

**Seminararbeit**  
**am**  
**Lehrstuhl für Straßenwesen, Erd- und Tunnelbau**  
**RWTH Aachen**

**Prevention of accidents on rural roads by acoustic and  
visual warning through navigation systems**  
**Acceptance and feasibility study**

Bearbeiter: cand. ing. Christian Busen  
Betreuer: Dipl.-Ing. Christian Lank  
Lehrstuhlinhaber: Univ. Prof. Dr.-Ing. habil. Bernhard Steinauer

Januar 2010

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>EINLEITUNG.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>IDEE UND KONZEPT.....</b>	<b>4</b>
2.1	Konzept.....	4
2.2	Machbarkeit.....	4
2.3	Zielgruppe.....	4
<b>3</b>	<b>VORBEREITUNG DER VERSUCHE.....</b>	<b>5</b>
3.1	Auswahl einer Strecke.....	5
3.2	Simulation der Strecke.....	5
<b>4</b>	<b>VERSUCHSDURCHFÜHRUNG.....</b>	<b>6</b>
4.1	Vor dem Versuch.....	6
4.2	Die Erprobungsfahrt.....	6
4.3	Einweisung in die Fahraufgabe.....	8
4.4	Die Versuchsfahrt.....	9
4.5	Fragebogen.....	10
<b>5</b>	<b>AUSWERTUNG.....</b>	<b>13</b>
5.1	Pre-Test.....	13
5.2	Die Probanden (Fragebogen 1. Teil).....	13
5.3	Fragebogenauswertung (2. Teil).....	15
5.4	Auswertung der Messungen.....	16
5.5	Interpretation der Ergebnisse.....	17
<b>6</b>	<b>AUSBLICK UND FAZIT.....</b>	<b>18</b>
	Abbildungsverzeichnis.....	19

## 1 EINLEITUNG

Auf deutschen Straßen geschehen im europäischen Vergleich immer noch zu viele Unfälle. Das Problem liegt hierbei nicht an den Autobahnen. Diese sind durch sehr hohe Sicherheitsvorkehrungen und dem Bewusstsein der Fahrer auf einer potenziellen Gefahrenstrecke zu fahren nicht allzu Unfallanfällig.

Im Innerortsbereich geschehen zwar viele Unfälle, jedoch sind hierbei die schlimmsten Folgen hauptsächlich bei Unfällen mit Fußgängern zu verzeichnen. Diese sollen aber nicht Gegenstand dieser Untersuchung sein.

Das Hauptaugenmerk liegt in Deutschland vor allem auf den Unfällen im Außerortsbereich. Hier sind es vor allem die Landstraßen die immer wieder Probleme bereiten. So geschehen sehr viele Baumunfälle oder Unfälle in „High-Risk-Sites“. Diese Unfälle an gefährlichen Stellen sind sehr gut an Unfallhäufungspunkten auszumachen.

Diese Arbeit soll eine Möglichkeit aufzeigen, den Fahrer on board vor diesen gefährlichen Stellen zu warnen und ihn eventuell vor Unfällen schützen, indem die Aufmerksamkeit gesteigert wird.

## **2 IDEE UND KONZEPT**

Die Grundidee, die zu dieser Arbeit geführt hat, war es die Fahrer von Kraftfahrzeugen auf Außerortsstraßen besser über die vor ihnen liegende Strecke zu informieren. Die sollte direkt vor befahren des jeweiligen Streckenabschnitts geschehen. Somit war die Idee den Fahrer über ein akustisches Signal zunächst einmal lediglich vor gefährlichen Stellen zu warnen, wie es sie auf den Landstraßen in Deutschland noch immer viel zu viele gibt.

### **2.1 Konzept**

Das Konzept der Untersuchung sieht vor, zunächst einmal geeignete Streckenabschnitte zu finden, an denen diese Untersuchung stattfinden kann. Es müssen Untersuchungsmethoden gefunden werden, um ein schnelles und sicheres Ergebnis herzuführen. Zusätzlich muss eine Stichprobe von Probanden zusammengestellt werden, die diese Versuche durchführt. Die Versuche müssen geplant und umgesetzt werden und schließlich müssen die Ergebnisse ausgewertet und interpretiert werden.

Nach dieser Arbeit müssen dann geeignete Partner gefunden werden, die bereit sind diese Warnung in ihrer Systemen zu integrieren und diese Warnung dem Kunden und somit dem Fahrer zugänglich machen.

### **2.2 Machbarkeit**

Eine Integration einer Warnung in ein bestehendes System sollte nicht das Problem darstellen. Hierzu müsste ähnlich wie für Tankstellen ein Layer in ein Navigationssystem programmiert werden, der Auskunft über Lage und Gefährlichkeit einer „High-Risk-Site“ anzugeben. Diese Layer könnten aus den immer mehr elektronisch geführten Ein- und Dreijahreskarten der Unfallanalysen der Polizeidienststellen jedes Kreises gewonnen werden. Hierbei werden Unfälle mit Informationen wie Anzahl der Opfer und Art und Schwere der Verletzungen festgehalten. Diese Informationen könnten dann den Weg in ein Navigationssystem finden.

### **2.3 Zielgruppe**

Die angestrebte Zielgruppe der Versuche soll die Gruppe von Fahrern repräsentieren, die am häufigsten in Unfälle auf Außerortsstraßen involviert ist. Somit müssen die Probanden alle junge und unerfahrene Fahrer sein. Diese Gruppe ist am meisten in Unfälle involviert. Die Probanden können also alle aus den Studierenden der RWTH-Aachen University genommen werden. Der Bildungsstand kann hierbei vernachlässigt werden.

### **3 VORBEREITUNG DER VERSUCHE**

Für den Test der Reaktion von verschiedenen Probanden in einer immer wieder gleichen Situation, ist es nicht möglich, die Probanden in der Realität über eine Strecke zu schicken, die unter ganz normalem Verkehr steht. Es bedarf hierbei um immer die gleichen äußeren Bedingungen und es dürfen keinerlei Unterschiede in den Testfahrten verschiedener Probanden auftreten. Um diesen Zustand der immer gleichen Bedingungen herstellen zu können, ist es am einfachsten, die Versuche in einem Fahrsimulator abzuhandeln. Er bietet neben der Gleichheit der Versuche noch den Vorteil, der einfachen Messwertaufzeichnung.

