

Entwicklung eines Fahrradfahrsimulators zur Verkehrserziehung und zum Verkehrssicherheitstraining für verschiedene Altersklassen

Prof. Dr.-Ing. Rainer Herpers
David Scherfgen
Sandra Felsner
Timur Saitov

Publisher: Dean Prof. Dr. Wolfgang Heiden

University of Applied Sciences Bonn-Rhein-Sieg,
Department of Computer Science

Sankt Augustin, Germany

September 2014

Technical Report 03-2014



**Hochschule
Bonn-Rhein-Sieg**
University of Applied Sciences

Copyright © 2014, by the author(s). All rights reserved. Permission to make digital or hard copies of all or part of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. To copy otherwise, to republish, to post on servers or to redistribute to lists, requires prior specific permission.

Das Urheberrecht des Autors bzw. der Autoren ist unveräußerlich. Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Das Werk kann innerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes (UrhG), *German copyright law*, genutzt werden. Jede weitergehende Nutzung regelt obiger englischsprachiger Copyright-Vermerk. Die Nutzung des Werkes außerhalb des UrhG und des obigen Copyright-Vermerks ist unzulässig und strafbar.

Inhaltsverzeichnis

1	Problemstellung	6
2	Forschungszweck/-ziel	6
3	Ergebnisse des Gesamtvorhabens	7
3.1	Voruntersuchung	7
3.2	Konzipierung der Szenarien	8
3.3	Evaluation der Szenarien	9
3.4	Ausarbeitung eines didaktischen Konzepts	10
3.4.1	Geplanter Ablauf des Simulatortrainings	10
3.4.2	Lernziele	13
3.4.3	Bewertung des didaktischen Konzepts	14
3.5	Entwicklung eines Systems zur Schulterblick- und Handzeichenerkennung	14
3.6	Automatisches Auswertungssystem und Benutzerverwaltung	18
3.7	Aufzistung relevanter Veröffentlichungen und Ausstellungen	20
3.7.1	Ausstellung auf den Aktionstagen „Risiko Raus“	20
3.7.2	Fachberatertagung Rheinland-Pfalz	20
3.7.3	WDR Lokalzeit Bonn	20
3.7.4	„Die große Wissenshow mit Ranga Yogeshwar“	21
3.7.5	Ausstellung auf dem Tag der Technik in Düsseldorf	22
3.7.6	Ausstellung des neuen Fahrradsimulators auf dem Deutschlandfest in Bonn	22
3.7.7	Ausstellung auf dem Museumsmeilenfest in Bonn	22
3.8	Veröffentlichungen und Vorträge	22
4	Bewertung der Ergebnisse hinsichtlich des Forschungszwecks/-ziels	23
	Anhang A Evaluationsbogen	25
	Anhang B Protokollbogen (Szenario 1)	27
	Anhang C Protokollbogen (Szenario 2)	29

Kurzzusammenfassung

Entwicklung eines Fahrradfahrersimulators zur Verkehrserziehung und zum Verkehrssicherheitstraining für verschiedene Altersklassen

Ziel des hier beschriebenen Forschungsprojekts war die Entwicklung eines prototypischen Fahrradfahrersimulators für den Einsatz in der Verkehrserziehung und im Verkehrssicherheitstraining. Der entwickelte Prototyp soll möglichst universell für verschiedene Altersklassen und Applikationen einsetzbar sowie mobil sein. Folgende Teilaufgaben waren zu bearbeiten:

- Konzipierung und Umsetzung von konkreten Szenarien im Straßenverkehr.
- Entwicklung eines mobilen, dennoch immersiven Fahrradsimulators.
- Entwicklung und Evaluation eines Systems zur automatischen Erkennung von Schulterblick und Handzeichen.
- Entwicklung eines automatischen Auswertungssystems und einer Benutzerverwaltung.
- Bereitstellung eines ersten didaktischen Konzepts für den Einsatz an Schulen.

Der an der Hochschule Bonn-Rhein-Sieg entwickelte Fahrradsimulator „FIVIS“ basiert nun auf Flachbildschirmen und einem modularen Rahmensystem und ist somit platzsparend und einfach aufzubauen. Grundsätzlich wird dadurch die Einsetzbarkeit des Simulators erweitert. Das System kann nun auf einer mobilen Plattform (z. B. Anhänger) aufgebaut werden, so dass die beabsichtigte technische Einsetzbarkeit an vielen wechselnden Standorten erzielt wird.

Die Simulationssoftware wurde während der Projektlaufzeit in der Weise weiterentwickelt, dass nun exemplarisch eine automatische Erkennung typischer Fehler, wie fehlende Handzeichen oder das Missachten der Vorfahrtregelung, realisiert wurde.

Es wurden exemplarisch gefährliche, unfallträchtige Situationen identifiziert und als Szenarien im Simulator umgesetzt. Zudem wurde ein didaktisches Konzept für den Einsatz des Simulators in der Sekundarstufe I entwickelt. Erste Evaluationsstudien mit Sechstklässlern weisen darauf hin, dass der Simulator als Mittel für die Verkehrserziehung akzeptiert wird und sinnvoll ist.

Die Fragestellung, ob ein Einsatz des mobilen Fahrradsimulators den gewünschten Effekt erzielt, die Häufigkeit der Fahrradunfälle zu verringern, kann nur im Rahmen einer Langzeitstudie beantwortet werden. Erste Hinweise von Untersuchungen zur Gefahrenkognition mit Schulkindern verschiedener Altersklassen unterstützen die Prognose, dass ein Simulatortraining einen wertvollen Beitrag zur Bewältigung gefährlicher realer Situationen im Straßenverkehr sowie zur Erweiterung und Schulung der Aufmerksamkeit leistet.

Abstract

Development of a bicycle simulator for traffic education and traffic safety training for different age groups

The objective of the research project described here was to develop a bicycle simulator prototype to be used in road traffic education and road safety training. The prototype had to be universally applicable for different age groups as well as for various applications. The following sub-tasks have been addressed:

- Design and implementation of potentially hazardous road traffic scenarios.
- Conceptual design and construction of a mobile, yet immersive bicycle simulator.
- Development and evaluation of a system for hand signal and shoulder check detection.
- Development of an automatic scoring and user administration system.
- Preparation of a first didactical concept to be used in schools.

The bicycle simulator “FIVIS” developed at the Bonn-Rhein-Sieg University of Applied Sciences is now based on flat LCD monitors and a modular frame system. It requires little space and can be built up quickly. This extends the bicycle simulator’s applicability, since the system can now be mounted on a mobile platform (e. g. trailer). This allows the system to be deployed at various alternating locations.

The simulation software has been extended during the project period. A sample detection system for typical mistakes, such as missing hand signals or disregarding the right of way, has been integrated into the simulator.

Typical hazardous situations have been identified and implemented as scenarios within the simulator. In addition, a didactical concept for the use of the simulator at secondary school level has been developed. First evaluation studies with sixth graders indicate that the simulator is accepted as a reasonable means for traffic education.

The question of whether the use of the mobile bicycle simulator will have the desired effect of reducing the bicycle accident rates can only be answered by conducting a long-term study. Results of first studies involving children of different age groups indicate that simulator training contributes to the handling of real hazardous situations in road traffic, as well as to extension of the overall attentiveness and alertness.

1 Problemstellung

Die registrierten Unfallzahlen zeigen, dass das Unfallrisiko für Fahrradfahrer (beispielsweise auf dem Schulweg) sehr hoch ausfällt. Ein wesentliches Ziel des bearbeiteten Forschungsprojekts war deshalb die Entwicklung eines prototypischen Fahrradfahrsimulators für den Einsatz in der Verkehrserziehung und im Verkehrssicherheitstraining.

Der entwickelte Prototyp (siehe z. B. Abbildung 1) soll möglichst universell für verschiedene Altersklassen (Kinder, Jugendliche und Erwachsene) und Applikationen einsetzbar, sowie mobil sein.

Damit soll eine neue Qualität in der Verkehrserziehung für Kinder, Jugendliche und Erwachsene beim Fahrradfahren erzielt werden. Mit dem FIVIS-System können exemplarisch gefährliche Verkehrssituationen simuliert und systematisch trainiert werden.

Die entwickelten Trainingseinheiten mit dem neuen Fahrradfahrsimulator sollen helfen, Kinder und Erwachsene mit dem Fahrrad zu trainieren, um das Risiko (auf dem Schul- oder Arbeitsweg) in einen Unfall verwickelt zu werden, zu reduzieren.



Abbildung 1: Der neue FIVIS-Simulator im Einsatz auf dem Deutschlandfest in Bonn vom 1. bis 3. Oktober 2011. Er besteht aus drei LCD-Flachbildschirmen, die in einem mobilen Aluminiumgestell befestigt sind und in der Höhe auf den Probanden eingestellt werden können.

2 Forschungszweck/-ziel

Ziel des hier beschriebenen Forschungsprojekts war die Entwicklung eines prototypischen Fahrradfahrsimulators für den Einsatz in der Verkehrserziehung und im Verkehrssicherheitstraining.

Der entwickelte Prototyp soll möglichst universell für verschiedene Altersklassen und Applikationen einsetzbar sowie mobil sein.

