

Feldstudie über Auswirkungen von Tunnelgestaltungselementen auf das Fahrverhalten

Michael Smuc, Rainer Christ, Michael Gatscha

Abstract

Das Institut für Verkehrspsychologie des Kuratoriums für Verkehrssicherheit führte im Auftrag der ÖSAG (Österreichische Autobahnen- und Schnellstraßen-Aktiengesellschaft) eine empirische Feldstudie zum Fahrverhalten in Autobahntunneln durch. Dazu wurden von 69 Versuchspersonen (als Lenker) Fahr- und Verhaltensdaten über fünf Tunnel in beide Fahrrichtungen mit einem instrumentierten Fahrzeug (SAF, System zur Analyse des Fahrverhaltens) erhoben. Im Anschluss an die Fahrten wurden die Versuchspersonen ausführlich zu den Fahrten und zu verwandten Themen befragt.

Die Studie zeigt, dass viele Merkmale von Tunneln von den Verkehrsteilnehmern sehr bewusst wahrgenommen werden und Unterschiede in der Tunnelgestaltung auch als verhaltensrelevant erlebt werden. Es bestehen aber auch Hinweise, dass die Informationsaufnahme stark durch Routinen überlagert und auch gesteuert wird. Die Erinnerung an Informationen ist äußerst selektiv, was für die Gestaltung von Einrichtungen eine besondere Herausforderung darstellt. Informationen, die nicht für das routinemäßige Durchfahren eines Tunnels von Bedeutung sind (etwa Noteinrichtungen) werden besonders schlecht wahrgenommen und erinnert. Somit ergibt sich die Notwendigkeit, hier zusätzliche Informationskanäle zu erschließen. Kritische Punkte wie die Auswirkungen von Designelementen bei Tunnelportalen auf die Geschwindigkeitswahl, verschiedene Arten der Beleuchtung und Bordsteinmarkierungen innerhalb des Tunnels wie auch die Einflüsse von ein-, beziehungsweise zweiröhrigen Tunneln wurden auf Verhaltensebene detailliert untersucht und unter Berücksichtigung der Befragungsergebnisse auf Aspekte der Risikokompensation geprüft.

1 Motivation und Zielsetzung

Die spektakulären Tunnelunfälle der letzten Jahre in Österreich haben die Risiken von Tunnelfahrten deutlich gemacht. Dadurch wurde eine Welle von Diskussionen und Aktivitäten ausgelöst. Die ÖSAG (Österreichische Autobahnen und Schnellstraßen AG) war als Straßenerhalter an fundierten Kriterien zur Gestaltung von Straßentunnels besonders interessiert. Daraus ergab sich die Fragestellung, wie sich Gestaltungselemente auf die Wahrnehmung, Aufmerksamkeit und emotionale Befindlichkeit auswirken und welche Effekte diese Einflüsse auf die Geschwindigkeitswahl, das Abstandsverhalten und andere Fahrverhaltensparameter haben. Das KfV wurde daher im Herbst 2001 mit einer Studie über Tunnelgestaltungselemente von der ÖSAG beauftragt.

Die Tunnelgestaltungselemente wurden von uns unter anderem auch mit Hinblick auf die Risikokompensationstheorie untersucht. Wäre diese Theorie auch auf die Gestaltung von Tunnelgestaltungselementen anwendbar so würde das bedeuten, dass sich zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen nicht auf die Sicherheitsbilanz auswirken, da angenommen werden muss, dass die Wirksamkeit der Maßnahmen durch riskanteres Verhalten der Benutzer wieder abgeschwächt wird.

Das Ziel wäre daher, technische Sicherheitsmaßnahmen so zu gestalten, dass beim Verkehrsteilnehmer nach wie vor Aufmerksamkeit und Risikobewusstsein erhalten bleiben, ohne aber, dass Unbehagen, Angst oder Stress ausgelöst werden, was wieder zu Risiko führen würde (also einer Balance zwischen subjektiver und objektiver Sicherheit).

Um die subjektive und objektive Sicherheit möglichst gut zu erfassen, wurden „subjektive Maße“ für Sicherheit wie Einschätzungen und Einstellungen von Verkehrsteilnehmern mittels Befragung erhoben und „objektive Maße“ wie zum Beispiel Geschwindigkeitswahl, Geschwindigkeitsverläufe, Spurverhalten, Abstandsverhalten, Bremsverhalten anhand Fahrverhaltensdaten mit dem System zur Analyse des Fahrverhaltens (kurz: SAF)

gemessen. Aus der Verknüpfung dieser beiden Datenquellen sollten umfassende Bewertungen erstellt werden.

2 Methodik und Versuchsaufbau

2.1 Versuchsaufbau

Eine große Variation von Tunnelgestaltungselementen sollte erfasst werden um systematische Vergleiche anstellen zu können. Die Datensammlung sollte im Rahmen von realitätsnahen Fahrten erfolgen. Die Daten sollten von durchschnittlichen Fahrern stammen, wobei eine Streuung über verschiedene Typen angestrebt wurde.

2.1.1 Auswahl der Versuchspersonen

Um Aussagen tätigen zu können, benötigten wir eine größere Zahl von Personen, in unserem Fall waren dies 69 Personen, davon 23 ungeübte Tunnelfahrer, 23 geübte Tunnelfahrer und 23 ältere Fahrer. Alle Personen wohnten in der Umgebung des zu befahrenden Autobahnabschnittes und hatten daher eine gute Ortskenntnis.

2.1.2 Versuchsstrecke und Design

Um Tunnelgestaltungselemente systematisch vergleichen zu können, wurden insgesamt 5 Tunnel in beide Richtungen durchfahren. Die Fahrt dauerte, abhängig von einer unregelmäßigen Ampelschaltung aufgrund der Baustelle im Bosrucktunnel, ein bis 1,5 Stunden (ca. 70 km).

Nach den zweimaligen Fahrten durch die 2 Kurztunnels: Kurztunnel St. Pankraz (Länge: 230 m), Kurztunnel Rossleithen (270m) und 3 längere Tunnels: Lainbergtunnel (2,5 km), Bosrucktunnel (6 km), Selzthaltunnel (1 km) folgte eine ca. 1 stündige Befragung.

36 Fahrten wurden bei Tag und 33 Fahrten bei Nacht mit einem VW Polo, SDI (ausgestattet mit den Instrumentarien des SAF – siehe nächster Abschnitt) durchgeführt. Mit einer Ausnahme fanden die Fahrten ausschließlich an Wochentagen (Montag bis Freitag) statt, um vergleichbare Verkehrsdichte zu gewährleisten.

Der Versuchsleiter (am Rücksitz und mit Eingabetastatur) sagte den Versuchspersonen die Fahrtstrecke an, gab aber keine weiteren Verhaltensanweisungen. Der Zweck der Fahrt wurde nicht näher angegeben, jedenfalls wurde vermieden, die Studie in Zusammenhang zu Straßentunnels zu stellen.

