

Zahlungsbereitschaft für Unfallrisiken im Straßenverkehr

Georg Hirte

Institut für Wirtschaft und Verkehr, TU Dresden

Vortrag auf der Konferenz „Verkehrsökonomik und –politik“, Berlin 14.-15. Juni 2018

Diesem Bericht liegen Teile der im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur, vertreten durch die Bundesanstalt für Straßenwesen, unter FE-Nr. 82.0689/2017 durchgeführten Forschungsarbeit zugrunde. Die Verantwortung für den Inhalt liegt allein beim Autor.

This report is based on parts of the research project carried out at the request of the Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure, represented by the Federal Highway Research Institute, under research project No. 82.0689/2017. The author is solely responsible for the content."

Motivation

Motivation

“Robber: This is a stick-up. Your money or your life.

(pause)

Robber: Look, bud. I said your money or your life.

Jack Benny: I’m thinking it over.”

(The Jack Benny Radio Programme, March 8, 1948, zitiert in: Ashenfelter 2006)

- Entscheidungen über Sicherheit in Demokratien erfordern Wissen über die Bereitschaft von Individuen, Einkommen gegen höhere Sicherheit zu tauschen
- Diese Bereitschaft entspricht dem „Value of Statistical Life“ (VSL)
- Der VSL wird mit ökonometrischen Verfahren geschätzt
- Relevanz u.a.: Umwelt, Verkehr, Medizin

Motivation

*“Robber: This is a stick-up. **Your money or your life.***

(pause)

Robber: Look, bud. I said your money or your life.

*Jack Benny: **I'm thinking it over.**”*

(The Jack Benny Radio Programme, March 8, 1948, zitiert in: Ashenfelter 2006)

- Die Zahlungsbereitschaft zur Abwendung des **sicheren Verlustes** des Lebens ist mindestens so groß wie das eigene Vermögen
- Besteht das **Risiko des Verlustes des Lebens** haben wir eine Zahlungsbereitschaft zur Reduktion des Risikos mit einem impliziten Trade-Off zwischen Vermögen und dem Risiko zu sterben
- „Value of Statistical Life“ (VSL) ist die marginale Zahlungsbereitschaft (der marginale Trade-off zwischen Einkommen und Todesfallrisiko)

„We're thinking it over“: Was sind die Folgen von Verkehrsunfällen?

- Direkte ökonomische Kosten (unmittelbare Ausgaben)
- Indirekte ökonomische Kosten (Produktionsausfall)
- Immaterielle Verluste (Schmerz, Leid, Lebensqualität)

Direkte und indirekte Kosten (Ressourcenverzehr)

Unfallkostenrechnung in Deutschland (BASt)

Unfallkosten (€ je Unfall/Personenschaden)

- Schweregrad der Personenschäden (getötet, schwerverletzt, leichtverletzt)
 - Unfallkategorie der Sachschäden
- **Direkte Reproduktionskosten** (Rehabilitation)
 - **Indirekte Reproduktionskosten** (Polizei, Justiz, Versicherung)
 - **Ressourcenausfallkosten** (Minderung Wertschöpfung)
 - **Nichtmarktliche Wertschöpfungsverluste** (Schattenwirtschaft, Haushaltsproduktion)
 - **Staukosten** (Zeitkosten aus unfallbedingtem Staus)

Schadenskostenansatz: Baum et al. (2010), Baum & Höhnscheid (1999), Krupp & Hundhausen (1984)

Immaterielle Verluste (Schmerz, Leid, Lebensqualität)

Unfallkostenrechnung in Deutschland (BASt)

- **Humanitäre Kosten** (Unfallfolgen wie psychische Belastung, Umstellung Lebensplanung \approx Risk-Value)
- **Risk-Value (VSL)** = „durchschnittliche Zahlungsbereitschaft für die Senkung des Risikos bei einem Unfall zu sterben oder verletzt zu werden oder dass dies Freunden und Verwandten geschieht“ (Rieken et al. 2015)
- Im BVWP wird der VSL um materielle Kosten bereinigt, um Doppelzählungen zu vermeiden (Baum et al. 2010, Rieken et al. 2015, EU: Bickel et al. 2006 HEATCO)
- Bisher noch keine eigenständige VSL Berechnung für Deutschland.
 - Basis ist HEATCO mit kontingenter Evaluation (CV: WTP)
 - VSL = 1,5 Mio. € EU-Durchschnitt (Bickel et al. 2006)
 - Schwerverletzt 13% des VSL, Leichtverletzt 1% des VSL

