

# Zahlungsbereitschaft für Verkehrssicherheit

Berichte der  
Bundesanstalt für Straßenwesen

Mensch und Sicherheit Heft M 298

**bast**

# Zahlungsbereitschaft für Verkehrssicherheit

## Konzeptstudie und Piloterhebung

von

Andy Obermeyer  
Georg Hirte  
Claudia Korneli  
Jens Schade  
Pascal Friebel

Technische Universität Dresden  
Fakultät Verkehrswissenschaften „Friedrich List“

**Berichte der  
Bundesanstalt für Straßenwesen**

Mensch und Sicherheit Heft M 298

**bast**

Die Bundesanstalt für Straßenwesen veröffentlicht ihre Arbeits- und Forschungsergebnisse in der Schriftenreihe **Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen**. Die Reihe besteht aus folgenden Unterreihen:

A - Allgemeines  
B - Brücken- und Ingenieurbau  
F - Fahrzeugtechnik  
M - Mensch und Sicherheit  
S - Straßenbau  
V - Verkehrstechnik

Es wird darauf hingewiesen, dass die unter dem Namen der Verfasser veröffentlichten Berichte nicht in jedem Fall die Ansicht des Herausgebers wiedergeben.

Nachdruck und photomechanische Wiedergabe, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung der Bundesanstalt für Straßenwesen, Stabsstelle Presse und Kommunikation.

Die Hefte der Schriftenreihe **Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen** können direkt bei der Carl Ed. Schünemann KG, Zweite Schlachtpforte 7, D-28195 Bremen, Telefon: (04 21) 3 69 03 - 53, bezogen werden.

Über die Forschungsergebnisse und ihre Veröffentlichungen wird in der Regel in Kurzform im Informationsdienst **Forschung kompakt** berichtet. Dieser Dienst wird kostenlos angeboten; Interessenten wenden sich bitte an die Bundesanstalt für Straßenwesen, Stabsstelle Presse und Kommunikation.

Die **Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt)** stehen zum Teil als kostenfreier Download im elektronischen BASt-Archiv ELBA zur Verfügung.  
<https://bast.opus.hbz-nrw.de>

## Impressum

**Bericht zum Forschungsprojekt 82.0689/2017**  
Zahlungsbereitschaft für Verkehrssicherheit – Konzeptstudie und Piloterhebung

**Fachbetreuung**  
Raschid Urmeew

**Referat**  
Sicherheitskonzeptionen, Sicherheitskommunikation

**Herausgeber**  
Bundesanstalt für Straßenwesen  
Brüderstraße 53, D-51427 Bergisch Gladbach  
Telefon: (0 22 04) 43 - 0

**Redaktion**  
Stabsstelle Presse und Kommunikation

**Druck und Verlag**  
Fachverlag NW in der  
Carl Ed. Schünemann KG  
Zweite Schlachtpforte 7, D-28195 Bremen  
Telefon: (04 21) 3 69 03 - 53  
Telefax: (04 21) 3 69 03 - 48  
[www.schuenemann-verlag.de](http://www.schuenemann-verlag.de)

ISSN 0943-9315  
ISBN 978-3-95606-517-0

Bergisch Gladbach, Juni 2020



## Kurzfassung – Abstract

### Zahlungsbereitschaft für Verkehrssicherheit – Konzeptstudie und Piloterhebung

Bei der Bewertung von Infrastrukturprojekten werden in Deutschland bspw. im Rahmen des Bundesverkehrswegeplans Kosten-Nutzen-Analysen eingesetzt. Eine wesentliche Nutzenkomponente innerhalb solcher Analysen stellt die Reduzierung der Personenunfallopfer dar, der zur Bestimmung des Kosten-Nutzen-Verhältnisses ein monetärer Wert beigemessen werden muss. Der aktuellen wissenschaftlichen Literatur folgend kann der Wert eines statistischen Menschenlebens (Value of a Statistical Life – VSL) bzw. der Wert der Risikoreduktion (Value of Risk Reduction – VRR) mithilfe von Zahlungsbereitschaftsanalysen unter Einsatz der Diskreten Wahltheorie bestimmt werden. In dieser für Deutschland erstmalig durchgeführten Konzeptstudie werden die VRR-Werte für vier verschiedene Verletzungskategorien bestimmt. Der Fokus der Studie liegt jedoch auf der Entwicklung und Überprüfung des Erhebungskonzeptes und hat nicht den Anspruch repräsentative Werte zu ermitteln. Routenwahlexperimente mit 214 Teilnehmern liefern die Datengrundlage. Die Routenalternativen sind durch die Attribute Reisezeit, Reisekosten und Unfallrisiko charakterisiert. Zur Steigerung der Realitätstreue wird die Befragung für eine Teilgruppe mit einer Fahrsimulation verknüpft. Hierbei soll der potentielle Einfluss einer visuellen Unterstützung auf die Zahlungsbereitschaft untersucht werden. Neben der Darstellung der Ergebnisse der Piloterhebung und den darauf aufbauenden Schlussfolgerungen mit Blick auf eine deutschlandweite Hauptstudie werden außerdem Möglichkeiten zur Eingliederung der ermittelten VRR in die deutsche Unfallkostenrechnung sowie der Fortschreibung der Werte aufgezeigt. Die verwendeten Diskreten Wahlmodelle erwiesen sich als geeignetes Instrument zur Ermittlung der Zahlungsbereitschaften für Verkehrssicherheit. Ebenso hat sich das Grundkonzept des verwendeten Fragebogens als zweckmäßig herausgestellt. Ein Einfluss der Fahrsimulation auf die Ergebnisse konnte jedoch nicht identifiziert werden.

### Willingness to pay for road safety – conceptual study and pilot survey

For the assessment of German transport infrastructure projects, the use of cost-benefit analysis is a common method. An important benefit component within those analyses is the reduction of accident victims, which has to be expressed in monetary units. Following the current literature, the value of a statistical life (VSL) or, more generally, the value of risk reduction (VRR) can be determined based on willingness to pay values using discrete choice analysis. This conceptual study examines the value of risk reduction for the German case regarding four different injury categories. However, the focus of the pilot survey is on the development and review of the survey concept and does not claim to determine representative values. Overall, 214 participants took part in the experiments on route choices with the following listed attributes: travel time, travel cost, and accident risk. In order to increase the degree of reality and to analyse its impact within the experiment, a driving simulator is used for one subgroup right before the actual questioning takes place. In addition to the presentation of the pilot survey results, this study also proposes options for integrating the results in German accident cost calculation. Furthermore, the updating of the VRR is discussed. Potential adaptations for an extension of the pilot study method for a Germany-wide main study are presented as well. The results confirm the discrete choice model approach as a suitable instrument in order to estimate the willingness to pay for road safety improvements. Moreover, the basic concept of the questionnaire used has proven to be appropriate. An influence of the driving simulation on the results could not be identified.

## Summary

### Willingness to pay for road safety – conceptual study and pilot survey

### Research assignment

When deciding on the implementation of new transport (infrastructure) projects, all related advantages and disadvantages for society have to be taken into account. Regarding the infrastructure planning in Germany, this is captured within the Federal Transport Infrastructure Plan. The central economic instrument to measure the economic efficiency of such projects is the cost-benefit analysis. In order to compare the resulting costs and benefits, it is necessary to express them in the same unit, usually in monetary units. For various components, such as environmental impacts, travel time savings or road safety effects, an assessment in monetary units is challenging from both a theoretical and an empirical-methodological point of view. This report focuses on road safety improvements, which are of fundamental importance for determining the cost-benefit ratio of transport projects.

Regarding personal injuries due to traffic accidents, different methods exist in order to determine cost rates to convert road safety effects into monetary units. In addition to the widespread human capital approach, the analysis of individuals' willingness to pay has emerged as today's preferred concept. This is accompanied by a shift from an output-oriented cost calculation towards the determination of ex-ante willingness to pay for changes in accident risks.

Until now, a national survey estimating the willingness to pay for road safety does not exist for Germany. Values for Germany (as in the literature) are regularly based on adjusted European reference values. The study at hand provides a first concept and a pilot survey to determine the ex-ante willingness to pay for road safety. Four different injury categories are considered in order to cover the national as well as the international classification of road traffic injuries. Within this study, the following issues are discussed:

- Theoretical and empirical foundations,
- Survey concept and modelling approach,

- Results of the pilot survey,
- Effects of multimedia technology in the form of a driving simulator,
- Conclusions and recommendations concerning a Germany-wide main study,
- Integration of the results in German accident cost calculation,
- Differentiation and updating of the VSL.

## Methodology

First of all, a literature review reveals two different possibilities to monetise personal injuries due to traffic accidents, namely: the human capital approach and the willingness to pay approach. The current method to monetise personal injuries in Germany can be classified (with some adaptations) as the former. Willingness to pay analyses either consider revealed (RP) or stated (SP) preferences of individuals. Within RP-analyses, information is collected by observing peoples' actual behaviour whereas SP-analyses gain information about individuals' preferences out of hypothetical situations.

In addition to the older, but still occasionally used contingent valuation, the Discrete Choice analysis represents today's state-of-the-art method in SP-analyses. The necessary data basis is generated using experiments, in which participants are encouraged to choose between different alternatives within a hypothetical market. Individuals' preferences can be derived from these choices using econometric models. Based on that, the Value of a Statistical Life (VSL) or the Value of Risk Reduction (VRR) of the corresponding injury category (fatal, severe [MAIS3+], serious and slight) can be determined.

The collection of data by such experiments has some special characteristics. First of all, these experiments allow researchers to observe participants' behaviour in artificially created choice situations, which do not occur in this form in real life. This represents a major advantage to this method with regard to determining the monetary value of road safety since there is commonly a lack of information about the actual safety level in real-world situations. Additionally, the experiment's environment can be easily set and controlled by the researcher. One of the major disadvantages, on the

other hand, refers to the hypothetical bias concerning the determined values. Although this problem is commonly discussed in the context of contingent valuation, it can also occur within Discrete Choice analyses. However, within choice experiments, the complexity of the task is reduced to a simple choice between the alternatives. The degree of reality can further be increased by including additional attributes that are relevant to the choice situation. Moreover, the current literature suggests different options to further reduce the hypothetical bias, such as using a precise explanation of the choice task, referencing the alternatives to real-life situations, avoiding forced choices or determining the certainty of the choices. All of these are taken into account in this study.

When investigating the willingness to pay for road safety, particular importance has to be paid to the issue of risk representation. Especially the application of very small probabilities proves to be problematic. Therefore, it is necessary to sufficiently explain the concept of probabilities to the participants and to present these probabilities in the most comprehensible way.

The questionnaire is divided into four parts. First of all, information on participants' last driven route (reference route) is collected and injuries resulting from road accidents as well as different forms of risk presentation are described. This is followed by the actual choice experiments. Thirdly, information on participants' traffic and choice behaviour as well as on their previous road accident experience is recorded. Finally, socio-demographic information is collected.

The focus of the questionnaire is on the choice experiments. In accordance with the current literature concerning road safety, choice experiments appear in the form of route choice experiments. Each alternative within the choice situation is described by several characteristics, namely: travel time, travel cost and accident risk according to the particular injury category. Respondents are asked to choose their preferred route alternative in eight choice situations. The values of the presented characteristics are, as far as possible, based on one of the participant's last journeys.

The participants were asked to select a motorway trip as a reference. The basis for determining the willingness to pay is the peoples' trade-off between risk and money (more precisely: the trade-off

between accident risk change and income change). Although it would be sufficient to use a conceptual presentation of this trade-off, the embedding in a specific context (such as the last motorway trip) increases the degree of reality. Thus, one of the participants' last motorway trips is used to construct a scenario familiar to them, so that they are able to make the same choices as they would on an actual trip. In addition, motorways are largely homogeneous in their characteristics compared to other types of roads. This is advantageous with regard to the experiments.

The data is collected via computer-assisted personal interviews. In order to increase the degree of reality of the experimental situation, about half of the acquired test subjects are asked to complete a driving simulation right before the actual choice experiments take place. This procedure is used to reveal a possible influence of visual aids on the results.

## Results

A total of 214 volunteers were acquired for this study through various channels. It should be emphasised that this sample is not representative of the German population and, therefore, the determined willingness to pay cannot be used for project appraisal.

Discrete Choice models are used to analyse the collected data. The purpose of the model estimation is to determine the influence of the respective attributes (e.g. accident risk, costs) on the overall utility of the alternative. The individual willingness to pay to reduce the accident risk in each injury category is eventually represented by the marginal rate of substitution between accident risk and travel costs. In the course of the desired international harmonisation ambitions concerning the injury categories, not only the VRR for fatal, serious and slight injuries is determined but also the VRR for severe injuries (MAIS3+).

In a basic model, the parameters for travel time, travel cost and accident risk of the four injury categories (fatal, severe, serious and slight) are determined. All six parameters have a significant negative effect on individual utility. Therefore, if accident risk or travel time of an alternative increases, the utility of this alternative decreases.



As the remaining results show, only gender and insurance level have significant effects on the willingness to pay. Compared to men, women show a higher appreciation for reducing the risk of fatal and minor injuries. With regard to insurances, results show that participants who feel insured below-average against the consequences of an accident have a significantly higher appreciation for reducing the risk of fatal injuries than other persons. The effect of age, on the other hand, is not clearly identifiable across different model specifications. Furthermore, no significant effects can be determined for any other potential influencing variables tested in various models, such as income, marital status, household size, journey purpose, regularity of car use, etc. It should be noted, however, that some of the influences may be significant in a larger sample within the main study after all.

Finally, the driving simulation has no significant effect on the determined willingness to pay and also not on the certainty of the participants' route choices. Since driving in a simulator is a very intense form of visualisation, it is not expected that less intense visualisation measures could have a significant effect on the results.

## Conclusions

The findings of this conceptual study and pilot survey show that the application of the willingness to pay approach using Discrete Choice models should also be applied in the main study. This is especially true since the valuation of travel time savings in the Federal Transport Infrastructure Plan is also based on this approach. The values determined in the conceptual study, except for the value for slightly injured persons, fit well into the existing literature on the VRR, although the chosen sample is not representative of the whole population. Furthermore, the basic concept of the questionnaire proved suitable for the given purpose. Depending on the actual aim of future research and the chosen modelling approach, adjustments can be made. Regarding the presentation of risk used in the choice experiments, it can be concluded that a major part of the participants considered the actual number of cases (deaths, injuries) in relation to the traffic volume when making their choices so that this information can be provided in a future study as well. The referencing of experimental alternatives to

a real trip should also be maintained for future research as this increases the degree of reality.

The strong differentiation of accident injuries into four categories proved to be rather challenging for the participants. Reducing the injury categories within the experiment could improve this situation. However, this contradicts the aim of covering both classifications (international, national) in the analysis. With regard to the variation of the estimators and the sample size, an efficient Choice-Design based on the results of this pilot survey should be considered for the main study.

In Germany, personal injuries due to road traffic accidents are currently represented in five cost categories: reproduction costs, costs of lost resources, non-market costs, human costs and costs of accident-related time losses. In order to integrate the willingness to pay for road safety into the existing German accident cost calculation, the following is proposed: the monetary values of risk reduction should be added to the costs of reproduction and lost production. In order to obtain the cost rate for injuries, the costs of lost future consumption should be subtracted from this sum. It is not recommended, however, to adjust the determined VRR by the costs of consumption loss for the purpose of interpreting the outcome as human costs. In order to retain the existing German accident cost calculation method, it is necessary to determine the costs of lost future consumption. The approach proposed in this study for integrating the VRR is chosen with regard to the current calculation of accident costs in Germany and accordingly allows essentially the retention of the methodology considering the necessary adjustments explained within the study. Given the long-standing concerns about output-oriented approaches, however, the willingness to pay should be placed at the centre of future accident cost calculations. In addition, the willingness to pay based values should be extended to include socially relevant effects, i.e. external costs, which are not taken into account by the single individual. This would acknowledge the fact that welfare changes should in principle be determined on the basis of individual preferences.

Furthermore, it is not recommended for German accident cost calculation to distinguish the VRR across different risk contexts and (as far as possible) across different groups of persons. This means in particular that the monetary values of risk reduction should not differ solely by the transport mode used

or the road category considered. A single VRR for all groups of people (regarding age, income, health status, etc.) is, on the other hand, a result of ethical considerations and should be discussed based on the results of the main study. Furthermore, it is proposed to retain the motorway scenario in future analyses and to regard the obtained results as independent of the means of transport and the road category used in the experiment. However, the representativeness of the sample is of particular importance in order to determine the VRR





## Inhalt

<b>Abkürzungen</b> . . . . .	11	<b>4 Modell und Zahlungsbereitschaften</b> . . . . .	37
<b>1 Einleitung</b> . . . . .	13	4.1 Grundlagen des verwendeten Modells . . . . .	37
<b>2 Theoretische und empirische Grundlagen</b> . . . . .	13	4.1.1 Deterministische Komponente . . . . .	37
2.1 Formale Bestimmung des monetären Wertes einer Risikoreduktion . . . . .	14	4.1.2 Stochastische Komponente . . . . .	37
2.2 Einflussfaktoren auf den Wert eines statistischen Menschenlebens . . . . .	15	4.1.3 Parameterschätzung . . . . .	38
2.3 Methoden zur ökonomischen Bewertung einer Risikoreduktion . . . . .	16	4.2 Bestimmung der Zahlungsbereitschaften . . . . .	38
2.3.1 Humankapitalansatz . . . . .	16	<b>5 Konstruktion des Experimentdesigns</b> . . . . .	38
2.3.2 Zahlungsbereitschaftsansatz . . . . .	17	5.1 Orthogonale und effiziente Designs . . . . .	39
2.4 Besonderheiten in SC-Studien . . . . .	26	5.2 OOD-Design . . . . .	39
2.4.1 Hypothetische Entscheidungen . . . . .	26	5.3 Wertzuweisung im Choice-Design . . . . .	39
2.4.2 Lexikografisches Verhalten . . . . .	27	5.3.1 Attributausprägungen von Fahrzeit und Fahrtkosten . . . . .	41
2.4.3 Risikodarstellung . . . . .	27	5.3.2 Attributausprägungen der Risikovariablen . . . . .	42
2.4.4 Visualisierung . . . . .	28	5.4 Darstellung im Fragebogen . . . . .	43
2.5 Kategorisierung der Schwere von Verkehrsunfällen . . . . .	29	<b>6 Auswertung der erhobenen Daten</b> . . . . .	44
<b>3 Befragungsaufbau und Fahrsimulation</b> . . . . .	29	6.1 Pretest . . . . .	44
3.1 Grundkonzept der Befragung . . . . .	29	6.2 Deskriptive Analyse der Daten . . . . .	44
3.1.1 Wahlexperimente . . . . .	30	6.2.1 Soziodemografie . . . . .	45
3.1.2 Art der Befragung . . . . .	31	6.2.2 Referenzstrecke . . . . .	45
3.1.3 Akquise der Teilnehmer und Stichprobenumfang . . . . .	31	6.2.3 Risikoverständnis und Bewertung der Attribute . . . . .	47
3.2 Fahrsimulation . . . . .	32	6.2.4 Lexikografisches Verhalten und Eindeutigkeit der Wahlentscheidung . . . . .	49
3.3 Aufbau des Fragebogens . . . . .	33	6.2.5 Unfallerfahrung, Risikobereitschaft und Versicherungen . . . . .	50
3.3.1 Teil I – Einführung in die Experimente . . . . .	33	6.2.6 Unfallnachteile . . . . .	51
3.3.2 Teil II – Wahlexperimente . . . . .	34	6.3 Hinweise der Probanden aus der Freitexteingabe . . . . .	51
3.3.3 Teil III – Verkehrs- und Wahlverhalten sowie Unfallerfahrung . . . . .	35		
3.3.4 Teil IV – Soziodemografie . . . . .	36		

6.4	Modellschätzung und Ermittlung der Zahlungsbereitschaften . . . . .	53	<b>8</b>	<b>Komponenten der Unfallkostenrechnung . . . . .</b>	<b>70</b>
6.4.1	Das Grundmodell . . . . .	53	8.1	Grundlegende Einteilung der Kostenkomponenten . . . . .	70
6.4.2	Einfluss des Fahrstimulators . . . . .	54	8.2	Überschneidung von Produktionsverlust und VSL . . . . .	72
6.4.3	Einfluss des Einkommens, Alters und der Reiselänge . . . . .	55	8.3	Unfallkostenrechnung in Deutschland . . . . .	73
6.4.4	Einfluss des Geschlechts . . . . .	56	8.3.1	Bisherige Ermittlung der Unfallkosten . . . . .	73
6.4.5	Einfluss von Haushaltsgröße und Familienstand . . . . .	56	8.3.2	Aktualisierung der Unfallkostenrechnung . . . . .	75
6.4.6	Einfluss von Risikoverständnis und Beurteilung der Risikomaße . . . . .	57	<b>9</b>	<b>Differenzierung und Fortschreibung des VSL . . . . .</b>	<b>77</b>
6.4.7	Einfluss von lexikografischem Verhalten und der Eindeutigkeit der Routenwahl . . . . .	57	9.1	Einheitlicher vs. differenzierter VSL in Bewertungsverfahren . . . . .	77
6.4.8	Einfluss von Wegezweck und Regelmäßigkeit der Pkw-Nutzung . . . . .	58	9.2	Einheitlicher VSL im Straßenverkehr . . . . .	78
6.4.9	Einfluss von Unfallererfahrung, Risikobereitschaft und Versicherungen . . . . .	58	9.3	Fortschreibung des VSL . . . . .	80
6.4.10	Einfluss der Regeltreue im Verkehr . . . . .	59	<b>10</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick . . . . .</b>	<b>80</b>
6.4.11	Sonstige Modellvariationen . . . . .	59		<b>Literatur . . . . .</b>	<b>84</b>
6.4.12	Berücksichtigung der Variation der Wertschätzung (Mixed Logit Modell) . . . . .	61		<b>Bilder . . . . .</b>	<b>90</b>
<b>7</b>	<b>Implikationen für die Hauptstudie . . . . .</b>	<b>64</b>		<b>Tabellen . . . . .</b>	<b>90</b>
7.1	Erhebungskonzept . . . . .	64			
7.2	SC-Design . . . . .	66			
7.3	Rahmenbedingungen der Hauptstudie . . . . .	66			
7.3.1	Expertise . . . . .	66			
7.3.2	Stichprobe . . . . .	67			
7.3.3	Befragungsformen . . . . .	68			
7.3.4	Zeitraumen . . . . .	69			
7.3.5	Kostenrahmen . . . . .	69			

## Abkürzungen

AAD	Ausbildung, Arbeitsstätte, Dienstfahrt	SC	Stated Choice
ASC	Alternativenspezifische Konstante	SP	Stated Preferences
BVWP	Bundesverkehrswegeplan	SSV	Schwerstverletzt
		SV	Schwerverletzt
CAPI	Computer Assisted Personal Interview	VOT	Value of Time
CATI	Computer Assisted Telephone Interview	VRR	Value of Risk Reduction
CAWI	Computer Assisted Web Interview	VSL	Value of a Statistical Life
CS	Choice-Set		
CV	Contingent Valuation	WHO	World Health Organization
		WTA	Willingness to Accept
FB	Fragebogen	WTP	Willingness to Pay
FS	Fahrsimulator		
G	Getötet		
KNA	Kosten-Nutzen-Analyse		
LL	LogLikelihood		
LV	Leichtverletzt		
MAIS	Maximum Abbreviated Injury Scale		
MIV	Motorisierter Individualverkehr		
MNL	Multinomiales Logit-Modell		
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development		
OOD	Optimal Orthogonal in the Differences		
PAPI	Paper and Pencil Interview		
RP	Revealed Preferences		



## 1 Einleitung

Im Rahmen der Entscheidungsfindung zur Umsetzung eines Verkehrsprojektes sollte eine Abwägung der damit einhergehenden Vor- und Nachteile für die Gesellschaft erfolgen. Im Bereich der Infrastrukturplanung des Bundes manifestiert sich dies im Bundesverkehrswegeplan (BVWP). Das zentrale ökonomische Instrument zur Durchführung von Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen, welches auch im Rahmen der Bundesverkehrswegeplanung zum Einsatz kommt, ist die Kosten-Nutzen-Analyse (KNA). In einer solchen Analyse sollten alle Kosten und Nutzen der Gesellschaft als Ganzes Eingang finden (BOARDMAN et al. 2001: S. 2). Für die Gegenüberstellung der entstehenden Nutzen und Kosten ist es erforderlich, diese in derselben Einheit, im Regelfall in Geldeinheiten, auszudrücken. Für einige der Komponenten ist die vorzunehmende Umrechnung in Geldeinheiten einfacher, für andere schwieriger zu bewerkstelligen. Offensichtlich lassen sich die Investitionskosten eines Verkehrsprojektes in Geldeinheiten angeben. Für verschiedene Komponenten, wie beispielsweise Umweltwirkungen, Reisezeitänderungen oder Verkehrssicherheitseffekte, ist eine Bewertung in Geldeinheiten sowohl aus theoretischer als auch empirisch-methodischer Sicht anspruchsvoll. Die in diesem Bericht im Fokus stehende Komponente Veränderung der Verkehrssicherheit ist von grundlegender Bedeutung bei der Kosten-Nutzen-Abwägung von (Verkehrssicherheits-)Maßnahmen. Im BVWP werden sogenannte Unfallkostenraten zur Umrechnung von Verkehrssicherheitseffekten in eine monetäre Einheit genutzt (DAHL et al. 2016: S. 150). Eine möglichst präzise und robuste Bestimmung dieser Kostensätze ist für eine hinreichend genaue Abschätzung der monetär bewerteten Verkehrssicherheitseffekte infolge von verkehrsbezogenen Maßnahmen unerlässlich.

In Bezug auf die unfallbedingten Personenschäden gibt es verschiedene Möglichkeiten diese Kostensätze zu bestimmen. Neben dem Humankapitalansatz hat sich mittlerweile die Analyse der individuellen Zahlungsbereitschaften als das heute bevorzugte Konzept herauskristallisiert. Damit geht eine Abkehr von der Output-orientierten Kostenermittlung hin zu einer Ermittlung von ex-ante Zahlungsbereitschaften für Unfallrisikoänderungen einher. Da die resultierenden Wohlfahrtswirkungen von Maßnahmen auf Basis der Präferenzen der betroffenen Individuen zu bewerten sind, ist diese Ent-

wicklung nur konsequent. Sich nicht in den individuellen Zahlungsbereitschaften widerspiegelnde (externe) gesellschaftliche Kosten sind selbstverständlich zusätzlich zu berücksichtigen.

Innerhalb der Methoden des Zahlungsbereitschaftsansatzes haben sich in jüngster Zeit Diskrete Wahlmodelle gegenüber der zuvor lange Zeit präsenten Kontingenten Bewertung durchgesetzt. Im Kern der Diskreten Wahltheorie steht die Auswahl aus zur Verfügung stehenden Alternativen in üblicherweise hypothetischen, künstlich geschaffenen Märkten. Über die getätigten Wahlentscheidungen lässt sich mit ökonometrischen Methoden auf die Präferenzen der Individuen schließen. Auf dieser Grundlage kann in der Folge der Wert eines statistischen Lebens (VSL) bestimmt werden.

Ziel des Forschungsvorhabens ist die Entwicklung eines Konzeptes zur Ermittlung von Zahlungsbereitschaften für Verkehrssicherheit und die Erprobung dieses Konzeptes innerhalb einer Piloterhebung einschließlich der Diskussion der Ergebnisse und der Möglichkeiten zur Einbindung dieser in die deutsche Unfallkostenrechnung. Im Rahmen der Konzeptstudie soll ebenfalls geprüft werden, ob der Einsatz von Multimedia-Technik in Form einer Fahrsimulation Einfluss auf die erzielten Ergebnisse hat.

Der Bericht zum Forschungsvorhaben ist wie folgt aufgebaut: Zunächst werden im Rahmen einer Literaturanalyse theoretische und empirische Grundlagen der VSL-Ermittlung betrachtet. Darauf aufbauend wird das Erhebungskonzept einschließlich der Modellierungsmethodik und der Datenauswertung beschrieben. Anschließend werden aus den Erkenntnissen der Piloterhebung Schlussfolgerungen für eine potentielle Hauptstudie gezogen und es wird auf verschiedene Aspekte der Eingliederung der Ergebnisse in die bestehende deutsche Unfallkostenrechnung eingegangen. Abschließend folgen Ausführungen zur Differenzierung und Fortschreibung der Kostensätze.

## 2 Theoretische und empirische Grundlagen

Im Rahmen eines Literaturüberblicks werden die wichtigsten theoretischen und empirischen Grundlagen zum Wert eines statistischen Lebens behandelt. Im Zuge dessen erfolgt mit Blick auf internationale Harmonisierungsbemühungen auch eine Dar-

stellung der Kategorisierung der Schwere von Verkehrsunfällen.

## 2.1 Formale Bestimmung des monetären Wertes einer Risikoreduktion

Zahlungsbereitschaftsbasierte Werte der Risikoreduktion (VRR) entsprechen dem arithmetischen Mittel individueller Zahlungsbereitschaften für kleine individuelle Risikoreduzierungen bezüglich eines Schadensereignisses (BAKER et al. 2008: S. 126). Bei dem Schadensereignis kann es sich um eine Verletzung eines bestimmten Schweregrades oder einen Todesfall handeln. In Zusammenhang mit letzterem wird vom Wert eines statistischen Menschenlebens (VSL) gesprochen (HENSHER et al. 2009: S. 692). Die folgenden Ausführungen beziehen sich zur vereinfachten Darstellung auf eben diesen VSL. Die Ausführungen verlieren dadurch nicht an Allgemeinheit, da sie sich durch Anpassung des Schadensereignisses auf Verletzungen eines bestimmten Schweregrades übertragen lassen. Die individuellen Zahlungsbereitschaften als Eingangsgröße des VSL entsprechen der Grenzrate der Substitution bzw. dem marginalen Austauschverhältnis zwischen Einkommen und Risiko (BAKER et al. 2008: S. 126 – 128). Die über die Mitglieder einer Population aggregierte Risikoänderung entspricht der Vermeidung genau eines Schadensfalls innerhalb der Population. Hervorzuheben ist, dass jedes Individuum eine kleine Risikoreduzierung erfährt und erst die Aggregation dieser kleinen Risikoänderungen zur Vermeidung eines statistischen Todesfalls führt. Es handelt sich beim VSL also explizit nicht um den Wert eines konkreten Menschenlebens. Auch spiegelt der VSL vielmehr den Wert der Vermeidung eines statistischen Todesfalls wider (SCHELLING et al. 1968). Die Idee des VSL besteht somit nicht darin, einen Preis für ein konkretes Menschenleben zu ermitteln, sondern vielmehr darin, die monetäre Werteschätzung einer Reduzierung des Todesfallrisikos zu bestimmen.

Die formale Herleitung des VSL erfolgt ausgehend von einer generalisierten utilitaristischen sozialen Wohlfahrtsfunktion zur Beschreibung des Gesamtnutzens der betrachteten Personengruppe (BAKER et al. 2008: 128 f.). Der Grundgedanke hinter der Bestimmung des VSL lautet wie folgt: Eine Erhöhung der Überlebenswahrscheinlichkeit wird gegen Einkommen getauscht. Dieser Tausch sollte die Ge-

sellschaft, gemessen an der sozialen Wohlfahrt, besser stellen. Bezogen auf Maßnahmen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit bedeutet dies, dass eine Erhöhung des Sicherheitsniveaus bei gleichzeitiger Reduktion der individuellen Einkommen zur Finanzierung der Maßnahme – dies kann beispielsweise über Steuern geschehen – die soziale Wohlfahrt erhöhen sollte. Für eine vollständige formale Herleitung und Diskussion der dahinterstehenden Annahmen sei auf den Beitrag von (BAKER et al. 2008) verwiesen. Nachfolgend wird lediglich das zentrale Ergebnis dargestellt und diskutiert.

$$M = \sum_{n=1}^N m_n dp_n \quad (1)$$

Formel ( 1 ) zeigt, dass sich der VSL (M) als Summe der Produkte aus individueller Zahlungsbereitschaft  $m_n$  und individueller Risikoänderung  $dp_n$  über alle Personen  $n$  der betrachteten Gruppe ergibt. Um zu erkennen, dass es sich beim VSL, wie eingangs erwähnt, um das arithmetische Mittel der individuellen Zahlungsbereitschaften handelt, muss die Risikoänderung genauer spezifiziert werden. Es wird unterstellt, dass die Summe der individuellen Risikoänderungen gleich Eins ist und jedes Individuum den gleichen Anteil daran erhält (JONES-LEE 1994: S. 301). Diese Annahmen werden durch Formel (2) erfasst. Bei einer großen Anzahl an Personen erhält jede einzelne Person dementsprechend eine kleine Risikoänderung.

$$dp_n = \frac{1}{N} \quad (2)$$

Darauf aufbauend lässt sich Formel ( 1 ) derart umformen, dass sich der VSL als arithmetisches Mittel der individuellen Zahlungsbereitschaften ergibt.

$$M = \sum_{n=1}^N m_n dp_n = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N m_n \quad (3)$$

Es sei darauf hingewiesen, dass sich hinsichtlich der sozialen Wohlfahrtsfunktion und der Aufteilung der Risikoänderungen auf die einzelnen Gruppenmitglieder auch andere Annahmen treffen lassen, die zu anderen Ergebnissen hinsichtlich des VSL führen (BAKER et al. 2008; JONES-LEE 1994). Die in diesem Bericht dargestellte Definition des VSL ist allerdings allgemein akzeptiert und praktisch der Standard in der Auseinandersetzung mit dem VSL.



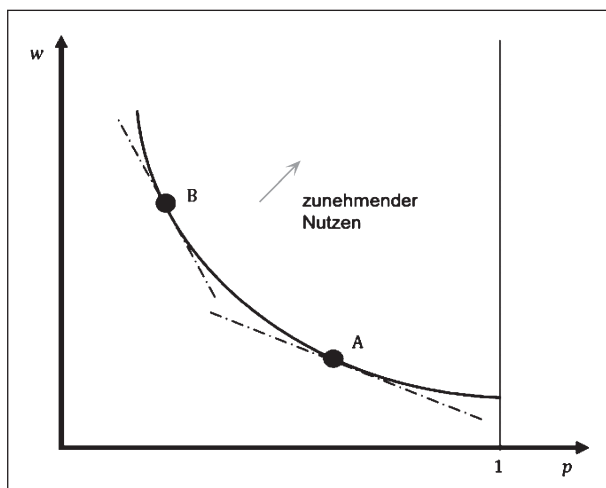


Bild 2-1: Grafische Darstellung der individuellen Zahlungsbereitschaften für Sicherheit, Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an ANDERSSON und TREICH (2011: S. 398)

Die empirische Untersuchung zielt darauf ab, die individuellen Zahlungsbereitschaften  $m_n$  zu ermitteln. Wie bereits angesprochen sind diese individuellen Zahlungsbereitschaften über das Austauschverhältnis von Einkommen und Risiko definiert. Ausgehend von einer Nutzenfunktion  $U(w,p)$ , wobei  $w$  das Einkommen und  $p$  die Überlebenswahrscheinlichkeit der betrachteten Person beschreibt, lässt sich die zugehörige Grenzrate der Substitution<sup>1</sup> formal wie folgt darstellen (Baker et al. 2008: S. 128 f.):

$$m = \frac{\partial U / \partial w}{\partial U / \partial p} \quad (4)$$

Dieses marginale Austauschverhältnis ist die Steigung der grafisch dargestellten Indifferenzkurve (Iso-Nutzenlinie). Übliche Annahmen für die Nutzenfunktion erzeugen konvexe Indifferenzkurven, wie in Bild 2-1 sehen.

Die Steigung der Indifferenzkurve, und damit die individuelle Zahlungsbereitschaft für Sicherheitsgewinne, verändert sich entlang dieser Indifferenzkurve. Dies sei beispielhaft durch die beiden Tangenten an den Punkten A und B gezeigt.

## 2.2 Einflussfaktoren auf den Wert eines statistischen Menschenlebens

Wie aus den Ausführungen des Kapitels 2.1 hervorgeht, entspricht der VSL dem arithmetischen Mittel der individuellen Zahlungsbereitschaften. Dementsprechend spiegeln sich die Einflüsse auf die individuellen Zahlungsbereitschaften im VSL wider. Die individuelle Zahlungsbereitschaft  $m$  steigt mit zunehmenden Einkommen  $w$ . Dies wird als sogenannter wealth effect bezeichnet (ANDERSSON und TREICH 2011: S. 399 f.). Dementgegen fällt die Zahlungsbereitschaft mit steigender Überlebenswahrscheinlichkeit  $p$  bzw. steigt mit zunehmendem Risikolevel. Dies wird in der Literatur als dead-anyway effect bezeichnet (ANDERSSON und TREICH 2011: 399 f.). Der Einfluss des Risikolevels auf die Zahlungsbereitschaft ist jedoch weniger eindeutig, wenn alternative theoretische Modelle zugrunde gelegt werden (ELVIK 2016: S. 58). ELVIK (2016: S. 57) hebt hier insbesondere die Bedeutung von Lebensversicherungen hervor, die zur Aufhebung oder Umkehrung des Zusammenhangs von Risiko und Zahlungsbereitschaft führen können. Je nach Konstellation wäre sogar eine Zahlungsbereitschaft von null denkbar (ELVIK 2016: S. 57). ANDERSSON und TREICH (2011: S. 411) führen zudem an, dass eine potenzielle Diskrepanz zwischen objektivem und subjektivem Risiko den Zusammenhang von Zahlungsbereitschaft und Risikolevel beeinflussen könnte.

Dies spiegelt sich auch in den empirischen Erkenntnissen zum Einfluss des Risikos auf den VSL wider. Neben dem positiven Zusammenhang sind auch negative oder nicht-monoton und konkave Kurvenverläufe zu beobachten (ANDERSSON und TREICH 2011: S. 411).

Dass der VSL, wie aus dem theoretischen Modell abgeleitet, mit zunehmendem Einkommen steigt, deckt sich mit den empirischen Ergebnissen (ANDERSSON und TREICH 2011: S. 411). Es kann von einer Einkommenselastizität im Bereich von null bis eins (ANDERSSON und TREICH 2011: S. 411), typischerweise jedoch oberhalb von 0,5 ausgegangen werden (BAKER et al. 2008: S. 134).

Beim Alter ist die Wirkungsrichtung aus theoretischer Sicht unklar, obwohl ein weitverbreiteter Glaube an einen negativen Einfluss des Alters auf den VSL herrscht (ANDERSSON und TREICH 2011: S. 401). Empirisch geht aus verschiedenen Studien

<sup>1</sup> Auf den Index  $n$  für das Individuum wird im Folgenden verzichtet.

ein umgekehrt u-förmiger Zusammenhang oder Unabhängigkeit zwischen Alter und Zahlungsbereitschaft hervor. Auch der angesprochene negative Zusammenhang ist zu beobachten (ANDERSSON und TREICH 2011: S. 411). ALBERINI et al. (2002) zeigen bspw. für Kanda, dass die Zahlungsbereitschaft ab einem Alter von 70 Jahren im Vergleich zur Zahlungsbereitschaft jüngerer Altersgruppen etwa 30 % geringer ist (ALBERINI et al. 2002: S. 17).<sup>2</sup> Damit bestätigen sie die Verfahrensweise der kanadischen Gesundheitsbehörde Health Canada, welche eine altersbezogenen Anpassung des VSL ab dem 65. Lebensjahr um den Faktor 0,75 vornimmt (ALBERINI et al. 2002: S. 17).<sup>2</sup> HOJMAN et al. (2005) zeigen hingegen, dass Personen im Alter von über 30 Jahren eine höhere Zahlungsbereitschaft für einen vermiedenen Todesfall besitzen als jene unter 30 Jahren. Auch die Ergebnisse von RIZZI und ORTÚZAR (2003) zeigen, dass das Bedürfnis nach Sicherheit mit zunehmendem Alter steigt.

RIZZI und ORTÚZAR (2003) stellen fest, dass Frauen eine höhere Wertschätzung von Sicherheit besitzen als Männer. Auffällig ist auch, dass in ihrer Untersuchung die Gruppe der männlichen, unter 30-jährigen Einzelfahrer keine Zahlungsbereitschaft für Sicherheit im Routenwahlexperiment aufwies, sondern ausschließlich das Tauschverhältnis von Zeit zu Geld im Blick hatte (RIZZI und ORTÚZAR 2003: S. 18).

Empirische Ergebnisse zeigen außerdem, dass Personen mit Kindern eine höhere Zahlungsbereitschaft für eine Reduzierung des Todesfallrisikos aufweisen (HOJMAN et al. 2005: S. 383).

Der Einfluss des Gesundheitszustands des Befragten auf die Zahlungsbereitschaft ist aus theoretischer Sicht nicht eindeutig. Empirische Belege sprechen eher dafür, dass der VSL nicht mit dem Gesundheitszustand variiert (ANDERSSON und TREICH 2011: S. 411). Unter Berücksichtigung dieser Informationen und der zu erwartenden Schwierigkeiten bei der Abfrage des Gesundheitszustands der Teilnehmer wird auf die Berücksichtigung dieser Einflussvariable verzichtet.

ANDERSSON und TREICH (2011: S. 411) weisen auf noch weitere Einflüsse, wie z. B. das Hinter-

grundrisiko, hin. Im Rahmen dieser Untersuchung wird hierauf jedoch nicht weiter eingegangen.

Es sei an dieser Stelle angemerkt, dass die Suche nach einem für alle Bevölkerungszusammensetzungen und denkbaren Schadensarten gültigen universellen Wert der Risikoreduktion theoretisch nicht zielführend ist, denn dieser Wert errechnet sich eben gerade aus den individuellen Zahlungsbereitschaften. Er beruht damit auf den Präferenzen der Individuen. Unterschiedliche Personen(-gruppen) können für die Vermeidung desselben Schadensereignisses natürlich unterschiedliche Wertschätzungen haben. Ein und dieselbe Person bzw. Gruppe von Personen kann für die Vermeidung verschiedener Schadensereignisse (bspw. verschiedene Arten zu Sterben) unterschiedliche Wertschätzungen aufweisen. In praktischen Bewertungsverfahren wird dennoch häufig ein einheitlicher VSL angesetzt. Diese Thematik wird in Kapitel 9 vertieft behandelt.

## 2.3 Methoden zur ökonomischen Bewertung einer Risikoreduktion

Es gibt verschiedene Möglichkeiten die Reduktion des Risikos, bei einem Verkehrsunfall zu Tode zu kommen oder sich zu verletzen, in monetäre Größen zu fassen. Eine Übersicht der verschiedenen Methoden basierend auf ELVIK (2016) ist in Bild 2-2 zu finden.

Generell lassen sich die Methoden in den Humankapital- und den Zahlungsbereitschaftsansatz unterscheiden. Alle in Bild 2-2 dargestellten Methoden finden bis heute Anwendung, auch wenn sich neuere Literatur vorrangig dem Zahlungsbereitschaftsansatz und hierbei insbesondere den Diskreten Wahlexperimenten innerhalb der Gruppe der geäußerten Präferenzen widmet (ELVIK 2016: S. 2). Die einzelnen Methoden werden nachfolgend erläutert.

### 2.3.1 Humankapitalansatz

Beim Humankapitalansatz entspricht der monetäre Wert eines Lebens jenen (diskontierten) Einkünften, über die ein Unfallopfer im Zeitraum nach dem Unfall und vor dem Austritt aus der Erwerbstätigkeit noch verfügt hätte, aufgrund des Schadensereignisses diese jedoch nicht mehr realisieren kann. Werden die potenziellen zukünftigen monetären Ausgaben des Unfallopfers von diesem Wert sub-

<sup>2</sup> Diesen Zusammenhang können die Autoren für ihre zweite Stichprobe in den USA jedoch nicht nachweisen.

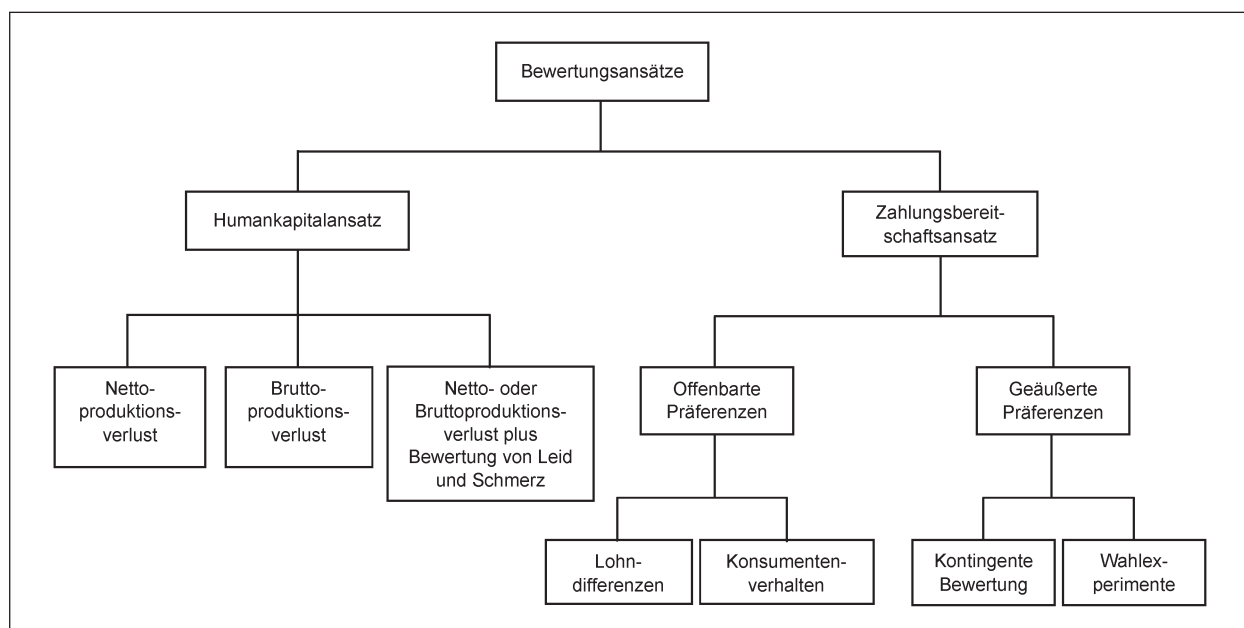


Bild 2-2: Methoden zur monetären Bewertung der Risikoreduktion (Verletzung, Tod), Quelle: ELVIK (2016: S. 3)

trahiert, ergibt sich im Unterschied zum geschilderten Bruttoproduktionsverlust (gross lost output) der sogenannte Nettoproduktionsverlust (net lost output) (ELVIK 2016: S. 1). In der aktuell in Deutschland gültigen Fassung der Unfallkostenrechnung wird der sogenannte Reproduktions- und Ressourcenausfallkostenansatz verwendet. Dieser erfasst die in Zusammenhang mit dem Unfall entstehenden Reproduktionskosten hinsichtlich der Wiederherstellung der vor dem Unfall bestehenden Situation sowie die Kosten des Produktionsausfalls der verletzten bzw. getöteten Person und erweitert damit den Humankapitalansatz um zusätzliche Komponenten (BAHAMONDE-BIRKE et al. 2013: S. 262).

Der zentrale Nachteil der Humankapitalmethode liegt in der Verwendung des Einkommens als Grundlage der monetären Bewertung. Dies führt dazu, dass für Personen ohne Erwerbstätigkeit eine Bewertungslücke entsteht, da sie nicht über ein Einkommen im klassischen Sinn verfügen. Dies hat insbesondere bei Zugrundelegung des Nettoproduktionsverlustes zur Folge, dass sich sogar negative Werte ergeben können (ELVIK 2016: S. 1; JONES-LEE 1994: S. 299). Dementsprechend wäre der Tod einer Person nutzenstiftend für die Gesellschaft als Ganzes. Ein Ergebnis, welches offensichtlich nicht vermag das abzubilden, was allgemein mit einer monetären Bewertung von Risikoänderungen angestrebt wird. JONES-LEE (1994: S. 298) stellt heraus, dass der Humankapitalansatz ausschließlich auf Output-Effekte ausgerichtet ist,

dabei aber vollständig vernachlässigt, dass eine Person die Zugewinne an Sicherheit eher aufgrund ihrer Abneigung gegenüber den Unfallfolgen an sich schätzt und nicht etwa weil diese Sicherheitsgewinne ermöglichen, zukünftigen Output zu generieren. Des Weiteren wird von JONES-LEE (1994: S. 299) die Erweiterung der Humankapitalmethode um Elemente wie Leid und Schmerz als nur wenig vielversprechender Versuch zur Rettung der Methode erachtet. BAHAMONDE-BIRKE et al. (2013) stellen in ihrer Vorstudie zum Thema Zahlungsbereitschaft für Verkehrssicherheit in Deutschland korrekterweise fest, dass die Präferenzen der Bevölkerung bei der Humankapitalmethode nicht adäquat berücksichtigt werden.

### 2.3.2 Zahlungsbereitschaftsansatz

Da es sich bei Sicherheit um ein Nicht-Marktgut handelt, können zu deren Bewertung keine Marktpreise herangezogen werden. Die Wertschätzung von Sicherheit muss also auf anderem Wege extrahiert werden. Ein geeigneter Weg hierfür sind Zahlungsbereitschaftsanalysen (willingness-to-pay approach). Derartige Analysen können auf Grundlage offenbarer Präferenzen (RP, revealed preferences) oder geäußerter Präferenzen (SP, stated preferences) erfolgen. RP-Analysen basieren auf beobachtbarem realem Verhalten von Personen, wohingegen SP-Analysen die Informationen über die Präferenzen der Individuen aus dem Verhalten in

künstlichen, konstruierten Entscheidungssituationen beziehen. Für beide Analyseformen existieren zahlreiche Methoden.<sup>3</sup>

Der Vorteil von RP-Daten besteht ohne Zweifel darin, dass die Entscheidungen von Personen unter realen und nicht künstlichen Bedingungen getroffen werden. Strategische Antworten oder Probleme, sich ein Experiment als reale Situation vorzustellen, können damit als Fehlerquelle ausgeschlossen werden. Aber RP-Daten weisen auch erhebliche Probleme auf. So sind umfangreiche Informationen über die exakte Situation, unter der die Entscheidung getroffen wurde, erforderlich, die in der Regel nicht vorhanden sind. Des Weiteren sind Einflussgrößen häufig stark korreliert und Auskünfte über Nutzerreaktionen auf (noch) nicht existierende Alternativen sind nicht möglich (AXHAUSEN et al. 2015: S. 2; SMALL 2012: S. 9). Ein weiterer wichtiger und wohl oft entscheidender Punkt ist die mangelnde Verfügbarkeit und der hohe Aufwand zur Erhebung von RP-Daten.

Eine der bekanntesten RP-Methoden ist der hedonische Preisansatz, der bis zu Beginn der 90er Jahre in zahlreichen Studien verwendet wurde (BAHAMONDE-BIRKE et al. 2015: S. 498). Diese Methode ist allerdings nach Aussage von BAHAMONDE-BIRKE et al. (2013: S. 265) für die Bestimmung des VSL nur bedingt geeignet, da zum ersten nur wenige Produkte für eine solche Analyse überhaupt in Frage kämen und zum zweiten die Ergebnisse verzerrt sind, da vorwiegend Personen mit einer spezifischen Risikoeinstellung beobachtet werden. Des Weiteren ist fraglich, inwieweit die Individuen bei Ausgaben für Sicherheitskomponenten (bspw. ein Spurhaltesystem in einem Kraftfahrzeug) tatsächlich die daraus resultierenden Sicherheitseffekte korrekt abschätzen können. Dies ist allerdings erforderlich, um eine aussagekräftige Zahlungsbereitschaft für die Risikoreduktion zu ermitteln.