Folgende variierende Bedingungen konnten wir in unseren Versuchsfahrten systematisch vergleichen:

- Richtungsverkehr vs. Gegenverkehrstunnels
- Tunnelankündigung durch Verkehrszeichen
- Baustellenabsicherung vor dem Tunnel
- Gewaschener / nicht gewaschener Tunnel
- Beleuchtungshöhe
- Geschwindigkeitslimits
- Abstellnischen
- Fluchtwegdesign
- Kilometerangaben
- Bordsteinreflektoren



Abbildung 1: Versuchstrecke.

2.2 Erhebungsmethoden

2.2.1 System zur Analyse des Fahrverhaltens (SAF)

Das System zur Analyse des Fahrverhaltens wird in diesem Tagungsband (im Beitrag SAF, Smuc et al., 2002) ausführlich dargestellt und wird daher im folgenden nur kurz beschrieben.

In dem speziell ausgestatteten Fahrzeug werden Statussignale des Fahrzeugs (Blinker, Lichter, Bremse etc.), Geschwindigkeit sowie Quer- und Längsbeschleunigung instrumentell aufgezeichnet. Ein mitfahrender Beobachter protokolliert interessierende Merkmale. Gleichzeitig wird die Fahrt über 4 verschiedene Videokameras aufgenommen.

Das Ziel von SAF ist es, die Interaktion zwischen Fahrer, Fahrzeug und Situation zu messen. Die Daten stammen dabei aus apparativen Messungen im instrumentierten Fahrzeug und den Beurteilungen eines mitfahrenden Beobachters. Der Beobachter kann dabei auch Situationen bewerten, die zu komplex für eine apparative Messung sind. Diese beiden Datenquellen werden in der Analyse verknüpft und verrechnet. Das Endergebnis dieser Art der Analyse soll eine Beurteilung des Fahrverhaltens im Gesamtzusammenhang der Fahrverhaltensvariablen sein.

Der mitfahrende Beobachter hat auf einer Eingabesteuerung 14 Tasten zur Verfügung, mit denen besondere Verhaltensauffälligkeiten - Fahrfehler - protokolliert wurden.

Folgende Fahrfehler wurden vom Beobachter protokolliert:

Tabelle 1: Fahrfehler.

Ampelfehler	Missachtung der Lichtzeichenregelung am Tunnelportal
Weiterfahrt	Fahrer folgt den Manövern (z.B. Verlangsamung) des vorausfahrenden Fahrzeugs, obwohl andere Fahrspuren frei sind
Licht	wenn der Fahrer erst nach der Tunneleinfahrt das Licht aufdreht oder ohne Licht fährt
Spurhaltung	ungenaues Einhalten der Fahrspur
Seitenabstand	zu geringer Seitenabstand
Blinken	wenn nicht geblinkt wird oder der Zeitraum zwischen Richtungsanzeige und Richtungswechsel zu kurz ist.
Spurwechsel	Alle Arten von Spurwechselfehlern
Emotion	Alle Formen von negativer Kommunikation
Konflikt	Konflikt wird selbst ausgelöst / von anderen verschuldeter Konflikt wird nicht gelöst
Abruptes Bremsen	plötzliches, starkes Bremsmanöver
Abstand	zum vorderen Fahrzeug zu gering
Geschwindigkeit unangepasst schnell	Geschwindigkeit in der aktuellen Situation zu schnell
Geschwindigkeit unangepasst langsam	Geschwindigkeit in der aktuellen Situation zu langsam (abweichend vom sonstigen Verkehrsfluss)

Von den Daten aus der instrumentierten Erfassung sind für vorliegende Studie Daten zur Geschwindigkeitswahl in verschiedenen Aufbereitungen verrechnet worden:

- Anzahl von Geschwindigkeitsüberschreitungen (Fahrgeschwindigkeit liegt 10% über gültigem Limit) in definierten Abschnitten
- Geschwindigkeitsschwankungen um markante Punkte (Zeitfenster +/- 5 Sekunden)
- Geschwindigkeitsverläufe über gesamte Tunnel

2.2.2 Befragung

Die subjektiven Maße – die Einschätzungen der Probanden – wurden mit einem halbstandardisierten Interview erhoben. Zunächst wurden Themen offen angesprochen, erst in weiterer Folge wurden auch standardisierte Fragen mit konkreten Antwortmöglichkeiten vorgegeben. Der Fragebogen, welcher anschließend an die Versuchsfahrt vorgegeben wurde, umfasst einen allgemeinen Teil, der einführende Fragen über das Empfinden der Versuchsfahrt erfasst, und einen speziellen Teil, der sich in folgende spezifische Themenblöcke gliedert:

- Verkehrszeichen
- Tunneleinfahrt
- Beleuchtung
- Tunnelwände
- Bodenmarkierung
- Sicherheitseinrichtungen

- Röhren
- Tunnelausfahrt
- Maut
- Baustelle
- Verhalten im Notfall
- Allgemeine Sicherheitsfragen

3 Ergebnisse

3.1 Beurteilung der Versuchsfahrt

Etwa 61% fühlten sich während der Fahrt sicher, obwohl 21% teilweise die Fahrt als irritierend erlebt haben. Als bedrohlich wurde die Fahrt von immerhin 12% der Versuchspersonen beschrieben.

Beurteilung der Versuchsfahrt

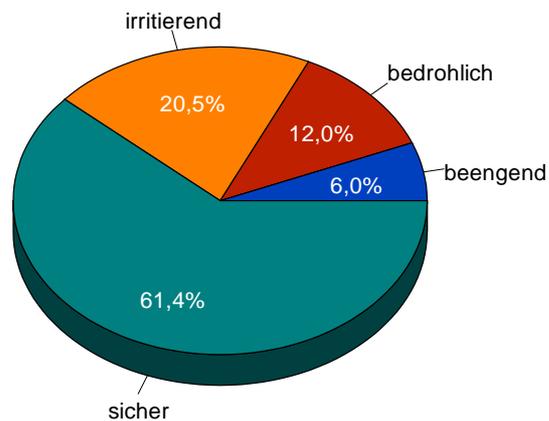


Abbildung 2 Die Versuchsfahrt aus Sicht der Versuchspersonen

Knapp 20% aller Versuchspersonen erlebten eine Situation während der Versuchsfahrt als gefährlich. Folgende gefährliche Situationen wurden genannt:

- Baustellenbereich Bosruck: Trotz einer Grünphase sind Fahrzeuge aus dem Tunnel noch entgegengekommen.
- Bei der Einfahrt in den Bosrucktunnel war die Spur zu eng, dass „der LKW fast auf meiner Seite war“.
- Bei der Einfahrt in den Bosrucktunnel hat ein LKW abrupt gebremst. „Man ist überfordert mit so vielen Schildern“.
- „Im Tunnel hat mich einer ohne zu blinken überholt.“
- LKW ist im Tunnel zu knapp aufgefahren.
- Bei der Auffahrt auf die Autobahn kam ein Geisterfahrer entgegen.