Spezifische Schadenskosten für Personenschäden

BVWP 2030

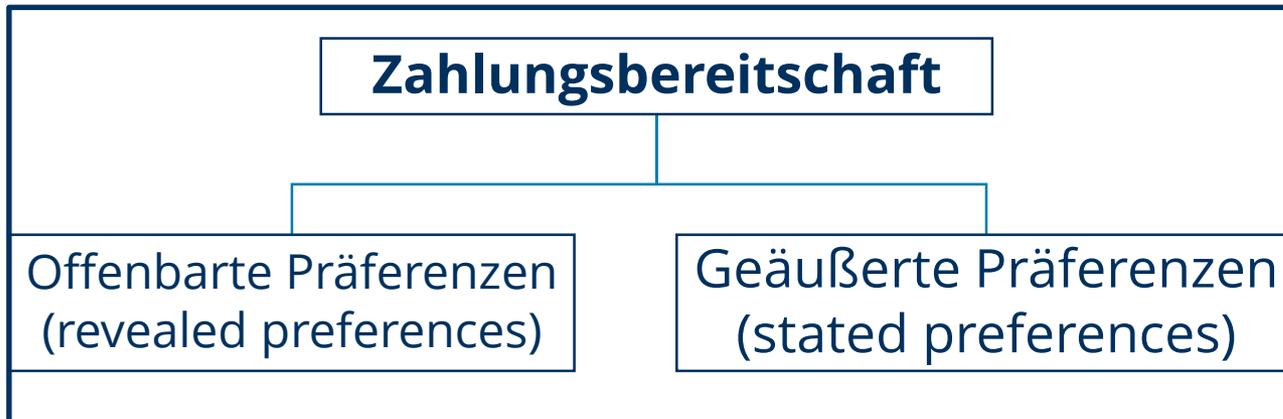
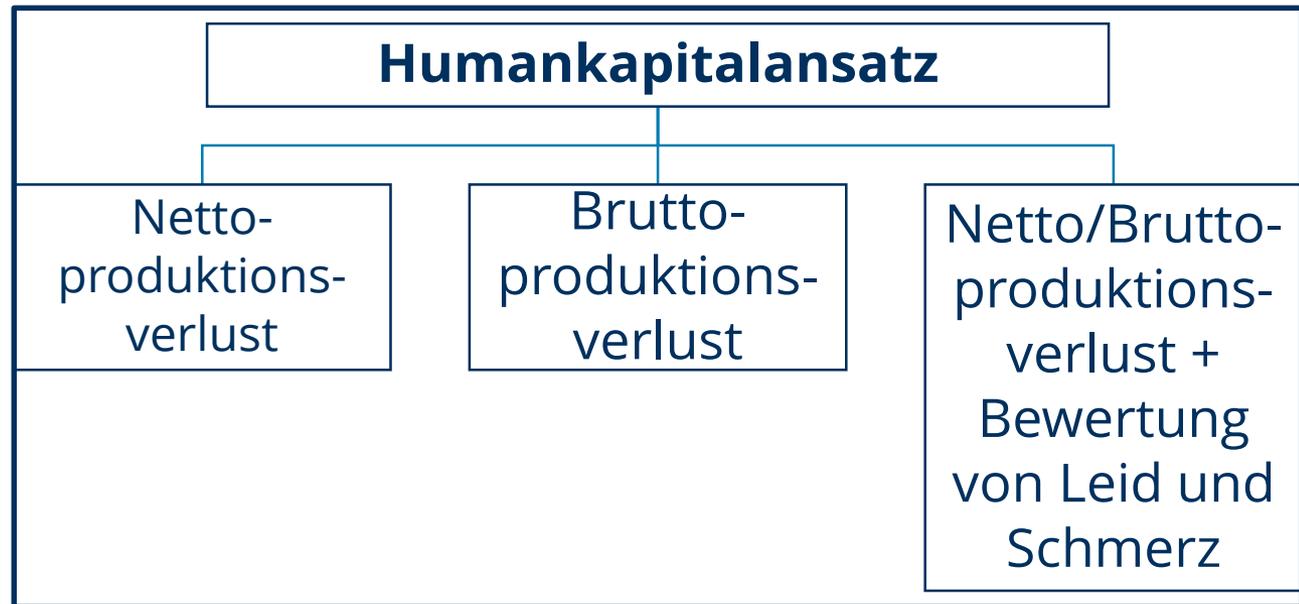
Kostensätze €	Getötet	Schwerverletzte	Leichtverletzte
Ressourcen- verzehr	1.161.892	116.151	4.829
Risk-Value Komponente	1.319.104	171.484	13.191
Gesamtkosten	2.480.996	287.635	18.020