3 Ergebnisse des Gesamtvorhabens

Im Folgenden werden die Ergebnisse des Forschungsprojekts ausführlich dargestellt. Zunächst werden die Ergebnisse der Voruntersuchung dargestellt, die dieses Forschungsprojekt motivierten. Anschließend wird auf die psychologisch-didaktische Komponente eingegangen, und es werden die Umsetzung des Prototypen sowie die Softwareentwicklung näher beschrieben. Zuletzt wird eine Übersicht über relevante Vorträge und Veröffentlichungen im Projekt gegeben.

3.1 Voruntersuchung

Mit dem Vorgängermodell des FIVIS-Simulators wurden bereits im Rahmen einer Pilotphase zum Verkehrssicherheitstraining erste Untersuchungen mit Schulkindern (4. Schulklasse) in Nordrhein-Westfalen durchgeführt. Die Kinder fuhren mit dem FIVIS-Simulator durch ihre virtuell aufbereitete Heimatstadt (Siegburg) und sollten dabei auf das korrekte Verhalten im Straßenverkehr achten. Die dabei aufgetretenen Fehler wurden dokumentiert, darüber hinaus wurde eine Videodokumentation angefertigt. Alle Kinder befuhren die festgelegte Strecke jeweils zweimal. Die Strecke und das richtige Verhalten waren zuvor von einem Polizeioberkommissar erklärt worden. Bei der zweiten Fahrt konnte bei fast allen Kindern eine Verbesserung festgestellt werden: Die Fehlerhäufigkeit reduzierte sich deutlich.

Zur Überprüfung, inwieweit die Kinder im realen Straßenverkehr vom Training mit dem Simulator profitieren, ist eine weitere Studie durchgeführt worden. Dazu ist die komplette Fahrradprüfungsstrecke der Viertklässler der Grundschule Nord in Siegburg virtuell nachgebildet worden. 16 Viertklässler wurden mit dem Simulator für ihre Prüfung trainiert. Sie wurden zufällig ausgewählt und stellten etwa 25% des gesamten Jahrgangs der beteiligten Grundschule dar. Das Training sah vor, dass die virtuelle Strecke zunächst einmal von einem Mitarbeiter der Hochschule befahren und erklärt wurde, während die Kinder zusahen. Anschließend fuhr jedes Kind selbst die virtuell nachgebildete Prüfungsstrecke, wobei Anweisungen gegeben wurden („Schulterblick“, „Handzeichen“ etc.). Nach dieser Fahrt wurde eine kurze Pause eingelegt, in der mögliche Fragen oder Probleme besprochen wurden. Zuletzt fuhr jedes Kind noch einmal ohne weitere regelrelevante Anweisungen; lediglich Streckenanweisungen („an der nächsten Kreuzung links“ etc.) wurden gegeben, wenn ersichtlich wurde, dass diese nicht rekonstruiert werden konnten. Die Fehler wurden so dokumentiert, wie sie auch bei der realen Fahrradprüfung erfasst werden.

Anschließend wurde evaluiert, ob die im FIVIS-Simulator trainierten Kinder in der realen Fahrradprüfung weniger Fehler begingen als nicht trainierte. Die Ergebnisse zeigen, dass dies im Mittel der Fall ist (siehe Abbildung 2). Vorher mit dem FIVIS-Simulator trainierte Kinder begingen im Schnitt in der realen Fahrradprüfung 2,9 Fehler und waren in ihrer Leistung homogener (die Standardabweichung betrug bei ihnen 2,1) als nicht trainierte Kinder. Diese begingen im Schnitt 4,9 Fehler (Standardabweichung von 3,8). Im statistischen Sinne kann man hier von einer Signifikanz

auf dem 10%-Niveau sprechen ($F = 3,7; p = 0,06$).

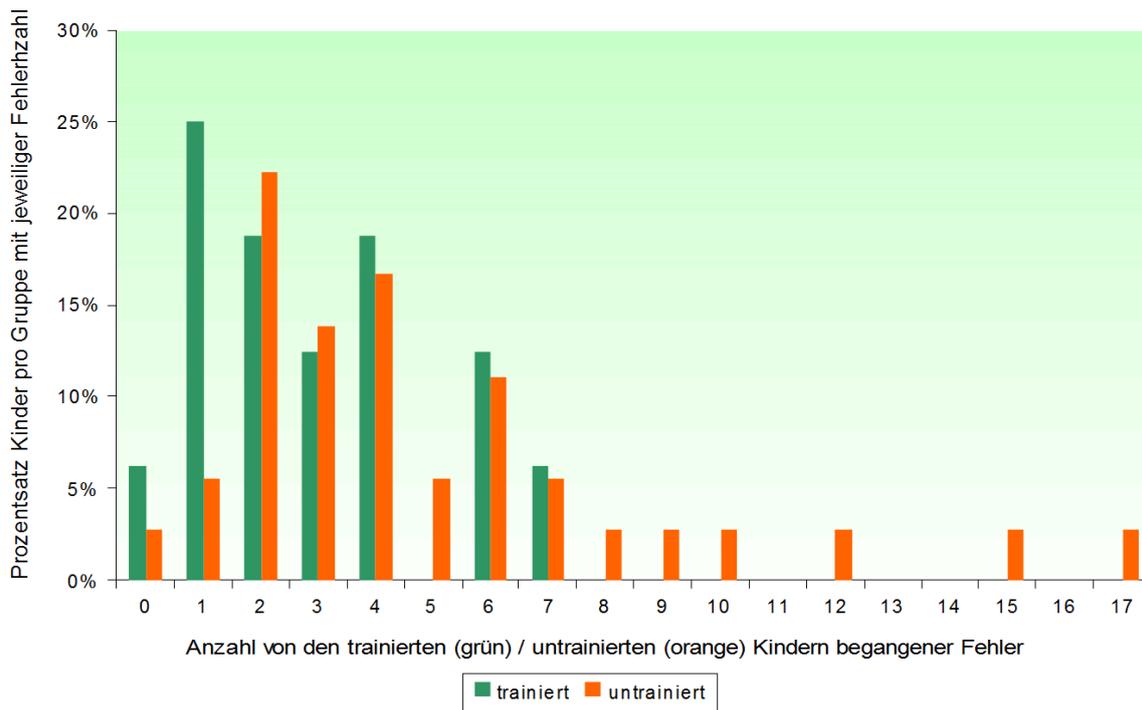


Abbildung 2: Histogramm über die bei der Fahrradprüfung begangenen Fehler getrennt nach mit dem Simulator trainierten (orange) und untrainierten Kindern (grün). Es ist deutlich zu erkennen, dass der Prozentsatz der trainierten Kinder bei den kleinen Fehlerzahlen über- und bei den großen Fehlerzahlen unterrepräsentiert ist. Die trainierten Kinder zeigten folglich eine bessere Leistung als ihre untrainierten Klassenkameraden.

3.2 Konzipierung der Szenarien

Auf Anregung des Begleitkreises wurde festgelegt, dass zur Untersuchung des FIVIS-Simulators für einen Einsatz zum Training der Gefahrenkognition verschiedene exemplarische Szenarien erstellt werden sollten. Die Szenarien für die Verkehrstrainings wurden im Rahmen eines Workshops ausgearbeitet, an dem sowohl Vertreter des Begleitkreises (Frau Laakmann von der UK NRW sowie Herr Bergmeier vom DVR) als auch der Hochschule (Frau Felsner und Prof. Herpers) teilgenommen haben. Dabei wurden verschiedene mögliche Szenarien auch unter Berücksichtigung der verschiedenen Zielgruppen diskutiert und schließlich folgende für eine Umsetzung festgelegt:

1. Linksabbiegen nach einer Bushaltestelle, danach Einfahrt in einen Kreisverkehr und an der nächsten signalisierten Kreuzung geradeaus fahren.
2. „Parksituation“: Der Radfahrer fährt an parkenden Autos entlang. Unvorhergesehene Ereignisse werden randomisiert eingespielt (Fahrzeughür öffnet sich / Auto verlässt eine schlecht einsehbare Einfahrt).
3. „Wohnstraße“: Mehrere Rechts-vor-Links-Kreuzungen und enge Straßen mit entgegenkommendem Verkehr, so dass nur eine Spur zur Verfügung steht.

Die unterschiedlichen Szenarien können im neuen Fahrradsimulator einzeln ausgewählt und gesteuert werden. Die Lernziele, die mit Hilfe dieser Szenarien verfolgt werden, wurden ausgearbeitet und sind in Abschnitt 3.4.2 beschrieben.

3.3 Evaluation der Szenarien

Die ausgewählten Szenarien decken sich mit den Ergebnissen einer Befragung von Schulkindern der Klassenstufen 6-8. Zwölf Schüler dieser Altersgruppe waren am 16. November 2010 an der Hochschule zu Gast und konnten den zu diesem Zeitpunkt bestehenden FIVIS-Simulator testen. Eine Befragung, welche gefährlichen Verkehrssituationen vorstellbar sind und/oder schon erlebt wurden, zeigte eine hohe Übereinstimmung mit den oben gewählten Szenarien für die neue Simulatorrealisation. Dies lässt darauf schließen, dass die oben beschriebenen Modellszenarien sinnvoll gewählt wurden.