3.2 Tunnelankündigung, Tunnelportale

3.2.1 Beurteilung von Verkehrszeichen

Die Versuchspersonen wurden gebeten, aktiv Verkehrszeichen, Hinweistafeln, Zusatzschilder, Lichtsignalanlagen etc. aufzuzählen, die ihrer Meinung nach im Tunnelbereich, also vor, im und nach dem Tunnel, besonders wichtig sind.

Wichtige Verkehrs- und Hinweiszeichen im Tunnelbereich

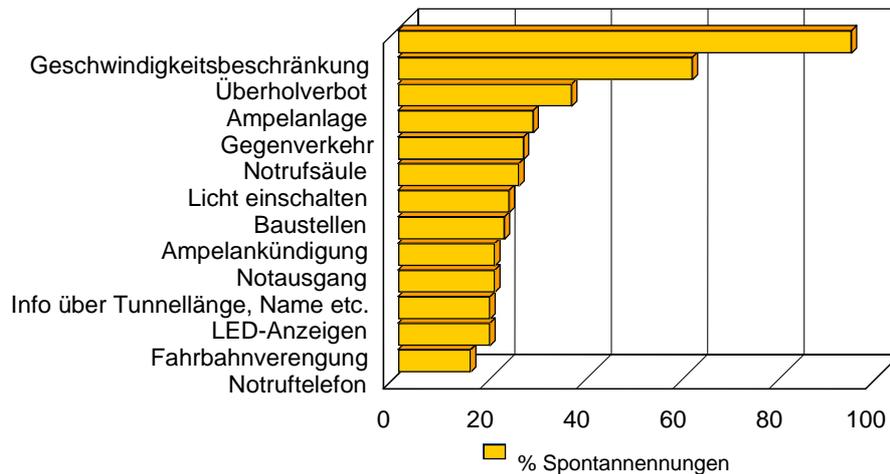


Abbildung 3: Wichtige Verkehrs- und Hinweiszeichen im Tunnelbereich - Spontannennungen der Versuchspersonen

Am wichtigsten fanden die befragten Teilnehmer die Geschwindigkeitsbeschränkung (94%), das Überholverbot (61%) und die Ampelanlage (36%).

Die Versuchspersonen wurden auch gefragt, bei welchen Verkehrszeichen es besonders gefährlich wäre, wenn diese missachtet oder übersehen wurden.

Gefahr bei Mißachtung von Verkehrszeichen

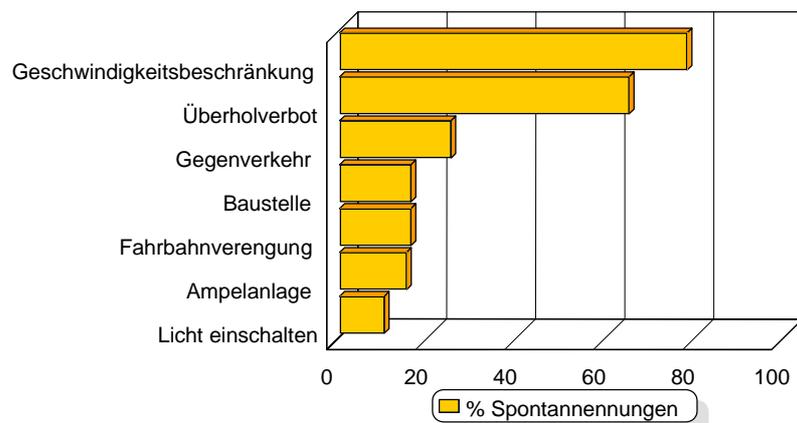


Abbildung 4: Gefahr bei Missachtung oder Übersehen von folgenden Verkehrszeichen, Spontannennungen der Versuchspersonen

Am gefährlichsten fanden die befragten Personen, wenn Geschwindigkeitsbeschränkungen missachtet oder übersehen werden, gefolgt vom Überholverbot (65%). Die Missachtung oder das Übersehen des Gegenverkehr-Verkehrszeichens fanden 25% als gefährlich. Baustellen wurden von 16%, Ampelanlagen von 15% und das Zeichen „Licht einschalten“ von 10%

genannt. Auf die Frage ob Verkehrszeichen nicht sofort verstanden worden sind, wurde keines von mehr als 10% der Befragten als unverständlich genannt.

Die unterschiedliche Erinnerung und Nennungen von Verkehrszeichen spiegelt wohl in erster Linie die Wichtigkeit wieder, die bestimmten Regelungen beigemessen wird. Interessanterweise wird das Tempolimit als noch wichtiger als das Überholverbot eingeschätzt, dies wohl, da diese Regel häufiger übertreten wird. Bemerkenswert, dass die vielfältigen Sicherheitshinweise wenig im Bewusstsein der Tunnelbenutzer sind.

Wie möchten nun die Fahrer, dass Tunnel gestaltet sind (laut Fragebogen):

- helle, ausgeleuchtete Einfahrt (48%)
- keine abrupter Wechsel hell -> dunkel (48%)
- breite Einfahrt (22%)
- fluoreszierende VZ (21%)
- sichtbare Überholverbotsschilder (21%)
- große Beschilderung (21%)
- übersichtliche Anordnung der VZ (21%)

Hier sticht in erster Linie die Helligkeit als Wunsch ins Auge und der fließende Hell/Dunkel Übergang. Diesbezügliche Variationen haben wir auf unserer Versuchsstrecke nicht gehabt, sodass wir unterschiedliche Ausleuchtungen der Einfahrt und deren Auswirkungen auf das Fahren vergleichen hätten können, aber grundsätzlich hatten wir sehr unterschiedliche Portale und ließen diese auch die Personen beurteilen.

3.2.2 Beurteilung von Tunnelleinfahrten

Für die Beurteilung von Tunnelleinfahrten wurden den Versuchspersonen simultan Bilder von unterschiedlichen Tunnelleinfahrten der gefahrenen Versuchsstrecke vorgelegt. Sie wurden gebeten, die Ausfahrten zu vergleichen und nach verschiedenen Eigenschaften zu beurteilen. Die Tunnelportale wurden von den Versuchspersonen durchaus differenziert erlebt:



Abbildung 5: Tunnelportal Selzthaltunnel.

Das Portal des Selzthaltunnels (Abbildung 5) wird als besonders übersichtlich, leitend, und am meisten informativ gesehen - Eigenschaften wie bremsend, gefährlich oder beengend werden diesem Portal jedenfalls nicht zugeschrieben.