#### **3.1 Auswahl einer Strecke**

Die Strecke sollte eine Strecke mit ganz alltäglichen Merkmalen sein. Sie sollte über wenn möglich in bewohntem Gebiet beginnen und dann über Landstraßen in weitere bewohnte Gebiete führen. Darüber hinaus musste die Strecke auf jeden Fall möglichst in ihrer Mitte eine Unfallhäufigkeitsstelle aufweisen.

Eine solche Strecke wurde in der Nähe von Düren gefunden. Sie diente schon für ein früheres Projekt im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen als Versuchsstrecke und wies alle Merkmale für die Versuchsstrecke auf. Es handelte sich hierbei um die L257 von Morschenich in Richtung Buir. An dieser Strecke kam es vor allem in einer sehr engen Kurve in den letzten Jahren immer wieder zu gefährlichen Unfällen, die sogar einem Menschen das Leben kosteten.

#### **3.2 Simulation der Strecke**

Um die Probanden nicht der Gefahr einer solchen Streckenführung auszusetzen und um immer die gleichen Voraussetzungen zu schaffen für alle Probanden, wurde die reale Streck im Fahrsimulator simuliert. Die geschah durch Studenten des Fachbereichs Maschinenbau, die den Studiengang Computational Engineering Science an der RWTH-Aachen University studieren. Diese arbeiteten eng mit Studierenden des Fachbereiches Bauingenieurwesen mit der Vertiefung Verkehr zusammen. So wurde ein möglichst wirklichkeitsnahes Bild der Strecke simuliert.

## **4 VERSUCHSDURCHFÜHRUNG**

Die Versuche zu der Seminararbeit finden alle im Fahrsimulator des Instituts für Straßenwesen an der RWTH-Aachen University statt. Der Simulator befindet sich in der Halle des Instituts und die Probanden müssen sich zu einem individuell vereinbarten Zeitpunkt vor dem Raum einfinden. Für den Fall, dass gerade noch ein Versuch durchgeführt wird, kann der Proband dies durch eine Laufschrift über der Tür erkennen und wird somit daran gehindert, den laufenden Versuch zu stören.

### **4.1 Vor dem Versuch**

Zu Beginn des Versuches wird der Proband in den Fahrsimulatorraum geführt, wo eine erste Einweisung in den Fahrsimulator stattfindet. Dem Probanden werden die wesentlichen Bedienelemente gezeigt und erklärt. Auch auf eventuell eintretende Schwierigkeiten beim Fahren im Simulator wird hingewiesen. So kann es zum Beispiel sein, dass einem Proband während der Fahrt schlecht wird, da er zwar auf sich bewegende Bilder schaut und es simuliert wird, dass er fährt, sich allerdings das Fahrzeug in dem der Proband sitzt nicht bewegt und keinerlei Reaktion auf die Fahrmanöver des Probanden zeigt. Lediglich das Bild vor dem Probanden reagiert auf seine Aktionen. Dem Probanden wird erklärt, dass er im Falle das ihm schlecht wird er zur Seite schauen soll und einen festen Punkt im Simulatorraum anschauen soll. Dies führt in der Regel dazu, dass die Übelkeit vergeht. Der Versuch wird dann abgebrochen und der Proband kann nicht weiter an dem Versuch teilnehmen. Auch wird dem Probanden erläutert, dass er immer die Möglichkeit hat den Versuch abubrechen und dne Raum zu verlassen, um ein wenig frische Luft zu bekommen.

Der Proband nimmt dann platz im Fahrzeug und soll sich alles so einstellen, als ob er in einem echten Fahrzeug sitzt. Er muss den Sitz in die richtige Position schieben, stellt die Höhe des Sitzes ein und macht sich mit den Instrumenten vertraut.

Nachdem dies geschehen ist, wird der Proband zunächst auf eine Erprobungsfahrt geschickt, um sich an den Fahrsimulator und das Fahrzeug zu gewöhnen.

### **4.2 Die Erprobungsfahrt**

Die Erprobungsfahrt findet auf einer etwa sechs Kilometer langen Strecke statt. Der Start liegt in einem kleinen Dorf, was sich dadurch äußert, dass um eine zweispurige Straße mit jeweils einem roten Radweg rechts und links neben der Strecke und je einem Gehweg, Häuser verschiedener Art und Bäume stehen. Der

Proband soll sich fühlen, als wäre er gerade aus einer Wohnung in sein Auto gestiegen und muss jetzt über Landstraßen zum gewünschten Ziel. Die Vorgabe ist, dass der Proband sich nicht zu sehr beeilen braucht, aber auch keine sonntägliche Ausflugsfahrt macht, sondern ganz normal fahren soll. Als Beispiel wird hier erwähnt, dass der Proband sich denken soll er führe zum Einkaufen in den nächsten Ort.

Am Ende der Simulationsstrecke fährt der Proband, ohne das er dies wirklich mit bekommt wieder zurück in das erste Dorf. Dies ist möglich aufgrund einer Technik im Simulationsprogramm, die erlaubt das Auto auf der Stelle zu drehen und somit ohne Übergang wieder in die entgegengesetzte Richtung fahren zu lassen. Um diesen Prozess auch nicht durch die sich ändernde Umgebung zu verraten, ist die Umgebung während dieses Beamvorgangs eine von Bäumen umstandene Straße in einer leichten rechts links Kurve. Die ermöglicht den Beamvorgang durchzuführen, scheinbar ohne dass die Umgebung sich ändert.

