

# Soziales Verhalten in grossräumigen Evakuierungsereignissen in der Schweiz

**Report****Author(s):**

Kowald, Matthias; Koot, Jolanda; Dobler, Christoph; [Axhausen, Kay W.](#) 

**Publication date:**

2012-06

**Permanent link:**

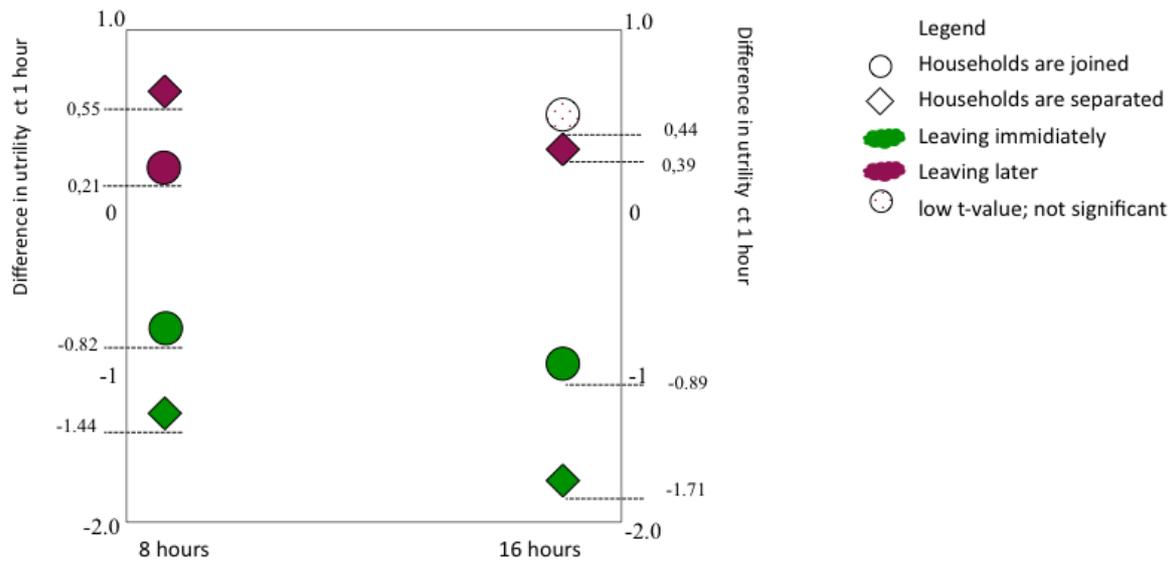
<https://doi.org/10.3929/ethz-b-000045610>

**Rights / license:**

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#)

**Originally published in:**

Arbeitsberichte Verkehrs- und Raumplanung 711



## Soziales Verhalten in grossräumigen Evakuierungsereignissen in der Schweiz

M. Kowald  
 J. Koot  
 C. Dobler  
 K.W. Axhausen

## Inhaltsverzeichnis:

	Abstract .....	I
1	Zur Notwendigkeit eines Verhaltensmodells in Evakuierungssimulationen .....	1
2	Hypothesen über das menschliche Verhalten in Evakuierungen .....	2
3	Das Erhebungsinstrument.....	4
4	Umfrage- und Zielpopulation und das Antwortverhalten .....	7
5	Die Daten im deskriptiven Überblick.....	11
6	Die Entscheidungsmodellierung des Evakuierungsverhaltens.....	16
	6.1 Die Entscheidung der Evakuierungsteilnahme .....	17
	6.2 Solidarisches Verhalten in Evakuierungssituationen.....	22
7	Zusammenfassung und Bewertung der Triangulation.....	24
8	Ausblick.....	26
9	Dank .....	27
10	Literatur .....	28

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Hypothesen aus Literaturrecherche und Experteninterviews .....	3-4
Tabelle 2	Attribute und Entscheidungsalternativen des stated-preference-Experiments .....	7
Tabelle 3	Die Repräsentativität der Befragung.....	12
Tabelle 4	Die Ergebnisse des explorativen Faktoranalyse .....	18
Tabelle 5	Latent-Class-Modell der Evakuierungsentscheidung .....	21
Tabelle 6	MNL-Modell für solidarisches Verhalten.....	23
Tabelle 7	Die Ergebnisse der Hypothesentests.....	25

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Das Verhältnis von Antwortlast und Teilnahmequote.....	9
Abbildung 2	Anteil fehlender Werte in Einstellungen und Soziodemographie .....	10
Abbildung 3	Das Antwortverhalten im stated-preference-Experiment .....	11
Abbildung 4	Präferenzen bei der Unterkunftsfindung.....	13
Abbildung 5	Präferenzen bei der Verkehrsmittelwahl .....	14
Abbildung 6	Die räumliche Verteilung der Haushaltsmitglieder .....	15
Abbildung 7	Nutzen, Zeitspanne und Status der Haushaltsgemeinschaft .....	22

## Der Einfluss sozialer Kontakte in grossräumigen Evakuierungsereignissen

Matthias Kowald  
ETH Zürich  
IVT  
Wolfgang-Pauli-Str. 15  
8093 Zürich  
  
Telefon: 044 633 30 89  
kowald@ivt.baug.ethz.ch

Jolanda Koot  
TU Delft  
2628BX  
Delft  
  
Telefon: -  
j.m.koot@student.tudelft.nl

Christoph Dobler  
ETH Zürich  
IVT  
Wolfgang-Pauli-Str. 15  
8093 Zürich  
  
Telefon: 044 633 65 29  
dobler@ivt.baug.ethz.ch

Kay W. Axhausen  
ETH Zürich  
IVT  
Wolfgang-Pauli-Str. 15  
8093 Zürich  
  
Telefon: 044 633 39 43  
axhausen@ivt.baug.ethz.ch

Juni 2012

### Kurzfassung

Eine Hypothesenliste zu menschlichen Verhaltensweisen in grossflächigen Bevölkerungsevakuierungen zu testen war das Anliegen einer länderweiten Bevölkerungsbefragung. Der vorliegende Bericht stellt das Erhebungsinstrument und den Erhebungsablauf detailliert vor. Diese methodischen Aspekte werden begleitet von deskriptiven Informationen zum Antwortverhalten, zur Repräsentativität des Datensatzes und zu den Analyseergebnissen. Zudem werden zwei Entscheidungsmodelle zum Evakuierungsverhalten geschätzt. Erklärt wird dadurch die Wahl an einer Evakuierung teilzunehmen oder sich zu widersetzen sowie das Auftreten pro-sozialer Verhaltensweisen.

### Schlagworte

Evakuierungen; Evakuierungsverhalten; soziale Interaktionseffekte; Evakuierungsaufforderungen

### Zitierungsvorschlag

Kowald, M., J, Koot, C. Dobler und K.W. Axhausen (2012) Der Einfluss sozialer Kontakte in grossräumigen Evakuierungsereignissen in der Schweiz, Arbeitsberichte Verkehrs- und Raumplanung, 711, IVT, ETH Zürich, Zürich.

# 1. Zur Notwendigkeit eines Verhaltensmodells in Evakuierungssimulationen

Der vorliegende Bericht stellt den dritten Teil einer Untersuchung zu menschlichen Verhaltensweisen in grossflächigen Bevölkerungsereignissen dar. Er informiert über Anliegen, Methode und Ergebnisse einer Bevölkerungsbefragung in der Schweiz und ist Teil einer triangulierten Datensammlung. In die Entwicklung des Erhebungsinstruments flossen Erkenntnisse aus den ersten beiden Schritten der Triangulation ein: einer Literaturrecherche (Kowald *et al.*, 2011) und leitfadengestützter Experteninterviews (Kowald *et al.*, 2012). Ziel der Literaturrecherche war es Evakuierungen aufgrund verschiedenster Ursachen und Verläufe zu vergleichen, um erste allgemeine menschliche Verhaltensmuster zu identifizieren. Die Experteninterviews dienten der Überprüfung und Vertiefung der gewonnenen Erkenntnisse und mündeten in einer umfassenden Hypothesenliste zu menschlichen Verhaltensweisen in grossflächigen Evakuierungsereignissen. Diese Hypothesenliste auf ihre Gültigkeit für die Schweizer Bevölkerung zu testen ist das Anliegen der Bevölkerungsbefragung. Schlussendlich sollen die Daten die Schätzung eines Verhaltensmodells ermöglichen. Im Fokus des Interesses stehen dabei ‚grossflächige‘ Bevölkerungsevakuierungen, die in Anlehnung an die Schweizer Notfallverordnung als Gebiete von wenigstens drei Kilometer Durchmesser definiert sind (siehe ENSI, 2009; Schweizerischer Bundesrat, 2003).