In Abbildung 6 sieht man das Portal des Lainbergtunnels, das relativ neutral beurteilt wurde – relativ informativ und übersichtlich, keine Extreme bezüglich beengend, bremsend oder gefährlich.



Abbildung 6: Tunnelportal Lainbergtunnel.

Der Bosrucktunnel (Abbildung 7) wird ebenfalls als bremsend eingestuft, ohne dass aber die Aspekte der Beengung oder Gefahr ähnlich zum Tragen kämen.



Abbildung 7: Tunnelportal Bosrucktunnel.

Die Personen wurden befragt, wie man eine Tunneleinfahrt ihrer Meinung nach gestalten könnte, um die Einfahrt in den Tunnel zu erleichtern. Folgende Vorschläge wurden angegeben:

- eine helle, ausgeleuchtete Einfahrt
- nicht abrupt von Hell ins Dunkel

3.2.3 Ergebnisse aus der instrumentierten Messung

Obwohl die Versuchspersonen deutlich zwischen den Portalen differenzieren (also sich auch subjektiv unterschiedlich sicher fühlen), zeigen sich im Fahrverhalten - den objektiven Fakten keine nennenswerten Unterschiede. Es wird also an den positiv oder negativ bewerteten Portalen nicht auffälliger gefahren als an anderen Portalen.

Allerdings wirken die Portale doch unterschiedlich stark bremsend bei Tagbedingung – das, was als bremsend erlebt wird, bremst auch wirklich. Analysiert wurden grundsätzlich Zeitfenster von 5 Sekunden vor bis 5 Sekunden nach Passage des Tunnelportals. Bei vielen Tunnelportalen ist zu beobachten, dass sich die Durchschnittsgeschwindigkeiten der Überschreiter (mehr als 5 Km/h über dem Tempolimit) dem gültigen Limit annähern. Ähnliche (etwas weniger markante) Geschwindigkeitsreduktionen findet man auch bei den Fahrern mit „Normtempo“ (Tempolimit +/- 5 Km/h). Diese tatsächlichen Geschwindigkeitsreduktionen passen auch gut zu den Einschätzung der Portale in der Befragung der Versuchspersonen. Bei der Mehrheit der Tunnelportale nähern sich die Geschwindigkeiten langsamerer Fahrer dem erlaubten Limit an.

Gehäufte Spurschwankungen gab es bei einem Portal des Selzthaltunnels bei Nacht. Eine mögliche Ursache könnte die Platzierung eines Anpralldämpfers sein.

3.2.4 Empfehlungen für Ankündigungen und Tunneleinfahrten

Die Befragungsergebnisse zeigen, dass nicht Verkehrszeichen die primären Einflussfaktoren auf das Fahrverhalten darstellen, sondern Routinen und Gestaltungselementen ein wohl höherer Stellenwert zukommen dürfte.

Somit kommt etwa der Gestaltung von Elementen wie Portalen ein besonderer Stellenwert zu.

Im Hinblick auf die Geschwindigkeitssteuerung durch Portalgestaltung treffen sich die Einschätzungen der Versuchspersonen mit den empirischen Befunden. Die Tunnelportale des Kurztunnels St. Pankraz werden nicht nur als bremsend eingeschätzt, sie sind es auch. Dass damit auch der Eindruck der Beengung verbunden wird, hat andererseits in den vorliegenden Daten keinen Beleg für nachteilige Auswirkungen auf das Fahrverhalten.

Für Nachtbedingungen ergibt sich aus den erhobenen Daten eine hohe Sensibilität der Portalgestaltung auf das Spurverhalten der Fahrer. Das Tunnelportal Selzthal West hebt sich ungünstig von den übrigen Tunnelportalen durch vermehrte Spurfehler der Fahrer ab. Unterschiedliche Einflüsse der Portalgestaltung auf die Geschwindigkeitswahl finden sich nur bei Tag.

3.3 Anzeige von Geschwindigkeitslimits (WVZ in LED)

3.3.1 Wahrnehmung von Tempolimits - Befragungsergebnisse

In den Spontannennungen der Versuchspersonen, zur Frage, welche Verkehrszeichen im Tunnelvorfeld wahrgenommen werden, wird in 94% - und so mit Abstand am häufigsten – das Tempolimit genannt. Eine Differenzierung zwischen statischen und variablen Tempolimits und auch die Differenzierung in der Ausführung variabler Tempolimits wird von den Versuchspersonen in den Befragungen nicht wesentlich erwähnt, obgleich alle Varianten auf der Versuchsstrecke vorhanden waren.

3.3.2 Einhaltung von Tempolimits

In unserer Versuchsreihe konnten zwei Varianten von Wechselverkehrszeichen verglichen werden (Tagesbedingung, jeweils Limit von 80 Km/h und freie Annäherung an das Tunnelportal):

- Lainbergtunnel: WVZ in Prismentechnik mit Beleuchtung
- Bosrucktunnel: WVZ in LED-Technik (Negativdarstellung) blinkend

In den Fahrindikatoren (Protokollierung fehlerhaften oder auffälligen Verhaltens durch den Beobachter) fanden sich keinerlei Unterschiede zwischen diesen beiden Bedingungen.

In den Geschwindigkeitsauswertungen – Überschreitungen der Geschwindigkeit ergeben sich allerdings Unterschiede. Die blinkende Ausführung des LED-Zeichens erwirkt eine wesentlich bessere Einhaltung des Tempolimits, insbesondere was die Exaktheit der Einhaltung des Limits anlangt.

Tabelle 2: Geschwindigkeitsüberschreitungen bei verschiedenen Tempolimitanzeigen.

WVZ, Geschwindigkeitsüberschreitungen (n=37)	Mittelwerte
Prismentechnik – Km/h zu hoch	81,79 %
blinkende LED Anzeige – Km/h zu hoch	43,02 %

3.3.3 Empfehlungen im Zusammenhang mit WVZ-Tempolimits

Aus den Daten ergibt sich eine Überlegenheit der blinkenden LED-Anzeige gegenüber der Tempoanzeige in Prismentechnik. Grundsätzlich dürften aber die Tempoankündigungen ähnlich gut wahrgenommen werden, da die Quoten wesentlicher Abweichungen vom Tempolimit in beiden Fällen keinen signifikanten Unterschied zeigen.

Der Vorteil der blinkenden LED-Anzeige, besteht darin, dass die Geschwindigkeiten exakter eingehalten werden. Ob diese exaktere Einhaltung auf die größere Auffälligkeit zurückzuführen ist oder auf die Erfahrung, dass blinkende LEDs oft in Verbindung mit Radarüberwachung bzw. Radarwarnung verwendet werden, kann hier nicht geklärt werden.

