

# Nutzeradaptive Routenführung in Navigationssystemen

Daniel Münter, Tim Hussein, Timm Linder, Jens Hofmann, Jürgen Ziegler  
Universität Duisburg-Essen

## **Zusammenfassung**

In diesem Beitrag stellen wir die Ergebnisse zweier Studien zur adaptiven Generierung von Fahrhinweisen unter Berücksichtigung der Ortskenntnisse vor. Es konnte gezeigt werden, dass angepasste Anweisungen durch die Nutzer präferiert werden. Ein entwickelter Generator für personalisierte Anweisungen wurde zudem signifikant besser bewertet als ein etablierter Onlinedienst (Google Maps).

## 1 Motivation für eine adaptive Routenführung

Aktuellen Erhebungen zufolge hat sich allein in Deutschland der Anteil von Navigationssystemen in Fahrzeugen innerhalb der letzten sechs Jahre von weniger als 6% auf fast 31% erhöht (Allensbach, 2010). Wenngleich der wirtschaftliche Erfolg als Bestätigung für die Beliebtheit solcher Geräte angesehen werden kann, zeigen Studien, dass die Gebrauchstauglichkeit durch die wachsende Funktionsvielfalt zunehmend leidet (Hipp et al., 2010). Die steigende Informationsflut, der wachsende Detailgrad in der Darstellung und die vielfältigen Interaktionsmöglichkeiten sind besonders bei kleinen Displays problematisch. Der Anwender muss sich stärker auf die Interaktion mit dem Gerät konzentrieren, obwohl die primäre Aufgabe darin besteht, sein Fahrzeug sicher im Straßenverkehr zu bewegen. Detaillierte Fahrhinweisungen oder die Präsentation von Zusatzangeboten können ablenken. Hier besteht Verbesserungspotenzial. Anwender wünschen eine einfachere Interaktion, da sie diese während der Fahrt als nicht sicher einschätzen (Al Mahmud et al. 2009).

Derzeitige Lösungen streben vornehmlich eine Routenoptimierung an, ohne das persönliche Vorwissen, die Erfahrung und die individuellen Präferenzen des Fahrers zu berücksichtigen und sind daher nicht personalisiert. Die vom System gegebenen Navigationsanweisungen weisen in allen Umgebungen und Situationen den gleichen (hohen) Detaillierungsgrad auf - selbst wenn der Fahrer Teile der Strecke sehr gut kennt. Die Berücksichtigung von fahrerspezifischen Informationen, insbesondere der Ortskenntnis, könnte die Routendarstellung erheblich verbessern. Bereits in einer früheren Untersuchung über Erstellung und Kommunikation von Routenbeschreibungen durch Menschen konnte gezeigt werden, dass die Erwäh-

nung einzelner Segmente einer Route in bekannten Umgebungen weniger relevant ist (Love-lace et al., 1999). Forlizzi wies nach, dass sich die Mehrzahl von Probanden nur in ihnen unbekanntem Bereichen explizit auf den Wegfindungsprozess konzentrieren (Forlizzi et al., 2010). Im Rahmen einer von Mahmud durchgeführten Nutzerstudie wurde die personalisierte Darstellung der Routenbeschreibung in Abhängigkeit von individuellen Anforderungen und Vorlieben des Fahrers als eine der Hauptanforderungen an moderne Navigationssysteme gesehen (Mahmud et al., 2009).

In diesem Beitrag stellen wir ein Konzept zur Anpassung der Routenpräsentation an die Erfahrungen des Fahrers vor. Zu diesem Zweck benutzen wir semantisch angereicherte Modelle der Routenbeschreibung. Im Ergebnis sieht der Benutzer anstelle jedes einzelnen Details nur die für ihn notwendigen und hilfreichen Informationen, die Präsentation wird also automatisch an seine Bedürfnisse angepasst. Weiterhin berichten wir die Ergebnisse zweier Nutzerstudien, mit denen wir zeigen konnten, dass Fahrer entsprechend ihrer Ortskenntnis angepasste Routenanweisungen präferieren.