Weitere Wünsche, die die Kinder im November 2010 äußerten, waren die Verfügbarkeit von Nachtfahrten, ein automatisiertes Rückmeldesystem über die erzielten Leistungen und Videoaufzeichnungen der Trainingsfahrt für die weitere Auswertung und Dokumentation.

Nachtfahrten können bislang nicht realistisch umgesetzt werden. Hierfür müssten für jedes Gebäude in der virtuellen Stadt neue Texturen erzeugt werden.

Videoaufzeichnungen wurden im Rahmen der Evaluation der Handzeichenerkennung mit einer stationären Kamera angefertigt. Diese Lösung wurde für einfach und robust befunden. Eine erste Version eines computergestützten Rückmeldesystems wurde realisiert (siehe Abschnitte 3.5 und 3.6).

In mehreren Treffen mit Vertretern des Anno-Gymnasiums in Siegburg wurden erste Strategien entwickelt, wie man Simulatortrainingseinheiten in den realen Schulalltag integrieren kann. Aus diesem Kontakt ergab sich auch die Möglichkeit, im Oktober 2011 eine gesamte Schulklasse (30 Schulkinder einer 6. Klasse) mit dem neuen Simulator trainieren zu lassen, um diesen zu evaluieren (siehe Abbildung 3, der Evaluationsbogen findet sich in (siehe Anhang A)). Dabei wurden die Kinder unter anderem befragt, wie der Simulator auf sie wirkt und ob sie sich den Simulator als Instrument für die Verkehrserziehung vorstellen können. Erfreulicherweise bejahten alle Kinder, bis auf eins („zu teuer“), die Frage, ob sie sich vorstellen können, dass der Simulator in Zukunft an Schulen für die Verkehrserziehung eingesetzt wird.

Besonders positiv hervorgehoben wurde von den Kindern des weiteren die Realitätsnähe des Simulators, der Spaß, den die Fahrt bereitet hat, sowie dass die gefährlichen Situationen als herausfordernd und lehrreich erlebt wurden.

Negativ fiel auf, dass die Kinder der Aussage, dass sie im Simulator genauso vorsichtig fahren wie in der Realität, nur teilweise zustimmten. Sie glauben eher nicht, dass sich Autofahrer in der Realität genauso rücksichtslos bzw. unvorsichtig verhalten würden wie in der Simulation. Dieser Punkt wurde darauf zurückgeführt, dass das Losfahren der Autos als sehr spät und rücksichtslos wahrgenommen wurde. Mit der Umsetzung durchsichtiger Autoscheiben, die den Fahrer und ggf. dessen Absicht erkennen lassen, wurde dies bereits verbessert.



Abbildung 3: Für eine erste Evaluation des neuen Fahrradsimulators im Oktober 2011 waren 30 Kinder einer 6. Klasse eines nahegelegenen Gymnasiums zu Gast. Die Kinder fuhren zunächst eines der beiden Szenarien und sahen bei der Fahrt eines zweiten Szenarios zu (links im Bild). Anschließend füllten sie den Evaluationsbogen aus (rechts im Bild).

Ein weiterer Punkt, der von vielen Kindern angemerkt wurde, war die schwerfällige Lenkung. Dieses Problem konnte teilweise auf eine relativ große Verzögerung bei der Darstellung der vom Simulator berechneten Bilder zurückgeführt werden. Die von der Simulationssoftware berechneten Bilder der virtuellen Szene werden erst mit einer merklichen Verzögerung von ca. 80 ms dargestellt. Dieses Problem besteht in einem reduzierten Umfang weiter und muss deshalb weiter untersucht werden, insbesondere ob es durch die verwendeten Bildschirme, die Grafikkarte oder die Kombination dieser Komponenten hervorgerufen wird.

3.4 Ausarbeitung eines didaktischen Konzepts

Im Zuge des Begleitkreistreffens vom Oktober 2011 wurde von Seiten des Begleitkeises der Wunsch geäußert, dass ein didaktisches Konzept für eine Unterrichtseinheit für die 6. Klasse mit dem Simulator erstellt wird. Um diesem Ziel gerecht zu werden und Kontakte zu weiteren Praktikern herzustellen, wurde der neue Simulator auf der Fachberatertagung Verkehrserziehung NRW in Haltern am See vom 12. bis 13. Oktober 2011 den dort anwesenden Fachlehrern für Verkehrserziehung live vorgestellt und demonstriert. Prof. Herpers hat hier zudem einen Vortrag über das neue System gehalten, anschließend fand eine rege Diskussion statt. Aufbauend auf den Ideen und Anregungen, die bei dieser Gelegenheit gewonnen worden sind, ist ein didaktisches Konzept entstanden, das im folgenden erläutert wird.

3.4.1 Geplanter Ablauf des Simulatortrainings

Das didaktische Konzept geht von einer Klassenstärke von ca. 24 Kindern aus und gliedert sich in drei Phasen: erstens die Vorbereitungsphase, zweitens der Projekttag mit der Simulatorfahrt im FIVIS-Fahrradfahrsimulator und drittens die Nachbereitungsphase.

In der Vorbereitungsphase, die ein bis zwei Wochen vor dem Projekttag stattfinden sollte, sollen die wichtigsten Verkehrsregeln und korrekten Verhaltensweisen im Straßenverkehr vom Lehrer wiederholt und erklärt werden. Die Kinder sollen diese Regeln lernen und verinnerlichen, so dass sie diese dann später anwenden können. Die Anwendung der Regeln wird dann am Projekttag in

risikofreier Umgebung im Simulator eingeübt.

Die erste Evaluation zur Einsatzmöglichkeit des Fahrradsimulators mit einer 6. Klasse im Oktober 2011 an der Hochschule Bonn-Rhein-Sieg hat ergeben, dass für jedes Kind mindestens 8-9 Minuten im Simulator eingeplant werden müssen, damit alle Kinder ihr Training in Ruhe absolvieren können. Dies ist in einer Doppelstunde nicht realisierbar, weil bei 90 Minuten dann maximal 10 Kinder aktiv fahren können. Daher wird vorgeschlagen, das Training an den Schulen im Rahmen eines Projekttags einzubinden.

Abhängig davon, wie viele Kinder die Klasse tatsächlich umfasst, sollte die Klasse in Gruppen aufgeteilt werden. Während beispielsweise die erste Hälfte der Klasse das FIVIS-Programm im Simulator absolviert (welches im weiteren näher beschrieben wird), kann die zweite am Unterricht teilnehmen oder im Rahmen des Projekttages einen anderen – evtl. verkehrsbezogenen – Programmpunkt absolvieren. Nach 3 Stunden wird gewechselt.

Vorgeschlagene Alternativen für größere Klassen sind beispielsweise den Simulator an zwei Tagen zu nutzen oder eine flexible Gestaltung des Unterrichts. Diese ist so gedacht, dass einzelne Kinder das Simulatorprogramm absolvieren, während die anderen den Unterricht besuchen.

Klassenzimmer (halbe Klasse, maximal 12 Kinder)

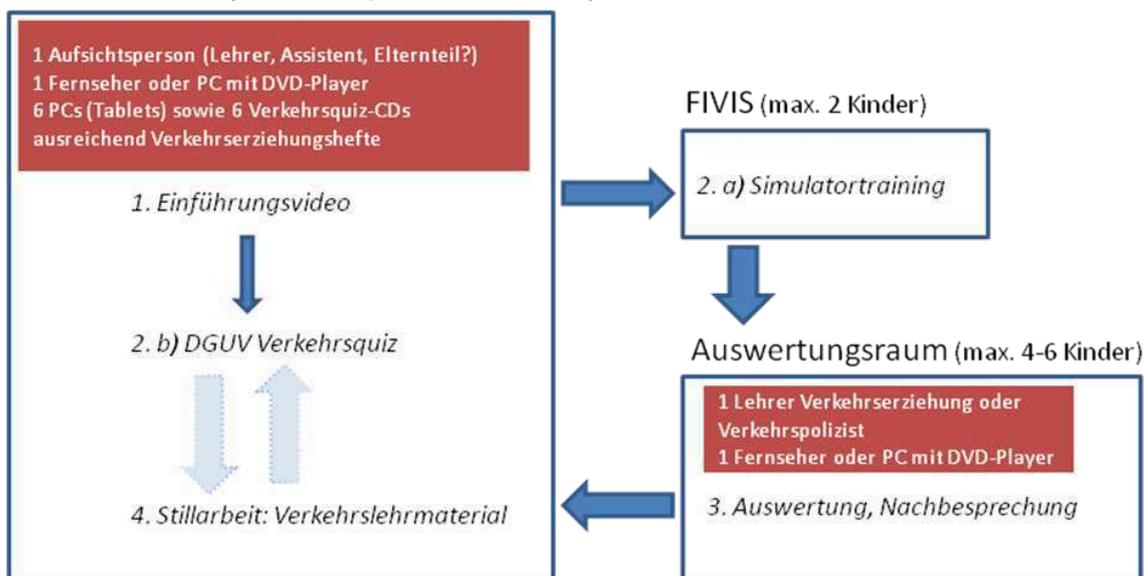


Abbildung 4: Schematischer Ablaufplan eines Projekttages mit dem Fahrradsimulator. Jedes Kind durchläuft die drei hier dargestellten Phasen. Jeweils zwei Kinder halten sich im Simulatorraum auf. Die übrigen Kinder absolvieren das DGUV Verkehrsquiz oder bearbeiten Verkehrslehmaterial.