Heute sind Experimente zur Ermittlung geäußerter Präferenzen (SP) die vorherrschende Methode zur Bestimmung des VSL. Die beiden bekanntesten SP-Verfahren sind die Kontingente Bewertung (CV, contingent valuation) und Wahlexperimente (SC, stated choice experiments).<sup>4</sup> Der Kern beider Methoden ist die Beantwortung von Fragen bzw. das Treffen von Entscheidungen in hypothetischen, künstlich geschaffenen Situationen (SMALL 2012: S. 9).

### Kontingente Bewertung

Die Kontingente Bewertung erlebte ihre Blütezeit in der Folge der durch den vor Alaska auf Grund gelaufenen Tanker Exxon Valdez ausgelösten Ölpest im Jahre 1989. Im Rahmen rechtlicher und regulatorischer Prozesse bestand die Notwendigkeit, die mit der Ölverschmutzung einhergehenden Umweltschäden monetär zu bewerten (KLING et al. 2012: S. 3). Im Kern werden, auch wenn die methodischen Ausgestaltungsmöglichkeiten vielfältig sind, bei der Kontingenten Bewertung Befragte aufgefordert, eine konkrete Wertschätzung des Nicht-Marktgutes in Geldeinheiten (z. B. Euro) anzugeben. In Bezug auf den VSL bedeutet dies, dass die Befragungsteilnehmer aufgefordert werden, ihre Zahlungsbereitschaft für die Reduktion des Unfallrisikos explizit zu benennen. Es existieren dabei verschiedene Formen von Fragestellungen, welche von offenen Fragen, also ohne Vorgabe jeglicher Antwortmöglichkeiten, bis hin zu einer Art Abstimmung über die Höhe des Wertes der Risikoreduktion reichen. Üblicherweise wird den Teilnehmern innerhalb solcher Befragungen jedoch ein Preis vorgegeben, welcher bei Akzeptanz der Teilnehmer sukzessive soweit erhöht wird, bis ihn die Teilnehmer ablehnen. Der zuletzt noch akzeptierte Wert entspricht der jeweiligen Zahlungsbereitschaft des Teilnehmers für die offerierte Risikoreduktion (ELVIK 2016: S. 3).

Das Verfahren der Kontingenten Bewertung wird allerdings seit geraumer Zeit von zahlreichen Autoren scharf kritisiert. HAUSMAN (2012: S. 43) bezeichnet die Kontingente Bewertung sogar als hoffnungslos und führt weiter aus, dass sich manch schlechte Idee in der Ökonomie erstaunlich lange hält (HAUSMAN 2012: S. 54). Zentrale Kritikpunkte an der Kontingenten Bewertung sind die hypothetische Verzerrung<sup>5</sup>, Übertreibung der Zahlungsbereitschaften, die großen Unterschiede zwischen den ermittelten Werten für die Zahlungs- (WTP, willingness to pay)

<sup>3</sup> Siehe hierzu z.B. BOARDMAN et al. (2001: S. 373 – 402).

<sup>4</sup> In der Literatur existieren verschiedene Kategorisierungen der Methoden (z.B. BAHAMONDE-BIRKE et al. 2013: 269 f.; HENSHER 2010, S. 738; SMALL 2012: S. 9).

<sup>5</sup> Die hypothetische Verzerrung tritt nach HAUSMAN (2012: S. 44) auf, wenn Befragte Entscheidungen treffen müssen, für die keine Erfahrungswerte vorliegen und die beschriebene Situation vergleichsweise abstrakt ist. Dies führt in der Folge regelmäßig zu Diskrepanzen zwischen der geäußerten Entscheidung einer Person und der Entscheidung, die in einer realen Situation getroffen würde.



Studie	Land	VSL (in Mio US\$) <sup>a</sup>
MON et al. (2018)	Myanmar	0,14
GHADI et al. (2016)	Jordanien	0,38
ABDALLAH et al. (2016)	Ägypten	0,33 – 0,47
HADDAK (2016)	Frankreich	N/A
YANG et al. (2016)	China	für Autofahrer: 0,59 für andere: 0,51
MOFADAL et al. (2015)	Sudan	für Fußgänger: 0,02 und 0,10
AINY et al. (2014)	Iran	0,47
LE et al. (2011)	Singapur	1,44 – 3,29

<sup>a</sup> Die Werte entstammen den jeweiligen Studien und wurden bei Bedarf in US\$ umgerechnet (Ägypten: 17,89 LE/US\$; Iran: 42 736,00 IRR/US\$)

Tab. 2-1: Übersicht über aktuelle Studien der Kontingenten Bewertung zum VSL

und die Akzeptanzbereitschaft (WTA, willingness to accept) sowie der Einbettungseffekt<sup>6</sup> (HAUSMAN 2012: S. 43). Des Weiteren besteht grundsätzlich die Gefahr, dass Antworten auf Fragen nach einem konkreten (Euro-)Wert für die eigene Zahlungsbereitschaft spontan erfunden werden (HAUSMAN 2012: S. 43–47).

Eine Recherche zu aktuellen CV-Studien offenbart lediglich noch eine vereinzelt Anwendung der CV-Methode zur VSL-Bestimmung. Eine Auswahl der durchgeführten Studien seit 2011 ist in Tabelle 2-1 aufgeführt. Die Studien werden geordnet nach dem Land, in dem sie durchgeführt wurden, beschrieben (siehe Tabelle 2-1).

### Myanmar

MON et al. (2018: S. 24) ist eine der neusten Studien, die vom CV-Ansatz Gebrauch macht. Die Autoren ermitteln für Myanmar einen durchschnittlichen VSL von 135.712 US\$. Dafür wurden 1.222 Teilnehmer – darunter Krad- und Autofahrer sowie Busfahrgäste – im Rahmen von Face-to-Face Interviews nach ihrer Zahlungsbereitschaft zur Reduzierung des Risikos tödlich zu verunglücken befragt. Die Autoren nutzten hierfür die Zahlungskartenmetho-

de. Bei dieser Methode wird den Probanden eine Auswahl an Zahlungsbereitschaftswerten vorgegeben, unter denen sie den für sie zutreffenden Zahlenwert auswählen sollen (MON et al. 2018: S. 21). Die Zahlungsbereitschaften für die Motorradfahrer wurden im Kontext eines hypothetischen Helmneukaufs, die der Autofahrer im Kontext eines eingebauten Geschwindigkeitskontrollsystems und die der Busfahrgäste im Kontext verschiedener Sicherheitsaspekte bezüglich des Busses und des Fahrers erfasst (MON et al. 2018: S. 21). Die Autoren stellen fest, dass die individuelle Zahlungsbereitschaft über zahlreiche soziodemografische Eigenschaften der Befragten variiert (MON et al. 2018: S. 18).

### Jordanien

GHADI et al. (2016) nutzen in ihrer Studie ebenfalls den CV-Ansatz zur Ermittlung der Zahlungsbereitschaften. Neben dem Ziel, die Gesamt- und Stückkosten von Verkehrsunfällen in Jordanien während der Jahre 2011 bis 2013 unter Verwendung des Humankapitalansatzes zu ermitteln, dient diese Studie auch der Schätzung des VSL über den Zahlungsbereitschaftsansatz. Dazu wurde eine Umfrage mit 411 Teilnehmern durchgeführt, von denen zunächst persönliche Informationen wie Alter, Geschlecht, Bildungsniveau, Beruf und monatliches Einkommen erhoben wurden (GHADI et al. 2016: S. 132). Die darauf folgenden Fragen untersuchten, wie viel die Probanden im Jahr zu zahlen bereit wären, um ihr Risiko, bei einem Autounfall zu sterben, um verschiedene Prozentsätze (20 % und 50 %) zu reduzieren (ebd.). Aus der Untersuchung resultiert ein VSL von 376.387 US\$ (GHADI et al. 2016: S. 132).

<sup>6</sup> Vergleicht man beispielsweise die geäußerte Zahlungsbereitschaft für eine separat zu bewertende Maßnahme mit der anteiligen Zahlungsbereitschaft für dieselbe Maßnahme als Teil eines Maßnahmenpakets, so zeigen sich teilweise starke Inkonsistenzen. Dieses Phänomen wird nach HAUSMAN (2012: S. 47) unter den Begriff Einbettungseffekt gefasst.

## Ägypten

Auch in Ägypten nutzen ABDALLAH et al. (2016) zur Schätzung der Unfallkosten Zahlungsbereitschaften. Zur Bestimmung dieser werden sowohl Wahlexperimente als auch die Kontingente Bewertung eingesetzt (ABDALLAH et al. 2016: S. 10). Die Daten wurden in einer Umfrage mit 431 Probanden erhoben (ebd.). Im ersten Teil der Befragung wurden die Probanden mittels der CV in zwei Szenarien direkt nach ihrer Zahlungsbereitschaft für eine Risikoreduzierung befragt (ABDALLAH et al. 2016: S. 10). Das Fragebogenkonzept basiert auf den Studien von JONES-LEE et al. (1985) und LE et al. (2011) und wurde vereinzelt modifiziert (ABDALLAH et al. 2016: S. 13). Der verwendete Fragebogen ist in drei Teile untergliedert. Der erste Teil erfragt persönliche Informationen (Fragen zu Fahrzeugbesitz, Alter, Einkommen). Der zweite Teil bezieht sich auf Wahrnehmungsfragen zur Prüfung des Verständnisses des Risikokonzeptes. Probanden mit Fehlinterpretationen wurden von der Analyse ausgeschlossen. Im dritten Teil folgen die zentralen Bewertungsfragen. Die Fragen umfassen zwei Optionen – Verringerung des Sterberisikos um 30 % oder 50 % – zu denen jeweils die Zahlungsbereitschaften pro Jahr und pro Tag erhoben wurden (ABDALLAH et al. 2016: S. 14). Die Umfragen erfolgten zumeist als persönliche Feldbefragungen und wurden zusätzlich durch Kurzinterviews in Hochschulen, Einkaufszentren und im Internet (Facebook-Gruppen) ergänzt. Die große Spanne des aus der CV resultierenden VSL von 5.957.600 LE – 8.433.033 LE (333.625 US\$ – 472.250 US\$) wird dem Unvermögen der Befragten, kleine Wahrscheinlichkeiten einzuordnen, zugeschrieben (ABDALLAH et al. 2016: S. 15).

## Frankreich

HADDAK (2016) bewertet unter Verwendung der CV-Methode die Risikoreduktion von nicht-tödlichen Verletzungen im Straßenverkehr in Frankreich. Zu diesem Zweck wurde im Jahr 2012 im französischen Verwaltungsbezirk Rohne eine Befragung von Personen über 18 Jahren durchgeführt (HADDAK 2016: S. 293). Die Befragung erfolgte per Telefoninterview mit 2.216 zufällig ausgewählten Einwohnern des Verwaltungsbezirks. Die Teilnehmer wurden dabei aufgefordert, sich vorzustellen, einen finanziellen Beitrag zur Umsetzung eines Projekts zur Verbesserung der Sicherheit der Verkehrsteilnehmer in ihrem Bezirk leisten zu müssen

(HADDAK 2016: S. 295). Aus vier Projekten mit variierendem Grad der Verletzungsschwere wurde den Probanden jeweils eines per Zufallsauswahl vorgestellt, zu welchem ihre Mitwirkungsbereitschaft an der Umsetzung erfragt wurde. Eine explizite Berechnung des VSL erfolgte nicht. Stattdessen prüft der Autor, wie der Einfluss der soziodemografischen Variablen auf die Zahlungsbereitschaft ist. Auffällig ist an den Ergebnissen, dass die Teilnehmer im Vergleich zu tödlichen Verletzungen bereit sind, einen höheren Beitrag zur Vermeidung von Unfällen mit schwerwiegenden Folgen zu leisten (HADDAK 2016: S. 299).

## China

Um den VSL in der Stadt Nanjing (China) zu schätzen, führten YANG et al. (2016) 2 857 Face-to-Face-Gespräche in verschiedenen Stadtbezirken durch (YANG et al. 2016: S. 308). Dabei erfolgte eine Unterteilung in Auto- und Nicht-Autofahrer. Die Befragten wurden zunächst mit Hintergrundinformationen und dem Zweck der Umfrage vertraut gemacht. Außerdem wurden sie über die Unfall- und Todesrate in der Stadt informiert (YANG et al. 2016: S. 311). Darüber hinaus erfolgte eine Beschreibung möglicher Sicherheitsmaßnahmen, die zu einer Verringerung des Todesrisikos beitragen sollen. Um das Problem der Beurteilung kleiner Wahrscheinlichkeiten zu umgehen, wurde stattdessen die durchschnittliche Todesfallzahl pro Jahr verwendet. Im Fortlauf des Interviews wurden die Probanden dazu aufgefordert, ihre Entscheidungen in einer Reihe hypothetischer Situationen zu äußern. Dabei wurden die Probanden gefragt, ob sie bereit wären, einen bestimmten Geldbetrag für eine Sicherheitsverbesserung zu zahlen, um mit einer geringeren Anzahl an Todesfällen pro Jahr konfrontiert zu sein. Im Ergebnis ermitteln die Autoren einen VSL von 3.729.493 RMB (586.610 US\$) für Autofahrer und 3.281.283 RMB (505.318 US\$) für Nicht-Autofahrer (YANG et al. 2016: S. 314).

## Sudan

MOFADAL et al. (2015) nutzen den CV-Ansatz zur VSL-Bestimmung für Fußgänger im Sudan. Dazu wurden im Jahr 2013 Face-to-Face-Interviews mit 1 400 Probanden in zwei sudanesischen Städten durchgeführt (MOFADAL et al. 2015: S. 203). Um das Problemverständnis der Teilnehmer zu erhöhen, wurden Bilder von Fußgängerschutzeinrichtungen, wie Fußgängerbrücken oder Gehsteigen

gezeigt. Sogenannte Gridkarten dienen zur Visualisierung der Risikoreduzierung. Hierbei wird die Höhe des Risikos über die Anzahl an ausgefüllten Quadraten auf der Gridkarte dargestellt. Die Zahlungsbereitschaften wurden über die Zahlungskartenmethode abgefragt. Im Ergebnis erhalten Mofadal et al. (2015) eine Spannweite des VSL von 19.000 – 101.000 US\$ (MOFADAL et al. 2015: S. 207).

### Iran

Um die Kosten für Verkehrsverletzte und den VSL für Iran im Jahr 2013 zu berechnen, nutzten auch AINY et al. (2014) die Zahlungsbereitschaftsmethode. Dazu wurde eine Befragung von 846 Verkehrsteilnehmern per Fragebogen durchgeführt (AINY et al. 2014: S. 1). Im Vorfeld der Befragung erfolgte eine kurze persönliche Erläuterung (AINY et al. 2014: S. 3). Die Fragen zur Zahlungsbereitschaft für verschiedene Personengruppen wie Fußgänger, Fahrzeuginsassen, Fahrzeugführer und Motorradfahrer, erstrecken sich über verschiedene Szenarien. Im Ergebnis schätzen AINY et al. (2014) einen VSL von 19,7 Mrd. IRR (470.000 US\$) (AINY et al. 2014: S. 1).

### Singapur

LE et al. (2011) bestimmen für Singapur erstmals den VSL unter Verwendung des Zahlungsbereitschaftsansatzes. Sie führten dazu Befragungen unter mehr als 4.000 Personen mittels Haushaltsinterviews und zusätzlichen Kurzinterviews in Hochschulen und Einkaufszentren durch. Methodisch baut die Arbeit von Le et al (2011) auf denen von de BLAEIJ et al. (2003) aus den Niederlanden und RIZZI und ORTÚZAR (2003) sowie HOJMAN et al. (2005) aus Chile auf. Die Umfrageteilnehmer wurden zunächst mittels der CV-Methode aufgefordert, ihre Zahlungsbereitschaft für eine Risikoreduktion anzugeben (LE et al. 2011: S. 3). Des Weiteren nutzten LE et al. (2011) in ihrer Untersuchung auch die SC-Methode zur VSL-Bestimmung. Der CV-Fragebogen wurde lediglich Autofahrern und Motorradfahrern vorgelegt (LE et al. 2011: S. 4), sodass nur insgesamt 1.549 der über 4.000 Teilnehmer diesen Teil des Fragebogens beantworteten. Die Autoren überprüften das Risikoverständnis der Probanden und schlossen diejenigen mit fehlenden Kenntnissen von der Analyse aus. Die Zahlungsbereitschaft für die Verringerung des Risikos wurde mittels zweier Szenarien ermittelt – Option A mit einer Risikoredu-

zierung um 50 % und Option B mit einer Risikoreduzierung um 20 % pro Jahr. Auch wurde überprüft, ob sich durch Angabe der Zahlungsbereitschaft pro Tag Änderungen in der Bewertung ergeben (LE et al. 2011: S. 5). Im Ergebnis schätzen LE et al. (2011) VSL-Werte von 1,44 Mio. US\$ für Option A und 3,29 Mio. US\$ für Option B (LE et al. 2011: S. 6). Hierbei wurde von den Autoren angemerkt, dass die Befragten zwar bereit waren, für eine Verringerung des Risikos zu zahlen, jedoch nicht in der Lage waren, zwischen geringen Unfallwahrscheinlichkeiten zu unterscheiden. Dies führte zu einer großen Bandbreite der VSL-Werte für die beiden Szenarien (LE et al. 2011: S. 15). Die mittels SC-Methode bestimmten VSL-Werte belaufen sich für Autofahrer auf 1,9 Mio. US\$ und für Motorradfahrer auf 1,7 Mio. US\$ (LE et al. 2011: S. 12).

### Diskrete Wahlmodelle

Bei diesem Ansatz zur Ermittlung der Zahlungsbereitschaften werden die Befragten aufgefordert, aus einer Menge hypothetischer Alternativen diejenige auszuwählen, die ihnen den höchsten Nutzen verspricht. Mittels der Diskreten Wahlmodellierung werden Nutzenfunktionen geschätzt, die als Grundlage zur Bestimmung des individuellen Austauschverhältnisses zwischen den interessierenden Attributen dienen. Bei der Bestimmung des Wertes der Risikoreduktion (VRR) handelt es sich einerseits um ein das Verletzungs- bzw. Todesrisiko widerspiegelnde Attribut und zum anderen um das die monetäre Komponente beschreibende Attribut der Nutzenfunktion. Die Teilnehmer selbst müssen hier also keine direkte Auskunft über die Höhe ihrer Zahlungsbereitschaft geben (ELVIK 2016: S. 3).

Die vorgeschlagenen Alternativen sollten, auch wenn sie konstruiert sind, die Entscheidungssituation möglichst realistisch beschreiben. Hierzu werden neben dem Unfallrisiko und den Kosten üblicherweise weitere die Alternative beschreibenden Attribute einbezogen. Regelmäßig werden zur Bestimmung des Wertes der Risikoreduktion Routenwahlexperimente durchgeführt (siehe z. B. HENSHER et al. 2009; RIZZI und ORTÚZAR 2003 oder FLÜGEL et al. 2015). RIZZI und ORTÚZAR (2003) heben zwei entscheidende Vorteile von Routenwahlexperimenten im Straßenverkehr hervor: Erstens sind die Alternativen in einem Routenwahlexperiment vom gleichen Risikotyp. Wenn also beim Befragten, aus welchen Gründen auch immer, das subjektive Risiko vom objektiven Risiko abweicht,



Studie	Land	VSL (in Mio US\$) <sup>a</sup>
RIZZI und ORTÚZAR (2003)	Chile	0,38 – 1,3
IRAGÜEN und ORTÚZAR (2004)	Chile	0,27 – 0,3
HOJMAN et al. (2005)	Chile	Route 68: 0,15 – 0,28 Route 5: 0,19 – 0,31
HENSHER et al. (2009)	Australien	Innerstädtisch: 4,59 Ländlich: 4,52
HENSHER et al. (2011)	Australien	Stadtstraßen: 3,8 Ländlich: 3,0 (Fußgänger)
ANTONIOU (2013)	Griechenland	Innerstädtisch: 3,0 Ländlich: 5,4
VEISTEN et al. (2013)	Norwegen	6,8 – 17,8
NIROOMAND und JENKINS (2016)	Nord-Zypern	2,4
ANTONIOU und KOSTOVASILIS (2017)	Griechenland	2,89 – 4,16

<sup>a</sup> Die Werte entstammen den jeweiligen Studien und wurden bei Bedarf in US\$ umgerechnet (Australien: 1,39 AU\$/US\$; Griechenland: 0,87 €/US\$; Norwegen: 8,46 NOK/US\$)

Tab. 2-2: Übersicht über aktuelle Stated Choice Studien zum VSL

dann wirkt diese Abweichung zumindest für die vorliegenden Alternativen in dieselbe Richtung. Dies ist bei einer Verkehrsmittelwahl nicht zwangsläufig gegeben. RIZZI und ORTÚZAR (2003: S. 10) führen hierzu an, dass je nach Verkehrsmittel die Möglichkeit, den Transportvorgang eigenständig zu beeinflussen, variiert und die Reisenden deshalb mal mehr und mal weniger das Gefühl haben, das Risiko eines Unfalls beeinflussen zu können. Zweitens sind Unfälle im Straßenverkehr regelmäßig wiederkehrende Ereignisse. Sie sind damit keine sehr seltenen und in ihrer äußeren Wahrnehmung stark hervortretenden Katastrophen, wie beispielsweise Schiffs- oder Flugzeugunglücke. Die Routen können je nach gewähltem Detaillierungsgrad mit zahlreichen Attributen beschrieben werden. Eine weitere bedeutende Einflussgröße auf die Routenwahl ist neben den bereits genannten Attributen die Reisezeit. Der Vorteil der Methode der Wahlexperimente gegenüber der Kontingenten Bewertung besteht darin, dass dem Probanden detaillierte Informationen zu den Alternativen zur Verfügung gestellt werden können.<sup>7</sup> Außerdem wird im Wahlexperiment durch die bloße Auswahl zwischen den vorgeschlagenen Alternativen im Vergleich zur Kontingenten Bewertung die Komplexität der Aufgabe für die Befragten reduziert.

Tabelle 2-2 zeigt eine Auswahl von Studien zum VSL, in denen die Methode der Diskreten Wahlmo-

dellierung genutzt wird. Die Studien werden nachfolgend geordnet nach dem Land, in dem sie durchgeführt wurden, vorgestellt. Hierbei erfolgt eine Beschränkung auf Studien, die sich ausschließlich mit dem Straßenverkehr auseinandersetzen. Daneben existieren auch Studien, welche die Risikoreduzierung bei anderen Verkehrsträgern untersuchen, wie z. B. MOLIN et al. (2017) oder CARLSSON et al. (2002).

### Chile

RIZZI und ORTÚZAR (2003) sind die ersten Autoren, die in ihrer Studie zur Bewertung von Verkehrssicherheit den Stated Choice Ansatz in der heute bekannten Form nutzen. Neben der Reisezeit und der Mautgebühr wird von ihnen die jährliche Unfallrate als Risikovariablen verwendet. Die 342 Teilnehmer des Experimentes erhielten entsprechend ihrer bisherigen Fahrerfahrung den Fragenbogen entweder für das hypothetische Szenario des täglichen Arbeits- oder Freizeitwegs am Wochenende. Die Fragebogen wurden persönlich ausgegeben, die Interviews jedoch nicht Face-to-Face durchgeführt. Die Referenzstrecke für alle Routenalternativen innerhalb des Experimentes bildet die Route 68. Es handelt sich dabei um die meistbefahrene Strecke in Chile mit einem durchschnittlichen Verkehrsaufkommen von 125.000 Fahrzeugen pro Tag.

Alle Teilnehmer mussten innerhalb eines Jahres vor der Befragung diese Strecke mindestens einmal befahren haben. Anderenfalls wurden die Personen von der Befragung ausgeschlossen, da in diesem Fall eine adäquate Übertragung der Streckencharakteristika der Route 68 auf das Szenario des Ex-

<sup>7</sup> Detaillierte Beschreibungen der Situation ermöglichen es, das Risiko im Kontext der übrigen Routenattribute zu bewerten (NAUDE et al. 2015: S. 16).

perimentes nicht gewährleistet gewesen wäre. Weiterhin sollten die Teilnehmer selbst aktive Fahrzeugführer sein, da sie letztlich auch diejenigen sind, welche für die Fahrt- bzw. Mautkosten aufkommen müssen (RIZZI und ORTÚZAR 2003: S. 10). Das eigentliche Ziel der Befragung wurde im Hinblick auf die ansonsten zu starke Sensibilisierung der Teilnehmer für das Thema Verkehrssicherheit verschleiert. Stattdessen setzen die Autoren das Experiment in den Kontext von Wartungsarbeiten (RIZZI und ORTÚZAR 2003: S. 10). Als Orientierungspunkt für das Unfallrisiko wurden die Teilnehmer zu Beginn der Befragung über die Anzahl der Unfälle mit Todesfolge auf dieser Strecke im Jahr 1997 informiert. Die Befragung selbst fand in den Jahren 1999 und 2000 statt.

Die Autoren schätzen verschiedene binäre Logit-Modelle unter Berücksichtigung soziodemografischer Variablen und lexikografischer Antworten<sup>8</sup>. Der ermittelte VSL beläuft sich, je nach Modellspezifikation, auf Werte zwischen rund 1,3 Mio. US\$ (binäres Logit-Modell) und rund 380.000 US\$ (binäres Logit-Modell unter Ausschluss lexikografischer Antworten) (RIZZI und ORTÚZAR 2003: S. 15).

RIZZI und ORTÚZAR (2003) merken im Fazit ihrer Untersuchung an, dass unter Berücksichtigung des Einbettungseffektes neben der Anzahl der Todesfälle auch die Anzahl der Verletzten zur Beschreibung der Alternativen genutzt werden sollte. Es ist anzunehmen, dass die Teilnehmer, wird ihnen lediglich die Zahl der tödlichen Unfälle im Experiment vermittelt, implizit auf eine ebenso hohe Zahl an Unfällen mit Verletzten schließen und sich dies letztlich in einer überhöhten Zahlungsbereitschaft für vermiedene Todesfälle niederschlägt.

IRAGÜEN und ORTÚZAR (2004) führten im Jahr 2002 eine Onlinebefragung zur Zahlungsbereitschaft für die Risikoreduzierung eines tödlichen Verkehrsunfalls mit 320 Teilnehmern durch. Da im Referenzgebiet der Metropolregion Santiago de Chile nicht auf allen Strecken eine Maut erhoben wird, approximieren die Autoren die Fahrtkosten über die Betriebs- und Wartungskosten der Pkw (IRAGÜEN und ORTÚZAR 2004: S. 515). Zur Einführung in die Experimentsituation beschrieben die Autoren die

wichtigsten Gegebenheiten des Szenarios unter Zuhilfenahme einer fotografischen Darstellung einer Stadtstraße. Die Routenalternativen werden durch die Attribute Reisezeit, Reisekosten und Anzahl der tödlichen Unfälle pro Jahr charakterisiert.

Die Autoren schätzen Logit-Modelle unter Berücksichtigung linearer bzw. nicht-linearer Nutzenfunktionen. Der VSL variiert dabei zwischen rund 300.9000 US\$ (Logit-Modell mit lexikografischen Antworten) und 270.000 US\$ (Mixed-Logit-Modell mit lexikografischen Antworten) (IRAGÜEN und ORTÚZAR 2004: S. 522).

HOJMAN et al. (2005) betrachten in ihrer Untersuchung Unfälle mit Verletzten und Toten gleichermaßen. Sie befragen insgesamt 500 Personen, welche im Jahr zuvor die Route 68 oder die Route 5 in Chile befahren haben. Entsprechend ihrer Referenzroute werden die Befragten mit einem bestimmten Szenario im Experiment konfrontiert. Die Autoren weisen darauf hin, dass die Verknüpfung der hypothetischen Szenarien mit tatsächlich existierenden Referenzrouten notwendig ist, damit die Teilnehmer ihre persönliche Risikoeinschätzung der letzten Fahrt auf das Experiment übertragen können. Sie verzichten im Experiment bewusst auf die Angabe von Unfall- bzw. Verletzungswahrscheinlichkeiten, sondern stützen sich ausschließlich auf das subjektive Risikoempfinden, welches sich die Teilnehmer sowohl aufgrund ihrer eigenen Erfahrung als auch aufgrund der gegebenen absoluten Verletzungszahlen bilden. HOJMAN et al. (2005) begründen dies damit, dass die Verkehrsteilnehmer üblicherweise kein Erfassungsvermögen für die objektive Wahrscheinlichkeit eines Unfalls aufweisen, sondern viel mehr ein subjektives Empfinden besitzen, welches sich aus der eigenen Fahrerfahrung auf der entsprechenden Strecke und möglicherweise auch durch eine mediale Berichterstattung, üblicherweise mit Angaben absoluter Todes- oder Verletzungszahlen, ergibt.<sup>9</sup> Allerdings werden den Teilnehmern die aktuellen Unfallzahlen sowie das jährliche Verkehrsaufkommen auf den Routen mitgeteilt (HOJMAN et al. 2005: S. 380), womit die Wahrscheinlichkeiten letztlich implizit in den vermittelten Informationen enthalten sind.

Die Befragung wurde online durchgeführt. Die Routenalternativen sind durch die Attribute Reisezeit, Mautgebühr, Getötete und Schwerverletzte beschrieben. Die Auswertung erfolgte wiederum durch ein Logit-Modell. Im Ergebnis liegt der VSL für die Route 68 je nach Modellspezifikation zwischen 280.000 US\$ (ohne Ausschluss lexikografischer

<sup>8</sup> Siehe dazu Kapitel 2.4.2.

<sup>9</sup> Für eine ausführliche Diskussion der zu nutzenden Risiko- maße siehe Kapitel 2.4.3.

Antworten) und 150.000 US\$ (bei Ausschluss aller vermuteter lexikografischer Antworten). Der VSL für die Route 5 liegt mit Werten zwischen 310.000 US\$ (Ausschluss der Antworten, welche nachweislich lexikografisch waren) und rund 190.000 US\$ (Ausschluss aller vermuteten lexikografischen Antworten) auf einem leicht höheren Niveau (HOJMAN et al. 2005: S. 382–383). Die Autoren weisen darauf hin, dass die VSL-Werte nach oben verzerrt sein können, da der Pkw-Besitz in Chile im Vergleich zu Europa relativ gering ist und Fahrzeuge demnach vorrangig im Besitz von Personen mit höheren Einkommen sind (HOJMAN et al. 2005: S. 381). Die von HOJMAN et al. (2005) bestimmten Werte für den VSL auf der Route 68 unterschreiten die Werte von RIZZI und ORTÚZAR (2003) für dieselbe Strecke deutlich. Eine mögliche Erklärung hierfür ist die Vermeidung des Einbettungseffektes in der Studie von HOJMAN et al. (2005) durch die Berücksichtigung von Toten und Verletzten.

### Australien

In ihrer Untersuchung zum Wert der Risikoreduktion für Pkw-Insassen berücksichtigen HENSHER et al. (2009) verschiedene Straßenkategorien. Von den 213 Befragten durchliefen 142 das Experiment im hypothetischen Szenario einer Stadtfahrt (Sydney). Die übrigen Probanden sollten eine Überlandfahrt (ländliches Gebiet, Bathurst) betrachten. Neben den Attributen Reisezeit (differenziert nach Verkehrsdichte), Fahrzeugbetriebskosten und Mautgebühr unterscheiden die Autoren die Unfallfolgen in getötet, schwerverletzt, verletzt mit Krankenhausaufenthalt und leichtverletzt. Darüber hinaus werden die Routenalternativen zusätzlich durch Geschwindigkeitsbegrenzungen auf der Strecke und die Anzahl an Geschwindigkeitsüberwachungskameras charakterisiert. Die Datenerhebung wurde in Form einer Face-to-Face-Befragung durchgeführt.

Ähnlich zum Vorgehen von HOJMAN et al. (2005) wird den Teilnehmern das Unfallrisiko für die Routenalternativen in Form absoluter Verletztenzahlen präsentiert. HENSHER et al. (2009) verzichten jedoch auf die zusätzliche Angabe des jährlichen Verkehrsaufkommens und begründen dies damit, dass zur Bildung des subjektiven Risikoempfindens lediglich die absoluten Unfallzahlen auf den Referenzstrecken genügen würden.

Die Autoren schätzen mithilfe von Mixed-Logit-Modellen VSL-Werte von 6,4 Mio. AU\$ (4,59 Mio. US\$)

für das städtische Gebiet und 6,3 Mio. AU\$ (4,52 Mio. US\$) für das ländliche Gebiet (HENSHER et al. 2009: S. 705). Im Gegensatz dazu unterscheiden sich die ermittelten Werte für einen Schwerverletzten deutlich zwischen den beiden Straßenkategorien. So liegt der Wert für Stadtstraßen mit 310.000 AU\$ (222 487 US\$) deutlich über dem der Landstraßen mit 194.000 AU\$ (139.234 US\$).

HENSHER et al. (2011) wiederholen ihr Vorgehen für die Pkw-Insassen in einer separaten Studie für Fußgänger. Die Teilnehmer konnten im Experiment dabei zwischen zwei Fußwegen an Straßen mit jeweils unterschiedlichen Charakteristika wählen, welche auch schematisch dargestellt wurden. Die Kosten der Fußwegstrecke wurden dabei über monatliche Mieterhöhungen an angrenzenden Häusern approximiert. Die dargestellten Unfallzahlen sind verletzte und getötete Fußgänger. Die Autoren ermitteln einen VSL in Höhe von 5,3 AU\$ (3,8 Mio. US\$) für Stadtstraßen und 4,2 Mio. AU\$ (3,0 Mio. US\$) für Straßen außerhalb der Stadt.

### Griechenland

ANTONIOU (2013) untersucht in seiner Studie ebenfalls die Zahlungsbereitschaft für Risikoreduktion auf Stadt- und Landstraßen. Die insgesamt 100 Teilnehmer durchlaufen im Gegensatz zu HENSHER et al. (2009) das Wahlexperiment sowohl im hypothetischen Szenario einer Stadt- als auch einer Landstraße. Die Routenalternativen werden durch die Attribute Fahrtzeit, Kosten und Unfallrisiko definiert, wobei letzteres durch die Angabe der getöteten Personen beschrieben wird. Den Teilnehmern wurde im Vorfeld der Wahlexperimente mitgeteilt, wie hoch der durchschnittliche tägliche Verkehr auf den Strecken des entsprechenden Szenarios ist. Allen Teilnehmern steht damit implizit ein objektives Maß zur Risikoeinschätzung zur Verfügung.

Innerhalb der Wahlexperimente treffen die Teilnehmer im Gegensatz zu den vorangegangenen Studien keine explizite Auswahl zwischen zwei Routen, sondern bekunden ihre Präferenz für die Alternativen anhand einer siebenstufigen Likert-Skala<sup>10</sup>. Auch hinsichtlich des Modells unterscheidet sich

<sup>10</sup> Es handelt sich hierbei um eine mehrstufige Antwortskala, mithilfe derer Studienteilnehmer bestimmten im Experiment auftretenden Aussagen mehr oder weniger stark zustimmen bzw. diese ablehnen können.

die Studie von ANTONIOU (2013) von den übrigen. Er nutzt ein Ordered Probit-Modell zur VSL-Bestimmung. Im Ergebnis erhält er einen Wert von 2,6 Mio. € (3,0 Mio. US\$) für Stadtstraßen und 4,7 Mio. € (5,4 Mio. US\$) für Landstraßen. Der Autor begründet die höhere Wertschätzung für die Vermeidung von tödlichen Unfällen auf Landstraßen damit, dass die Teilnehmer das Risiko auf einer Landstraße zu verunfallen generell höher einschätzen, auch wenn dies nicht notwendigerweise dem objektiven Risiko entspricht (ANTONIOU 2013: S. 31).

ANTONIOU (2013) prüft zudem den Einfluss der Unfallererfahrung der Teilnehmer auf die Auswahlentscheidungen im Experiment. Er stellt fest, dass Teilnehmer, welche in städtischen Gebieten bereits als Fahrer in einen Verkehrsunfall involviert waren, mit höherer Wahrscheinlichkeit die risikoreichere Route wählen. Dem gegenüber entscheiden sich Teilnehmer, welche bereits über Unfallererfahrung in städtischen Gebieten als Beifahrer verfügen, häufiger für die sicherere Variante. Dies liegt vermutlich daran, dass unfallererfahrene Pkw-Fahrer die eigenen Folgen von Verkehrsunfällen in Städten (aufgrund geringerer Geschwindigkeiten) als weniger schwerwiegend einschätzen. Außerdem sind sie gegenüber Beifahrern dahingehend im Vorteil, als dass sie einen bevorstehenden Unfall eher erkennen und das Geschehen beeinflussen können (ANTONIOU 2013: S. 38).

ANTONIOU und KOSTOVASILIS (2017) untersuchen, in welchem Maß Informationen über die Verkehrssicherheit das Risikoempfinden der Befragten beeinflussen können. Die insgesamt 94 Teilnehmer durchlaufen dabei zwar dieselbe Befragung, allerdings wurde der Hälfte der Befragten im Vorfeld eine positive Sicht auf die Entwicklung der Unfallzahlen und der Verkehrssicherheit in Griechenland vermittelt. Der anderen Hälfte der Befragten wurde ein eher negativer Ausblick gegeben. In den Ergebnissen des Probit-Modells ist ein deutlicher Unterschied zwischen beiden Gruppen auszumachen. Der Wert für den VSL liegt unter positiver Sicht bei 2,5 Mio. € (2,89 Mio. US\$) und unter negativer Sicht bei 3,6 Mio. € (4,16 Mio. US\$).

### Norwegen

VEISTEN et al. (2013) ermitteln den VSL auf Grundlage einer zweistufigen Internetbefragung von 2.342 Personen. In der ersten Stufe beantworteten die Teilnehmer vorrangig Fragen, die der Bestimmung des Reisezeitwertes sowie Komfort- und Zuverlässig-

keitseinflüssen der jeweiligen Verkehrsmittel dienen. Innerhalb der zweiten Befragungswelle, an welcher lediglich Pkw-Fahrer teilnahmen, folgten die Wahlexperimente zur Bewertung von Sicherheit (VEISTEN et al. 2013: S. 55). Die Routen sind über die Reisezeit, die Fahrtkosten sowie die Zahl Schwerverletzter und Getöteter charakterisiert. Beide Verletzungsklassen werden allerdings im Experiment zu einer Angabe zusammengefasst.

Die Autoren verknüpfen die Ausprägung der Unfallzahlen mit einem Referenzverkehrsaufkommen, um einen Bezug zur letzten Fahrt der Teilnehmer herzustellen. Da ihnen keine konkreten Informationen zu den zuletzt befahrenen Strecken der Teilnehmer vorlagen, wiesen sie den Befragten auf Basis der Einwohnerzahl ihres Wohnortes eines von drei Verkehrsaufkommen zu. Für diesen Referenzwert konnten die Unfallraten aus der offiziellen Statistik ermittelt werden. Die Unfallzahlen für die Alternativen wurden letztlich in Abhängigkeit der Länge der letzten Fahrt, dem Verkehrsaufkommen und der dazugehörigen Unfallrate bestimmt (VEISTEN et al. 2013: S. 54).

In der Darstellung der Attributausprägungen orientieren sich die Autoren an RIZZI und ORTÚZAR (2003) und verzichten auf die explizite Aufführung des objektiven Risikos zugunsten der Angabe absoluter Unfallzahlen. Sie begründen ihr Vorgehen damit, dass innerhalb von SP-Analysen, wie bspw. hedonische Preisanalysen, ebenfalls angenommen wird, dass die Teilnehmer das Risiko korrekt einschätzen (VEISTEN et al. 2013: S. 53).

VEISTEN et al. (2013) schätzen den VSL unter Nutzung von Mixed-Logit-Modellen. Die Modellergebnisse variieren dabei zwischen 151 Mio. NOK (17,8 Mio. US\$, ohne Ausschluss lexikografischer Antworten) und 57,8 Mio. NOK (6,8 Mio. US\$, mit Ausschluss lexikografischer Antworten).

### Nord-Zypern

NIROOMAND und JENKINS (2016) orientieren ihr methodisches Vorgehen stark an HENSHER et al. (2009). Sie untersuchen das Verhalten von 389 Teilnehmern in einer Face-to-Face-Befragung zur Routenwahl unter Berücksichtigung der Attribute Reisezeit, Betriebskosten des Fahrzeugs, Anzahl der Getöteten, Anzahl der Verletzten, zulässige Höchstgeschwindigkeit und Anzahl von Geschwindigkeitsüberwachungskameras. Dabei schließen sie vor der weiteren Analyse jene Teilnehmer, die lexiko-



grafisches Verhalten aufwies, aus. Es verbleibt ein Stichprobenumfang von 374 Teilnehmern. Innerhalb der Wahlexperimente können die Teilnehmer nicht nur zwischen den beiden hypothetischen Streckenvarianten wählen, sondern sich darüber hinaus auch für ihre tatsächliche Referenzstrecke entscheiden. Die Schätzung der Ergebnisse mithilfe eines Mixed-Logit-Modells liefert einen VSL in Höhe von 2,1 Mio. € (2,4 Mio. US\$).

## 2.4 Besonderheiten in SC-Studien

Die folgenden Kapitel behandeln einige zentrale Besonderheiten von SC-Studien. Es wird hierbei auf hypothetische Entscheidungssituationen, lexikografisches Verhalten, Risikodarstellung und Visualisierungsmöglichkeiten eingegangen.

### 2.4.1 Hypothetische Entscheidungen

In SC-Studien sind Individuen typischerweise dazu aufgefordert, sich zwischen verschiedenen Alternativen (charakterisiert durch spezifische Eigenschaften) im Rahmen einer künstlichen Experimentersituation zu entscheiden. Ein bedeutender Vorteil der Experimente ist, dass das Verhalten in Entscheidungssituationen untersucht werden kann, welche in der Realität in dieser Form nicht existieren. Des Weiteren lassen sich die Rahmenbedingungen der Entscheidungssituation einfach kontrollieren. Im hypothetischen Charakter der Experimente liegt zugleich auch der größte Nachteil solcher Untersuchungen. Die auf diese Weise ermittelten Werte können einem hypothetischen Bias unterliegen. Ohne direkte Konsequenzen aus ihrer Entscheidung fürchten zu müssen, besteht u.U. ein geringer Anreiz für die Probanden, ihre Entscheidungen an ihrem tatsächlichen Verhalten in einer realen Situation auszurichten. Somit steht es den Probanden frei, sich anders als im realen Leben zu verhalten (HENSHER 2010: S. 735). Es sollte also, auch wenn die Methode der Wahlexperimente gegenüber der Kontingenten Bewertung verschiedene Vorteile aufweist, nicht außer Acht gelassen werden, dass es sich weiterhin um künstlich geschaffene Entscheidungssituationen handelt und natürlich auch hier die Gefahr einer Verzerrung der Zahlungsbereitschaften besteht. Dieses Problem wird allerdings in der Literatur im Vergleich zur Kontingenten Bewertung deutlich weniger diskutiert (HENSHER 2010: S. 740). Im Allgemeinen liefern SC-Studien im Ergebnis höhere Werte als ver-

gleichbare RC-Studien. Aus dem Bereich der Reisezeitbewertung ist jedoch auch bekannt, dass mittels Wahlexperimenten bestimmte Zahlungsbereitschaften für Zeiteinsparungen deutlich geringer ausfallen als solche, die auf Grundlage real beobachteter Entscheidungen geschätzt werden (ABRANTES und WARDMAN 2011: S. 12; SMALL 2012: S. 9; WARDMAN et al. 2016: S. 98; BROWNSTONE und SMALL 2005: S. 279). Bemerkenswerterweise wirkt die Ergebnisverzerrung aufgrund des hypothetischen Charakters der Wahlexperimente bei der Reisezeitbewertung genau in entgegengesetzter Richtung zum Bias der Kontingenten Bewertung, in der regelmäßig eine Überschätzung der Zahlungsbereitschaften beobachtet wird (HENSHER 2010: S. 740). Einige SC-Studien sprechen allerdings auch für die Nicht-Existenz eines solchen Bias (BECK et al. 2016: S. 151). Eine Expertenbefragung im Rahmen einer Vorstudie zur Bestimmung der sozialen Kosten von Straßenverkehrsunfällen in Australien ergab, dass eher das Risiko einer Überschätzung der Zahlungsbereitschaft für eine Verletzungs- oder Todesfallrisikoreduktion gesehen wird (NAUDE et al. 2015: S. 18).

Die Abweichung von Zahlungsbereitschaften aus Wahlexperimenten und realen Entscheidungssituationen kann aus verschiedenen, teils gegensätzlich wirkenden Einflüssen zustande kommen. WARDMAN (2001: S. 120) verweist hier auf eine strategische Antwort-Verzerrung, der zufolge Personen im Experiment stärker als in der Realität auf Kostendifferenzen reagieren. Sie simulieren damit eine nach oben verzerrte Kostensensitivität. Dies führt ceteris paribus zu einer reduzierten Zahlungsbereitschaft für das zu bewertende Attribut (z. B. Zeit). Des Weiteren könnten unrealistische Attributvariationen von den Befragten ignoriert werden (WARDMAN 2001: S. 120). Dies führt zu einer Reduktion des Einflusses des betreffenden Attributes. Dieses Verhalten tritt nach WARDMAN (2001: S. 120) mit einer höheren Wahrscheinlichkeit für Nicht-Kostenvariablen auf und führt letztlich zu einer Reduzierung der geschätzten Zahlungsbereitschaft des betreffenden Attributes. Auch die zwischen Wahlexperiment und realer Situation unterschiedliche Einbeziehung von Restriktionen (z. B. Zeitrestriktion, Einkommensrestriktion) kann Ursache für eine zu geringe Wertschätzung des betreffenden Attributes sein (BROWNSTONE und SMALL 2005: S. 288; HENSHER 2010: S. 743). WARDMAN et al. (2016: S. 104) schreiben den Unterschied zwischen den ermittelten Zahlungsbereitschaften jedoch vielmehr der Erhebungsmethode der Daten als der Art der

Daten (real, experimentell) selbst zu. Sie betonen, dass Wahlexperiment-Studien in der Regel über computergestützte Interviews mit zahlreichen Wiederholungen des Experimentes präsentiert werden. Dies führe letztlich dazu, dass bei einem reinen Studienvergleich, ohne Isolation dieser Effekte, niedrigere Zahlungsbereitschaften bei Wahlexperimenten zu erwarten seien. Ihre Schlussfolgerungen sind auf eine Metaanalyse für Reisezeitwerte gestützt. Die von den Experten der australischen Vorstudie zur Bestimmung des Wertes der Risikoreduktion angebrachte Befürchtung einer Überschätzung der Zahlungsbereitschaften begründet sich auf der hohen Aufmerksamkeit, die Befragte im Experiment Attributen wie der Anzahl der Toten und Verletzten entgegenbringen könnten (NAUDE et al. 2015: S. 18).

HENSHER (2010: S. 747) fasst verschiedene Maßnahmen zusammen, die zur Reduzierung der hypothetischen Verzerrung dienen können. Zunächst einmal ist es erforderlich, die Situation, unter der das Individuum eine Entscheidung treffen soll, möglichst realistisch und detailliert darzustellen. Zudem sollte das Individuum über das Ziel des Wahlexperimentes aufgeklärt werden. Dabei ist es sicher notwendig, die Befragten über Art und Ablauf des Experimentes aufzuklären. Es ist allerdings fraglich, ob die Befragten im Rahmen einer Bestimmung des VSL darauf hingewiesen werden sollten, dass die im Experiment interessierende Variable die Anzahl der Todesfälle ist. Hiermit würde womöglich die Sensibilität der Befragten hinsichtlich der interessierenden Größe künstlich verstärkt (siehe Kapitel 2.3.2). Als weitere Maßnahme schlägt HENSHER (2010: S. 747) die Orientierung der Attributausprägungen der vorgeschlagenen Alternativen an einer den Befragten bekannten Referenzalternative vor. Zudem kann zur Vermeidung von Zwangsentscheidungen zwischen zwei nicht gewünschten Alternativen die Einbindung einer Nullalternative wie bei HENSHER et al. (2009: S. 698–699) in Erwägung gezogen werden.

In SP-Studien kann dem hypothetischen Bias des Weiteren unter Zuhilfenahme eines sog. Sicherheitsmaßes begegnet werden (NORWOOD 2005: S. 238). Hierbei äußern sich die Studienteilnehmer im Anschluss an jede (Entscheidungs-)Situation, wie sicher sie sich bspw. auf einer Skala von 1 – 10 bei ihrer eben gegebenen Antwort gewesen sind. Damit geben sie auch Auskunft darüber, wie sicher sie sich sind, in einer vergleichbaren Situation wieder genau die gleiche Antwort geben zu können

(BECK et al. 2016: S. 151–152). NORWOOD (2005) schloss in seiner Untersuchung (zum Spendenverhalten) all jene Teilnehmer von der weiteren Analyse aus, welche im Experiment angaben, sich bei ihrer Entscheidung nicht absolut sicher gewesen zu sein (weniger als 8 auf einer Skala von 1 – nicht sicher – bis 10 – sehr sicher). Die Resultate aus Experiment und beobachtetem Verhalten näherten sich dabei bis auf eine geringe Differenz an (NORWOOD 2005: S. 245). Zu einem ähnlichen Ergebnis gelangen auch VOSSLER et al. (2003) in ihrer Untersuchung zur Teilnahme an einem Programm für umweltfreundlich produzierten Strom.

#### 2.4.2 Lexikografisches Verhalten

Konzentriert sich eine Person bei ihrer Entscheidung für eine Alternative ausschließlich auf die Ausprägung eines einzelnen Attributs, so wird ihr Auswahlverhalten als lexikografisch bezeichnet. Wie bereits erwähnt, schließen verschiedene Autoren Teilnehmer, die im Experiment ein derartiges Verhalten zeigen, von der Modellschätzung aus, da ihr Verhalten nicht kompatibel mit dem Ansatz der Nutzenmaximierung sei. Es ist auch möglich, dass ein solches Verhalten Folge einer Vereinfachungsstrategie bei komplexen Fragestellungen oder der zu geringen Unterscheidbarkeit der angebotenen Alternativen ist. SÆLENSMINDE (2006) argumentiert in seiner Untersuchung zum lexikografischen Verhalten jedoch, dass dieses Verhalten sehr wohl Ausdruck tatsächlicher Präferenzen der jeweiligen Individuen sein kann. Er kommt zu dem Ergebnis, dass Teilnehmer mit höherem Bildungsabschluss über ein solches Verhalten eher ihre wahren Präferenzen ausdrücken.

#### 2.4.3 Risikodarstellung

JONES-LEE et al. (1985, 1995) gehören zu den ersten, die den Zahlungsbereitschaftsansatz zur monetären Bewertung von Risikoreduktionen nutzen. In der von JONES-LEE et al. (1995) durchgeführten Befragung (Kontingente Bewertung) wird den Teilnehmern das Unfallrisiko bzw. die jährliche Risikoreduktion in der Darstellung  $x$  von 100.000 präsentiert. Um den Probanden ein grundlegendes Verständnis für den Wahrscheinlichkeitsbegriff zu vermitteln, werden die Wahrscheinlichkeiten zusätzlich auf 21 cm x 30 cm großen Karten in Form von  $x$  von 100.000 ausgefüllten Quadraten dargestellt. Zusätzlich werden den Teilnehmern Verständ-

nisfragen gestellt, welche die Autoren jedoch nicht näher beschreiben. Die Darstellung des Unfallrisikos auf entsprechenden Karten wird auch während der eigentlichen Befragung beibehalten (JONES-LEE et al. 1995: S. 681). Bereits JONES-LEE et al. (1985) weisen in ihrer Studie darauf hin, dass die Teilnehmer die ihnen präsentierten Wahrscheinlichkeitszahlen vermutlich nicht verstehen und sich selbst eine subjektive Vorstellung der Risikosituation verschaffen. Dieses subjektive Risiko kann grundsätzlich vom objektiven Risiko abweichen. Ist das der Fall, so wäre die Nutzung des objektiven Risikos für die Bestimmung der Grenzrate der Substitution zwischen Einkommen und Unfallrisiko kritisch (JONES-LEE et al. 1985: S. 53). Um das Verständnis des objektiven Risikos zu gewährleisten, werden die oben beschriebenen Karten zur Veranschaulichung der Wahrscheinlichkeit genutzt.