## 2 Verwandte Arbeiten

Routenbeschreibungen bestehen aus einzelnen Fahreranweisungen entlang einer Strecke vom Start- zum Zielort. Sie sollen den Fahrer bei der Richtungswahl an den relevanten Entscheidungspunkten ("decision points") einer Fahrstrecke unterstützen. Werden Routenbeschreibungen von Menschen gegeben, zeigt es sich, dass diese in starkem Maße von deren jeweiligem mentalem Modell der räumlichen Verhältnisse im Bezug auf den Zielort und die Route dahin abhängen (s. z. B. Tversky, 1993). Abhängig von den in diesem Modell repräsentierten raumbezogenen Kenntnissen können Routenbeschreibungen unterschiedlichste Formen von Anweisungen enthalten. So können sie sich z. B. auf Örtlichkeiten mit hohem Bekanntheitsgrad (Landmarks) beziehen, allgemeine Himmelsrichtungen angeben, oder die sequentiell vorzunehmenden Richtungsänderungen beschreiben. Navigationssysteme verwenden demgegenüber nur eine sehr eingeschränkte Menge an Orientierungskonzepten und präsentieren die Anweisungen meist im immer gleichen Detaillierungsgrad.

### 2.1 Formen der Routenbeschreibung

Fahreranweisungen in Navigationssystemen werden dem Benutzer typischerweise an den Entscheidungspunkten einer Strecke präsentiert und informieren diesen über notwendige Richtungs- oder Fahrbahnwechsel. Derartige Anweisungen werden auch als "turn-by-turn directions" bezeichnet und beschreiben auf prozedurale Weise die Folge von Einzelschritten zum Zielort. Das ist insbesondere dann hilfreich, wenn der Fahrer über keinerlei Kenntnis über die Route verfügt. Dies betrifft jedoch in der Regel nur einen Teil der Strecke, da Routen zumeist in bekanntem Terrain (Wohnort, Arbeitsplatz) beginnen oder enden.

Reine "turn-by-turn"-Anweisungen entsprechen zudem nicht der intuitiven menschlichen Instruktionsweise. In persönlich kommunizierten Wegbeschreibungen wird in der Regel auf eine Vielzahl von Details verzichtet. Stattdessen wird zunächst räumliches Wissen über die

Umgebung aktiviert, relevante Informationen identifiziert und strukturiert sowie anschließend in verbalisierter Form kommuniziert (Lovelace et al., 1999). Dabei werden häufig mehrere aufeinanderfolgende Punkte zu einer übergeordneten Beschreibung zusammengefasst. Klippel bezeichnet dies als "spatial chunking" (Klippel et al., 2003). Als Beispiel dafür dient die Anweisung, "an der dritten Ampel rechts" zu fahren, wobei die beiden vorangehenden Ampeln nicht explizit genannt werden. Dabei handelt es sich um numerisches Chunking, also das Zusammenfassen einer Anzahl von Objekten gleichen Typs. Eine alternative Vorgehensweise bietet das Chunking auf Basis von Landmarks, also markanten Punkten entlang einer Route, etwa ein Gebäude oder eine Autobahn. Mögliche Anweisungen könnten lauten „Fahren Sie zunächst zum Stadttheater“ oder "Fahren Sie zur A3" (Klippel et al., 2009).

Eine weitere Vorgehensweise ist, das Fahrtziel anhand seiner übergeordneten Umgebung näher zu beschreiben. Das kann beispielsweise für einen Taxifahrer hilfreich sein, der sich zwar in seiner Stadt gut zurechtfindet, jedoch nicht jede einzelne Straße kennt. Wird ihm angegeben, dass sich die Zielstraße im Stadtteil Neudorf befindet, kann er seine Kenntnis der Ortsteile nutzen, auch ohne die Zielstraße zu kennen. Hierbei wird die hierarchische Organisation des räumlichen Wissens ausgenutzt (Stevens & Coupe, 1978). Die zuletzt genannten Ansätze werden als "destination descriptions" (Tomko, 2007) bezeichnet. Personen, die mit der Umgebung vertraut sind, können also Beschreibungen von Routen durch Referenzen auf ihnen bekannte Objekte liefern. Bei dieser Art der Beschreibung wird gewissermaßen angegeben, „wohin“ als nächstes gefahren werden soll. Es existiert demnach eine direkte Abhängigkeit zwischen der Umgebungskenntnis und dem Detailgrad der Routenbeschreibungen – ein Umstand, der bei computerbasierter Generierung bislang nicht ausreichend berücksichtigt wird. Diese Abstraktionsmöglichkeit stellt allerdings ein wichtiges Mittel zur kognitiven Verarbeitung komplexer Umgebungsinformationen dar (Klippel et al., 2009). Demgegenüber präsentieren aktuelle Navigationslösungen die Anweisungen für jeden möglichen Entscheidungspunkt, wodurch die kognitive Belastung unnötig ansteigt (Pettitt et al., 2005).

