
Abbildung 74: Spur 10 (Prismenwender und Schild)	81
Abbildung 75: Spur 11 (Prismenwender).....	81
Abbildung 76: Überblick über alle Abfertigungsspuren.....	82
Abbildung 77: Aufbau des Simulators mit einem Mini Countryman: Quelle: ²	85
Abbildung 78: Aufbau Fahrsimulator (1)	86
Abbildung 79: Eye Tracking Quelle: FTG	87
Abbildung 80: Google Maps Strecke.....	88
Abbildung 81: Strecke aus Fahrdaten	88
Abbildung 82: PTV Vissim Fahrverhalten, Quelle ⁵	90
Abbildung 83: PTV Vissim 3D Visualisierung, Quelle: FTG	92
Abbildung 84: PTV Vissim Simulation (1)	92
Abbildung 85: Dreifachableitung zur Herzfrequenzmessung, Quelle: Human Research	93
Abbildung 86: Szenario A	94
Abbildung 87: Szenario B	95
Abbildung 88: Szenario C	96
Abbildung 89: Szenario D	97
Abbildung 90: Messkanäle Fahrsimulator MueGen Driving 8.....	101
Abbildung 91: Letzter Streckenabschnitt mit betrachteten Abschnitten	103

Abbildung 92: Koordinatentransformation	104
Abbildung 93: Linearisierte Geschwindigkeit.....	108
Abbildung 94: Proband 1 A zugeschnittene Herzrate	108
Abbildung 95: Allgemeine Beurteilung aller vier Szenarien	121
Abbildung 96: Einschätzung der besten Orientierung bei allen vier Szenarien.....	121
Abbildung 97: Allgemeine Beurteilung aller vier Szenarien nach Geschlecht	123
Abbildung 98: Einschätzung der besten Orientierung bei allen vier Szenarien nach Geschlecht	123
Abbildung 99: Allgemeine Beurteilung aller vier Szenarien nach Altersgruppen.....	125
Abbildung 100 :Allgemeine Beurteilung aller vier Szenarien nach Mautstellenerfahrung....	126
Abbildung 101: Einschätzung der besten Orientierung bei allen vier Szenarien nach Altersgruppen	127
Abbildung 102: Allgemeine Beurteilung aller vier Szenarien nach jährlicher Fahrleistung ..	128
Abbildung 103: Einschätzung der besten Orientierung bei allen vier Szenarien nach jährlicher Fahrleistung.....	128
Abbildung 104: Vergleich verschiedene Anforderung nach Szenario (Durchschnittswert 10teilige Skala)	137
Abbildung 105 Durchschnittliche Geschwindigkeit	194
Abbildung 106 Linearisierte Geschwindigkeit.....	196
Abbildung 107 durchschnittliche Herzfrequenz	197

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Tabellenreiter „Auswertung in der Datei „Zusammenfassung.xlsx“	111
Tabelle 2: Geschlechterverteilung der Testpersonen	115
Tabelle 3: Altersverteilung der Testpersonen.....	115
Tabelle 4: Jährliche Fahrleistung der Testpersonen.....	116
Tabelle 5: Insgesamt Fahrleistung der Testpersonen.....	116
Tabelle 6: Jährliche Mautstellenerfahrung als FahrerIn der Testpersonen	116
Tabelle 7: Jährliche Mautstellenerfahrung als BeifahrerIn der Testpersonen	117
Tabelle 8: Allgemeine Bewertung des Simulators	117
Tabelle 9: Allgemeine Beurteilung des Simulators	118
Tabelle 10: Beurteilung des Vibrierens am Lenkrad.....	118
Tabelle 11: Beurteilung des Automatikgetriebes	119
Tabelle 12: Beurteilung der Einschätzung von Entfernungen	119
Tabelle 13: Beurteilung der Einschätzung von Geschwindigkeiten.....	119
Tabelle 14: Allgemeine Beurteilung und Einschätzung der besten Orientierung bei allen vier Szenarien	120
Tabelle 15: Allgemeine Beurteilung und Einschätzung der besten Orientierung bei allen vier Szenarien nach Geschlecht in Prozent	122
Tabelle 16: Allgemeine Beurteilung und Einschätzung der besten Orientierung bei allen vier Szenarien nach Altersgruppen in Prozent.....	124
Tabelle 17: Allgemeine Beurteilung und Einschätzung der besten Orientierung bei allen vier Szenarien nach Mautstellenerfahrung in Prozent.....	126
Tabelle 18: Allgemeine Beurteilung und Einschätzung der besten Orientierung bei allen vier Szenarien nach jährlicher Fahrleistung in Prozent	127
Tabelle 19: Übersicht über die allgemeine Beurteilung insgesamt und der verschiedenen Untergruppen in Prozent.....	129
Tabelle 20: Übersicht über die Einschätzung der besten Orientierung bei allen vier Szenarien insgesamt und der verschiedenen Untergruppen in Prozent.....	131
Tabelle 21: Übersicht über die Anzahl der Fehler pro Testperson.....	132
Tabelle 22: Übersicht über die Anzahl der Fehler nach Zahlung mit Karte	132
Tabelle 23: Übersicht über die Anzahl der Fehler nach Barzahlung	132
Tabelle 24: Übersicht über die Anzahl der Fehler bei der Videomaut.....	133
Tabelle 25: Übersicht über die Anzahl der Fehler nach Szenario	133