Nachdem das Beamen abgeschlossen ist, wird der Proband wieder zurück über die gleiche Strecke in das Anfangsdorf geführt. Er durchfährt die Strecke also zweimal und gelangt im Dorf dann an einen Kreisverkehr, den er optisch geradeaus durchfahren soll. Bei der Ausfahrt aus dem Kreisverkehr wird das Fahrzeug in der Simulation wieder gebeamt und befindet sich wieder an der Ausgangsposition. Diese Prozedur wird solange durchgeführt, bis der Proband sich merklich an die Strecke gewöhnt hat und das Fahrzeug mit seiner typischen Beschleunigung beherrscht. Auch muss erkennbar sein, dass der Proband sich an die Verkehrsregeln hält und nicht allzu schnell fährt, was er in der Realität vielleicht nicht machen würde. Hier ist der Versuchsleiter angehalten, bei viel zu hohen Geschwindigkeiten, den Probanden darauf hinzuweisen und zu fragen, ob diese Geschwindigkeit beabsichtigt war. Ein Eingreifen des Versuchsleiters ist nur in dieser Erprobungsfahrt gestattet und sollte sich auf ein Minimum beschränken.

Wenn der Proband sicheres Fahrverhalten zeigt kann die Erprobungsfahrt abgebrochen werden. Hierzu sollte der Versuchsleiter den Probanden auffordern, den Wagen zum Stehen zu bringen und erst dann die Simulation abbrechen.

Für den Fall, dass der Proband während seiner Fahrt von der Strecke abkommt und sich nicht mehr zurechtfindet, oder das Ende der Simulierten Welt erreicht und von dieser Welt abstürzt, gibt es für den Versuchsleiter die Möglichkeit, das Fahrzeug wieder auf der Strecke zu platzieren um so die Fahrt fortführen zu können, oder der Versuchsleiter macht einen Neustart der Erprobungsfahrt um dem Probanden die Möglichkeit zu geben sich wieder an das Fahren zu gewöhnen. Bei einem Absturz ist immer die zweite Möglichkeit zu erwägen. Die erste Möglichkeit ist auch zu empfehlen, wenn der Proband gegen ein Objekt gefahren ist und wegen des fehlenden Rückwärtsgangs nicht möglich ist die Fahrt fortzusetzen.

### 4.3 Einweisung in die Fahraufgabe

Nach Beendigung der Erprobungsfahrt und dem Beenden des Simulationsprogramms für diese Fahrt, wird der Proband gebeten, eine Einweisung in die Fahraufgabe zu lesen. Zu Beginn dieser Einweisung wird dem Probanden noch einmal gedankt, dass er dazu bereit ist an diesem Versuch teilzunehmen. Ihm wird erklärt, dass es sich bei den Versuchen um einen Beitrag zur Verbesserung der Verkehrssicherheit auf Außerortsstraßen handelt. Außerdem erfährt der Proband, dass der Versuchsablauf dreigeteilt ist. Die drei Teile sind die Einweisung in die Fahraufgabe, es folgt die eigentliche Versuchsfahrt und zum Schluss wird der Proband gebeten einen Fragebogen auszufüllen. Hier wird auch schriftlich darauf hingewiesen, dass die Angaben und Ergebnisse anonym bleiben.

Die eigentliche Einweisung in die Fahraufgabe erläutert zunächst, dass der Versuch die Reaktionen des Probanden auf ganz normale Fahrsituationen testen möchte. Der Proband soll sich in die Situation einer realen Fahrt versetzen. Eine Situationsbeschreibung soll dem Probanden helfen die Fahrmotivation und die zurückzulegende Strecke besser zu verstehen und sich möglichst realistisch darauf einlassen zu können.

Die Fahrmotivation für den Probanden ist, dass er eine zügige Fahrt, ohne zu trödeln, durchführen soll. Er soll auf der Strecke aber auch nicht in besonderer Eile sein, er habe keinen festen Termin und er ist auch nicht zu spät dran.

Die zurückzulegende Strecke wird beschrieben als Fahrt aus einer kleinen Gemeinde auf dem Land über eine Landstraße in ein weiteres Dorf, welches lediglich passiert werden soll, in ein drittes Dorf, wieder über eine Landstraße. Auf den Landstraßen werden typische Außerortssituationen vorzufinden sein. So führt der Weg über Felder und kleine Waldstücke. Dem Probanden wird erklärt, dass er in dem mittleren Dorf, welches er passiert, durch einen Kreisverkehr fahren muss. Diesen soll der Proband an der zweiten Ausfahrt, also optisch geradeaus fahrend, verlassen.

Während der Proband diese Einweisung liest, muss der Versuchsleiter die Versuchssimulation laden und alles soweit vorbereiten, dass der Proband nach der Einweisung direkt starten kann. Der Proband soll nicht durch sich öffnende Programme in seiner Aufgabe gestört werden.

Bevor der Versuch gestartet wird, fragt der Versuchsleiter den Probanden, ob es noch eventuelle Fragen gebe, oder noch irgendetwas unklar sei. Hierbei sollte die Simulation schon fertig geladen sein und der Versuchsleiter kann dem Probanden im Bedarfsfall noch erklären welchen Weg der Proband nehmen soll. Weiter Unterbrechungen durch Gespräche sollen dann ab diesem Zeitpunkt möglichst vermieden werden.

#### 4.4 Die Versuchsfahrt

Wie bereits in der Einweisung in die Fahraufgabe beschrieben, durchfährt der Proband die Strecke. Wichtig hierbei ist, dass er immer den gleichen Streckenabschnitt durchfährt. Die ist durch den Einsatz des Beamens möglich. Der Proband durchfährt also die Strecke beim ersten Mal ohne jegliche Zusatzinformationen einmal hin und einmal wieder zurück. Wenn er das mittlere Dorf passiert hat, wird er automatisch wieder auf die Strecke geschickt und durchfährt dieselbe Situation wie auf der ersten Hälfte der Strecke mit dem Unterschied, dass er dieses Mal kurz vor der gefährlichen Kurve in der Mitte des Hin- bzw. Rückweges vor dieses gefährliche Kurve akustisch gewarnt wird.