Quelle: Methodenhandbuch zum Bundesverkehrswegeplan 2030, S.116 auf Basis von BASt Berechnungen; Bickel et al. (2006; HEATCO), S.88.

Zum Vergleich: Korzhenevich et al. (2016, S.23):
 2.200.000 307.100 18.700

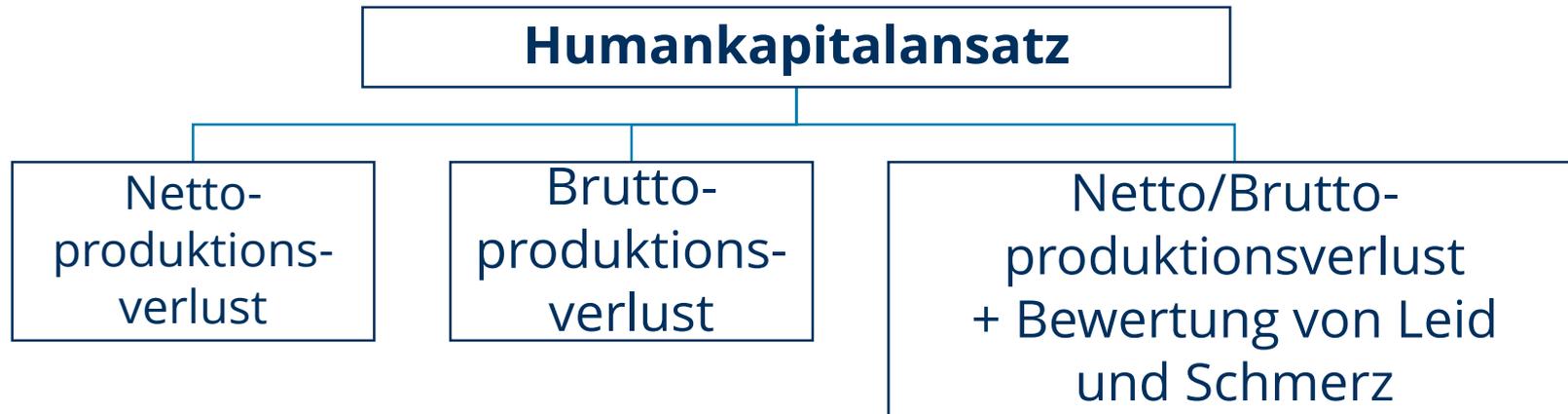
Bewertungsansätze

Bewertungsansätze



Quelle: Elvik (2016, S. 3)

Humankapitalansatz



- Diskontierte entgangene Einkünfte (Bruttoproduktionsverlust)
- Abzgl. diskontierte zusätzliche Ausgaben (Nettoproduktionsverlust)
- In D Reproduktionskosten und Ressourcenausfallkosten für die Gesellschaft (Schadenskosten)

Quelle: Elvik (2016, S. 3)

Humankapitalansatz

Kritik an Humankapitalansätzen (Bahamonde-Birke et al. 2015)