Das Verhaltensmodell wird benötigt, um realitätsnahe agentenbasierte Evakuierungsszenarien für die Schweiz simulieren zu können. Die Simulationen werden im Auftrag des Schweizer Bundesamtes für Bevölkerungsschutz (BABS) am Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT) der ETH Zürich mit Hilfe der Software MATSim durchgeführt (für weitere Informationen zu den Simulationen siehe Dobler und Axhausen 2010; Dobler *et al.*, 2012). Das bisher verwendete Verhaltensmodell der evakuierenden Agenten orientiert sich am Modell des Homo Oeconomicus, was bedeutet, dass die Agenten unter anderem mit vollständigen Informationsbestände über ihre Umwelt ausgestattet sind und sich ausschliesslich um ihre eigenen Belange kümmern, ohne auf die Bedürfnisse anderer Agenten einzugehen. Aus Sicht einer praktischen Anwendung sind die bisherigen Simulationsergebnisse hinsichtlich ihrer Aussagekraft daher wenig befriedigend.

Kapitel 2 des vorliegenden Berichts stellt die zu testenden Hypothesen zum menschlichen Verhalten in Evakuierungen vor. Kapitel 3 informiert über das Erhebungsinstrument und seine Entwicklung. Das Verhältnis von Umfrage- und Zielpopulation sowie das Antwortverhalten sind in Kapitel 4 enthalten. Deskriptive Statistiken aus dem Datensatz werden

in Kapitel 5 präsentiert. Schliesslich berichtet Kapitel 6 über die Methode und Ergebnisse der Verhaltensmodellierung. Abschliessend werden alle drei Schritte der triangulierten Datensammlung kritisch in Kapitel 7 diskutiert bevor Kapitel 8 einen Ausblick auf mögliche zukünftige Arbeiten gibt.

## 2. Hypothesen über menschliches Verhalten in Evakuierungen

Die Erkenntnisse aus Literaturrecherche und Experteninterviews ergaben eine detaillierte Liste von Hypothesen über menschliche Verhaltensweisen in grossen Evakuierungsereignissen. Eine zusammenfassende Darstellung ist Tabelle 1. Es gilt zu bedenken, dass nicht alle in den vorgelagerten Triangulationsschritten gesammelten Informationen Eingang in diese Hypothesenliste fanden. Die hier angestellten Untersuchungen beschränken sich auf die Bewegungsphase von der Evakuierungsaufforderung bis zum Verlassen des betroffenen Gebiets und der Unterkunftsauffindung. Dabei stehen ausschliesslich Personen ohne besondere Aufgabenstellungen oder Bedürfnisse im Fokus der Betrachtung. Obwohl also Informationen über die Evakuierung von Sammelhaushalten, etwa Krankenhäusern und Gefängnissen, und über das Verhalten von Menschen mit besonderen Pflichten, etwa Rettungs- und Ordnungskräfte, sowie auch über die Phase der Bevölkerungsrückkehr in ein betroffenes Gebiet gesammelt wurden, werden diese Aspekte hier nicht weiter berücksichtigt. Es ist geplant sowohl die qualitativen Interviews als auch die quantitativen Befragungsdaten zu einem späteren Zeitpunkt zu veröffentlichen und damit weitere Detailanalysen zu ermöglichen.

Zu Übersichtszwecken sind die Hypothesen in vier thematische Blöcke gegliedert: Block eins enthält Einflussfaktoren, die sich aus der konkreten Evakuierungssituation und damit verbundenen Einflussfaktoren ergeben. Grosse Effekte werden vermutet für die persönliche Wahrnehmung einer Gefahr sowie zwischen der Evakuierungsbeteiligung und der Evakuierungsursache. Für nur als mässig gefährlich eingeschätzte und natürliche Evakuierungsursachen, die mit Hilfe der körpereigenen Sensorik (zumindest scheinbar) beurteilt werden können, wird eine geringere Evakuierungsbeteiligung unterstellt, als für Bedrohungen, die als lebensbedrohlich eingestuft werden oder die auf industrielle Ursachen zurückgehen, zu deren Beurteilung Expertenwissen notwendig ist.

Block zwei enthält soziodemographische Einflussfaktoren. Gewichtige Effekte werden vermutet für räumlich getrennte Kernfamilien, deren Mitglieder in der Regel zunächst ein Treffen und eine spätere gemeinsame Evakuierung anstreben, und für Menschen, die für andere Personen Fürsorge übernehmen. Daneben kann auch Privateigentum, etwa in Form von Wohneigentum oder Tierbeständen, eine bindende Wirkung haben und sich

negativ auf die Evakuierungsbereitschaft auswirken. Weiterhin gilt für Menschen die geschlossenen sozialen Subkulturen angehören, beispielsweise illegale Einwanderer oder Drogenabhängige, eine verminderte Teilnahmewahrscheinlichkeit. Für diese Gruppen besteht neben möglicher Sprachbarrieren aufgrund ihrer sozialen Ausgrenzung die Gefahr, dass sie keine ausreichende Kenntnis von der Evakuierungsmassnahme oder eventuellen Verhaltensempfehlungen erhalten. Für alte Menschen, die oftmals nur eingeschränkt mobil sind und zudem emotional mit einem über lange Zeit genutzten Wohnraum verbunden sein können, wird eine geringere Teilnahmewahrscheinlichkeit als für jüngere Menschen angenommen. Umgekehrt wird erwartet, dass Menschen ohne persönliche Bindungen im betroffenen Gebiet, etwa Touristen, zügig und vollständig evakuieren. Eine verminderte Evakuierungsbeteiligung wird auch für junge Erwachsene unterstellt, da ein Evakuierungsereignis für diese Gruppe unter Umständen einen spannenden Eventcharakter aufweisen kann.

Die in Block drei enthaltenen generellen Verhaltensweisen unterstellen, dass die überwiegende Mehrheit der zur Evakuierung aufgeforderten Personen diesem Aufruf Folge leisten. Als Verkehrsmittel wird dabei, soweit vorhanden, bevorzugt der eigene PW gewählt. Zudem wird der überwiegende Anteil der Evakuierenden eine private Unterkunft bei Verwandten oder Freunden einer staatlichen Notunterkunft vorziehen.

Schliesslich lässt die Hypothese in Block vier, der Effekte über die während einer Evakuierungsmassnahme verfügbaren Informationen enthält, vermuten, dass mit steigender Qualität und Vollständigkeit der verfügbaren Informationen eine steigernde Wirkung auf die Teilnahmbereitschaft einher geht. Die Gefahrenquelle ist dabei ein entscheidendes Moment, da, wie bereits erwähnt, Menschen sich bei Gefahren, die mit Hilfe der körpereigenen Sensorik erkannt werden können oftmals eine Selbsteinschätzung der Situation zutrauen und sich als weniger abhängig von externen Informationen wännen.

Table 1 Hypothesen aus Literaturrecherche und Experteninterviews

Hypothese: Die Teilnahmbereitschaft an einer Evakuierung...	Einfluss
...steigt bei ‚lebensbedrohlichen‘ Evakuierungsursachen.	+++
...sinkt bei natürlichen Evakuierungsursachen.	++
...sinkt falls die Verfügbare Zeitspanne zu klein oder zu breit ist.	+
...steigt mit der Qualität der verfügbaren Informationen aus verlässlichen Quellen.	++

Table 1 Fortsetzung

Hypothese: Die Teilnahmebereitschaft an einer Evakuierung...	Einfluss
...steigt für Menschen, die sich um Andere kümmern müssen.	+++
...steigt für Menschen ohne emotionale Bindung im betroffenen Gebiet.	++
...steigt falls die Kernfamilie beisammen ist.	+++
...sinkt für alte Menschen und junge Erwachsene.	+++
...sinkt für Menschen aus ‚isolierten‘ Subkulturen.	+++
...sinkt für Menschen mit grossem Besitz im betroffenen Gebiet.	+++
...sinkt für Männer.	+
...ist wahrscheinlich für die meisten Bewohner.	+++
...wird oft mit dem eigenen PW realisiert.	+++
...äussert sich in den meisten Fällen in einem pro-sozialen Verhalten.	+
...führt dazu, dass die meisten Menschen auf private Unterkünfte zurückgreifen.	++
...ist Abhängig von der Wechselwirkung zwischen Evakuierungsursache und verfügbaren Informationen.	++

Quelle: Zusammenfassende Darstellung nach Kowald *et al.* (2012).