Die Strecke in dem eigentlichen Versuch ist im Prinzip genau die gleiche Strecke wie während der Erprobungsfahrt jedoch mit gefährlicher Kurve. Diese wurde in der Erprobungsfahrt nicht mit durchfahren, um den Probanden nicht schon an die Situation zu gewöhnen. Allerdings soll der Proband die Strecke an sich schon kennen, um ein repräsentatives Ergebnis erhalten zu können. Bei völlig veränderten Situationen bestünde die Gefahr, dass der Proband nicht mehr realistisch auf die Situation reagiert und ein Fahrverhalten zeigt, welches nicht seinem normalen entspricht.

Vom Versuchsleiter soll während dem Versuch nur eingegriffen werden, wenn der Proband von der Strecke kommt, gegen ein Objekt fährt und nicht weiterfahren kann oder er ein Fahrverhalten zeigt, welches durch viel zu Hohe Geschwindigkeiten erkennen lässt, dass der Proband sich nicht auf seine Fahraufgabe konzentriert. Vor allem im Bereich der gefährlichen Kurve mit und ohne Warnung soll der Versuchsleiter aber möglichst nicht in den Versuch eingreifen.

Während des Versuches werden vom Koordinator des Simulators Messwerte festgehalten. Diese umfassen die Koordinaten des Fahrzeugs in der simulierten Realität in X-, Y- und Z-Richtung und die Geschwindigkeit an diesen Koordinaten. Zudem werden Zeit und Datum des Beginns des Versuchs festgehalten. Der Datensatz wird unter der Probanden-ID im Rechner gespeichert und kann für die Auswertung dem Proband bzw. dem Fragebogen zugeordnet werden.

Nachdem der Proband die Teststrecke erfolgreich durchfahren hat, wird er gebeten in dem Dorf, in welches er zum Schluss fährt, am Wegrand den Wagen zum Stehen zu bringen und die Versuchsfahrt ist beendet. Der Proband kann jetzt das Fahrzeug verlassen und der Versuchsleiter kann die Simulation beenden und die Messdaten speichern. Der Proband wird nun noch gebeten einen Fragebogen auszufüllen.

## 4.5 Fragebogen

Der Proband erhält den Fragebogen und einen Stift und kann diesen Fragebogen an einem Tisch im Simulatorraum ausfüllen. Zu diesem Zweck steht noch ein weiterer Stuhl mit im Raum und für ausreichende Beleuchtung am Tisch ist auch gesorgt. Bei eventuellen Fragen des Probanden ist der Versuchsleiter im Raum und kann eventuell Hilfe leisten.

Der Fragebogen beinhaltet Fragen zur Person, wie Alter, Geschlecht etc. sowie Fragen den Versuch betreffend. Zu Beginn soll der Proband sein Geburtsjahr, sein Geschlecht und seinen Bildungsstand angeben. Daraufhin werden Fragen nach dem allgemeinen Fahrverhalten gestellt. Wie oft er Proband auf Außerortsstraßen unterwegs ist, wie viele Kilometer er pro Jahr fährt, welches Fahrzeug mit wie viel PS er in der Regel fährt und wann er seinen Führerschein gemacht hat.

Die nächsten Fragen beziehen sich auf den Versuch und ermitteln, ob der Proband seine Fahrweise durch die Warnung geändert hat und ob eine visuelle Unterstützung der Warnung, zum Beispiel im Navigationssystem, die Effizienz der Warnung erhöhen würde.

Es folgt eine Frage, bei der der Proband sich eine kurze PowerPoint Präsentation anschauen soll, in der verschiedene Varianten von visuellen Warnungen dargestellt sind, wie sie zum Beispiel auf dem Display eines Navigationssystems zu finden sein könnten.

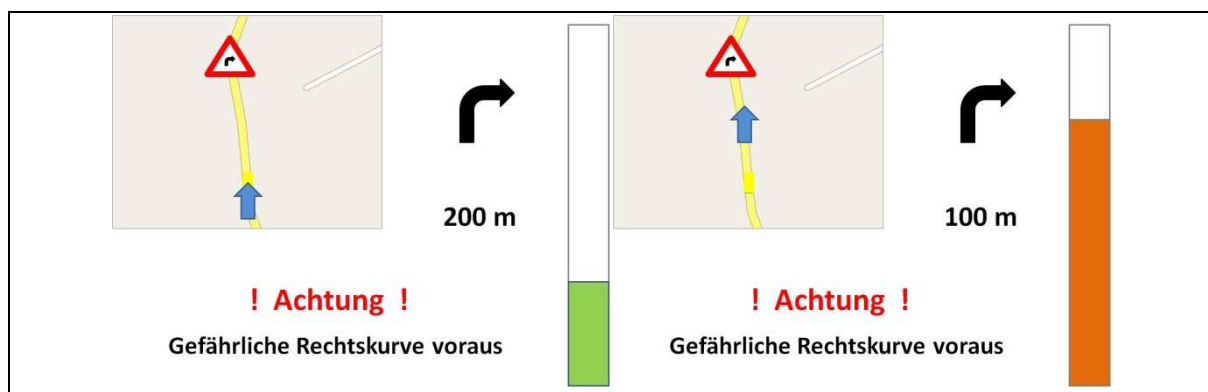
In der ersten Variante wird lediglich die Fahrtrichtung und Position des Fahrzeugs mit einem Pfeil dargestellt und auf die Gefährliche Stelle auf der Strecke mit einem dreieckig umrahmten Kurvenzeichen hingewiesen. Zur Verdeutlichung der Brisanz der Stelle sind rechts und links neben dem Zeichen jeweils Ausrufezeichen platziert worden. Das Schild ist dem tatsächlichen Schild auf der Strecke für eine gefährliche Kurve nachempfunden um dem Fahrer zu zeigen, dass wirklich die Stelle gemeint ist.