Das FIVIS-Programm (siehe Abbildung 4 und Tabelle 1) sieht folgende Unterpunkte vor:

- 1.) **Einführungsvideo (5-10 Minuten) mit allen Kindern:** Im Einführungsvideo wird eine kurze Einführung in den FIVIS-Fahrradsimulator gegeben und der weitere Projekttablauf erklärt, so dass die Kinder wissen, was auf sie zukommt. Gegebenenfalls auftretende Fragen können hier geklärt werden.
2. a) **Simulatortraining (je Kind ca. 9 Minuten, bei 12 Kindern ca. 108 Minuten):** Anschlie-

Kinder	Einf.	Quiz	Stillarb.	Sim.	Ausw.	Stillarb.	Quiz	Summe
1+2	10 min			18 min	45 min	52 min	20 min	145 min
3+4	10 min	18 min		18 min	45 min	54 min		145 min
5+6	10 min	20 min	16 min	18 min	36 min	45 min		145 min
7+8	10 min	20 min	33 min	18 min	18 min	46 min		145 min
9+10	10 min	20 min	50 min	18 min	18 min	29 min		145 min
11+12	10 min	20 min	68 min	18 min	18 min	11 min		145 min

Tabelle 1: Zeitlicher Ablaufplan für 12 Kinder in 2er-Gruppen. Grundlage: 3 Schulstunden + 10 min Pause.

End gehen 2 Kinder in den Simulator, wo ein Kind – nach einer etwa einminütigen Eingewöhnungsfahrt – das Training im ersten Szenario absolviert, während das zweite Kind zusieht und mögliche Fehler in einem Protokollbogen dokumentiert (für die Protokollbögen siehe Anhänge B und C). Anschließend wird getauscht, und das zweite Kind fährt in einem zweiten Szenario, während das andere Kind wiederum protokolliert. Zudem findet eine automatische Aufzeichnung der Fahrten statt. Diese kann später zur weiteren Auswertung und Nachbesprechung genutzt werden.

2. b) **DGUV-Verkehrsquiz (Dauer etwa 20 Minuten):** Die restlichen Kinder starten das FIVIS-Programm mit dem Verkehrsquiz der DGUV, welches ggf. in Zweiergruppen absolviert werden kann (je nach Verfügbarkeit von Rechnern). Für das Quiz ist die Verfügbarkeit von Computern notwendig. Für das Simulatortraining unterbrechen die Kinder die Beantwortung des Quiz und können dieses später fortsetzen. Sollte ein Kind mit dem Quiz fertig sein, bevor es in den Simulator kann, soll es direkt zu Punkt 4 übergehen.
- 3.) **Auswertung und Nachbesprechung (pro Kind max. 9 Minuten):** Nach dem Simulatortraining soll in einem separaten Raum die Videoauswertung gezeigt und besprochen, sowie mit dem Protokollbogen verglichen werden. An dieser Stelle wäre die Anwesenheit eines Lehrers für Verkehrssicherheit bzw. eines Verkehrspolizisten zur Besprechung des gezeigten Verhaltens und zur Beantwortung möglicher Fragen sinnvoll. Zudem ist die Verfügbarkeit eines PCs/Fernsehgeräts erforderlich, auf dem ein digitales Video abgespielt werden kann. Es ist gewünscht, dass die Kinder nicht nur ihre eigene Auswertung miterleben, sondern auch die Fahrten weiterer Kinder ansehen, um ggf. auch aus deren Fehlverhalten zu lernen. Insgesamt sollten sich jedoch nicht mehr als 4 bis 6 Kinder in diesem Raum aufhalten. Wenn die Kinder den Auswertungsraum verlassen, haben sie einen komplett ausgefüllten Protokollbogen, auf dem ihre Stärken und vor allem mögliche Schwächen vermerkt sind. An den vorhandenen Schwächen sollen sie im nächsten Schritt arbeiten.
- 4.) **Stillarbeit – Schließen vorhandener Wissenslücken mit Verkehrslehmaterialien (Restzeit):** Wenn die Kinder das Training und die Auswertung durchlaufen haben, gehen sie wieder in den Ausgangsraum zurück. Dort liegen Materialien zur Verkehrserziehung bereit, mit deren Hilfe sie vorhandene Wissenslücken schließen können. In Stillarbeit soll jedes Kind gezielt an seinen Schwachstellen arbeiten. Die Kinder, die als erstes im Simulatortraining waren, können anschließend das DGUV-Verkehrsquiz absolvieren, ebenso die Kinder, die dieses unterbrochen haben, um am Simulatortraining teilzunehmen.

In der Nachbereitungsphase, die einige Tage nach dem Projekttag stattfinden soll, kann der Lehrer

mit Hilfe der Erfahrungen des Projekttags und der aufgezeichneten Simulatorfahrten sowie Protokollbögen die häufigsten Fehler identifizieren und in der Nachbesprechung des Projekttagess noch einmal gezielt auf diese eingehen. Gemeinsam mit den Kindern soll anhand der Videos exemplarisch erarbeitet werden, wie es zu verschiedenen Fehlern und ggf. virtuellen Unfällen gekommen ist und wie diese in Zukunft vermeidbar sind.

3.4.2 Lernziele

Es wurden zwei Hauptlernziele identifiziert, die den Kindern im Simulatortraining näher gebracht werden sollen. Das erste ist die Entwicklung und Stärkung von Gefahrenkognition, das zweite das Lernen von Verkehrsregeln und die Anwendung dieser Regeln auf die konkrete Verkehrssituation (Lerntransfer). Unter Gefahrenkognition versteht man in dem Zusammenhang die Wahrnehmung und das Erkennen von Gefahren, sowie die Einschätzung von deren Folgen. Bislang vorliegende Forschungsarbeiten zu diesem Thema zeigen, dass sich das Bewusstsein für „Sicherheit“ oder „Gefahr“ in drei Stufen entwickelt:¹

- **Plötzlich losfahrende Autos (in Szenario 1 und 2):**
Gefahr: Man kann angefahren und verletzt werden.
Prävention: Aufmerksamkeit, Blickkontakt, ggf. rechtzeitiges Bremsen.
- **Andere Verkehrsteilnehmer, die die Vorfahrt missachten (in Szenario 1 und 2):**
Gefahr: Man kann angefahren und verletzt werden.
Prävention: mit Unaufmerksamkeit anderer rechnen, Blickkontakt, Bremsbereitschaft.
- **Bus an Haltestelle (in Szenario 2):**
Gefahr: Toter Winkel, man könnte angefahren werden.
Prävention: Unbedingt an die Regeln halten und hinter dem Bus warten.

Um das zweite Lernziel (das Erlernen von Verkehrsregeln und die Anwendung dieser Regeln auf die konkrete Verkehrssituation) umzusetzen, soll der Lehrer in der Vorbereitung des Fahrradsimulator-Projekttagess die einschlägigen Straßenverkehrsregeln (siehe unten) mit den Kindern besprechen und erklären. Ohne praktische Einübung werden die meisten Regeln jedoch wenig Beachtung und Erinnerung finden. In gefahrfreier Situation sollen die Kinder das vorher angeeignete Wissen daher am Projekttag durch Übung im Fahrradsimulator vertiefen.

Sollten sich trotzdem Wissenslücken zeigen, werden diese durch das Fehlerprotokoll sowie die an die Simulatorfahrt anschließende Besprechung aufgedeckt und können im Selbststudium individuell mit Hilfe der bereitgestellten Lehrmaterialien geschlossen werden. In der späteren Nachbesprechung mit der kompletten Klasse wird erneut auf die häufigsten Fehler, deren Ursachen und Präventionsstrategien eingegangen.

Folgende Regeln sollen gelernt und bei der Simulatorfahrt angewendet werden:

- **Losfahren:**
Umsehen, Handzeichen, beim Losfahren beide Hände am Lenker.

¹Limbouurg, M.: Kinder im Straßenverkehr. Gemeindeunfallversicherungsverband Westfalen-Lippe. Münster, 1995

- **Linksabbiegen:**
Handzeichen, Einfädeln, Vorfahrt beachten, in weitem Bogen abbiegen (es wird zunächst auf den Schulterblick verzichtet, da dies erfahrungsgemäß zu komplex ist).
- **Kreisverkehr:**
Vorfahrt achten, weiten Bogen fahren, beim Ausfahren Handzeichen geben.
- **Vorfahrtregelungen:**
Schilder erkennen, Rechts-vor-Links-Regel beachten.
- **Kreuzungen mit und ohne Ampelregelung:**
Ampelregelung beachten, Vorfahrt beachten.