### 3. Das Erhebungsinstrument

Eine empirische Prüfung der Hypothesenliste für die Schweizer Wohnbevölkerung zu ermöglichen war die zentrale Aufgabenstellung für das Erhebungsinstrument, das im dritten Triangulationsschritte verwendet wurde. Die dabei zu behandelnde Vielfalt resultierte in einem Design, das drei Schwerpunkte nacheinander abhandelt (ein vollständiger Fragebogen ist im Anhang B dieses Berichts dokumentiert):

1. Fragen zum generellen Evakuierungsverhalten: Welche Verkehrsmittel bei verschiedenen Evakuierungstrecken gewählt werden, wo die Befragten um Unterkunft bitten und wie sie das Gefahrenpotential einiger vorgegebener Evakuierungsursachen einschätzen.

2. Eine Stated-Preference-Befragung (Louviere et al., 2000): Den Teilnehmern wurden neun verschiedene Evakuierungssituationen vorgestellt, wobei diese sich für eine von drei vorgegebenen Handlungsalternativen (sofortige, spätere oder keine Evakuierung) entscheiden sollten.
3. Eine Itematterie zu den soziodemographischen Eigenschaften der Befragten, sowie ihren Aufenthaltsorten und den Aufenthaltsorten ihrer Haushaltsmitglieder zu bestimmten Tageszeiten. Die Erfragung dieser Orte erlaubt eine Bestimmung der geographischen Distanzen zwischen den Haushaltsmitgliedern und damit der benötigten Zeiträume bis eine gemeinschaftliche Evakuierung möglich wird.

Insbesondere der zweite Block, das Stated-Preference-Experiment, ist für die Entwicklung des Verhaltensmodells von zentraler Bedeutung, da er die Modellierung der getroffenen Entscheidungen erlaubt. Um die Bandbreite möglicher Stimuluskombinationen durch möglichst wenig Fragen abzubilden, wurden die Methoden der statistischen Versuchsplanung genutzt. Sie erlauben eine Messung der Auswirkungen von Stimuli auf Entscheidungen oder Verhaltesweisen mit möglichst wenig Aufwand (Stahel, 2009; Train, 2009).

Die vor dem Hintergrund der oben aufgeführten Hypothesen gewählten Stimuli, auch Attribute genannt, wurden im Erhebungsinstrument entsprechend Tabelle 2 situationspezifisch variiert. Als *Evakuierungsursachen* wurden vier Unglücksfälle im Experiment berücksichtigt. Dabei repräsentieren die Kategorien *Überflutung* und *Schadenfeuer* natürliche Evakuierungsursachen, die mit den körpereigenen Sinnen wahrgenommen werden können. Im Gegensatz zur Flut ist der Brandfall zudem ein oftmals lokal stark begrenztes Ereignis. *Chemische* oder *atomare Unfälle* dagegen zählen zu den industriellen Evakuierungsursachen. Bei ihrem Auftreten greifen Menschen zur Beurteilung der Lage oftmals auf Expertenmeinungen zurück. Dem Atomunfall kommt dabei besondere Aufmerksamkeit zu: Zum einen hat bereits die Literaturrecherche auf Besonderheiten im menschlichen Verhalten bei atomaren Unfällen verwiesen (in der Folge des Three Mile Islands Reaktorstörfalls), zum anderen lag die Fukushima Reaktorhavarie zum Zeitpunkt der Befragungsdurchführung weniger als ein Jahr zurück, weshalb eine besondere Sensibilisierung der Bevölkerung für dieses Thema vermutet wurde. Die weiteren neben der Evakuierungsursache gebotenen Stimuli variierten teils frei, teils in Abhängigkeit von der Evakuierungsursache. Da sich personenspezifische unterschiedliche Informationsstände im Zuge eines Stated-Preference-Experiments nur schwer abbilden lassen, wurde der Effekt des *Informationsüberbringers* als Stellvertreterstimulus für die Seriösität der Informationsquelle und die Qualität der übermittelten Nachrichten einbezogen. In Übereinstim-

mung mit der ebenfalls in Literaturrecherche und Expertengesprächen benannten menschlichen Tendenz empfangene Informationen zunächst einer Verifikationsprüfung zu unterziehen, wurde auch die *Quelle der Warnbestätigung* in das Experiment aufgenommen. Beide Attribute variieren zwischen einem *offiziell staatlichen*, einem *massenmedialen* und einem Informationsübermittler, der im *sozialen Netzwerk* der Befragten angesiedelt ist. Ferner wurde der *Einfluss der Haushaltsgemeinschaft* im Experiment berücksichtigt, indem ihr Status zum Zeitpunkt der Evakuierungsaufforderung als *beisammen* oder *räumlich getrennt* angegeben wurde. Die für ein Verlassen des betroffenen Gebiets *verfügbare Zeitspanne* variierte in Abhängigkeit von der Evakuierungsursache. Dieses Attribut wurde aufgenommen, da sowohl wissenschaftliche Arbeiten als auch die Experten für Bevölkerungsevakuierungen darauf verwiesen haben, dass eine solche Information verfügbar sein muss. Wird sie nicht vorgegeben, beginnen die zur Evakuierung aufgerufenen individuell-spekulative Zeitpläne zu verfolgen, was für das Vorhaben einer geordneten Evakuierung mit einer hohen freiwilliger Teilnahme eher hinderlich ist. Während die Ausprägung des Attributs dreistufig für Überflutungen und atomare Unfälle ist (*sofort, 8, 16 Stunden*), erschien eine 16-stündige Zeitspanne bei Evakuierungen infolge chemischer Unfälle als unrealistisch. Bei Bränden wurde zudem auf die acht stündige Kategorie verzichtet, da eine Bedrohung im Fall eines Schadenfeuers oftmals unmittelbar vorliegt. Ebenfalls wurden die beiden Attribute *Abstand zur Gefahrenquelle* und *Abstand zur Evakuierungsgrenze* in Abhängigkeit von der Evakuierungsursache variiert. Diese beiden Stimuli ergeben in Kombination die Ausdehnung des Evakuierungsbereiches, der im Experiment immer als kreisrunde Fläche angelegt war. Der kleinstmögliche Radius des Kreises betrug vier Kilometer, der grösstmögliche 20 Kilometer. Da eine derart grosse Fläche wiederum nur bei atomaren Unfällen plausibel erscheint, wurden die möglichen Attributskombinationen für die übrigen Evakuierungsursachen eingeschränkt. So wurde die Kategorie eines zehn Kilometerabstandes für die übrigen drei Evakuierungsursachen gänzlich gestrichen. Zudem wurde die Kombination von fünf Kilometern Abstand zur Gefahrenursache und fünf Kilometern Abstand zur Evakuierungsgrenze als nicht zulässig definiert. Für Überflutungen, chemische Unfälle und Brände ergaben sich so Evakuierungsflächen mit höchstens sieben Kilometer Radius. Die Befragten waren gebeten für jede dargebotene Attributskombination zwischen der Entscheidungsalternativen zu wählen (*sofortige Evakuierung; spätere Evakuierung; keine Evakuierung*).