## 2.2 Existierende Adaptionsansätze

Mit "MyRoute" stellt Patel einen Ansatz zur Routenpersonalisierung vor, der eine Streckenbeschreibung in zwei Schritten komprimiert. Zunächst werden dem Benutzer bekannte Landmarks zusammen mit den Routeninformationen in eine gemeinsame graphbasierte Repräsentation überführt. Die Landmarks sowie ihre Verbindung untereinander müssen zuvor in einem separaten Prozess vom Benutzer aufwendig eingepflegt werden. Im zweiten Schritt nutzt die Anwendung das erstellte Profil zur Vereinfachung des Weges, indem als bekannt gekennzeichnete Landmarks in Routennähe als Zwischenziele fungieren, die der Benutzer auch ohne Navigationsunterstützung erreichen kann. Die Anweisungen werden anschließend an diese Landmarks angepasst (Patel et al., 2006). Unter Umständen verlängert sich die Route dadurch erheblich.

Richter stellt einen Ansatz vor, bei dem adaptive Routenanweisungen automatisch generiert werden, ohne dabei das individuelle räumliche Vorwissen einbeziehen zu müssen. Dazu wird initial für alle Benutzer die jeweilige Umgebung als bekannt angenommen. Benötigt ein Anwender detailliertere Informationen über einen Streckenabschnitt, muss er diese über einen Dialog explizit anfordern (Richter et al., 2008). Diese Vorgehensweise erfordert re-

gelmäßige (unter Umständen permanente) Interaktion mit dem Endgerät zur Fahrtzeit. Dies birgt die Gefahr häufiger Ablenkung und ist kritisch zu sehen. Ein einfaches Ein- und Ausschalten des Navigationssystems bietet sich umgekehrt nicht an, da auf Verkehrsinformationen (Staus, Umleitungen) auch in bekannten Umgebungen nicht verzichtet werden sollte.

### 3 Adaptive Anpassung des Detailgrades

Der in diesem Beitrag vorgestellte Ansatz verbindet diese Konzepte. Eine optimale Routendarstellung sollte in bekannten Gebieten eher „destination descriptions“ angeben („fahre Richtung Köln“), in unbekanntem Terrain jedoch detaillierte „turn-by-turn“-Direktiven verwenden. In Anlehnung an das „chunking“-Konzept werden dazu Anweisungen, falls sinnvoll, zusammengefasst. Wir haben mit MIA („Mobile Intelligent Assistant“) einen Generator entwickelt, der abhängig von der jeweiligen Ortskenntnis des Fahrers für die unterschiedlichen Streckenabschnitte individuelle Fahrhinweise generiert (Münter & Hussein, 2011). MIA wurde als Java-Bibliothek entwickelt, welche auf einfache Weise in unterschiedliche Webanwendungen oder mobile Navigationssysteme integriert werden kann.

Die Personalisierung erfolgt in zwei Schritten: Zunächst wird eine über Google Maps erzeugte Routenbeschreibung mit zusätzlichen, über Geo-Services verfügbaren Informationen angereichert (z.B. Straßentyp, Stadtteil) und so in ein semantisches Modell transformiert. Um die Darstellung zu personalisieren, werden anschließend mit Hilfe der semantischen Abfragesprache SPARQL diejenigen Entscheidungspunkte (Wegpunkte) aus dem Routenmodell extrahiert, die nach dem Kenntnisstand des Fahrers mindestens erforderlich sind, um das Fahrziel erreichen zu können (Abbildung 1). So kann beispielsweise der Straßentyp einer Anweisung genutzt werden, um den Detailgrad zu steuern. Alternativ wäre aber auch eine Filterung nach Landmarks oder beliebigen anderen Informationen möglich.