Bereits PERSSON und CEDERVALL (1991) nutzten in ihrer Studie zum Wert der Risikoreduktion in Schweden das subjektive Risikoempfinden der Teilnehmer. Sie begründen ihr Vorgehen mit einem kurzen Experiment vor Beginn der eigentlichen Befragung. Dabei wurde den Teilnehmern das aktuelle Todesrisiko eines Motorradfahrers im Straßenverkehr genannt. Die Probanden sollten daraufhin sowohl auf das durchschnittliche Todesrisiko eines Pkw-Fahrers, als auch auf ihr eigenes schließen. Die Ergebnisse zeigen zwar, dass das durchschnittliche Todesrisiko für Pkw-Fahrer überschätzt wird, der Median für die Einschätzung des eigenen Todesrisikos jedoch dem durchschnittlichen Risiko für Pkw-Fahrer entspricht (PERSSON und CEDERVALL 1991 zitiert nach ELVIK 2016: S. 81).

Mittlerweile wird regelmäßig der Argumentation von HOJMAN et al. (2005) zur Nutzung der subjektiven Risikoeinschätzung gefolgt und auf eine Darstellung der Wahrscheinlichkeiten zugunsten absoluter Unfall- bzw. Todes- und Verletztanzahlen verzichtet. Grundlage dafür ist die Annahme, dass die Teilnehmer einer Studie das objektive Risiko nicht korrekt verarbeiten können, selbst wenn dessen Zahlenwert vorgegeben wird. Dies liegt den Autoren zufolge daran, dass das Risikoempfinden ein durch viele Einflüsse gekennzeichnete Prozess ist, welcher vorwiegend durch eigene Erfahrungen auf den bereits befahrenen Strecken sowie mediale Einflüsse entsteht (HOJMAN et al. 2005: S. 379). Die Reaktion der Probanden auf Risikoveränderungen kann weiterhin durch Emotionen überlagert werden (FLÜGEL et al. 2015: S. 2). MOLIN et al. (2017) argumentieren in ihrer Studie zur Zahlungsbereitschaft von Si-

cherheitsverbesserungen im Personenluftverkehr ebenfalls, dass Reisende innerhalb der Routen- und Verkehrsmittelwahl ihre Entscheidungen auf Grundlage der subjektiven Wahrnehmung der Realität treffen (MOLIN et al. 2017: S. 166). NIROOMAND und JENKINS (2016) merken an, dass bei einer subjektiven Risikoeinschätzung die Teilnehmer das Gefühl haben könnten, dieses Risiko vollständig unter Kontrolle zu haben (und dementsprechend nur eine geringe Zahlungsbereitschaft besitzen) oder aber das Risiko überhaupt nicht unter Kontrolle zu haben (was schließlich in einer erhöhten Zahlungsbereitschaft münden würde). Folglich müsste den Teilnehmern zumindest ein Referenzwert für die Beurteilung des Risikos vermittelt werden, wie bspw. die reale Todes- und Verletztenanzahl pro Jahr auf einer bestimmten Strecke (NIROOMAND und JENKINS 2016: S. 219).

#### 2.4.4 Visualisierung

In einigen wissenschaftlichen Studien mit Wahlexperimenten werden die hypothetischen Szenarien visuell aufbereitet, um den künstlichen Charakter der Befragung zu reduzieren und die Vorstellung über die zur Verfügung stehenden Alternativen zu verbessern. In der australischen Vorstudie zur VSL-Bestimmung wird zur der Reduktion des künstlichen Charakters der Vorschlag gebracht, das Szenario mithilfe von Multimedia-Technik zu veranschaulichen (NAUDE et al. 2015: S. 18). IRAGÜEN und ORTÚZAR (2004) nutzen zur Veranschaulichung der Verkehrssituation auf einer Stadtstraße in Santiago de Chile ein Bild, welches den Teilnehmern bereits in der Einführung zum Wahlexperiment präsentiert wird. Häufiger werden jedoch, wie bspw. von HENSHER et al. (2009), innerhalb der Wahlexperimente die einzelnen Routenalternativen um schematische Abbildungen von Straßen ergänzt.

Wenige Studien beschäftigen sich jedoch mit dem Einfluss der Visualisierung auf die Wahlentscheidung der Teilnehmer. RIZZI et al. (2012) zeigen dahingehend in ihrer Studie zur Reisezeitbewertung, dass die Verbildlichung der Verkehrssituation der jeweiligen Alternativen Einfluss auf den ermittelten Wert der Reisezeiteinsparung hat. Innerhalb der Wahlexperimente erhielten die Teilnehmer dabei reale Abbildungen von Strecken mit unterschiedlicher Verkehrsdichte.

RID et al. (2018) untersuchen den Einfluss von Visualisierungsmöglichkeiten auf Entscheidungen zur



Siedlungsentwicklung anhand von 3D-Filmsequenzen und Bildern. Sie zeigen, dass beispielhafte Bilder innerhalb der Befragung den Teilnehmern hilfreicher sind als Filmsequenzen. Dies kann nach Aussage der Autoren u. a. daran liegen, dass die Teilnehmer durch die Filme zu stark abgelenkt werden. Die Teilnehmer gaben außerdem an, dass sie sich nicht bei jeder Alternative die Zeit nehmen wollten, um die entsprechende Filmsequenz abzuspielen. Sie orientierten sich stattdessen am angezeigten Startbild der Sequenz (RID et al. 2018: S. 214-215).

## 2.5 Kategorisierung der Schwere von Verkehrsunfällen

Entsprechend ihres Schweregrades verursachen Verkehrsunfälle unterschiedlich hohe volkswirtschaftliche Kosten. Die meisten Länder unterscheiden zwischen Sach- und Personenschäden, wobei letztere üblicherweise nach der Verletzungsschwere in tödlich, schwer- und leichtverletzt untergliedert werden (OECD 2015: S. 21). Die Kriterien, welche dieser Einteilung zugrunde liegen, unterscheiden sich jedoch zwischen den einzelnen Ländern. So wird bspw. eine schwerverletzte Person in Deutschland, Polen oder Ungarn nach der Dauer des Krankenhausaufenthaltes, in Österreich und der Schweiz nach Arbeitsunfähigkeit oder in Schweden nach der Art der Verletzung klassifiziert (OECD 2015: S. 24).

Um zukünftig Vergleichbarkeit hinsichtlich der Schwerstverletzten (serious injuries) zwischen den europäischen Ländern zu gewährleisten, erfolgte im Jahr 2013 eine grundlegende Neudefinition dieser Verletzungskategorie durch die Europäische Kommission. Grundlage dieser ist die sogenannten MAIS-Skala (Maximum Abbreviated Injury Scale), nach welcher die schwerwiegendsten Verletzungen einer Person mithilfe einer Skala von 1 – 6 beschrieben werden. Als schwerstverletzt werden Personen kategorisiert, die Verletzungen eines Wertes von drei und höher auf dieser Skala aufweisen (European Commission 2015: S. 7). In Deutschland werden Unfallbeteiligte bisher in leichtverletzt, schwerverletzt und tödlich verletzt unterschieden. Dabei sind Leichtverletzte durch einen Krankenhausaufenthalt von unter 24 h und Schwerverletzte durch einen Aufenthalt von mindestens 24 h definiert. Zu den tödlich verletzten Unfallbeteiligten werden all jene Personen gezählt, welche innerhalb von 30 Tagen nach dem Unfall versterben (BASt 2011: S. 6). AU-

ERBACH et al. (2018) haben für Deutschland ermittelt, wie viele schwerstverletzte Unfallopfer sich unter den Schwerverletzten nach der bisherigen Kategorisierung der BASt befinden. Die Autoren zeigen, dass der Anteil der schwerstverletzten Personen unter den Schwerverletzten für das Jahr 2015 im Mittel bei rund 23 % liegt (AUERBACH et al. 2018: S. 20).

Innerhalb der vorliegenden Pilotstudie für Deutschland soll im Zuge der angestrebten Harmonisierung der Definition der Verletzungskategorien neben den Zahlungsbereitschaften für eine Reduktion der Todesfälle, der Schwer- und Leichtverletzten auch eine Bestimmung des Wertes für die Schwerstverletzten angestrebt werden. Die Berücksichtigung von Verletztenzahlen neben den Todesfällen kann im Rahmen des Experimentes zwar zu einer Reduktion des unerwünschten Einbettungseffektes beitragen (HOJMAN et al. 2005: S. 384). Jedoch weisen bereits YANG et al. (2016) mit Blick auf mehrere Verletzungskategorien darauf hin, dass es den Befragten schwer fallen könnte, die einzelnen Verletzungsgrade voneinander abzugrenzen (YANG et al. 2016: S. 309). Es scheint daher zumindest eine kurze, prägnante Erläuterung der Verletzungskategorien anhand beispielhafter Verletzungen erforderlich zu sein.

Durch den im folgenden Kapitel erläuterten Experimentaufbau der Pilotstudie soll des Weiteren sichergestellt werden, dass mithilfe des Schwerstverletztenanteils von 23 % ein Rückschluss auf die Zahlungsbereitschaft für die Vermeidung eines Schwerverletzten nach der ursprünglichen Kategorisierung in Deutschland möglich ist.

## 3 Befragungsaufbau und Fahrsimulation

In diesem Kapitel wird das Erhebungskonzept der Pilotstudie einschließlich Fahrsimulation und Fragebogen vorgestellt.

### 3.1 Grundkonzept der Befragung

Nachfolgend wird zunächst auf die konzeptionelle Gestaltung der Wahlexperimente eingegangen, die den Kern der Befragung darstellen. Im Anschluss daran werden die Organisation und Durchführung der Befragung als Ganzes erläutert.

### 3.1.1 Wahlexperimente

Die Bestimmung des monetären Wertes für einen (statistisch) verhinderten Verkehrstoten bzw. für einen verhinderten Schwerst-, Schwer- und Leichtverletzten erfolgt im Rahmen eines Stated Choice Experimentes. Die Literaturanalyse hat gezeigt, dass diese Methode dem aktuellen Stand der Forschung entspricht und gegenüber anderen Verfahren, wie der Kontingenten Bewertung, als überlegen erachtet wird. Auch mit Blick auf den Bundesverkehrswegeplan ist diese Methode zu bevorzugen, denn mit dem Zeitwert wurde bereits eine entscheidende Eingangsgröße für die Kosten-Nutzen-Untersuchungen mit dieser Methode ermittelt (AXHAUSEN et al. 2015).

Entsprechend der aktuellen Literatur zur Verkehrssicherheit (wie bspw. HOJMAN et al. 2005 oder IRAGÜEN und ORTÚZAR 2004) werden innerhalb der Pilotstudie die Wahlsituationen in Form von Routenwahlexperimenten dargestellt. Die Routenalternativen werden dabei durch die Eigenschaften Fahrzeit, Fahrtkosten und ein nach Schweregrad differenziertes Unfallrisiko (tödlich, schwerst-, schwer- oder leichtverletzt) beschrieben.

Die Anzahl der zu beantwortenden Entscheidungssituationen variieren in der Literatur zwischen 6 (VEISTEN et al. 2013) und 10 (HENSHER et al. 2009). In dieser Pilotstudie wurden den Teilnehmern 8 Entscheidungssituationen präsentiert. In Anlehnung an das Vorgehen von HENSHER et al. (2009) wurden die Probanden im Anschluss an die Entscheidung für eine der angebotenen Alternativen danach gefragt, ob sie jene auch gewählt hätten, wenn die Möglichkeit bestünde, die Fahrt nicht anzutreten. Diese Antwortoption ist von Relevanz, sollte den Probanden keine der beiden angebotenen Streckenalternativen zusagen (siehe Kapitel 2.4.1).

Um zu vermeiden, dass die Teilnehmer mit aus ihrer Sicht unplausiblen Attributausprägungen konfrontiert werden, wurde, insoweit für die einzelnen Attribute möglich und sinnvoll, zur Bestimmung der Attributausprägungen eine den Personen bekannte Referenzroute zugrunde gelegt. Auf diese Weise kann der künstliche Charakter eines Experimentes reduziert werden und die Befragten werden zu ernsthaften Auswahlentscheidungen animiert. Dies ist eine übliche Vorgehensweise in der Literatur, die auch in zahlreichen anderen Studien zum VSL zu finden ist. Die Ausprägungen dieser Attribute variieren für jede Streckenalternative um den jeweiligen

Referenzwert des Attributes. Der Referenzwert für die Reisezeit lässt sich relativ einfach auf Basis der Angaben der Teilnehmer im Fragebogen ermitteln. Die Kosten der Referenzfahrt können durch die Teilnehmer jedoch meist nur unzureichend genau eingeschätzt werden. In Ermangelung mautpflichtiger Strecken für Pkw in Deutschland entfallen auch Mautgebühren zur Kostenbestimmung. In anderen Ländern wird diese Option regelmäßig in den Studien genutzt. IRAGÜEN und ORTÚZAR (2004) weisen darauf hin, dass nicht auf eine hypothetische Maut, sondern auf die Betriebskosten des Pkw zurückgegriffen werden sollte. Daher wird in dieser Pilotstudie das Kostenattribut über die Betriebskosten des Fahrzeugs approximiert. Da es fraglich erscheint, wie genau die Teilnehmer diese Kosten angeben können, werden diese innerhalb der Wahlexperimente im Hintergrund berechnet und den Teilnehmern vorgegeben. Die Werte für die Getöteten- und Verletztanzahlen werden hingegen auf Grundlage einer Kombination aus Verkehrsaufkommen und vordefinierter Unfallwahrscheinlichkeit (differenziert nach Verletzungskategorie) festgelegt.

In dieser Pilotstudie dient den Teilnehmern eine in der Vergangenheit durchgeführte Autobahnfahrt als Referenz. Die Homogenität der Merkmalsausprägungen bei diesem Straßentyp ist im Hinblick auf die Durchführung des Experimentes von Vorteil. Von der Vorgabe einer konkreten Referenzstrecke (bspw. A 4, Dreieck Dresden-West nach Dreieck Nossen), welche die potenziellen Teilnehmer innerhalb des letzten Jahres befahren haben müssen, wurde mit Blick auf die Gewinnung einer ausreichenden Teilnehmerzahl Abstand genommen. In der Literatur ist dies jedoch eine regelmäßig zu findende Vorgehensweise (siehe bspw. RIZZI und ORTÚZAR 2003). Die Auswertung der mit diesen Experimenten gewonnenen Daten erfolgt mittels Diskreter Wahlmodelle.

Grundlage für die Ermittlung des VSL ist die Abwägung der Individuen zwischen Risiko und Geld (präziser: Unfallrisiko- und Einkommensänderungen). Eine abstrakte Darstellung des Austauschverhältnisses zwischen diesen beiden Größen wäre grundsätzlich ausreichend, um monetäre Wertschätzungen für Risikoänderungen (differenziert nach Verletzungsschwere) zu ermitteln. Die Einbettung des Experimentes in einen spezifischen Kontext dient lediglich dem Zweck, den Realitätsgehalt des Experimentes zu erhöhen. Das in dieser Pilotstudie gewählte Szenario der Autobahnfahrt wird zur Konstruktion einer den Probanden bekannten Situation

genutzt, aus welcher heraus diese möglichst realistische Entscheidungen treffen können.

Die Details zu Modellierung und Experimentdesign folgen in den Kapiteln 4 und 5.

### 3.1.2 Art der Befragung

Die Datenerhebung erfolgte mittels einer persönlich assistierten computergestützten Befragung. Diese erfolgte im Juni 2018 über einen Zeitraum von drei Wochen. Zur Erhöhung des Realitätsgehaltes der Untersuchung wurde das Experiment mit einer Fahrsimulation verknüpft. Um analysieren zu können, inwieweit die Zahlungsbereitschaft durch den Einsatz dieser visuellen Unterstützung beeinflusst wird, erfolgte eine Aufteilung der Probanden in zwei Gruppen. Dabei durchlief die eine Gruppe das Experiment lediglich im Rahmen einer Befragung (Gruppe FB). Die andere Gruppe (FS) hingegen absolvierte im Vorfeld der Befragung zusätzlich eine Fahrt im Fahrsimulator. Bis auf einige spezifische Fragen zur Fahrsimulation unterschied sich der verwendete Fragenbogen nicht zwischen beiden Gruppen. Die computergestützte Befragung der Teilnehmer der Gruppe FB erfolgte in Gruppen von bis zu 15 Probanden. Die Teilnehmer wurden persönlich durch die Interviewer mit dem Befragungsumfeld vertraut gemacht und in den Fragebogen eingewiesen. Die Interviewer waren während der Dauer der Erhebung anwesend und standen den Probanden für Rückfragen zur Verfügung.

### 3.1.3 Akquise der Teilnehmer und Stichprobenumfang

Die Akquise der Teilnehmer erfolgte über fünf verschiedene Rekrutierungskanäle:

- E-Mail-Versand über den Studentenverteiler der TU Dresden,
- E-Mail-Versand über den Mitarbeiterverteiler der TU Dresden,
- Studierenden-Newsletter,
- Ausschreibung auf der Homepage der Fakultät Psychologie,
- einmalige Annonce in der Tageszeitung Sächsische Zeitung.

Hierzu wurde im Vorfeld ein standardisierter Text als Aufruf zur Partizipation an der Befragung mit identi-

scher Formulierung über alle Rekrutierungskanäle hinweg verfasst. Voraussetzung für eine Teilnahme waren der Besitz eines Führerscheins sowie Fahrerfahrung mit einem Pkw innerhalb der letzten drei Monate. Das eigentliche Ziel der Befragung wurde im Rahmen des Teilnehmeraufrufs verschleiert, um potenzielle Probanden nicht bereits im Vorfeld für das Thema Verkehrssicherheit zu sensibilisieren (siehe auch RIZZI und ORTÚZAR 2003). Stattdessen wurde die Studie mit dem Titel „Entscheidungen bei der Routenwahl im Straßenverkehr“ thematisch umschrieben. Zudem wurde drauf verzichtet, die Fahrsimulation als Teil des Experiments für eine Probandengruppe zu erwähnen, um mögliche Selbstselektionseffekte zu vermeiden. Als Aufwandsentschädigung für die etwa 45-minütige Teilnahme wurden ein Geldbetrag in Höhe von 10 € sowie die Teilnahme an einem Gewinnspiel von 20 x 25 € eines Online-Versandhändlers offeriert. Interessenten konnten sich anschließend telefonisch oder per E-Mail über die angegebenen Kontaktdaten melden, um einen individuellen Studientermin zu vereinbaren.

Insgesamt bekundeten 732 Personen ihre Teilnahmebereitschaft. Um eine möglichst ausgewogene Stichprobe über beide Untersuchungsgruppen hinweg zu generieren, erfolgte zunächst der Versand einer E-Mail mit einer Vorbefragung an alle Interessenten. Darin wurden sie gebeten, Angaben zur eigenen Person (Geschlecht, Alter, beruflicher Status) zu tätigen. Anschließend gingen 614 vollständig ausgefüllte Vorbefragungsbogenein. Diese dienten als Grundlage zur Bildung des anvisierten Stichprobenumfangs von 200 Probanden. Um eventuell auftretende kurzfristige Absagen im weiteren Untersuchungsverlauf zu kompensieren, wurden 230 Personen (115 je Versuchsgruppe) zum Experiment eingeladen. Die Auswahl der Probanden erfolgte auf Basis der Auswertung der Vorbefragungsbögen. Unter Anwendung eines Matchingverfahrens wurden Probanden-Paare gebildet, indem jedem Probanden ein in den demografischen Merkmalen Alter und Geschlecht identisches Pendant zugeordnet wurde. Dadurch konnte sichergestellt werden, dass a priori keine systematischen Unterschiede bezüglich demografischer Charakteristika zwischen den beiden Untersuchungsgruppen existieren. Per Zufallsziehung wurden anschließend 115 Probandenpaare gezogen, wobei eine Person jeden Paares auf die Versuchsbedingung mit Fahrsimulator und die andere Person auf die Versuchsbedingung ohne Fahrsimulator randomisiert zugeteilt wurde. Demnach handelt es sich

Rekrutierungskanal	Absolute Häufigkeit	Relative Häufigkeit
Mitarbeiterverteiler	80	37,4 %
Studentenverteiler	77	36,0 %
Sächsische Zeitung	24	11,2 %
Studierenden-Newsletter	21	9,8 %
Homepage Psychologie	12	5,6 %
Gesamtstichprobe	214	100 %

Tab. 3-1: Übersicht über akquirierte Probanden pro Rekrutierungskanal

bei der Versuchsgruppe um eine nicht-probabilistische Gelegenheitsstichprobe.

Die auf diese Weise ausgewählten Probanden erhielten daraufhin eine Einladung zum Experiment sowie eine Wegbeschreibung zu den entsprechenden Räumlichkeiten der Untersuchung an der TU Dresden. Letztendlich erschienen 214 der 230 eingeladenen Personen zu ihrem Studientermin, wobei 106 Probanden ausschließlich an der computergestützten Befragung teilnahmen und 108 Versuchspersonen zusätzlich die Strecke im Fahrsimulator absolvierten. Tabelle 3-1 gibt einen Überblick über die Anzahl an gewonnenen Probanden je Rekrutierungskanal.

Der Stichprobenumfang von 214 Teilnehmern liegt knapp über dem von HENSHER et al. (2009) mit 210 Teilnehmern, jedoch unterhalb dem von NIROOMAND und JENKINS (2016) mit 374 Teilnehmern. Im Vergleich dazu verfügt die Studie von VEISTEN et al. (2013) lediglich über einen Umfang von 156 Teilnehmern.

Es sei darauf hingewiesen, dass es das vorrangige Ziel der Pilotstudie ist, die Funktionsfähigkeit der Befragungs- und Modellierungsmethodik zu prüfen. Eine Repräsentativität der Stichprobe für die Gesamtbevölkerung Deutschlands wurde in diesem Kontext nicht angestrebt.

### 3.2 Fahrsimulation

Die Implementierung der Fahrsimulation dient der Erhöhung des Realitätsgehaltes der Experimentersituation. Eine Teilnehmergruppe absolvierte daher im Vorfeld der computergestützten Befragung eine Autobahnfahrt im Fahrsimulator, die übrigen Teilnehmer bildeten die Kontrollgruppe und beantworteten hingegen lediglich den Fragebogen. Auf diese Weise kann anschließend der Effekt des Multimed-

aeinsatzes auf die Experimentergebnisse identifiziert werden.

Bei der verwendeten Simulationssoftware handelt es sich um das Produkt STISIM Drive 2.0 der Firma Systems Technology ([www.stisimdrive.com](http://www.stisimdrive.com)). Die Projektion der Szenerie erfolgt einkanalig in einem Simulationsraum der Professur für Verkehrspsychologie. Die Fahrzeugattrappe ist ein Designmodell der A-Klasse von Mercedes Benz und stellt die Hardware dar. In ihr befinden sich die gängigen Bedienelemente wie Lenkrad, Blinker, Gaspedal sowie Bremse und bilden die Schnittstelle zwischen Fahrer und Software. Bild 3-1 gewährt einen Eindruck über den zur Verfügung stehenden Fahrsimulator.

Die Teilnehmer der Fahrsimulation befuhren zur Gewöhnung an den Simulator vor Beginn der eigentlichen Versuchsfahrt zunächst eine kurze Teststrecke. Das Testszenario entsprach einer Fahrt auf einer unbefahrenen zweibahnig einstreifigen Landstraße und dauerte etwa 60 Sekunden.

Nachdem sich die Probanden mit der Steuerung des Fahrzeugs vertraut gemacht hatten, startete unmittelbar danach die eigentliche Versuchsfahrt. Dabei handelte es sich um eine Autobahn mit zwei Richtungsfahrbahnen und jeweils zwei Fahrstreifen ohne separaten Seitenstreifen. Die beiden Richtungsfahrbahnen waren durch Stahlschutzplanken baulich voneinander getrennt. Die durch eine entsprechende Beschilderung angezeigte Geschwindigkeitsbegrenzung betrug abschnittsweise 100 km/h oder 120 km/h. Der zu befahrende Autobahnabschnitt wies für alle Teilnehmer eine Länge von exakt 5 Kilometern auf. Dies entspricht bei einer gefahrenen Durchschnittsgeschwindigkeit von 100 km/h einer Fahrtdauer von drei Minuten. Da die von den Teilnehmern gefahrene Geschwindigkeit divergierte, unterschied sich die Gesamtfahrzeit zwischen den Probanden um einige Sekunden (Mittelwert:



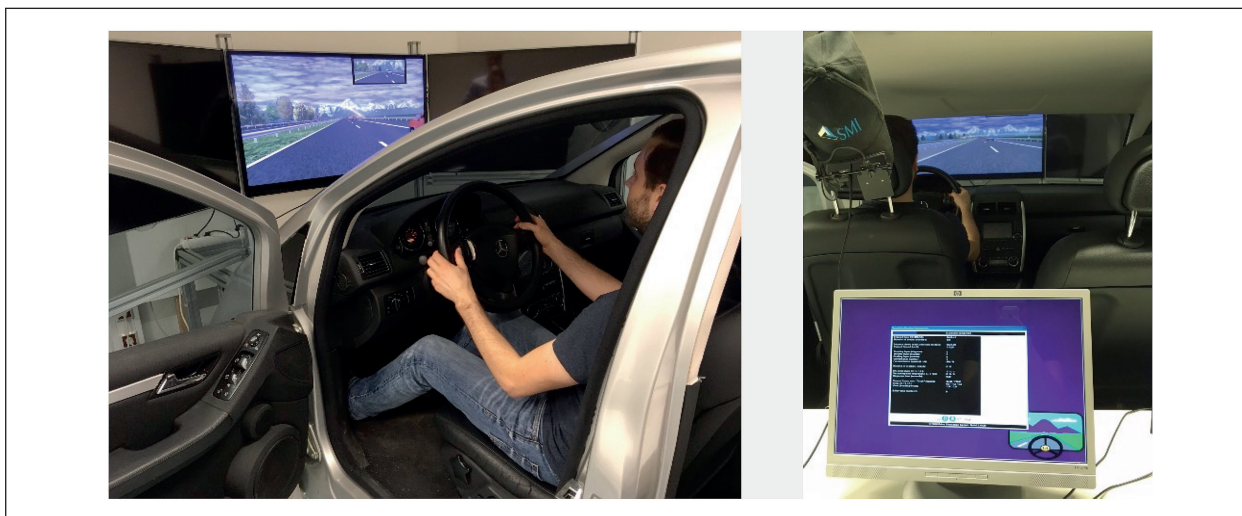


Bild 3-1: Autobahnfahrt im Fahrsimulator der Fakultät Verkehrswissenschaften „Friedrich List“, TU Dresden

2,77 min). Vorab erhielt jeder Proband die Instruktion, sich an die bestehenden Verkehrsregeln gemäß StVO zu halten. Darüber hinaus existierte keine weitere konkrete Fahraufgabe. Zu Beginn der Simulation startete das Ego-Fahrzeug direkt auf der Autobahn auf der linken Fahrspur, hierauf befanden sich zunächst keine weiteren Verkehrsteilnehmer. Nach einer absolvierten Streckenlänge von 1,6 Kilometern tauchten auch Fahrzeuge auf der linken Fahrspur auf. Auf der rechten Fahrspur fuhren durchgängig verschiedene Fahrzeuge der Klassen M, N und L. Die Mehrzahl der Probanden verblieb aufgrund der Verkehrssituation bis zum Fahrtende auf der linken Fahrspur, einige ordneten sich aber zum Ende hin auch auf der rechten Spur ein. Auf dem zu befahrenden Autobahnabschnitt von 5 Kilometern interagierte der Proband aus der Ego-Fahrzeug-Perspektive mit durchschnittlich 35 weiteren Fahrzeugen, was in etwa ein mittleres Verkehrsaufkommen simulieren sollte.

Das Versuchsszenario war für alle Probanden identisch und sollte insgesamt eine typische Fahrt auf einer Autobahn ohne besondere Herausforderungen widerspiegeln. Die Teilnehmer der Simulation erhielten darüber hinaus eine Referenznummer, welche im Fragebogen festgehalten wurde, um die Daten aus dem Fragebogen mit der Teilnahme an der Simulation verknüpfen zu können.

### 3.3 Aufbau des Fragebogens

Der Fragebogen lässt sich inhaltlich in vier wesentliche Abschnitte untergliedern, welche im Folgenden genauer vorgestellt werden.

#### 3.3.1 Teil I – Einführung in die Experimente

Zu Beginn des Fragebogens werden die für den weiteren Verlauf der Befragung erforderlichen Referenzdaten ermittelt sowie ein Verständnis für Unfallwahrscheinlichkeiten und Verletzungsgrade vermittelt.

#### Referenzdaten

Im ersten Teil der Befragung erhalten die Teilnehmer Informationen zu den Zielen, dem Aufbau sowie der Durchführung der Befragung. Die Teilnahme erfolgt dabei freiwillig und anonym.

Daran anschließend werden die Teilnehmer gebeten, sich an eine ihrer letzten Autobahnfahrten zu erinnern und die dafür notwendigen Referenzdaten anzugeben. Es sollen dabei vorrangig Fahrten in Betracht gezogen werden, welche die Teilnehmer allein (als Fahrer) mit dem Pkw zurückgelegt haben. Hintergrund hierfür ist, dass die Entscheidungen innerhalb des Routenwahlexperimentes nicht durch die Verantwortung für weitere Fahrzeuginsassen beeinflusst werden sollen. Ansonsten könnten Wahlentscheidungen bei Fahrten mit mehreren Personen stets zugunsten der vermeintlich sicheren Alternative ausfallen (RIZZI und ORTÚZAR 2003: S. 18). RIZZI und ORTÚZAR (2003) weisen außerdem darauf hin, dass es sinnvoll ist, lediglich die Fahrer zu befragen, da diese im Regelfall auch die Kosten der Fahrt tragen. Sollte den Teilnehmern keine Fahrt in Erinnerung sein, die sie allein durchgeführt haben, besteht die Möglichkeit, die Anzahl der Mitfahrer anzugeben. Für das Experiment selbst werden die Teilnehmer jedoch noch einmal explizit darauf hingewiesen, dass sie die Entscheidungen un-

ter der Annahme treffen sollen, die einzige Person im Fahrzeug zu sein.

**Verletzungsgrade**

In den Wahlexperimenten werden die Routenalternativen neben der Fahrzeit und den Fahrtkosten auch durch das Unfallrisiko der jeweiligen Strecke charakterisiert, welches wiederum durch die Kategorien Getötete, Schwerstverletzte, Schwerverletzte und Leichtverletzte definiert wird. Studien haben gezeigt, dass es den Teilnehmern mitunter schwerfällt, sich vorzustellen, wie genau sich die einzelnen Verletzungskategorien voneinander abgrenzen und welche Verletzungen diese enthalten (YANG et al. 2016; HOJMAN et al. 2005). Um den Teilnehmern ein Grundverständnis für die einzelnen Verletzungskategorien zu vermitteln, werden diese anhand von beispielhaften Verletzungen beschrieben. Tabelle 3-2 gibt einen Überblick über die Verletzungsformen in den entsprechenden Kategorien (KRAMER 2013: S. 109).

**Risikodarstellung**

In den Wahlexperimenten wird den Teilnehmern die Wahrscheinlichkeit, dass sie eine Verletzung einer bestimmten Kategorie auf einer Strecke erleiden, wie folgt dargestellt (Beispiel):

- 1 Verletzter (Toter) auf 5 Mio. Fahrten

Anhand dieser Darstellung können die Teilnehmer erkennen, aller wie viel Fahrten im Durchschnitt eine Person verletzt oder getötet wird. Beispielsweise gibt es bei 5 Mio. Fahrten auf einer bestimmten Strecke im Durchschnitt einen Toten. Es wird darauf hingewiesen, dass im Vergleich dazu 1 Toter auf 10 Mio. Fahrten ein geringeres Risiko bedeutet.

- 3 Verletzte (Tote) pro Jahr

Diese Darstellung gibt Aufschluss über die absolute Anzahl an verletzten bzw. getöteten Personen pro Jahr auf der Strecke. Es wird darauf hingewiesen, dass diese Angabe im Verhältnis zum jährlichen Verkehrsaufkommen auf der Strecke zu sehen ist, welches z. B. in der Form 7,3 Mio. Fahrten pro Jahr angegeben wird.

Die Teilnehmer werden im Vorfeld der Wahlexperimente über diese Darstellung des Unfallrisikos informiert. Damit werden die gängigen Darstellungsformen des Unfallrisikos aus der Literatur abgedeckt.<sup>12</sup> Mit dem Hinweis, dass die absoluten Fallzahlen im Verhältnis zum jährlichen Verkehrsaufkommen zu sehen sind, soll bei den Befragten ein Verständnis für den Wahrscheinlichkeitsbegriff geschaffen werden, auch wenn dieser nicht explizit erwähnt wird. Auf diese Weise soll der Blick für das objektive Risiko geschärft werden. Eine subjektive Risikoeinschätzung wird den Befragten mit der Angabe der absoluten Fallzahlen aber weiterhin ermöglicht. Im Nachgang der Experimente können die Teilnehmer Auskunft darüber geben, welche der aufgeführten Darstellungsformen sie bei ihren Entscheidungen beachtet haben.

**3.3.2 Teil II – Wahlexperimente**

Im Vorfeld der Wahlexperimente werden den Teilnehmern die hypothetische Situation sowie die Charakteristiken der Routenalternativen erläutert.

Direkt vor Beginn der Experimente erhalten die Teilnehmer noch einmal wesentliche Informationen zum Experiment. Bild 3-2 gibt die im Fragebogen verwendete Darstellung wieder.

Die Teilnehmer werden gebeten, das Szenario ihrer letzten Autobahnfahrt auf die Experimentsituation

Kategorie	Verletzungsform
Getötet (G)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verletzungen führen direkt oder innerhalb von 30 Tagen zum Tod</li> </ul>
Schwerstverletzt (SSV)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schädelbruch, Wirbelsäulen- und Rückenmarksverletzungen, Herz- und Darmrisse, längere Phasen der Bewusstlosigkeit</li> <li>• Krankenhausaufenthalt mind. 24 h</li> </ul>
Schwerverletzt (SV)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiefe Fleischwunden, Gehirnerschütterung mit Bewusstlosigkeit bis zu 15 min, unkomplizierte Knochenfrakturen</li> <li>• Krankenhausaufenthalt mind. 24 h</li> </ul>
Leichtverletzt (LV)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• oberflächliche Wunden, Muskelschmerzen, Schürfung, leichte Gehirnerschütterung u. Ä.</li> <li>• Krankenhausaufenthalt möglich, jedoch weniger als 24</li> </ul>

Tab. 3-2: Verletzungsformen nach Kategorien

### Wahlexperimente

*Zu Beginn der Befragung haben Sie uns einige Informationen zu einer Ihrer zuletzt getätigten Autobahnfahrten mitgeteilt. Auf Basis dieser Informationen haben wir – bei Bedarf mit einigen wenigen Anpassungen Ihrer Eingaben – folgende Werte für Ihre Autobahnfahrt zugrunde gelegt:*

*Fahrzeit: 2 Stunde(n) und 0 Minute(n)*

*Kosten der Fahrt: 16,50 €*

*Fahrtzweck: zu einem touristischen/freizeitmäßigem Zweck*

*Verkehrsaufkommen: niedrig*

*Die Kosten der Fahrt entsprechen den Betriebskosten des Fahrzeuges, wie bspw. Kosten für Kraftstoff und Verschleiß.*

*Die im Experiment angebotenen Strecken werden sich an diesen Angaben orientieren. Es ist jedoch nicht erforderlich, sich diese Angaben zu merken oder zu notieren.*

*Schauen Sie sich die jeweiligen Eigenschaften der angebotenen Strecken aufmerksam an und wählen Sie dann diejenige Strecke aus, die Sie am wahrscheinlichsten nutzen würden. Stellen Sie sich bitte vor, Sie hätten auch für eine reale Entscheidung all die angegebenen Informationen (Zeit, Kosten und Unfallrisiko) zur Verfügung und treffen Sie die Entscheidung unter dieser Maßgabe.*

*Wichtig: Die angebotenen Strecken sind Autobahnen (keine Land- oder Stadtstraßen). Alle weiteren, hier nicht genannten Eigenschaften sind auf beiden Strecken identisch (und entsprechen der von Ihnen genannten Referenzstrecke). Sie reisen allein mit dem Auto und tätigen die Fahrt auf der von Ihnen gewählten Strecke genau ein einziges Mal. Die Kosten der Fahrt tragen Sie als Fahrer selbst. Wie Sie sehen werden, können langsamere Verbindungen durchaus kostengünstiger sein. Alle Entscheidungssituationen sind unabhängig voneinander.*

Bild 3-2: Vorbereitung der Wahlexperimente

zu übertragen. Dabei bleibt der Fahrtzweck erhalten. Um die Destination ihrer letzten Fahrt erneut zu erreichen, stehen im Folgenden zwei Routenalternativen mit den Merkmalen Fahrzeit, Fahrtkosten und Unfallrisiko zur Verfügung. Die Teilnehmer entscheiden sich anhand der Charakteristiken für die für sie attraktivere Route. Im Anschluss an die Wahl sollen die Teilnehmer darüber Auskunft geben, ob sie die Auswahlentscheidung beibehalten würden, wenn die Möglichkeit bestünde, die Fahrt nicht anzutreten (siehe Kapitel 3.1.1). Bild 3-3 vermittelt einen Eindruck von den Wahlexperimenten.

### 3.3.3 Teil III – Verkehrs- und Wahlverhalten sowie Unfallerfahrung

Im dritten Teil des Fragebogens soll das Verkehrs- und Wahlverhalten sowie die Unfallerfahrung der Teilnehmer betrachtet werden.







So werden die Befragten aufgefordert, zu beurteilen, wie sicher sie sich bei ihren Wahlentscheidungen waren und wie sicher sie ihre getroffenen Entscheidungen in einer Wiederholung des Experimentes reproduzieren könnten. Die Probanden


werden des Weiteren gebeten, die Bedeutung der Routeneigenschaften für ihre Wahlentscheidung anzugeben, die Relevanz der einzelnen Darstellungsformen des Unfallrisikos zu beurteilen und zu offenbaren, ob die Entscheidung stets an ein und derselben Eigenschaft orientiert wurde (bekundetes lexikografisches Verhalten). Außerdem wird das Risikoverständnis der Probanden nochmals mit zwei Fragen überprüft.

Mit Blick auf die in Kapitel 8 zu diskutierende Einbindung der Zahlungsbereitschaften in die Unfallkostenrechnung werden die Teilnehmer im Nachgang der Experimente befragt, welche Nachteile für sie ihrer Meinung nach durch einen Verkehrsunfall entstehen können und welche sie davon bei der Wahl der Route berücksichtigt haben.

Teilnehmer, die selbst oder deren Angehörige bereits in einen (oder mehrere) Straßenverkehrsunfälle verwickelt waren, sind möglicherweise stark risikoavers und drücken dies in einer höheren Zahlungsbereitschaft für vermiedene Unfallopfer aus, als jene, die noch nicht durch eigene Erfahrung mit Verkehrsunfällen für diese Thematik sensibilisiert wurden (IRAGÜEN und ORTÚZAR 2004: S. 519).

Auf jeder der beiden Strecken finden **9,49 Mio.** Fahrten pro Jahr statt.

Strecke A		Strecke B	
	2 h 2 min		2 h 5 min
	18,00 €		17,00 €
			
1 Toter auf <b>0,95 Mio.</b> Fahrten. Dies entspricht <b>10</b> Toten pro Jahr.		1 Toter auf <b>6,67 Mio.</b> Fahrten. Dies entspricht <b>1</b> Toten pro Jahr.	
1 SSV auf <b>0,57 Mio.</b> Fahrten. Dies entspricht <b>17</b> SSV pro Jahr.		1 SSV auf <b>1,33 Mio.</b> Fahrten. Dies entspricht <b>7</b> SSV pro Jahr.	
1 SV auf <b>0,29 Mio.</b> Fahrten. Dies entspricht <b>33</b> SV pro Jahr.		1 SV auf <b>0,18 Mio.</b> Fahrten. Dies entspricht <b>52</b> SV pro Jahr.	
1 LV auf <b>61 Tsd.</b> Fahrten. Dies entspricht <b>157</b> LV pro Jahr.		1 LV auf <b>111 Tsd.</b> Fahrten. Dies entspricht <b>85</b> LV pro Jahr.	

SSV = schwerstverletzt, SV = schwerverletzt, LV = leichtverletzt,  = Unfallrisiko

**8. Welche Strecke bevorzugen Sie?**

Strecke A

Strecke B

**9. Hätten Sie zusätzlich die Option nicht zu fahren, was würden Sie tun?**

Ich würde ...

meine Auswahl beibehalten

nicht fahren,  
da mir keine der beiden Strecken wirklich zusagt

Bild 3-3: Darstellung der Alternativen im Experiment

Die Teilnehmer werden weiterhin gebeten, ihren eigenen Fahrstil zu beurteilen. Dazu dienen Kontrollfragen hinsichtlich der Fahrregelmäßigkeit, des Fahrverhaltens bei Geschwindigkeitsbegrenzungen sowie der Einschätzung des eigenen Fahrverhaltens im Vergleich zu anderen Verkehrsteilnehmern. Hieraus lässt sich auch auf die Risikobereitschaft der Teilnehmer schließen.

ELVIK (2016) zeigt in seiner Analyse, dass (Lebens-)Versicherungen die Höhe der Zahlungsbereitschaft für Risikoreduktionen beeinflussen können. Die Teilnehmer sollen daher auch darüber Auskunft geben, welche Versicherungen sie selbst besitzen (bspw. Pkw-Teilkasko, Unfall-, Lebens-, Berufsunfähigkeitsversicherung etc.) und wie gut sie sich gegen etwaige Unfallfolgen versichert fühlen. Des Weiteren wird explizit nach der allgemeinen Risikobereitschaft der Person gefragt.

### 3.3.4 Teil IV – Soziodemografie

Im letzten Teil der Befragung werden die soziodemografischen Informationen der Teilnehmer erfasst. Dies schließt neben der Postleitzahl, dem Geschlecht, dem Alter, dem Familienstand und der Haushaltsgröße auch den höchsten Bildungsabschluss sowie den Erwerbsstatus und das monatliche Nettohaushaltseinkommen ein.

Den Fragebogen abschließend wird noch auf die Möglichkeit der Gewinnspielteilnahme hingewiesen.



## 4 Modell und Zahlungsbereitschaften

Dieses Kapitel stellt die Grundlagen zum genutzten Modell und der Zahlungsbereitschaftsermittlung dar.

### 4.1 Grundlagen des verwendeten Modells

Die methodische Grundlage für die im Experiment verwendeten Wahlexperimente bilden die Theorien von LANCASTER (1966) und McFADDEN (1974). Nach LANCASTERS Konsumtheorie wird der Nutzen aus dem Konsum eines Gutes nicht aus dem Gut per se sondern vielmehr aus den Eigenschaften (Attributen) dieses Gutes gezogen (LANCASTER 1966: S. 133). All diese nutzenstiftenden Eigenschaften summieren sich zum Gesamtnutzen des Gutes auf. Ein Konsument entscheidet sich schließlich aus einer Vielzahl von Gütern nach der Zufallsnutzenthese von McFADDEN für jenes Gut, welches ihm persönlich den größten Gesamtnutzen bietet (McFADDEN 1974: S. 108). Der Nutzen für den Konsumenten generiert sich jedoch nicht ausschließlich aus den güterspezifischen Eigenschaften, sondern ist auch von sozioökonomischen Eigenschaften (bspw. Einkommen, Alter etc.) und persönlichen Einstellungen des Konsumenten abhängig, welche mitunter nur schwer messbar sind. Der Nutzen  $U$  aus dem Konsum eines Gutes bzw. einer Alternative lässt sich in eine deterministische (messbare) Komponente  $V$  und eine stochastische Komponente  $\varepsilon$  unterteilen.<sup>11</sup>

$$U_{in} = V_{in} + \varepsilon_{in} \quad (5)$$

Dabei steht  $i$  für das entsprechende Gut bzw. die Alternative (Alternativenmenge:  $I$ ) im Experiment und  $n$  bezeichnet das betreffende Individuum. In der vorliegenden Studie werden dem Individuum innerhalb der Choice-Sets (CS) je zwei Alternativen angeboten, aus denen es entsprechend der Nutzenmaximierung jene Alternative wählt, die ihm den größten Nutzen generiert. Die Wahrscheinlichkeit, mit der das Individuum bei der Auswahl Alternative  $i$  der Alternative  $j$  vorzieht, wird mit nachfolgender Gleichung beschrieben:

$$P_{in} = \Pr(V_{in} + \varepsilon_{in} > V_{jn} + \varepsilon_{jn}, f. a. j \in I, j \neq i) \quad (6)$$

Dies entspricht zugleich der Auswahlwahrscheinlichkeit der Alternative  $i$  durch Individuum  $n$ . Die voranstehende Gleichung kann durch Umformung auch über die Differenzen aus den deterministischen und stochastischen Komponenten dargestellt werden:

$$P_{in} = \Pr(\varepsilon_{jn} - \varepsilon_{in} < V_{in} - V_{jn}, f. a. j \in I, j \neq i) \quad (7)$$

Um die Auswahlwahrscheinlichkeit letztlich bestimmen zu können, müssen sowohl die deterministische als auch die stochastische Komponente genauer beschrieben werden.

#### 4.1.1 Deterministische Komponente

Wie oben beschrieben, ergibt sich der Gesamtnutzen einer Alternative aus der Summe der Teilnutzen der jeweiligen Attribute. Die betrachteten Attribute sind im Einzelnen die Reisezeit ( $T$ ), die Reisekosten ( $C$ ) sowie die Wahrscheinlichkeiten durch einen Unfall getötet ( $R^G$ ), schwerstverletzt ( $R^{SSV}$ ), schwerverletzt ( $R^{SV}$ ) oder leichtverletzt ( $R^{LV}$ ) zu werden. Die deterministische Nutzenfunktion lautet dementsprechend wie folgt, wobei auf den Index  $n$  zur vereinfachten Darstellung verzichtet wird:

$$V_i = \beta_T T_i + \beta_C C_i + \beta_G R_i^G + \beta_{SSV} R_i^{SSV} + \beta_{SV} R_i^{SV} + \beta_{LV} R_i^{LV} \quad (8)$$

Die Ausprägungen der Variablen sind aus den erhobenen Daten ersichtlich. Ziel der Modellschätzung ist die Bestimmung der zugehörigen Parameter ( $\beta$ ). Diese Ausgangsnutzenfunktion (8) kann je nach Bedarf angepasst werden, um beispielsweise personenspezifische Einflüsse (z. B. Alter, Einkommen etc.) oder auch nicht-lineare Effekte abzubilden. Entsprechende Anpassungen werden im Rahmen der Erläuterung der Modellschätzung in Kapitel 6.4 diskutiert.

#### 4.1.2 Stochastische Komponente

Während die deterministische Komponente alle berücksichtigten Einflussfaktoren auf die Entscheidung des Individuums enthält, trägt die stochastische Komponente allen nicht berücksichtigten bzw. nicht beobachteten Elementen Rechnung. Die konkrete Art des diskreten Wahlmodells hängt letztlich von der Verteilungsannahme für die Zufallsnutzenkomponente ab. Durchgesetzt hat sich in der Praxis

<sup>11</sup> Die Komponente  $\varepsilon$  wird auch als Fehlerterm bezeichnet.

die Annahme einer Gumbelverteilung. Die Differenz zweier Gumbel-verteilter Größen ist wiederum logistisch verteilt. Bei Annahme unabhängig, identisch und Gumbel-verteilter Größen ergibt sich dementsprechend das Logit-Modell. Die zugehörige Auswahlwahrscheinlichkeit lässt sich wie folgt ermitteln:

$$P_i = \frac{e^{v_i}}{\sum_{j \in I} e^{v_j}} \quad (9)$$

Insoweit im Model genau zwei Alternativen betrachtet werden, wird regelmäßig der Begriff Binäres Logit-Modell verwendet. Daneben ist auch die Bezeichnung Multinomiales Logit-Modell (MNL) für Modelle mit mehreren Alternativen bekannt.

#### 4.1.3 Parameterschätzung

Die Schätzung der Parameter ( $\beta$ ) der deterministischen Nutzenfunktion erfolgt mittels Maximum-Likelihood-Methode. Die Parameter werden dabei in der Art gewählt, dass das Modell für die tatsächlich gewählten Alternativen (ersichtlich aus den Daten) eine möglichst hohe Auswahlwahrscheinlichkeit generiert. Für Details zum Schätzverfahren sei z. B. auf TRAIN (2009) oder auch AXHAUSEN et al. (2015) verwiesen. Die praktische Umsetzung der Modellschätzung erfolgt mit der Software Biogeme, im speziellen PythonBiogeme. Für nähere Ausführungen zu dieser Software sei auf BIERLAIRE (2016) verwiesen.

## 4.2 Bestimmung der Zahlungsbereitschaften

Wie in Kapitel 2.1 erläutert, zielt die empirische Untersuchung darauf ab, die individuellen Zahlungsbereitschaften  $m$  zu bestimmen. Empirisch handelt es sich hierbei um die Grenzrate der Substitution zwischen Unfallwahrscheinlichkeit, z. B.  $R^G$ , und Reisekosten  $C$  (siehe auch RIZZLUNDORTÚZAR 2003), wie nachfolgend dargestellt:

$$m = \frac{\partial v / \partial R^G}{\partial v / \partial C} \quad (10)$$

Die Risikovariablen ist entsprechend der interessierenden Kategorie zu wählen. Da sich das Vorgehen zur Ermittlung der Zahlungsbereitschaft nicht zwischen den Verletzungskategorien unterscheidet, wird in Formel (10) und (11) exemplarisch die Zahlungsbereitschaft für eine Reduzierung des Todes-

fallrisikos betrachtet. Analog ist für die Ermittlung der Zahlungsbereitschaft für eine Reduzierung der Reisezeit (VOT) der Zähler in Formel (10) durch den Grenznutzen der Reisezeit zu ersetzen. Im Falle der einfachen linearen Nutzenfunktion (8) reduziert sich Formel (10) zu:

$$m = \frac{\beta_G}{\beta_C} \quad (11)$$

Um jedoch über den in Formel (11) dargestellten, sogenannten Punktschätzer hinaus auch einen Eindruck über die Streuung dieses Wertes zu erhalten, sollen auch Standardfehler und Konfidenzintervall bestimmt werden. Hierbei ist zu beachten, dass die geschätzten Koeffizienten ( $\beta_G$ ,  $\beta_C$  etc.) selbst Zufallsvariablen sind. Die Verteilungsfunktion des Quotienten in Formel (11) ist unbekannt, da beide Koeffizienten einer multivariaten Normalverteilung entstammen (ARMSTRONG et al. 2001: S. 144). Es existieren jedoch verschiedene Methoden zur Bestimmung des zugehörigen Konfidenzintervalls. Zur Ermittlung von Mittelwert, Standardabweichung und Konfidenzintervall wird für diesen Bericht eine Simulationsmethode auf Grundlage einer multivariaten Normalverteilung verwendet. Für eine ausführliche Darstellung der genutzten Methode sei auf ARMSTRONG et al. (2001) verwiesen. Die Berechnungen mit der Simulationsmethode basieren auf 100.000 Ziehungen aus einer bivariaten Normalverteilung.