3.4.3 Bewertung des didaktischen Konzepts

Das zuvor beschriebene didaktische Konzept wurde von einer im Bereich Verkehrserziehung erfahrenen Lehrperson, mit der in der Vergangenheit bereits mehrfach kooperiert wurde, als gut durchdacht und praxistauglich bewertet. Das Thema Gefahrenprävention werde durch dieses Konzept gut adressiert. Es sei jedoch auch weiterhin wichtig, reale Fahrten innerhalb von Städten durchzuführen, insbesondere um die psychomotorischen Fertigkeiten zu trainieren. Der FIVIS-Fahrradfahrsimulator ist nicht für das Erlernen der motorischen Fertigkeiten, die zum Fahrradfahren benötigt werden, konzipiert.

3.5 Entwicklung eines Systems zur Schulterblick- und Handzeichenerkennung

Der Simulator wurde insbesondere während der kostenneutralen Verlängerung um wichtige Fähigkeiten erweitert, nämlich die automatische Erkennung von Kopfdrehungen (für den Schulterblick) und Handzeichen sowie deren automatische Auswertung.

Hierfür wurde der Kinect-Sensor² von Microsoft verwendet, eine kostengünstige 3D-Kamera, die bis zu vier Personen gleichzeitig erkennen und verfolgen kann. Der Sensor wird über dem mittleren Bildschirm des FIVIS-Systems installiert und blickt von dort auf den Fahrradfahrer.

Der Kinect-Sensor projiziert ein unsichtbares Infrarotmuster auf die Objekte in seinem Sichtbereich. Das Muster wird von einer integrierten Kamera wieder aufgenommen. Hieraus berechnet das Sensorsystem eine 3D-Punktwolke, in der sie nach Personen sucht. Für jede erkannte Person liefert sie ein 3D-Skelett, aus der die Pose bzw. Haltung der Person ermittelbar ist.

Durch Versuche mit Personen verschiedenen Geschlechts, verschiedenen Alters und verschiedener Körpergröße wurde ein Verfahren entwickelt, mit dem durch die Analyse des 3D-Skeletts ein gegebenes Handzeichen zuverlässig erkannt werden kann.

Bei der Evaluation des Handzeichenerkennungssystems durchfuhren Probanden eine zuvor definierte Strecke im virtuellen Siegburg. Die Wegführung erfolgte durch automatisch generierte textuelle Anweisungen, wie sie auch von einem Navigationssystem bekannt sind. Die komplet-

²Eine besondere Version des Kinect-Sensors wird im FIVIS-Fahrradfahrsimulator eingesetzt, die einen kürzen Abstand zwischen Kamera und Objekt unterstützt.

te Fahrt wurde mit einer Videokamera aufgezeichnet. Neben den Simulator wurde ein weiterer Bildschirm platziert, auf dem zu Auswertungszwecken die Ausgabe des Schulterblick- und Handzeichenerkennungssystems angezeigt wird (siehe Abbildung 5).

Innerhalb der Strecke (siehe Abbildung 6) musste insgesamt 21-mal abgelenkt werden, wobei jeweils Schulterblick und Handzeichen gefordert waren.

Bei der Auswertung wurden die Ausgaben des Systems mit den Videobildern verglichen. Die Ergebnisse zeigen, dass das System generell robust und zuverlässig arbeitet. Handzeichen werden gelegentlich bei sehr zaghaften Gesten nicht erkannt. Aus 257 von Probanden gegebenen Handzeichen wurden lediglich 9 nicht erkannt, was einer Erkennungsrate von ca. 96,5% entspricht. Diese 9 nicht erkannten Handzeichen wurden von 4 der 14 Versuchspersonen gegeben. Alle Handzeichen der anderen 10 Probanden wurden fehlerfrei erkannt. Es konnte bei fast allen fehlerhaften Detektionen rekonstruiert werden, dass die nicht erkannten Handzeichen zu zaghafte und damit zu undeutlich gegeben wurden. Dies entspricht auch den Vorgaben des Lehrpersonals, die auf deutliche und hinreichend lang gehaltene Handzeichen Wert legen. Daher wurde diesen Probanden/Schülern die Empfehlung gegeben, das Handzeichen deutlicher auszuführen. Falsch Positive, d. h. erkannte, jedoch nicht gegebene Handzeichen, wurden bei der Evaluation nicht beobachtet (siehe auch Tabelle 2 und Abbildung 7).

Kategorie	Links	Rechts	Summe
Sämtliche gegebene Handzeichen	147	110	257
... davon erkannt	143 (97,3%)	105 (95,5%)	248 (96,5%)
An erwarteten Stellen gegebene Handzeichen	138	105	243
... davon erkannt	134	100	234
An unerwarteten Stellen gegebene Handzeichen	9	5	14
... davon erkannt	9	5	14
Fälschlicherweise erkannte Handzeichen	0	0	0

Tabelle 2: Aufschlüsselung der Ergebnisse der Handzeichenerkennung nach verschiedenen Kategorien. Die Daten wurden von 6 weiblichen und 8 männlichen Probanden gewonnen (Alter zwischen 8 und 30 Jahren).

Die Handzeichenerkennung arbeitet wie folgt: Mit Hilfe des Kinect-Sensors werden die Positionen der beiden Schultergelenke, der beiden Ellbogengelenke und der beiden Handwurzelgelenke des Probanden erfasst. Ausgehend von der Verbindungslinie zwischen den Schultergelenken („Schultervektor“) werden kegelförmige räumliche Bereiche definiert, innerhalb derer sich der Oberarm des Probanden befinden muss, um ein Handzeichen abzubilden. Der Öffnungswinkel der Kegel sowie ein horizontaler und ein vertikaler Drehwinkel bezogen auf die Verbindungslinie sind konfigurierbar, da Handzeichen üblicherweise nicht genau parallel zum Schultervektor gegeben werden, sondern leicht nach vorne und unten gerichtet.

Damit ein Handzeichen erkannt wird, muss der Arm zudem gestreckt sein, d. h. die räumliche Distanz zwischen Schultergelenk und Handwurzelgelenk darf nicht wesentlich kleiner sein als die Summe der Länge von Unterarm und Oberarm. Hierzu wird der Quotient gebildet („Armausstreckung“) und mit einem Schwellwert verglichen (siehe Tabelle 3).