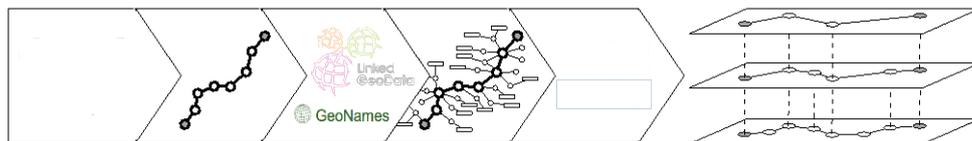


Abbildung 1: Eine über die Google Directions API bezogene Routenbeschreibung wird zu einem semantischen Modell transformiert, welches mit Hilfe der Koordinaten der Wegpunkte durch Informationen aus Geo-Datenbanken angereichert wird. Mit Hilfe der semantischen Abfragesprache SPARQL kann nun eine Untermenge der zu präsentierenden Wegpunkte identifiziert werden.

In dem von uns realisierten Prototyp wird zwischen drei Abstraktionsgraden unterschieden: Im niedrigsten Abstraktionsgrad werden alle Richtungsanweisungen angezeigt. Im höchsten hingegen nur sehr wichtige Wegpunkte wie Start und Ziel des Abschnitts sowie Autobahnen und deren Auf- und Abfahrten. Der mittlere Abstraktionsgrad enthält zusätzlich viel befahrene Hauptverkehrsstraßen. Die jeweiligen Anweisungen wurden falls notwendig transformiert: Für Anweisung  $A_i$  zu Wegpunkt  $i$  gilt: Ist  $i-1$  der Originalbeschreibung ebenfalls im aktuellen Abstraktionsgrad enthalten, so wird die originale Anweisung  $A_i$  zum Punkt  $i$  ver-

wendet („turn-by-turn“). Anderenfalls wird eine Anweisung generiert, die den Fahrer zu i führt (Chunking in Anlehnung an „destination descriptions“). Zur Vereinfachung und Minimierung der Interaktion wird die Gesamtstrecke in drei Abschnitte unterteilt, einen Start-Mittel- sowie einen Zielabschnitt. In Abhängigkeit der Kenntnis eines Bereichs (1=gering, 5=hoch), können nun individuelle Fahrhinweise generiert werden.

## 4 Empirische Untersuchungen

Es wurden zwei aufeinander aufbauende Studien durchgeführt, um einerseits die grundsätzliche Bewertung einer teilweise abstrahierten Routenbeschreibung zu evaluieren, andererseits um die Zufriedenheit der Nutzer mit den durch MIA generierten Anweisungen zu messen. Zunächst wurden reale Testfahrten mit unterschiedlichen Personen durchgeführt, die jeweils vom Beifahrer mit Fahrhinweisen unterschiedlichen Detailgrades instruiert wurden. Darüber hinaus wurde eine Webanwendung entwickelt, die abhängig vom Kenntnisstand des Nutzers Routenhinweise generiert, welche online bewertet werden konnten.

Es sollten folgende Hypothesen geprüft werden: Der bevorzugte Detailgrad einer Anweisung ist abhängig von der Kenntnis des jeweiligen Gebiets (Hypothese 1). Die vom entwickelten Assistenten gelieferten Routenhinweise werden von Nutzern stärker präferiert als die von Google Maps generierten Fahrhinweise (Hypothese 2). Untersucht wurde der Einfluss des Abstraktionsgrades der Routenhinweise und der Kenntnis der Probanden auf die Bewertung der unterschiedlichen Abstraktionsgrade. Der Abstraktionsgrad war dreifach abgestuft (Grad 1=detailliert bis Grad 3 = stark abstrahiert). Die Probanden gaben ihren Kenntnisstand zum jeweiligen Routenabschnitt und ihre Zufriedenheit mit dem gegebenen Abstraktionsgrad auf einer fünfstufigen Likert-Skala (1=gering, 5=hoch) an.