## 5 Konstruktion des Experimentdesigns

Die Datenerhebung erfolgt in dieser Studie mithilfe eines Experimentes. Im Gegensatz zur Beobachtung realer Wahlentscheidungen besteht damit die Notwendigkeit, die entsprechenden Alternativen mit ihren Attributen (Variablen) und deren Ausprägungen zu konstruieren. Dies eröffnet allerdings auch die Möglichkeit, das Design – im Wesentlichen die Kombination von Attributausprägungen – derart zu wählen, dass die zu untersuchenden Effekte möglichst gut analysiert werden können. Nachfolgend werden ausgewählte Grundlagen und das erarbeitete Design vorgestellt. Die Literatur zu experimentellen Designs (für Diskrete Wahlentscheidungen) ist umfangreich. Die nachfolgenden Ausführungen basieren im Wesentlichen auf BACKHAUS et al. (2015) sowie dem Ngene Handbuch von Choice-Metrics (2018).

## 5.1 Orthogonale und effiziente Designs

Das bekannteste unter den Choice-Designs ist das orthogonale Design. Orthogonalität liegt vor, wenn alle verwendeten Attribute unabhängig voneinander, also alle Spalten einer Matrix unkorreliert sind. Ein solches Design erlaubt es, den Beitrag, den jedes einzelne Attribut zur Erklärung der abhängigen Größe liefert, unabhängig zu bestimmen. Dies ist gleichbedeutend mit der Vermeidung von Multikollinearität der unabhängigen Variablen bei linearen Regressionsmodellen, um die Aussagekraft des Modells zu stärken. Darüber hinaus sind orthogonale Designs aufgrund der häufigen Anwendung und Beschreibung mittlerweile (auch unter Anwendung entsprechender Software) einfach zu generieren.

Mit der Zeit ist die Notwendigkeit von orthogonalen Designs in diskreten Wahlmodellen jedoch in Frage gestellt worden, da sich die Wahrung der Orthogonalität sowohl in der Konstruktion des zugrundeliegenden Designs, als auch innerhalb der Datenerhebung und Auswertung als zunehmend schwierig erweist. Für den Fall, dass Choice-Sets bei der Konstruktion des Designs zu Blöcken zusammengefasst werden, sollte drauf geachtet werden, dass alle Blöcke innerhalb der Datenerhebung gleich oft vertreten sind, da anderenfalls die Orthogonalität verloren geht. Die Orthogonalität des Designs bleibt zwar erhalten, wenn im weiteren Verlauf einzelne Attribute (Spalten) aus der Choice-Matrix entfernt werden; nicht jedoch, wenn Auswahlentscheidungen (Zeilen) entfernt werden. Dies kann allerdings leicht innerhalb der Datenerhebung auftreten, etwa wenn Probanden zwischen den gegebenen Alternativen keine Entscheidung treffen, also die Frage unbeantwortet lassen. Bestimmte Choice-Sets könnten auch im Vorfeld der Erhebung aus dem Design ausgeschlossen werden, wenn sie bspw. dominante Alternativen enthalten oder für den realen Anwendungsfall nicht plausibel erscheinen. Orthogonalität kann ebenfalls verloren gehen, wenn zur weiterführenden Schätzung soziodemografische Variablen (Alter, Einkommen etc.) einbezogen werden.

Orthogonalität ist vor allem in linearen Modellen zur Bestimmung unabhängiger Effekte von Relevanz, nicht jedoch in (nicht-linearen) diskreten Wahlmodellen. Zunehmend gewinnen daher seit einiger Zeit sog. effiziente Designs an Bedeutung. Im Gegensatz zu orthogonalen Designs ist es nicht das Ziel, Korrelationen zwischen den Eigenschaften zu verhindern, sondern vielmehr Schätzer mit geringen

Standardfehlern zu generieren. Standardfehler können aus der Varianz-Kovarianz-Matrix der geschätzten Parameter abgeleitet werden. Dafür ist es jedoch notwendig, im Vorfeld die Parameter zumindest näherungsweise zu kennen. Effiziente Designs sind dementsprechend nur mit zuvor verfügbaren Informationen über die Parameter, etwa auf Basis von Vorstudien, konstruierbar. Es ist ebenfalls möglich, die entsprechenden Werte aus der Literatur zu entnehmen. Für Deutschland existieren Studien mit Blick auf die Wertschätzung von Unfallrisikoänderungen jedoch nicht in der erforderlichen Form. Zwar bestünde die Möglichkeit, Werte aus Studien anderer Länder einzubinden, dies beinhaltet jedoch ein gewisses Maß an Unsicherheit. Der Informationsbedarf wird zudem durch die angestrebte Differenzierung der Verletzungskategorien (siehe Kapitel 2.5) erhöht. In dieser Pilotstudie wurde deshalb eine andere Design-Variante gewählt, die im Kapitel 5.2 näher erläutert wird. Für die Zukunft besteht jedoch die Möglichkeit, auf Basis der Ergebnisse der Pilotstudie, das Design entsprechend anzupassen.

## 5.2 OOD-Design

Ein vollständiges faktorielles Design (factorial design) liegt vor, wenn alle möglichen Kombinationen an Attributausprägungen vertreten sind (BACKHAUS et al. 2015: S. 265). In dieser Studie existieren für jede Auswahl-situation genau zwei Alternativen (Strecke A, Strecke B), wobei jede Alternative sechs Attribute (Fahrzeit, Fahrtkosten, Anzahl der Getöteten, Schwerstverletzten, Schwerverletzten und Leichtverletzten bzw. die zugehörige Wahrscheinlichkeit) besitzt. Jedes Attribut soll wiederum über vier Ausprägungen variieren. Folglich existieren  $4^{2 \cdot 6} \approx 16,8$  Mio. Möglichkeiten (Choice-Sets) für die Kombination der Attributausprägungen der beiden Alternativen, welche selbstverständlich unmöglich innerhalb der Befragung abgebildet werden können. Es ist daher notwendig, aus den möglichen Kombinationen eine Teilmenge auszuwählen, welche den Teilnehmern präsentiert werden kann. Ein solches Design wird auch als reduziertes faktorielles Design (fractional factorial design) bezeichnet.

Eine spezielle Form des reduzierten Designs ist das sog. optimal orthogonal in the differences (OOD) design. Dieses Design zielt darauf ab, dass die Attributausprägungen einer Eigenschaft zwischen den (beiden) Alternativen einer Wahlsituation niemals gleich sind. Dies soll die Probanden dazu an-

halten, alle Attribute gegeneinander abzuwägen. Bei den oben beschriebenen orthogonalen Designs kann es hingegen häufig vorkommen, dass beide Alternativen über mehrere Attribute hinweg die gleichen Ausprägungen aufweisen.

Von Nachteil zeigt sich das OOD-Design jedoch, wenn die angebotenen Wahlalternativen eine Beschriftung (label) besitzen, wenn also bspw. innerhalb von Verkehrsmittelwahlexperimenten Bus oder Pkw als Alternativen zur Verfügung stehen. In der vorliegenden Pilotstudie stellt dies jedoch kein Problem dar, da die Alternativen innerhalb einer Wahlentscheidung zwei Routen mit den gleichen Attributen (nicht gemeint: gleiche Attributausprägungen) darstellen (unlabelled choice experiment). Weiterhin können durch OOD-Designs bestimmte nicht gewünschte Verhaltensweisen im Wahlverhalten der Probanden verstärkt werden, wie bspw. lexikografisches Verhalten.

In dieser Studie wird ein solches OOD-Design verwendet. Aus allen rund 16,8 Mio. Kombinationsmöglichkeiten wurden 32 Choice-Sets automatisiert ausgewählt. Diese wurden in vier Blöcke gruppiert, sodass jeder Proband insg. 8 Choice-Sets beantworten muss. Die Anzahl der zu beantwortenden Wahlentscheidungen liegt damit im Rahmen der in der aktuellen wissenschaftlichen Literatur üblichen Fallzahl. Bei insgesamt 214 befragten Personen liegen für die Pilotstudie somit 1.712 Beobachtungen vor.

Zur Veranschaulichung des Choice-Designs dient Tabelle 5-1. Das Design ist dabei so aufgebaut, dass jede Reihe der Matrix eine Auswahlentscheidung (CS) und jede Spalte eines der Attribute (für Alternative 1 mit alt1 und Alternative 2 mit alt2 angegeben) darstellt. Die letzte Spalte zeigt an, zu welchem Block die jeweilige Auswahlentscheidung zugeordnet ist. Die Werte in den Spalten sind Codes

CS	alt1. T	alt1. C	alt1. G	alt1. SSV	alt1. SV	alt1. LV	alt2. T	alt2. C	alt2. G	alt2. SSV	alt2. SV	alt2. LV	Block
3	3	1	4	1	2	4	-3	-1	1	4	3	1	1
8	-3	-3	3	4	3	4	-1	3	4	3	4	1	1
11	1	-1	3	1	4	3	3	-3	4	4	1	4	1
12	-3	1	4	3	1	3	-1	-1	1	2	2	4	1
18	-3	1	2	2	3	2	-1	-1	3	1	4	3	1
19	3	-3	1	3	2	2	-3	3	2	2	3	3	1
29	1	3	2	3	4	1	3	1	3	2	1	2	1
30	3	-3	2	3	3	4	-3	3	3	2	4	1	1
1	-1	3	4	4	1	3	1	1	1	3	2	4	2
9	-3	1	3	3	4	1	-1	-1	4	2	1	2	2
14	1	3	1	3	1	3	3	1	2	2	2	4	2
17	1	-1	4	1	1	1	3	-3	1	4	2	2	2
20	-1	-1	1	2	1	1	1	-3	2	1	2	2	2
23	-1	3	2	1	3	2	1	1	3	4	4	3	2
27	3	-3	3	2	4	3	-3	3	4	1	1	4	2
32	-3	-3	1	1	1	1	-1	3	2	4	2	2	2
2	1	3	4	2	2	4	3	1	1	1	3	1	3
5	3	1	2	4	4	1	-3	-1	3	3	1	2	3
6	1	-1	1	4	2	2	3	-3	2	3	3	3	3
13	3	1	3	1	3	2	-3	-1	4	4	4	3	3
22	-1	-1	4	3	2	2	1	-3	1	2	3	3	3
24	1	-1	2	4	3	4	3	-3	3	3	4	1	3
26	-3	1	1	2	2	4	-1	-1	2	1	3	1	3
28	-1	3	3	4	4	1	1	1	4	3	1	2	3

Tab. 5-1: Choice-Design – Matrix mit Codierung der Attributausprägungen

CS	alt1. T	alt1. C	alt1. G	alt1. SSV	alt1. SV	alt1. LV	alt2. T	alt2. C	alt2. G	alt2. SSV	alt2. SV	alt2. LV	Block
4	1	3	3	2	3	2	3	1	4	1	4	3	4
7	-3	-3	2	1	4	3	-1	3	3	4	1	4	4
10	3	1	1	4	1	3	-3	-1	2	3	2	4	4
15	3	-3	4	2	1	1	-3	3	1	1	2	2	4
16	-1	3	1	1	2	4	1	1	2	4	3	1	4
21	-1	-1	2	2	4	3	1	-3	3	1	1	4	4
25	-3	-3	4	4	2	2	-1	3	1	3	3	3	4
31	-1	-1	3	3	3	4	1	-3	4	2	4	1	4

Tab. 5-1: Fortsetzung

(Platzhalter), welchen die Ausprägung der einzelnen Attribute erst noch zugewiesen werden muss. Die Sortierung der Zeilen erfolgte zur Darstellung des Designs in diesem Bericht aufsteigend nach der Blocknummer.

Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass sich unter den Choice-Sets noch eines mit einer dominanten Alternative befindet (Alternative 1 in Choice-Set 32). Diese Wahlsituation wurde jedoch aufgrund des sonst unvollständigen Designs nicht entfernt.

### 5.3 Wertzuweisung im Choice-Design

Kapitel 5.3.1 gibt Auskunft darüber, wie die Ausprägungen der Attribute im Experiment festgelegt und den Codes der Choice-Matrix zugeordnet werden.

#### 5.3.1 Attributausprägungen von Fahrzeit und Fahrtkosten

Zur Steigerung des Realitätsgehaltes der Wahlexperimente sollen die Ausprägungen der Attribute Fahrzeit (alt1.T, alt2.T) und Fahrtkosten (alt1.C, alt2.C) an den entsprechenden Werten der letzten durchgeführten Autobahnfahrt der Probanden orientiert werden. Die Codierung im Choice-Design weist dabei auf je zwei positive und zwei negative Abweichungen vom Referenzwert hin (-3; -1; 1; 3). Der Referenzwert selbst stellt keine eigenständige Attributausprägung im Experiment dar. Die entsprechend der Codierung zu den Referenzwerten zu addierenden Werte sind Tabelle 5-2 zu entnehmen.

Die Referenzkosten wurden basierend auf der von den Probanden angegebenen Reisezeit approximiert. Dazu wurde eine Durchschnittsgeschwindigkeit von

Code	T	C
-3	-4,5	-1,5
-1	-1,5	-0,5
1	1,5	0,5
3	4,5	1,5

Tab. 5-2: Codierung der Differenzen für Zeit (T) in Minuten und Kosten (C) in Euro

100 km/h und ein Kostensatz von 0,08 € pro km zu Grunde gelegt. Die Referenzwerte der Probanden wurden zudem derart angepasst, dass sich für die Darstellung der Zeiten und Kosten im Experiment immer ganzzahlige Werte ergeben. Bei der Fahrzeit wurden hierzu jeweils 0,5 Minuten zur angegebenen Referenzzeit (in Minuten, ganzzahlig) hinzuaddiert. Bei den Kosten wurde der ermittelte Wert zunächst auf den nächsten ganzzahligen Euro aufgerundet und dann 0,5 € subtrahiert. Angegebene Fahrzeiten von weniger als 10 Minuten wurden auf 10 Minuten gesetzt, um eine sinnvolle Variation der Reisezeiten zwischen den Alternativen im Experiment zu ermöglichen. Konnten sich die Probanden nicht an die Fahrzeit, sondern nur an die zurückgelegte Strecke in Kilometern erinnern, wurde basierend auf der oben angegebenen Durchschnittsgeschwindigkeit die Reisezeit approximiert. Die für die Zeit genutzten Werte wurden auf Basis eines Pretests gewählt. Bei diesem zeigte sich, dass die ursprünglich gewählten Abweichungen von -3, -1, 1 und 3 Minuten von vielen Befragten als zu gering empfunden wurden. Die Auswahl der Werte erfolgte mit Blick auf das Austauschverhältnis der einzelnen Attribute zu den Kosten. Des Weiteren wurde auf einen gleichmäßigen Abstand zwischen den einzelnen Stufen geachtet.



### 5.3.2 Attributausprägungen der Risikovariablen

Entgegen der Attribute Fahrzeit und Fahrtkosten werden die Attributausprägungen der nach Verletzungsschweregrad differenzierten Risikovariablen nicht auf individuelle Referenzwerte bezogen, auch wenn sich z. B. mit VEISTEN et al. (2013) hierfür Beispiele in der Literatur finden lassen. Eine Überprüfung dieser Vorgehensweise für Deutschland hat ergeben, dass dies zu sehr geringen Wahrscheinlichkeiten und damit letztlich auch sehr geringen Differenzen der Wahrscheinlichkeiten zwischen den Alternativen führen würde. Dies ist insbesondere für die Wahrscheinlichkeit getötet zu werden relevant. Eine realistische Darstellung von Unfallwahrscheinlichkeiten und deren potenziellen Differenzen zwischen alternativen Routen würde, damit sie für die Entscheidung der Probanden überhaupt eine wesentliche Rolle spielen können, sehr kleine Kostendifferenzen von wenigen Eurocent erfordern. Um derart kleine Kostendifferenzen zu vermeiden und die Unterschiede zwischen den Alternativen hervorzuheben, wurden die Wahrscheinlichkeiten nicht an realen Werten orientiert. Mit Blick auf die Durchführung des Wahlexperimentes sind grundsätzlich auch keine realen Werte erforderlich, da es im Kern lediglich um das Austauschverhältnis zwischen Unfallwahrscheinlichkeit und Kosten geht. Reale Werte können aber die Plausibilität des Experimentes aus Sicht der Probanden erhöhen. Da die Kenntnis der realen Unfallwahrscheinlichkeit jedoch spezifisches Fachwissen über die Thematik erfordert, ist ein reales Niveau der Wahrscheinlichkeiten aus Sicht der Autoren für das Experiment nicht erforderlich.<sup>12</sup> Die Wahrscheinlichkeiten wurden derart gewählt, dass sich unter niedrigem Verkehrsaufkommen die geringste Anzahl getöteter Personen auf einen Toten (absolut) beläuft. Die Wahrscheinlichkeiten der weiteren Stufen wurden anschließend so gewählt, dass sinnvolle Unterschiede zur nächsten Stufe gewährleistet sind. Wie bereits bei Zeit und Kosten wurde auch hier auf einen gleichmäßigen Abstand zwischen den einzelnen Stufen geachtet.

Die den Codes zugeordneten Wahrscheinlichkeiten für die Kategorien getötet (alt1.G, alt2.G), schwerst-

Code	G	SSV	SV	LV
1	1,50E-07	7,50E-07	1,50E-06	9,00E-06
2	4,50E-07	1,75E-06	3,50E-06	1,15E-05
3	7,50E-07	2,75E-06	5,50E-06	1,40E-05
4	1,05E-06	3,75E-06	7,50E-06	1,65E-05

Tab. 5-3: Codierung der Unfallwahrscheinlichkeiten je Fahrt nach Verletzungskategorien

verletzt (alt1.SSV, alt2.SSV), schwerverletzt (alt1.SV, alt2.SV) und leichtverletzt (alt1.LV, alt2.LV) sind Tabelle 5-3 zu entnehmen. Letztlich wird den Probanden das Risiko zu verunglücken in zwei Varianten dargelegt (Beispiel):

- 1 SSV auf 1,33 Mio. Fahrten.
- Dies entspricht 7 SSV pro Jahr. Auf der Strecke finden 9,49 Mio. Fahrten pro Jahr statt.

Die Anzahl der Fahrten in der ersten Angabe lässt sich durch Bildung des Kehrwertes der Wahrscheinlichkeit ermitteln. Die Wahrscheinlichkeit bildet im Zusammenspiel mit einem dem Probanden zugeordneten Verkehrsaufkommen die Grundlage zur Bestimmung der absoluten Verletztenzahl in letzterer Angabe. Die Präsentation der diesen Angaben zugrundeliegenden Wahrscheinlichkeiten aus Tabelle 5-3 erscheint hingegen, mit Blick auf das Verständnis dieser Werte durch die Probanden, im Rahmen eines Experimentes nicht sinnvoll.

Die dargestellten Unfallwahrscheinlichkeiten selbst sind unabhängig vom Verkehrsaufkommen. Das dies eine plausible Annahme für das Experiment ist, geht aus BASt (2003: S. 48) hervor. Auf eine Differenzierung der Wahrscheinlichkeiten nach dem Verkehrsaufkommen, wie etwa in VEISTEN et al. (2013), kann damit verzichtet werden. Auch auf eine Differenzierung der Unfallwahrscheinlichkeiten nach Streckenlänge wird verzichtet, um das Design nicht komplizierter als nötig zu gestalten.

Zur Bestimmung der absoluten Todesfall- bzw. Verletztenzahlen wird neben der Unfallwahrscheinlichkeit auch ein jährliches Verkehrsaufkommen benötigt. Nachfolgend wird dargelegt, wie die den drei verwendeten Verkehrsaufkommenskategorien – niedrig, mittel, hoch – zugrundeliegenden Werte bestimmt wurden.

Das tägliche Verkehrsaufkommen auf Autobahnen in Deutschland wurde basierend auf Daten der Autobahnzählstellen der BASt (2016a) bestimmt. Für

<sup>12</sup> Im Rahmen des Pretests wurde lediglich von einer Person darauf hingewiesen, dass die Wahrscheinlichkeit tödlich zu verunglücken deutlich über dem realen Niveau liegt.

Kategorie	Fahrten pro Tag	Fahrten pro Jahr
hoch	32 000	11,68 Mio.
mittel	26 000	9,49 Mio.
niedrig	20.000	7,30 Mio.

Tab. 5-4: Werte des Verkehrsaufkommens nach Kategorie

Stufe	Verkehrsaufkommen		
	niedrig	mittel	hoch
1	1	1	2
2	3	4	5
3	5	7	9
4	8	10	12

Tab. 5-5: Codierung der Unfallwahrscheinlichkeiten je Fahrt nach Verletzungskategorien

Stufe	Verkehrsaufkommen		
	niedrig	mittel	hoch
1	5	7	9
2	13	17	20
3	20	26	32
4	27	36	44

Tab. 5-6: Codierung der absoluten SSV-Zahlen in Schwerstverletzte pro Jahr

die Jahre 2014 bis 2016 wurde für alle zwei- und dreistreifigen (Anzahl Fahrstreifen je Richtungsfahrbahn) Autobahnen das tägliche Verkehrsaufkommen erfasst. Aus den Daten wurden anschließend über das 0,25-, das 0,5- und das 0,75-Quantil die Werte für das niedrige, mittlere bzw. hohe Verkehrsaufkommen zugeordnet. In Abhängigkeit des Verhältnisses der Netzlänge von zwei- zu dreistreifigen Autobahnen wurde ein gewichtetes Mittel für jede Aufkommenskategorie bestimmt. Das Verhältnis von zwei- zu dreistreifigen Autobahnen in Höhe von 70:30 wurde aus Werten von BMVI (2016) und BMVI (2017) berechnet. Die Ergebnisse sind in Tabelle 5-4 zusammengefasst.

Aus Tabelle 5-5 bis Tabelle 5-8 lassen sich die aus der Multiplikation von Unfallwahrscheinlichkeit und jährlichem Verkehrsaufkommen resultierenden absoluten Fallzahlen (Tote, Verletzte) entnehmen. Es wurde grundsätzlich auf ganzzahlige Fallzahlen gerundet, um die Darstellung für die Probanden zu vereinfachen.

Stufe	Verkehrsaufkommen		
	niedrig	mittel	hoch
1	11	14	18
2	26	33	41
3	40	52	64
4	55	71	88

Tab. 5-7: Codierung der absoluten SV-Zahlen in Schwerverletzte pro Jahr

Stufe	Verkehrsaufkommen		
	niedrig	mittel	hoch
1	66	85	105
2	84	109	134
3	102	133	164
4	120	157	193

Tab. 5-8: Codierung der absoluten LV-Zahlen in Leichtverletzte pro Jahr

Code	G	SSV	SV	LV
1	6,67	1,33	0,67	0,111
2	2,22	0,57	0,29	0,087
3	1,33	0,36	0,18	0,071
4	0,95	0,27	0,13	0,061

Tab. 5-9: Codierung der Fahrtenanzahl in Mio. Fahrten pro Schadensereignis

Zur Vollständigkeit sind in Tabelle 5-9 noch die Anzahl der Fahrten angegeben, die für die Angabe „1 Toter/Verletzter auf X Mio. Fahrten“ im Fragebogen erforderlich sind.

## 5.4 Darstellung im Fragebogen

Im ersten Teil des Fragebogens werden die Probanden gebeten, Angaben zu einer ihrer letzten Autobahnfahrten zu tätigen. Angenommen, eine Person habe zuletzt 2 Stunden bei niedrigem Verkehrsaufkommen auf der Autobahn zugebracht, so resultieren diese Angaben in folgenden Referenzwerten:

Für die Wahlexperimente wird dem Probanden anschließend zufällig ein Block (1, 2, 3 oder 4) der Choice-Matrix zugewiesen. Daraus ergeben sich durch Verrechnung mit den Referenzwerten unmittelbar die Attributausprägungen für Zeiten und Kos-

ten der Alternativen der acht zu bearbeitenden Choice-Sets. Entsprechend dem Verkehrsaufkommen werden die Angaben für die Todes- und Verletztanzahlen zugewiesen. Die Unfallwahrscheinlichkeiten aus Tabelle 5-3 werden den Probanden nicht angezeigt. An diese Stelle treten die darauf basierenden Werte aus Tabelle 5-5 bis Tabelle 5-9. Die Reihenfolge, in der die Choice-Sets eines Blocks zu bearbeiten sind, wird per Zufallsgenerator festgelegt. Darüber hinaus wird die Anordnung der Alternativen (Anzeige rechts oder links) ebenfalls per Zufallsziehung bestimmt.

Bild 5-2 zeigt exemplarisch eine Auswahl-situation des Wahlexperimentes im Fragebogen. In diesem Fall ist dem Probanden Block 3 zugewiesen. Das hier dargestellte Choice-Set 22 entspricht Zeile 5 in Block 3 der Choice-Matrix (siehe Tabelle 5-1). Die Reihenfolge der Alternativen ist hier im Vergleich zur Choice-Matrix nicht vertauscht.

Zu Beginn der Befragung haben Sie uns einige Informationen zu einer Ihrer zuletzt getätigten Autobahnfahrten mitgeteilt. Auf Basis dieser Informationen haben wir – bei Bedarf mit einigen wenigen Anpassungen Ihrer Eingaben – folgende Werte für Ihre Autobahnfahrt zugrunde gelegt:

Fahrzeit: **2 Stunde(n) und 0 Minute(n)**  
 Kosten der Fahrt: **16,50 €**  
 Fahrtzweck: **zu einem touristischen/freizeitmäßigem Zweck**  
 Verkehrsaufkommen: **niedrig**

Die Kosten der Fahrt entsprechen den Betriebskosten des Fahrzeuges

Bild 5-1: Darstellung der Referenzwerte im Fragebogen als Grundlage der Wahlexperimente

## 6 Auswertung der erhobenen Daten

Nachfolgend werden die Ergebnisse der Erhebung vorgestellt. Es wird dabei zuerst auf Erkenntnisse aus dem Pretest eingegangen. Im Anschluss daran folgt die deskriptive und modellgestützte Auswertung der Daten sowie eine Diskussion der Kommentare aus der Freitexteingabe.

### 6.1 Pretest

Der Fragebogen und das zu verwendende Modell wurden innerhalb eines Pretests mit 28 Personen im Vorfeld der Befragung geprüft. Die wichtigsten Änderungen nach Durchführung des Pretests sind nachfolgend dargestellt.

Das zu nutzende Modell wurde mit den erhobenen Daten des Pretests geschätzt und lieferte plausible Ergebnisse, sodass dahingehend keine weiteren Änderungen vorgenommen werden mussten.

### 6.2 Deskriptive Analyse der Daten

Nachfolgend werden die Ergebnisse der deskriptiven Auswertung der erhobenen Daten aus der Pilotstudie vorgestellt.








Wahlexperiment	
Auf jeder der beiden Strecken finden <b>7,30 Mio.</b> Fahrten pro Jahr statt.	
Strecke A	Strecke B
 <b>1 h 59 min</b>	 <b>2 h 2 min</b>
 <b>16,00 €</b>	 <b>15,00 €</b>
	
1 Toter auf <b>0,95 Mio.</b> Fahrten. Dies entspricht <b>8 Toden</b> pro Jahr.	1 Toter auf <b>6,67 Mio.</b> Fahrten. Dies entspricht <b>1 Toden</b> pro Jahr.
1 SSV auf <b>0,36 Mio.</b> Fahrten. Dies entspricht <b>20 SSV</b> pro Jahr.	1 SSV auf <b>0,57 Mio.</b> Fahrten. Dies entspricht <b>13 SSV</b> pro Jahr.
1 SV auf <b>0,29 Mio.</b> Fahrten. Dies entspricht <b>26 SV</b> pro Jahr.	1 SV auf <b>0,18 Mio.</b> Fahrten. Dies entspricht <b>40 SV</b> pro Jahr.
1 LV auf <b>87 Tsd.</b> Fahrten. Dies entspricht <b>84 LV</b> pro Jahr	1 LV auf <b>71 Tsd.</b> Fahrten. Dies entspricht <b>102 LV</b> pro Jahr
SSV = <i>schwerstverletzt</i> , SV = <i>schwerverletzt</i> , LV = <i>leichtverletzt</i> ,  = <i>Unfallrisiko</i>	

Bild 5-2: Beispielhafte Auswahl-situation im Wahlexperiment

Kategorie	durchgeführte Änderung
Choice-Design	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vergrößerung der hinterlegten Zeitdifferenzen, damit sich die Alternativen hinsichtlich dieses Attributes deutlicher voneinander abgrenzen.</li> </ul>
Zusätzliche Fragen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Im direkten Anschluss an die Choice-Sets sollten die Probanden nun bewerten, ob sie bei Wiederholung des Experimentes ihre gegebenen Antworten beibehalten würden. Dies soll Aufschluss darüber geben, ob die Probanden ihre Entscheidung im Experiment ggf. nur willkürlich getroffen haben.</li> </ul>
Anpassung von Fragen/Antwortoptionen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einige Fragen wurden umformuliert, um die Einheitlichkeit zu den übrigen Fragen im Fragebogen zu wahren.</li> <li>• Die Fragen zur Referenzstrecke wurden in eine neue Reihenfolge gebracht, um inhaltliche Konsistenz zu gewährleisten.</li> <li>• Möglichkeit des Nicht-Fahrens innerhalb der Wahlexperimente wurde angepasst.</li> </ul>
Anpassung von Beschreibungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Beschreibung des Unfallrisikos vor Beginn der Experimente wurde vereinfacht.</li> <li>• Auf eine quantitative Darstellung des Verkehrsaufkommens in Teil I des Fragebogens zur Beschreibung der Referenzstrecke der Probanden wurde verzichtet. Dafür wurde eine qualitative Beschreibung der Verkehrssituation bei hohem, mittlerem und niedrigem Verkehrsaufkommen ergänzt.</li> </ul>

Tab. 6-1: Änderungen nach dem Pretest

### 6.2.1 Soziodemografie

Innerhalb der Erhebung konnten insgesamt 214 Personen befragt werden, wobei 106 Personen der Gruppe FB und 108 Personen der Gruppe FS angehören. Ein Anteil von 41 % der Teilnehmer ist weiblich. An der Studie nahmen Probanden im Alter von 19 bis 78 Jahren teil. Das Durchschnittsalter liegt bei 31 Jahren. Dies ist nicht verwunderlich, da 55 % der Teilnehmer Studenten und 36 % Angestellte, vorrangig Mitarbeiter der TU Dresden sind.

Ähnliche Stichprobencharakteristika hinsichtlich des Alters weisen auch die Untersuchungen von IRAGÜEN und ORTÚZAR (2004) und HOJMAN et al. (2005) auf, in denen 31 % bzw. 46 % der Teilnehmer aus unter Dreißigjährigen bestehen. Demgegenüber besitzen die Studien von VEISTEN et al. (2013) (Durchschnittsalter von 50 Jahren), HENSHER et al. (2009) (Durchschnittsalter von 44 Jahren) sowie FLÜGEL et al. (2015) (Durchschnittsalter 50 Jahre) ein deutlich höheres Durchschnittsalter innerhalb der Stichprobe.

### Einkommen und Haushaltsgröße

Bild 6-1 gibt einen Überblick über die Einkommensverteilung in der Stichprobe. Die Teilnehmer wurden gebeten, ihr monatliches Haushaltsnettoeinkommen in die untenstehenden Klassen einzuordnen. Lediglich 12 Teilnehmer machten dazu keine Angaben. Die Mehrheit der Probanden ist den Einkommensklassen 500 € – 1.000 € (34 %) sowie 1.000 € – 1.500 € (19 %) und 2.000 € – 3.000 € (18 %) zuzuordnen. Das Median-Einkommen liegt bei 1.500 €.

Die Teilnehmer leben vorrangig in einem Ein- oder Zweipersonenhaushalt (46 % bzw. 32 %). Weitere 18 % leben in einem Haushalt mit Kindern.

### Familienstand und Bildung

Die Mehrheit der Probanden gab hinsichtlich ihres Familienstandes an, ledig zu sein (46 %). Weitere 34 % leben in einer Partnerschaft und 17 % sind verheiratet. Nur 3 % der Teilnehmer sind geschieden.

Nahezu alle Teilnehmer verfügen als höchsten Bildungsabschluss entweder über Abitur/Hochschulreife (45 %) oder über einen Fach-/Hochschulabschluss (47 %). Weitere Bildungsabschlüsse sind kaum vertreten, wie Bild 6-2 zu entnehmen ist.

### 6.2.2 Referenzstrecke

Zu Beginn der Befragung wurden die Probanden gebeten, sich an eine ihrer letzten Fahrten auf einer Autobahn zu erinnern. Mehr als die Hälfte der Teilnehmer (53 %) haben sich bei dieser letzten Fahrt nach eigenen Angaben allein im Auto befunden. Weitere 23 % gaben an, die Fahrt mit einem Beifahrer unternommen zu haben. Jeweils 10 % hatten zwei bzw. drei zusätzliche Mitfahrer.

Die Angaben hinsichtlich der dabei benötigten Zeit sowie der Höhe des Verkehrsaufkommens auf dieser Strecke bilden die Grundlage für die Routenwahlexperimente. Die auf den Angaben der Probanden basierenden (angepassten) Referenzreise-

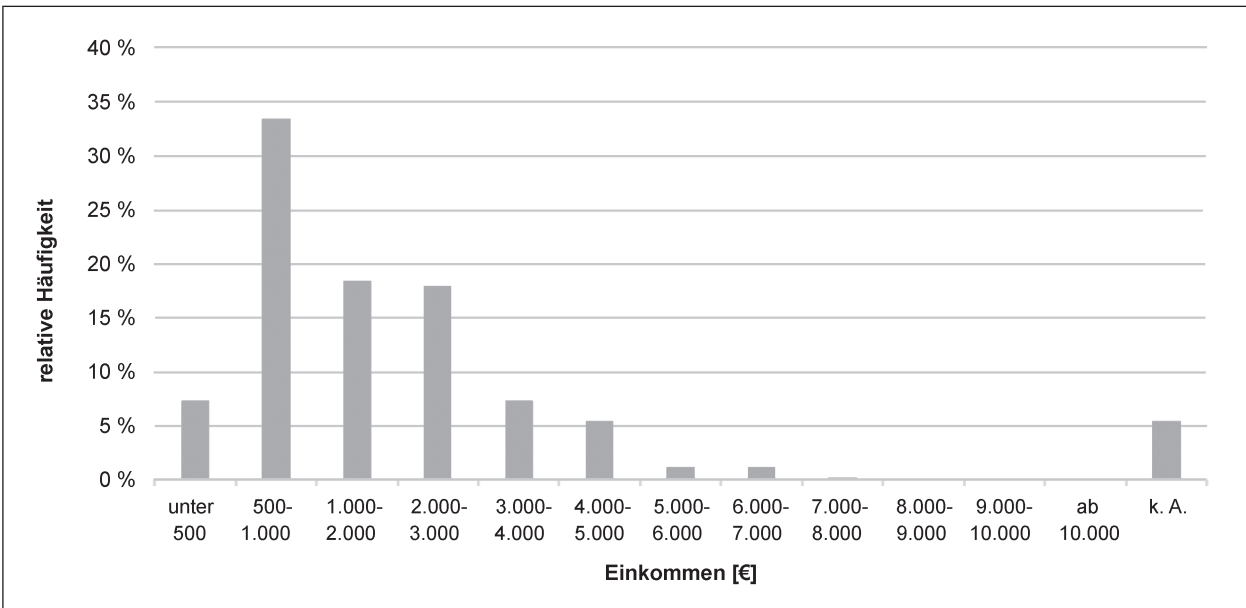


Bild 6.1: Einkommensverteilung in der Stichprobe

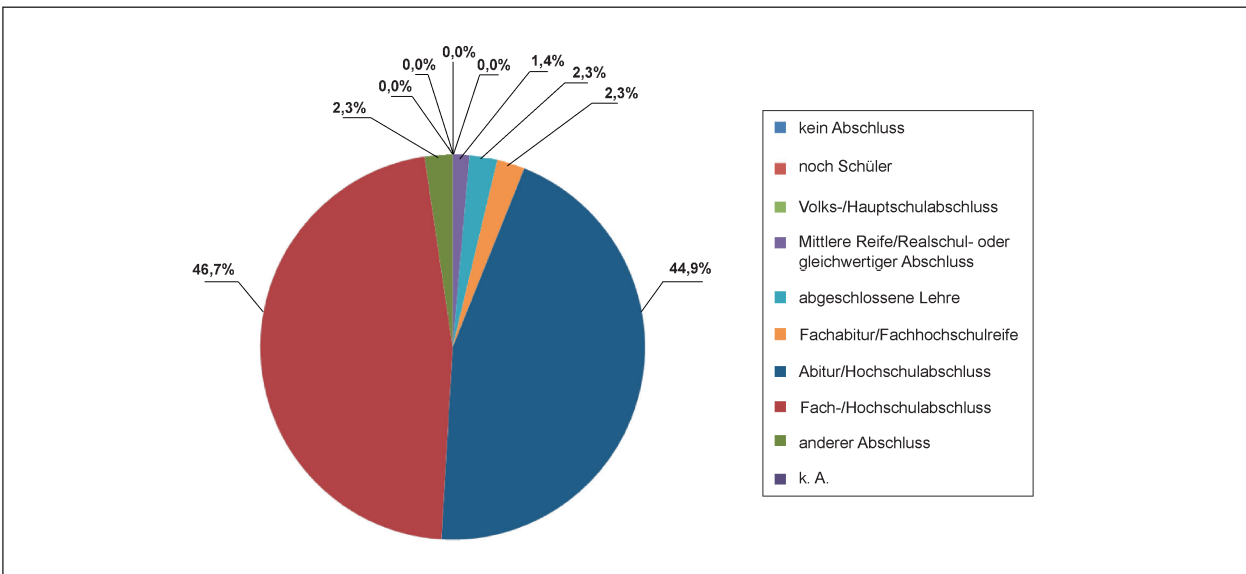


Bild 6-2: Höchster Bildungsabschluss

zeiten (siehe hierzu Kapitel 5.3.1) liegen zwischen 10 Minuten und 8 Stunden bei einem Mittelwert von 2,2 Stunden und einem Median von 1,75 Stunden. Die Referenzkosten werden, wie in Kapitel 5.3.1 beschrieben, auf Basis der Referenzzeit approximiert. Diese liegen im Mittel bei 18 €.

Das Verkehrsaufkommen wurde von 58 % der Befragten als mittelmäßig beschrieben. Weitere 35 % schätzten das Verkehrsaufkommen als hoch ein. Lediglich 7 % gaben an, das Verkehrsaufkommen sei niedrig gewesen. Anzumerken ist, dass alle Befragten diese Frage beantworteten, sodass keiner

Person nachträglich ein Verkehrsaufkommen zugeordnet werden musste. Aufgrund der augenscheinlich häufigen Wahl des mittleren Verkehrsaufkommens bleibt jedoch fraglich, wie präzise die Probanden diese Frage beantworten konnten.

Die letzte Autobahnfahrt der Probanden liegt im Mittel 79 Tage (Median: 24 Tage) zurück. Die hohe Standardabweichung von 276 Tagen entsteht durch die Angaben zweier Teilnehmer, deren letzte Autobahnfahrt über 6 bzw. 8 Jahre her ist. Werden diese beiden Beobachtungen von der Analyse ausgeschlossen, liegt die letzte Fahrt im Mittel 54 Tage



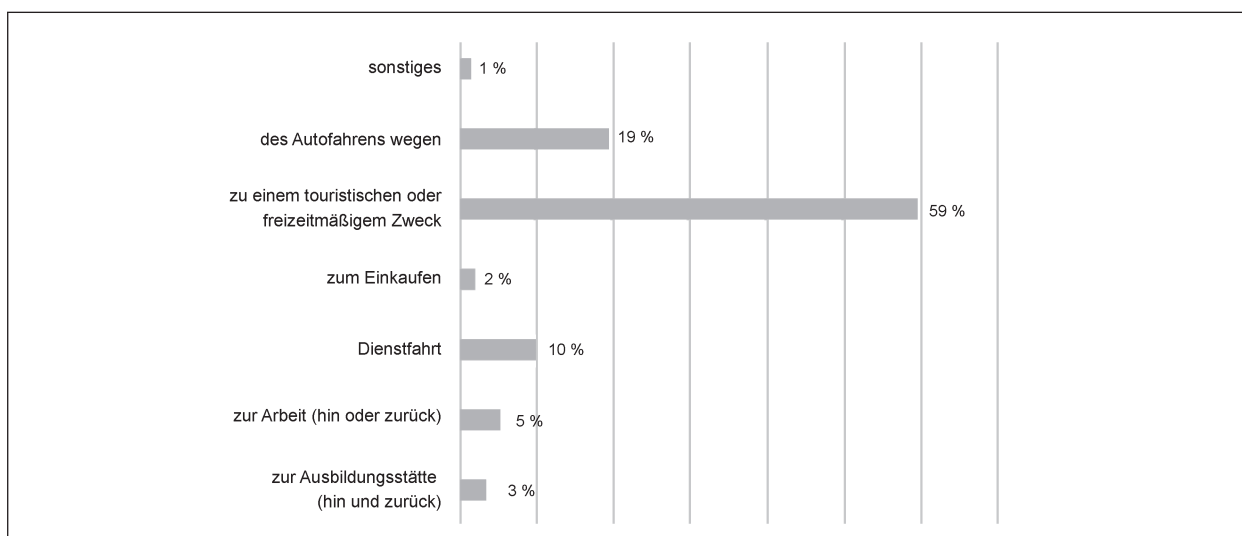


Bild 6-3: Fahrzweck der letzten Autobahnfahrt

(Median: 22,5 Tage) zurück. Nach den Angaben der Teilnehmer liegt die bevorzugte Reisegeschwindigkeit auf Autobahnen im Mittel bei 130 km/h. Einige wenige Probanden gaben dabei auch Reisegeschwindigkeiten von deutlich unter 100 km/h an. Diese Angaben wurden möglicherweise durch die unspezifische Fragestellung (Wie hoch ist Ihre übliche Reisegeschwindigkeit?) hervorgerufen, welche nicht erneut auf Autobahnfahrten verweist.

Ein Anteil von 27 % der Probanden führte die Fahrt in dieser Form einmalig durch. Die übrigen Befragten legen die Strecke mindestens einmal jährlich zurück. Die Mehrheit der Teilnehmer führte die Fahrt zu einem touristischen/freizeitmäßigem Zweck durch (vgl. Bild 6-3). Von den 19 %, welche als Fahrzweck „sonstiges“ nannten, gaben 66 % an, die Fahrt für einen Familienbesuch unternommen zu haben.

### 6.2.3 Risikoverständnis und Bewertung der Attribute

#### Risikoverständnis

Zur Beurteilung des Unfallrisikos durch die Probanden wurde diesen einerseits die absolute Anzahl der Getöteten/Verletzten (z. B. 5 Tote/Verletzte pro Jahr) einschließlich des jährlichen Verkehrsaufkommens genannt. Andererseits wurde ihnen das Risiko auch in der Form 1 Toter auf X Mio. Fahrten vermittelt.



Im Anschluss an die Routenwahlexperimente wurde im Fragebogen zunächst auf das allgemeine Risikoverständnis der Probanden geprüft. Bild 6-4 stellt die dafür verwendeten Fragen dar.

Bis auf 2,3 % bei Frage 1 (oben) und 3,3 % bei Frage 2 (unten) konnten alle Probanden jeweils Strecke B als korrekte Antwort identifizieren. Somit lässt sich schlussfolgern, dass die Teilnehmer grundlegend risikoreichere Strecken von risikoärmeren unterscheiden können und nicht mit dieser Darstellungsweise überfordert sind.

Die Teilnehmer konnten im Fragebogen weiterhin Aussagen dazu tätigen, wie wichtig ihnen die Darstellungsformen des Risikos bei ihrer Routenwahlentscheidung waren. Die Bewertung erfolgte anhand einer Skala, wie sie in Bild 6-5 zu sehen ist. Die Ergebnisse zeigen, dass 43 % der Probanden die Angabe der absoluten Getöteten-/Verletztenzahlen als wichtig bei ihrer Routenwahlentscheidung empfanden. Weitere 28 % bezeichneten diese Angabe als eher wichtig. Als unwichtig bzw. eher unwichtig für die Entscheidung bei der Routenwahl schätzten ca. 60 % Probanden die Angabe des Risikos in Form von „1 Toter auf 6,67 Mio. Fahrten“ ein. Im Unterschied dazu wird die Zahl der Getöteten/Verletzten in Verbindung mit dem Verkehrsaufkommen von knapp 60 % der Probanden als eher wichtig oder wichtig eingestuft.

Lediglich 38 Probanden gaben an, dass ihnen die Angabe der absoluten Unfallzahlen wichtig oder sehr wichtig ist, die beiden anderen Kennwerte jedoch unwichtig oder eher unwichtig seien. Diese Probanden haben sich bei ihren Entscheidungen somit vorwiegend von den absoluten Fallzahlen (ohne Relation zum Verkehrsaufkommen) leiten lassen.

Bitte schauen Sie sich die nachfolgenden Strecken an.



<p><b>Strecke A</b></p>  <p>1 Toter auf 1 Mio. Fahrten.</p>	<p><b>Strecke B</b></p>  <p>1 Toter auf 5 Mio. Fahrten.</p>
--	---

**30. Auf welcher Strecke haben Sie ein niedrigeres Risiko tödlich zu verunglücken?**

Strecke A
  Strecke B

---

Bitte schauen Sie sich die nachfolgenden Strecken an.

<p><b>Strecke A</b></p>  <p>5 Tote auf 10 Mio. Fahrten.</p>	<p><b>Strecke B</b></p>  <p>8 Tote auf 20 Mio. Fahrten.</p>
--	---

**31. Auf welcher Strecke haben Sie ein niedrigeres Risiko tödlich zu verunglücken?**

Strecke A
  Strecke B

Bild 6-4: Fahrzweck der letzten Autobahnfahrt

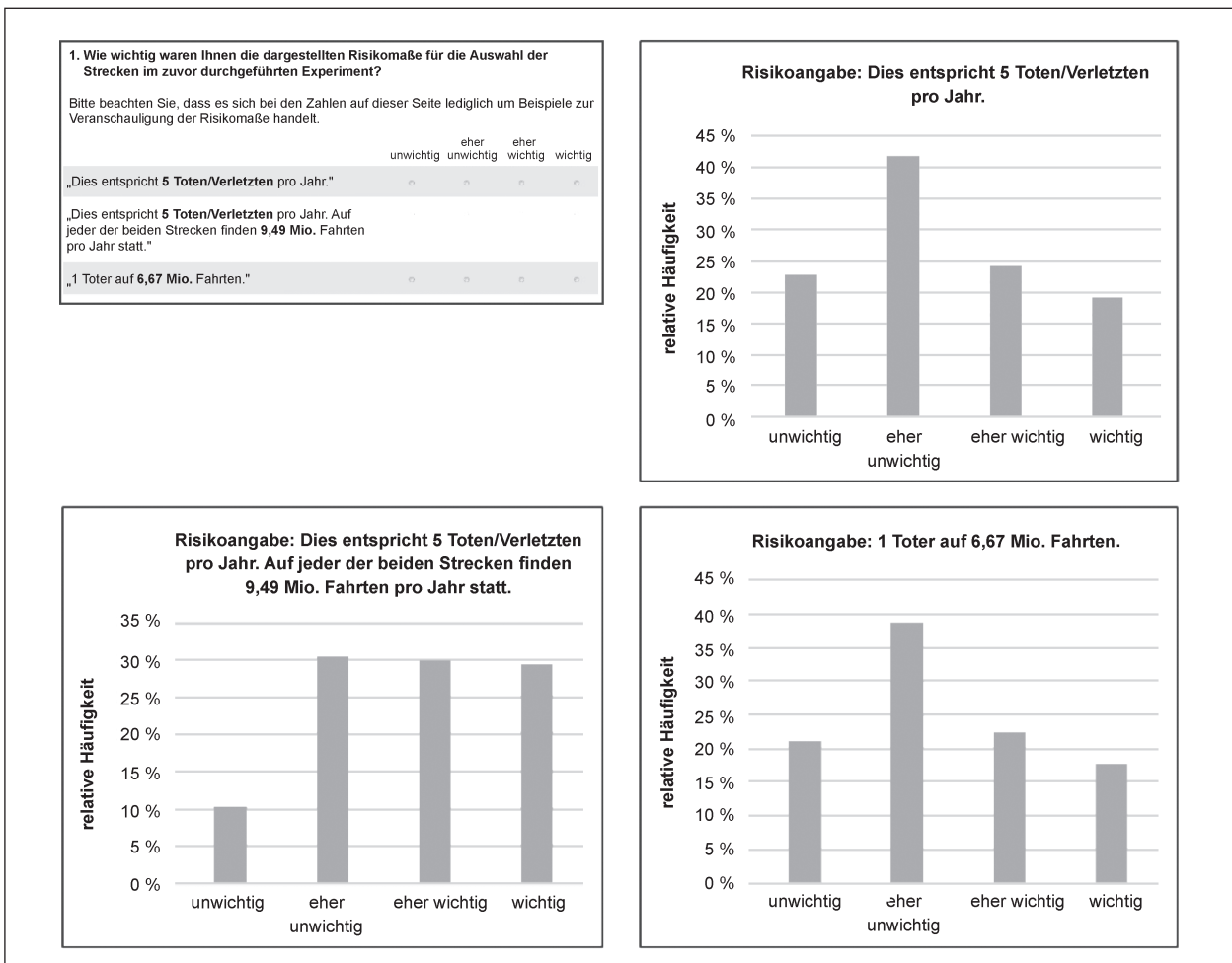


Bild 6-5: Bewertung der Risikoangaben des Wahlexperiments

## Bewertung der Attribute

Die Teilnehmer wurden im Nachgang der Routenwahllexperimente ebenfalls gebeten, die Bedeutung der Attribute Fahrzeit, Fahrtkosten und Anzahl Getöteter/Schwerstverletzter/Schwerverletzter/Leichtverletzter für den Entscheidungsprozess auf einer Skala von unwichtig bis wichtig zu beurteilen. In den Ergebnissen zeigt sich zunächst, dass sowohl die Fahrzeit als auch die Fahrtkosten von den Teilnehmern zu 48 % bzw. zu 38 % als (eher) unwichtig bezeichnet werden. Dahingegen bewerten die Probanden zu 78 % bzw. zu 69 % die Angaben zu den getöteten bzw. schwerstverletzten Personen als (eher) wichtig für die vorangegangene Routenwahlentscheidung. Bild 6-6 zeigt ebenfalls, dass die Zahl leichtverletzter Personen bei einer Mehrzahl der Probanden für die Entscheidung (eher) unwichtig ist.

Aus der Korrelationsmatrix der sechs Attribute (Zeit, Kosten und Verletzungskategorien) ergab sich, dass Fahrzeit und Fahrtkosten zueinander signifi-

kant (1%-Niveau) schwach positiv und zu den Verletzungskategorien jeweils schwach negativ korreliert sind. Je wichtiger somit die Fahrzeit oder die Fahrtkosten für einen Probanden sind, umso unwichtiger bewertet er die Angabe der Getöteten/Verletzten der Routenalternative. Ein mittelstarker positiver Zusammenhang ist darüber hinaus zwischen den Attributen Anzahl Schwerstverletzter und Anzahl Schwerverletzter (Korrelationskoeffizient: 0,68), Anzahl Schwerverletzter und Anzahl Leichtverletzter (0,68) und Anzahl Getöteter und Anzahl Schwerstverletzter (0,59) auf einem Signifikanzniveau von je 1 % zu erkennen.

## 6.2.4 Lexikografisches Verhalten und Eindeutigkeit der Wahlentscheidung

### Lexikografisches Verhalten

Teilnehmer einer Studie weisen lexikografisches Verhalten auf, wenn sie sich bei ihrer Antwortwahl stets nur an einer Eigenschaft orientieren.