Tabelle 26: Übersicht über die Anzahl der Fehler nach Szenario und Bezahlart	134
Tabelle 27: Abgefragte Anforderungen und jeweilige Erklärung	135
Tabelle 28: Übersicht über verschiedene Anforderung nach Szenario (Durchschnittswert 10teilige Skala)	136
Tabelle 29: t-Test bei gepaarten Stichproben Vergleich Szenario A/B	137
Tabelle 30: t-Test bei gepaarten Stichproben Vergleich Szenario A/C	138
Tabelle 31: t-Test bei gepaarten Stichproben Vergleich Szenario A/D	138
Tabelle 32: Übersicht über verschiedene Anforderung für Männer (Durchschnittswerte 10teilige Skala)	139
Tabelle 33: Übersicht über verschiedene Anforderung für Frauen (Durchschnittswerte 10teilige Skala)	139
Tabelle 34: Übersicht über verschiedene Anforderung für unter 25jährige (Durchschnittswerte 10teilige Skala)	140
Tabelle 35: Übersicht über verschiedene Anforderung für Probanden zwischen 25 und 60 Jahren (Durchschnittswerte 10teilige Skala)	141
Tabelle 36: Übersicht über verschiedene Anforderung für über 60jährige (Durchschnittswerte 10teilige Skala)	142
Tabelle 37: Übersicht über verschiedene Anforderung für Probanden mit Mautstellenerfahrung bis zu 4x/Jahr (Durchschnittswerte 10teilige Skala)	143
Tabelle 38: Übersicht über verschiedene Anforderung für Probanden mit Mautstellenerfahrung von 5 bis 12x/Jahr (Durchschnittswerte 10teilige Skala)	144
Tabelle 39: Übersicht über verschiedene Anforderung für Probanden mit Mautstellenerfahrung öfter als 12x/Jahr (Durchschnittswerte 10teilige Skala)	144
Tabelle 40: Übersicht über verschiedene Anforderung für Probanden mit einer Fahrleistung von unter 15.000 Kilometer/Jahr (Durchschnittswerte 10teilige Skala)	145
Tabelle 41: Übersicht über verschiedene Anforderung für Probanden mit einer Fahrleistung von über 15.000 Kilometer/Jahr (Durchschnittswerte 10teilige Skala)	146
Tabelle 42: Übersicht über geistige Anforderung insgesamt und nach Untergruppen (Durchschnittswerte 10teilige Skala)	147
Tabelle 43: Übersicht über körperliche Anforderung insgesamt und nach Untergruppen (Durchschnittswerte 10teilige Skala)	148
Tabelle 44: Übersicht über zeitliche Anforderungen insgesamt und nach Untergruppen (Durchschnittswerte 10teilige Skala)	149
Tabelle 45: Übersicht über Leistung insgesamt und nach Untergruppen (Durchschnittswerte 10teilige Skala)	150