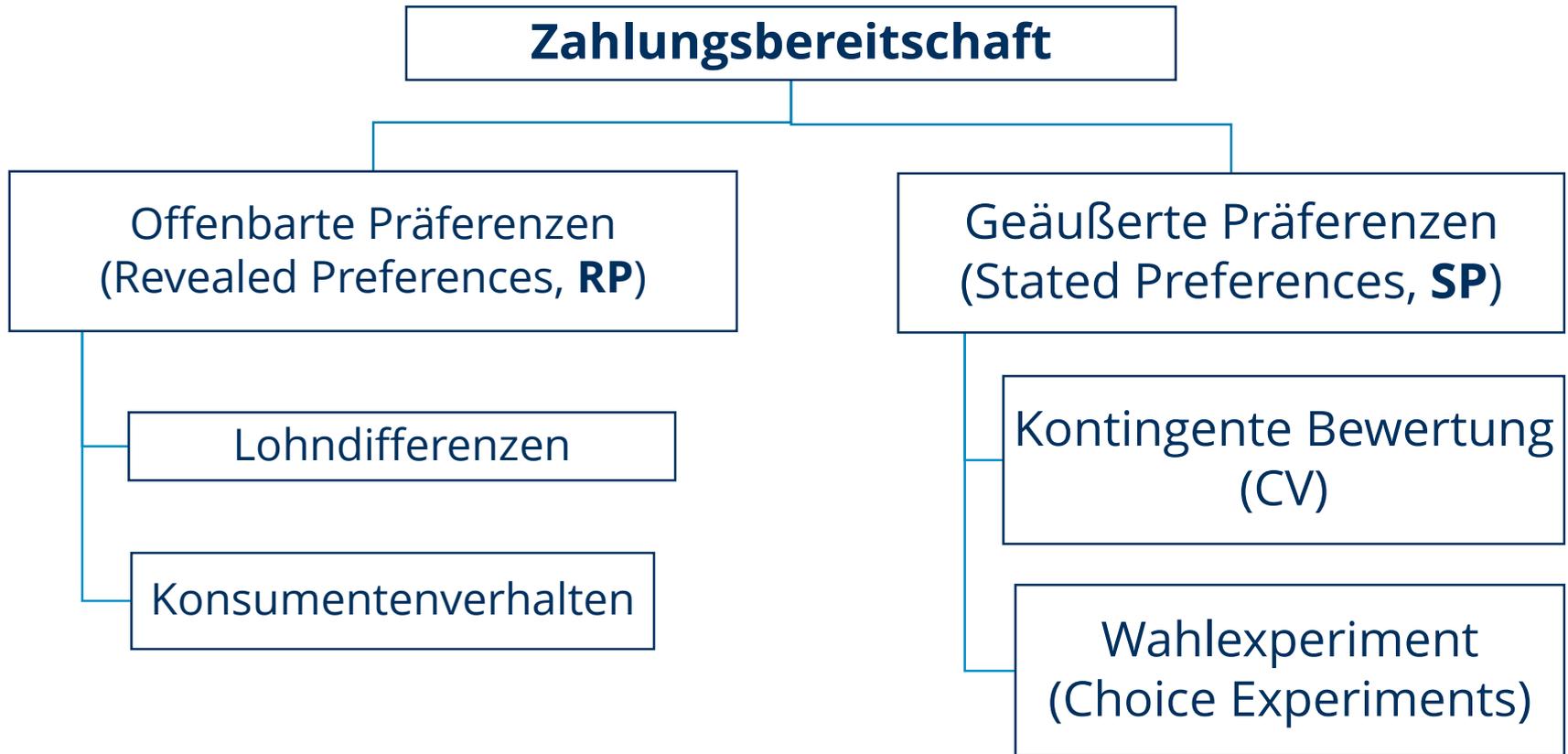
- Fokus auf Output/Einkommen (☺ kompatibel mit VGR)
- ☹ Ohne Einkommen sogar negative Werte! (Jones-Lee 2009)
- ☹ Individuen orientieren Entscheidung an ‚Nutzen‘
- ☹ Verwendung in Kosten-Nutzen Analyse nicht konsistent
- ☹ Sicherheit ist ein „Nicht-Marktgut“, daher gibt es keine Marktpreise. Der Wert von Sicherheit muss auf anderem Weg ermittelt werden.