Die Tatsache, dass mit der blinkenden LED-Anzeige ein äußerst wirksames Instrument zur Verfügung steht, sollte auch zu ganz gezieltem Einsatz genutzt werden. Die blinkende LED-Anzeige bietet sich vor allem dazu an, auf ein abweichendes Tempolimit aufmerksam zu machen, ohne dass damit zusätzliche Tafeln oder Hinweise nötig wären. Damit gelingt auch eine Homogenisierung des Verkehrsflusses im Sinne der Sicherheit.

3.4 Ausgestaltung der Tunnelwände

3.4.1 Befragungsergebnisse zu Tunnelwänden

Etwa $\frac{3}{4}$ der Befragten haben bei der Betrachtung der Tunnelwände Unterschiede zwischen den einzelnen Tunnels wahrgenommen.

Alle Befragten bevorzugten helle Tunnelwände (fühlen sich sicherer, leichtere Orientierung), wobei viele meinten, dass eher bei dunklen Wänden eine angemessene Geschwindigkeit eingehalten wird und der Abstand zwischen den Fahrzeugen angemessener eingehalten wird.

3.4.2 Fahrverhaltensunterschiede in Abhängigkeit vom Zustand der Tunnelwände

Vor der Durchführung der Versuchsfahrten wurde eine Röhre des Selzthaltunnels frisch gewaschen, die andere Röhre blieb unverändert. Somit ist ein Vergleich des Fahrverhaltens im Hinblick auf diese Bedingungen möglich.

Lediglich im Hinblick auf Spurhaltefehler ergaben sich Unterschiede zwischen den beiden Tunnelröhren, derartige Fehler treten im ungewaschenen Tunnel wesentlich häufiger auf.

Im Hinblick auf Geschwindigkeitsüberschreitungen finden sich keine Unterschiede abhängig vom Zustand der Tunnelwände. Es gibt also kein höheres Tempo im gewaschenen Tunnel was von den Versuchspersonen im Rahmen der Befragung vermutet worden ist.

3.5 Beleuchtung

3.5.1 Befragungsergebnisse

Etwa $\frac{3}{4}$ der Befragten haben Unterschiede in der Beleuchtungsart zwischen den einzelnen Tunnels feststellen können. Ihnen fielen folgende Unterschiede auf:

Der Selzthaltunnel schnitt bezüglich der Beleuchtung bei der Beschreibung am besten ab. Der Lainbergtunnel wurde ebenfalls als hell beurteilt. Der Bosrucktunnel (vor/während der Renovierung) schnitt bezüglich seiner Helligkeit als zu dunkel, dumpf, finster, trüb, staubig und matt ab. Störende Lichtreflexe wurden lediglich von 6% wahrgenommen.

Etwas über die Hälfte der Befragten hatten den Eindruck, dass die Tunnelbeleuchtung einen Einfluss auf ihr Fahrverhalten hat (im dunklen Tunnel mehr Unsicherheit, dadurch langsamer, vorsichtiger und konzentrierter und mehr Abstand).

Folgende Vorschläge zur Optimierung der Tunnelbeleuchtung wurden eingeholt:

- hell ausgeleuchteter Tunnel vorrangig
- Einfahrtsbereich hell ausgeleuchtet
- stufenweise Abdunklung im den Tunneleinfahrtsbereich
- Ausfahrtsbereich ebenfalls heller und tageslichtangepasst
- zweireihige Anordnung der Beleuchtungskörper
- durchgehende Beleuchtung, damit das „irritierende Flackern“ nicht auftritt

3.5.2 Fahrverhaltensunterschiede in Abhängigkeit von der Beleuchtung

Die Versuchsanordnung erlaubte einen direkten Vergleich von niedrig montierten Beleuchtungskörpern, wie sie im Bosrucktunnel ausgeführt sind mit hoch montierten, wie sie in anderen Tunneln montiert sind (verglichen wurden Bosruck und Lainberg).

Lediglich im Hinblick auf zu hohe Geschwindigkeitswahl ergaben sich Unterschiede. Im Bosrucktunnel mit niedriger Beleuchtung liegt die Rate bezüglich unangepasster Geschwindigkeit höher als im Lainbergtunnel mit hoher Beleuchtung.

Das Ergebnis entkräftet die Mutmaßung der Versuchspersonen, dass in gut ausgeleuchteten Tunneln zu schnell gefahren würde. Dies wird auch durch die instrumentell erhobenen Geschwindigkeitswerte belegt.

3.6 Wahrnehmung von Bodenmarkierungen und Reflektoren

3.6.1 Befragungsergebnisse

Rund $\frac{2}{3}$ der Befragten stellten Unterschiede in der Bodenmarkierung zwischen den einzelnen Tunnelanlagen fest. Die selbstleuchtenden Katzenaugen wurden signifikant besser sichtbar und leitend beurteilt als die reflektierenden Katzenaugen. Bezüglich der ablenkenden und störenden Wirkung ergaben sich keine signifikanten Unterschiede bei der Beurteilung.

78% befürworteten „Rüttelstreifen“. Nur wenige meinten, dass Rüttelstreifen auch Gefahren bergen (durch Überreaktion den Wagen verreißen).

Lediglich 26% der Versuchspersonen befürworteten „Wände“ auf der Mittellinie als einen Sicherheitsvorteil (Schutz gegen den Gegenverkehr), überwiegend wurden sie abgelehnt. 66% gaben an, die Wände wären zu gefährlich und beengend, außerdem würden dann Ausweichmöglichkeiten fehlen.

3.6.2 Fahrverhaltensunterschiede in Abhängigkeit von der Art der Bordsteinreflektoren

Ein Vergleich von selbstleuchtenden Reflektoren mit herkömmlich reflektierenden Reflektoren konnte vorgenommen werden.

Verglichen werden drei Tunnel:

- Selzthaltunnel – selbstleuchtende Reflektoren, zweiröhrig
- Lainbergtunnel – herkömmliche Reflektoren, einröhrig
- Rossleithentunnel - herkömmliche Reflektoren, zweiröhrig (allerdings sehr kurz!)

Für den Selzthaltunnel ergibt sich eine signifikant höhere Fehlerrate bezüglich Fehlern in der Spurhaltung. Dieses Ergebnis ist überraschend, da gerade die selbstleuchtenden Bordsteinreflektoren des Selzthaltunnels dafür gedacht sind, den Fahrer in der Spurführung zu unterstützen.

Der Vergleich der Fahrgeschwindigkeiten (auf Basis der Überschreitungen) ergibt für den Lainbergtunnel ein ungünstiges Ergebnis. Überschreitungen finden sich signifikant häufiger als in den anderen Tunneln (wobei zu bedenken ist, dass der Lainbergtunnel in diesem Vergleich der einzige Tunnel mit Gegenverkehr und dem niedrigeren Limit von 80 Km/h ist). Jedenfalls führen die selbstleuchtenden Reflektoren des Selzthaltunnels nicht zu einem Geschwindigkeitsanstieg.