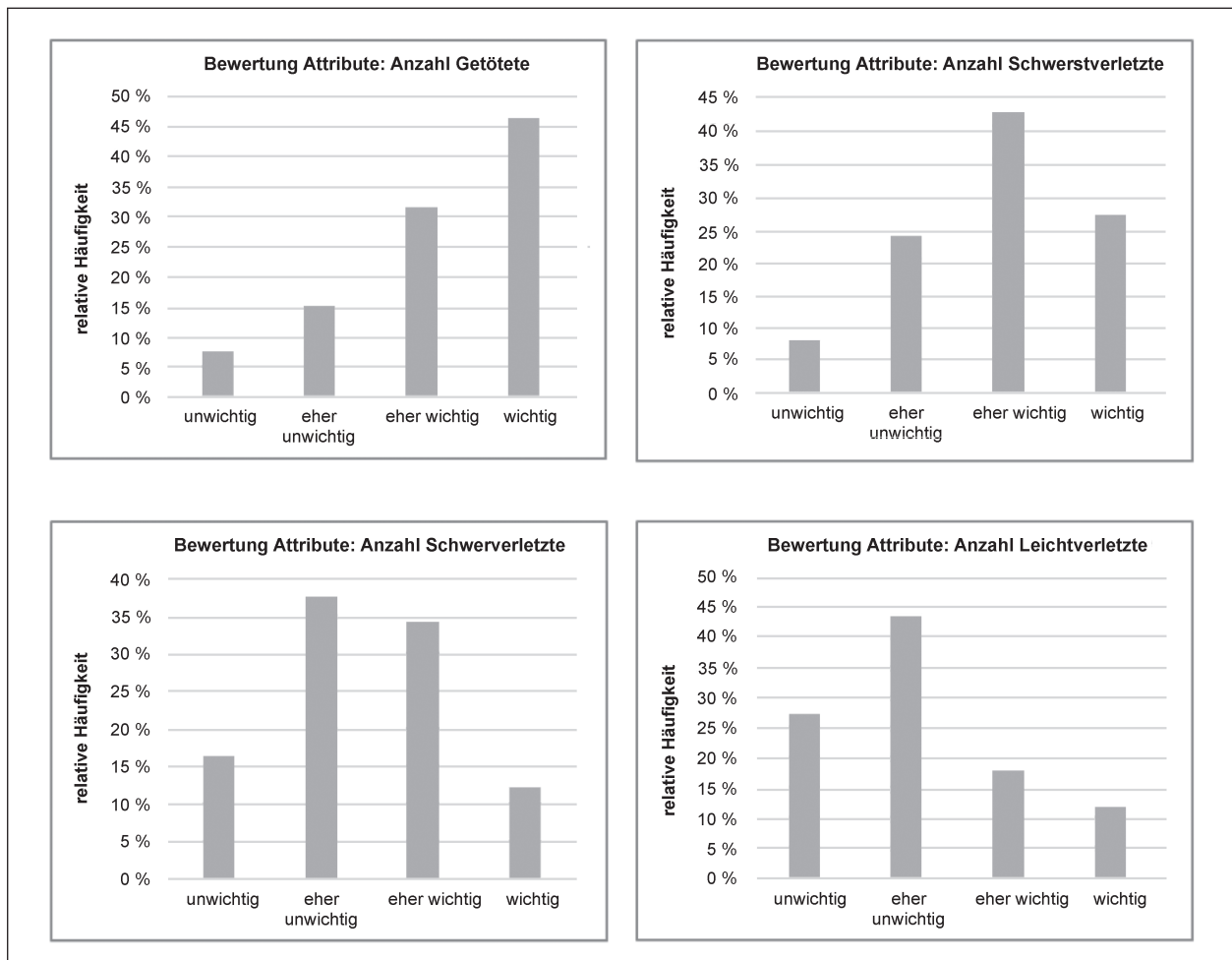


Bild 6-6: Bewertung der Verletzungsgrade nach Relevanz bei der Routenwahlentscheidung

Dies ist akzeptabel, insoweit dies die tatsächlichen Präferenzen der Person widerspiegelt. Sollte dieses Verhalten jedoch nur Ausdruck der Vereinfachung der Entscheidungssituation sein, um etwa das Experiment möglichst zügig zu absolvieren, können die Antworten dieser Probanden nicht als realitätstreu erachtet werden. Im Anschluss an die Routenwahl wurden die Probanden hinsichtlich dieses Verhaltensmusters befragt. Dabei bekundeten 31 % der Befragten, sich bei der Entscheidung nur nach einer Eigenschaft gerichtet zu haben. Von diesen orientierten sich jeweils ca. 30 % ausschließlich an den Fahrtkosten, der Anzahl der Getöteten oder am Unfallrisiko im Gesamten (d. h. alle Verletzungskategorien zusammen). Alle übrigen Eigenschaften der Routen wurden entweder gar nicht oder nur zu einem geringen Prozentsatz genannt (Fahrzeit, Anzahl Schwerstverletzte). Da, wie erwähnt, dieses Verhalten auch Ausdruck der wahren Präferenzen der Teilnehmer sein kann, werden die betreffenden 67 Personen nicht generell von der Analyse ausgeschlossen. Deren Einfluss auf die Ergebnisse wird jedoch überprüft.

### Eindeutigkeit der Routenwahl

Im direkten Anschluss an das Wahlexperiment sollten die Probanden beurteilen, wie sicher sie sich bei ihren Wahlentscheidungen waren und wie sicher sie ihre getroffenen Entscheidungen in einer Wiederholung des Experimentes reproduzieren könnten.

Aus Bild 6-7 geht hervor, dass sich knapp 70 % der Befragten bei ihren Entscheidungen im Experiment eher oder sehr sicher waren. Des Weiteren sind sich 63 % der Befragten eher bis sehr sicher, bei Wiederholung des Experimentes die gleichen Wahl-

entscheidungen zu treffen. Sich bei beiden Fragen sicher bzw. sehr sicher zu sein, gaben 112 der 214 Probanden an. Da diese 112 Probanden zu je rund 50 % der Gruppe Fragebogen und der Gruppe Fahrsimulator entstammen, ist auf dieser Grundlage kein Einfluss des Fahrsimulators auf die Fähigkeit, das Routenwahlexperiment zu absolvieren, auszumachen.

## 6.2.5 Unfallerfahrung, Risikobereitschaft und Versicherungen

### Unfallerfahrung

Die bisherigen Erfahrungen mit Unfällen im Straßenverkehr könnten die Risikobereitschaft der Probanden maßgeblich beeinflussen. Ein Anteil von 72 % der Teilnehmer ist bereits schon einmal in einen Unfall im Straßenverkehr verwickelt gewesen. Die mittlere Unfallanzahl liegt bei zwei Unfällen. Achtzig Prozent der Teilnehmer mit Unfallerfahrung gaben dabei an, dass sie bei diesen Unfällen unverletzt blieben oder nur leicht verletzt wurden. Beteiligt waren die Probanden an diesen Unfällen vorrangig als Fahrer oder Beifahrer. Die eigene Erfahrung mit Verkehrsunfällen liegt bei 94 % der Teilnehmer mehr als ein Jahr zurück. Weiterhin zeigt sich bei den Probanden mit Unfallerfahrung nur ein schwach positiver Zusammenhang zwischen dem Führerscheinbesitz in Jahren und der Anzahl an bisherigen Verkehrsunfällen.

Darüber hinaus gaben 89 % der Teilnehmer an, dass bereits schon einmal eine ihnen nahestehende Person aus dem Verwandten- oder Bekanntenkreis in einen Verkehrsunfall involviert wurde. Jene Personen blieben dabei ebenfalls mehrheitlich un- oder leichtverletzt (70 %).

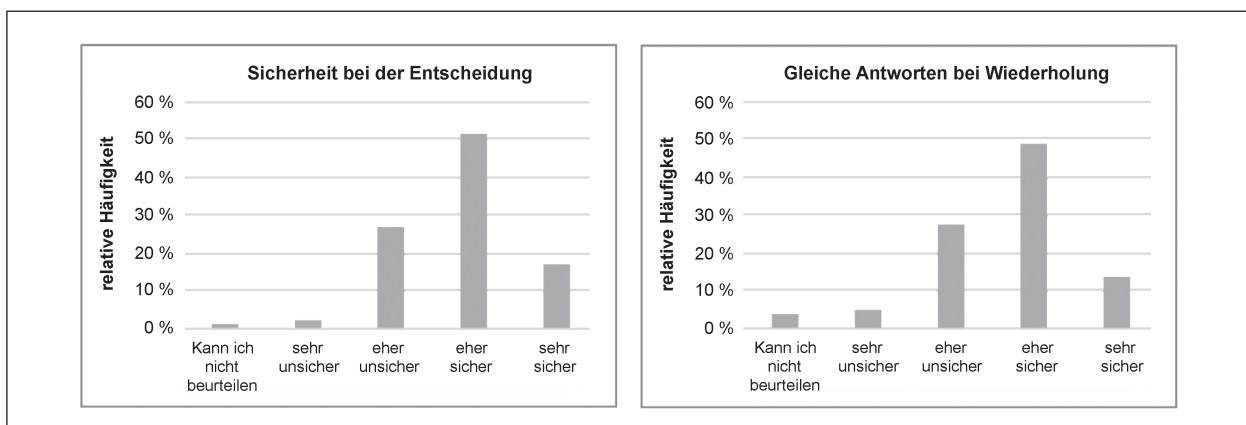


Bild 6-7: Sicherheit bei Entscheidung und Wiederholung des Experiments

## Risikobereitschaft

Der Fragebogen bot den Teilnehmern die Möglichkeit, ihre Risikobereitschaft über eine vierstufige Skala (nicht risikobereit – risikobereit) zu beschreiben. Dabei schätzten sich knapp 70 % als (eher) nicht risikobereit und 30 % als (eher) risikobereit ein. Es zeigt sich zudem kein signifikanter Einfluss der bisherigen Unfallenerfahrung auf die eigene Risikobereitschaft.

## Versicherungen

Besitzen die Probanden Versicherungen, welche Sie für die Folgen aus (Straßenverkehrs-)Unfällen absichern, könnte dies Einfluss auf die eigene Risikobereitschaft haben. Außerdem kann die Anzahl an Versicherungen, über die eine Person verfügt, als Indikator für ihre Risikoaversion dienen. Im Fragebogen konnten die Teilnehmer innerhalb einer Mehrfachauswahl aus 11 verschiedenen Versicherungen auswählen, die sie selbst besitzen, und zudem weitere ergänzen.

Bild 6-8 zeigt die relativen Häufigkeiten für die Gesamtzahl der Versicherungen der Probanden. Im Mittel besitzen die Teilnehmer vier Versicherungen. Die Mehrheit der Probanden fühlt sich dabei durchschnittlich bis eher gut versichert. Ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Risikobereitschaft der Probanden und deren Absicherung durch Versicherungen konnte nicht nachgewiesen werden.

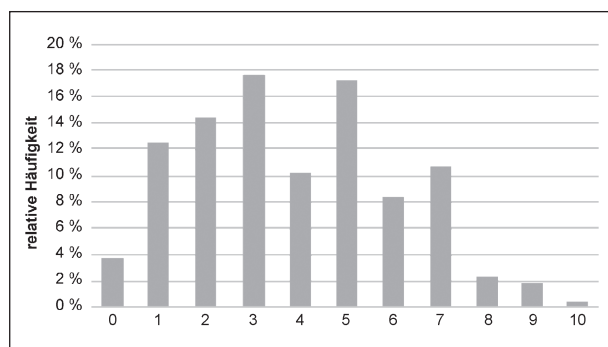


Bild 6-8: Anzahl der Versicherungen je Teilnehmer

## 6.2.6 Unfallnachteile

Im Anschluss an die Wahlexperimente sollten die Probanden Auskunft darüber geben, welche Unfallnachteile ihrer Meinung nach durch einen Verkehrsunfall entstehen könnten. Dazu konnten die Teilnehmer ihre Antworten zunächst über eine freie Texteingabe äußern. Die gegebenen Antworten wurden im Nachgang gruppiert. Die Probanden wurden anschließend aufgefordert, aus einer Zahl vorgegebener Unfallnachteile jene auszuwählen, welche sie bei der Routenwahlentscheidung berücksichtigt hatten. Die Ergebnisse sind in Bild 6-9 dargestellt.

Es zeigt sich deutlich, dass die Teilnehmer sowohl in ihrer freien Äußerung, als auch innerhalb der Antwortoptionen Unfallnachteile vorrangig über körperliche Einschränkungen definieren. Danach gefragt, geben 68 % der Befragten an, psychische Beeinträchtigungen (z. B. Leid) bei der Auswahlentscheidung berücksichtigt zu haben. Das sind deutlich mehr als in der freien Texteingabe. Ähnliches zeigt sich auch bei den übrigen Unfallfolgen, wie Einschränkung/Verlust der Arbeitsfähigkeit, Einschränkung/Verlust am Sozialleben und Einkommensausfall. Lediglich die Schäden am Fahrzeug benannten ähnlich viele Probanden sowohl über die freie Texteingabe, als auch innerhalb der vorgegebenen Antwortauswahl.

Dies deutet darauf hin, dass sich viele Probanden erst durch Vorgabe verschiedener Unfallnachteile dieser bewusst werden. Ebenfalls deutlich wird, dass ein potenzieller Einkommensverlust im Vergleich zu den übrigen Unfallnachteilen in beiden Fällen eher eine untergeordnete Rolle spielt.

## 6.3 Hinweise der Probanden aus der Freitexteingabe

Über eine freie Texteingabe am Ende des Fragebogens war es den Probanden möglich, Feedback zur Befragung zu geben.

Ein wesentlicher Kritikpunkt der Probanden bezieht sich auf die Beschreibung der Szenarios, wobei insbesondere zu abstrakte Unfallzahlen bemängelt wurden. In diesem Zusammenhang führten die Probanden auch geringe Risikounterschiede als Problem an. Zudem wurde bemängelt, dass zum besseren Verständnis der befahrenen Strecke weiterführende Informationen fehlen würden (z. B. Ausbauzustand der Strecke oder die Existenz von Baustel-



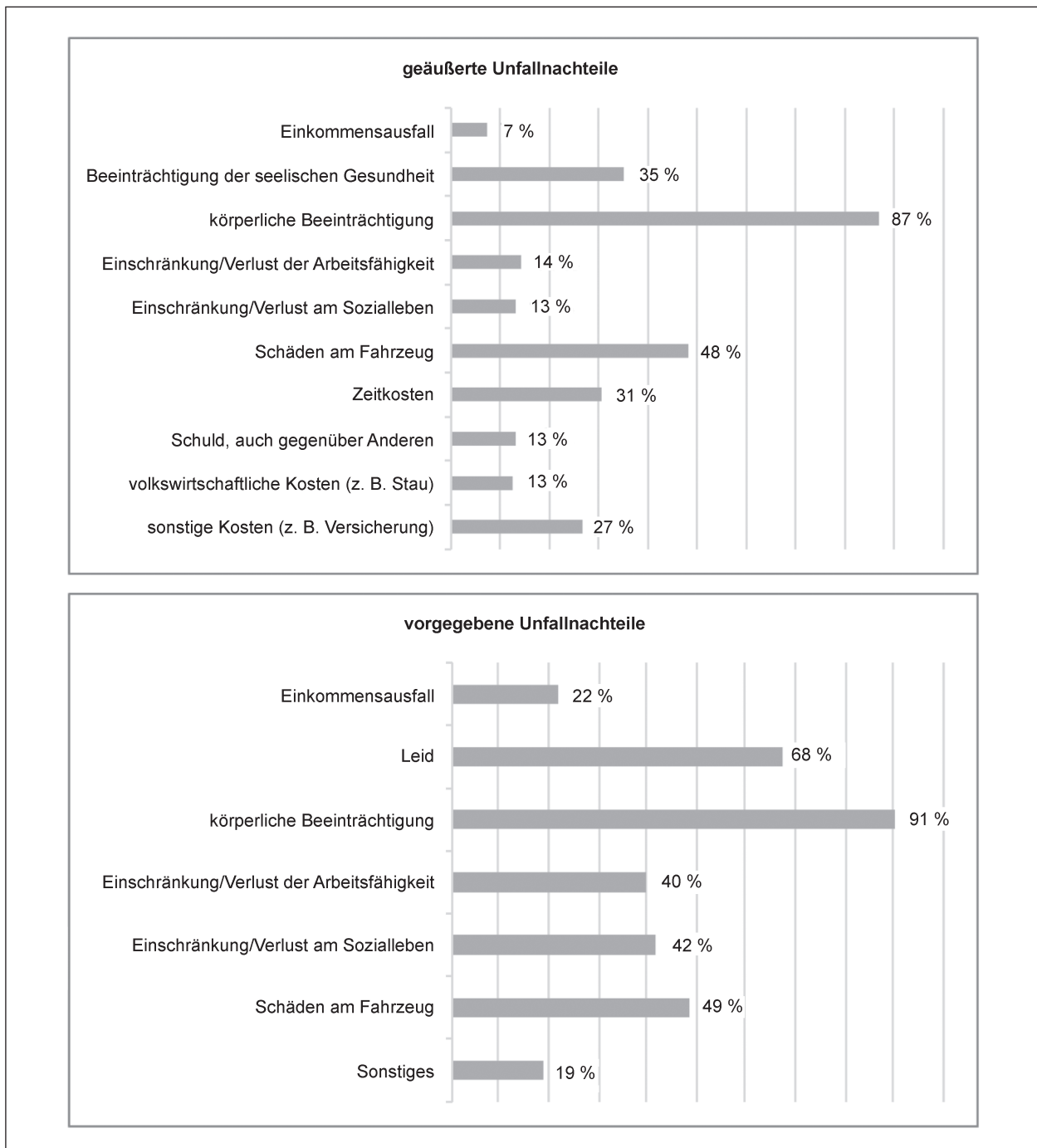


Bild 6-9: Geäußerte und gewählte Unfallnachteile

len). Zwar wurden die Probanden während der Befragung darauf hingewiesen, dass die beiden Routen in allen weiteren, nicht genannten Eigenschaften identisch sind und der Referenzstrecke der Probanden entsprechen, allerdings scheint dies in Anbetracht dieser Kritik nicht allen Probanden bewusst gewesen zu sein. Eventuell muss auf diesen Umstand in Folgebefragungen noch deutlicher hingewiesen werden. Womöglich unterliegen einige Teilnehmer auch dem Irrtum, weitere Eigenschaften oder gar ihr eigenes Verhalten könnte Einfluss auf

das Unfallrisiko haben. Das dem nicht so ist, sollte für zukünftige Befragungen klarer herausgestellt werden.

Ferner kritisierten zahlreiche Probanden die Option Nicht-Fahren innerhalb des Experiments (siehe Kapitel 3.1.1). Diese wurde als eher überflüssig und zum Teil als verwirrend beschrieben, da eine Fahrt nicht angetreten würde, wenn es keinen Grund dafür gäbe. Für zukünftige Untersuchungen sollte über eine Präzisierung der Fragestellung (evtl. auch

Nutzung alternativer Verkehrsmittel als Möglichkeit) nachgedacht werden. Dabei ist jedoch zu beachten, dass die Frage weiterhin kurz und prägnant bleibt. Wie allerdings die Plausibilität der Ergebnisse in Kapitel 6.4.11 (Berücksichtigung der Option Nicht-Fahren) zeigt, hat scheinbar dennoch die Mehrheit der Befragten die Frage sinnvoll beantwortet.

Außerdem wurde kritisiert, dass zunächst nach einer Fahrt gefragt wird, die allein und als Fahrer zurückgelegt wurde, dann aber dennoch die Frage nach der Anzahl der Mitfahrer folgt. Der Wortlaut im Fragebogen ist wie folgt:

„Bitte erinnern Sie sich an eine Ihrer letzten Autobahnfahrten mit dem Pkw, die Sie allein und als Fahrer zurückgelegt haben und beantworten Sie die nachfolgenden Fragen. Die Fragen beziehen sich auf den Teil Ihrer Fahrt, den Sie auf der Autobahn gefahren sind. Sollte Ihnen keine Fahrt in Erinnerung sein, die Sie allein durchgeführt haben, dann greifen Sie bitte auf eine Fahrt mit Mitfahrern zurück.“

Womöglich könnte durch vorziehen des letzten Satzes stärker hervorgehoben werden, dass es sich bei den Fahrten mit Mitfahren um eine Ausweichoption handelt, sollte den Teilnehmern keine Fahrt in Erinnerung sein, die sie allein durchgeführt haben. Diese Option wurde von den Autoren eingefügt, um Abbrüche des Fragebogens zu vermeiden, wenn die Probanden keine Referenzroute mit den gewünschten Rahmenbedingungen (alleinige Fahrt im Auto) liefern können. Die deskriptive Analyse in Kapitel 6.2.2 zeigt, dass diese Option wichtig war, um genau diese Abbrüche zu verhindern. Denn nur etwas mehr als die Hälfte der Teilnehmer gab an, bei ihrer Fahrt allein im Auto gewesen zu sein. Die übrigen wählten eine Referenzfahrt mit einem oder mehreren Mitfahrern.

Außerdem wurde zur Abfrage der Versicherungen angemerkt, dass bei gemeinschaftlich genutzten Fahrzeugen – etwa in der Beziehung Eltern-Kind – die angegebenen Optionen zur Versicherung des Pkw problematisch seien. Hier könnte für zukünftige Befragungen die Frage in der Hinsicht konkretisiert werden, dass nur Versicherungen anzugeben sind, die der Teilnehmer persönlich hat.

Anzumerken ist noch, dass in Bezug auf die Fahrsimulation verschiedene Probanden deren Realitätstreue kritisierten. Allerdings gaben auch 42 % der Probanden an, dass sie das Verkehrsaufkom-

men der Simulation als ähnlich zu ihrer realen Fahrt empfunden zu haben.

## 6.4 Modellschätzung und Ermittlung der Zahlungsbereitschaften

Nachfolgend werden die Schätzergebnisse und Zahlungsbereitschaften des Grundmodells sowie verschiedener Modellvarianten dargestellt und diskutiert.

### 6.4.1 Das Grundmodell

Im Grundmodell, einem binären Logit-Modell, werden die einzelnen Attribute (siehe Kapitel 4.1.1) hinsichtlich ihres Einflusses auf den individuellen Nutzen untersucht. Die Nutzenfunktion entspricht dabei Gleichung (12).

$$\beta_T T_i + \beta_C C_i + \beta_G R_i^G + \beta_{SSV} R_i^{SSV} + \beta_{SV} R_i^{SV} + \beta_{LV} R_i^{LV} \quad (12)$$

Die Bestimmung der Zahlungsbereitschaft für die Reduzierung eines Todesfalls erfolgt über Gleichung (13) und analog (Ersetzen des Zählers) für alle weiteren Verletzungskategorien sowie den Wert der Reisezeit.

$$m = \frac{\beta_G}{\beta_C} \quad (13)$$

Die Ergebnisse sind in Tabelle 6-2 dargestellt. Neben den Parameterschätzern, der Standardabweichung und der Kovarianz mit dem Kostenkoeffizient sind aus der Tabelle auch der Null-LogLikelihood-Wert (Null-LL) und der finale LogLikelihood-Wert (Final-LL) des Modells ersichtlich.

Das Grundmodell beinhaltet alle 214 teilnehmenden Personen mit je acht Wahlsituationen pro Person. Alle sechs Einflussgrößen haben wie erwartet einen negativen Einfluss auf den individuellen Nutzen. D. h., dass bspw. bei höherem Unfallrisiko oder längerer Reisezeit einer Alternative deren Nutzen abnimmt. Alle verwendeten Parameter sind auf dem 1%-Niveau signifikant verschieden von Null. Zudem sind die Parameter zweier angrenzender Verletzungskategorien jeweils signifikant (1%-Niveau) verschieden voneinander, was bedeutet, dass sich die Wertschätzung von Risikoreduzierungen verschiedener Kategorien unterscheidet. Die Zahlungsbereitschaften für die Risikoreduzierung eines

Vorfalls der entsprechenden Verletzungskategorie sowie der Zeitwert (VOT) können Tabelle 6-3 entnommen werden (vgl. auch Gleichung (11)).

Die dargestellten Mittelwerte, Standardabweichungen und Konfidenzintervalle wurden auf Basis der in Tabelle 6-2 angegebenen Werte mithilfe der in Kapitel 4.2 erläuterten Simulationsmethode ermittelt. Das Konfidenzintervall gibt den Bereich an, in welchem der Mittelwert schwanken kann. Das Konfidenzniveau liegt bei 95 %. Das bedeutet, dass der wahre (Mittel-)Wert der Zahlungsbereitschaft in 95 % der Fälle durch die Grenzen des Konfidenzintervalls umschlossen wird. Der VSL beläuft sich auf

3,588 Mio. €, kann aber zwischen einer unteren Grenze von 3,094 und einer oberen Grenze von 4,153 Mio. € liegen.

Der VRR der Schwerverletzten nach BAST-Kategorisierung bestimmt sich auf Grundlage der vorangegangenen Literaturrecherche (siehe Kapitel 2.5) zu einem Anteil von 77 % aus der Zahlungsbereitschaft für Schwerverletzte und zu 23 % aus der Zahlungsbereitschaft für Schwerstverletzte. Somit ergibt sich die Zahlungsbereitschaft für BAST-Schwerverletzte wie folgt:

$$VRR_{BAST,SV} = 0,77 \cdot 0,228 + 0,23 \cdot 0,438 = 0,276 \text{ Mio. €}$$

Parameter	Wert	Kovarianza
$\beta_C$	-0,6210* (0,0454)	-
$\beta_T$	-0,0905* (0,0132)	0,000313
$\beta_G$	-2,2200* (0,1400)	0,002570
$\beta_{SSV}$	-0,2710* (0,0366)	0,000363
$\beta_{SV}$	-0,1410* (0,0186)	0,000110
$\beta_{LV}$	-0,0913* (0,0154)	0,000132
Beobachtungen (Personen)	1.712 (214)	
Null-LL	-1.186,668	
Final-LL	-893,109	

\* Signifikanzniveau von 1 % für Test gegen den Wert 0  
 () Standardabweichung  
<sup>a</sup> Kovarianz von Koeffizient und Kostenkoeffizient

Tab. 6-2: Schätzergebnisse des Grundmodells

Da es sich um ein unbeschriftetes (unlabelled) Wahlexperiment handelt (siehe Kapitel 5.2), besteht kein Grund, dass die Probanden unabhängig von den Attributausprägungen eine Präferenz für eine der beiden angebotenen Alternativen aufweisen. Damit sollte die alternativenspezifische Konstante (ASC), die den Nutzenbonus von Alternative 1 in Relation zu Alternative 2 misst, nicht signifikant verschieden von Null sein. Anhand des Grundmodells (siehe Tabelle 6-2) kann dies durch Hinzufügen einer Konstante geprüft werden. Im Ergebnis zeigte sich eine nicht signifikant von Null verschiedene Konstante. Die übrigen Koeffizienten änderten sich hierdurch nur geringfügig. Daher wird für die weiteren Modelle auf die Einbindung der ASC verzichtet.

### 6.4.2 Einfluss des Fahrsimulators

Um zu prüfen, ob die Nutzung des Fahrsimulators im Vorfeld der Befragung einen Einfluss auf die Wertschätzung der Attribute hat, wurde ein Modell

Zahlungsbereitschaftat	Mittelwert	Konfidenzintervall	
		untere Grenze	obere Grenze
VOT	8,74 (1,10)	6,59	10,89
VRR <sub>G</sub>	3,588 (0,270)	3,094	4,153
VRR <sub>SSV</sub>	0,438 (0,061)	0,321	0,562
VRR <sub>SV</sub>	0,228 (0,033)	0,166	0,294
VRR <sub>LV</sub>	0,147 (0,025)	0,099	0,198

() Standardabweichung  
<sup>a</sup> VOT in €/h und VRR in Mio. €

Tab. 6-3: Zahlungsbereitschaften für das Grundmodell

Parameter	Wert	Parameter	Wert
$\beta_C$	-0,6220* (0,0455)	$\beta_{FS,SSV}$	-0,0073 (0,0715)
$\beta_T$	-0,0858* (0,0176)	$\beta_{SV}$	-0,1320* (0,0263)
$\beta_{FS,T}$	-0,0091 (0,0226)	$\beta_{S,SV}$	-0,0175 (0,0370)
$\beta_G$	-2,3000* (0,1940)	$\beta_{LV}$	-0,1050* (0,0221)
$\beta_{FS,G}$	0,1390 (0,2570)	$\beta_{FS,LV}$	0,0269 (0,0304)
$\beta_{SSV}$	-0,2680* (0,0517)s		
Beobachtungen (Personen)	1.712 (214)		
Null-LL	-1.186,668		
Final-LL	-891,999		
* Signifikanzniveau von 1 % für Test gegen den Wert 0 ( ) Standardabweichung			

Tab. 6-4: Schätzergebnisse des Grundmodells mit Zusatzeffekt des Fahrsimulators

geschätzt, welches den Zusatzeffekt auf die Parameter für die Personengruppe des Fahrsimulators im Vergleich zur Gruppe ohne Fahrsimulator erfasst. Von den insgesamt 214 Teilnehmern haben 108 an der Fahrsimulation (Gruppe FS) teilgenommen. Die Ergebnisse der Schätzung sind Tabelle 6-4 zu entnehmen.

Aus den Schätzergebnissen geht hervor, dass keiner der Zusatzeffekte der Gruppe FS signifikant verschieden von Null ist (auch auf einem 5%-Niveau). Damit können keine signifikanten Differenzen zwischen beiden Gruppen nachgewiesen werden. Das Durchlaufen der Fahrsimulation hat damit dem Modell zufolge keinen Einfluss auf die Höhe der Zahlungsbereitschaften.

### 6.4.3 Einfluss des Einkommens, Alters und der Reiselänge

Tabelle 6-5 enthält die Schätzer eines Modells mit zusätzlicher Berücksichtigung des Einkommens, des Alters und der Reisedauer der Referenzstrecke der Probanden. Die zugrundeliegende Nutzenfunktion (8) wurde bei den Kosten um den Faktor  $(E/\bar{E})^{-\epsilon_E}$ , bei der Zeit um den Faktor  $(T/\bar{T})^{\epsilon_T}$  und bei den Risikovariablen um die jeweils zugehörigen Faktoren  $(A/\bar{A})^{\epsilon_{A,G}}$ ,  $(A/\bar{A})^{\epsilon_{A,SSV}}$ ,  $(A/\bar{A})^{\epsilon_{A,SV}}$  und  $(A/\bar{A})^{\epsilon_{A,LV}}$  erweitert. Die Variablen  $E$ ,  $A$  und  $T$  stehen für das Einkommen, das Alter und die Referenzreisezeit des Individuums. Alle Werte werden mit dem

jeweiligen Stichprobenmittel bzw. für das Einkommen mit dem Median skaliert. Die Exponenten können als Elastizitäten der zugehörigen Zahlungsbereitschaften interpretiert werden.<sup>13</sup> Die Schätzung enthält lediglich 202 Personen, da für 12 Personen keine Angaben zum Einkommen verfügbar waren.

Wie aus den Ergebnissen hervorgeht, ist lediglich der Effekt des Alters auf die Wertschätzung des Risikos tödlich zu verunglücken relevant (signifikant auf 5%-Niveau). Dieses Muster bleibt erhalten, auch wenn die Elastizitäten für Einkommen und Reisezeit aus dem Modell entfernt würden. Hinsichtlich der Einkommenshöhe und der Referenzreisezeit (Proxy für die Länge der Reise; nur relevant für die Wertschätzung von Zeit) können keine signifikanten Effekte ausgemacht werden. Dies ändert sich auch nicht, wenn die übrigen Elastizitäten aus dem Modell entfernt würden.

Des Weiteren wurde der Einfluss des Alters in einer zusätzlichen, hier nicht dargestellten Modellformulierung mit Altersklassen überprüft. Die Probanden wurden dabei in drei Altersklassen unter 40 Jahre, 40 – 50 Jahre und über 50 Jahre eingeteilt. Es zeigte sich in den Ergebnissen der Schätzungen kein signifikanter Unterschied zwischen den Risikopara-

<sup>13</sup> Siehe hierzu z. B. OBERMEYER et al. (2015: S. 7).

Parameter	Wert	Parameter	Wert
$\beta_C$	-0,6270* (0,0471)	$\epsilon_{A,G}$	0,3440# (0,1650)
$\beta_T$	-0,0941* (0,0142)	$\epsilon_{A,SSV}$	0,029 (0,4850)
$\beta_G$	-2,2500* (0,1470)	$\epsilon_{A,SV}$	0,4830 (0,4030)
$\beta_{SSV}$	-0,2680* (0,0393)	$\epsilon_{A,LV}$	0,2750 (0,5050)
$\beta_{SV}$	-0,1400* (0,0195)	$\epsilon_E$	-0,0824 (0,0718)
$\beta_{LV}$	-0,0870* (0,0161)	$\epsilon_T$	0,2360 (0,1610)
Beobachtungen (Personen)	1.616 (202)		
Null-LL	-1.120,126		
Final-LL	-842,33		
* Signifikanzniveau von 1 % für Test gegen den Wert 0 # Signifikanzniveau von 5 % für Test gegen den Wert 0 ( ) Standardabweichung			

Tab. 6-5: Schätzergebnisse unter Berücksichtigung von Einkommen, Alter und Zeit

metern der einzelnen Gruppen, sodass auf Basis dieser Modellformulierung kein Einfluss des Alters nachgewiesen werden konnte.

Die Literaturanalyse (siehe Kapitel 2.2) zeigt, dass zwischen Alter und Zahlungsbereitschaft ein mitunter umgekehrt u-förmiger Zusammenhang besteht. In einem weiteren, hier nicht aufgeführten Modell wurde dieser Einfluss getestet. Es konnte kein signifikanter Zusammenhang zwischen Alter und den Risikoparametern festgestellt werden.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass das Alter keinen eindeutigen Einfluss auf die Zahlungsbereitschaft hat. In Tabelle 6-5 konnte lediglich ein positiver Einfluss auf die Zahlungsbereitschaft für einen vermiedenen Verkehrstoten identifiziert werden. Die Ergebnisse anderer Modelle bestätigen diesen Eindruck jedoch nicht. Der genaue Einfluss des Alters bleibt damit offen.

#### 6.4.4 Einfluss des Geschlechts

Inwieweit sich die Wertschätzung der einzelnen Attribute zwischen Männern und Frauen unterscheidet, wird mit einem Modell überprüft, welches den Zusatzeffekt für die Gruppe der Frauen im Vergleich zu den Männern erfasst. Von den insgesamt 214 Teilnehmern sind 87 Frauen und 126 Männer. Für eine Person sind keine Angaben zum Geschlecht

verfügbar, weshalb die Modellschätzung mit 213 Personen durchgeführt wurde. Die Ergebnisse der Schätzung sind Tabelle 6-6 zu entnehmen.

Aus den Schätzergebnissen geht hervor, dass lediglich die Zusatzeffekte bezüglich Todesfällen und leichten Verletzungen auf einem 5%-Niveau signifikant verschieden von Null sind. Damit können für diese beiden Kategorien signifikante Unterschiede zwischen Männern und Frauen identifiziert werden. Frauen weisen eine höhere Wertschätzung für eine Verringerung des Todesfallrisikos und des Risikos leichter Verletzungen auf als Männer. Die Werte für Frauen liegen bei 4,132 Mio. € (Konfidenzintervall: [3,398; 4,946]) für Todesfälle und 0,207 Mio. € (Konfidenzintervall: [0,128; 0,290]) für leichte Verletzungen. Bei Männern sind es hingegen lediglich 3,223 Mio. € (Konfidenzintervall: [2,662; 3,846]) bzw. 0,110 Mio. € (Konfidenzintervall: [0,049; 0,172]).

#### 6.4.5 Einfluss von Haushaltsgröße und Familienstand

##### Haushaltsgröße

Von den 214 Probanden gaben 38 an, in einem Haushalt mit Kindern zu leben. Für diese Personengruppe konnte keine signifikante Abweichung der Zahlungsbereitschaft festgestellt. Gleiches gilt für die 98 Einpersonenhaushalte.



Parameter	Wert	Parameter	Wert
$\beta_C$	-0,6290* (0,0459)	$\beta_{\text{Frau,SSV}}$	-0,0522 (0,0744)
$\beta_T$	-0,1030* (0,0162)	$\beta_{\text{SV}}$	-0,1210* (0,0240)
$\beta_{\text{Frau,T}}$	0,0359 (0,0235)	$\beta_{\text{Frau,SSV}}$	-0,0489 (0,0382)
$\beta_G$	-2,0200* (0,1710)	$\beta_{\text{LV}}$	-0,0687* (0,0194)
$\beta_{\text{Frau,G}}$	-0,5680# (0,2680)	$\beta_{\text{Frau,LV}}$	-0,0609# (0,0316)
$\beta_{\text{SSV}}$	-0,2570* (0,0465)		
Beobachtungen (Personen)	1.704 (213)		
Null-LL	-1.181,123		
Final-LL	-883,617		
* Signifikanzniveau von 1 % für Test gegen den Wert 0 # Signifikanzniveau von 5 % für Test gegen den Wert 0 () Standardabweichung			

Tab. 6-6: Schätzergebnisse des Grundmodells mit Zusatzeffekt der Frauen

## Familienstand

Unter den 214 Probanden befanden sich 109, die verheiratet sind oder in Partnerschaft leben. Diese Personengruppe weist keine von den übrigen Probanden abweichende Zahlungsbereitschaft auf.

Ein Einfluss der Verantwortung für andere Personen auf die Zahlungsbereitschaft für Verkehrssicherheit kann somit auf Grundlage der Haushaltsgröße oder des Familienstandes nicht nachgewiesen werden.

### 6.4.6 Einfluss von Risikoverständnis und Beurteilung der Risikomaße

#### Risikoverständnis

Insgesamt konnten 12 Probanden mindestens eine der beiden Verständnisfragen zur Beurteilung des allgemeinen Risikos nicht korrekt beantworten. Die Schätzung des Modells ohne diese Teilnehmer führte zu keinen nennenswerten Änderungen gegenüber dem Grundmodell. Dies ist jedoch bei der geringen Zahl an Befragten, welche die Verständnisfragen überhaupt fehlerhaft beantwortet haben, auch nicht verwunderlich. Ein Einfluss mangelnden Risikoverständnisses kann somit nicht nachgewiesen werden.

## Beurteilung der Risikomaße

Zur Beurteilung des Risikos auf den Routenalternativen standen den Probanden drei Abgaben zur Verfügung: die absolute Zahl Getöteter/Verletzter, die absolute Zahl Getöteter/Verletzter in Kombination mit dem Verkehrsaufkommen sowie die „Angabe 1 Toter/Verletzter auf X Mio. Fahrten“. Insgesamt 38 Probanden gaben an, dass ihnen die Angabe der absoluten Unfallzahlen wichtig oder sehr wichtig ist, die beiden anderen Kennwerte jedoch unwichtig oder eher unwichtig seien. Ein Modell, welches die Zusatzeffekte auf die Parameter dieser 38 Personen erfasst, zeigt eine signifikante Abweichung lediglich für die Schwerstverletzten. Jedoch ist die besagte Personengruppe derart klein, dass sich bei Ausschluss dieser von der Schätzung des Grundmodells keine wesentlichen Änderungen ergeben.

### 6.4.7 Einfluss von lexikografischem Verhalten und der Eindeutigkeit der Routenwahl

#### Lexikografisches Verhalten

Im Fragebogen gaben 67 Teilnehmer an, sich bei der Routenwahlentscheidung ausschließlich an einem Merkmal orientiert zu haben. In einem Modell, welches die Zusatzeffekte dieser Gruppe mit selbstbekundetem lexikografischen Verhalten erfasst,

konnte jedoch keine signifikant anderen Wertschätzungen der Attribute festgestellt werden.

### **Eindeutigkeit der Routenwahl**

Im direkten Anschluss an das Wahlexperiment sollten die Probanden beurteilen, wie sicher sie sich bei ihren Wahlentscheidungen waren und wie sicher sie ihre getroffenen Entscheidungen in einer Wiederholung des Experimentes reproduzieren könnten. Dabei haben 112 der 214 Probanden bei beiden Fragen angegeben, sich sicher bzw. sehr sicher zu sein. Ein Vergleich mit den übrigen Personen offenbarte jedoch keinen signifikanten Unterschied in der Wertschätzung der Attribute.

Wie in Kapitel 6.2.4 beschrieben, stammen diese 112 Probanden zu je rund 50 % aus der Gruppe Fragebogen und der Gruppe Fahrsimulator, womit auf dieser Grundlage kein Einfluss des Fahrsimulators auf die Fähigkeit, das Routenwahlexperiment zu absolvieren, festzustellen ist. Hier lohnt allerdings auch ein Blick auf die im Experiment tatsächlich getroffenen Entscheidungen. Es wurde getestet, ob zwischen den Gruppen FB und FS Unterschiede in den Fehlervarianzen vorliegen. Wären die Probanden aufgrund der Teilnahme an der Fahrsimulation in der Lage, im Experiment eindeutiger Entscheidungen zu treffen, wäre für die Gruppe FS eine niedrigere Fehlervarianz zu erwarten. Dies wurde mithilfe eines Skalierungsparameters analog der Modellierung in OBERMEYER et al. (2015) überprüft. Es konnte hierbei kein Unterschied zwischen den beiden Gruppen festgestellt werden. Ein Einfluss des Fahrsimulators ist somit auch für die Eindeutigkeit der Routenwahlentscheidungen nicht nachweisbar.

### **6.4.8 Einfluss von Wegezweck und Regelmäßigkeit der Pkw-Nutzung**

#### **Wegezweck**

Die Mehrheit der Probanden gab an, die letzte Autobahnfahrt zu einen freizeitmäßigen/touristischen Zweck durchgeführt zu haben. Lediglich 18 Personen nutzten sie für die Fahrt zur Ausbildungs- oder Arbeitsstätte (oder zurück) und weitere 21 Teilnehmer für eine Dienstfahrt. Um eine sinnvolle Gruppengröße zu erhalten, wurden diese beiden Gruppen zur Gruppe Ausbildung-Arbeitsstätte-Dienstfahrt (AAD) zusammengefasst. Für diese Gruppe wurde in einer Modellschätzung wieder auf einen

Zusatzeffekt im Vergleich zu den übrigen Personen getestet. Es zeigte sich, dass keiner der ausgewiesenen Zusatzeffekte für die Gruppe AAD signifikant verschieden von Null ist. Folglich existiert hinsichtlich der Wertschätzung der Attribute über die verschiedenen Wegezwecke hinweg kein Unterschied. Zumindest für den Zeitwert hätte, der Literatur folgend, ein Unterschied erwartet werden können. Die Anzahl an Beobachtungen für Wege, die nicht Freizeitaktivitäten dienen, ist jedoch sehr gering, was es grundsätzlich schwierig macht, potenzielle Abweichungen zu identifizieren.

#### **Regelmäßigkeit**

Von den 214 Teilnehmern gaben 119 an, regelmäßig (mindestens einmal pro Woche) einen Pkw zu bewegen. Die Gruppe der regelmäßigen Pkw-Fahrer weist jedoch keine signifikant anderen Wertschätzungen als die übrigen Personen auf.

### **6.4.9 Einfluss von Unfallererfahrung, Risikobereitschaft und Versicherungen**

#### **Unfallererfahrung**

Befragt nach ihrer Unfallererfahrung gaben 64 Teilnehmer an, schon einmal in einen Unfall mit Personenschaden verwickelt gewesen zu sein. Gegenüber jenen Personen, die in noch keinen Unfall oder nur in Unfälle mit Sachschäden verwickelt waren, weist die Gruppe mit Personenschaden keine signifikanten Abweichungen auf. Die eigene Unfallererfahrung hat demzufolge keinen signifikanten Einfluss auf die Zahlungsbereitschaften.

Außerdem gaben 125 Probanden an, dass ein Verwandter oder Bekannter bereits schon einmal in einen Unfall mit Personenschaden verwickelt wurde. Für diese Gruppe zeigen sich keine anderen Wertschätzungen für die Risikoattribute. Der Zeitkoeffizient unterscheidet sich jedoch zwischen beiden Gruppen. Auf nähere Ausführungen hierzu wird mit Blick auf den Fokus dieser Studie (Zahlungsbereitschaft für Risikoänderungen) verzichtet.

#### **Risikobereitschaft**

Die allgemeine Risikobereitschaft der Teilnehmer, von denen sich 65 als risikofreudig und 146 als eher risikoscheu einschätzen, hat keinen signifikanten Einfluss auf die Höhe des Reisezeitwertes. Der

VOT der risikofreudigen Gruppe liegt über dem der risikoscheuen Gruppe. Die Zahlungsbereitschaften für Risikoreduzierungen unterscheiden sich nicht zwischen den beiden Gruppen.

### Versicherungen

Insgesamt 88 Probanden gaben an, mehr als fünf Versicherungen zu besitzen. Diese Gruppe weist im Vergleich zu den übrigen Personen keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Wertschätzung der Attribute auf.

Weiterhin gaben 47 Probanden an, sich unterdurchschnittlich gegen Unfallfolgen versichert zu fühlen. Dieser Personenkreis weist gegenüber den übrigen Personen eine signifikant höhere Wertschätzung für eine Reduzierung des Todesfallrisikos auf. Die unterdurchschnittlich Versicherten haben einen VSL von 4,561 Mio. € (Konfidenzintervall: [3,564; 5,661]). Für die Gruppe der durchschnittlich oder besser Versicherten wurde ein Wert von 3,335 Mio. € (Konfidenzintervall: [2,811; 3,921]) ermittelt. Für die übrigen Attribute wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen festgestellt.

### 6.4.10 Einfluss der Regeltreue im Verkehr

Die Probanden wurden im Anschluss an die Wahlexperimente im Fragebogen dazu aufgefordert, ihr eigenes Verhalten im Straßenverkehr hinsichtlich ihrer Regeltreue bzgl. Geschwindigkeitsbegrenzungen zu beschreiben. 60 Personen gaben an, auf Autobahnen entweder die zulässige Höchstgeschwindigkeit gewöhnlich um mehr als 10 km/h zu überschreiten oder zumindest deutlich schneller zu fahren als die übrigen Verkehrsteilnehmer.

Die Modellschätzung mit Zusatzeffekten für diese Gruppe ergab keine Unterschiede bzgl. der Wertschätzung von Risikoreduzierungen. Interessanterweise zeigte sich jedoch, dass die Personen, die sich nicht regelkonform in Bezug auf die Geschwindigkeitwahl verhalten, ihre Zeit deutlich höher wertschätzen als die übrigen Personen. Der Zeitwert der betreffenden Gruppe ist mit 13,74 €/h (Konfidenzintervall: [9,69; 17,89]) mehr als doppelt so hoch wie der der übrigen Personen mit 6,79 €/h (Konfidenzintervall: [4,20; 9,32]).

### 6.4.11 Sonstige Modellvariationen

#### Eliminierung der Wahlsituation mit dominanter Alternative

Wie in Kapitel 5.2 erläutert, befindet sich mit Choice-Set 32 eine Wahlsituation mit dominanter Alternative im Experiment. Da diese Bestandteil des generierten Experimentdesigns ist, wurde sie bei den vorher gezeigten Modellschätzungen nicht ausgeschlossen. Anhand des Grundmodells kann gezeigt werden, dass das Entfernen der Wahlsituation aus den Daten keinen nennenswerten Einfluss auf die Parameterschätzer hat. Die dazugehörigen Ergebnisse sind in Tabelle 6-7 dargestellt. Da das Design aus vier Blöcken besteht, ist lediglich ein Viertel der Probanden mit diesem Choice-Set konfrontiert gewesen. Dies entspricht 54 Personen. Diese 54 Personen gehen dementsprechend mit nur sieben anstatt acht Beobachtung in die Modellschätzung ein. Somit ergibt sich im Vergleich zum Grundmodell trotz gleicher Personenanzahl eine abweichende Beobachtungsanzahl von 1.658.

#### Änderung der Risikovariablen

Die Risikovariablen für Getötete oder Verletzte wurden für die hier gezeigten Modellschätzungen als Quotient aus der absoluten Todesfallzahl und dem zugrundeliegenden Verkehrsaufkommen ermittelt. Neben dieser Darstellungsform begegneten die Probanden im Fragebogen zusätzlich noch der An-

Parameter	Wert
$\beta_c$	-0,6130* (0,0460)
$\beta_t$	-0,0888* (0,0133)
$\beta_G$	-2,200* (0,1410)
$\beta_{ssv}$	-0,2660* (0,0368)
$\beta_{sv}$	-0,1390* (0,0187)
$\beta_v$	-0,0898* (0,0155)
Beobachtungen (Personen)	1.658 (214)
Null-LL	-1.149,238
Final-LL	-892,215
* Signifikanzniveau von 1 % für Test gegen den Wert 0 ( ) Standardabweichung	

Tab. 6-7: Schätzergebnisse des Grundmodells ohne Choice-Set 32

gabe, aller wie viel Fahrten es zu einem Todes- bzw. Verletzungsfall kommt. Die Nutzung der einen oder der anderen Angabe als Grundlage für die Modellschätzung sollte grundsätzlich zum selben Ergebnis führen. Allerdings war für die Angabe der absoluten Todesfall- und Verletztanzahlen eine Rundung auf ganzzahlige Werte erforderlich, um die Darstellung im Experiment für die Probanden zu vereinfachen (siehe Kapitel 5.3.2). Hierdurch können zwischen den beiden Angaben leichte Unterschiede in Bezug auf die sich daraus ergebenden Wahrscheinlichkeiten folgen. Um zu prüfen, welchen Einfluss die Änderung der Verfahrensweise zur Bestimmung der Unfallwahrscheinlichkeit auf die Modellergebnisse hat, wird im Folgenden erneut das Grundmodell herangezogen. Die jeweilige Unfallwahrscheinlichkeit wird aus der Angabe „1 Toter/Verletzter auf X Mio. Fahrten“ ermittelt. Die Modellergebnisse sind in Tabelle 6-8 zu sehen.

Gegenüber dem Grundmodell in Tabelle 6-2 ergeben sich nur unwesentliche Änderungen der geschätzten Koeffizienten. Für die übrigen Modellschätzungen dieses Berichts wurde auf die Verwendung dieser Art der Wahrscheinlichkeitsbestimmung verzichtet, da die deskriptive Analyse der Risikodarstellungsformen gezeigt hat, dass im Vergleich der beiden Darstellungsformen die Mehrheit der Befragten die absolute Todes-/Verletztenfallzahl in Verbindung mit dem Verkehrsaufkommen als eine für sie wichtige oder sehr wichtige Maßzahl eingestuft hat (siehe Kapitel 6.2.3).

Parameter	Wert
$\beta_C$	-0,6200* (0,0453)
$\beta_T$	-0,0904* (0,0132)
$\beta_G$	-2,3200* (0,1470)
$\beta_{SSV}$	-0,2810* (0,0372)
$\beta_{SV}$	-0,1350* (0,0184)
$\beta_V$	-0,0911* (0,0156)
Beobachtungen (Personen)	1.712 (214)
Null-LL	-1.186,668
Final-LL	-894,321
* Signifikanzniveau von 1 % für Test gegen den Wert 0 ( ) Standardabweichung	

Tab. 6-8: Schätzergebnisse des Grundmodells mit geänderter Risikovariablen

### Berücksichtigung der Option Nicht-Fahren

Im Rahmen der Befragung wurde den Probanden analog zu HENSHER et al. (2009) innerhalb der Wahlexperimente ebenfalls die Möglichkeit eingeräumt, die Fahrt nicht anzutreten, sollte ihnen keine der beiden angebotenen Streckenalternativen zusagen. Auch wenn einige Probanden scheinbar Verständnisprobleme mit dieser Option hatten (siehe Kapitel 6.3), sollen dennoch exemplarisch die zugehörigen Schätzergebnisse anhand eines angepassten Grundmodells präsentiert werden.