Zahlungsbereitschaftsansätze

Quelle: Elvik (2016, S. 3)

Bestimmung der Zahlungsbereitschaft



Quelle: Elvik (2016, S. 3)

Value of Statistical Life (VSL)

- Wert der Vermeidung eines statistischen Todesfalls (kein konkretes Leben)
- Nutzen enthält Einkommen w und Eintrittswahrscheinlichkeit des Risikos p als Argumente:

$$U = U(w, p, \dots)$$

- Individuelle Zahlungsbereitschaften = Grenzrate der Substitution zwischen Einkommen und Risiko (Baker et al 2008)

$$m = \frac{\partial U / \partial w}{\partial U / \partial p}$$

- VSL ist gewichtete Summe der marginalen Zahlungsbereitschaften (bei identischer Änderung des Risikos; $\sum dp = Ndp = 1 \rightarrow dp = 1/N$)

$$VSL = \frac{1}{N} \sum_{m=1}^N m_n$$

Revealed Preferences (RP)



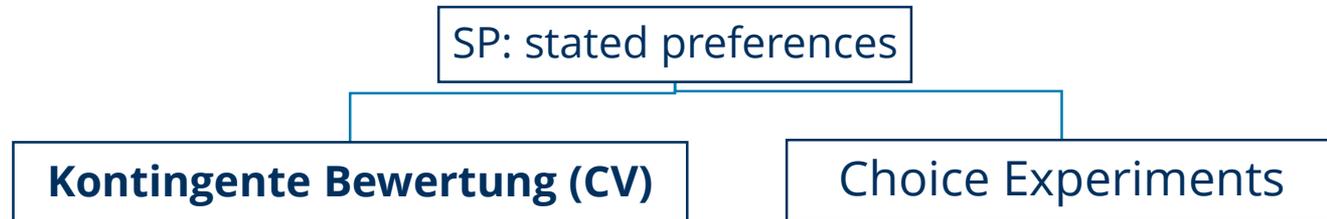
- **Kompensierende Variation** (Lohndifferenzen)
 - Lohnkompensation als Ausgleich für höhere Unfallrisiken am Arbeitsplatz
 - ☹️ VSL basiert auf subjektivem Risiko, Kompensation auf objektivem Risiko (Jones-Lee 2009)
- **Hedonischer Preisansatz**
 - Preisanteil von Sicherheitskomponenten am Fahrzeug
 - ☹️ Hinweis auf die marginale Zahlungsbereitschaft des marginalen Käufers und die Mindestzahlungsbereitschaften der anderen Käufer
Dies ist zu unpräzise (Bahamonde-Birke et al. 2013)

Revealed Preferences (RP)

- ☺ Basiert auf echtem Verhalten (nicht hypothetisch)
- ☹ Hoch aggregierte Ergebnisse (Jones-Lee 2009)
- ☹ Selektionseffekt, da nur ein Teil der Betroffenen beobachtet werden kann (aber Heckman-Selection Modell; Ashenfelter 2006)
- ☹ Keine Aussage über Reaktion auf noch nicht existierende Alternativen (Axhausen 2015, Small 2012)
- ☹ Übertragung von WTP auf andere Anwendungen ist problematisch

Stated Preferences (SP)

Kontingente Bewertung (CV)



- Befragung nach der **direkten Zahlungsbereitschaft** für ein Nicht-Marktgut (Reduktion des Unfallrisikos)
- i.d.R. wird ein Preis vorgegeben, der sukzessive erhöht wird, bis man die Zahlungsbereitschaft erreicht (Elvik 2016)
- Kritik von Hausman (2012) „*from dubious to hopeless*“
 - ☹ Hypothetische Verzerrung
 - ☹ Übertreibung der Zahlungsbereitschaft (strategic bias)
 - ☹ Diskrepanz zwischen WTP und WTA
 - ☹ Einbettungseffekt (kein Adding-Up)
 - ☹ Gefahr spontaner Erfindung der Antworten