3.7 Empfehlungen für die optische Gestaltung von Tunneln

Die Ausgestaltung von Tunneln wird von den Verkehrsteilnehmern sehr bewusst wahrgenommen. Grundsätzlich wünschen die Versuchspersonen gewaschene, gut ausgeleuchtete Tunnel, positiv werden auch selbstleuchtende Bordsteinmarkierungen eingeschätzt. Es werden aber auch von den Fahrern Bedenken angemeldet, dass eine in diesem Sinne optimierte Tunnelausstattung zu schnellerem Fahren und geringerem Sicherheitsabstand führen könnte.

Die Daten aus den Probefahrten unterstützen im Wesentlichen die Wünsche der Tunnelnutzer. Im subjektiv besser beleuchteten Lainbergtunnel finden sich weniger Spurfehler und auch die Fahrgeschwindigkeit ist nicht erhöht (im Vergleich zum ebenfalls einröhriigen Bosrucktunnel).

Bezüglich der Bordsteinmarkierungen ist das Ergebnis nicht so eindeutig positiv. Zumindest im ungewaschenen Tunnel (Selzthal-West) bringen die selbstleuchtenden Bordsteinreflektoren keinen Gewinn, da unter dieser Bedingung Spuraltefehler signifikant häufiger auftreten. Zumindest finden sich aber keine Hinweise, dass durch die selbstleuchtenden Bordsteinreflektoren die Fahrgeschwindigkeit erhöht würde.

Betrachtet man die Befunde insgesamt, so liegt sogar folgende Schlussfolgerung nahe: das Geschwindigkeitsverhalten in Tunneln ist nicht so sehr durch Orientierungsaspekte (richtige Position in der Spur etc.) sondern vielmehr durch Gefühlsaspekte bedingt. Somit geht es auch bei der Geschwindigkeitsbeeinflussung in Tunneln weniger um Optimierung im Sinne der Verkehrsleitung sondern mehr um die Gestaltung eines freundlichen Ambientes, in dem es scheinbar leichter gelingt, die Tempolimits einzuhalten.

3.8 Analyse von Geschwindigkeitsverläufen in verschiedenen Tunneln

Als eine weitere Form der Datenaufbereitung zur Beurteilung der Tunnelausgestaltung wurde eine Längsschnittdarstellung der gefahrenen Geschwindigkeiten für alle Versuchspersonen in allen Tunneln vorgenommen.

3.8.1 Geschwindigkeitsverläufe in einröhrigen Tunnels

In einröhrigen Tunnels bleiben die Mittelwerte der Fahrgeschwindigkeiten über alle untersuchten Strecken ziemlich konstant.

Wenn ein ungehindertes Verlassen des Tunnels möglich ist, wird etwa 200-300 m vor Verlassen des Tunnels die Geschwindigkeit erhöht. Typische Geschwindigkeitskurven, die einen kontinuierlichen Anstieg der Fahrgeschwindigkeit über den gesamten Tunnel belegen, finden sich in diesen Auswertungen nicht.

Zusammenhänge mit einzelnen Gestaltungselementen der Tunnel ergeben sich im Hinblick auf Abstellnischen. Bei einzelnen Abstellnischen findet sich eine Reduktion der Fahrgeschwindigkeit, insbesondere wenn man die Fahrer betrachtet, die mit erhöhter Geschwindigkeit unterwegs sind (Nische im Lainbergtunnel in beide Fahrtrichtungen). Bei der neu und heller gestalteten Nische des Bosrucktunnels wird die erlaubte Geschwindigkeit im Durchschnitt sogar etwas unterschritten. Weshalb bei den Nischen die Geschwindigkeit allgemein reduziert wird und bei den helleren Nischen im Besonderen, kann mehrere Gründe haben. Abstellnischen sind potenzielle Standorte für Radarkabinen (dafür spricht der besondere Rückgang bei den Überschreitern), eine Erklärung könnte aber auch erhöhte Aufmerksamkeit auf allfällige Personen oder Fahrzeuge in den Nischen sein (dafür spricht die Reduktion bei den aufgehellten Nischen).

3.8.2 Geschwindigkeitsverläufe in zweiröhrigen Tunnels

Für die zweiröhrigen Tunnel in dieser Untersuchung (Selzthaltunnel mit 1000 m Länge) findet man im Allgemeinen einen Anstieg der Geschwindigkeiten im Verlauf der Tunnelfahrten. Eine markante Erhöhung der Fahrgeschwindigkeiten erfolgt aber - wie auch in den meisten einröhrigen Tunnels - erst etwa 200-300 Meter vor der Tunnelausfahrt.

3.8.3 Bewertung der Geschwindigkeitsverläufe

Als generelle Merkmale zeigen sich eine erhöhte Tempodisziplin um die Pannennischen und eine Tempoerhöhung ab etwa 300 Meter vor Erreichen der Tunnelausfahrt. Eine generell ansteigende Geschwindigkeit, wie man sie aufgrund von „Fluchttendenzen“ annehmen könnte und wie sie auch bei Querschnittsmessungen des KfV (LSt. Steiermark) im Gleinalmtunnel (ca. 8 km Länge und vor dessen Renovierung) fest gestellt worden sind, findet sich in den vorliegenden Daten nicht. Die Tunnel dieser Untersuchung sind aber durchwegs kürzer als der Gleinalmtunnel, sodass das Ausmaß des Anstieges in Größenordnungen von 10 Prozent in den Tunnels dieser Untersuchung bereits aufgrund der „Kürze“ nicht erwartet werden kann.

3.9 Sicherheitseinrichtungen, Abstellnischen, Fluchtwegdesign, Kilometerangaben

3.9.1 Befragungsergebnisse zu Sicherheitseinrichtungen und allgemeinen Sicherheitsfragen

Die Personen wurden befragt, an welche Sicherheitseinrichtungen für den Notfall im Tunnelbereich sie sich erinnern konnten, sie mussten aktiv aufzählen, welche Sicherheitseinrichtungen ihnen spontan einfallen.

Am deutlichsten konnten sich die Personen an Notrufeinrichtungen erinnern (90%). 75% gaben an, Pannennischen gesehen zu haben. 58% konnten sich an Fluchttüren erinnern, 15% konnten sich an Videokameras und km-Angaben, unter 10% an Feuerlöscher und Brandschutzmelder erinnern.

Weiters wurden die Teilnehmer befragt, wie sie sich im Notfall entscheiden würden, in welche Richtung sie den Tunnel verlassen würden, wenn sie zu Fuß flüchten müssten.