**Abbildung 1: Anzeige im Navigationssystem Variante 1**

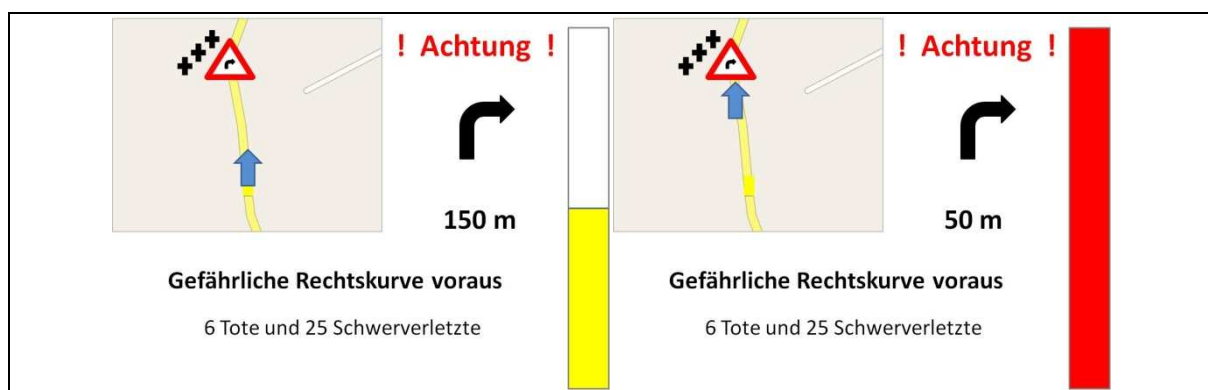
Die zweite Variante beinhaltet mehr Informationen für den Fahrer und gibt an wie weit es noch bis zu der Gefährlichen Stelle ist.

Neben der Darstellung der gefährlichen Stelle in der Karte wie in Variante 1 ohne Ausrufezeichen werden hier Informationen wiedergegeben, die die Entfernung zur Stelle anzeigen. Zum einen zählt ein Entfernungsmesser die Meteranzahl ab 200m in 50m Schritten in Form von eingeblendeten Zahlen runter, zum anderen zeigt ein farbig von grün nach rot wechselnder Balken an, dass man sich der gefährlichen Stelle nähert. Dieser Balken wird mit abnehmender Entfernung zur Stelle auch immer größer. Des weiteren wird im unteren Teil des Displays „!Achtung!“ und „Gefährliche Rechtskurve voraus“ angezeigt. Bei einer Linkskurve wäre hier der Satz „Gefährliche Linkskurve voraus“ eingeblendet und die Pfeile würden alle in die andere Richtung abbiegen.



**Abbildung 2: Anzeige im Navigationssystem Variante 2**

Die dritte Variante gibt dem Fahrer noch zusätzliche Informationen die gefährliche Stelle betreffend. Sie ist lediglich eine Erweiterung der zweiten Variante und ist im Aufbau auch nahezu identisch mit dieser. Lediglich der Text im unteren Abschnitt wurde ergänzt durch die Angabe der Zahl der Unfallopfer und ob sie verletzt oder verstorben sind.



**Abbildung 3: Anzeige im Navigationssystem Variante 3**

Dazu muss der Hinweis „!Achtung! nach oben über den Abbiegepeil. In der Karte werden noch Kreuze an der gefährlichen Stelle ergänzt, die die getöteten Unfall-

opfer symbolisieren sollen. Bei dieser Variante ist bewusst eine sehr extreme Form der Warnung gewählt worden, um dem Fahrer die Gefährlichkeit der Stelle bewusst zu machen.

Der Proband soll sich zu den Kategorien Erkennbarkeit, Übersichtlichkeit und Informationsgehalt jeweils die Variante auswählen, die er bevorzugen würde. Die Erkennbarkeit meint diese der Anzeige und soll feststellen, ob der Proband alle Elemente der Warnung gesehen und verarbeitet hat. Die Übersichtlichkeit soll zeigen, dass der Proband alle Informationen mitbekommen hat und nicht zu sehr nach Informationen suchen muss. Bei dem Informationsgehalt gilt die Aufmerksamkeit der dargebotenen Information und ob diese zu viel oder zu wenig ist.

Die letzte Frage ist ob der Proband zum Zeitpunkt des Versuchs unter Zeitdruck steht. Hier kann der Proband einen Strich auf einer Linie zwischen starkem Zeitdruck und überhaupt keinem Zeitdruck machen. Diese Frage soll zeigen, wenn ein Proband unter Zeitdruck den Simulatortest macht und so eventuell nicht wie gewöhnlich fährt.

Nachdem der Proband den Fragebogen ausgefüllt hat bedankt sich der Versuchsleiter für die Mithilfe und verabschiedet den Probanden. Danach kann der nächste Proband in den Fahrsimulatorraum geführt werden und der Prozess beginnt von vorne.

## **5 AUSWERTUNG**

### **5.1 Pre-Test**

Der Pre-Test wird vor den Versuchen im Fahrsimulator durchgeführt. Zunächst wird der Fragebogen an verschiedene Personen, die alle auch Probanden für die Versuche sein könnten ausgeteilt. Die Resonanz aus den beantworteten Fragebögen und den Gesprächen mit den Pre-Test Probanden wird in eine Überarbeitung der Fragebögen einfließen gelassen. So werden noch weitere Antwortmöglichkeiten erarbeitet und der Fragebogen angepasst.

In einem weiteren Schritt wird der Gesamtablauf der Versuche mit einem Probanden durchgespielt. Hierbei kann festgestellt werden, ob der angedachte Ablauf der Simulationen und der Erklärungen des Versuchsleiters praktikabel sind.

Der Pre-Test ergab keinen Handlungsbedarf bei den Versuchsabläufen allerdings ist der Fragebogen und die Präsentation mit den Displayanzeigen für das Navigationssystem angepasst worden.

### **5.2 Die Probanden (Fragebogen 1. Teil)**

Insgesamt wurde der Versuch mit 20 Probanden durchgeführt.