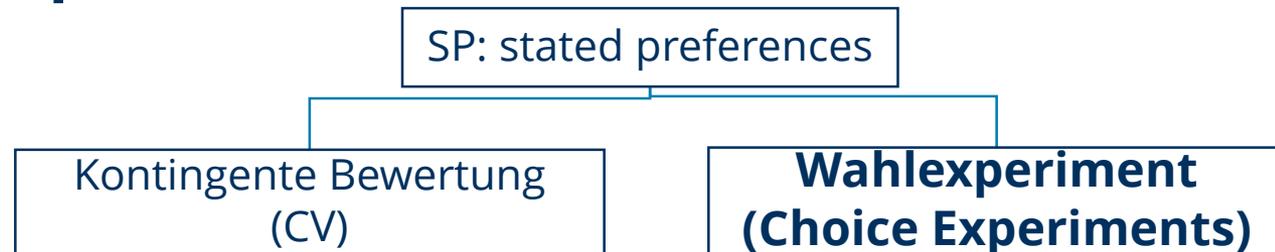
Stated Preferences (SP) Kontingente Bewertung (CV)

- Heute nur noch wenige Anwendungen für Verkehrssicherheit

Studie	Land	VSL (in Mio €)
Ghadi et al (2016)	Jordanien	0,32
Abdallah et al (2016)	Ägypten	0,29 – 0,41
Haddak et al. (2016)	Frankreich	N/A
Yang et al (2016)	China	Autofahrer: 0,50 Andere: 0,44
Mofadal et al (2015)	Sudan	Fußgänger: 0,017 und 0,09
Ainy et al (2014)	Iran	0,40
Le et al (2011)	Singapur	1,23 – 2,81

Quelle. Hirte et al (2018, S.9), eigene Berechnungen \$/€ = 1,17

Stated Preferences (SP) Discrete Choice Experiment (DC)



- Probanden wählen aus eine Reihe hypothetischer Alternativen, diejenige aus, die Ihnen den höchsten Nutzen generiert
- Damit werden Nutzenfunktionen geschätzt
- Der Wert der marginalen Risikoreduktion ist dann die Grenzrate der Substitution zwischen einer marginalen Änderung des Risikos und einer marginalen Änderung des Einkommens
- Es wird keine direkte Auskunft über Zahlungsbereitschaften abgefragt (Elvik 2016)

Stated Choice Experimente Methodik

Stated Preferences (SP)

Discrete Choice Experiment (DC)

- VSL unter Berücksichtigung einer repräsentativen Stichprobe
 - ✓ Vorteil gegenüber RP
- Realistische Situationen im Erfahrungsbereich der Teilnehmer
 - ✓ Reduziert hypothetischen Charakter
 - ✓ Reduziert Gefahr spontaner Erfindung der Antworten
 - ✓ Reduziert Einbettungseffekt
- Häufig Routenwahlexperimente (z.B. Hensher et al. 2009)
 - ✓ Reduziert Übertreibung der Zahlungsbereitschaft
 - Alternativen haben gleichen Risikotyp
 - Unfälle auf Straßen sind bekannte Ereignisse und besser zu bewerten als seltene Ereignisse wie Flugzeugabstürze

Discrete Choice Experimente

– Aktuelle Studien mit DC Experimenten

Studie	Land	VSL (in Mio €)
Rizzi & Ortúzar (2003)	Chile	0,32 – 1,1
Iragüen & Ortúzar (2014)	Chile	0,23 – 0,26
Hojman et al. (2005)	Chile	Route 68: 0,13 – 0,26 Route 5: 0,14 – 0,26
Hensher et al (2009)	Australien	Stadt: 4,3 Land: 4,2
Hensher et al (2011)	Australien	Fußgänger Stadt: 3,4 Fußgänger Land: 2,7
Antoniou (2013)	Griechenland	Stadt: 2,7 Land: 5,0
Veisten et al. (2013)	Norwegen	6.3 – 17,1
Niroomand & Jenkins (2016)	Nord-Zypern	2,2
Antoniou & Kostovasilis (2017)	Griechenland	2,65 – 3,85