Table 2 Attribute und Entscheidungsalternativen des stated-preference-Experiments

Attribute	Evakuierungsursache			
	Überflutung	Austritt chemischer Stoffe	Atomare Strahlung	Feuer / giftige Brandgase
Quelle der Evakuierungsaufforderung	1. Sirenenalarm 2. Sondersendungen im Fernsehen oder Radio 3. Familienmitglieder / Freunde / Bekannte			
Quelle der Warnbestätigung	1. Einsatzkräfte von Polizei / Feuerwehr 2. Meldungen in den Medien 3. Soziale Kontakte / Nachbarn			
Status der Haushaltsgemeinschaft	1. Mitglieder sind an einem Ort versammelt 2. Mitglieder sind räumlich voneinander getrennt			
Zeitraum für die Evakuierung	1. Die Zeit drängt 2. 8 Stunden 3. 16 Stunden	1. Die Zeit drängt 2. 8 Stunden 3. 16 Stunden	1. Die Zeit drängt 2. 8 Stunden 3. 16 Stunden	1. Die Zeit drängt
Abstand von der Gefahrenquelle	1. 2 Kilometer (2. 5 Kilometer)	1. 2 Kilometer (2. 5 Kilometer)	1. 2 Kilometer 2. 5 Kilometer 3. 10 Kilometer	1. 2 Kilometer (2. 5 Kilometer)
Distanz zur Evakuierungsgrenze	1. 2 Kilometer (2. 5 Kilometer)	1. 2 Kilometer (2. 5 Kilometer)	1. 2 Kilometer 2. 5 Kilometer 3. 10 Kilometer	1. 2 Kilometer (2. 5 Kilometer)
Entscheidungsalternativen	1. Sofortige Evakuierung 2. Abwarten und später evakuieren 3. Nicht evakuieren			

Ohne die oben erwähnte Reduzierung aller möglichen Attributskombinationen durch logische Überlegungen hätte das Stated-Preference-Experiment auf 1'944 verschiedene Kombinationen der situativen Attribute zurückgegriffen. Durch die evakuierungsursachenspezifische Variation der Attribute blieben noch 810 Kombinationsmöglichkeiten. Diese wurden auf 250 Blöcke mit jeweils neun zufällig zugewiesenen Evakuierungssituationen verteilt.<sup>1</sup> Dabei wurde darauf geachtet, dass das Design die Berechnung von Interaktionen erster Ordnung zwischen den Merkmalen Evakuierungsursache, zur Verfügung stehende Zeitspanne, Abstand zur Evakuierungsursache und Abstand zur Evakuierungsgrenze erlaubt. Ausgehend von 1'000 Befragten mit unverzerrtem Antwortverhalten führt dies zu 9'000 Entscheidungen, womit jede der 810 berücksichtigten Attributskombinationen etwa elfmal bewertet wird.

#### 4. Umfrage- und Zielpopulation und das Antwortverhalten

Das Ziel der vorliegenden Befragung sind verbindliche Aussagen über menschliches Verhalten in grossräumigen Bevölkerungsevakuierungen in der Schweiz. Die Zielpopulation umfasst daher die gesamte Schweizer Wohnbevölkerung. Aufgrund der räumlichen

<sup>1</sup> Die Blockbildung und Zuweisung der Situationen erfolgte durch das Packet ‚AlgDesign‘ in der Statistiksoftware R (für AlgDesign siehe Wheeler, B., 2012; für R siehe R Development Core Team, 2010).

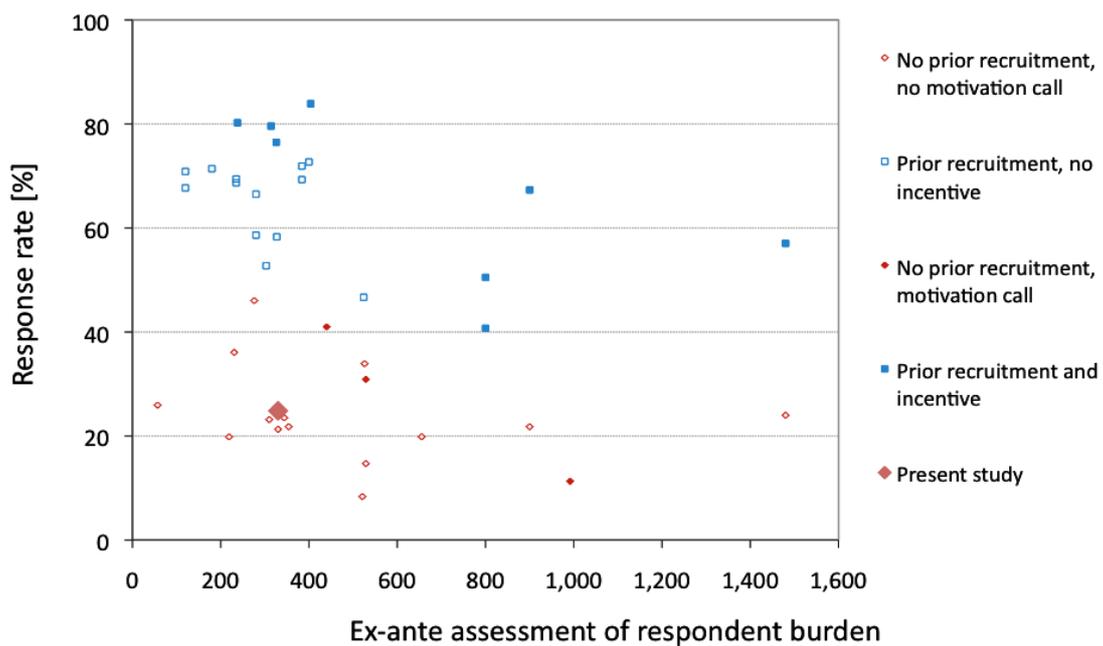
Segregation des italienischsprachigen Teils der Schweiz durch die Alpenkette, des verhältnismässig kleinen hier lebenden Anteils der Wohnbevölkerung von rund 4,3% (BFS, 2005) und der mit einer hier durchgeführten Befragung einhergehenden Übersetzungsaufwand, wurde das Tessin aus der Erhebung ausgeklammert.

Die in deutscher und französischer Sprache durchgeführte Befragung verfolgte eine Multikontakt-Strategie. Ziel der wiederholten Kontaktaufnahme zu potentiellen Teilnehmern ist die Verdeutlichung der Bemühungen des Forscherteams um die Antworten und letztlich die Bildung einer Vertrauensbasis für die Interaktion (vgl. Dillman, 2000). Während dies oftmals durch aufeinander folgende Anschreiben, etwa ein Einführungsschreiben, ein den Fragebogen begleitendes Informationsschreiben und ein Dankeschreiben, umgesetzt wird, wurde dieses Vorgehen in der vorliegenden Befragung verkürzt. So erhielten alle Personen in der Stichprobe den Fragebogen gemeinsam mit einem Begleitschreiben, das allgemeine Informationen zu den Zielen der Studie und zum Umgang mit den Daten enthielt (die deutsche Version des Schreibens ist im Anhang A, der Fragebogen in Teil B dokumentiert). Vier bis sieben Tage nach diesem Schreiben folgte ein telefonischer Motivationsanruf, der die Bedeutung der Umfrage für die Evakuierungsplanung, die Vertrauenswürdigkeit der die Studie organisierenden staatlichen Institutionen, den wissenschaftlichen Charakter der Erhebung und die Ziele der Umfrage betonte. Zudem konnte eventuellen Fragen der Probanden beantwortet werden. Personen, die im Zuge des Telefonats ihre Zusage zur Teilnahme gaben, deren Antwort jedoch nicht innerhalb der nächsten drei Wochen einging, erhielten ein Erinnerungsschreiben und einen neuen Fragebogen zugeschickt (das deutsche Erinnerungsschreiben kann in Anhang C eingesehen werden). Bei jeder Kontaktaufnahme wurden eine anonyme Datenauswertung zugesichert und die Freiwilligkeit der Teilnahme betont. Die Befragung wurde von einem kommerziellen Meinungsforschungsinstitut in Zürich im Auftrag der ETH Zürich durchgeführt.

Zur Beurteilung des Verhältnissen von Antwortlast, gemeint sind die intellektuellen und zeitlichen Anstrengungen, die ein Befragter investieren muss, um ein Erhebungsinstrument vollständig auszufüllen, und Teilnahmequote kann ein Bewertungsschema aus der kommerziellen Meinungsforschung herangezogen werden. Dieses nutzt ein Punktesystem zur Beurteilung des Schwierigkeitsgrades eines Fragebogens. Der resultierende Punktestand kann sodann zur Prognose der zu erwartenden Teilnahmequote genutzt werden. Am IVT werden dazu die Punktesummen und Teilnahmequoten vergangene Befragungen als Orientierung verwendet (für mehr Informationen zum beschriebenen Punkteschema siehe Axhausen und Weis, 2010).

Wie in Abbildung 1 ersichtlich, ist die erreichte Teilnahmequote von etwa 25% geringer als die ursprünglich erwartete von etwa 40% (Kategorie ‚No prior recruitment, motivation call‘), stellt aber auch keinen besonders auffälligen Ausreisser dar. Insbesondere im Vergleich zu Studien, die ein Einführungsschreiben und einen Rekrutierungsanruf vor der Versendung des eigentlichen Fragebogen verwenden (Kategorie ‚Prior recruitment, no incentive‘), wird deutlich, dass ein nachträglicher Motivationsanruf nur bedingt als effizient angesehen werden kann (Eine ausführliche Dokumentation des Rücklaufs wird in Anhang F gegeben).