Darunter befanden sich 13 männliche und 7 weibliche Probanden. Dies entspricht in etwa der Zusammensetzung der Studierenden der RWTH Aachen im Fachbereich Bauingenieurwesen. Die Probanden waren alle im Alter zwischen 21 und 28 Jahren und waren alle Studierende mit dementsprechendem Schulabschluss.

Anhand der Fahrleistung kann man ablesen, dass nahezu alle Probanden eher wenig Kilometer im Jahr fahren. Sie legen oftmals nicht mehr als 1000km/a zurück und können somit als Wenigfahrer eingestuft werden. Die Probanden sind nach den vorhergehenden Überlegungen auch genau danach ausgewählt worden. So sollte der Versuch hauptsächlich mit jungen unerfahreneren Fahrern durchgeführt werden um die am meisten betroffene Gruppe, die in Unfälle auf Außerortsstraßen verwickelt ist, zu testen.

Die Probanden haben ihren Führerschein in der Regel zu ihrer Schulzeit schon gemacht und sind so maximal zehn Jahre und Minimal drei Jahre im Besitz ihrer Fahrerlaubnis. Hieraus lässt sich ableiten, dass die Probanden noch nicht genügend Fahrpraxis haben, gefährliche Situationen zu erkennen und auf diese auch angemessen zu reagieren.

Bei den Fahrzeugen, die die Probanden hauptsächlich fahren, fällt auf, dass viele Kleinwagen bis hin zur Golfklasse genannt wurden. Erklären lässt sich dies durch die Benutzung des Zweitwagens der Familie am Heimatort oder der oft nicht so hohen Kaufkraft der Probanden, die sich alle in ihrem Studium befinden. Für den Versuch besagt es, dass das gewählte Versuchsfahrzeug, ein Fiat Punto, von den Abmessungen und dem Handling den meisten Probanden vertraut sein sollte.