In Erweiterung zum Grundmodell existiert in diesem Modell eine zusätzliche Alternative, deren Nutzen auf den Wert null fixiert wird. Dementsprechend messen die beiden alternativenspezifischen Konstanten ASC1 und ASC2 die Nutzenboni der beiden Alternativen gegenüber dem Nichtantritt der Fahrt. Aus Tabelle 6-9 geht hervor, dass beide ASCs erwartungsgemäß signifikant größer als null und nicht signifikant voneinander verschieden sind. Letzteres spricht wiederholt (siehe Kapitel 6.4.1) dafür, dass keine der beiden Streckenalternativen systematisch bevorzugt wird. Die Schätzkoeffizienten in Tabelle 6-9 weichen zwar etwas vom Grundmodell (Tabelle 6-2) ab, beim Vergleich der resultierenden Zah-

Parameter	Wert	Kovarianza
ASC1	4,0400* (0,2850)	-
ASC2	3,9500* (0,2830)	-
$\beta_C$	-0,5030* (0,0387)	-
$\beta_T$	-0,0690* (0,0117)	0,000169
$\beta_G$	-1,9700* (0,1190)	0,001190
$\beta_{SSV}$	-0,2640* (0,0357)	0,000277
$\beta_{SV}$	-0,1060* (0,0179)	0,0.00055
$\beta_{LV}$	-0,0607* (0,0143)	0,0.00073
Beobachtungen (Personen)	1.712 (214)	
Null-LL	-1 880,824	
Final-LL	-1 467,167	
* Signifikanzniveau von 1 % für Test gegen den Wert 0 ( ) Standardabweichung a Kovarianz von Koeffizient und Kostenkoeffizient		

Tab. 6-9: Schätzergebnisse des Modells mit Berücksichtigung der Option Nicht-Fahren

Zahlungsbereitschaftat	Mittelwert	Konfidenzintervall	
		untere Grenze	obere Grenze
VOT	8,24 (1,31)	5,69	10,86
VRR <sub>G</sub>	3,935 (0,337)	3,329	4,648
VRR <sub>SSV</sub>	0,527 (0,075)	0,385	0,680
VRR <sub>SV</sub>	0,212 (0,038)	0,140	0,290
VRR <sub>LV</sub>	0,121 (0,029)	0,065	0,179

( ) Standardabweichung  
<sup>a</sup> VOT in €/h und VRR in Mio. €

Tab. 6-10: Zahlungsbereitschaften für das Modell mit Berücksichtigung der Option Nicht-Fahren

lungsbereitschaften (Tabelle 6-10) mit denen des Grundmodells (Tabelle 6-3) sind jedoch keine großen Unterschiede zu erkennen.

#### 6.4.12 Berücksichtigung der Variation der Wertschätzung (Mixed-Logit-Modell)

Die bisher verwendeten Logit-Modelle erlauben lediglich die Modellierung systematischer Variationen der Parameter (z. B. hinsichtlich des Alters oder des Einkommens). Eine Modellklasse, welche die Modellierung von zufälligen Variationen individueller Präferenzen, sog. random taste variations, erlaubt, sind Mixed-Logit-Modelle (TRAIN 2009: S. 134 ff.). Der Vorteil dieser Modelle ist, dass sie eine Schwankung der Parameter über die Gruppe der Befragten erlauben. Damit wird einer potenziellen Schwankung der Wertschätzung eines Attributes über die Probanden hinweg Rechnung getragen. Zugleich wird einem bei wiederholter Befragung von Probanden auftretenden ökonomischen Problem begegnet: Da jede Person mehrfach in den Daten vertreten ist (Panelstruktur), erscheint die Annahme unabhängiger Störterme, wie im Logit-Modell, zunächst problematisch. Das Mixed-Logit-Modell erlaubt eine solche Korrelation der Zufallsnutzen (TRAIN 2009: S. 139 ff.). Allerdings ist im Einzelfall zu hinterfragen, wie stark das Problem korrelierter Störterme tatsächlich ist.

Da ein Mixed-Logit-Modell die Parameterschwankungen über die Individuen hinweg erfassen kann, führt es zumeist zu einer höheren Modellgüte und Prognosegenauigkeit. Es sollte bei der Anwendung eines solchen Modells allerdings bedacht werden,

dass die Ursache der Schwankung aus der Modellschätzung nicht hervorgeht. Das Mixed Logit Model kann damit, insoweit zu Planungszwecken der konkrete Einfluss einzelner Größen explizit dargestellt werden soll, nicht die Modellierung systematischer Variationen ersetzen.

Für die Schätzung eines Mixed-Logit-Modells ist die Festlegung der den Parametern zugrundeliegenden Verteilung von elementarer Bedeutung. Eine einfache Möglichkeit ist die Annahme von normalverteilten Koeffizienten. Hierbei sollte allerdings beachtet werden, dass mit dieser Verteilung auch bei einem negativen Mittelwert grundsätzlich positive Koeffizienten innerhalb der Gruppe der Befragten vorliegen können. Dies kann im konkreten Fall der Risikoreduzierung letztlich zu negativen Zahlungsbereitschaften führen. Eine Verteilung, die diesem Problem begegnet, ist die Log-Normalverteilung. Mit dieser kann der Definitionsbereich eines Koeffizienten auf entweder nur positive oder nur negative Werte beschränkt werden. Allerdings ist die Log-Normalverteilung eine endlastige Verteilung, weshalb die zugehörigen Konfidenzintervalle sehr groß werden können. Auf eine ausführliche Darstellung der Schätzung von Mixed-Logit-Modellen und die darauf aufbauende Ermittlung der Zahlungsbereitschaften soll in diesem Bericht verzichtet werden. Hierzu sei auf die Arbeiten von bspw. TRAIN (2009), ARMSTRONG et al. (2001), BLIEMER und ROSE (2013) und OBERMEYER et al. (2013) verwiesen.

Nachfolgend werden zwei Varianten eines Mixed-Logit-Modells präsentiert. Basis dafür bildet das Grundmodell. Im ersten Modell werden normalver-



teilte Koeffizienten unterstellt. Im zweiten Modell wird mit der Log-Normalverteilung gearbeitet. Die Ergebnisse sind in Tabelle 6-11 und Tabelle 6-12 dargestellt. Für den Kostenkoeffizienten wird im Gegensatz zu den übrigen Koeffizienten keine Verteilung unterstellt. Dies vereinfacht zum einen die Er-

mittlung der Zahlungsbereitschaften und kann zum anderen einer potenziellen Instabilität des Modells aufgrund der Variabilität aller Koeffizienten entgegen wirken (REVELT und TRAIN 2000: S. 13). Bei der Schätzung werden für jeden Parameter entsprechend seiner Verteilung ein Mittelwert (z. B.

Parameter	Wert	Parameter	Wert
$\beta_C$	-0,8240* (0,0811)	$\beta_{SSV,s}$	0,1740 (0,1350)
$\beta_{T,m}$	-0,1160* (0,0197)	$\beta_{SV,m}$	-0,1680* (0,0225)
$\beta_{T,s}$	0,1370* (0,0278)	$\beta_{SV,s}$	0,0190 (0,0991)
$\beta_{G,m}$	-3,0400* (0,2850)	$\beta_{LV,m}$	-0,1170* (0,0205)
$\beta_{G,s}$	1,8300* (0,2840)	$\beta_{LV,s}$	0,0913# (0,0432)
$\beta_{SSV,m}$	-0,3280* (0,0489)		
Beobachtungen (Personen)	1.712 (202)		
Anzahl Ziehungen	5.000		
Null-LL	-1.186,668		
Final-LL	-872,552		
* Signifikanzniveau von 1 % für Test gegen den Wert 0			
# Signifikanzniveau von 5 % für Test gegen den Wert 0			
() Standardabweichung			

Tab. 6-11: Schätzergebnisse unter Berücksichtigung von Einkommen, Alter und Zeit

Parameter	Wert	Parameter	Wert
$\beta_C$	-0,8660* (0,0817)	$\beta_{SSV,s}$	0,6570# (0,2850)
$\beta_{T,m}$	-2,5300* (0,2570)	$\beta_{SV,m}$	-1,7700* (0,1350)
$\beta_{T,s}$	1,0300* (0,2090)	$\beta_{SV,s}$	0,0206 (0,9840)
$\beta_{G,m}$	0,9420* (0,1020)	$\beta_{LV,m}$	-2,5500* (0,3060)
$\beta_{G,s}$	0,7420* (0,0974)	$\beta_{LV,s}$	0,9730* (0,2400)
$\beta_{SSV,m}$	-1,3000* (0,2270)		
Beobachtungen (Personen)	1.712 (214)		
Anzahl Ziehungen	5.000		
Null-LL	-1.186,668		
Final-LL	-866,910		
* Signifikanzniveau von 1 % für Test gegen den Wert 0			
# Signifikanzniveau von 5 % für Test gegen den Wert 0			
() Standardabweichung			

Tab. 6-12: Schätzergebnisse des Mixed-Logit-Modells unter Annahme log-normalverteilter Koeffizienten

$\beta_{T,m}$ ) und eine Standardabweichung (z. B.  $\beta_{T,s}$ ) geschätzt. Es ist zu beachten, dass in Tabelle 6-12 die Mittelwerte und Standardabweichungen der Log-Normalverteilung zugrundeliegenden Normalverteilung ausgewiesen sind (Ausnahme: Kostenkoeffizient). Es ist nicht zielführend diese Schätzer mit denen anderer hier gezeigter Modelle zu vergleichen.

In Tabelle 6-13 und Tabelle 6-14 befinden sich die basierend auf den Schätzergebnissen bestimmten Mittelwerte, Standardabweichungen und Konfidenzintervalle (95 %) der Zahlungsbereitschaften. Es ist zu beachten, dass es sich bei den angegebenen Standardabweichungen um die Standardabweichung der Zahlungsbereitschaft (über die Personen hinweg) handelt und nicht etwa wie in den vorhergehenden Tabellen um die Standardabweichung des Schätzers bzw. des Mittelwertes der Zahlungsbereitschaft. Es sei des Weiteren darauf hingewiesen, dass die ermittelten Standardabweichungen und Konfidenzintervalle der Verletzungskategorien SV und SSV in Tabelle 6-13 und der Kategorie SV in Tabelle 6-14 auf den nicht signifikant von Null verschiedenen Standardabweichungen in Tabelle 6-11 und Tabelle 6-12 beruhen.<sup>14</sup>

Wie zu erkennen ist, sind bei der Log-Normalverteilung sehr hohe Werte möglich. Aber auch bei normalverteilten Koeffizienten sind die Konfidenzintervalle sehr breit. Das Modell mit normalverteilten Koeffizienten erlaubt zudem kontraintuitive negative Zahlungsbereitschaften. Allerdings betrifft das zumindest für die Todesfälle nur einen geringen Anteil der Werte, wie aus Tabelle 6-15 hervorgeht. Bei den Anteilen der Verletzungskategorien SV und SSV ist wiederum zu berücksichtigen, dass die Berechnungen auf den nicht signifikant von Null verschiedenen Standardabweichungen der Modellschätzung basieren.

Ein Vergleich der Mittelwerte der Zahlungsbereitschaften mit dem Grundmodell (siehe Tabelle 6-3) offenbart, dass die mit beiden Mixed-Logit-Modellen ermittelten mittleren Zahlungsbereitschaften nicht sehr stark von diesem abweichen. Insoweit für Pla-

<sup>14</sup> Grundsätzlich gilt, dass die Streuung der Schätzer mit zunehmender Stichprobengröße abnimmt, was letztlich zur Signifikanz der Parameter führen kann.

Zahlungsbereitschaft <sup>a</sup>	Mittelwert	Standardabweichung	Konfidenzintervall	
			untere Grenze	obere Grenze
VOT	8,45	9,98	-11,11	28,00
VRR <sub>G</sub>	3,689	2,221	-0,664	8,042
VRR <sub>SSV</sub>	0,398	(0,211)	(-0,016)	(0,812)
VRR <sub>SV</sub>	0,204	(0,023)	(0,159)	(0,249)
VRR <sub>LV</sub>	0,142	0,111	-0,075	0,359

<sup>a</sup> VOT in €/h und VRR in Mio. €

Tab. 6-13: Zahlungsbereitschaften für das Mixed-Logit-Modell mit normalverteilten Koeffizienten

Zahlungsbereitschaft <sup>a</sup>	Mittelwert	Standardabweichung	Konfidenzintervall	
			untere Grenze	obere Grenze
VOT	9,38	12,89	0,73	41,55
VRR <sub>G</sub>	3,901	3,342	0,692	12,682
VRR <sub>SSV</sub>	0,391	0,287	0,087	1,141
VRR <sub>SV</sub>	0,197	(0,004)	(0,189)	(0,205)
VRR <sub>LV</sub>	0,145	0,182	0,013	0,607

<sup>a</sup> VOT in €/h und VRR in Mio. €

Tab. 6-14: Zahlungsbereitschaften für das Mixed-Logit-Modell mit log-normalverteilten Koeffizienten

Zahlungsbereitschaft	Anteil der Personen mit negativen Werten
VOT	19,9 %
VRR <sub>G</sub>	4,8 %
VRR <sub>SSV</sub>	(3,0 %)
VRR <sub>SV</sub>	(0,0 %)
VRR <sub>LV</sub>	10,0 %

Tab. 6-15: Anteil der Personen mit negativen Werten je Zahlungsbereitschaft

nungszwecke lediglich die Mittelwerte und deren Streuung<sup>15</sup> relevant sind, kann das Logit-Modell also scheinbar hinreichend gute Ergebnisse liefern. Die Streuung der Zahlungsbereitschaften bleibt beim Logit-Modell allerdings verborgen.

## 7 Implikationen für die Hauptstudie

Nachfolgend werden basierend auf den Erfahrungen und Ergebnissen der Piloterhebung Hinweise für die Planung und Umsetzung einer Hauptstudie dargelegt.

### 7.1 Erhebungskonzept

Die Bestimmung der Zahlungsbereitschaft für Verkehrssicherheit mithilfe des in der Pilotstudie angewendeten Zahlungsbereitschaftsansatzes sollte auch für die Hauptstudie beibehalten werden. Insbesondere sollte, auch mit Blick auf die international übliche Praxis, die Nutzung von SC-Experimenten und deren Auswertung über Diskrete Wahlmodelle fortgeführt werden. Nicht zuletzt ist hierbei zu

beachten, dass die Bestimmung der monetären Wertschätzung einer der wesentlichsten Komponenten der Kosten-Nutzen-Analyse im Bundesverkehrswegeplan – der Reisezeitänderungen – ebenfalls über diesen Ansatz erfolgte. Auch hier wurde mit dem neuen BVWP 2030 eine Anpassung an die international übliche Vorgehensweise zur Bestimmung der Wertschätzung von Nicht-Marktsgütern (wie z. B. Zeit oder Sicherheit) geschaffen.

Für die Beibehaltung der Vorgehensweise spricht auch, dass sich die in der Pilotstudie ermittelten Werte, mit Ausnahme des Wertes für leichte Verletzungen, gut in die bestehende Literatur zum VRR einordnen. Beispielsweise liegt der auf einer Meta-Analyse basierender VSL der WHO für Deutschland bei einem Wert von rund 3 Mio. Euro (WHO Regional Office for Europe, OECD 2015: S. 20). In der Pilotstudie wurden je nach Modell mittlere Werte von rund 3,5 bis 4 Mio. Euro ermittelt. Legt man die in KORZHENEVYCH et al. (2014: S. 23) verwendeten Anteile von 13 % des VSL für (sehr) schwere Verletzungen (severe)<sup>16</sup> und 1 % des VSL für leichte Verletzungen zugrunde, ergeben sich bei einem VSL von 3,6 Mio. € (Grundmodell, Tabelle 6-3) Werte von 468.000 € und 36.000 €. <sup>17</sup> Der Wert für die (sehr) schwer Verletzten stimmt recht gut mit dem im Grundmodell ermittelten VRR für die Kategorie SSV überein. Der ermittelte Wert für die Kategorie SV liegt mit 6 % des VSL in einer plausiblen Größenordnung unterhalb des SSV-Wertes. Allerdings existiert aufgrund der in der Pilotstudie im Vergleich zur Literatur sehr detaillierten Kategorisierung der Verletzungskategorien hierfür kein Vergleichswert. Auffällig ist, dass der Wert für die Leichtverletzten mit rund 150.000 € (rund 4 % des VSL) deutlich oberhalb der 1%-Annahme liegt. Einem Literaturüberblick von NELLTHROP et al. (2001: S. 25) sind jedoch auch Anteile oberhalb von 1 % des VSL für die Leichtverletzten zu entnehmen.

Auch ein Blick auf die Zeitwerte zeigt die Plausibilität der erzielten Ergebnisse. Im Grundmodell wurde ein VOT von knapp unter 9 €/h ermittelt. Unter Zugrundelegung einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 100 km/h ergibt sich bei einer mittleren Referenzreisezeit von 2,2 Stunden eine zurückgelegte Strecke von 220 km (175 km bei Nutzung des Median der Reisezeit; siehe Kapitel 6.2.2). Ein Vergleich mit dem empfohlenen Zeitwert aus der Zeitwertstudie zum Bundesverkehrswegeplan von rund 11 €/h für Pkw-Fahrten (MIV) der Kategorie Freizeit (häufigster Wegezweck dieser Befragung; siehe Kapitel 6.2.2) mit einer Länge von ca. 200 km zeigt

<sup>15</sup> Die Streuung des Mittelwertes der Zahlungsbereitschaft ist nicht gleich der Streuung der Zahlungsbereitschaft in der betrachteten Personengruppe. Die Streuung des Mittelwertes der Zahlungsbereitschaft wurde in diesem Bericht auch für das Logit Modell an verschiedenen Stellen berechnet.

<sup>16</sup> In ECMT (1998: S. 98) wird in diesem Zusammenhang die Bezeichnung serious verwendet. Es wird darauf hingewiesen, dass die Definition der Verletzungskategorie den UK Statistiken entspricht und nicht zwangsläufig auf andere Länder übertragbar ist.

<sup>17</sup> Es sei darauf hingewiesen, dass KORZHENEVYCH et al. (2014: S. 23) für Deutschland jedoch einen deutlich niedrigeren VSL von 2,22 Mio. € ausweisen.

eine akzeptable Abweichung von den ermittelten 9 €/h (AXHAUSEN et al. 2015: S. 117). Bei der Interpretation der Werte sollte auch beachtet werden, dass die Stichprobe der Piloterhebung nicht repräsentativ für die deutsche Bevölkerung ist. Insbesondere sind darin überproportional viele junge Personen und Studenten (mit niedrigerem Einkommen) enthalten (siehe Kapitel 6.2.1). Daher ist es nicht verwunderlich, dass ein niedrigerer Zeitwert beobachtet wird als in der Zeitwertstudie für Deutschland.

Das Grundkonzept des Fragebogens hat sich in der Pilotstudie weitestgehend bewährt. Je nach konkreter Zielstellung, insbesondere des gewählten Modellierungsansatzes (z. B. Logit, Mixed-Logit, hybride Modelle) kann er entsprechend erweitert oder auch gekürzt werden. Die möglichen Anpassungen beziehen sich dabei im Wesentlichen auf Teil III des Fragebogens (siehe Kapitel 3.3.3). Auch die möglichen Verbesserungen aus Kapitel 6.3 sollten beachtet werden.

Hinsichtlich der Risikomaße hat sich gezeigt, dass ein großer Teil der Probanden die Fallzahlen im Verhältnis zum Verkehrsaufkommen bei der Entscheidung berücksichtigt. Aber auch die Darstellung in der Form „1 Toter auf X Mio. Fahrten“ wurde von einem nicht unerheblichen Teil der Personen als (eher) wichtig eingestuft. Die erste Form der Risikodarstellung scheint jedoch von größerer Bedeutung zu sein. Für die Hauptstudie sollte in Erwägung gezogen werden, zumindest diese Angabe beizubehalten. Den Autoren ist bewusst, dass die Arbeit mit Wahrscheinlichkeiten, die implizit über die absoluten Fallzahlen und das Verkehrsaufkommen ausgedrückt werden, nicht unproblematisch ist. Aufgrund dessen, dass die Wahrscheinlichkeiten derart klein sind bzw. bei gesetzter absoluter Fallzahl das Verkehrsaufkommen sehr hoch ist, ist fraglich, wie sich die Antworten der Probanden bei Änderung des Niveaus des Verkehrsaufkommens im Experiment ändern würden. Um nicht der Gefahr zu unterliegen, dass die Ergebnisse der Studie von der Angabe eines einzelnen Verkehrsaufkommens abhängen, wurden in der Konstruktion des Experimentes drei verschiedenen Aufkommenskategorien berücksichtigt (siehe Kapitel 5.3.2). Eine bloße Angabe der Fallzahlen ohne Verkehrsaufkommen, wie vermehrt in der Literatur zu finden (siehe dazu die Kapitel 2.3.2 und 2.4.3), würde die Entscheidungsaufgabe für die Probanden nur scheinbar vereinfachen (HENSHER et al. 2009: S. 694). Ziel ist die Ermittlung der Wertschätzung der Probanden für eine ih-

nen bekannte Risikoänderung. Ohne die Information über das Verkehrsaufkommen wird jedoch die Einschätzung der Risikoänderung vollständig dem Befragten überlassen (subjektives Risiko). Für den Modellierer ist jedoch nicht ersichtlich, wie die Teilnehmer die Risikodifferenz zwischen den Alternativen einschätzen. Es ist beispielsweise ein Unterschied, ob 1 Toter weniger auf 1 Mio. oder 10 Mio. Fahrten möglich ist. Im Rahmen der Prognose von Routenwahlentscheidungen kann es zwar hilfreich sein, den Bias durch die subjektive Risikowahrnehmung einfließen zu lassen – schließlich werden die Probanden eine potenziell verzerrte Wahrnehmung der Wahrscheinlichkeiten auch für zukünftige Entscheidungen an den Tag legen; für die Bestimmung der Wertschätzung einer bekannten Risikoänderung sollte die Informationsasymmetrie zwischen Befragten und Modellierer nach Auffassung der Autoren hingegen weitestgehend beseitigt werden. Dies spricht dafür, den Teilnehmern ein möglichst gutes Verständnis von Wahrscheinlichkeiten zu vermitteln. Wie die Ausführungen in Kapitel 6.2.3 zum Risikoverständnis zeigen, scheint dies in der Pilotstudie für die Mehrzahl der Teilnehmer auch gelungen zu sein. Dennoch sollte für eine Hauptstudie geprüft werden, ob die Erläuterungen zum Unfallrisiko noch verbessert werden können. Es soll jedoch nicht unerwähnt bleiben, dass die hier vorgeschlagene Vorgehensweise keineswegs Konsens in der Literatur ist. HENSHER et al. (2009: S. 703) verteidigen die ausschließliche Verwendung der absoluten Fallzahlen in Reaktion auf eine kritische Anmerkung eines Gutachters ihrer Veröffentlichung. Sie betonen, dass es irrelevant sei, ob die Probanden das Verkehrsaufkommen korrekt einschätzen oder nicht und dass der Modellierer das (subjektive) Risikomaß der Probanden auch nicht kennen müsse.<sup>18</sup> Mit Blick auf weitere Untersuchungen ist eine Anpassung der Risikodarstellung damit nicht grundsätzlich auszuschließen.

Es sei an dieser Stelle noch angemerkt, dass zwar zahlreiche Einflüsse, auf die in Kapitel 6.4 getestet wurde, keinen signifikanten Einfluss auf die VRR-Werte hatten; bei einer größeren Stichprobe der Hauptstudie könnten sich einige der Einflüsse auf-

<sup>18</sup> Allerdings erwähnen die Autoren an anderer Stelle in ihrer Arbeit, dass beide Ansätze – subjektive Risikoeinschätzung und objektive Risikodarstellung – nur dann übereinstimmen, wenn die Probanden das korrekte Verkehrsaufkommen kennen (HENSHER et al. 2009: S. 703).

grund der größeren Beobachtungsanzahl allerdings als signifikant herausstellen.

Wie aus dieser Piloterhebung hervorgeht, hat die Fahrsimulation keinen wesentlichen Einfluss auf die Höhe der Zahlungsbereitschaften (siehe Kapitel 6.4.2) und auch nicht auf die Eindeutigkeit der Routenwahlentscheidungen der Probanden (siehe Kapitel 6.4.7). Da die Fahrt im Fahrsimulator eine sehr intensive Form der in der Literatur angesprochenen Visualisierung darstellt (siehe Kapitel 2.4.4), ist nicht zu erwarten, dass weniger starke Visualisierungsmaßnahmen einen signifikanten Einfluss haben könnten. Sollte dennoch in Erwägung gezogen werden, das Szenario (Routenwahl) mit Bildern oder einer kurzen Videosequenz darzustellen, etwa um die Anschaulichkeit der Befragung und die Motivation der Teilnehmer zu erhöhen, ist darauf zu achten, dass dies die Befragung nicht derart verlängert, dass sich daraus negative Folgen für die Akzeptanz der Teilnehmer ergeben (siehe Kapitel 2.4.4). Es ist außerdem anzumerken, dass neben der Nutzung der Visualisierung zur grundsätzlichen Einstimmung der Probanden auf die Experimentersituation auch die Möglichkeit bestünde, die einzelnen Alternativen selbst zu visualisieren. Dies ist jedoch für das Thema Verkehrssicherheit schwer umzusetzen und mit Blick auf die eigentliche Entscheidungsaufgabe womöglich sogar kontraproduktiv, etwa wenn durch diese Art der Visualisierung eine zu starke Ablenkung erzeugt würde (siehe Kapitel 2.4.4).

## 7.2 SC-Design

Wie im Kapitel 7.1 dargelegt, konnten mit dem dieser SC-Studie zugrundeliegenden Design (für Details siehe Kapitel 5) bereits akzeptable Werte erzielt werden. Dennoch sollte mit Blick auf die Hauptstudie in Erwägung gezogen werden, auf ein sog. effizientes Design überzugehen (siehe Kapitel 5.1).

In der Pilotstudie wurde mit dem Ziel, sowohl VRR-Werte für die europäische als auch die deutsche Kategorisierung der Verletzungsschwere zu bestimmen (siehe Kapitel 2.5), eine im Vergleich zu anderen VRR-Studien stärkere Differenzierung der Verletzungsgrade vorgenommen (G, SSV, SV und LV). Diese Kategorien gegeneinander abzuwägen, stellt allein schon eine gewisse Herausforderung für die Befragten dar. In Kombination mit dem hier gewählten Design (siehe Kapitel 5.2) ergibt sich zudem noch eine weitere Problematik: Die Fallzahlen der einzelnen Kategorien (und deren Differenzen) vari-

ieren weitestgehend unabhängig voneinander. Dies ist mit Blick auf die Modellschätzung zwar erwünscht, verkompliziert jedoch die Entscheidungsfindung und reduziert den Realitätsgehalt des Experimentes.<sup>19</sup>

Ein kurzes Beispiel zur Verdeutlichung der Problematik könnte wie folgt lauten: Auf Route B gibt es im Vergleich zu Route A mehr Tote, weniger Schwerverletzte, mehr Schwerverletzte und weniger Leichtverletzte. Dass es trotz mehr Toten weniger Schwerverletzte auf Route B gibt, lässt sich inhaltlich noch gut begründen: Wenn es zu einem Unfall kommt, dann sind die Folgen auf Route B meist sehr dramatisch (tödliche Verletzungen). Auf Route A hingegen kommt es aufgrund baulicher Maßnahmen bei ähnlichen Unfallkonstellationen eher zu schwersten als tödlichen Verletzungen. Dass es aber dann wieder mehr Schwerverletzte auf Route B geben soll, mag für einige Probanden kontraintuitiv sein. Eine Reduzierung der Verletzungskategorien im Experiment könnte hier Abhilfe schaffen. Dies widerstrebt jedoch dem Ziel, beide Klassifizierungen (europäisch, deutsch) im Rahmen der Untersuchung zu bedienen.

Bei Vornahme von Anpassungen am Design sollte dieses vor Umsetzung der Hauptbefragung ggf. noch einmal einem Test unterzogen.

Die Referenzorientierung der Alternativen sollte beibehalten werden, da dies den künstlichen Charakter eines Experimentes reduziert.

## 7.3 Rahmenbedingungen der Hauptstudie

Nachfolgend werden die Rahmenbedingungen zur Durchführung einer Hauptstudie diskutiert.

### 7.3.1 Expertise

Für die erfolgreiche Umsetzung einer Hauptstudie wird die Expertise aus verschiedenen Bereichen benötigt.

Dies betrifft u. a. Experten aus den Bereichen Ökonomie, Statistik und Ökonometrie. Diese sollten Kompetenzen in den Bereichen Modellierung (insb.

<sup>19</sup> Auf diese Problematik wurde von einem Befragten im Rahmen des Pretests explizit hingewiesen.



Diskrete Wahlmodelle), Experimentdesign, Stichprobenziehung und Befragung aufweisen. Hintergrundwissen zum Thema Verkehrssicherheit ist hilfreich, aber nicht zwingend erforderlich. Die Kompetenzen müssen nicht alle in einer Person vereint sein, das Projektteam sollte diese allerdings in seiner Gesamtheit abbilden, um im Einzelfall auch die Umsetzung ausgelagerter Projektbestandteile beurteilen zu können, wie etwa Stichprobenziehung und Durchführung der Befragung.

Für letztere zwei Kompetenzen sind Experten erforderlich, die umfangreiche Erfahrungen mit der Ausgestaltung und Durchführung von Umfragen haben. Dies kann bspw. durch die Beauftragung eines Befragungsinstituts sichergestellt werden. Bei der Auswahl des Partners ist darauf zu achten, dass Erfahrungen im Bereich der Wahlexperimente vorliegen.

Zudem wird Expertise im Bereich des Projektmanagements benötigt, da für ein Projekt dieser Größenordnung eine ganzheitliche Koordination der Einzelaktivitäten elementar für den Erfolg des Gesamtprojektes ist. Im Projektmanagement sollten die Kompetenzen des gesamten Projektteams grundlegend abgebildet sein.

### 7.3.2 Stichprobe

Generell lässt sich zwischen zufallsgesteuerten und nicht-zufallsgesteuerten Auswahlverfahren unterscheiden. Letzteren liegt ein gezieltes Auswahlverfahren der Untersuchungsobjekte zugrunde. Somit haben nicht alle Objekte gleichermaßen die Chance, in die Stichprobe zu gelangen, wodurch die potenzielle Gefahr systematischer Fehler besteht (GÖTZE et al. 2014: S. 241–242). Zu den bekanntesten nicht-zufälligen Stichprobenverfahren zählt das Quotenverfahren. Dieses wird genutzt, wenn innerhalb der Stichprobe Anteilswerte für bestimmte Merkmale vertreten sein sollen. Das einfachste zufallsgesteuerte Auswahlverfahren stellt die einfache Zufallsauswahl dar. Hier besitzt jedes Element die gleiche Wahrscheinlichkeit, in die Stichprobe aufgenommen zu werden. Voraussetzung für eine einfache Zufallsauswahl ist, dass alle Objekte der Grundgesamtheit identifiziert werden können. Dies kann für eine große Grundgesamtheit, wie bspw. bei einer deutschlandweiten Erhebung, schwierig umsetzbar sein (GÖTZE et al. 2014: S. 243). Zufallsstichproben können weiterhin einem mehrstufigen Auswahlverfahren unterliegen. Dies ist dann sinnvoll, wenn die Grundgesamtheit aus verschiedenen

Gruppen (Listen, Verzeichnissen) besteht (GÖTZE et al. 2014: S. 247).

Bei der Stichprobenziehung für die Hauptstudie ist auf Repräsentativität zu achten. Repräsentativität ist dann gewährleistet, wenn die Verteilung der interessierenden Merkmale innerhalb der Stichprobe im Mittel dieselbe ist wie in der Grundgesamtheit. Es ist zu betonen, dass die Grundgesamtheit nicht lediglich der Gruppe der Autofahrer entsprechen sollte, sondern alle Straßenverkehrsteilnehmer in Deutschland einzubeziehen sind. Eine Alterseingrenzung analog zur Zeitwertstudie für Deutschland ist zu prüfen (AXHAUSEN et al. 2015: S. 46). Interessierende Merkmale sind im Wesentlichen soziodemografische Eigenschaften, die Einfluss auf die Zahlungsbereitschaften haben könnten. Zu nennen sind hier vorrangig Einkommen, Alter und Geschlecht. Aber auch die Haushaltsgröße sowie der Bildungs- und Berufsstatus können relevant sein. Des Weiteren könnte auch Repräsentativität hinsichtlich der üblichen Verkehrsmittelnutzung angestrebt werden. Als Grundlage hierfür können die Mobilitätssegmente gemäß infas (2017: S. 15) dienen (bspw. Pkw-Orientierte, ÖPNV-Orientierte mit oder ohne Führerschein, Fahrrad-Orientierte oder Wenig-Mobile). In diesem Zusammenhang sind ggf. auch siedlungsstrukturelle Kreistypen (Großstadt, ländlicher Raum etc.) und die Topografie zu berücksichtigen.

Auf Basis einer repräsentativen Stichprobe lassen sich unverzerrte (erwartungstreue) Schätzer (Parameter, Zahlungsbereitschaften) ermitteln. Dies gilt unabhängig von der Stichprobengröße.

Neben der Erwartungstreue ist jedoch auch die Streuung des Schätzers von Interesse. Grundsätzlich gilt, dass die Streuung der Schätzer mit zunehmender Stichprobengröße  $N$  (Anzahl Personen) abnimmt. Konkret nehmen die Standardfehler der **Schätzer mit der Rate**  $1/\sqrt{N}$  ab (ChoiceMetrics 2018: S. 84). Diese Abnahme spiegelt sich unmittelbar in den Konfidenzintervallen der auf Basis der geschätzten Parameter ermittelten Zahlungsbereitschaften wider. Eine Vervierfachung des Stichprobenumfangs führt folglich zu einer Halbierung des Konfidenzintervalls.

Bei Betrachtung des Konfidenzintervalls des mittleren VSL von rund 3,6 Mio. € im Grundmodell ist festzustellen, dass dieses eine Breite von 1,06 Mio. € aufweist. Zur Modellschätzung standen hierfür 1.712 Beobachtungen von 214 Personen, sprich 8

Beobachtungen pro Person, zur Verfügung. Eine Halbierung des Konfidenzintervalls hätte c. p. eine Vervierfachung der Stichprobe auf 6.848 Beobachtungen erfordert. Würde ein Konfidenzintervall von lediglich rund 0,2 Mio. € als akzeptabel erachtet, also ein Fünftel des derzeitigen Konfidenzintervalls, wäre c. p. bereits eine 25-mal so große Stichprobe erforderlich gewesen. Dies entspräche bei 8 Beobachtungen pro Person bereits 5.350 Probanden. Die erforderliche Beobachtungszahl könnte durch die Nutzung eines effizienten Designs (siehe Kapitel 5.1 und 7.2) bei Beibehaltung der Streuung voraussichtlich noch einmal reduziert werden. Bei gleicher Beobachtungszahl würde sich hingegen das Konfidenzintervall verringern lassen.

In der VSL-Literatur sind Stichprobengrößen von unter hundert bis mehrere tausend Personen zu finden. Für eine auf Landesebene angelegte VSL-Studie wird z. B. in Australien eine Größenordnung von 6.000 bis 8.000 Personen (0,025 bis 0,033 % der Einwohnerzahl) angestrebt (NAUDE et al. 2015: S. 17). Eine für Deutschland repräsentative Zahlungsbereitschaftsanalyse der vergangenen Jahre, die Zeitwertstudie von AXHAUSEN et al. (2015) für den Bundesverkehrswegeplan 2030, weist eine Stichprobengröße von 5.436 Personen, mithin 0,007 % der Gesamtbevölkerung, auf (AXHAUSEN et al. 2015: S. 53). Diese Zahl umfasst neben den Experimenten (2.285 Personen) allerdings auch die Probanden aus der RP-Erhebung (reales Verhalten). Es sei allerdings noch einmal darauf hingewiesen, dass die Größe der Stichprobe keine Aussage über deren Repräsentativität zulässt. Eine größere Stichprobe reduziert allerdings, wie oben beschrieben, die Standardfehler der Schätzer und verringert damit die Konfidenzintervalle der mittleren Zahlungsbereitschaften.

Bei der Akquise der Probanden sollten mit Blick auf Größe und Repräsentativität der Stichprobe auch die Rücklaufquoten von Befragungen beachtet werden. Rückschlüsse auf die zu erwartende Rücklaufquote einer deutschlandweiten VSL-Studie lassen sich aus der hier durchgeführten Piloterhebung nicht ziehen, da die Stichprobenzusammenstellung grundsätzlich anders erfolgte als dies in einer Hauptstudie umzusetzen wäre (siehe Kapitel 3.1.3). NAUDE et al. (2015: S. 18) beziffern in der australischen VSL-Vorstudie die Rücklaufquote für Onlinebefragungen mit 10 – 15 %. AXHAUSEN et al. (2015) erzielten innerhalb ihrer deutschlandweiten Studie zur Reisezeitbewertung eine Rücklaufquote von 33,2 %. BARUCH und HOLTOM (2008) ermit-

eln basierend auf 463 Studien eine Rücklaufquote von durchschnittlich 50 % bei jedoch erheblichen Abweichungen zwischen den Studien. RAMM (2014) vergleicht in seiner Arbeit die Rücklaufquoten verschiedener sozialwissenschaftlicher Studien mit teils mehreren zehntausend kontaktierten Personen. Im Durchschnitt lässt sich für die untersuchten Studien eine Rücklaufquote von 27 % ermitteln. Die Untersuchungen von BARUCH und HOLTOM (2008) sowie RAMM (2014) weisen jedoch keinen konkreten Bezug zu Wahlexperimenten auf.

### 7.3.3 Befragungsformen

Im Allgemeinen lässt sich zwischen mündlichen und schriftlichen Befragungen unterscheiden. Die mündliche Befragung kann persönlich in Form von Face-to-Face-Interviews oder am Telefon durchgeführt werden. Oftmals werden solche Interviews computergestützt als Computer Assisted Personal Interview (CAPI) oder als Computer Assisted Telephone Interview (CATI) umgesetzt. Schriftliche Befragungen können ebenfalls am Computer oder in klassischer Form mit Papierfragebogen (Paper and Pencil Interview – PAPI) stattfinden (GÖTZE et al. 2014: S. 256). Eine Weiterentwicklung der CATI-Systeme stellen die Computer Assisted Web Interviews (CAWI) für Onlinebefragungen dar. Solche Befragungen werden mittlerweile häufig über Befragungsserver durchgeführt, die die Fragebogengenerierung sowie die Weiterverarbeitung und Auswertung der erhobenen Daten durch vielfältige integrierte Funktionen wesentlich vereinfachen.

Seit der Jahrtausendwende ist die Zahl der persönlichen Befragungen rückläufig, während Onlinebefragungen deutlich zugenommen haben. Lag der Anteil der Onlinebefragungen zu Marktforschungszwecken im Jahr 2000 noch bei unter 5 %, so waren es im Jahr 2017 schon knapp 40 %. Schriftliche Interviews gingen in diesem Zeitraum hingegen von einem Anteil von über 20 % auf nur noch 5 % zurück (Arbeitskreis Deutscher Markt- und Sozialforschungsinstitute 2017).

Onlinebefragungen und auch schriftliche postalische Befragungen haben den Vorteil, im Vergleich zu anderen Erhebungsmethoden deutlich kostengünstiger zu sein, verzeichnen mitunter jedoch eine geringere Rücklaufquote als persönliche Befragungen. In der hier durchgeführten Pilotstudie hat sich das CAPI-Konzept zur Befragung der 214 Probanden bewährt. Der Onlinefragebogen konnte dabei

von den Probanden an dafür bereitgestellten Computerarbeitsplätzen ausgefüllt werden. Zur Einführung in die Befragung und etwaige Rückfragen standen für die Dauer der Befragung Interviewer zur Verfügung (siehe Kapitel 3.1.2). Die erhobenen Daten konnten im Anschluss direkt weiterverarbeitet werden.

AXHAUSEN et al. (2015) nutzten in ihrer zweistufigen Erhebung zur monetären Bewertung von Reisezeiteinsparungen für die erste Erhebungswelle CATI-Systeme. Die anschließende Folgebefragung erfolgte in Form einer postalisch-schriftlichen Befragung. Alternativ konnten die Probanden auch einen personalisierten Link zu einer Onlinebefragung per E-Mail erhalten (AXHAUSEN et al. 2015: S. 54).

NAUDE et al. (2015) führen mit Blick auf eine potenzielle Reduzierung der Befragungskosten die Möglichkeit an, eine landesweite VSL-Studie für Australien an größer angelegte Befragungen zur Volkszählung oder zum Mobilitätsverhalten zu knüpfen. Die Erhebung zum VSL könnte dementsprechend von den dort bereits getätigten Angaben zu Soziodemografie und Mobilitätsverhalten profitieren (NAUDE et al. 2015: S. 18). Der kognitive und zeitliche Aufwand, der allein für die VSL-Experimente erforderlich ist, sollte bei solch einer Option jedoch nicht unterschätzt werden.

Entsprechend der Verfahrensweise zur Haushaltsbefragung des Zensus 2011 könnten in einer VSL-Studie für Deutschland Interviewer für Vorortbefragungen eingesetzt werden (Statistische Ämter des Bundes und der Länder 2015: S. 33). Allerdings ist mit Blick auf die zu erwartende hohe Anzahl von Interviews und die Gewährleistung von Repräsentativität eine persönlich assistierte Befragung voraussichtlich nur mit relativ hohen Kosten realisierbar. Somit sollte für die Hauptstudie als Alternative auch ein CAWI-Ansatz in Erwägung gezogen werden.

### 7.3.4 Zeitrahmen

Der Zeitrahmen für eine Hauptstudie ergibt sich aus folgenden Komponenten:

- Erarbeitung des Erhebungs- und Modellierungsansatzes (mit Anpassungen auf Grundlage der Pilotstudie; siehe Kapitel 7.1 und 7.2),
- Pretest des Erhebungs- und Modellierungsansatzes,

- Auswahl der Probanden (Stichprobe),
- Durchführung der Erhebung,
- Auswertung der Daten,
- Ableitung von Empfehlungen für VRR-Werte,
- Dokumentation der Ergebnisse und Zwischenstände.

Der Zeitrahmen wird in wesentlichem Maße auch von der gewählten Stichprobengröße (siehe Kapitel 7.3.2) und der Interviewdauer pro Person beeinflusst. Auf Basis der Erfahrungen aus der Pilotstudie ist mit einer Interviewlänge von 30 – 40 Minuten pro Person zu rechnen.

Das Beispiel Australien liefert einen guten Indikator für die zu erwartende Projektdauer einer deutschlandweiten VSL-Studie, da auch in Australien eine Zahlungsbereitschaftsermittlung mittels einer SC-Studie angestrebt wird. NAUDE et al. (2015) erwarten auf Basis von Expertenbefragungen eine reine Projektdauer inklusive Ausschreibungs- und Begutachtungsprozess von 1 – 2 Jahren. Als Orientierungshilfe dient hierbei auch eine zuvor durchgeführte Studie der Straßen- und Verkehrsbehörde des australischen Bundesstaates New South Wales, welche eine reine Projektdauer (von der Datenerhebung bis zur Auswertung) von ca. 2 Jahren aufwies (NAUDE et al. 2015: S. 19). Unter Berücksichtigung erforderlicher Korrekturen, Nacherhebungen oder Anpassungen des Studiendesigns sowie der Akquirierung von ausreichend Studienteilnehmern im Projektzeitraum sollte dieser für Deutschland mit 2 – 3 Jahren kalkuliert werden.

### 7.3.5 Kostenrahmen

Die Projektkosten ergeben sich aus mindestens folgenden Einzelkomponenten:

- Kosten für das Projektteam bestehend aus Experten der Bereiche Ökonomie, Statistik und Ökonometrie (Erarbeitung des Erhebungsansatzes, Pretest, Auswertung und Berichterlegung, Überwachung ausgelagerter Projektbestandteile),
- Kosten für die Umfrageaktivitäten einschließlich Probandengelder (Stichprobenziehung, Durchführung der Erhebung, Aufbereitung der Daten),
- Kosten der Projektüberwachung und -steuerung.

Zusätzlich sollten, insoweit nicht bereits in den Kosten der Projektteams inkludiert, Lizenzgebühren (z. B. für die Nutzung spezialisierter Software) kalkuliert werden.

## 8 Komponenten der Unfallkostenrechnung

Die folgenden Kapitel diskutieren die grundlegenden Unfallkostenkomponenten sowie die Möglichkeiten der Einordnung des VSL in die aktuelle deutsche Unfallkostenrechnung.

### 8.1 Grundlegende Einteilung der Kostenkomponenten

In der Literatur existieren verschiedene Möglichkeiten zur Klassifizierung der (verkehrs-)unfallbezogenen Kostenkomponenten. ALFARO et al. (1994) erarbeiteten im Rahmen eines EU-Projektes Empfehlungen zur Bestimmung von Verkehrsunfallkosten. Die daraus hervorgehende Einteilung der Unfallkosten in sechs grundlegende Kategorien, wie in Tabelle 8-1 dargestellt, ist bis heute für Unfallkostenrechnungen von Relevanz. In neueren Studien, wie bspw. WIJNEN und STIPDONK (2016), wird mitunter auf die Unterscheidung zwischen medizinischen Kosten und nicht-medizinischen Kosten der Rehabilitation verzichtet.

In einer internationalen Analyse der sozialen Kosten von Verkehrsunfällen zeigen WIJNEN und STIPDONK (2016), dass sich den oben stehenden

Kostenkategorien je nach Land unterschiedliche Komponenten zuordnen lassen.

Nachfolgend sollen der Produktionsverlust und die humanitären Kosten genauer beschrieben werden. Für eine ausführliche Erläuterung der übrigen Kategorien sei auf WIJNEN et al. (2017: S. 20-22) oder KASNATSCHEEW et al. (2016: S. 26-33) verwiesen.

#### Produktionsverlust

Die Höhe des jeweiligen Produktionsverlustes wird üblicherweise über den Humankapitalansatz bestimmt (vgl. Kapitel 2.3.1). Dieser ermittelt die entgangene Produktion des verletzten oder getöteten Individuums auf Basis der zeitlichen Dauer der Verletzung und des pro Kopf-Einkommens (WIJNEN- und STIPDONK 2016: S. 99). Auch der Produktionsverlust in Bezug auf unbezahlte außermärkliche Tätigkeiten kann relevant sein. DONÁRIO und SANTOS (2012: S. 53) weisen darauf hin, dass derartige Kosten bei etwa 30 % des Einkommens aus regulärer Beschäftigung liegen.

Von den von WIJNEN und STIPDONK (2016) betrachteten Ländern berücksichtigen ausschließlich Deutschland, Australien und die USA neben den klassischen Einkommensverlusten aus bezahlter Arbeit auch den Ausfall bei außermärklichen Tätigkeiten (z. B. Hausarbeit) sowie die Aufwendungen für das Anlernen neuer Arbeitnehmer in der Berechnung des Produktionsverlustes. Niederlande, Belgien und Österreich berücksichtigen hingegen lediglich die Einkommensausfälle.

Es sei an dieser Stelle angemerkt, dass ein potenziell verminderter oder vollständiger Verlust des zu-

Kategorie	Beschreibung
Medizinische Kosten (medical costs)	• Alle Kosten, welche die Behandlung der Verletzten betreffen, wie bspw. Krankenhausaufenthalt, medizinische Behandlung etc.
Nicht-medizinische Kosten der Rehabilitation (non-medical rehabilitation costs)	• Alle nicht-medizinischen Kosten der Behandlung von Verletzten, wie bspw. bauliche Anpassung des Wohnraums bei bleibenden Behinderungen
Produktionsverlust (production loss)	• Temporärer oder dauerhafter Produktions- oder Einkommensverlust als Folge von Verletzungen oder Tod
Humanitäre Kosten (human costs)	• Alle immateriellen Kosten durch bspw. Leid, Schmerz oder Verlust der früheren Lebensqualität
Sachschäden (property damage)	• Alle Kosten resultierend aus der Zerstörung von Sachen, wie bspw. Fahrzeugen, Ladungen oder Straßen
Verwaltungskosten (administrative costs)	• Alle Kosten, die für den Einsatz von bspw. Polizei, Feuerwehr oder Versicherungen entstehen

Tab. 8-1: Kostenkategorien von Verkehrsunfällen, Quelle: ALFARO et al. (1994) zitiert nach WIJNEN et al. (2017: S. 14)



künftigen Konsums einer verletzten bzw. getöteten Person Berücksichtigung in der Bestimmung des Produktionsverlustes findet. So beinhaltet die Höhe des Bruttoproduktionsverlustes bereits die Höhe des Konsumverlustes der Individuen. Im Nettoproduktionsverlust sind die Kosten des entgangenen Konsums hingegen nicht enthalten (WIJNEN et al. 2017: S. 21).

### Humanitäre Kosten

Auch wenn kein Markt(-preis) für das durch Verkehrsunfälle verursachte Leid existiert, sind diese Kosten mit Blick auf die soziale Wohlfahrt dennoch nicht zu ignorieren (WIJNEN et al. 2017: S. 21). Die Kosten lassen sich dabei wie folgt unterscheiden: Kosten des Leids für Todes-, Schwer- und Leichtverletztenfälle sowie Kosten für das Leid von Angehörigen und Freunden der verunfallten Personen (WIJNEN et al. 2017: S. 21; WIJNEN und STIPDONK 2016: S. 99). Nach der Empfehlung von ALFARO et al. (1994) sollten die Kosten des menschlichen Leids über den Zahlungsbereitschaftsansatz bestimmt werden. Wie bereits in Kapitel 2.3.2 erläutert, sind die Diskreten Wahlexperimente der Kon-

tingenten Bewertung zur Bestimmung der monetären Wertschätzung von Risikoänderungen vorzuziehen. In Deutschland, wie auch in Australien oder Estland, erfolgt die Bestimmung dieser Kostenkategorie derzeit allerdings auf Grundlage von einzel-fallbasierten, gerichtlich festgesetzten Schadenersatzzahlungen (KASNATSCHEEW et al. 2016: S. 30). In der deutschen Unfallkostenrechnung werden derzeit somit nur jene Kosten für Leid und Schmerz berücksichtigt, welche sich auch in einer Beeinträchtigung der produktiven Ressourcen niederschlagen. Alle weiteren, in einem Risikowert enthaltenen subjektiven Empfindungen und deren Folgen werden nicht betrachtet (BAUM et al. 2010: S. 15). BAUM et al. (2010) begründen dieses Vorgehen damit, dass nur durch die Einbeziehung lediglich ressourcenverzehrender humanitärer Kosten eine Einordnung der Straßenverkehrsunfallkosten in einen gesamtwirtschaftlichen Kontext möglich wäre.

Tabelle 8-2 stellt die Methoden zur Bestimmung der humanitären Kosten sowie die zu Grunde liegenden Studien für ausgewählte Länder dar.

Land	Studie	VSL/humanitäre Kosten	Methode
Deutschland	BAUM et al. (2010)	Humanitäre Kosten	Schmerzensgeldzahlungen aus Gerichtsentscheidungen
Österreich	SEDLACEK et al. (2017)	VSL abzgl. Konsumausfall	Fortschreibung der Werte aus dem HEATCO-Projekt von BICKEL et al. (2006)
Schweiz	SOMMER et al. (2007)	VSL inkl. Konsumausfall	Bewertung der Todesfälle erfolgt über die Anzahl der verlorenen Lebensjahre auf Basis der VSL-Werte verschiedener internationaler Studien.
Niederlande	de BLAEIJ (2003)	VSL abzgl. Konsumausfall	Eigene SC-Studie
Belgien	de BRABANDER und VEREECK (2007)	VSL inkl. Konsumausfall	Wert basiert auf dem durchschnittlichen europäischen Wert aus NASH (2003)
Großbritannien	CHILTON et al. (1997)	VSL*	Eigene Studie mit Anpassung der Werte an das aktuelle BIP
Norwegen	ELVIK (1993)	VSL*	Meta-Analyse von 80 WTP-Studien aus verschiedenen Ländern; der VSL wird durch die Norwegian Public Road Administration festgelegt.
Schweden	PERSSON und CEDERVALL (1991)	VSL*	Eigene CV-Studie
Finnland	TERVONEN (1999)	VSL*	Direkte Übertragung der Werte aus Schweden auf Grundlage der damals verwendeten sozialen Zahlungsbereitschaft.