Abbildung 1 Das Verhältnis von Antwortlast und Teilnahmequote

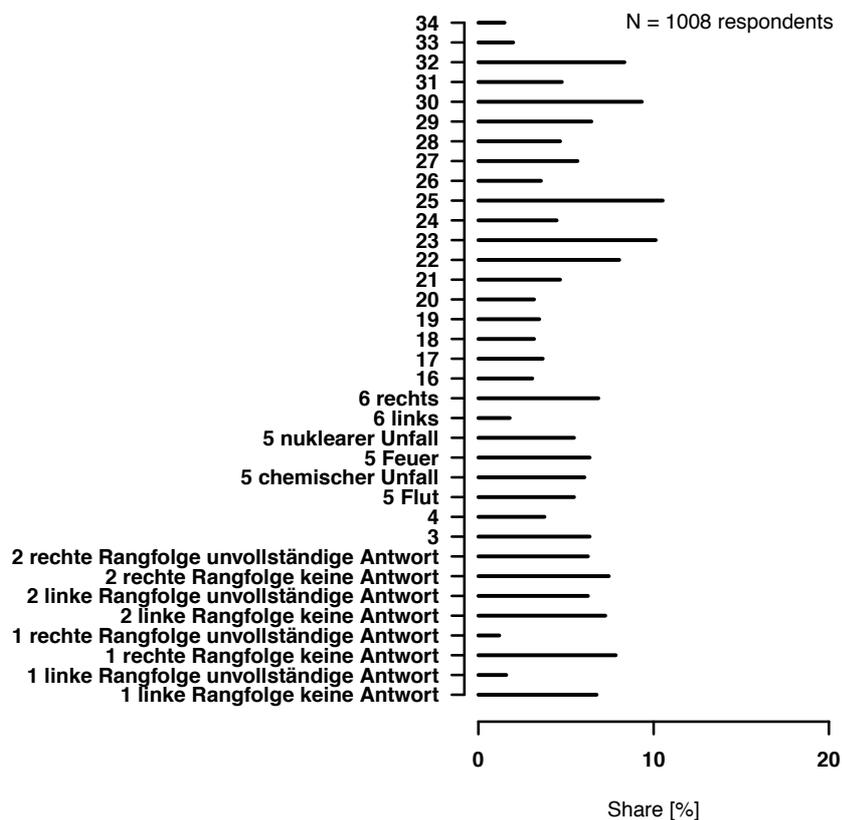


Vergleichsdaten: Axhausen und Weis (2012)

Ein Pretest ergab erhöhte Anteile fehlender Werte (*item non-response*) vor allem für die ersten beiden Fragen des Fragebogens. In diesen waren die Teilnehmer zur Bildung von Rangfolgen entsprechend ihrer Vorlieben für Verkehrsmittel und Unterkünfte in Evakuierungssituationen aufgefordert. Durch das Einfügen anschaulicher Beispiele zur Beantwortung der Fragen konnten diese Probleme weitestgehend beseitigt werden. Abbildung 2 bietet einen Überblick über fehlende Antworten für die Fragebogenblöcke 1 (allgemeines Evakuierungsverhalten, Fragen 1 - 6) und 3 (Soziodemographie, Fragen 16 - 34). Die Fragennummerierung entspricht der des im Anhang dokumentierten Fragebogens. Die Fragen mit hohen Anteilen fehlender Werte entsprechen Themen wie dem Haushaltsein-

kommen (Frage 25) oder den Adressangaben (Fragen 30 und 32), die auch aus anderen Befragungen als sensibel und schwierig bekannt sind.

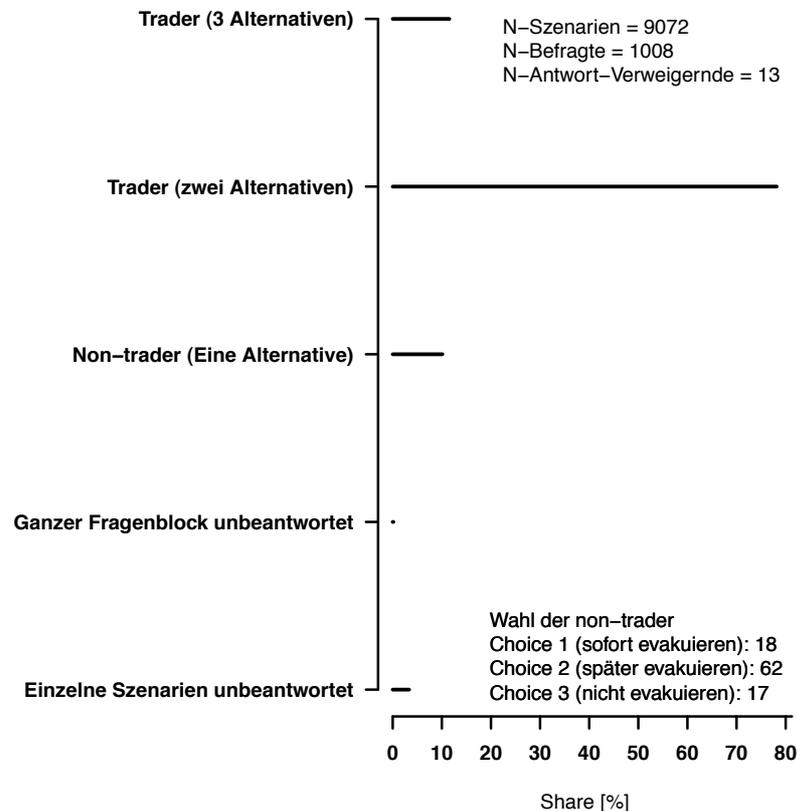
Abbildung 2 Anteil fehlender Angaben in Einstellungen und Soziodemographie



In Teil 2 der Befragung, dem Stated-Choice-Experiment, kam es kaum zu Nichtantwortverhalten. Weder wurde dieser Teil der Befragung vollständig übersprungen (*unit non-response*) noch ein einzelnes Szenario nicht beantwortet (*item non-response*). Ebenfalls wurden nur wenige Non-Trader, Personen, die unabhängig von den dargebotenen Attributen immer die gleiche Entscheidungsalternative benennen, erfasst. Die weitaus meisten dieser Non-Trader antworteten kategorisch mit ‚Abwarten, später evakuieren‘, was durchaus ihrer tatsächlichen Neigung entsprechen kann. Wenige Personen würden dagegen immer oder nie evakuieren. Das Verhältnis zwischen einem stark ausgebildeten oder kaum vorhandenen Vertrauen in staatliche Massnahmen wird für die Schweiz daher als ausbalanciert angenommen. Abbildung 3 gibt einen graphischen Überblick über das Antwortverhalten im Stated-Choice-Experiment. Aufgrund der vertretbaren Ausprägungen für fehlende Werte wurden die Originaldaten ohne Verwendung von Imputationsver-

fahren für die weiteren Analysen genutzt. Zudem wurde keine der Non-trading Personen von der Analyse ausgeschlossen.

Abbildung 3 Das Antwortverhalten im Stated-Choice-Experiment



## 5. Die Daten im deskriptiven Überblick

Ein Vergleich zwischen den soziodemographischen Merkmalen der befragten Personen und dem Mikrozensus Mobilität und Verkehr der Schweiz (vgl. BfS und ARE, 2007) soll Aufschlüsse über die Repräsentativität der Daten erlauben. Dabei gilt es zu beachten, dass die Repräsentativität einer Stichprobe für eine grössere Grundgesamtheit nie umfassend erreicht wird, sondern immer nur in Bezug auf ausgewählte Merkmale gilt (Diekmann, 2002). In Tabelle 3 zeigt sich deutlich, dass die Daten die Charakteristika der Schweizer Wohnbevölkerung gut abbilden. Unterschiede sind im Zivilstand zu erkennen, wo verheiratete und geschiedene Personen überrepräsentiert (+3%), Singles und verwitwete Personen dagegen unterrepräsentiert sind (-4%). Die Verzerrung im Lebensalter resultiert aus der Entscheidung nur volljährige Personen in die Stichprobe aufzunehmen. Beachtet man jedoch das empirische Durchschnittsalter der jeweiligen Altersklassen, passt die Umfragepopulation gut zur Schweizer Grundgesamtheit. Beim Haushaltseinkommen zeigt sich eine starke Unterrepräsentierung geringer Einkommen (-15%) wäh-

rend mittlere (+9%) und gehobene Einkommen (+6%) überrepräsentiert sind. Auch in Bezug auf die Staatsbürgerschaft und den Führerausweis gibt es Abweichungen.