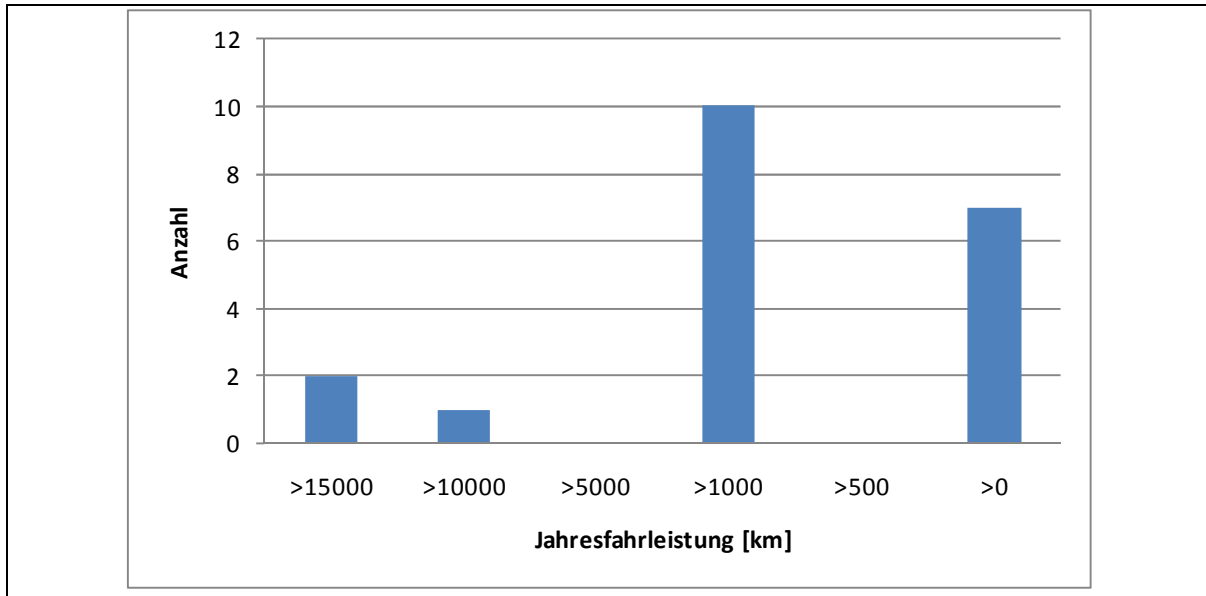


Abbildung 4: Jahresfahrleistung der Probanden

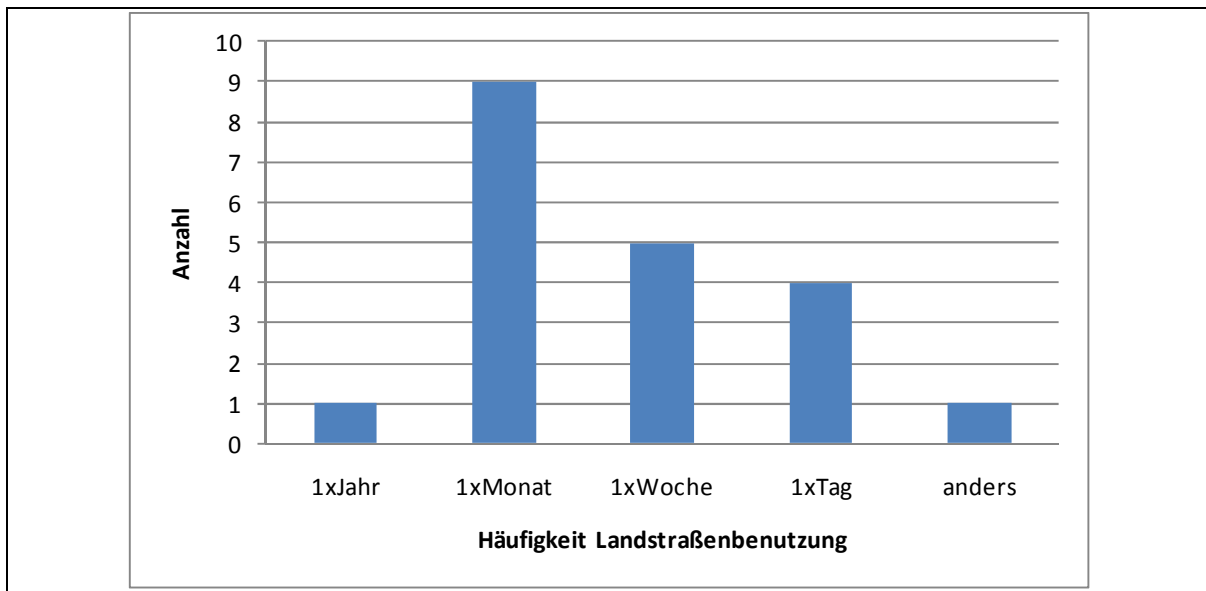


Abbildung 5: Häufigkeit der Landstraßenbenutzung

Anhand der letzten Frage konnte festgestellt werden, dass lediglich einer der Probanden unter geringem Zeitdruck stand. Die lässt schließen, dass alle Probanden ohne Hast und mit geforderter Ruhe und Konzentrationen den Versuch durchgeführt haben.

### 5.3 Fragebogenauswertung (2. Teil)

Der zweite Teil des Fragebogens bezog sich auf Angaben, zu dem speziellen Versuch. So sollte ermittelt werden, wie das subjektive Empfinden des eigenen Fahrverhaltens war. Zudem sollte angegeben werden, welches Warnsystem für den Fahrer am besten sei.

75% der Probanden gaben an, dass sie ihr Fahrverhalten nach der durchgesagten Warnung geändert hätten. Es ist also anzunehmen, dass diese Änderung auch in den Messungen wiederzufinden ist. Lediglich 25% meinten sie hätten ihr Fahrverhalten nicht geändert. Hierbei ist anhand der Messdaten noch zu untersuchen, ob diese Fahrer nur meinten sie würden ihr Verhalten ändern oder nicht ändern, oder ob sie nicht doch eine Änderung der Geschwindigkeit vorgenommen haben, wenn eine akustische Warnung vor der gefährlichen Stelle durchgesagt wurde. Es ist möglich, dass die Warnung nur unterbewusst eine Änderung des Fahrverhaltens hervorruft, der Fahrer aber meint sich von einer solchen Warnung nicht beeindruckt lassen zu müssen.

Hingegen gab nur die Hälfte aller Probanden an, dass eine zusätzliche visuelle Warnung effizient wäre. Dies lässt den Schluss zu, dass viele der Probanden schon mit einer akustischen Warnung unzufrieden waren. Sie sehen in einer solchen Warnung keinen Sinn und finden daher auch die visuelle Warnung nicht effizient. Ein weiterer Teil der Probanden wird mit der akustischen Warnung zufrieden sein und muss nicht unbedingt eine zusätzliche visuelle Warnung bekommen. Jedoch zeigt das Ergebnis dieser Frage auch, dass die Hälfte der Probanden sich eine visuelle Warnung vorstellen könnte.

Bei der Frage nach der Art der Darstellung für eine visuelle Warnung wurden in den Bereichen Erkennbarkeit und Übersichtlichkeit die ersten beiden Darstellungsweisen bevorzugt. Hieraus zeigt sich, dass zu viel Information den Fahrer abschreckt und die Darstellung unübersichtlich wird. Die wesentliche Aussage der Anzeige wird von einer Fülle an Informationen verdeckt. Interessant ist, dass keiner der Probanden bei den ersten beiden Bereichen die dritte Anzeigenart bevorzugte. Das zeigt, dass die Informationen über Unfälle und deren Opfer nicht gewünscht sind. Es sind unangenehme Informationen und daher will der Fahrer sie nicht während der Fahrt bekommen. Er stellt sich in dem Moment vor selber ein solches Opfer werden zu können und solche Gedanken will er beim Durchfahren einer solchen gefährlichen Stelle, von der er weiß, dass es eine ist, nicht haben.

Die Verteilung der bevorzugten Varianten im dritten Bereich, dem des Informationsgehaltes, zeigt, dass einige Probanden die Fülle der Informationen anerkennen. So haben sich immerhin 15% der Probanden hierbei für Variante drei entschieden. Allerdings ist hieraus nicht eindeutig abzulesen, ob die Probanden diese Variante auch bevorzugen, oder ob sie den Informationsgehalt nach der Fülle beurteilt haben und somit die Variante mit den meisten Informationen gewählt haben.

Die meisten der Probanden (75%) haben sich jedoch für Variante zwei entschieden. Auch hier zeigt sich wieder, dass den Probanden eine Anzeige mit Informationen über Unfallopfer nicht zusagt.

#### 5.4 Auswertung der Messungen

Bei keiner der Versuchsfahrten ist ein signifikantes Ergebnis heraus gekommen. Fast alle Probanden sind bei der Fahrt mit der Warnung mit der gleichen oder teilweise sogar mit einer höheren Geschwindigkeit durch die Kurve gefahren wie ohne Ansage der Warnung. In den Grafiken lässt sich die gefährliche Kurve an den deutlich niedrigeren Geschwindigkeiten erkennen. Diese sind zu Beginn und am Ende jeweils einer Fahrt zu sehen. Hierbei ist zu beachten, dass der Proband während einer Fahrt die Strecke einmal hin und einmal zurück gefahren ist. Des Weiteren ist er ohne es zu merken nochmal die gleiche Strecke gefahren, dieses Mal jedoch mit einer akustischen Warnung vor der Gefahrenstelle.