\* Es konnte nicht genau geklärt werden, ob der Verlust des zukünftigen Konsums im VSL verbleibt oder nicht

Tab. 8-2: Grundlage und Methode zur Bestimmung der humanitären Kosten in ausgewählten Ländern



## 8.2 Überschneidung von Produktionsverlust und VSL

Im Gegensatz zum Humankapitalansatz (siehe Kapitel 2.3.1), welcher auf Produktionsverluste fokussiert, wird mit dem Zahlungsbereitschaftsansatz (siehe Kapitel 2.3.2) die ex-ante Wertschätzung von Risikoänderungen bestimmt. Letztere Methodik erfasst u. a. auch den Verlust an Lebensqualität, welcher über den Humankapitalansatz nicht adäquat darstellbar ist. ANDERSSON und TREICH (2011: S. 414) merken allerdings an, dass sich nicht alle potenziell gesellschaftlich relevanten Kosten in der individuellen Zahlungsbereitschaft niederschlagen. Dies betrifft bspw. Kosten der medizinischen Behandlung, den sogenannten Nettoproduktionsverlust oder weitere Externalitäten. Einige Länder, wie bspw. Schweden oder die USA, ergänzen daher den VSL um weitere, aus gesellschaftlicher Sicht relevante Kostenkomponenten.

Ein auf Zahlungsbereitschaften basierender VSL umfasst nach WIJNEN et al. (2009) zum einen eine immaterielle Komponente, die alle Effekte abbildet, für die kein Marktpreis existiert. Dies können u. a. der Verlust an Lebensfreude oder das Leid der Angehörigen sein. In der englischsprachigen Literatur wird hierfür auch der Begriff *human losses* verwendet. Zum anderen enthält der VSL eine materielle Komponente, welche den Nutzen der Personen aus Marktaktivitäten beschreibt und somit den potenziellen Konsumverlust einer verunfallten Person erfasst (WIJNEN et al. 2009: S. 327).

Nach Bild 8-1 enthält sowohl der VSL als auch der Bruttoproduktionsverlust den Verlust des zukünftigen Konsums. Um eine dahingehende Doppelzählung zu vermeiden, müsste, der Literatur zufolge, der Konsumverlust aus einer der beiden Größen herausgerechnet werden (BICKEL et al. 2006: S. 85). Der Konsumverlust wird üblicherweise vom VSL subtrahiert und verbleibt damit im (Brutto-)Produktionsverlust. Ausnahmen zu diesem Vorge-

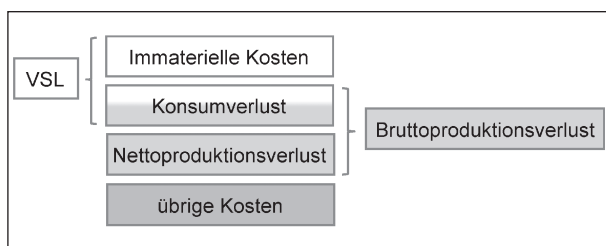


Bild 8-1: Kosten eines Verkehrsunfalltoten, Quelle: In Anlehnung an WIJNEN et al. (2009: S. 328) und Ecoplan (2016: S. 31)

hen stellen die Berechnungen in Belgien und der Schweiz dar, bei denen der Konsumverlust innerhalb des VSL verbleibt (WIJNEN und STIPDONK 2016: S. 100).<sup>20</sup>

Der nach Abzug des Konsumverlustes verbleibende Teil des VSL wird in der Literatur vereinzelt auch als menschliches Leid, humanitäre Kosten etc. deklariert. Letztlich erfasst der VSL als Ganzes jedoch die individuelle Wertschätzung einer Risikoreduzierung, die Konsumverlust und Leid im engeren Sinne als Bestandteil haben mag, sich jedoch aus weit mehr Einflüssen zusammensetzen kann. Welche Einflüsse dies im Einzelnen sind, liegt in den Präferenzen des Individuums begründet. Offensichtlich ist, dass Komponenten, die in beiden Ansätzen enthalten sind, nicht doppelt gezählt werden dürfen. Eine Interpretation des nach Abzug des Konsumausfalls verbleibenden Teils des VSL als Leid im engeren Sinne ist jedoch problematisch. Intuitiver erscheint es, den VSL – die individuelle Wertschätzung der Risikoreduzierung – um nicht betrachtete, gesellschaftlich relevante Einflüsse zu erweitern.

In der Literatur wird vereinzelt kritisiert, dass die Individuen in ihrer Wertschätzung von Risikoänderungen Einkommensausfälle nur unzureichend berücksichtigen würden. KÄGI et al. (2015: S. 103) stellen im Rahmen ihrer VSL-Studie für die Schweiz fest, dass lediglich 15 % der Befragten Lohnausfälle bei ihren Entscheidungen beachtet haben. Des Weiteren können die Autoren keinen Unterschied zwischen den Zahlungsbereitschaften derjenigen mit und ohne Beachtung von unfallbedingten Lohnausfällen feststellen (KÄGI et al. 2015: S. 204). Sie schlussfolgern daraus, dass Konsumausfälle, im Gegensatz zur allgemein üblichen Annahme, nicht adäquat in der Zahlungsbereitschaft abgebildet seien. In Ecoplan (2016: S. 33) wird weiterhin argumentiert, dass so oder so nur die Einkommensausfälle von den Personen zu tragen sind, welche nicht bereits durch Versicherungen gedeckt seien. Es wird die Empfehlung ausgesprochen, die ermittelten Zahlungsbereitschaften, welche lediglich die immateriellen Kosten repräsentierten, um den Bruttoproduktionsausfall und nicht lediglich den Nettoproduktionsausfall zu erweitern (Ecoplan 2016: S. 33). Diese Empfehlung von Ecoplan (2016) basiert auf den Ergebnissen von KÄGI et al. (2015). Sie beto-

<sup>20</sup> Ecoplan (2016) empfehlen für die Schweiz jedoch den Wechsel auf die Bruttoproduktionsmethode.

nen, dass ihnen keine weitere VSL-Studie bekannt sei, welche die Probanden explizit nach den bei der Entscheidung berücksichtigten Faktoren, wie bspw. dem Einkommen, fragt. Ergänzend dazu zeigt die hier vorliegende Pilotstudie, dass Einkommensausfälle im Vergleich zu anderen Unfallnachteilen eher selten von den Probanden als relevant angeführt werden (siehe Kapitel 6.2.6).

De BRABANDER und VEREECK (2007: S. 717) argumentieren in ihrer Studie zur Bewertung von vermiedenen Straßenverkehrsunfällen in Belgien, dass der zukünftige Konsum lediglich für die tödlich verunglückten Verkehrsteilnehmer tatsächlich verloren geht, nicht jedoch für Schwer(st)- oder Leichtverletzte. Daher könne für diese Verletzungskategorien eine etwaige Doppelzählung der Konsumausfälle von vornherein ausgeschlossen werden. VEISTEN et al. (2010: S. iii) weisen demgegenüber ausdrücklich darauf hin, dass in Ergänzung zum VSL die Nutzung des Nettoproduktionsansatzes notwendig ist, um eine Doppelzählung des zukünftigen Konsums zu vermeiden. Sie erachten es als angemessen, anzunehmen, dass die Befragten mit ihrer Zahlungsbereitschaft bereits die Wertschätzung ihres eigenen Konsums berücksichtigen.

Aber selbst wenn empirisch festzustellen ist, dass Einkommensausfälle bei der Risikoabwägung nur für wenige Personen relevant sind, ist dennoch fraglich, ob daraus unmittelbar der Schluss zu ziehen ist, die Bruttoproduktionskosten seien im Rahmen einer Unfallkostenrechnung ohne jegliche Korrektur um den entgangenen Konsum zum ermittelten VSL hinzuzufügen. Denn ist der Konsumverlust aus Sicht der Probanden irrelevant, wäre es aus theoretischer Sicht problematisch, die auf den Präferenzen der Individuen ermittelten ex-ante Zahlungsbereitschaften im Nachhinein um den Konsumausfall korrigieren zu wollen. Bereits JONES-LEE (1994: S. 298-299) kritisiert die Output-orientierte Bewertung von Risikoänderungen, da Individuen Sicherheit zunächst einmal auf Grund ihrer Aversion gegen Verletzungen und den Tod an sich schätzen und nicht etwa weil sie eine zukünftige Bruttoproduktion aufrecht erhalten möchten. Zentrale Maßgabe für die monetäre Bewertung von Risikoänderungen müssen letztlich die Präferenzen der Individuen sein. Auch im Rahmen des BVWP basieren bspw. die Zeitwerte im nicht-geschäftlichen Personenverkehr auf den Präferenzen der Individuen (AXHAUSEN et al. 2015). Der im Output-orientierten Bruttoproduktionsverlust enthaltene Konsumausfall kann nur als Approximation des auf-

grund materieller Einbußen eintretenden Wohlfahrtsverlustes erachtet werden. Wenn die Individuen diesen materiellen Einbußen (im Falle eines Todes oder einer Verletzung) keine Wertschätzung beimessen, sollte sich dies auch in den ermittelten Unfallkosten widerspiegeln. Eine nachträgliche Korrektur um den Konsumausfall (oder Teile davon) wäre explizit zu begründen.

Grundsätzlich gilt jedoch, dass Kosten, die das Individuum bei seiner Risikoabwägung nicht berücksichtigt, weil es diese auf die übrigen Mitglieder der Gesellschaft externalisieren kann, zusätzlich zu den Zahlungsbereitschaften in eine Unfallkostenrechnung einzubeziehen sind. Dies trifft bspw. auf die in Tabelle 8-1 aufgeführten Verwaltungskosten und medizinischen Kosten zu. Für den Konsumausfall per se kann diese Externalisierung der Kosten der individuellen Entscheidung jedoch nicht unterstellt werden, da der Konsum unmittelbar Nutzen beim Individuum stiftet.

Die ermittelten VRR-Werte sollten dementsprechend vollumfänglich in die Unfallkostenrechnung eingehen und um externe Kosten sowie ggf. den Nettoproduktionsverlust ergänzt werden.

## 8.3 Unfallkostenrechnung in Deutschland

In diesem Kapitel wird die derzeitige Unfallkostenrechnung in Deutschland behandelt und erläutert, wie die ermittelten VRR-Werte in diese eingebunden werden können.

### 8.3.1 Bisherige Ermittlung der Unfallkosten

Die Unfallkostenrechnung Deutschlands folgt dem Reproduktions- und Ressourcenausfallkostenansatz. Dementsprechend werden die Gesamtkosten für Personen- und Sachschäden nach diesen Kategorien differenziert. Des Weiteren werden außermärkliche Wertschöpfungsverluste und humanitäre Kosten berechnet. Tabelle 8-3 gibt einen Überblick über die Kostenkategorien und die dazugehörigen Eingangsgrößen für den Bereich der Unfälle mit Personenschaden. Zusätzlich sind die entsprechenden Kostenkategorien nach ALFARO et al. (1994) (siehe Kapitel 8.1) dargestellt.

BAUM et al. (2010) ergänzten im Rahmen einer Aktualisierung der Unfallkostenrechnung mit den Zeitverlusten durch unfallbedingte Staus (auf Autobah-

	Kostenkategorie in Deutschland	Kostenkategorie nach ALFARO et al. (1994)	Eingangsgrößen/Bestimmung
Volkswirtschaftliche Unfallkosten durch Personenschäden	Reproduktionskosten	Medizinische + nicht-medizinische Kosten der Rehabilitation	Direkt: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kosten stationärer Behandlung</li> <li>• Kosten ambulanter Behandlung</li> <li>• Reha-Kosten</li> <li>• Pflegekosten</li> <li>• Krankentransportkosten</li> <li>• Nachbehandlungskosten</li> <li>• Kosten für Hilfsmittel Förderungskosten</li> </ul>
		Verwaltungskosten	Indirekt: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Polizeikosten</li> <li>• Justizkosten</li> <li>• Versicherungskosten</li> <li>• Neubesetzungskosten</li> <li>• Bestattungskosten</li> </ul>
	Ressourcen- ausfallkosten	Produktionsverlust	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dauer der Erwerbsunfähigkeit</li> <li>• Dauer der stationären Behandlung</li> <li>• Dauer der Reha</li> <li>• Dauer der Pflege</li> <li>• Minderung der Erwerbsfähigkeit</li> </ul>
	Außermarktliche Kosten		Siehe Ressourcenausfallkosten
	Humanitäre Kosten	Humanitäre Kosten	Gerichtlich festgesetzte Schmerzensgeld- zahlungen
	Staubedingte Zeitkosten (nur auf Autobahnen)		Entstehend durch unfallbedingte Staus

Tab. 8-3: Volkswirtschaftliche Unfallkosten durch Personenschäden und Eingangsgrößen, Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an BAUM und KRANZ (2011)

nen) eine bis dahin unberücksichtigte Kategorie. Darüber hinaus wurden die üblichen Verletzungskategorien tödlich verletzt, schwerverletzt und leichtverletzt um eine vierte Kategorie schwerstverletzt erweitert (BAUM und KRANZ 2011: S. 125). Der nachfolgende Kapitel fasst die Bestimmung der Unfallkosten für Personenschäden kurz zusammen. Die Ausführungen basieren auf BAUM und KRANZ (2011: S. 132-141).

#### **Reproduktionskosten: Kosten zur Wiederherstellung des Zustandes vor dem Unfall**

Diese Kostenkomponente lässt sich in direkte und indirekte Reproduktionskosten unterscheiden. Die direkten Kosten basieren auf Eigenerhebungen zu statistischen Daten von Versicherern und Dachverbänden wie Krankenversicherern und Gesetzlichen Unfallversicherungen. Die so erhobenen Unfallkostendaten fließen als gewichtetes Mittel in die Berechnungen ein. Die indirekten Reproduktionskosten wurden zum einen mit Daten offizieller Statisti-

ken (Rechtspflegestatistik) und zum anderen auf Grundlage eigener Erhebungen von BAUM et al. (2010) ermittelt. Darunter fallen bspw. die Kosten für die Neubesetzung freier Arbeitsplätze oder Bestattungskosten.

#### **Ressourcenausfallkosten: Kosten durch entgangene Erträge**

Die Ressourcenausfallkosten basieren auf den Ausfallzeiten der durch Verkehrsunfälle verletzten oder getöteten Personen. Diese Kosten sind abhängig von der Dauer der medizinischen Behandlung, der Erwerbsquote, der potenziell verminderten Erwerbsfähigkeit, dem Alter zum Unfallzeitpunkt und dem Renteneintrittsalter. Mithilfe einer Cobb-Douglas-Produktionsfunktion wird die relative Änderung des potenziellen BIP durch die aufgrund der Ausfallzeiten entstehende Minderung des Produktionsfaktors Arbeit bestimmt. Die absoluten Ressourcenausfallkosten ergeben sich aus der ermittelten relativen Änderung des Produktionspoten-

Kostenkategorie	Getötet	Schwerverletzt	Leichtverletzt
Reproduktionskosten	32.328,25	28.893,51	1.312,58
Ressourcenausfallkosten	599.362,53	41.151,22	1.000,86
Außermarktliche Kosten	497.740,46	39.651,48	512,03
Humanitäre Kosten	34.896,31	14.267,66	2.268,50
<b>Summe ohne Zeitkosten</b>	<b>1.164.327,55</b>	<b>123.963,86</b>	<b>5.093,98</b>
Staubedingte Zeitkosten*	6.256,87	6.475,33	4.183,90

\* Gilt nur für Bundesautobahnen. Siehe BAUM et al. (2010)

Tab. 8-4: Kostensätze Personenschäden in Euro je Verunglückten für das Jahr 2016 (Straßenverkehrsunfälle), Quelle: BASt (2016b)

zials und aktuellen Produktionspotenzialschätzungen.

#### **Außermarktliche Kosten: Kosten durch außermarktliche Wertschöpfungsverluste**

Die Kosten für den Verlust außermarktlicher schattenwirtschaftlicher Wertschöpfung werden als Aufschlag auf die Ressourcenausfallkosten berücksichtigt. Zur Ermittlung der verlorenen Wertschöpfung aus Hausarbeit und unbezahlter Tätigkeit werden die Ausfallzeiten der Verunglückten mit einem monetären Wert für Tätigkeiten außerhalb institutionalisierter Märkte bewertet.

#### **Humanitäre Kosten: Kosten für Menschliches Leid und psychische Belastungen**

Die humanitären Kosten umfassen jene Kosten für Leid, Trauer und psychische Belastungen, welche sich in einer Verringerung der eingesetzten Ressourcen niederschlagen. Sie sind rein schadenskostenorientiert und basieren auf Schmerzensgeldzahlungen aus 705 Gerichtsurteilen.

#### **Staubedingte Zeitkosten: Kosten durch Zeitverluste aufgrund unfallbedingter Staus**

Die Kosten für Zeitverluste aus unfallbedingtem Stau werden für deutsche Autobahnen erfasst. Die dafür notwendigen Daten sind der Straßenverkehrszählung 2005 entnommen. BAUM und KRANZ (2011) schätzen die Zeitverluste mithilfe eines Warteschlangenmodells. Die durch Stau bedingte Wartezeit wird anschließend entsprechend dem Vorgehen bei der Bestimmung der Ressourcenausfallkosten und der außermarktlichen Kosten monetär bewertet.

Die gesamten im Jahr 2016 durch Verkehrsunfälle verursachten volkswirtschaftlichen Kosten belaufen

sich auf 34,281 Mrd. €, wovon 13,927 Mrd. € (40,63 %) auf Personenschäden entfallen. Die durch BASt (2016b) ermittelten Kosten pro verunglücktem Verkehrsteilnehmer sind nach Verletzungskategorie und Kostenkategorie differenziert in Tabelle 8-4 dargestellt.

BAUM und KRANZ (2011) weisen auf Grundlage einer zusätzlichen Untersuchung den Anteil der Schwerstverletzten unter den Schwerverletzten mit etwa 25 % aus. Sie unterstreichen, dass im Vergleich zur Gruppe der übrigen Schwerverletzten ein um ein Vielfaches höherer Kostensatz für Schwerstverletzte ermittelt wurde (BAUM und KRANZ 2011: S. 144).

#### **8.3.2 Aktualisierung der Unfallkostenrechnung**

Zur Einbindung der in dieser Pilotstudie ermittelten VRR-Werte in die bestehende deutsche Unfallkostenrechnung wird folgendes vorgeschlagen: Je Verletzungskategorie sind die Kosten der Reproduktion und des Produktionsverlustes (siehe Tabelle 8-3) sowie die VRR-Werte zu addieren. Die Kosten des entgangenen Konsums sind von dieser Summe zu subtrahieren, um den Kostensatz für Personenschäden zu erhalten. Eine explizite Korrektur der ermittelten VRR Werte um den entgangenen Konsum und eine darauf aufbauende Interpretation als humanitäre Kosten wird mit Bezug auf die Ausführungen in Kapitel 8.2 nicht empfohlen. Unter Beibehaltung des bisherigen Verfahrens der deutschen Unfallkostenrechnung ist somit zusätzlich die Bestimmung der Konsumausfallkosten erforderlich.

Die aus Tabelle 8-5 hervorgehenden Konsumausfallkosten für die Verletzungskategorie Getötet wurden folgendermaßen bestimmt: Die Summe der Ausfallzeiten über alle Getöteten orientiert sich gemäß BAUM et al. (2010) an der zu erwartenden



Restlebenszeit und beläuft sich auf 98.381 Jahre. Diese Gesamtausfallzeit aufgeteilt auf alle 3.206 Getöteten im Betrachtungsjahr 2016 ergibt eine durchschnittliche Ausfallzeit von rund 30,7 Jahren pro Getötetem. Für das Jahr 2016 weist das Statistische Bundesamt (2017) private Konsumausgaben in Höhe von 1.681,5 Mrd. € für Deutschland aus. Dies entspricht durchschnittlich 20.377 € pro Einwohner. Einer getöteten Person ist dementsprechend ein durch entgangenen Konsum bedingter Nutzenverlust von 625.282 € (Ausfallzeit pro Getötetem multipliziert mit dem Konsum pro Jahr und Person) zuzuordnen. Die in Tabelle 8-5 dargestellten VRR-Werte sind Kapitel 6.4.1 entnommen.

Die Konsumausfallkosten für die übrigen Verletzungskategorien könnten grundsätzlich nach derselben Vorgehensweise bestimmt werden. Der Argumentation von de BRABANDER und VEREECK (2007) folgend liegt für diese Verletzungskategorien allerdings kein Konsumverlust vor, da alle betreffenden Individuen auch weiterhin die Möglichkeit hätten, am gesellschaftlichen Leben teilzunehmen und Güter zu konsumieren. Es besteht jedoch Grund zur Annahme, dass verletzte Personen aufgrund ihrer unfallbedingten physischen oder psychischen Einschränkungen zumindest ein eingeschränktes Konsumverhalten aufweisen. Die Ermittlung des Ausmaßes der Konsumeinschränkung ist jedoch nicht Gegenstand der vorliegenden Studie. Neben der sich aus der Argumentation von de BRABANDER und VEREECK (2007) ergebenden unteren Grenze des Konsumverlustes von null Euro kann jedoch zumindest eine obere Grenze bestimmt werden. Es wird dazu unterstellt, dass die in Abhängigkeit der medizinischen Behandlungsdauer, der Dauer der Arbeitsunfähigkeit und der Erwerbsquote ermittelten (Arbeits-)Ausfallzeiten für die jeweiligen Verletzungskategorien Obergrenzen für die möglichen (Konsum-)Ausfallzeiten bilden. Die Begründung hierfür ist, dass in diesen Ausfallzeiten kein Einkommen für Konsumausgaben erzielt werden kann. Auf Basis dieser Ausfallzeiten wurden die Obergrenzen für die Konsumausfallkosten in Tabelle 8-5 bestimmt.

Für eine präzisere Ermittlung der Konsumausfallkosten für die Verletzungsklassen schwerst-, schwer- und leichtverletzt wäre der Einfluss der Rehabilitations- und Arbeitsausfalldauer sowie der Unfallfolgeschäden auf den zukünftigen Konsum zu analysieren. Weiterhin sollte die Altersstruktur der verunfallten Personen in Bezug auf die Konsumausgaben berücksichtigt werden, da zum einen in unterschiedlichen Lebensphasen unterschiedlich hohe Konsumausgaben anfallen können und zum anderen heutiger Konsum gegenüber zukünftigem Konsum tendenziell bevorzugt wird.

Auf die Ermittlung außermärklicher Wertschöpfungsverluste im Bereich der Hausarbeit kann hingegen zukünftig verzichtet werden, da der daraus resultierende Nutzenverlust bereits im VRR abgebildet ist. Die Ermittlung der humanitären Kosten nach der bisherigen Vorgehensweise entfällt ebenfalls. Eine etwaige Berücksichtigung von unfallbedingten Zeitverlusten bleibt von diesen Anpassungen unberührt.

Die hier vorgeschlagene Vorgehensweise zur Einbindung der VRR-Werte wurde mit Blick auf die derzeitige Verfahrensweise zur Bestimmung der Unfallkosten in Deutschland gewählt und erlaubt eine weitgehende Beibehaltung der Methodik mit den erläuterten notwendigen Anpassungen. In Anlehnung an Bild 8-1 könnte auch der ausgewiesene Nettoproduktionsverlust zu den VRR-Werten addiert werden. Angesichts der schon lange Zeit bestehenden Kritik an den Output-orientierten Ansätzen (siehe Kapitel 2.3.1 und 8.2) sollte jedoch perspektivisch die Zahlungsbereitschaft in das Zentrum der Unfallkostenrechnung gestellt werden und diese, wie in Kapitel 8.2 beschrieben, um nicht auf individueller Ebene beachtete, gesellschaftlich relevante Einflüsse, sprich externe Kosten, erweitert werden. Dies würde der Tatsache Rechnung tragen, dass Wohlfahrtsänderungen grundsätzlich auf Basis der individuellen Präferenzen zu ermitteln sind.

Komponente	Getötet	Schwerstverletzt	Schwerverletzt	Schwerverletzt (BAST)	Leichtverletzt
VRR in Euro	3.588.000	438.000	228.000	276.000	147.000
Ausfalljahre	98.381	62.120	1.576	67.711	8.034
Konsumverlust in Euro	625.282	0 – 81.621	0 – 51.918	0 – 20.463	0 – 497

Tab. 8-5: VRR-Werte und Konsumausfallkosten zur Einbindung in die deutsche Unfallkostenrechnung



## 9 Differenzierung und Fortschreibung des VSL

Kapitel 9.1 diskutiert die Verwendung eines einheitlichen VSL innerhalb von Bewertungsverfahren sowie die Möglichkeiten zur Fortschreibung des VSL.

### 9.1 Einheitlicher vs. differenzierter VSL in Bewertungsverfahren

Grundlage zur Bestimmung des monetären Wertes einer Risikoreduktion sind die Präferenzen der Individuen. Wie bereits in Kapitel 2.2 angesprochen, können unterschiedliche Personen der Vermeidung desselben Schadensereignisses unterschiedliche Wertschätzungen entgegenbringen. Des Weiteren kann ein und dieselbe Person unterschiedliche Wertschätzungen für die Vermeidung verschiedener Schadensereignisse (bspw. verschiedene Arten zu Sterben) aufweisen. Gründe für differenzierte VSL-Werte lassen sich somit u. a. in der unterschiedlichen Ausprägung von Charakteristiken, wie bspw. dem Einkommen, dem Alter oder dem Gesundheitszustand, finden. Aber auch die Einstellung zu und die Wahrnehmung von Risiko können sich auf die Zahlungsbereitschaft auswirken. Mit Blick auf die eigene Risikowahrnehmung kann bspw. entscheidend sein, ob das Individuum das Risiko freiwillig in Kauf nimmt oder diesem unfreiwillig ausgesetzt ist, ob es das Risiko kontrollieren kann oder womöglich ein hoher persönlicher Nutzen durch die Inkaufnahme des Risikos entsteht (Ecoplan 2016: S. 35). JONES-LEE (1994: S. 311) weist mit Blick auf unterschiedliche Sterbearten darauf hin, dass für Risiken, mit denen die Personen weniger vertraut sind (Umweltkatastrophen, Terroranschläge etc.), tendenziell höhere Zahlungsbereitschaften zu erwarten seien.

In der empirischen Literatur lassen sich weitreichend differenzierte VSL-Werte finden. Die ermittelten Werte unterscheiden sich in einigen Studien bspw. zwischen verschiedenen Straßenkategorien (HENSHER et al. 2009; ANTONIOU 2013), unterschiedlichen Verkehrsmitteln (CARLSSON et al. 2002; KÄGI et al. 2015) oder unterschiedlichen Untersuchungsbereichen wie Verkehr, Umwelt und Gesundheit (KÄGI et al. 2015: S. 198; KLUVE und SCHAFFNER 2008: S. 280). In Ecoplan (2016: S. 37) wird jedoch auch auf Evidenz für einen einheitlichen VSL hingewiesen. Die Autoren zitieren Meta- und Zahlungsbereitschaftsanalysen (u. a. CARLS-

SON et al. 2010; CROPPER et al. 2011; OECD 2012), aus denen keine Unterschiede zwischen den VSL verschiedener Risikokontexte bzw. Sterbearten resultieren.

Aus den obigen Ausführungen geht im Kern hervor, dass Unterschiede im VSL auf zwei wesentliche Ursachen zurückgeführt werden können: Erstens kann es um die Reduzierung unterschiedlicher Risiken gehen (bspw. schnelles vs. langsames, qualvolles Sterben) und zweitens können sich in ihren Präferenzen bzgl. des Risikos unterscheidende Personengruppen betroffen sein.

Letzterer Differenzierungsgrund bleibt in praktischen Bewertungsverfahren meist unbeachtet (BAKER et al. 2008: S. 136). Dieses Vorgehen ist mit Blick auf eine erwünschte Gleichbehandlung von Personen oder Personengruppen nachvollziehbar. Es handelt sich hierbei jedoch um eine nachgelagerte, ethisch motivierte Festlegung eines einheitlichen VSL. In Kapitel 2.1 wurde gezeigt, dass sich der VSL als arithmetisches Mittel der individuellen Zahlungsbereitschaften ergibt. In diesem spiegelt sich der Einfluss von Alter, Einkommen und anderen persönlichen Eigenschaften (u. a. auch Einstellungen und Wahrnehmungen) auf die individuelle Zahlungsbereitschaft wider (BAKER et al. 2008: S. 136). Wenn also die Zahlungsbereitschaft wohlhabender (oder jüngerer) Personen(-gruppen) höher wäre als die ärmerer (oder älterer), so müsste sich diese Tatsache der Logik der standardmäßigen Kosten-Nutzen-Analyse zufolge auch in der Maßnahmenbewertung niederschlagen (BAKER et al. 2008: S. 136). Eine Abweichung davon, im Sinne eines einheitlichen VSL, wie sie üblicherweise in der Praxis zu beobachten ist, würde eine Anpassung der zugrundeliegenden, klassischen KNA-Annahmen erfordern (BAKER et al. 2008: S. 128 – 131). Als Konsequenz daraus wäre der VSL nicht mehr als arithmetisches Mittel, sondern als harmonisches Mittel zu bestimmen (BAKER et al. 2008: S. 131). Der VSL wäre also grundsätzlich anders zu berechnen. Ob eine Verwendung des arithmetischen Mittels anstelle des harmonischen Mittels für Bewertungsverfahren akzeptabel ist, hängt von der Abweichung dieser beiden Werte ab. Berechnungen von BAKER et al. (2008: S. 134) für die USA und UK zeigen für verschiedene Annahmen zu Steuersystem und Einkommenselastizitäten, dass die Abweichung des harmonischen Mittels vom arithmetischen Mittel im Bereich von -15 bis +10 % liegt. Die Nutzung des arithmetischen Mittels, so wie es auch in der Praxis weitgehend gehandhabt

wird, kann somit als eine akzeptable, pragmatische Vorgehensweise eingestuft werden. Dem Anwender sollte jedoch bewusst sein, dass der einheitliche VSL eine nachgelagerte (ethisch motivierte) Anpassung ist, die von den Annahmen der klassischen KNA nicht gedeckt wird.

Bleibt noch die Diskussion des erstgenannten Differenzierungsgrundes, der unterschiedlichen Risikoarten. Hier ist durchaus zu erwarten, dass für die Risikovermeidung unterschiedlicher Arten ums Leben zu kommen unterschiedliche Wertschätzungen vorliegen. Der Tod an sich wäre damit als heterogenes Gut zu betrachten für dessen Risikoreduzierung je nach konkreter Ausprägung unterschiedliche Zahlungsbereitschaften vorliegen. Dies ist für deutlich unterschiedliche Arten zu Sterben leicht nachvollziehbar. Dass große Unterschiede für Unfallereignisse im Straßenverkehr, bspw. Unfälle auf verschiedenen Straßenkategorien oder Unfälle mit verschiedenen Verkehrsmitteln (der jeweils gleichen Personengruppe), zu erwarten sind, scheint jedoch unwahrscheinlich. JONES-LEE (1994) geht hier sogar noch weiter und meint, dass es nicht unangebracht sei, einen einheitlichen VSL für alle alltäglichen Risiken zu unterstellen. Dieser Kategorie ordnet er neben den Unfallrisiken im Verkehr u. a. auch allgemeine Umwelt- und Gesundheitsrisiken zu.

Auf Grundlage dieser Erkenntnisse wird für eine deutsche Unfallkostenrechnung empfohlen, den VSL nicht über verschiedene Risikokontexte und (weitestgehend) auch nicht über unterschiedliche Personengruppen zu differenzieren. Dies bedeutet insbesondere, dass sich die VSL-Werte nicht schon allein aufgrund des genutzten Verkehrsmittels oder der betrachteten Straßenkategorie unterscheiden sollten. Dies ist im Einklang mit den Empfehlungen einer OECD Studie zum VSL und u. a. auch mit den Empfehlungen für die schweizerische Unfallkostenrechnung (OECD 2012: 132, 139; Ecoplan 2016: S. 37). Der einheitliche VSL für alle Personengruppen (hinsichtlich Alter, Einkommen, Gesundheitszustand etc.) ist dagegen ethischen Überlegungen geschuldet und kann damit nur ein Ergebnis eines Diskussionsprozesses im Lichte der empirischen Erkenntnisse einer Hauptstudie sein.

Die OECD beispielsweise empfiehlt auf Grundlage empirischer Evidenz aus den USA und Europa im Vergleich zu Erwachsenen einen um 50 % bis 100 % höheren VSL für Kinder (OECD 2012: 132,

139). Es wird jedoch eingeschränkt, dass dieser erhöhte Wert für Politikmaßnahmen gelten sollte, die spezifisch auf Kinder ausgerichtet sind oder von denen hauptsächlich Kinder betroffen sind (OECD 2012: S. 131). Die dieser Empfehlung zugrundeliegenden Ergebnisse sind allerdings altruistischen Motiven seitens der Eltern zuzurechnen (OECD 2012: S. 130), wohingegen ansonsten von der OECD keine Anpassung des VSL aufgrund von Altruismus empfohlen wird (OECD 2012: 134, 139). Zahlungsbereitschaften von Kindern lassen sich jedoch aufgrund von Restriktionen bzgl. kognitiver Fähigkeiten und finanzieller Ressourcen nicht verlässlich auf Basis individueller Präferenzen bestimmen (OECD 2012: S. 23). Darüber hinaus wird aber auch von der OECD keine Differenzierung hinsichtlich des Alters empfohlen (OECD 2012: S. 139).

Mit Blick auf die praktische Anwendung eines hinsichtlich verschiedener soziodemografischer Eigenschaften differenzierten VSL sollte zudem beachtet werden, dass diese Informationen letztlich auch im Rahmen der Maßnahmenbewertung vorliegen müssten. Ohne detaillierte Kenntnisse über die konkret von einer Maßnahme betroffene Personengruppe (bspw. Altersverteilung) könnte so oder so nur ein durchschnittlicher VSL angesetzt werden.

## 9.2 Einheitlicher VSL im Straßenverkehr

Wenn die Annahme akzeptiert wird, dass sich die Unfallrisiken im Verkehr der Gruppe alltäglicher Risiken zuordnen lassen und deshalb keine (stark) unterschiedlichen VSL in verschiedenen Bereichen des Verkehrs (Verkehrsmittel, Straßenkategorie etc.) zu erwarten sind (siehe Kapitel 9.1), dann stellt sich die Frage, auf welche Weise und vor allem in welchem Bereich (des Verkehrs) dieser VSL zu ermitteln ist.

Wie bereits in Kapitel 3.1.1 erläutert, dient das hier durchgeführte Autobahnexperiment lediglich der Darstellung des Austauschverhältnisses zwischen Risiko und Geld in einem den Probanden bekannten Kontext. Eine abstrakte Darstellung dieses Trade-offs wäre zur VSL-Bestimmung jedoch grundsätzlich ausreichend. Problematisch wäre die Wahl des Autobahn szenarios, wenn daraus lediglich autobahn-spezifische VSL-Werte resultieren würden. Auch wenn hierzu in der Literatur abweichende Vorschläge zu finden sind, so ist doch aus den Ausführ-

rungen in Kapitel 9.1 im Gesamtbild zu schließen, dass sich die Zahlungsbereitschaften nicht über Straßenkategorien hinweg unterscheiden sollten. Vielmehr noch scheint grundsätzlich auch eine Übertragung der VSL-Werte aus dem Autobahnscenario auf andere Verkehrsmittel zulässig. Zu beachten sind hierbei jedoch u.U. Unterschiede, die sich nicht auf Grundlage des geänderten Risikokontextes, sondern aufgrund der Betrachtung von Personengruppen mit unterschiedlichen Präferenzen bzgl. des Risikos ergeben. Es ist anzunehmen, dass Selektionseffekte bei der Verkehrsmittelwahl von Bedeutung sind und Personen sich somit in Abhängigkeit ihrer Risikobereitschaft für das eine oder das andere Verkehrsmittel entscheiden. So könnte der Radfahrer eine vom Autofahrer abweichende Zahlungsbereitschaft für eine Verringerung des Sterberisikos aufweisen. Die Ursache hierfür ist dann jedoch in der Person des Radfahrers, mithin in seinen persönlichen Eigenschaften, zu suchen, nicht jedoch in der Tatsache, dass die Person tödlich mit dem Rad anstatt mit dem Auto verunglücken könnte.

Für die Ermittlung eines für die gesamte Gesellschaft gültigen (durchschnittlichen) VSL ist die Repräsentativität der Stichprobe deutlich bedeutsamer, als die Konstruktion von spezifischen Szenarien für unterschiedliche Personengruppen. Aus diesem Grund sind, wie in Kapitel 7.3.2 beschrieben, nicht lediglich täglich Pkw-Orientierte, sondern auch andere Mobilitätssegmente in das Autobahnexperiment einzubeziehen. Dieser Ansatz bringt sowohl Vor- als auch Nachteile mit sich.

Eine Person, die beispielsweise nie selbst einen Pkw fährt und regelmäßig zu Fuß oder mit dem Rad unterwegs ist, könnte sich wahrscheinlich in ein Routenwahlexperiment für Radfahrer oder Fußgänger deutlich einfacher hineinversetzen. Die Notwendigkeit, innerhalb solcher Experimente Geld gegen Risiko zu tauschen, erschwert jedoch die Konstruktion realistisch wirkender Experimente im Bereich des nicht-motorisierten Verkehrs. HENSHER et al. (2011) begegnen diesem Problem, indem sie zur Bestimmung der Zahlungsbereitschaft für Fußgänger eine theoretische Bürgerabgabe einführen, welche von Eigenheimbesitzern und Mietern (über den Mietpreis) zu entrichten ist. Ein einheitliches Szenario für alle Mobilitätssegmente hat hingegen den Vorteil, dass Unterschiede in den Zahlungsbereitschaften zwischen den Segmenten unmittelbar identifizierbar sind. Würde jedes Segment mit ei-

nem eigens konstruierten Experiment konfrontiert, wäre nicht ersichtlich, ob eine sich zeigende Differenz in den Zahlungsbereitschaften den unterschiedlichen Präferenzen der Individuen oder lediglich den veränderten Rahmenbedingungen des Experimentes geschuldet ist.

Die Idealvorstellung wäre eine Experimentsituation, in die sich Personen unterschiedlichster Mobilitätssegmente gleichermaßen gut hineinversetzen können und welche gleichzeitig unter realistischen und plausibel vermittelbaren Rahmenbedingungen einen Austausch zwischen Risiko und Geld ermöglicht. Es ist zumindest nicht unplausibel, anzunehmen, dass jedem Probanden grundsätzlich zugemutet werden kann, sich in das Autobahnscenario hineinzusetzen, da den meisten eine solche Situation, wenn nicht als Fahrer selbst, dann zumindest als Beifahrer bekannt sein dürfte. Das Experiment könnte in diesem Zusammenhang dahingehend angepasst werden, dass die Person als Beifahrer über die zu wählende Route entscheidet und auch die monetären Kosten der Fahrt zu tragen hat. Eine mögliche Berücksichtigung der Folgen der eigenen Entscheidung für den Fahrer des Fahrzeugs ließe sich in diesem Fall jedoch nicht vermeiden.

Für die Bestimmung von VRR-Werten für Deutschland wird auf Grundlage des derzeitigen Kenntnisstandes vorgeschlagen, auch zukünftig das Autobahnscenario beizubehalten und die erzielten Ergebnisse als unabhängig vom im Experiment verwendeten Verkehrsmittel und der genannten Straßenkategorie zu betrachten. Von besonderer Bedeutung für die Bestimmung der VRR-Werte ist hingegen eine repräsentative Stichprobe (siehe Kapitel 7.3.2). Inwieweit mögliche Variationen in den VRR-Werten zwischen verschiedenen Personengruppen letztlich in ein Bewertungsverfahren eingehen, ist entsprechend Kapitel 9.1 zu diskutieren.

Es sei hier der Vollständigkeit halber darauf hingewiesen, dass die Verfahrensweise, über einheitliche Experimente gleiche VRR-Werte unabhängig von Verkehrsmittel und Straßentyp zu bestimmen, nicht in allen Ländern (bspw. Australien) verfolgt wird (HENSHER et al. 2009; HENSHER et al. 2011; NAUDE et al. 2015). Die weiteren diesen Aspekt betreffenden Entwicklungen, auch in anderen Ländern, sollten mit Blick auf eine deutsche Hauptstudie weiter verfolgt werden. Gleichwohl bietet das in der Pilotstudie genutzte Autobahnscenario auch aufgrund der Homogenität der Merkmalsausprä-

gungen bei diesem Straßentyp den klaren Vorteil eines kontrollierbaren Experimentes und ist damit für die Zahlungsbereitschaftsermittlung besonders geeignet.

### 9.3 Fortschreibung des VSL

Empfohlen wird eine Anpassung des VSL mit Blick auf die Entwicklung der Realeinkommen und die Inflation (OECD 2012: S. 139; ANDERSSON und TREICH 2011: S. 414-415). Die Werte sind auf Basis des BIP-Wachstums pro Kopf und des Verbraucherpreisindex für Deutschland fortzuschreiben. Seitens der OECD wird für die Anpassungen in Bezug auf die reale Einkommensentwicklung eine Einkommenselastizität von 0,8 vorgeschlagen (OECD 2012: S. 133), welche sich in die in Kapitel 2.2 aufgeführte Bandbreite einordnet. Ein Anstieg des Realeinkommens um 1 % würde sich demnach in einem Anstieg des VSL um 0,8 % äußern.

## 10 Zusammenfassung und Ausblick

Monetarisierter unfallbedingter Personenschäden stellen eine bedeutende Komponente bei der Bewertung von Verkehrsprojekten dar. Mithilfe von Bewertungsverfahren, wie bspw. der Kosten-Nutzen-Analyse, werden in Abwägung der Nutzen- und Kostenkomponenten jene Projekte identifiziert, welche den höchsten Nutzen für die Gesellschaft generieren.

Um den Nutzensgewinn aus der Reduzierung des Risikos, bei einem Unfall zu Tode zu kommen, abzubilden, wird der sogenannte Wert eines statistischen Lebens eingesetzt. Der VSL beschreibt, wie viel die Gesellschaft zu zahlen bereit ist, um die Sterbewahrscheinlichkeit zu senken. Dieser VSL entspricht dem arithmetischen Mittel der individuellen Zahlungsbereitschaften, welche wiederum das Austauschverhältnis zwischen Einkommens- und Risikoänderung repräsentieren.

Neben den tödlichen Verletzungen werden bei Maßnahmenbewertungen häufig auch weitere Verletzungsschweregrade betrachtet. Um die Reduzierung der Personunfallopfer verschiedener Verletzungsschweregrade infolge von Verkehrsprojekten adäquat im Rahmen von Kosten-Nutzen-Analysen abbilden zu können, ist es notwendig, diesen Grö-

ßen einen monetären Wert zuzuweisen. Hierfür werden Kostensätze benötigt, die eine Umrechnung der (Unfall-)Risikoänderungen in Geldeinheiten ermöglichen.

Die Ermittlung der Unfallkosten erfolgt in Deutschland derzeit nach dem Output-orientierten Reproduktions- und Ressourcenausfallkostenansatz. International zeichnet sich jedoch eine Abkehr von der Output-orientierten Kostenermittlung ab. Die aktuelle Forschung ist vielmehr auf die Ermittlung von ex-ante Zahlungsbereitschaften für Unfallrisikoänderungen ausgerichtet. Diese Entwicklung ist mit Blick auf das Wohlfahrtskonzept, demzufolge die Effekte von (Politik-)Maßnahmen grundsätzlich auf Basis der individuellen Präferenzen der betroffenen Individuen zu bewerten sind, leicht nachvollziehbar.

Für Deutschland existiert derzeit noch keine spezifische Erhebung zur Schätzung von Zahlungsbereitschaften für Verkehrssicherheit. In der Literatur zu findende Werte beruhen in der Regel auf für Deutschland angepassten europäischen Richtwerten. Die humanitären Kosten von Verkehrsunfällen werden teilweise über Schmerzensgeldzahlungen approximiert.

Ziel dieser Untersuchung war es daher, erstmalig für Deutschland ein Konzept zur Bestimmung von ex-ante Zahlungsbereitschaften für Verkehrssicherheit zu entwickeln und zu erproben. Die monetäre Wertschätzung von Risikoreduktionen sollte dabei für verschiedene Verletzungskategorien bestimmbar sein, um sowohl der bisherigen deutschen als auch der internationalen Klassifizierung der Verletzungsschwere gerecht werden zu können. Des Weiteren sollte geprüft werden, ob der Einsatz von Multimedia-Technik in Form einer Fahrsimulation die Ergebnisse der Untersuchung beeinflusst. Die Erkenntnisse aus der Erprobung dieses Konzeptes mündeten in Empfehlungen für eine potenzielle Hauptstudie zur Ermittlung der Zahlungsbereitschaften für Verkehrssicherheit in Deutschland. Zudem wurden im Rahmen der Studie Möglichkeiten zur Einbindung der ermittelten Werte in die deutsche Unfallkostenrechnung aufgezeigt.

Zusammengefasst wurden in der Studie die nachfolgenden Punkte bearbeitet:

- theoretische und empirische Grundlagen,
- Darstellung des entwickelten Erhebungskonzeptes inkl. der Modellierungsmethodik,



- Auswertung der Piloterhebung,
- Prüfung des Einflusses von Multimedia-Technik in Form einer Fahrsimulation auf die erzielten Ergebnisse,
- Ableiten von Empfehlungen für eine Hauptstudie,
- Einordnung der gewonnenen Ergebnisse in die deutsche Unfallkostenrechnung,
- Differenzierung und Fortschreibung des VSL.

Die zunächst durchgeführte Literaturanalyse zeigt verschiedene Möglichkeiten zur Monetarisierung der Personenunfallschäden auf. Hierbei handelt es sich zum einen um den Humankapitalansatz, dem grundsätzlich auch die bisherige deutsche Methodik zuzuordnen ist, und zum anderen den Zahlungsbereitschaftsansatz. Grundlegend existieren beim Zahlungsbereitschaftsansatz die Methoden der offenbarten (RP) und geäußerten Präferenzen (SP). RP-Analysen basieren auf beobachtbarem, realem Verhalten von Personen, wohingegen SP-Analysen die Informationen über die Präferenzen der Individuen aus dem Verhalten in künstlich geschaffenen Situationen beziehen.

Innerhalb der SP-Analysen kommen neben der älteren, aber vereinzelt immer noch genutzten, Kontingenten Bewertung heutzutage vor allem Diskrete Wahlmodelle zum Einsatz. Die notwendige Datengrundlage wird dabei im Wesentlichen mithilfe von Experimenten generiert. In diesen sind die Studienteilnehmer dazu angehalten, eine Auswahl aus den zur Verfügung gestellten Alternativen in üblicherweise hypothetischen, künstlich geschaffenen Märkten zu treffen. Über die getätigten Wahlentscheidungen lässt sich mit ökonomischen Methoden auf die Präferenzen der Individuen schließen. Auf dieser Grundlage kann in der Folge der VSL bzw. der VRR der entsprechenden Verletzungskategorie bestimmt werden.

Die Datenbeschaffung über Experimente bringt einige zu berücksichtigende Besonderheiten mit sich. So birgt der hypothetische Charakter der Entscheidungen sowohl Chancen als auch Risiken. Vorteilhaft ist die Möglichkeit, das Verhalten in Entscheidungssituationen untersuchen zu können, welche in der Realität in dieser Form nicht existieren. Dies ist besonders mit Blick auf die Ermittlung der monetären Wertschätzung von Verkehrssicherheit hilfreich, da im realen Kontext häufig ein Informations-

problem über tatsächliche Sicherheitsniveaus vorliegt. Nicht zuletzt lassen sich zudem die Rahmenbedingungen der Entscheidungssituation einfach kontrollieren. Ein zentraler Nachteil von Experimenten ist, dass die ermittelten Werte einer hypothetischen Verzerrung unterliegen können. Diese Problematik wird in der Literatur zwar vorrangig im Zusammenhang mit der Kontingenten Bewertung diskutiert, sie besteht allerdings auch bei Untersuchungen mittels Diskreter Wahlmodelle. Jedoch bietet letztere Methode den Vorteil, dass durch die bloße Auswahl zwischen den vorgeschlagenen Alternativen die Komplexität der gestellten Aufgabe für die Befragten reduziert werden kann. Zudem kann der Realitätsgehalt durch Einbindung verschiedener für die Entscheidung relevanter Attribute verbessert werden. In der Literatur zu findende Vorschläge zur Reduzierung der hypothetischen Verzerrung, wie eine hinreichend genaue Erläuterung der Entscheidungsaufgabe, eine Referenzorientierung der angebotenen Alternativen, die Möglichkeit zur Vermeidung von Zwangsentscheidungen oder die Erfassung der Eindeutigkeit der Entscheidungen, wurden im Rahmen der Konzeptentwicklung berücksichtigt.

Besondere Bedeutung kommt bei der Untersuchung von Zahlungsbereitschaften für Verkehrssicherheit auch dem Thema Risikodarstellung zu. Problematisch ist hierbei insbesondere die Arbeit mit sehr kleinen Wahrscheinlichkeiten. Deshalb ist es erforderlich, den Teilnehmern ein möglichst gutes Verständnis von Wahrscheinlichkeiten zu vermitteln und diese in einer für sie leicht erfassbaren Form zu präsentieren. Aus einer Sichtung der Literatur zu dieser Problematik ging allerdings hervor, dass keine Einigkeit über die zu wählende Vorgehensweise existiert.

Der Fragebogen dieser Piloterhebung gliederte sich in vier Bestandteile. Einem einführenden Teil, in dem verschiedene Referenzdaten erhoben, mögliche aus Verkehrsunfällen resultierende Verletzungsarten beschrieben und die Formen der Risikodarstellung erläutert wurden, folgten die Wahlexperimente. Im Anschluss an diese wurden verschiedene Informationen zum Verkehrs- und Wahlverhalten sowie der Unfallererfahrung der Teilnehmer erfasst. Abschließend wurden soziodemografische Informationen erhoben.

Kern der Befragung stellten die Wahlexperimente dar. Entsprechend der aktuellen Literatur zur Verkehrssicherheit wurden die Wahlsituationen in Form



von Routenwahlexperimenten dargestellt. Die Beschreibung der einzelnen Alternativen stützte sich dabei auf die Eigenschaften Fahrzeit, Fahrtkosten sowie auf ein nach dem Verletzungsschweregrad differenziertes Unfallrisiko. Den Probanden wurden insgesamt acht Entscheidungssituationen präsentiert, wobei sich deren Attributausprägungen, insofern möglich, an einer persönlich gewählten Referenzstrecke der Teilnehmer orientierten. Die Teilnehmer hatten letztlich die Aufgabe, jeweils die Alternative zu wählen, welche ihnen persönlich den größeren Nutzen generiert.

Als Referenzstrecke diente eine von den Teilnehmern in der Vergangenheit durchgeführte Autobahnfahrt. Grundlage für die Ermittlung der Zahlungsbereitschaften ist die Abwägung der Individuen zwischen Risiko und Geld (präziser: Unfallrisiko und Einkommensänderungen). Eine abstrakte Darstellung des Austauschverhältnisses zwischen diesen beiden Größen wäre grundsätzlich ausreichend, um monetäre Wertschätzungen für Risikoänderungen (differenziert nach Verletzungsschwere) zu ermitteln. Die Einbettung des Experimentes in einen spezifischen Kontext diente lediglich dem Zweck, den Realitätsgehalt des Experimentes zu erhöhen. Das in dieser Pilotstudie gewählte Szenario der Autobahnfahrt wurde zur Konstruktion einer den Probanden bekannten Situation genutzt, aus welcher heraus diese möglichst realistische Entscheidungen treffen können. Zudem ist die Homogenität der Merkmalsausprägungen bei diesem Straßentyp im Hinblick auf die Durchführung des Experimentes von Vorteil.