Tabelle 46: Übersicht über allgemeine Anstrengung insgesamt und nach Untergruppen (Durchschnittswerte 10teilige Skala)	151
Tabelle 47: Übersicht über Frustration insgesamt und nach Untergruppen (Durchschnittswerte 10teilige Skala)	152
Tabelle 48: Übersicht Fragen zur Benutzerfreundlichkeit	153
Tabelle 49 :Übersicht über die Bewertung der Ankündigung der Mautstelle insgesamt und nach Untergruppen (Durchschnittswerte 5teilige Skala)	154
Tabelle 50: Übersicht über die Bewertung der Bodenmarkierungen insgesamt und nach Untergruppen (Durchschnittswerte 5teilige Skala)	155
Tabelle 51: Übersicht über die Bewertung der Gestaltung der Mautstelle insgesamt und nach Untergruppen (Durchschnittswerte 5teilige Skala)	156
Tabelle 52: Übersicht über die Bewertung der Hinweisschilder insgesamt und nach Untergruppen (Durchschnittswerte 5teilige Skala)	157
Tabelle 53: Übersicht über die Anforderungen bezüglich Orientierung allgemein insgesamt und nach Untergruppen (Durchschnittswerte 5teilige Skala)	158
Tabelle 54: Übersicht über die Anforderungen bezüglich Orientierung nach Zahlungsart insgesamt und nach Untergruppen (Durchschnittswerte 5teilige Skala)	159
Tabelle 55: Übersicht über die Anforderungen bezüglich Orientierung nach Fahrzeugtyp insgesamt und nach Untergruppen (Durchschnittswerte 5teilige Skala)	160
Tabelle 56: Übersicht über die Anforderungen bezüglich Überkopfbeschilderung insgesamt und nach Untergruppen (Durchschnittswerte 5teilige Skala)	161
Tabelle 57: Übersicht über die Anforderungen bezüglich Fahrbahnmarkierung insgesamt und nach Untergruppen (Durchschnittswerte 5teilige Skala)	162
Tabelle 58: Übersicht über die Anforderungen bezüglich Informationen auf der Fahrbahn insgesamt und nach Untergruppen (Durchschnittswerte 5teilige Skala)	163
Tabelle 59: Übersicht über die Anforderungen bezüglich Breite der Fahrspur bei der Mautstelle insgesamt und nach Untergruppen (Durchschnittswerte 5teilige Skala)	163
Tabelle 60: Beurteilungskriterien des Fahrverhaltens.....	165
Tabelle 61: Beispiel für die Eingabe der Beobachtungsdaten	166
Tabelle 62 :Prozent der Testpersonen die zu langsam gefahren sind insgesamt und Untergruppen.....	166
Tabelle 63: Prozent der Testpersonen die zügig gefahren sind insgesamt und Untergruppen	167
Tabelle 64: Prozent der Testpersonen, die zu schnell gefahren sind, insgesamt und Untergruppen.....	168
Tabelle 65: Prozent der Testpersonen, die Spur vor Mautstelle wechselten, insgesamt und Untergruppen.....	169

Tabelle 66: Prozent der Testpersonen mit offensichtlichen Problemen bei der Orientierung/Auswahl der Abfertigungsspur insgesamt und Untergruppen	170
Tabelle 67: Begründung zur Auswahl des besten Szenarios (A und B).....	172
Tabelle 68: Begründung zur Auswahl des besten Szenarios (C und D)	173
Tabelle 69: Begründung zur Auswahl des Szenarios mit der besten Orientierung (A und B)	175
Tabelle 70: Begründung zur Auswahl des Szenarios mit der besten Orientierung (C und D)	175
Tabelle 71: Positive Kommentare zur Ankündigung der Mautstelle (Szenario A)	176
Tabelle 72: Tabelle 71: Negative Kommentare zur Ankündigung der Mautstelle (Szenario A)	177
Tabelle 73: Positive Kommentare zur Ankündigung der Mautstelle (Szenario B)	178
Tabelle 74: Negative Kommentare zur Ankündigung der Mautstelle (Szenario B).....	179
Tabelle 75: Positive Kommentare zur Ankündigung der Mautstelle (Szenario C).....	180
Tabelle 76: Negative Kommentare zur Ankündigung der Mautstelle (Szenario C)	181
Tabelle 77: Positive Kommentare zur Ankündigung der Mautstelle (Szenario D).....	182
Tabelle 78: Negative Kommentare zur Ankündigung der Mautstelle (Szenario D)	182
Tabelle 79: Positive Kommentare zur Bodenmarkierung (Szenario A)	184
Tabelle 80: Negative Kommentare zur Bodenmarkierung (Szenario A)	184
Tabelle 81: Positive Kommentare zur Bodenmarkierung (Szenario B)	185
Tabelle 82: Negative Kommentare zur Bodenmarkierung (Szenario B)	185
Tabelle 83: Positive Kommentare zur Bodenmarkierung (Szenario C).....	186
Tabelle 84: Negative Kommentare zur Bodenmarkierung (Szenario C)	186
Tabelle 85: Positive Kommentare zur Bodenmarkierung (Szenario D).....	186
Tabelle 86: Negative Kommentare zur Bodenmarkierung (Szenario D)	187
Tabelle 87: Kommentare zur Orientierung nach Zahlungsart (Szenario A).....	188
Tabelle 88: Kommentare zur Orientierung nach Zahlungsart (Szenario B).....	189
Tabelle 89: Kommentare zur Orientierung nach Zahlungsart (Szenario C)	189
Tabelle 90: Kommentare zur Orientierung nach Zahlungsart (Szenario D)	190
Tabelle 91: Durchschnittliche Geschwindigkeit	195
Tabelle 92: Linearisierte Geschwindigkeit Durchschnitt	196
Tabelle 93: Durchschnittliche Herzfrequenz.....	197