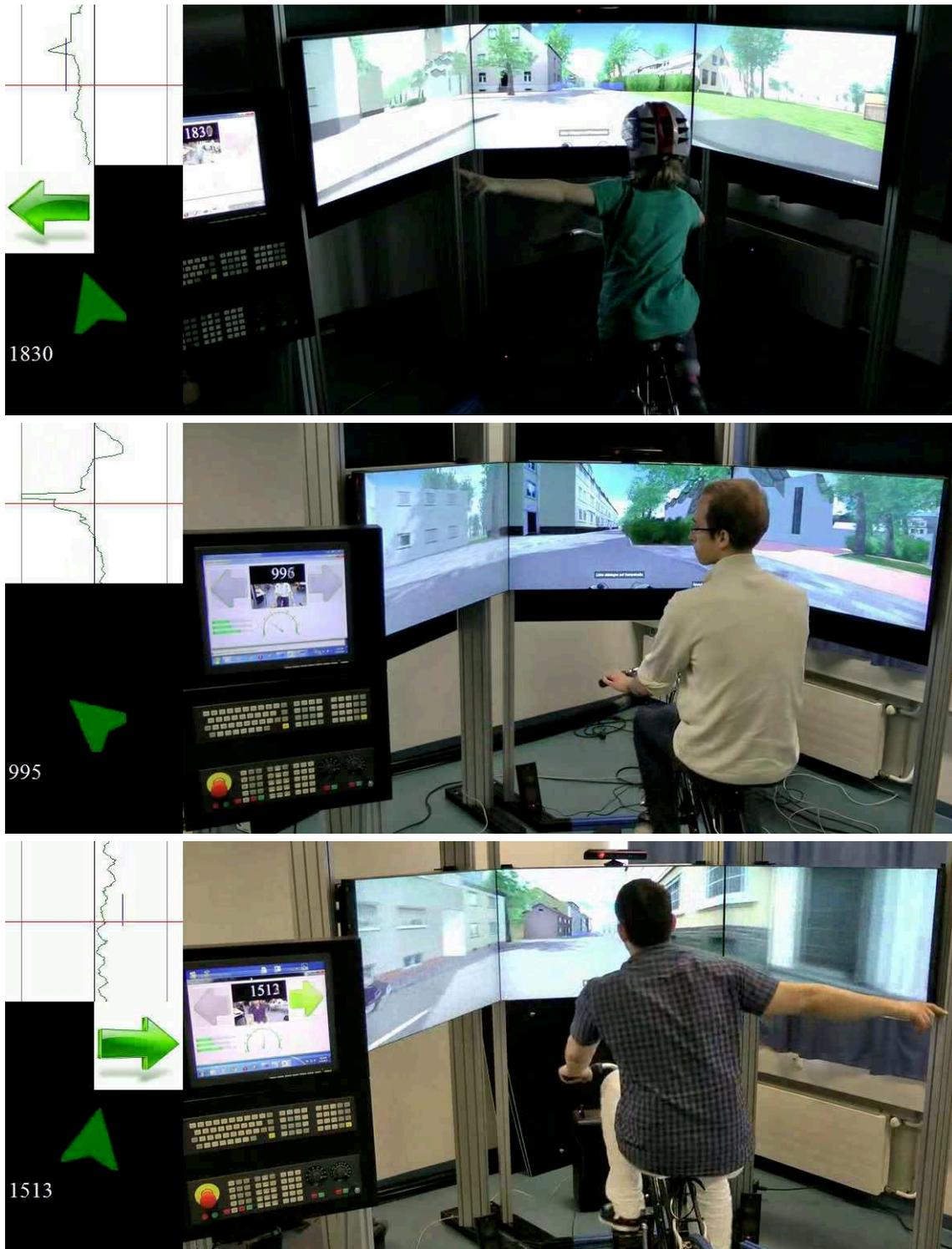


Abbildung 5: Einzelbilder einer Versuchsfahrt zur Evaluation des Handzeichen- und Kopfdrehungserkennungssystems mit dem Microsoft Kinect-Sensor. Die Probandin im ersten Bild gibt vor einer Kreuzung ein Handzeichen nach links, während der Kopf nach vorne zeigt. Der linke Bildrand zeigt die Analyseergebnisse (grüner Pfeil für Handzeichen mit Richtung, grünes Dreieck für die Kopforientierung). Das obere linke weiße Fenster zeigt jeweils die aktuell berechnete Kopfdrehung pro Videobild im zeitlichen Verlauf an, wobei die Zeitachse vertikal verläuft (von unten nach oben). Die horizontale Achse gibt die Kopfdrehung nach links bzw. rechts an (zu sehen im zweiten Bild, in dem der Proband nach links blickt). Im unteren Bild ist die Positionierung des Microsoft Kinect-Sensors über dem mittleren Bildschirm zu erkennen.



Abbildung 6: Die Strecke in Siegburg, die bei der Evaluation der Handzeichen- und Kopfdrehungserkennung befahren wurde. An den mit Zahlen gekennzeichneten Orten wurde ein Handzeichen bzw. Schulterblick erwartet und mit den Ausgaben des Erkennungssystems abgeglichen.

Für eine erhöhte Robustheit bei der Erkennung von Handzeichen, die nur knapp die Vorgaben erfüllen, wird das Prinzip der Hysterese angewendet: Wird ein Handzeichen einmal erkannt, so werden die Bedingungen für die Erkennung gelockert. Erst wenn auch die gelockerten Bedingungen nicht mehr erfüllt sind, wird das Handzeichen nicht mehr erkannt.

Die Dauer des gehaltenen Handzeichens, bis dass es als erkannt gewertet wird, ist vor Systemstart konfigurierbar (mindestens eine Sekunde). Die Systemlatenz des Kinect-Sensors liegt bei deutlich unter einer Sekunde.

Tabelle 3 fasst die Parameterbelegung zusammen, die in Vorversuchen für gut geeignet befunden und in der Auswertung verwendet wurde.

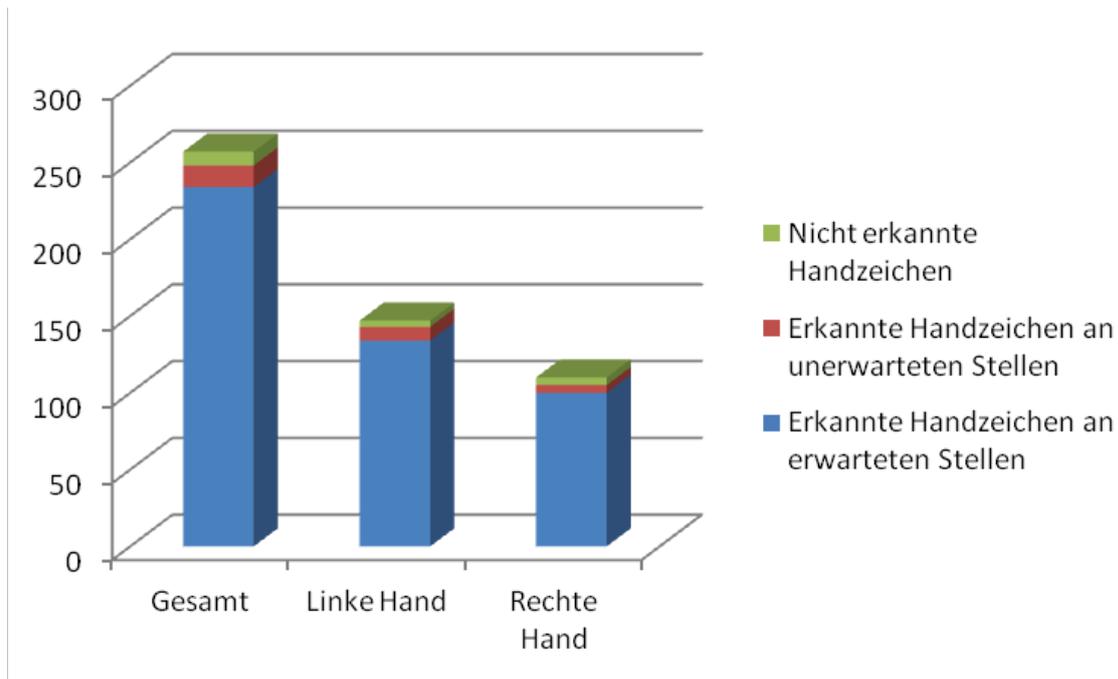


Abbildung 7: Überblick über alle 257 während der Evaluation des Auswertungssystems gegebenen Handzeichen. Die Anzahl der erkannten Handzeichen an erwarteten Stellen macht den größten Anteil aus, nur wenige Handzeichen wurden nicht erkannt.

Parameter	Standardwert
Öffnungswinkel der Kegel	60°
... mit Hysterese	90°
Rotation der Kegel nach vorne (+) / hinten (-)	+20°
Rotation der Kegel nach oben (+) / unten (-)	-10°
Mindestwert für Armausstreckung	80%
... mit Hysterese	60%

Tabelle 3: Parameterbelegung für die Handzeichenerkennung.

3.6 Automatisches Auswertungssystem und Benutzerverwaltung

Basierend auf dem System zur Erkennung von Handzeichen und Schulterblick wurde eine weitere Komponente realisiert, die eine automatische Auswertung der Fahrt ermöglicht. Es soll hiermit ermittelt werden, ob der Fahrer das für die aktuelle Situation erwartete Zeichen gegeben hat bzw. ob er sich korrekt verhalten hat. Ist dies nicht der Fall, so wird ein Fehler protokolliert. Nachdem die Szene diesbezüglich entsprechend erweitert und aufbereitet wurde³, kann das System folgende Arten von Fehlverhalten erkennen:

1. **Fehlendes/falsches Handzeichen beim Abbiegen (-1 Pt.):** Hierzu werden spezielle Bereiche in der Szene definiert⁴, innerhalb derer das korrekte Handzeichen erkannt werden muss. Diese Bereiche befinden sich üblicherweise an Kreuzungen. Zwischen einem fehlenden und

³Hierzu waren softwaretechnisch umfangreiche Erweiterungen notwendig, da nun an jeder Kreuzung zu jedem Zeitpunkt ausgewertet werden muss, wie und wann der Proband eine Aktion durchführt bzw. ob er sich korrekt verhalten hat. Dies hat zu einem Paradigmenwechsel in der Softwarerealisation geführt, der die Realisierung eines entsprechend erweiterten Verarbeitungskonzepts zur Folge hatte.

⁴Dieser und die folgenden Auszeichnungsschritte geschehen derzeit noch manuell mit Hilfe eines grafischen Editors.

einem falschen Handzeichen kann unterschieden werden.

2. **Fehlender Schulterblick beim Abbiegen** (−1 Pt.): Analog zu 1.
3. **Vorfahrt missachtet** (−2 Pt.): Kreuzungen, an denen der Radfahrer einem anderen Verkehrsteilnehmer Vorfahrt gewähren muss, werden innerhalb der Szene ausgezeichnet. Befährt der Radfahrer einen festgelegten Bereich, während sich andere Fahrzeuge in einem zweiten Bereich auf der Vorfahrtstraße befinden, so wird dies als Fehler erkannt.
4. **Falsche Fahrtrichtung in einem Kreisverkehr** (−2 Pt.): Mittelpunkt und Radius eines jeden Kreisverkehrs werden definiert. Ein Fehler wird erkannt, falls sich der Radfahrer innerhalb des Radius befindet und sich im Uhrzeigersinn um den Mittelpunkt des Kreisverkehrs bewegt.
5. **Befahren der falschen Spur** (−2 Pt.): Hierzu werden die doppelspurigen Streckenabschnitte mit speziellen Bereichen gekennzeichnet, in denen die Fahrtrichtung des Radfahrers mit seiner Fahrbahnseite abgeglichen wird. In einigen Fällen ist das Befahren der Gegenspur erlaubt, z. B. um ein Hindernis (hier: ein statischer Lieferwagen) zu umfahren.
6. **Überfahren einer roten Ampel** (−5 Pt.): Jede Ampel wird mit einem Bereich gekennzeichnet, der vom Radfahrer nicht befahren werden darf, während die Ampel rot ist. Dieser Bereich befindet sich kurz hinter der Haltelinie.
7. **Unfall** (−5 Pt.): Eine Kollision mit einem anderen Fahrzeug (stehend oder fahrend) wird als „Unfall“ gewertet, wenn die relative Geschwindigkeit einen Schwellwert überschreitet (derzeit $1 \text{ m/s} = 3.6 \text{ km/h}$).