### 4.1 Untersuchung im Fahrzeug

In Testfahrten mit 19 Probanden (12 weiblich, 7 männlich, Durchschnittsalter 41,36 Jahre bei einer Standardabweichung von 16,55) wurde untersucht, in wie weit die durch MIA abstrahierten Hinweise abhängig von der Ortskenntnis zur Navigation ausreichen. Es wurden unterschiedliche Routen (20-50 km) befahren, die jeweils in die drei Sektoren Startbereich, Mittelbereich und Zielbereich unterteilt wurden. Den Fahrern war entweder der Startbereich oder Zielbereich der befahrenen Route vertraut. Anstelle eines echten Navigationssystems fungierte in dieser Studie der Beifahrer als Instruktor, der im jeweiligen Streckenabschnitt zunächst eine stark abstrahierte Anweisung verlas („Fahren Sie zur A3“). Waren diese Informationen nicht ausreichend, wurden weniger stark abstrahierte Hinweise gegeben. In Gesprächsform wurde ermittelt, wie gut sich der Fahrer im jeweiligen Abschnitt auskannte.

Abhängig von der Ortskenntnis (1=niedrig, 5=hoch) waren in allen drei Fahrabschnitten erwartungsgemäß unterschiedliche Detailgrade notwendig bzw. ausreichend (Abbildung 2). In allen drei unabhängig voneinander bewerteten Abschnitten benötigten Probanden mit niedriger Ortskenntnis erwartungsgemäß viele Details während in allen drei Abschnitten bei hoher Kenntnis ein hoher Abstraktionsgrad ausreichte.

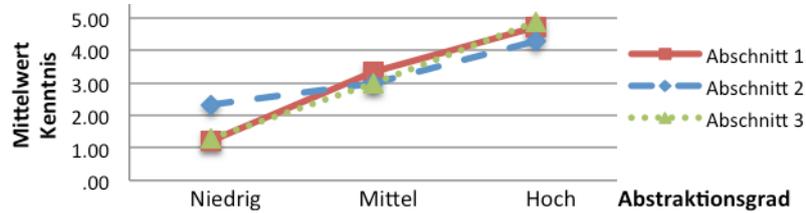


Abbildung 2: Benötigter Abstraktionsgrad in Bezug zur Ortskenntnis pro Abschnitt. Bei hoher Ortskenntnis reichte ein hoher Abstraktionsgrad aus, mit sinkender Kenntnis mussten detailreichere Anweisungen verlesen werden.

## 4.2 Online-Studie

Im Rahmen einer Online-Studie wurde untersucht, ob abstrahierte Anweisungen nicht nur hinreichend sind, sondern präferiert werden. An der Studie nahmen über einen Zeitraum von 14 Tagen 118 Probanden aus Deutschland und dem europäischen Ausland teil (37 Frauen, 81 Männer, Alter von 17 bis über 65), die über soziale Netzwerke und verschiedene Internetforen akquiriert wurden.

### 4.2.1 Aufgabenstellungen

Aufgabe 1 – Bewertung der Abstraktionsgrade in jedem Teilabschnitt: In einem für die Studie implementierten Testsystem auf der Basis von MIA gaben die Probanden jeweils eine Adresse in einem bekannten Umfeld an, so dass personalisierte Routen generiert werden konnten, deren Anfangs- oder Endbereich bekannt war. Dabei wurde systematisch zwischen kurzen (ca. 25 km) und langen Strecken (ca. 75 km) variiert sowie zwischen bekanntem Anfangs- und Endpunkt. Für jeden Teilnehmer wurden vom System zwei Routen generiert. Zu dem bekannten Bereich wurde zufällig ein beliebiger Start- bzw. Zielpunkt ermittelt. Für jede Route wurden die drei Sektoren (Start, Mitte, Ziel) abschnittsweise nacheinander präsentiert. Als abhängige Größe wurde die Bewertung der präsentierten Anweisungen auf einer fünfstufigen Skala erhoben (Abbildung 3). Zusätzlich stuften die Probanden für jeden Sektor ihre Ortskenntnis in diesem Bereich ein.