Quelle. Hirte et al (2018, S.12), eigene Berechnungen: \$/€ 1,17

Discrete Choice Experimente

- Aktuelle Studien mit DC Experimenten - Befragungsdesign

Studie	Teilnehmer	Referenz
Rizzi & Ortúzar (2003)	342	Route 68; PKW
Hojman et al. (2005)	500	Route 68, Route 5; PKW
Hensher et al (2009)	213	Alle Straßen, PKW
Antoniou (2013)	100	Stadt- u. Landstraße
Antoniou & Kostovasilis (2017)	94	
Veisten et al. (2013)	2342	Letzte Fahrt
Niroomand & Jenkins (2016)	389	Eigene Referenzstrecke

Quelle. Hirte et al (2018), eigene Darstellung

Stated Choice Experimente

Befragungsdesign

Befragungsdesign – Routenwahlexperiment

Routenwahlexperiment

- ✓ Realitätsnähe und alltägliche Entscheidung
- ✓ Fokus auf Sicherheit wird verschleiert

Referenzroute

- Tägliche Pendelstrecke (Hensher et al. 2009)
Problem: verschiedene Straßentypen und nur Pendler
- Fest vorgegebene Route (Rizzi & Ortúzar (2003))
- ✓ Bekannte und homogene Route (Autobahn)
Erhöht Realitätsgehalt und reduziert Stichprobengröße
- ✓ Attribute werden für Referenzstrecke vorgegeben

Befragungsdesign – Differenzierung der Attribute

Differenzierung

- Alle wichtigen entscheidungsrelevanten Informationen der Routenalternativen müssen berücksichtigt werden
- ✓ Reisezeit
- ✓ Kosten: Betriebskosten des Fahrzeugs (keine hypothetische Maut: Iragün & Ortúzar 2004)
- ✓ Unfallrisiko: Todesfälle, Schwerstverletzte, Schwerverletzte, Leichtverletzte (Hensher et al. 2009)
- Keine weiteren Attribute: Geschwindigkeitsbeschränkung (Hensher et al. 2009)
- ✓ Weitere Determinanten der Entscheidung wie individuelle Charakteristika werden zusätzlich abgefragt

Befragungsdesign – Unfallrisiko

Unfallrisiko

- ✓ Unfallrisiko: Todesfälle, Schwerstverletzte, Schwerverletzte, Leichtverletzte (4 statt bisher 3 Kategorien)
- ✓ Aufspaltung der in D erfassten Schwerverletzten in Schwerst- und Schwerverletzte in Anlehnung an MAIS
- ✓ Kalkulation der durchschnittlichen absoluten Unfallzahlen auf der Referenzstrecke
 - Basis: Daten der BASt (Durchschnittl. tägl. Verkehrsaufkommen auf Autobahnen; spezifische Unfallraten)
- ✓ Angegebene Verkehrsdichte auf der Referenzstrecke wird nur zur Ermittlung des Risikos herangezogen

Befragungsdesign – Visualisierung

Visualisierung

- Straßentyp, Geschwindigkeitsbeschränkung, Verkehrsdichte
- Hensher et al. (2009, 2011): Schematische Bilder von Straßentypen (Routenalternativen)
- Rid et al. (2018): Experimente zur Siedlungsentwicklung mit 3D-Bildern und Filmsequenzen. Bilder sind hilfreicher
- Es gibt Effekte der Visualisierung (Rizzi et al. 2012)
- ✓ Test ob Ergebnisse nach Erlebnis (Simulator) von rein virtueller Situation abweichen
→ Erinnerungshilfe/Realitätsnähe

Befragungsdesign – Risikodarstellung

Risikodarstellung

- Objektives Risiko (Hojman et al. 2005)
- Absolute Todesfallzahlen (Hensher et al. 2009)
- ✓ Absolute Todesfallzahlen pro x-Mio. Fahrten
- ✓ Überprüfung des Risikoverständnisses

Befragungsdesign – Lexikografisches Verhalten

Lexikografisches Verhalten (ein Attribut dominiert)

- Wahre Präferenzen vs. Reduktion von Komplexität
- ✓ Option: Antworten nicht berücksichtigen

Schlussbemerkungen

Schlussbemerkungen

- Internationaler Trend: VSL über Discrete Choice Experimente
- Pilotstudie für D: VSL auf Autobahnen
- Experiment:
 - Routenwahlexperiment (Realitätsnähe)
 - Referenzroute (Realitätsnähe)
 - 4 statt 3 Todes/Verletzungskategorien
- Offene Fragen
 - Überschneidung VSL mit Ressourcenkosten
 - Ist VSL auf verschiedenen Straßen unterschiedlich?