Table 3 Die Repräsentativität des Befragung

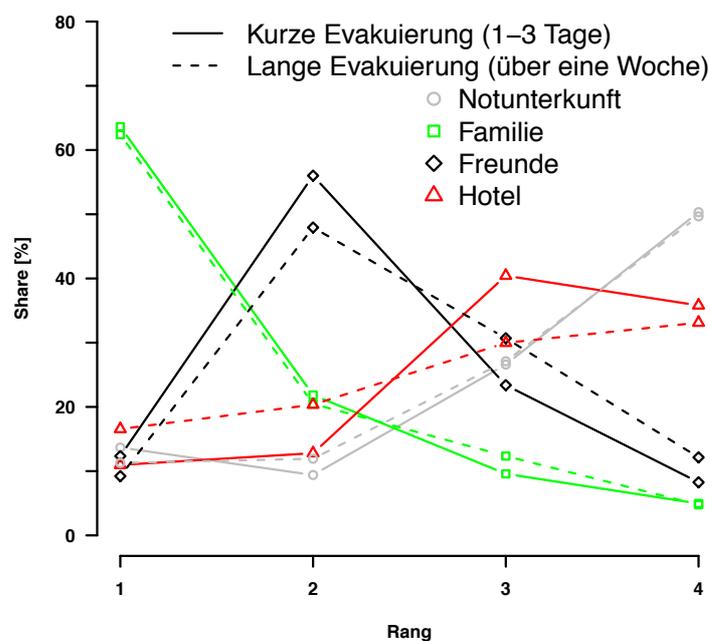
	Attribute	Umfrage	Mikrozensus Schweiz
Geschlecht [%]	Männlich	50.3	48.7
	Weiblich	49.7	51.3
Zivilstand [%]	Single	25.3	29.9
	Verheiratet	58.1	54.5
	Geschieden	11.0	7.6
	Verwitwet	3.6	6.6
	Getrennt lebend	2.0	1.4
Alter [% Personen in einer Klasse   Durchschnittliches Alter innerhalb der Klasse]	0-20	0.7   19.3	18.8   13.3
	21-40	29.7   31.7	28.9   31.4
	41-60	43.7   50.4	31.0   50.0
	61-80	25.8   67.7	18.5   69.4
	81+	0.1   84.0	2.8   84.6
Haushaltseinkommen	<8000	57.9	73.0
	8001 – 12000	28.2	19.1
	>12.000	13.9	7.9
Staatsbürgerschaft	Schweizerisch	91.9	80.0
	Deutsch	2.6	2.3
	Französisch	0.4	1.3
	Italienisch	1.2	4.6
	Andere	4.0	11.8
Führerschein	Vorhanden	91.8	80.7
	Nicht vorhanden	8.2	19.3

Insgesamt dürfen die vorhandenen Abweichungen als mässig angesehen werden, weshalb der Datensatz als repräsentativ für die deutsch- und die französischsprachige Schweiz gelten darf. Da zudem die Bevölkerungsverteilung zwischen den berücksichtigten Kantonen und auch zwischen der deutsch und französisch sprechenden Schweiz akkurat abgebildet wurde, wird auf eine nachträgliche Datengewichtung verzichtet.

Mit den Methoden der deskriptiven Statistik lassen sich vor allem die Hypothesen über die Unterkunftsfindung und Verkehrsmittelwahl in Evakuierungen prüfen. Dazu werden die gebildeten Rangfolgen der Befragten graphisch aufbereitet. Auffällig ist in Bezug auf die Unterkunftsfindung, dass ein sehr ähnliches Muster für kurze, definiert als ein bis drei Tage, und lange Evakuierungsdauern, über eine Woche, vorliegt. Wie Abbildung 4 deutlich zeigt, ziehen die weitaus meisten Menschen eine Unterbringung bei Verwandten al-

len anderen Unterkunftsarten vor. Alternativ wird auf Freunde zurückgegriffen. An Platz drei finden sich Hotels, deren Popularität mit einer Zunahme der Evakuierungsdauer allerdings stark schwindet. Schliesslich, und somit als letzte Lösungsmöglichkeit, geben die Befragten staatliche Notunterkünfte an. Die Diskrepanzen zwischen den Prioritäten der einzelnen Unterkunftsmöglichkeiten bei verschiedenen Evakuierungsdauern sind klein, mit der Ausnahme von Hotels. Diese Unterkunftsart ist kostensensitiv und wird daher anders bewertet. Die Hypothese der Bevorzugung privater Unterkünfte in Evakuierungssituationen kann damit als bestätigt gelten. Sie darf aber nicht die in den Experteninterviews geäusserte Bedeutung der Notunterkünfte als häufig gewählte Übergangslösungen zur Organisation einer privaten Unterbringung vergessen machen.

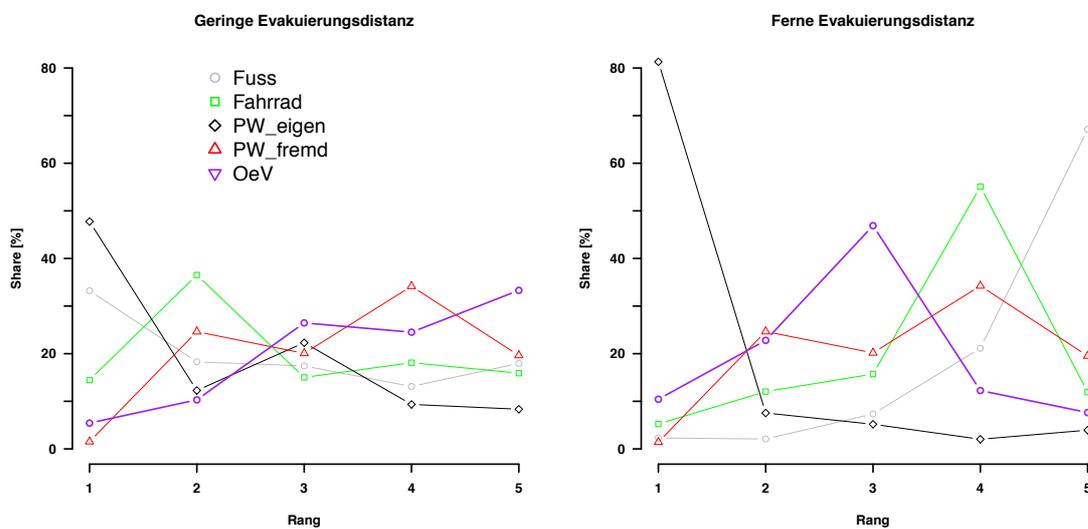
Abbildung 4 Präferenzen bei der Unterkunftsfindung



Ebenfalls bestätigt werden kann die Hypothese einer bevorzugten Evakuierung im eigenen Personenwagen. Dabei sind die Unterschiede zwischen einer geringen, definiert als drei Kilometer oder weniger, und einer weiten Evakuierungsdistanz, fünf Kilometer oder mehr, stark ausgeprägt. Zunächst aber ist auffällig, dass der eigene Personenwagen in beiden Szenarien klar das erste Mittel der Wahl für die Evakuierung ist. Allerdings ist bei einer geringen Evakuierungsdistanz auch diese Dominanz geringer ausgeprägt. Neben dem eigenen Personenwagen sind hier die beiden weiteren, selbstbestimmten Fortbewegungsarten, der Fussweg und das Fahrrad, unter den ersten beiden Rängen stark vertreten. Die beiden fremdbestimmten Transportarten, die Mitfahrgelegenheit in einem Personen-

wagen und der öffentliche Verkehr belegen dagegen die hinteren Ränge. Das Bild wandelt sich für weite Evakuierungsdistanzen deutlich. Nach dem absolut dominanten Personenwagen greifen die Befragten hier eher auf die zwar fremdbestimmten aber doch motorisierten Fortbewegungsmittel zurück. Wenig populär sind bei weiten Distanzen dagegen das Fahrrad oder der Fussmarsch. Auch hier bleibt somit festzuhalten, dass obwohl viele Menschen eine Flucht im eigenen Personenwagen bevorzugen, die Bedeutung öffentlich zur Verfügung gestellter, Verkehrsmittel insbesondere im Fall grosser Evakuierungsdistanzen, nicht unterschätzt werden darf.