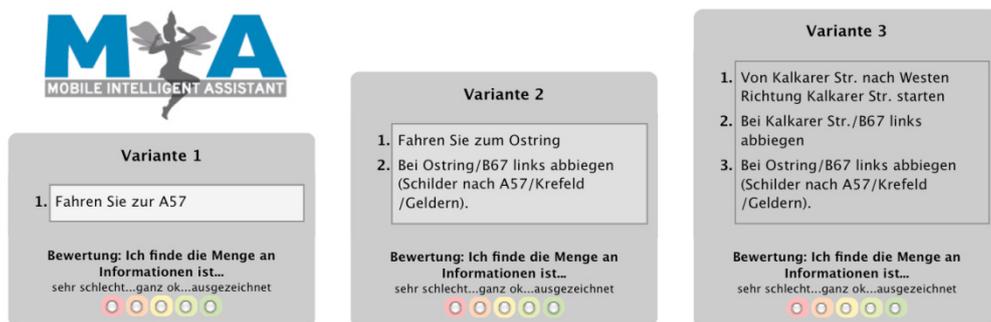


Abbildung 3: In der ersten Aufgabe wurde den Probanden für jeden Streckenabschnitt Beschreibungen mit unterschiedlichen Abstraktionsgraden gezeigt. Diese wurden in Abhängigkeit Ihrer Kenntnis bewertet.

Aufgabe 2 - Vergleich der personalisierten Route mit Google Maps: Auf Basis der in Aufgabe 1 erfassten Informationen wurde eine durch MIA personalisierte Route einer Originalanweisung von Google Maps gegenüber gestellt. Der Proband bewertete beide Varianten auf einer Likert-Skala von 1 (sehr ungeeignet) bis 5 (sehr geeignet).

Aufgabe 3 - Aktives Zusammenstellen der persönlichen Route: Wurde in der Live-Studie untersucht, welcher Abstraktionsgrad ausreichend ist, so hatten die Probanden nun die Möglichkeit, die Menge an Informationen zusammenzustellen, mit denen sie im jeweiligen Streckenabschnitt konfrontiert werden wollten. Ausgehend vom jeweils höchsten Abstraktionsgrad sollte in jedem Abschnitt durch Betätigen einer „-“ bzw. „+“-Schaltfläche der gewünschte Abstraktionsgrad ausgewählt werden (Abbildung 4).

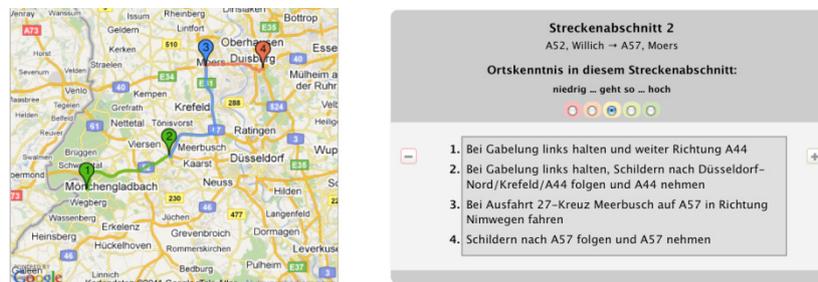


Abbildung 4: Aufgabe 3 bestand darin, für jeden Streckenabschnitt den gewünschten Abstraktionsgrad auszuwählen.

### 4.2.2 Ergebnisse

Aufgabe 1: Um zu analysieren, wie sich die Bewertungen der Abstraktionsgrade in den drei Abschnitten in Abhängigkeit vom Wissen der Probanden unterscheiden, wurde eine Kovarianzanalyse der Bewertung der drei Abstraktionsgrade mit Messwiederholung für die drei Abschnitte durchgeführt, wobei "Wissen über Abschnitt" als Kovariate diente (Tabelle 1).

Abschnitt	Innersubjekteffekt	F	df1	df2	$\eta^2$	
1	Abstraktionsgrad	255,67	***	1,65	191,30	0,69
	Abstraktionsgrad*Wissen	160,44	***	1,65	191,30	0,58
2	Abstraktionsgrad	10,39	***	2,00	232,00	0,08
	Abstraktionsgrad*Wissen	3,73	*	2,00	232,00	0,03
3	Abstraktionsgrad	71,23	***	1,43	165,76	0,38
	Abstraktionsgrad*Wissen	88,58	***	1,43	165,76	0,43

\*p<0,05; \*\*p<0,01; \*\*\*p<0,001

Tabelle 1: Ergebnisse pro Abschnitt für die Innersubjekteffekte des Abstraktionsgrades und der Interaktion aus Abstraktionsgrad und Wissen. In allen drei Abschnitten unterschieden sich die Bewertungen der Abstraktionsgrade signifikant und interagierten mit dem Kenntnisstand. Die Effektstärken waren in Abschnitt 2 geringer als in 1 und 3. In Abschnitt 1 und 3 ging ein höheres Wissen im Bezug auf den Abschnitt bei einem höheren Abstraktionsgrad mit einer besseren Bewertung und bei einem niedrigeren Wissen mit einer schlechteren Bewertung einher.