Die Szenenbeschreibung muss derzeit häufig noch manuell durchgeführt werden, damit das Auswertungssystem Fahrfehler erkennen kann. Da dies mit hohem Zeitaufwand verbunden ist, würde sich zukünftig eine Automatisierung lohnen.

Es können für richtiges Verhalten Bonuspunkte und für fehlerhaftes Verhalten Minuspunkte vergeben werden, die ggf. unterschiedlich gewichtet werden können. Als belohnenswerte Verhaltensweisen können derzeit richtige Kopfdrehungen und Handzeichen sowie das Beachten der Vorfahrt an einer Kreuzung ausgewertet werden. Bonus- und Minuspunkte werden derzeit additiv gegeneinander aufgerechnet, so dass Fehler durch richtiges Verhalten an anderen Stellen (teilweise) ausgeglichen werden können. Aktuell findet eine Gewichtung von einem Bonuspunkt für ein an der richtigen Stelle ausgeführtes Handzeichen und ggf. dem dazugehörigen Schulterblick, bzw. von 5 Minuspunkten bei Verursachung eines (virtuellen) Unfalls oder einer Rotlichtfahrt statt. Die Vergabe von Bonus- und Minuspunkten ist frei konfigurierbar, die Werte in der Auflistung der erkennbaren Verhaltensweisen (oben) zeigen initiale Werte an.

Am Ende der Fahrt wird eine zusammenfassende Auswertung angezeigt, die eine Auflistung der erkannten/bewerteten Fehler und richtigen Verhaltensweisen enthält (siehe Abbildung 8). Diese kann auf Wunsch ausgedruckt werden.

Ebenfalls integriert wurde ein Benutzerverwaltungssystem. Bevor ein Szenario gestartet werden kann, werden Informationen über den Fahrer abgefragt, die im System gespeichert werden, so dass ein bereits vorhandener Benutzer bei Wiederholungsfahrten wieder ausgewählt werden kann.

Fahrstatistik		FIVIS	
Max Mustermann		IMMERSIVE Bicycle Simulator	
Geburtsjahr: 2000			
männlich			
Ereignis	Wohngebiet		
Unfall	x0	0 Pkte	
Rote Ampel überfahren	x0	0 Pkte	
Falsche Straßenseite	x3	-6 Pkte	
Falsche Richtung im Kreisverkehr	x0	0 Pkte	
Falsches Handzeichen	x0	0 Pkte	
Fehlendes Handzeichen	x1	-1 Pkt	
Richtige Kopfdrehung	x0	0 Pkte	
Fehlende Kopfdrehung	x2	-2 Pkte	
Vorfahrt missachtet	x0	0 Pkte	
Richtiges Handzeichen	x5	5 Pkte	
Vorfahrt beachtet	x0	0 Pkte	
Gesamt	x11	-4 Pkte	

Abbildung 8: Prototypische Auswertung einer Fahrt mit Auflistung der Minus- und Bonuspunkte. Die Tabelle kann auf Wunsch ausgedruckt und dem Probanden ausgehändigt werden.

Die Fahrtauswertungen werden mit dem jeweiligen Benutzerkonto verknüpft. Somit können die Leistungen eines Fahrers über verschiedene Fahrten hinweg verglichen bzw. nachverfolgt und potenzielle Lernerfolge festgestellt werden.

3.7 Auflistung relevanter Veröffentlichungen und Ausstellungen

3.7.1 Ausstellung auf den Aktionstagen „Risiko Raus“

Direkt nach dem offiziellen Projektstart war der FIVIS-Simulator vom 17. bis 19. Juni 2010 bei den Aktionstagen „Risiko Raus“ in Dortmund ausgestellt. Er fand bei den Besuchern insgesamt, aber bei den Kindern insbesondere großen Anklang.

3.7.2 Fachberatertagung Rheinland-Pfalz

Auf der Fachberatertagung für Verkehrserziehung des Landes Rheinland-Pfalz in Boppard am 21. März 2011 wurde das Projekt von Prof. Herpers im Rahmen eines Vortrags einem interessierten Publikum vorgestellt und diskutiert.

3.7.3 WDR Lokalzeit Bonn

Am 23. Mai 2011 war im Fahrradsimulator-Labor die WDR-Lokalzeit Bonn mit einer Live-Übertragung zu Gast. In einem dreiminütigen Beitrag wurde über die Funktionsweise und Anwendungen des FIVIS-Simulators berichtet (siehe Abbildung 9).



Abbildung 9: Ein Kurzbericht über FIVIS in der WDR Lokalzeit Bonn vom 23. Mai 2011.

3.7.4 „Die große Wissensshow mit Ranga Yogeshwar“

Am 26. Mai 2011 war der Fahrradsimulator in der „großen Wissensshow mit Ranga Yogeshwar“ („Wie bewegt sich Deutschland?“) zu sehen. Ein Prominenter (Wiegald Boning) hatte die Aufgabe, Fragen zu beantworten, während er auf dem Fahrradsimulator durch Siegburg fährt, ohne einen Unfall zu verursachen (siehe Abbildung 10). Dabei wurde das erste umgesetzte Szenario „Parksituation“ genutzt.



Abbildung 10: Der FIVIS-Simulator bei der „großen Wissensshow mit Ranga Yogeshwar“, ausgestrahlt am 26. Mai 2011. Moderator Ranga Yogeshwar weist Wiegald Boning in die Benutzung des FIVIS-Simulators ein (hier noch die alte Version mit Projektionsbildschirmen).

3.7.5 Ausstellung auf dem Tag der Technik in Düsseldorf

Der FIVIS-Simulator war zu Gast beim Tag der Technik in Düsseldorf vom 17. bis 18. Juni 2011 und vom 14. bis 15. Juni 2013.

3.7.6 Ausstellung des neuen Fahrradsimulators auf dem Deutschlandfest in Bonn

Unmittelbar nach der Realisierung des neuen auf Flachbildschirmen basierenden Visualisierungssystems wurde der neue Fahrradsimulator auf dem Deutschlandfest in Bonn vom 1. bis 3. Oktober 2011 ausgestellt (siehe Abbildungen 1 und 11).



Abbildung 11: Deutschlandfest in Bonn (1. bis 3. Oktober 2011): ein Kind bei der Nutzung des neuen Simulators, der nun aus drei flexibel montierbaren Flachbildschirmen besteht.

3.7.7 Ausstellung auf dem Museumsmeilenfest in Bonn

Der Simulator wurde auf dem Museumsmeilenfest in Bonn im Juni 2012 ausgestellt.

3.8 Veröffentlichungen und Vorträge

Im Rahmen des Projekts entstanden folgende Veröffentlichungen:

- R. Herpers: „Entwicklung eines Fahrradfahrsimulators zur Verkehrserziehung und zum Verkehrssicherheitstraining für verschiedene Altersklassen“, Vortrag auf der Obleitagung der

Fachberaterinnen und Fachberatern für Verkehrserziehung in Rheinland-Pfalz, Windhagen, 13. März 2012.

- Bei der Fachberatertagung für Verkehrserziehung, die vom 12. bis 13. Oktober 2011 in Haltern am See stattgefunden hat, hat Prof. Dr.-Ing. Rainer Herpers das Projekt in einem Vortrag vorgestellt, bevor die Teilnehmer den Simulator selbst ausprobieren konnten. Mit den Fachberatern wurde anschließend über mögliche didaktische Konzepte für den Schulalltag diskutiert.
- Auf der Fachberatertagung für Verkehrserziehung des Landes Rheinland-Pfalz in Boppard am 21. März 2011 wurde das Projekt von Prof. Herpers einem interessierten Publikum vorgestellt und diskutiert.
- R. Herpers, D. Scherfgen, M. Kutz, J. Bongartz, U. Hartmann, O. Schulzyk, S. Boronas, T. Saitov, H. Steiner, D. Reinert: „Multimedia Sensory Cue Processing in the FIVIS Simulation Environment“ in: Multiple Sensorial Media Advances and Applications: New Developments in MulSeMedia, IGI Global, 2011.
- R. Herpers: „Das FIVIS- Fahrradsimulator Projekt“, Bilanztagung der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrs- und Mobilitätserziehung an weiterführenden und beruflichen Schulen, Bergisch Gladbach, 28. Oktober 2010.

4 Bewertung der Ergebnisse hinsichtlich des Forschungszwecks/-ziels

Das Ziel des Forschungsprojekts war die Entwicklung eines mobilen Fahrradfahrsimulators für Zwecke der Verkehrserziehung und des Verkehrssicherheitstrainings.