Abbildung 5 Präferenzen bei der Verkehrsmittelwahl



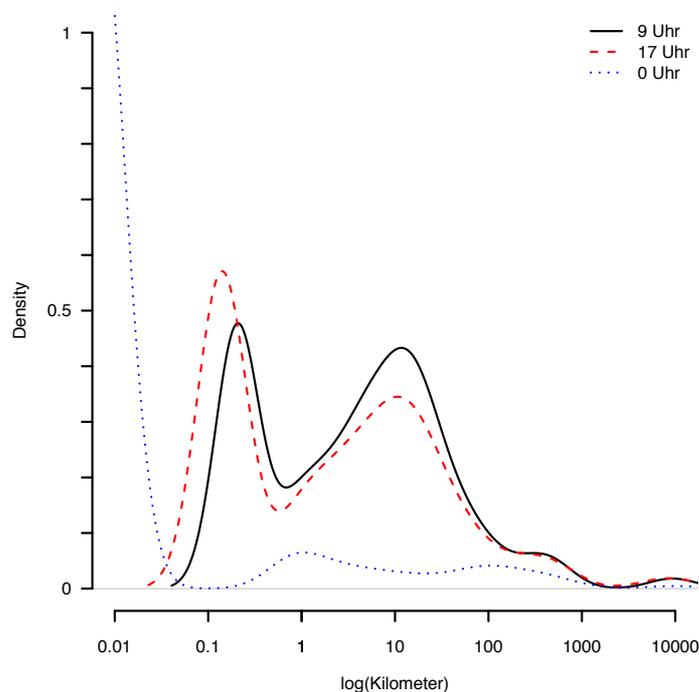
Die Bedeutung der öffentlichen Verkehrsmittel zeigt sich auch in der Frage, ob die Befragten andere Menschen kennen, die ihnen sicher einen Platz in ihrem Transportmittel anbieten würden, falls der befragten Person selbst zum Zeitpunkt der Evakuierung kein Personenwagen zur Verfügung stünde. Zwar kennen rund 66% der Befragten eine solche Person, doch würden immerhin 34% auf Sonderverkehrsmittel wie Busse oder Taxen zurückgreifen.

Einen Eindruck über die Einschätzung des Gefahrenpotentials verschiedener Evakuierungsursachen liefert die binär gestellte Frage, ob Menschen bei verschiedenen Evakuierungsursachen nah an der Evakuierungsgrenze verbleiben oder einen zusätzlichen Sicherheitsabstand zurücklegen würden. Deutlich zeigt sich einen Zusammenhang mit der Evakuierungsursache: Über 90% der Befragten würden bei einer industriellen Ursache, einem chemischen oder atomaren Zwischenfall, einen zusätzlichen Sicherheitsabstand zurücklegen. Dagegen sind es 78% bei einem Brand und 52% beim Bruch einer Talsperre. Die

Gefahrenereinschätzung unterscheidet sich zwischen den Evakuierungsursachen also deutlich und wird für natürliche Gefahren als geringer eingestuft.

Die Frage nach einem Treffpunkte innerhalb oder ausserhalb der Evakuierungszone scheint nicht durch die verfügbare Zeitspanne für die Evakuierung beeinflusst zu sein. In beiden Fällen, einer eiligen und einer nicht eiligen Evakuierung, geben etwa 50% einen Treffpunkt innerhalb und 50% einen Treffpunkt ausserhalb der Zone an. Nichts desto trotz sprechen die in den Experteninterviews genannten Gründe für die eigene Wohnung als häufig gewählten Treffpunkt. Um einen Eindruck über die räumliche Verteilung der Haushaltsmitglieder zu verschiedenen Tageszeiten zu bekommen sind diese als Dichtekurven in Abbildung 6 angegeben. Nicht überraschend sind um Mitternacht beinahe alle Haushaltsmitglieder an ihren Wohnorten anzutreffen. Tagsüber hält sich die Mehrzahl in einem Radius von bis zu zehn Kilometern um die Wohnung auf. Einige wenige sind in Entfernungen zu bis 100 Kilometern anzutreffen. Schliesslich gibt es auch Personen in grösseren Entfernungen, für die ein Treffpunkt mit den übrigen Haushaltsmitgliedern innerhalb der Evakuierungszone aufgrund der Anreisezeit aber wohl nicht in Frage kommt.

Abbildung 6 Die räumliche Verteilung der Haushaltsmitglieder



## 6. Die Entscheidungsmodellierung des Evakuierungsverhaltens

Die Verwendung der Methoden der nutzenbasierten diskreten Entscheidungsmodellierung erlaubt die Prüfung weiterer Hypothesen über das Evakuierungsverhalten einer Bevölkerung. Die Methoden finden Anwendung in vielen wissenschaftlichen Feldern, unter anderem in den Umweltwissenschaften, im Marketing, der Verkehrsplanung und der sozialen Netzwerkanalyse (siehe Ben Akiva und Lerman, 1985; Hensher und Green, 2003). Die diesen Modellen zugrunde liegende Theorie nimmt an, dass Akteure ihre Entscheidungen immer vor dem Hintergrund verschiedener Alternativen wählen. Die Alternativen sind dabei nicht unabhängig voneinander, sondern als sich gegenseitig beeinflussend zu verstehen. Welche Option aus einem Alternativensatz gewählt wird, hängt von den persönlichen Präferenzen des Entscheidenden, in der Modellierung etwa durch soziodemographische Eigenschaften erfasst, den mit jeder Alternative verbundenen Attributen, den im Stated-Preference-Experiment gereichten Stimuli, und den Entscheidungsalternativen ab.

*Multinomiale logit* (MNL) und verwandte Arten von Entscheidungsmodellen (*nested logit* (NL), *cross nested logit* (CNL) sowie Modelle die statt fixierter Parameter auch individuelle Geschmacksunterschiede durch die Schätzung von Verteilungen für durchschnittliche Parameterwerte erlauben, wie das *mixed multinomial logit* (MMNL), oder eine Unterscheidung der Präferenzen diskreter Gruppen ermöglichen, *latent class Modelle*) nutzen alle das ökonomische Prinzip der Nutzenmaximierung. Sie berechnen einen abstrakten Wert für den Nutzen jeder einzelnen Entscheidungsalternativen aus der Gesamtheit aller Entscheidungen, welcher sodann für die Berechnung von konkreten alternativspezifischen Wahlwahrscheinlichkeiten genutzt werden kann (für mathematische Details der Modellschätzung siehe Ben Akiva und Lerman, 1985; Hensher und Green, 2003).

Für den vorliegenden Datensatz werden im Folgenden zwei separate Entscheidungsmodelle vorgestellt. Das erste Modell bezieht sich auf das im zweiten Teil der Befragung behandelte stated-preference-Experiment und die damit verbundene Entscheidung bei welchen Gelegenheiten die Befragten sofort, später oder gar nicht evakuieren würden. Dieses Modell wird die Grundlage der Implementierung eines Verhaltensmodells in der agentenbasierten Simulationssoftware darstellen. Das zweite Modell soll helfen relevante Kriterien für das Auftreten pro-sozialer Verhaltensweisen in Evakuierungssituationen zu finden. Hierzu wird die Frage, ob die Besitzer von Personenwagen Nicht-Haushaltsmitglieder in jedem Fall, nur bei einem verfügbaren Platzangebot oder nie mitnehmen würden, untersucht.

## 6.1 Die Entscheidung der Evakuierungsteilnahme

Im Zuge der Modellierung der Entscheidungen aus dem Stated-Preference-Experiment, ob sich die befragte Person sofort, später oder gar nicht an einer Evakuierungsnahme beteiligt, wurden alle oben erwähnten Modellformulierungen getestet. Dabei erwies sich die Form eines Latent-Class-MNLs als die am besten zu den Daten passende Modellform. Die Befragten werden hier mittels einer der Entscheidungsmodellierung vorgelagerten Faktoranalyse in Klassen gruppiert, die sich entlang der Korrelationsstrukturen zwischen ausgewählten Variablen bilden lassen, nicht aber direkt aus den Daten beobachtbar sind. Diese latenten Klassen werden sodann in einen gemeinschaftlichen nutzenmaximierenden Modellrahmen einbezogen, wobei für jede Klasse spezifische Variablen genutzt werden können. So tragen die latenten Klassen zur Erklärungskraft des Entscheidungsmodells bei (Hess *et al.*, 2011).