Dies wird auch durch den Parameterschätzer für die Kovariate Wissen (Tabelle 2) bestätigt: Ein geringer Abstraktionsgrad führt bei hohem Wissen in Sektor 1 und 3 zu einer schlechteren allgemeinen Bewertung und bei einem hohen Abstraktionsgrad in allen Abschnitten zu einer besseren Bewertung.

		Abschnitt 1				Abschnitt 2				Abschnitt 3			
niedrig	C	4,98	33,30	***	0,91	3,51	13,65	***	0,62	4,95	18,85	***	0,75
	Wissen	-0,50	-10,19	***	0,47	0,12	1,57	n.s.	0,02	-0,5	-7,60	***	0,33
mittel	C	2,48	18,80	***	0,75	4,01	14,09	***	0,63	3,24	15,43	***	0,67
	Wissen	0,17	3,92	***	0,12	0,06	0,72	n.s.	0,00	0,01	0,23	n.s.	0,00
hoch	C	0,38	2,70	**	0,06	3,12	11,96	***	0,55	0,54	1,98	*	0,03
	Wissen	0,70	15,22	***	0,67	0,23	2,81	**	0,06	0,73	10,89	***	0,51

\*p<0,05; \*\*p<0,01; \*\*\*p<0,001

Tabelle 2: Parameterschätzer für die Kovariate Wissen für die Abstraktionsgrade in den drei Abschnitten.

Aufgabe 2: Wie Abbildung 5 zeigt, wurde die personalisierte Route mit 4,47 (SD=0,83) Punkten signifikant besser bewertet als die nicht personalisierte Route von Google, für die die Probanden im Mittel 2,8 (SD=1,17) Punkte vergaben ( $t(117)=11,89$ ;  $p<0,001$ ).

Aufgabe 3: Der gewählte Detailgrad unterschied sich in allen Abschnitten je nach Kenntnis signifikant (Abbildung 6).

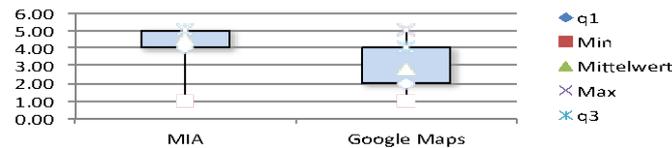


Abbildung 5: MIA wurde signifikant besser bewertet als Google Maps (Mittelwert 4,47 zu 2,8)

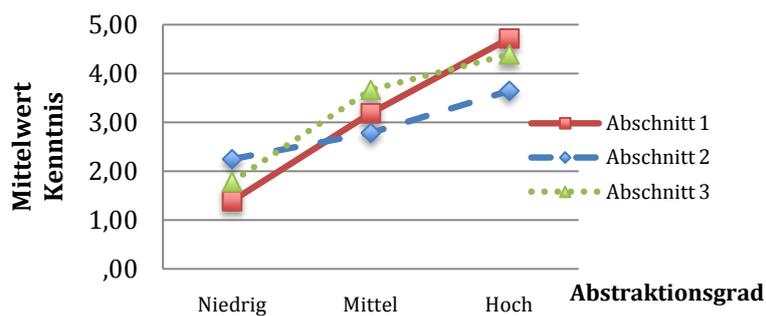


Abbildung 6: Kenntnisstand der Probanden in den einzelnen Abschnitten nach gewähltem Abstraktionsgrad im Online-Experiment. Kannten Probanden sich gut aus, wählten sie einen hohen Abstraktionsgrad und kannten sie sich schlecht aus einen niedrigen, analog zur Untersuchung im Auto.

In allen drei Abschnitten wählten Probanden mit geringer Ortskenntnis einen geringen Abstraktionsgrad und mit ansteigender Kenntnis einen dementsprechend höheren Grad (Abbildung 6). Für den mittleren Abstraktionsgrad ist der Effekt etwas schwächer, für niedrige und hohe deutlich sichtbar.