18% antworteten, dass sie in die entgegengesetzte Richtung des Unfallortes laufen würden. 10% würden sich an Tafeln, Beschilderungen und Fluchtwege orientieren. 11% der befragten

Personen, meinten, dass sie aus Erfahrung entscheiden würden, da sie aufpassen, wo sie sich gerade im Tunnel befinden. Jeweils unter 10% der befragten Personen nannten Strategien, wie nach Gefühl, raten, nach der km-Angabe, in Fahrtrichtung, gegen die Fahrtrichtung, mit dem Wind oder mit der Masse.

Es wurden folgende Optimierungsvorschläge genannt:

- bessere Richtungshinweise zum nächstgelegenen Tunnelausgang
- km-Angaben bezüglich der Fluchtrichtung
- mehr Notausgänge
- Buchten und einen Pannestreifen
- bessere Kennzeichnung der Notrufsäulen
- allgemeine Sicherheitsinformationen zu Tunnels, (bei Mautstelle oder in Fahrschulen)
- bessere Kennzeichnung und mehr Feuerlöscher
- automatische Löschanlage
- Lautsprecherdurchsagen bei Bedarf
- Hinweise frontal zu montieren, statt seitlich

Im Rahmen der Befragung zu den Sicherheitseinrichtungen wurden auch allgemeine Sicherheitsfragen wie Abstandsverhalten und Geschwindigkeitswahl erhoben.

73% hatten den Eindruck, dass der Sicherheitsabstand zum vorderen Fahrzeug im Tunnelbereich nicht eingehalten würde und dass die Geschwindigkeitswahl der Fahrer der jeweiligen Situation im Tunnel nicht angepasst war.

Vorschläge:

- mehr Radarüberwachung
- mehr Kontrollen
- Strafen härter (bis zur Führerscheinabnahme)
- mobile Geschwindigkeitsanzeigen

Die Versuchspersonen wurden befragt, wie man sich während eines Notfalls richtig im Tunnel verhalten soll.

83% würden bei einem Stau den Motor abstellen. 65% dachten daran, das Fenster zu schließen. 63% würden die Lüftung im Fahrzeug abstellen.

Lediglich 13% dachten daran, das Radio und 11% die Warnblinkanlage einzuschalten. Zwischen 1 und 4% nannten noch die Feuerwehr zu alarmieren, auszusteigen, das Licht einzuschalten, das Licht auszuschalten, die Heizung abzudrehen, abzuwarten, das Handy einzuschalten oder auf Anweisungen zu warten.

Weiters wurden die Versuchspersonen gefragt, wie sie ihr Fahrzeug zurücklassen würden, wenn sie in einem Notfall den Tunnel zu Fuß verlassen müssten.

34% der befragten Personen würden die Warnblinkanlage einschalten, 12% würden das Warndreieck aufstellen, 16% würden das Fahrzeug beleuchtet zurücklassen. Einzelne befragte Personen gaben an, rechts ranzufahren, nicht die Handbremse zu ziehen, den Führerschein zurückzulassen, das Fenster des Wagens zu schließen, den Schlüssel abzuziehen, das Fahrzeug zuzusperren.

Die interviewten Personen wurden gebeten anzugeben, welches Telefon sie benützen würden, wenn sie rasch im Notfall Sicherheitspersonal, wie etwa Feuerwehr, Rettung oder Polizei benachrichtigen wollten.

56% antworteten, dass sie zuerst ihr Handy benützen würden. Dahingegen gaben nur 37% das Notruftelefon im Tunnel an.

3.9.2 Fahrverhaltensaspekte im Zusammenhang mit Sicherheitseinrichtungen

Vor der Durchführung des Experimentes wurde im Bosrucktunnel eine Abstellnische neu gestaltet durch helleren Anstrich und hellere Beleuchtung.

Ein Vergleich zwischen der neu gestalteten Nische und den herkömmlichen Nischen ergab keinerlei negative Nebenwirkungen der neu gestalteten helleren Nischen (keinerlei Hinweise auf Ablenkung etc.).

3.9.3 Empfehlungen zu Sicherheitseinrichtungen

Die Befragungsergebnisse zeigen enorme Informationsdefizite bezüglich des Vorhandenseins von Sicherheitseinrichtungen und auch äußerst unklare Ideen über richtiges Verhalten bei Notfällen. Zwar werden Fluchtwege gut wahrgenommen, dennoch fehlt weitgehend das Bewusstsein, dass dort auch Feuerlöscher vorhanden sind. Auch die Unsicherheiten bezüglich der Wahl von allfälliger Fluchtrichtung zeigen Informationsdefizite aber auch mögliche Defizite in der Kennzeichnung von Fluchtmöglichkeiten.

Wesentliche Verhaltensregeln wie die Nutzung der Notrufeinrichtungen, die Verwendung des Autoradios für den Empfang von Meldungen des Tunnelfunks, den Autoschlüssel im Auto stecken zu lassen so man fliehen muss, sind nicht hinreichend im Bewusstsein der Fahrer verankert.

Es ist besonders wichtig, mit technischen Möglichkeiten im Katastrophenfall das Verhalten der Menschen im Tunnel zu steuern. Alles was die Wahl von Fluchtrichtungen, Verwendung von Feuerlöschern, korrektes Absetzen von Notrufen unterstützt, soll implementiert werden. Die entsprechenden Informationen sollen über mehrere Kanäle (aufeinander abgestimmt) – optisch und akustisch – vermittelt werden.

3.10 Richtungsverkehr vs. Gegenverkehr

3.10.1 Befragungsergebnisse zu Tunneln in Abhängigkeit vom Gegenverkehr

Die Versuchspersonen sollten beurteilen, bei welchem Röhrensystem sie den Eindruck hatten, dass eine angepasste Geschwindigkeit und ein angemessener Sicherheitsabstand eingehalten wurde und bei welchem System sie ein höheres Sicherheitsgefühl empfanden.

Tabelle 3: Vergleich einröhriger und zweiröhriger Tunnels bezüglich Einhaltung von Geschwindigkeit und Sicherheitsabstand aus Sicht der Versuchspersonen

	Geschwindigkeit	Sicherheitsabstand	Sicherheitsgefühl
Einröhriger Tunnel	69%	38%	1%
Zweiröhriger Tunnel	1%	25%	97%
Kein Unterschied	29%	38%	1%

Bezüglich der Geschwindigkeitswahl meinen die Befragten, dass in einröhrigen Tunnels (d.h. Tunnel mit Gegenverkehr) die angepasste Geschwindigkeit besser eingehalten wird.

Beim Sicherheitsgefühl waren sich fast alle befragten Personen (97%) einig, dass ein zweiröhriger Tunnel ein wesentlich höheres Sicherheitsgefühl vermittelt.

3.10.2 Fahrverhalten in Abhängigkeit des Vorhandenseins von Gegen- oder Richtungsverkehr

Signifikant unterschiedliche Fehlerraten ergeben sich hinsichtlich Spurhaltefehlern, Abstandsfehlern und zu hoher Geschwindigkeit. Alle genannten Fehlertypen kommen in einröhrigen Tunnels, also in Tunnels mit Gegenverkehr häufiger vor.