Insgesamt konnten 214 Probanden für die Studie über verschiedene Kanäle akquiriert werden. Zu betonen ist, dass es sich hierbei nicht um eine für die deutsche Bevölkerung repräsentative Stichprobe handelt und die ermittelten Zahlungsbereitschaften damit nicht unmittelbar für eine Projektbewertung verwendbar sind.

Die Datenerhebung erfolgte mittels einer persönlich assistierten computergestützten Befragung. Zur Steigerung des Realitätsgehaltes wurde das Experiment mit einer Fahrsimulation verknüpft. Ziel war es hierbei, einen potenziellen Einfluss der visuellen Unterstützung auf die ermittelten Zahlungsbereitschaften zu untersuchen. Die Studienteilnehmer wurden zu diesem Zweck in zwei Gruppen aufgeteilt, wovon eine lediglich an der Befragung, die andere zusätzlich an einer Simulationsfahrt teilnahm.

Die Auswertung der gewonnenen Daten erfolgte mithilfe der Diskreten Wahlmodelle. Ziel der Modellschätzung war es, den Einfluss der jeweiligen Attribute (z. B. Unfallwahrscheinlichkeiten, Kosten) auf den Gesamtnutzen der Alternative zu bestimmen. Die individuelle Zahlungsbereitschaft für eine Reduzierung der Unfallwahrscheinlichkeit in der jeweiligen Verletzungskategorie bestimmt sich letztlich als Grenzrate der Substitution, also als marginales Austauschverhältnis zwischen Unfallwahrscheinlichkeit und Reisekosten. Im Zuge der angestrebten internationalen Harmonisierung der Definition der Verletzungskategorien wurde neben den Zahlungsbereitschaften für eine Reduktion der Todesfälle, der Schwerverletzten und der Leichtverletzten auch ein Wert für die Schwerstverletzten ermittelt.

In einem Grundmodell wurden die Ausprägungen der Parameter von Fahrzeit, Fahrtkosten und den vier Kategorien (getötet, schwerst-, schwer- und leichtverletzt) der Unfallwahrscheinlichkeiten bestimmt. Alle sechs Größen haben wie erwartet einen negativen Einfluss auf den individuellen Nutzen. D. h., dass bspw. bei höherem Unfallrisiko oder längerer Reisezeit einer Alternative deren Nutzen abnimmt. Alle Parameter sind hochsignifikant verschieden von Null.

Die weiteren Ergebnisse zeigten, dass unter den zusätzlich geprüften Größen lediglich das Geschlecht und das Versicherungsniveau nachweisbar Einfluss auf die Höhe der Zahlungsbereitschaften besitzen. Frauen wiesen hierbei gegenüber Männern eine höhere Wertschätzung für die Verringerung des Todesfallrisikos sowie des Risikos leichter Verletzungen auf. Hinsichtlich der Versicherungen konnte weiterhin festgestellt werden, dass Probanden, die sich unterdurchschnittlich gegen Unfallfolgen versichert fühlen, gegenüber den übrigen Personen eine signifikant höhere Wertschätzung für die Reduzierung des Todesfallrisikos aufweisen. Ein Einfluss des Alters war hingegen über verschiedene Modellspezifikationen hinweg nicht eindeutig identifizierbar. Für alle sonstigen, in den Modellvarianten getesteten potenziellen Einflussgrößen, wie Einkommen, Familienstand, Haushaltsgröße, Wegzweck, Regelmäßigkeit der Pkw-Nutzung etc., konnten keine signifikanten Effekte festgestellt werden. Es sei an dieser Stelle jedoch erwähnt, dass sich einige der Einflüsse bei einer größeren Stichprobe innerhalb der Hauptstudie dennoch als signifikant herausstellen können.

Die Fahrsimulation hatte keinen wesentlichen Einfluss auf die Höhe der ermittelnden Zahlungsbereit-

schaften und auch nicht auf die Eindeutigkeit der Routenwahlentscheidungen der Probanden. Da die Fahrt im Fahrsimulator eine sehr intensive Form der in der Literatur angesprochenen Visualisierung darstellt, ist nicht zu erwarten, dass weniger starke Visualisierungsmaßnahmen einen signifikanten Einfluss haben könnten.

Die Ergebnisse dieser Konzeptstudie und Piloterhebung zeigen, dass die Anwendung des Zahlungsbereitschaftsansatzes unter Nutzung Diskreter Wahlmodelle auch für die Hauptstudie beibehalten werden sollte. Dies gilt auch mit Blick darauf, dass die Bewertung von Reisezeiteinsparungen im Bundesverkehrswegeplan ebenfalls auf diesem Ansatz beruht. Für die Beibehaltung der Vorgehensweise spricht außerdem, wenn auch mit der Einschränkung in Bezug auf die Repräsentativität der Stichprobe, dass sich die in der Konzeptstudie ermittelten Werte, mit Ausnahme des Wertes für Leichtverletzte, gut in die bestehende Literatur zum VRR einordnen. Weiterhin hat sich das Grundkonzept des Fragebogens in dieser Piloterhebung weitestgehend bewährt. Je nach konkreter Zielstellung, insbesondere des gewählten Modellierungsansatzes, kann er zukünftig entsprechend angepasst werden. Hinsichtlich der im Wahlexperiment verwendeten Risikomaße konnte festgestellt werden, dass ein Großteil der Probanden die Fallzahlen (Tote, Verletzte) im Verhältnis zum Verkehrsaufkommen bei der Entscheidung berücksichtigt, sodass diese Angabe in zukünftigen Untersuchungen beibehalten werden kann. Auch die Referenzorientierung der Alternativen sollte beibehalten werden, da dies den künstlichen Charakter des Experimentes reduziert.

Die starke Differenzierung der Verletzungsgrade erwies sich für die Probanden jedoch als herausfordernd. Eine Reduzierung der Verletzungskategorien im Experiment könnte hier Abhilfe schaffen. Dies widerstrebt jedoch dem Ziel, beide Klassifizierungen (international, national) im Rahmen der Untersuchung zu bedienen. Mit Blick auf die Streuung der Schätzer und die Stichprobengröße sollte für eine Hauptstudie ein effizientes Design auf Basis der Ergebnisse der Piloterhebung geprüft werden.

In Deutschland werden die durch Straßenverkehrsunfälle entstehenden Personenschäden derzeit in Form von fünf Kostenkategorien abgebildet: Reproduktionskosten, Ressourcenausfallkosten, außermärkliche und humanitäre Kosten sowie unfallbedingte Zeitverluste. Zur Einbindung der in dieser Pilotstudie ermittelten zahlungsbereitschaftsbasierten

Werte in die bestehende deutsche Unfallkostenrechnung wird vorgeschlagen, die Kosten der Reproduktion und des Produktionsverlustes sowie die monetären Werte der Risikoreduktion zu addieren und von dieser Summe die Kosten des entgangenen Konsums zu subtrahieren, um den Kostensatz für Personenschäden zu erhalten. Eine explizite Korrektur des ermittelten VRR um den entgangenen Konsum und eine darauf aufbauende Interpretation als humanitäre Kosten wird explizit nicht empfohlen. Unter Beibehaltung des bisherigen Verfahrens der deutschen Unfallkostenrechnung ist somit zusätzlich die Bestimmung der Konsumausfallkosten erforderlich. Die vorgeschlagene Vorgehensweise zur Einbindung des VRR wurde allerdings mit Blick auf die derzeitige Verfahrensweise zur Bestimmung der Unfallkosten in Deutschland gewählt und erlaubt dementsprechend eine weitgehende Beibehaltung der Methodik mit den erläuterten notwendigen Anpassungen. Angesichts der schon lange Zeit bestehenden Kritik an den Output-orientierten Ansätzen sollte jedoch perspektivisch die Zahlungsbereitschaft in das Zentrum der Unfallkostenrechnung gestellt werden und diese um nicht auf individueller Ebene beachtete, gesellschaftlich relevante Einflüsse, sprich externe Kosten, erweitert werden. Dies würde der Tatsache Rechnung tragen, dass Wohlfahrtsänderungen grundsätzlich auf Basis der individuellen Präferenzen zu ermitteln sind.

Auf Grundlage der Erkenntnisse dieser Studie wird für eine deutsche Unfallkostenrechnung zudem empfohlen, den VRR nicht über verschiedene Risikokontexte und (weitestgehend) auch nicht über unterschiedliche Personengruppen zu differenzieren. Dies bedeutet insbesondere, dass sich die monetären Werte der Risikoreduktion nicht schon allein aufgrund des genutzten Verkehrsmittels oder der betrachteten Straßenkategorie unterscheiden sollten. Der einheitliche VRR für alle Personengruppen (hinsichtlich Alter, Einkommen, Gesundheitszustand etc.) ist dagegen ethischen Überlegungen geschuldet und kann damit nur ein Ergebnis eines Diskussionsprozesses im Licht der empirischen Erkenntnisse einer Hauptstudie sein. Des Weiteren wird auf Grundlage des derzeitigen Kenntnisstandes vorgeschlagen, auch zukünftig das Autobahnszenario beizubehalten und die erzielten Ergebnisse als unabhängig vom im Experiment verwendeten Verkehrsmittel und der genannten Straßenkategorie zu betrachten. Von besonderer Bedeutung für die Bestimmung des VRR ist hingegen die Repräsentativität der Stichprobe.

## Literatur

- ABDALLAH, N. M.; HAKIM, A. S. E.; WAHDAN, A. H.; REFAEYE, A. E. (2016): Analysis of Accidents Cost in Egypt Using the Willingness-To-Pay-Method, *International Journal of Traffic and Transportation Engineering* 5 (1), pp. 10 – 18
- ABRANTES, P. A.L.; WARDMAN, M. R. (2011): Meta-analysis of UK values of travel time: An update, *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 45 (1), pp. 1 – 17
- AINY, E.; SOORI, H.; GANJALI, M.; LE, H.; BAGHFALAKI, T. (2014): Estimating Cost of Road Traffic Injuries in Iran Using Willingness to Pay (WTP) Method, *PloS one* 9 (12), pp. 1 – 16
- ALBERINI, A.; CROPPER, M.; KRUPNICK, A.; SIMON, N. (2002): Does the Value of a Statistical Life Vary with Age and Health Status? Evidence from the United States and Canada, *Resources For the Future, Discussion Papers* (dp-02-19)
- ALFARO, J. L.; CHAPUIS, M.; FABRE, F. (1994): Socio-economic cost of road accidents: final report of action COST 313, Commission of the European Community, Brüssel
- ANDERSSON, H.; TREICH, N. (2011): The value of a statistical life. In: A. de PALMA, R. LINDSEY und E. QUINET: *A Handbook of Transport Economics* (2011), Cheltenham, pp. 397 – 424
- ANTONIOU, C. (2013): A stated-preference study of the willingness-to-pay to reduce traffic risk in urban vs. rural roads, *Eur. Transp. Res. Rev.* 6 (1), pp. 31 – 42
- ANTONIOU, C.; KOSTOVASILIS, K. (2017): How may external information affect traffic risk perception? *Journal of Transportation Safety & Security* 9 (3), pp. 347 – 368
- Arbeitskreis Deutscher Markt- und Sozialforschungsinstitute (2017): Quantitative Interviews nach Befragungsart, online verfügbar unter [https://www.adm-ev.de/die-branche/mafo-zahlen/#interviews\\_adm](https://www.adm-ev.de/die-branche/mafo-zahlen/#interviews_adm), zuletzt geprüft am 22.10.2018
- ARMSTRONG, P.; GARRIDO, R.; ORTÚZAR, J. de Dios (2001): Confidence intervals to bound the value of time, *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review* 37 (2-3), pp. 143 – 161
- AUERBACH, K.; BREUNIG, S.; LEFERING, R.; LERNER, M.; MALCZYK, A.; PASTOR, C.; SCHEPERS, A.; SCHMUCKER, U. (2018): Schwerstverletzte Straßenverkehrsunfallopfer in Deutschland, *Zeitschrift für Verkehrssicherheit* 2018 (1), S. 17 – 24
- AXHAUSEN, K. W.; EHREKE, I.; GLEMSER, A.; HESS, S.; JÖDDEN, C.; NAGEL, K. (2015): Ermittlung von Bewertungsansätzen für Reisezeiten und Zuverlässigkeit auf Basis eines Modells für modale Verlagerungen im nicht-gewerblichen und gewerblichen Personenverkehr für die Bundesverkehrswegeplanung, Schlussbericht: FE-Projekt-Nr. 96.996/2011, online verfügbar unter [https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/VerkehrUndMobilitaet/BVWP/bvwp-2015-zeitkosten-pv.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/VerkehrUndMobilitaet/BVWP/bvwp-2015-zeitkosten-pv.pdf?__blob=publicationFile), zuletzt geprüft am 26.04.2018
- BACKHAUS, K.; ERICHSON, B.; WEIBER, R. (2015): Fortgeschrittene Multivariate Analysemethoden, Eine anwendungsorientierte Einführung, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 3. Aufl., online verfügbar unter <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-662-46087-0>
- BAHAMONDE-BIRKE, F.; LINK, H.; KUNERT, U. (2013): Verkehrssicherheit und Zahlungsbereitschaft – Ein Überblick zum Stand der Forschung, *Zeitschrift für Verkehrswissenschaft* 84 (3), S. 260 – 287
- BAHAMONDE-BIRKE, F. J.; KUNERT, U.; LINK, H. (2015): The Value of a Statistical Life in a Road Safety Context — A Review of the Current Literature, *Transport Reviews* 35 (4), pp. 488 – 511
- BAKER, R.; CHILTON, S.; JONES-LEE, M.; METCALF, H. (2008): Valuing lives equally, Defensible premise or unwarranted compromise? *J Risk Uncertainty* 36 (2), pp. 125 – 138
- BARUCH, Y.; HOLTOM, B. C. (2008): Survey response rate levels and trends in organizational research, *Human Relations* 61 (8), pp. 1139 – 1160
- BAST (2003): Grundlagen streckenbezogener Unfallanalysen auf Bundesautobahnen, Berichte

- der Bundesanstalt für Straßenwesen „Mensch und Sicherheit“ (M 153)
- BAST (2011): Schwerverletzte: Verbindung von Polizei-, Rettungsdienst- und Klinikdaten, Abschlussbericht Forschungsprogramm Straßenverkehrssicherheit. FE 82.0530/2011, online verfügbar unter [https://www.bast.de/BAST\\_2017/DE/Verkehrssicherheit/Publikationen/Download-Publikationen/Downloads/U-Schwerverletzte-2017.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](https://www.bast.de/BAST_2017/DE/Verkehrssicherheit/Publikationen/Download-Publikationen/Downloads/U-Schwerverletzte-2017.pdf?__blob=publicationFile&v=2), zuletzt geprüft am 26.04.2018
- BAST (2016a): Automatische Zählstellen 2016, online verfügbar unter [https://www.bast.de/BAST\\_2017/DE/Verkehrstechnik/Fachthemen/v2-verkehrszaehlung/Aktuell/zaehl\\_aktuell\\_node.html](https://www.bast.de/BAST_2017/DE/Verkehrstechnik/Fachthemen/v2-verkehrszaehlung/Aktuell/zaehl_aktuell_node.html), zuletzt geprüft am 01.10.2018
- BAST (2016b): Berechnungen der Bundesanstalt für Straßenwesen zur Fortschreibung der Unfallkosten (unveröffentlicht), Bergisch Gladbach
- BAUM, H.; KRANZ, T. (2011): Volkswirtschaftliche Kosten durch Straßenverkehrsunfälle in Deutschland, Zeitschrift für Verkehrswissenschaft 82 (2), S. 122 – 148
- BAUM, H.; KRANZ, T.; WESTERKAMP, U. (2010): Volkswirtschaftliche Kosten durch Straßenverkehrsunfälle in Deutschland, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Heft M 208, Bundesanstalt für Straßenwesen, Wirtschaftsverlag NW, Bremerhaven
- BECK, M. J.; FIFER, S.; ROSE, J. M. (2016): Can you ever be certain? Reducing hypothetical bias in stated choice experiments via respondent reported choice certainty, Transportation Research Part B: Methodological 89, pp. 149 – 167
- BICKEL, P.; FRIEDRICH, R.; BURGESS, A.; FAGIANI, P.; HUNT, A.; JONG, G. de; LAIRD, J.; LIEB, C.; LINDBERG, G.; MACKIE, P.; NAVRUD, S.; ODGAARD, T.; RICCI, A.; SHIRES, J.; TAVASSZY, L. (2006): HEATCO: Developing harmonised European approaches for transport costing and project assessment, Deliverable 5, Proposal for Harmonised Guidelines, online verfügbar unter <http://heatco.ier.uni-stuttgart.de/hd2final.pdf>, zuletzt geprüft am 26.04.2018
- BIERLAIRE, M. (2016): PythonBiogeme: a short introduction, Report TRANSP-OR 160706, Series on Biogeme, Transport and Mobility Laboratory, School of Architecture, Civil and Environmental Engineering, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Switzerland
- BLIEMER, M. C. J.; ROSE, J. M. (2013): Confidence intervals of willingness-to-pay for random coefficient logit models, Transportation Research Part B: Methodological 58, pp. 199 – 214
- BMVI (2016): Längenstatistik der Straßen des überörtlichen Verkehrs, online verfügbar unter [https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/VerkehrUndMobilitaet/Strasse/laengenstatistik-2016-tabelle-1-9.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/VerkehrUndMobilitaet/Strasse/laengenstatistik-2016-tabelle-1-9.pdf?__blob=publicationFile), zuletzt geprüft am 01.10.2018
- BMVI (2017): Längenstatistik der Straßen des überörtlichen Verkehrs, online verfügbar unter [https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/VerkehrUndMobilitaet/Strasse/laengenstatistik-2017-tabelle-1-7.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/VerkehrUndMobilitaet/Strasse/laengenstatistik-2017-tabelle-1-7.pdf?__blob=publicationFile), zuletzt geprüft am 01.10.2018
- BOARDMAN, A. E.; GREENBERG, D. h.; VINING, A. R.; WEIMER, D. L. (2001): Cost-benefit analysis, Concepts and practice, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 2. ed
- BROWNSTONE, D.; SMALL, K. A. (2005): Valuing time and reliability: assessing the evidence from road pricing demonstrations, Transportation Research Part A: Policy and Practice 39 (4), pp. 279 – 293
- CARLSSON, F.; DARUVALA, D.; JALDELL, H. (2010): Preferences for lives, injuries, and age, A stated preference survey, Accident; analysis and prevention 42 (6), pp. 1814 – 1821
- CARLSSON, F.; JOHANSSON-STENMAN, O.; MARTINSSON, P. (2002): Is Transport Safety More Valuable in the Air? Department of Economics Göteborg University, Göteborg Working Paper in Economics (84)
- CHILTON, S.; COVEY, J.; HOPKINS, L.; JONES-LEE, M.; LOOMES, G.; PIDGEON, N.; SPENCER, A. (1997): Road accidents Great Britain 1997, The casualty report, The Stationery Office, pp. 28 – 33
- ChoiceMetrics (2018): Ngene 1.2 User Manual & Reference Guide, Australia, online verfügbar unter <http://www.choice-metrics.com/>



- NgeneManual120.pdf, zuletzt geprüft am 11.01.2019
- CROPPER, M.; HAMMITT, J. K.; ROBINSON, L. A. (2011): Valuing Mortality Risk Reductions: Progress and Challenges, *Annu. Rev. Resour. Econ.* 3 (1), pp. 313 – 336
- DAHL, A.; KINDL, A.; WALTHER, C.; PAUF-  
LER-MANN, D.; ROOS, A.; WAßMUTH, V.;  
WEINSTOCK, F.; RÖHLING, W.; MANN, H.-U. (2016): Methodenhandbuch zum Bundesver-  
kehrswegeplan 2030, FE-Projekt-Nr.: 97.358/  
2015, Karlsruhe
- De BLAEIJ, A. T. (2003): The value of a statistical  
life in road safety, Stated preference  
methodologies and empirical estimates for the  
Netherlands, Zugl.: Amsterdam, Vrije Univ.,  
Diss., 2003, Thela Thesis, Amsterdam  
Research series/Vrije Universiteit Amsterdam,  
308
- De BLAEIJ, A. T.; FLORAX, R.J.G.M.; RIETVELD,  
P.; VERHOEF, E. (2003): The Value of Stati-  
stical Life in Road Safety, A Meta-analysis,  
*Accident Analysis & Prevention* 35 (6), pp. 973  
– 986
- De BRABANDER, B.; VEREECK, L. (2007):  
Valuing the Prevention of Road Accidents in  
Belgium, *Transport Reviews* 27 (6), pp.  
715 – 732
- DONÁRIO, A. A.; SANTOS, R. B. D. (2012): The  
Economic and Social Cost of Road Accidents,  
The Portuguese Case, EDIUAL CEU, Lisboa
- ECMT (1998): Efficient Transport for Europe,  
Policies for Internalisation of External Costs,  
OECD Publishing, Paris, online verfügbar unter  
<https://doi.org/10.1787/9789264163188-en>,  
zuletzt geprüft am 14.01.2019
- Ecoplan (2016): Empfehlungen zur Festlegung der  
Zahlungsbereitschaft für die Verminderung des  
Unfall- und Gesundheitsrisikos (value of statisti-  
cal life), Bundesamt für Raumentwicklung ARE  
und Beratungsstelle für Unfallverhütung bfu  
(Hrsg.), Bern
- ELVIK, R. (1993): Economic valuation of welfare  
loss caused by traffic accidents, (In Norwegian  
only), Norwegian title: Økonomisk verdsetting  
av velferdstap ved trafikkulykker, Institute of  
Transport Economics: TØI rapport 203/93
- ELVIK, R. (2016): The Value of Life, The Rise and  
Fall of a Scientific Research Programme,  
Transportøkonomisk institutt, Oslo TØI rapport,  
1531/2016
- European Commission (2015): Serious Injuries  
2015, European Road Safety Observatory  
(ERSO) (Hrsg.), online verfügbar unter [https://  
ec.europa.eu/transport/road\\_safety/sites/road-  
safety/files/ersosynthesis2015-seriousinju-  
ries25\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/transport/road_safety/sites/road-safety/files/ersosynthesis2015-seriousinju-ries25_en.pdf), zuletzt geprüft am 26.04.2018
- FLÜGEL, S.; RIZZI, L. I.; VEISTEN, K.; ELVIK, R.;  
ORTÚZAR, J. de D. (2015): Car drivers'  
valuation of landslide risk reductions, *Safety  
Science* 77, pp. 1 – 9
- GHADI, M.; TÖRÖK, Á.; TÁNCZOS, K. (2016):  
Study of the Economic Cost of Road Accidents  
in Jordan, *Periodica Polytechnica Transpor-  
tation Engineering* 46 (3), pp. 129 – 134
- GÖTZE, W.; DEUTSCHMANN, C.; LINK, H.  
(2014): Statistik, Lehr- und Übungsbuch mit  
Beispielen aus der Tourismus- und Verkehrs-  
wirtschaft, Managementwissen für Studium und  
Praxis, Oldenbourg, München
- HADDAK, M. M. (2016): Estimating the  
Willingness-to-pay for Road Safety  
Improvement, *Transportation Research  
Procedia* 14, pp. 293 – 302
- HAUSMAN, J. (2012): Contingent Valuation; From  
Dubious to Hopeless, *Journal of Economic  
Perspectives* 26 (4), pp. 43 – 56
- HENSHER, D. A. (2010): Hypothetical bias, choice  
experiments and willingness to pay, *Transpor-  
tation Research Part B: Methodological* 44 (6),  
pp. 735 – 752
- HENSHER, D. A.; ROSE, J. M.; ORTÚZAR, J. de  
D.; RIZZI, L. I. (2009): Estimating the  
willingness to pay and value of risk reduction for  
car occupants in the road environment, *Trans-  
portation Research Part A: Policy and Practice*  
43 (7), pp. 692 – 707
- HENSHER, D. A.; ROSE, J. M.; ORTÚZAR, J. de  
D.; RIZZI, L. I. (2011): Estimating the Value of  
Risk Reduction for Pedestrians in the Road  
Environment, An Exploratory Analysis, *Journal  
of Choice Modelling* 4 (2), pp. 70 – 94
- HOJMAN, P.; ORTÚZAR, J. de Dios; RIZZI, L. I.  
(2005): On the joint valuation of averting fatal



- and severe injuries in highway accidents, *Journal of safety research* 36 (4), pp. 377 – 386
- infas (2017): *Mobilität in Deutschland 2017 – Kurzreport, Verkehrsaufkommen – Struktur – Trends*, FE-Projektnummer 70.904/15, BMVI (Hrsg.), S. 1 – 32, online verfügbar unter [http://www.mobilitaet-in-deutschland.de/pdf/infas\\_Mobilitaet\\_in\\_Deutschland\\_2017\\_Kurzreport.pdf](http://www.mobilitaet-in-deutschland.de/pdf/infas_Mobilitaet_in_Deutschland_2017_Kurzreport.pdf), zuletzt geprüft am 23.10.2018
- IRAGÜEN, P.; ORTÚZAR, J. de D. (2004): Willingness-to-pay for reducing fatal accident risk in urban areas, An Internet-based Web page stated preference survey, *Accident Analysis & Prevention* 36 (4), pp. 513 – 524
- JONES-LEE, M. W. (1994): Safety and the saving of life, The economics of safety and physical risk. In: R. LAYARD und S. GLAISTER: *Cost-benefit analysis* (1994), Cambridge, pp. 290 – 318
- JONES-LEE, M. W.; HAMMERTON, M.; PHILIPS, P. R. (1985): The Value of Safety, Results of a National Sample Survey, *The Economic Journal* 95 (37), pp. 49 – 72
- JONES-LEE, M. W.; LOOMES, G.; PHILIPS, P. R. (1995): Valuing the Prevention of Non-Fatal Road Injuries: Contingent Valuation vs. Standard Gambles, *Oxford Economic Papers* 47 (4), pp. 676 – 695
- KÄGI, W.; LOBSINGER, M.; LIECHTI, D.; NEUMANN, R.; SCHLÄPFER, F.; RHEINBERGER, C.; SOGUEL, N. (2015): *Monetarisierung des statistischen Lebens im Straßenverkehr*, Bundesamt für Straßen, Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK (Hrsg.), online verfügbar unter <http://www.mobilityplatform.ch/>, zuletzt geprüft am 15.01.2019
- KASNATSCHEEW, A.; HEINL, F.; SCHOENE-BECK, S.; LERNER, M.; HOSTA, P. (2016): *Review of European Accident Cost Calculation Methods, With Regard to Vulnerable Road Users*, Project No. 635895 – In-Depth understanding of accident causation for Vulnerable road users (InDeV). Deliverable 5.1 of the H2020, BASt (Hrsg.), online verfügbar unter [https://www.indev-project.eu/InDeV/EN/Documents/pdf/review-cost-calculation.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=1](https://www.indev-project.eu/InDeV/EN/Documents/pdf/review-cost-calculation.pdf?__blob=publicationFile&v=1), zuletzt geprüft am 15.01.2019
- KLING, C.; PHANEUF, D. J.; ZHAO, J. (2012): From Exxon to BP: Has Some Number Become Better Than No Number? *Journal of Economic Perspectives* 26 (4), pp. 3 – 26
- KLUVE, J.; SCHAFFNER, S. (2008): The Value of Life in Europe – A Meta-Analysis, *Sozialer Fortschritt* 57 (10-11), pp. 279 – 287
- KORZHENEVYCH, A.; DEHNEN, N.; BRÖCKER, J.; HOLTKAMP, M.; MEIER, H.; GIBSON, G.; VARMA, A.; COX, V. (2014): *Update of the Handbook on External Costs of Transport, Final Report*, European Commission (Hrsg.), online verfügbar unter <http://ec.europa.eu/transport/themes/sustainable/studies/doc/2014-handbook-external-costs-transport.pdf>, zuletzt geprüft am 15.01.2019
- KRAMER, F. (2013): *Integrale Sicherheit von Kraftfahrzeugen, Biomechanik, Simulation, Sicherheit im Entwicklungsprozess*, Springer Vieweg, Wiesbaden, 4., erw. und korrigierte Aufl. ATZ/MTZ-Fachbuch
- LANCASTER, K. J. (1966): A New Approach to Consumer Theory, *Journal of Political Economy* 74 (2), pp. 132 – 157
- LE, H.; Van GELDERMALSEN, T.; LIM, W. L.; MURPHY, P. (2011): Deriving Accident Costs using Willingness-to-Pay Approaches, A Case Study for Singapore, *Australasian Transport Research Forum 2011*, online verfügbar unter <http://www.patrec.uwa.edu.au/publications>, zuletzt geprüft am 26.04.2018
- MCFADDEN, D. (1974): Conditional logit analysis of qualitative choice behaviour. In: P. ZAREMBKA: *Frontiers in econometrics* (1974), New York, pp. 105 – 142
- MOFADAL, A. I. A.; KANITPONG, K.; JIWATTANA-KULPAISARN, P. (2015): Analysis of pedestrian accident costs in Sudan using the willingness-to-pay method, *Accident; analysis and prevention* 78, pp. 201 – 211
- MOLIN, E.; BLANGÉ, J.; CATS, O.; CHORUS, C. (2017): Willingness to pay for safety improvements in passenger air travel, *Journal of Air Transport Management* 62, pp. 165 – 175
- MON, E. E.; JOMNONKWAO, S.; KHAMPIRAT, B.; SATIENNAM, W.; RATANAVARAHA, V. (2018): Willingness to pay for mortality risk reduction for

- traffic accidents in Myanmar, Accident; analysis and prevention 118, pp. 18 – 28
- NASH, C. (2003): UNITE (UNification of accounts and marginal costs for Transport Efficiency) Final Report for Publication, Funded by 5<sup>th</sup> Framework RTD Programme, online verfügbar unter <http://www.its.leeds.ac.uk/projects/unite/downloads/Unite%20Final%20Report.pdf>, zuletzt geprüft am 15.01.2019
- NAUDE, C.; TSOLAKIS, D.; TAN, F.; MAKWSHA, T. (2015): Social Costs of Road Crashes in Australia: The Case for Willingness-to-pay Values for Road Safety, Austroads Research Report AP-R438-15, Austroads Ltd., online verfügbar unter <https://www.onlinepublications.austroads.com.au/items/AP-R438-15>, zuletzt geprüft am 15.01.2019
- NELLTHROP, J.; BICKEL, P.; DOLL, C. (2001): Valuation Conventions for UNITE, ITS, University of Leeds, Pilot Accounts – Results for Germany and Switzerland
- NIROOMAND, N.; JENKINS, G. P. (2016): Estimating the Value of Life, Injury, and Travel Time Saved Using a Stated Preference Framework, Accident; analysis and prevention 91, pp. 216 – 225
- NORWOOD, F. B. (2005): Can Calibration Reconcile Stated and Observed Preferences? Journal of Agricultural and Applied Economics 37 (1), pp. 237 – 248
- OBERMEYER, A.; EVANGELINOS, C.; BESHHERZ, A. (2013): Der Wert der Reisezeit deutscher Pendler, Perspektiven der Wirtschaftspolitik 2013 (14), S. 118 – 131
- OBERMEYER, A.; TREIBER, M.; EVANGELINOS, C. (2015): On the identification of thresholds in travel choice modelling, Journal of Choice Modelling 17, pp. 1 – 9
- OECD (2012): Mortality Risk Valuation in Environment, Health and Transport Policies, OECD Publishing, Paris, online verfügbar unter <https://doi.org/10.1787/9789264130807-en>, zuletzt geprüft am 15.01.2019
- OECD (2015): Reporting on Serious Road Traffic Casualties, Combining and Using Different Data Sources to Improve Understanding of Non-Fatal Road Traffic Crashes, online verfügbar unter <https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/road-casualties-web.pdf>, zuletzt geprüft am 26.04.2018
- PERSSON, U.; CEDERVALL, M. (1991): The value of risk reduction: results of a Swedish sample survey, IHE working paper 1991 (6), the Swedish Institute for Health Economics
- RAMM, M. (2014): Response, Stichprobe und Repräsentativität, Zwei Dokumentationen zum Deutschen Studierendensurvey (DSS), Hefte zur Bildungs- und Hochschulforschung 72, Arbeitsgruppe Hochschulforschung, online verfügbar unter <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bsz:352-0-262244>, zuletzt geprüft am 15.01.2019
- REVELT, D.; TRAIN, K. (2000): Customer-specific taste parameters and mixed logit, Households' Choice of Electricity Supplier, Working Paper E00-274, Department of Economics, University California, Berkeley, online verfügbar unter <https://eml.berkeley.edu/wp/train0999.pdf>, zuletzt geprüft am 15.01.2019
- RID, W.; HAIDER, W.; RYFFEL, A.; BEARDMORE, B. (2018): Visualisations in Choice Experiments, Comparing 3D Film-sequences and Still-images to Analyse Housing Development Alternatives, Ecological Economics 146, pp. 203 – 217
- RIZZI, L. I.; LIMONADO, J. P.; STEIMETZ, S. S.C. (2012): The impact of traffic images on travel time valuation in stated-preference choice experiments, Transportmetrica 8 (6), pp. 427 – 442
- RIZZI, L. I.; ORTÚZAR, J. de Dios (2003): Stated Preference in the Valuation of Interurban Road Safety, Accident Analysis and Prevention 35, pp. 9 – 22
- SÆLENSMINDE, K. (2006): Causes and consequences of lexicografic choices in stated choice studies, Ecological Economics 59 (3), pp. 331 – 340
- SHELLING, T. C.; MAILEY, M.; FROMM, G. (1968): The life you safe may be your own, Problems in public expenditure analysis: papers presented at a conference of experts held September 15 – 16, 1966, pp. 127 – 162

- SEDLACEK, N.; STEINACHER, I.; MAYER, B.; ASCHENBRENNER, A. (2017): Unfallkostenrechnung Straße 2017, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (Hrsg.), Forschungsarbeiten des österreichischen Verkehrssicherheitsfonds 65
- SMALL, K. A. (2012): Valuation of travel time, *Economics of Transportation* 1 (1), pp. 2 – 14
- SOMMER, H.; BRÜGGER, O.; LIEB, C.; NIE-MANN, S. (2007): Volkswirtschaftliche Kosten der Nichtberufsunfälle in der Schweiz, Straßenverkehr, Sport, Haus und Freizeit, bfu – Beratungsstelle für Unfallverhütung, bfu Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung, Bern bfu-Report, 58
- Statistische Ämter des Bundes und der Länder (2015): Zensus 2011, Methoden und Verfahren, Statistische Ämter des Bundes und der Länder (Hrsg.), Wiesbaden, online verfügbar unter [https://www.zensus2011.de/DE/Zensus2011/Methode/Methode\\_node.html](https://www.zensus2011.de/DE/Zensus2011/Methode/Methode_node.html), zuletzt geprüft am 15.01.2019
- Statistisches Bundesamt (2017): Statistisches Jahrbuch 2017, Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung, S. 323 – 348
- TERVONEN, J. (1999): Accident costing using value transfers, New unit costs for personal injuries in Finland, Technical Research Centre of Finland, Espoo VTT publications, 396
- TRAIN, K. (2009): Discrete choice methods with simulation, Cambridge University Press, Cambridge
- VEISTEN, K.; FLÜGEL, S.; ELVIK, R. (2010): Value of time, safety and environment in passenger transport, Accidents – Valuation of statistical lives and limbs and the social costs of road accidents, Summary English Version, pp. i–v, online verfügbar unter <https://www.toi.no/staff/elvik-rune-article17618-27.html>, zuletzt geprüft am 15.01.2019
- VEISTEN, K.; FLÜGEL, S.; RIZZI, L. I.; ORTÚZAR, J. de D.; ELVIK, R. (2013): Valuing casualty risk reductions from estimated baseline risk, *Research in Transportation Economics* 43 (1), pp. 50 – 61
- VOSSLER, C. A.; ETHIER, R. G.; POE, G. L.; WELSH, M. P. (2003): Payment Certainty in Discrete Choice Contingent Valuation Responses, Results from a Field Validity Test, *Southern Economic Journal* 69 (4), pp. 886
- WARDMAN, M. (2001): A review of British evidence on time and service quality valuations, *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review* 37 (2-3), pp. 107 – 128
- WARDMAN, M.; CHINTAKAYALA, V. P. K.; JONG, G. de (2016): Values of travel time in Europe: Review and meta-analysis, *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 94, pp. 93 – 111
- WHO Regional Office for Europe, OECD (2015): Economic cost of the health impact of air pollution in Europe: Clean air, health and wealth, WHO Regional Office for Europe, Copenhagen
- WIJNEN, W.; STIPDONK, H. (2016): Social costs of road crashes, An international analysis, *Accident; analysis and prevention* 94, pp. 97 – 106
- WIJNEN, W.; WEIJERMARS, W.; VANDEN BERGHE, W.; SCHOETERS, A.; BAUER, R.; CARNIS, L.; ELVIK, R. (2017): Crash cost estimates for European countries, Deliverable 3.2 of the H2020 project SafetyCube
- WIJNEN, W.; WESEMANN, P.; de BLAEIJ, A. T. (2009): Valuation of road safety effects in cost-benefit analysis, *Evaluation and program planning* 32 (4), pp. 326 – 331
- YANG, Z.; LIU, P.; XU, X. (2016): Estimation of social value of statistical life using willingness-to-pay method in Nanjing, China, *Accident Analysis and Prevention* 95 (Part B), pp. 308 – 316

## Bilder

- Bild 2-1: Grafische Darstellung der individuellen Zahlungsbereitschaften für Sicherheit
- Bild 2-2: Methoden zur monetären Bewertung der Risikoreduktion (Verletzung, Tod)
- Bild 3-1: Autobahnfahrt im Fahrsimulator der Fakultät Verkehrswissenschaften „Friedrich List“, TU Dresden
- Bild 3-2: Vorbereitung der Wahlexperimente
- Bild 3-3: Darstellung der Alternativen im Experiment
- Bild 5-1: Darstellung der Referenzwerte im Fragebogen als Grundlage der Wahlexperimente
- Bild 5-2: Beispielhafte Auswahlssituation im Wahlexperiment
- Bild 6-1: Einkommensverteilung in der Stichprobe
- Bild 6-2: Höchster Bildungsabschluss
- Bild 6-3: Fahrzweck der letzten Autobahnfahrt
- Bild 6-4: Fragen zur Prüfung des allgemeinen Risikoverständnisses der Probanden
- Bild 6-5: Bewertung der Risikoangaben des Wahlexperiments
- Bild 6-6: Bewertung der Verletzungsgrade nach Relevanz bei der Routenwahlentscheidung
- Bild 6-7: Sicherheit bei Entscheidung und Wiederholung des Experiments
- Bild 6-8: Anzahl der Versicherungen je Teilnehmer
- Bild 6-9: Geäußerte und gewählte Unfallnachteile
- Bild 8-1: Kosten eines Verkehrsunfalltoten

## Tabellen

- Tab. 2 1: Übersicht über aktuelle Studien der Kontingenten Bewertung zum VSL
- Tab. 2-2: Übersicht über aktuelle Stated Choice Studien zum VSL
- Tab. 3-1: Übersicht über akquirierte Probanden pro Rekrutierungskanal
- Tab. 3-2: Verletzungsformen nach Kategorien
- Tab. 5-1: Choice-Design – Matrix mit Codierung der Attributausprägungen
- Tab. 5-2: Codierung der Differenzen für Zeit (T) in Minuten und Kosten (C) in Euro
- Tab. 5-3: Codierung der Unfallwahrscheinlichkeiten je Fahrt nach Verletzungskategorien
- Tab. 5-4: Werte des Verkehrsaufkommens nach Kategorie
- Tab. 5-5: Codierung der absoluten Todesfallzahlen in Getötete pro Jahr
- Tab. 5-6: Codierung der absoluten SSV-Zahlen in Schwerstverletzte pro Jahr
- Tab. 5-7: Codierung der absoluten SV-Zahlen in Schwerverletzte pro Jahr
- Tab. 5-8: Codierung der absoluten LV-Zahlen in Leichtverletzte pro Jahr
- Tab. 5-9: Codierung der Fahrtenanzahl in Mio. Fahrten pro Schadensereignis
- Tab. 6-1: Änderungen nach dem Pretest
- Tab. 6-2: Schätzergebnisse des Grundmodells
- Tab. 6-3: Zahlungsbereitschaften für das Grundmodell
- Tab. 6-4: Schätzergebnisse des Grundmodells mit Zusatzeffekt des Fahrsimulators
- Tab. 6-5: Schätzergebnisse unter Berücksichtigung von Einkommen, Alter und Zeit
- Tab. 6-6: Schätzergebnisse des Grundmodells mit Zusatzeffekt der Frauen
- Tab. 6-7: Schätzergebnisse des Grundmodells ohne Choice-Set 32

- 
- Tab. 6-8: Schätzergebnisse des Grundmodells mit geänderter Risikovariablen
- Tab. 6-9: Schätzergebnisse des Modells mit Berücksichtigung der Option Nicht-Fahren
- Tab. 6-10: Zahlungsbereitschaften für das Modell mit Berücksichtigung der Option Nicht-Fahren
- Tab. 6-11: Schätzergebnisse des Mixed Logit Modells unter Annahme normalverteilter Koeffizienten
- Tab. 6-12: Schätzergebnisse des Mixed Logit Modells unter Annahme log-normalverteilter Koeffizienten
- Tab. 6-13: Zahlungsbereitschaften für das Mixed-Logit-Modell mit normalverteilten Koeffizienten
- Tab. 6-14: Zahlungsbereitschaften für das Mixed-Logit-Modell mit log-normalverteilten Koeffizienten
- Tab. 6-15: Anteil der Personen mit negativen Werten je Zahlungsbereitschaft
- Tab. 8-1: Kostenkategorien von Verkehrsunfällen
- Tab. 8-2: Grundlage und Methode zur Bestimmung der humanitären Kosten in ausgewählten Ländern
- Tab. 8-3: Volkswirtschaftliche Unfallkosten durch Personenschäden und Eingangsgrößen
- Tab. 8-4: Kostensätze Personenschäden in Euro je Verunglückten für das Jahr 2016 (Straßenverkehrsunfälle)
- Tab. 8-5: VRR-Werte und Konsumausfallkosten zur Einbindung in die deutsche Unfallkostenrechnung



## Schriftenreihe

### Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen

#### Unterreihe „Mensch und Sicherheit“

## 2015

#### M 253: Simulatorstudien zur Ablenkungswirkung fahrfremder Tätigkeiten

Schönig, Schoch, Neukum, Schumacher, Wandtner € 18,50

#### M 254: Kompensationsstrategien von älteren Verkehrsteilnehmern nach einer VZR-Auffälligkeit

Karthus, Willemsen, Joiko, Falkenstein € 17,00

#### M 255: Demenz und Verkehrssicherheit

Fimm, Blankenheim, Poschadel € 17,00

#### M 256: Verkehrsbezogene Eckdaten und verkehrssicherheitsrelevante Gesundheitsdaten älterer Verkehrsteilnehmer

Rudinger, Haverkamp, Mehli, Falkenstein, Hahn, Willemsen € 20,00

#### M 257: Projektgruppe MPU-Reform

Albrecht, Evers, Klipp, Schulze € 14,00

#### M 258: Marktdurchdringung von Fahrzeugsicherheitssystemen

Follmer, Geis, Gruschwitz, Hölscher, Raudszus, Zlocki € 14,00

#### M 259: Alkoholkonsum und Verkehrsunfallgefahren bei Jugendlichen

Hoppe, Tekaas € 16,50

#### M 260: Leistungen des Rettungsdienstes 2012/13

Schmiedel, Behrendt € 16,50

#### M 261: Stand der Radfahrausbildung an Schulen und motorische Voraussetzungen bei Kindern

Günther, Kraft € 18,50

#### M 262: Qualität in Fahreignungsberatung und fahreignungsfördernden Maßnahmen

Klipp, Bischof, Born, DeVol, Dreyer, Ehlert, Hofstätter, Kalwitzki, Schattschneider, Veltgens € 13,50

#### M 263: Nachweis alkoholbedingter Leistungsveränderungen mit einer Fahrverhaltensprobe im Fahrsimulator der BAST

Schumacher  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

## 2016

#### M 264: Verkehrssicherheit von Radfahrern – Analyse sicherheitsrelevanter Motive, Einstellungen und Verhaltensweisen

von Below € 17,50

#### M 265: Legalbewährung verkehrsauffälliger Kraftfahrer nach Neuerteilung der Fahrerlaubnis

Kühne, Hundertmark € 15,00

#### M 266: Die Wirkung von Verkehrssicherheitsbotschaften im Fahrsimulator – eine Machbarkeitsstudie

Wandtner  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

#### M 267: Wahrnehmungspsychologische Analyse der Radfahraufgabe

Platho, Paulenz, Kolrep € 16,50

#### M 268: Revision zur optimierten Praktischen Fahrerlaubnisprüfung

Sturzbecher, Luniak, Mörl € 20,50

#### M 269: Ansätze zur Optimierung der Fahrschulausbildung in Deutschland

Sturzbecher, Luniak, Mörl € 21,50

#### M 270: Alternative Antriebstechnologien – Marktdurchdringung und Konsequenzen

Schleh, Bierbach, Piasecki, Pöppel-Decker, Ulitsch  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

## 2017

#### M 271: Evaluation der Kampagnenfortsetzung 2013/2014 „Runter vom Gas!“

Klimmt, Geber, Maurer, Oschatz, Süflow € 14,50

#### M 272: Marktdurchdringung von Fahrzeugsicherheitssystemen 2015

Gruschwitz, Hölscher, Raudszus, Zlocki € 15,00

#### M 273: Verkehrswahrnehmung und Gefahrenvermeidung – Grundlagen und Umsetzungsmöglichkeiten in der Fahranfängervorbereitung

TÜV | DEKRA arge tp 21 € 22,00

#### M 273b: Traffic perception and hazard avoidance – Foundations and possibilities for implementation in novice driver preparation

Bredow, Brünken, Dressler, Friedel, Genschow, Kaufmann, Malone, Mörl, Rüdell, Schubert, Sturzbecher, Teichert, Wagner, Weiße  
Dieser Bericht ist die englische Fassung von M 273 und liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

#### M 274: Fahrschulüberwachung in Deutschland – Gutachten im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen

Sturzbecher, Bredow  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

#### M 275: Reform der Fahrlehrerausbildung

Teil 1: Weiterentwicklung der Fahrlehrerausbildung in Deutschland

Teil 2: Kompetenzorientierte Neugestaltung der Qualifizierung von Inhabern/verantwortlichen Leitern von Ausbildungsfahrschulen und Ausbildungsfahrlehrern

Brünken, Leutner, Sturzbecher  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

#### M 276: Zeitreihenmodelle mit meteorologischen Variablen zur Prognose von Unfallzahlen

Martensen, Diependede € 14,50

## 2018

#### M 277: Unfallgeschehen schwerer Güterkraftfahrzeuge

Panwinkler € 18,50

#### M 278: Alternative Antriebstechnologien: Marktdurchdringung und Konsequenzen für die Straßenverkehrssicherheit

Schleh, Bierbach, Piasecki, Pöppel-Decker, Schönebeck  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

**M 279: Psychologische Aspekte des Einsatzes von Lang-Lkw – Zweite Erhebungsphase**

Glaser, Glaser, Schmid, Waschulewski  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

**M 280: Entwicklung der Fahr- und Verkehrskompetenz mit zunehmender Fahrerfahrung**  
Jürgensohn, Böhm, Gardas, Stephani € 19,50

**M 281: Rad-Schulwegpläne in Baden-Württemberg – Begleit-evaluation zu deren Erstellung mithilfe des WebGIS-Tools**  
Neumann-Opitz € 16,50

**M 282: Fahrverhaltensbeobachtung mit Senioren im Fahrsimulator der BASt Machbarkeitsstudie**  
Schumacher, Schubert € 15,50

**M 283: Demografischer Wandel – Kenntnisstand und Maßnahmenempfehlungen zur Sicherung der Mobilität älterer Verkehrsteilnehmer**  
Schubert, Gräcmann, Bartmann € 18,50

**M 284: Fahranfängerbefragung 2014: 17-jährige Teilnehmer und 18-jährige Nichtteilnehmer am Begleiteten Fahren – Ansatzpunkte zur Optimierung des Maßnahmenansatzes „Begleitetes Fahren ab 17“**  
Funk, Schrauth € 15,50

**M 285: Seniorinnen und Senioren im Straßenverkehr – Bedarfsanalysen im Kontext von Lebenslagen, Lebensstilen und verkehrssicherheitsrelevanten Erwartungen**  
Holte € 20,50

**M 286: Evaluation des Modellversuchs AM 15**  
Teil 1: Verkehrsbewährungsstudie  
Kühne, Dombrowski  
Teil 2: Befragungsstudie  
Funk, Schrauth, Roßnagel € 29,00

**M 287: Konzept für eine regelmäßige Erhebung der Nutzungshäufigkeit von Smartphones bei Pkw-Fahrern**  
Kathmann, Scotti, Huemer, Mennecke, Vollrath  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

**M 288: Anforderungen an die Evaluation der Kurse zur Wiederherstellung der Kraftfahreignung gemäß § 70 FeV**  
Klipp, Brieler, Frenzel, Kühne, Hundertmark, Kollbach, Labitzke, Uhle, Albrecht, Buchardt € 14,50

**2019**

**M 289: Entwicklung und Überprüfung eines Instruments zur kontinuierlichen Erfassung des Verkehrsklimas**  
Schade, Rößger, Schlag, Follmer, Eggs  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

**M 290: Leistungen des Rettungsdienstes 2016/17 – Analyse des Leistungsniveaus im Rettungsdienst für die Jahre 2016 und 2017**  
Schmiedel, Behrendt € 18,50

**M 291: Versorgung psychischer Unfallfolgen**  
Auerbach, Surges € 15,50

**M 292: Einfluss gleichaltriger Bezugspersonen (Peers) auf das Mobilitäts- und Fahrverhalten junger Fahrerinnen und Fahrer**  
Baumann, Geber, Klimmt, Czerwinski € 18,00

**M 293: Fahranfänger – Weiterführende Maßnahmen nach dem Fahrerlaubniserwerb – Abschlussbericht**  
Projektgruppe „Hochrisikophase Fahranfänger“ € 17,50

**2020****M 294: Förderung eigenständiger Mobilität von Erwachsenen mit geistiger Behinderung**

Markowetz, Wolf, Schwaferts, Luginer, Mayer, Rosin, Buchberger  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

**M 295: Marktdurchdringung von Fahrzeugsicherheitssystemen in Pkw 2017**

Gruschwitz, Hölscher, Raudszus, Schulz € 14,50

**M 296: Leichte Sprache in der theoretischen Fahrerlaubnisprüfung**

Schrauth, Zielinski, Mederer  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

**M 297: Häufigkeit von Ablenkung beim Autofahren**  
Kreuzlein, Schleinitz, Kreams in Vorbereitung

**M 298: Zahlungsbereitschaft für Verkehrssicherheit**  
Obermeyer, Hirte, Korneli, Schade, Friebe € 18,00

**AKTUALISIERTE NEUAUFLAGE VON:**

**M 115: Begutachtungsleitlinien zur Kraftfahreignung – gültig ab 31. 12. 2019**  
Gräcmann, Albrecht € 17,50

Fachverlag NW in der Carl Ed. Schünemann KG  
Zweite Schlachtpforte 7 · 28195 Bremen  
Tel. +(0)421/3 69 03-53 · Fax +(0)421/3 69 03-48

Alternativ können Sie alle lieferbaren Titel auch auf unserer Website finden und bestellen.

[www.schuenemann-verlag.de](http://www.schuenemann-verlag.de)

Alle Berichte, die nur in digitaler Form erscheinen, können wir auf Wunsch als »Book on Demand« für Sie herstellen.