## 5 Diskussion

Die Hypothesen konnten bestätigt werden: Während der Fahrt reichen abhängig vom Kenntnisstand abstrakte Anweisungen aus. Dies wird auch vom Nutzer bevorzugt, wie die Online-Studie zeigte. Die Zusammenfassung mehrerer Anweisungen nach dem Chunking-Prinzip wurde in Kommentaren im Einklang mit der einschlägigen Literatur als positiv empfunden. In Bezug auf die Streckenabschnitte konnte gezeigt werden, dass eine Personalisierung insbesondere im Start- und Zielbereich sinnvoll ist. Offensichtlicher Grund scheint zu sein, dass mittlere Abschnitte häufig längere Autobahnfahrten beinhalten, die im Vergleich zu innerstädtischem Verkehr eher wenig Spielraum für Abstraktion bieten.

Darüber hinaus wurde der MIA-Generator signifikant besser bewertet als der nichtpersonalisierte Ansatz von Google Maps, einem der weltweit am häufigsten eingesetzten Dienste für Fahrhinweise. Dies sollte Wissenschaft und Industrie ermutigen, Konzepte wie die in diesem Beitrag beschriebenen, in zukünftige Navigationslösungen einfließen zu lassen. Herausforderungen liegen aus unserer Sicht in der unaufdringlichen und verlässlichen Erfassung der jeweiligen Ortskenntnisse. Hierfür bieten sich unterschiedliche, auf automatisch erfassten Positionsdaten operierende Lernverfahren oder ggf. explizite Eingaben durch den Fahrer an, sofern diese in unaufwändiger und intuitiver Weise vorgenommen werden können.

### Literaturverzeichnis

- Allensbach, Institut für Demoskopie (2010). *Innovationen treiben die Märkte*.
- Al Mahmud, A., Mubin, O., and Shahid, S. (2009). *User experience with in-car gps navigation systems: comparing the young and elderly drivers*. In MobileHCI '09: Proceedings of the 11th International Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services, pages 1–2, New York, NY, USA. ACM.
- Forlizzi, J., Barley, W., and Seder, T. (2010). *Where should i turn: moving from individual to collaborative navigation strategies to inform the interaction design of future navigation systems*. In Proceedings of the 28th intern. conf. on Human factors in computing systems, p. 1261–1270. ACM.
- Hipp, M., Schaub, F., Kargl, F., and Weber, M. (2010). *Interaction Weaknesses of Personal Navigation Devices*. In Proc. of the 2nd intern. conf. on Automotive UI & interactive vehicular applications.
- Klippel, A., Hansen, S., Richter, K., and Winter, S. (2009). *Urban granularities - a data structure for cognitively ergonomic route directions*. *GeoInformatica*, 13(2):223–247.
- Klippel, A., Tappe, H., and Habel, C. (2003). *Pictorial representations of routes: Chunking route segments during comprehension*. *Spatial cognition III*, pages 1034–1034.

- Lovelace, K., Hegarty, M., and Montello, D. (1999). *Elements of Good Route Directions in Familiar and Unfamiliar Environments*. Spatial Information Theory. Cognitive and Computational Foundations of Geographic Information Science, 1661:751–751.
- Münter, D., Hussein, T. (2011). *Adaptive Routenbeschreibungen für Navigationssysteme*. i-com - Zeitschrift für interaktive und kooperative Medien 10(1), 11-17
- Patel, K., Chen, M., Smith, I., and Landay, J. (2006). *Personalizing Routes*. In Proceedings of the 19th annual ACM symposium on User interface software and technology, pages 187–190. ACM.
- Pettitt, M., Burnett, G., and Stevens, A. (2005). *Defining driver distraction*. In Proc. World Congress on Intelligent Transport Systems.
- Richter, K., Tomko, M., and Winter, S. (2008). *A dialog-driven process of generating route directions*. Computers, Environment and Urban Systems, 32(3):233–245.
- Stevens, A., & Coupe, P. (1978). *Distortions in judged spatial relations*. Cogn. Psych., 13, 422-437.
- Tomko, M. (2007). *Destination descriptions in urban environments*. PhD thesis, Citeseer.
- Tversky, B. (1993). *Cognitive maps, cognitive collages and spatial mental models*. In A. U. Frank & I. Campari (Hrsg.), Spatial Information Theory: A Theoretical Basis for GIS (Proceedings COSIT '93), Lecture Notes in Computer Science (Bd. 716, S 14-24). Berlin, Heidelberg: Springer.