Die Geschwindigkeitsdaten aus den instrumentierten Messungen zeigen, dass die erlaubte Höchstgeschwindigkeit in zweiröhriigen Tunnels signifikant häufiger überschritten wird. Dies betrifft sowohl mäßige Überschreitungen (bis 10%) wie ganz besonders auch deutliche Überschreitungen (mehr als 10 %).

3.10.3 Empfehlungen zu differenzierter Gestaltung von Gegenverkehrs- und Richtungsverkehrstunneln

Die befragten Personen fühlen sich in zweiröhriigen Tunnels sicherer, wenngleich durchaus auch die Auffassung verbreitet ist, dass in einröhriigen Tunnels sicherheitsrelevantes Verhalten (Geschwindigkeitswahl, Abstand, Aufmerksamkeit und Konzentration) besser umgesetzt wird. Ein kleiner Anteil der Personen (ca. 15%) erlebten das Fahren in Gegenverkehrstunneln definitiv als störend.

Der Vergleich von Richtungstunneln und Gegenverkehrstunneln anhand der Fahrdaten spricht in einigen Aspekten für Tunnel mit Richtungsverkehr. In Tunneln mit Gegenverkehr werden Spurhaltefehler, Abstandsfehler und unangepasste Geschwindigkeit häufiger festgestellt. Das von den Fahrern vermutete sicherere Fahrverhalten in solchen Tunneln kann also nicht bestätigt werden, zumindest Fahrfehler treten in Tunneln mit Gegenverkehr häufiger auf. Allerdings erfolgt die Einhaltung des gesetzlichen Limits in zweiröhriigen Tunnels signifikant schlechter.

Es besteht Grund zur Annahme, dass Tunnel mit höherem „Komfort“ – und Richtungsverkehr wird als Komfort erlebt - eine angepasste und weitgehend sichere Fahrweise unterstützen. Die Tendenz zur Überschreitung des gesetzlichen Limits – vielleicht auch aus zu großem Sicherheitsgefühl – bleibt aber für den Betrieb zweiröhriiger Tunnelanlagen ein Problem, dem wohl am ehesten durch Überwachungsmaßnahmen begegnet werden kann.

4 Zusammenfassung und Diskussion

Im Auftrag der ÖSAG führte das Institut für Verkehrspsychologie des Kuratoriums für Verkehrssicherheit eine empirische Studie zu Fahrverhalten in Autobahntunneln durch. Auf einem Abschnitt der Pyhrnautobahn wurden mit einem instrumentierten Fahrzeug von 69 Versuchspersonen (als Lenkern) Fahr- und Verhaltensdaten über fünf Tunnel in beide Fahrrichtungen erhoben. Im Anschluss an die Fahrten wurden die Versuchspersonen ausführlich zu den Fahrten und verwandten Themen befragt.

Die Studie zeigt, dass viele Merkmale von Tunneln von den Verkehrsteilnehmern sehr bewusst wahrgenommen werden und Unterschiede in der Tunnelgestaltung auch als verhaltensrelevant erlebt werden. Es bestehen aber auch Hinweise, dass die Informationsaufnahme stark durch Routinen überlagert und auch gesteuert wird. Die Erinnerung an Informationen ist äußerst selektiv, was für die Gestaltung von Einrichtungen eine besondere Herausforderung darstellt. Informationen, die nicht für das routinemäßige Durchfahren eines Tunnels von Bedeutung sind (etwa Noteinrichtungen) werden besonders schlecht wahrgenommen und erinnert. Somit ergibt sich die Notwendigkeit, hier zusätzliche Informationskanäle zu erschließen (vor allem im Notfall). Dabei ist an Aufklärung zu denken, Fahrausbildung, Informationsdarbietung optisch und akustisch, Erhöhung der Intensität der Information im Bedarfsfall (aufhellen von Zeichen etc.).

Der kritische Punkt Tunnelportal wurde genauer betrachtet und verschiedene Portale wurden miteinander verglichen. Designelemente haben Zusammenhänge mit dem Fahrverhalten, weitgehend ist was positiv erlebt wird auch sicher.

Bei Tunnelportalen sind generell Geschwindigkeitsschwankungen beobachtbar, sodass die Streuung der gefahrenen Geschwindigkeiten zunimmt, zumindest dann, wenn man Fahrer mit ähnlicher Ausgangsgeschwindigkeit vergleicht. Deutliche Geschwindigkeitsüberschreitungen oder auch langsamere Annäherungsgeschwindigkeiten nähern sich aber der vorgeschriebenen Geschwindigkeit an. Eine größtmögliche Homogenität der Geschwindigkeiten wäre aus Sicherheitsüberlegungen wünschenswert. Um

die zu erreichen, dürften aber Designelemente nicht ausreichen, eine Möglichkeit läge sicherlich in konsequenter Überwachung an diesen kritischen Stellen.

Komfortable Tunnel werden von Verkehrsteilnehmern gewünscht, wobei sie aber auch Risiken sehen. Diese sind aber weniger bedeutsam als vielfach angenommen. Tunnel, die von den Verkehrsteilnehmern positiv beurteilt wurden - z.B. wegen guter Ausleuchtung - wirken auf das Fahrverhalten keineswegs negativ. Aufgehellte Nischen werden gewünscht und stehen im Einklang mit angepasstem Fahrverhalten. Auch die bevorzugten Tunnel mit Richtungsverkehr (zweiröhrige Tunnel) schneiden im Hinblick auf das Fahrverhalten positiv ab, die Einhaltung der gesetzlichen Tempolimits stellt allerdings in diesen Tunneln tatsächlich ein Problem dar. In einem weitem Bereich ergibt sich eine Diskrepanz zwischen den Wünschen der Verkehrsteilnehmern und den Effekten auf das Fahrverhalten. Die von den Verkehrsteilnehmern gewünschten, und auch aus Sicht von Experten positiv beurteilten selbstleuchtenden Bordsteinmarkierungen, unterstützen das Fahrverhalten nicht eindeutig positiv. Für die nicht gewaschene Röhre des Selzthaltunnels fanden sich vermehrte Spurhaltefehler, was den Erwartungen entgegenläuft. Ob dieses Ergebnis mit der Wartung alleine zu erklären ist, kann nicht eindeutig entschieden werden.

Die Annahmen der Risikokompensationstheorie, dass eine Erhöhung des Sicherheitsgefühls in jedem Fall zu erhöhtem Risikoverhalten führt, kann anhand der vorliegenden Daten nicht unterstützt werden. Technische Maßnahmen, die eine angenehme Befindlichkeit beim Fahren bewirken, sind zumindest im Tunnelbereich eher förderlich für ein angepasstes Fahrverhalten.