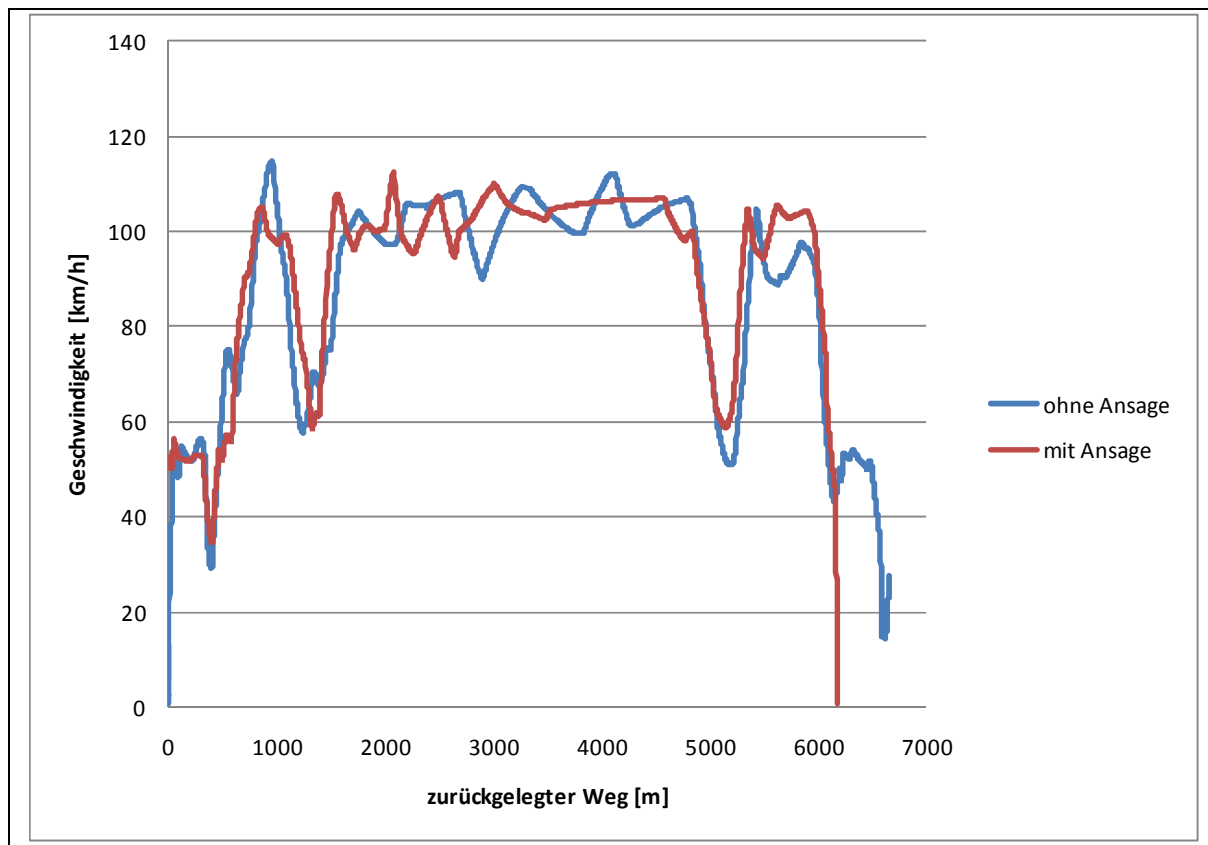


Abbildung 6: Messergebnis mit und ohne Ansage der Warnung von einem Probanden

Dies ist der Grund, dass die Grafik annähernd spiegelsymmetrisch ist. Bei lediglich sieben der zwanzig Probanden lässt die Messung erkennen, dass sie auf die Warnung reagiert haben. So deckt sich dieses Ergebnis nicht mit den Ergebnissen

der Selbsteinschätzung der Probanden im Fragebogen. Hier waren 75% der Probanden der Meinung sie hätten ihre Fahrweise geändert.

## 5.5 Interpretation der Ergebnisse

Die Ergebnisse der Versuche lassen erkennen, dass die Idee, vor gefährliche Stellen auf Landstraßen mithilfe des Navigationssystems zu warnen auf breites Interesse und Akzeptanz stößt. Allerdings zeigen die Ergebnisse der Geschwindigkeitsmessungen, dass die Probanden nicht mit einer gewünschten Geschwindigkeitsreduzierung auf die Warnung reagieren.

Jedoch ist eine erhöhte Aufmerksamkeit nicht immer an niedrigeren Geschwindigkeiten auszumachen. So ist es möglich, dass die Probanden obwohl sie ihre Geschwindigkeit nicht mehr senkten, als bei der Fahrt ohne Warnung, sie dennoch der Kurve mehr Aufmerksamkeit gewidmet haben. Auch die Problematik, dass die Probanden im Fahrsimulator saßen, kann dazu beigetragen haben, dass die Geschwindigkeiten nicht niedriger waren. Es ist möglich, dass die Probanden sich an die Strecke und das Fahrzeug immer mehr gewöhnt haben und somit auch die Fahraufgabe sicherer ausgeführt haben.

## **6 AUSBLICK UND FAZIT**

Die Versuche haben gezeigt, dass ein Warnsystem vor gefährlichen Stellen funktionieren kann. Es wird von der Mehrheit der jungen und unerfahrenen Fahrer angenommen und erfüllt den angedachten Zweck.

Es ist jedoch noch zu überprüfen, ob auch andere Fahrer, wie zum Beispiel ältere und erfahrene, dieses System akzeptieren. Dies ließe sich wiederum durch weitere Tests auch im Fahrsimulator untersuchen.

An die Wirtschaft sollte jedoch schon herangetreten werden um eine eventuelle Serienproduktion oder eine Integration in ein schon bestehendes System in die Wege zu leiten. Hierbei kann diese Arbeit vielleicht einen ersten Denkanstoß und ein erster Schritt in die Richtung sein, unsere Landstraßen ein wenig sicherer zu gestalten.

Der Schritt an die Wirtschaft zu gehen muss noch vollzogen werden, da hierfür bis zum Abschluss der Arbeit noch keine Zeit gefunden wurde.

---

## **Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1: Anzeige im Navigationssystem Variante 1 .....	10
Abbildung 2: Anzeige im Navigationssystem Variante 2 .....	11
Abbildung 3: Anzeige im Navigationssystem Variante 3 .....	11
Abbildung 4: Jahresfahrleistung der Probanden.....	14
Abbildung 5: Häufigkeit der Landstraßenbenutzung.....	14
Abbildung 6: Messergebnis mit und ohne Ansage der Warnung.....	16