Literatur (1)

- Abdallah NM, Hakim ASEI, Wahdan AH, Refaeye AE (2016) Analysis of accidents cost in Egypt using the Willingness-To-Pay-method. *International Journal of Traffic and Transportation Engineering* 5(1), 10–18.
- 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), 31–42.
- Antoniou C, Kostovasilis K (2016) How may external information affect traffic risk perception? *Journal of Transportation Safety & Security* 9 (3), 347–368.
- Bahamonde-Birke F, 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), 488-511.
- Bahamonde-Birke F, Link H, Kunert U (2013) Zahlungsbereitschaft für Verkehrssicherheit. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen Heft M 242.
- Baum H, Kranz T, Westerkamp U (2010) Volkswirtschaftliche Kosten durch Straßenverkehrsunfälle in Deutschland. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen. Heft 208
- Bickel P, et al. (2006) HEATCO Deliverable 5: Proposal for Harmonised Guidelines
- Elvik R (2016) The Value of Life. The Rise and Fall of a Scientific Research Programme. Oslo: Transportøkonomisk institutt (TØI rapport, 1531/2016).
- Haddak MM, Lefèvre M, Havet N (2016): Willingness-to-pay for road safety improvement. *Transportation Research A* 87, 1-10.
- Hausman J (2012) Contingent valuation: from dubious to hopeless. *Journal of Economic Perspectives* 26 (4).
- Hensher DA, Rose JM, Ortúzar JdD, Rizzi LI (2009) Estimating the willingness to pay and value of risk reduction for car occupants in the road environment. *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 43 (7), 692–707.
- Hensher DA, Rose JM, Ortúzar JdD, Rizzi LI (2011) Estimating the Value of Risk Reduction for pedestrians in the road environment. An exploratory analysis. *Journal of Choice Modelling* 4 (2), 70–94.

Literatur (2)

- Hirte G, Obermeyer A, Korneli C, Schade J, Friebel P (2018) Forschungsvorhaben Zahlungsbereitschaft für Verkehrssicherheit – Konzeptstudie und Piloterhebung. Beauftragt durch die BAST FE 82.0689/2017. Erster Zwischenbericht
- Hojman P, Dios Ortuzar J de, Rizzi LI (2005) On the joint valuation of averting fatal and severe injuries in highway accidents. *Journal of Safety Research* 36 (4), 377–386.
- Iragüen P, Ortúzar JdD (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), 513–524.
- Jones-Lee MW (2009) *The Economics of Safety and Physical Risk*. Cambridge
- Kasnatscheew A, Heinl, F, Schoenebeck S, Lerner M, Hosta P (2016) InDeV: In-Depth understanding of accident causation for vulnerable road users. Deliverable 5.1. Review of European Accident Cost Calculation Methods – With Regard to Vulnerable Road Users.
- Korzhenevych A (2014) Update of the Handbook on External-Costs of Transport. Final Report for the European Commission: DG MOVE.
- Niroomand N, Jenkins GP (2016) Estimating the Value of Life, injury, and travel time saved using a Stated Preference framework. *Accident; analysis and prevention* 91, 216–225.
- 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, 203–217.
- Rieken P, Trosky F, Goldman K, Mann HU, Pohl M, Nagel K (2015). Grundsätzliche Überprüfung und Weiterentwicklung der Nutzen-Kosten-Analyse im Bewertungsverfahren der Bundesverkehrswegeplanung. Endbericht
- Rizzi LI, Ortúzar JdD (2003) Stated preference in the valuation of interurban road safety. *Accident Analysis and Prevention* 35, 9–22.