Der an der Hochschule Bonn-Rhein-Sieg entwickelte Fahrradsimulator „FIVIS“ basiert nun auf Flachbildschirmen und einem modularen Rahmensystem und ist somit platzsparend und einfach aufzubauen. Grundsätzlich wird dadurch die Einsetzbarkeit des Simulators erweitert. Das System kann nun auf einer mobilen Plattform (z. B. Anhänger) aufgebaut werden, so dass die beabsichtigte technische Einsetzbarkeit an vielen wechselnden Standorten erzielt wird.

Die Simulationssoftware wurde während der Projektlaufzeit in der Weise weiterentwickelt, dass nun exemplarisch eine automatische Erkennung typischer Fehler, wie fehlende Handzeichen oder das Missachten der Vorfahrtregelung, realisiert wurde.

Es wurden exemplarisch gefährliche, unfallträchtige Situationen des Straßenverkehrs identifiziert und als Szenarien im Simulator umgesetzt. Zudem wurde ein exemplarisches didaktisches Konzept für den Einsatz des Simulators in der Sekundarstufe I entwickelt. Erste Evaluationsstudien mit Sechstklässlern weisen darauf hin, dass der Simulator als Mittel für die Verkehrserziehung akzeptiert wird und sinnvoll ist.

Die Fragestellung, ob ein Einsatz des mobilen Fahrradsimulators den gewünschten Effekt erzielt, die Häufigkeit der Fahrradunfälle zu verringern, kann nur im Rahmen einer Langzeitstudie beantwortet werden. Erste Hinweise von Untersuchungen zur Gefahrenkognition mit Schulkindern ver-

schiedener Altersklassen unterstützen die Prognose, dass ein Simulatortraining einen wertvollen Beitrag zur Bewältigung gefährlicher realer Situationen im Straßenverkehr sowie zur Erweiterung und Schulung der Aufmerksamkeit leistet.

Danksagung

Das Forschungsprojekt „Entwicklung eines Fahrradfahrersimulators zur Verkehrserziehung und zum Verkehrssicherheitstraining für verschiedene Altersklassen“ wurde durch die Forschungsförderung der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) unter dem Kennzeichen „FP-307“ gefördert.

Anlagen

Anhang A: Evaluationsbogen

Anhang B: Protokollbogen (Szenario 1)

Anhang C: Protokollbogen (Szenario 2)

Wie alt bist du? Bist du vorher schon einmal mit einem Simulator gefahren? ja nein

	stimmt nicht	stimmt eher nicht	stimmt teilweise	stimmt eher	stimmt
Ich hatte den Eindruck, durch eine echte Stadt zu radeln.	<input type="radio"/>				
Ich wusste immer genau, wohin ich fahren soll.	<input type="radio"/>				
Manchmal konnte ich die Verkehrsschilder nicht so gut erkennen.	<input type="radio"/>				
Beim Fahren mit dem Simulator war ich genauso vorsichtig, als wäre ich auf einer echten Straße gefahren.	<input type="radio"/>				
Auch wenn das Fahrrad anders reagiert hat als mein eigenes, bin ich schnell gut damit zurecht gekommen.	<input type="radio"/>				
Die Simulatorfahrt war sehr lehrreich.	<input type="radio"/>				
Die Geräusche in der Simulation haben merkwürdig geklungen.	<input type="radio"/>				
Das Fahren mit dem Simulator hat mir Spaß gemacht.	<input type="radio"/>				
Die dargestellte Straßenlandschaft hat auf mich echt gewirkt.	<input type="radio"/>				
Ich kann mir nicht vorstellen, dass Autos sich in echt so verhalten wie in der Simulatorfahrt.	<input type="radio"/>				
Mir ist es leicht gefallen, das Fahrrad durch die simulierte Stadt zu lenken.	<input type="radio"/>				
In Zukunft werde ich mit dem Fahrrad wahrscheinlich aufmerksamer sein, wenn ich an eine unübersichtliche Stelle komme.	<input type="radio"/>				
Die gefährlichen Situationen aus der Simulatorfahrt könnten mir so auch in der Realität passieren.	<input type="radio"/>				

Gab es bei der Fahrt mit dem Simulator etwas, das dir nicht so gut gefallen hat? ja nein
Wenn ja, was?

Was hat dir besonders gut gefallen?

Kannst du dir vorstellen, dass der Simulator in Zukunft an Schulen für die Verkehrserziehung eingesetzt wird? ja nein
Wenn nein, warum nicht?

Vielen Dank für deine Teilnahme!

Anhang B Protokollbogen (Szenario 1)

FIVIS-Fahrradfahrsimulator: Protokollbogen für Szenario I

1) Losfahren	Umsehen nach links hinten	
	Deutliches Handzeichen nach links	
	Mit beiden Händen am Lenker losfahren	
2) Ampel	Bei rot oder gelb: anhalten!	
3) Lieferwagen am Straßenrand	Umsehen nach links hinten	
	Deutliches Handzeichen nach links	
	Gegenverkehr beachten!	
	Genügend Abstand beim Vorbeifahren einhalten	
	Nach dem Hindernis wieder einordnen	
4) Auto fährt rückwärts aus Parklücke	Rechtzeitig bremsen	
5) Parkendes Auto auf Fahrbahn	Umsehen nach links hinten	
	Deutliches Handzeichen nach links	
	Gegenverkehr beachten!	
	Genügend Abstand beim Vorbeifahren einhalten	
	Nach dem Hindernis wieder einordnen	
6) Auto fährt rechts plötzlich los	Rechtzeitig bremsen	
7) Links abbiegen	Umsehen nach links hinten	
	Deutliches Handzeichen nach links	
	Gegenverkehr beachten!	
	In weitem Bogen abbiegen	
8) Autos parken auf Fahrbahn	Umsehen nach links hinten	
	Deutliches Handzeichen nach links	
	Gegenverkehr beachten!	
	Genügend Abstand beim Vorbeifahren einhalten	
	Nach dem Hindernis wieder einordnen	
9) Auto fährt rechts plötzlich los	Rechtzeitig bremsen	
10) Links abbiegen	Umsehen nach links hinten	
	Deutliches Handzeichen nach links	
	Gegenverkehr beachten!	
	In weitem Bogen abbiegen	

11) Links abbiegen	Umsehen nach links hinten	
	Deutliches Handzeichen nach links	
	Gegenverkehr beachten!	
	In weitem Bogen abbiegen	
12) Auto fährt rückwärts aus Garage	Rechtzeitig bremsen	
13) Auto fährt von rechts aus Ausfahrt	Rechtzeitig bremsen	
14) Zweimal rechts abbiegen	Handzeichen nach rechts	
	Auf Fahrzeuge von links achten, Vorfahrt gewähren	
	Langsam fahren, in engem Bogen abbiegen	
15) An Ampel links abbiegen	Umsehen nach links hinten	
	Deutliches Handzeichen nach links	
	Auf linke Spur einordnen	
	Bei grün in weitem Bogen abbiegen	
16) Auto fährt plötzlich los	Rechtzeitig bremsen	
17) Ampel	Bei rot oder gelb: anhalten!	

Anhang C Protokollbogen (Szenario 2)

FIVIS-Fahrradfahrsimulator: Protokollbogen für Szenario II

1) Losfahren	Umsehen nach links hinten	
	Deutliches Handzeichen nach links	
	Mit beiden Händen am Lenker losfahren	
2) Ampel	Bei rot oder gelb: anhalten!	
3) Linksabbiegen	Umsehen nach links hinten	
	Deutliches Handzeichen nach links	
	Gegenverkehr beachten!	
	In weitem Bogen abbiegen	
4) Bus hält an Haltestelle	Rechtzeitig bremsen	
	Anhalten und warten, bis der Bus wieder losfährt	
	In angemessenem Abstand hinterher fahren	
5) Linksabbiegen	Umsehen nach links hinten	
	Deutliches Handzeichen nach links	
	Gegenverkehr beachten!	
	In weitem Bogen abbiegen	
6) Kreisverkehr	Vorsichtig heranfahren	
	Vorfahrt achten!	
	Im Kreisverkehr ganz rechts außen fahren	
	Rechtzeitig Handzeichen nach rechts	
	In engem Bogen rechts ausfahren	
7) Auto fährt rechts plötzlich los	Rechtzeitig bremsen	
8) Bus von rechts nimmt Vorfahrt	Rechtzeitig bremsen	
	Genügend Sicherheitsabstand halten	
9) Lieferwagen parkt auf Fahrbahn	Umsehen nach links hinten	
	Deutliches Handzeichen nach links	
	Gegenverkehr beachten!	
	Genügend Abstand beim Vorbeifahren einhalten	
	Nach dem Hindernis wieder einordnen	
10) Auto von links nimmt Vorfahrt	Rechtzeitig bremsen	
11) Ball springt auf die Straße	Rechtzeitig bremsen	

12) Bus steht an Haltestelle vor Ampel	Rechtzeitig bremsen	
	Anhalten und warten, bis der Bus wieder losfährt	
	In angemessenem Abstand hinterher fahren	
13) Ampel	Bei rot oder gelb: anhalten!	