Eine explorative Faktoranalyse zeigte für den vorliegenden Datensatz zwei latente Gruppen mit jeweils ähnlichem Antwortverhalten an (genutzt wurde das schrittweise Vorgehen nach Costello *et al.* (2005))<sup>2</sup>. Konkret resultiert eine Faktoranalyse in der Anzahl der von einer Gruppe geteilten Faktoren, die eine Messreihe beeinflussen, und der Stärke der Beziehung zwischen den einzelnen Faktoren und jeder realisierten Messung. Um den abstrakten Faktoren Label und damit Bedeutung zuzuschreiben, müssen die Faktorladungen, sie entsprechen den Korrelationskoeffizienten zwischen den direkt beobachtbaren Variablen und den nicht direkt beobachtbaren latenten Faktoren, betrachtet werden. Wie in Tabelle 4 ersichtlich, ist der erste Faktor definiert durch Personen, die in Haushalten mit Kindern und in Partnerschaft leben, die einen Führerausweis besitzen und über hohe Haushaltseinkommen verfügen. Daneben weist die Variable für die Nutzung des öffentlichen Nahverkehrs ein negatives Vorzeichen auf. Dies bedeutet, dass die Klassenangehörigen wenig auf derartige Verkehrsmittel zurückgreifen. Aufgrund der genannten Haushaltstruktur wird diese Gruppe als die *Fürsorgenden* bezeichnet. Umgekehrt bilden Personen ohne Führerschein, die stärker von öffentlichen Verkehrsmitteln abhängig sind, die tiefere Einkommen aufweisen und die einen Studentenstatus aufweisen die zweite Gruppe. In Abgrenzung zur ersten Gruppe zählen hierzu tendenziell auch ältere Menschen und Menschen, die ohne Partner oder Kinder im Haushalt leben, weshalb diese Gruppe als die *Unterstützungsbedürftigen* bezeichnet wird. Die gefundenen Gruppen stimmen in überraschend gut mit den Befunden der Literaturrecherche und den Experteninterviews überein,

---

<sup>2</sup> Die Faktoranalyse wurde unter Nutzung der Statistiksoftware R durchgeführt (R Development Core Team, 2010).

in denen immer wieder auf die Notwendigkeit einer Evakuierungsunterstützung für Teile der Bevölkerung aufmerksam gemacht wurde.

Table 4 Die Ergebnisse der explorativen Faktoranalyse

Variable	Faktor 1 (Fürsorger)	Faktor 2 (Unterstützungsbedürftige)
Kinder im Haushalt	0.67	
Partnerschaft	0.52	
Führerausweis	0.18	-0.48
Öffentliche Transportmittel	-0.18	0.27
Studenten		0.15
Alter > 60 Jahre	-0.27	
Hohes Haushaltseinkommen	0.24	-0.12

Die zu erklärenden Entscheidungen liegen als Faktorvariable mit drei Leveln vor. Um die Schätzung eines Entscheidungsmodells zu erlauben und die resultierenden Parameter in Relation zueinander ausdrücken zu können, muss eine Alternative als Referenzkategorie für die Schätzung fungieren. Prinzipiell ist die Parameterschätzung von der Wahl der Referenzkategorie unbeeinflusst, weshalb die Wahl dieser Alternativen ohne Bedeutung ist. Im Folgenden wird dazu die Alternative ‚keine Evakuierung‘ genutzt. Somit werden für die Alternativen ‚sofortige Evakuierung‘ und ‚spätere Evakuierung‘ Nutzenfunktionen formuliert, die neben einer alternativenspezifischen Konstanten diejenigen Variablen enthalten, die einen Erklärungsbeitrag zur Entscheidungsmodellierung liefern. Die Konstanten lassen sich als der Anteil des nicht erklärten Nutzens einer Alternative interpretieren. Als erklärende Variablen können Haupteffekte, direkt in der Befragung erhobene Variablen, und Interaktionseffekte, Kombinationen zwischen Haupteffekten, genutzt werden. Die Effekte können gruppenspezifisch ins Modell aufgenommen werden. Die Kombination zweier latenter Klassen und zweier zu erklärender Entscheidungsalternativen ergibt insgesamt vier Modellgleichungen, die im Zuge der Modellschätzung berechnet werden müssen. Die Gleichungen können im Anhang D eingesehen werden. Sie gleichen sich hinsichtlich der Berücksichtigung verschiedener Evakuierungsursachen, für die damit eine homogene Wirkung auf die beiden latenten Gruppen angenommen wird. Unterschiede sind etwa in Bezug auf die verfügbare Zeitspanne für die Evakuierung zu erkennen. Während für die Fürsorger ein Interaktionseffekt zwischen der Zeitspanne und dem Status der Haushaltsgemeinschaft, ob die Mitglieder an einem Ort versammelt sind oder nicht, berücksichtigt wird, ist dieser Term für die Gruppe der Unterstützungsbedürftigen, die al-

leine leben, irrelevant. Dagegen wird für diese zweite Gruppe ein Alterskoeffizient geschätzt, da alte Menschen überproportional oft immobil sind.

Das Modellergebnis der Evakuierungsentscheidungen ist in Tabelle 6 dargestellt.<sup>3</sup> Die Darstellung der beiden latenten Klassen wird durch einen Teil der in der Faktoranalyse gefundenen Indikatorvariablen geleistet. Aufgrund geringer Einflussgrössen und/oder niedriger Signifikanzwerte werden nicht alle der in der Faktoranalyse erkannten Variablen in das Entscheidungsmodell aufgenommen. So werden die Fürsorger durch zwei Variablen abgebildet: Die Anwesenheit von Kindern im Haushalt und der Besitz eines Führerausweises. Die Gruppe der Unterstützungsbedürftige wird als das Inverse, die Negation, eines Effekts der Kernfamilie in die Modellformulierung aufgenommen, da diese Befragten ohne Partner leben.

Die beiden alternativspezifischen Konstanten zeigen einen positiven Nutzen an. Eine sofortige und eine spätere Evakuierung enthalten also einen höheren Nutzen als eine Evakuierungswidersetzung. Im Fall diskreter Variablen wird ebenfalls eine Referenzkategorie als Vergleichsbasis genutzt. Bezogen auf die Evakuierungsursache zeigt sich für das Auftreten von atomarer Strahlung, chemischen Produkten und giftigen Brandgasen ein positiver Nutzen für die beiden abgebildeten Handlungsalternativen. Im Fall einer Flut ist die Wahrscheinlichkeit einer verweigerten Evakuierung somit am höchsten. Wird nur die Entscheidung einer sofortigen Evakuierung betrachtet, ist der Nutzen für atomare Unfälle am höchsten, gefolgt von einer chemischen Bedrohung und schliesslich den Brandgasen. Die Hypothese einer steigenden Teilnahmewahrscheinlichkeit an Evakuierungen in Folge industrieller Ursachen im Vergleich zu natürlichen Ursachen darf damit als bestätigt gelten. Die Tendenz zu einer verzögerten Evakuierung in Folge natürlicher Ursachen zeigt, analog zu den Befunden der deskriptiven Statistik, dass natürliche Evakuierungsursachen als weniger gefährlich eingeschätzt werden. Hier ergibt sich eine Analogie zur Hypothese über die persönliche Gefahreneinschätzung. Obwohl alle vier Bedrohungsarten als lebensbedrohlich eingestuft werden können, scheinen die Befragten ein höheres Bedrohungspotential bei industriellen Ursachen zu vermuten. Diese werden möglicherweise als abstrakter wahrgenommen und resultieren in einer höheren Bereitschaft zu einer sofortigen Evakuierung. Bei der Interpretation der Parameterwerte gilt es allerdings zu beachten, dass die Reaktorhavarie im japanischen Fukushima, die eine breite mediale Aufmerksamkeit auf sich zog, zum Zeitpunkt der Datensammlung erst wenige Monate her

---

<sup>3</sup> Die Entscheidungsmodelle wurden mit Hilfe der Open Source Software Biogeme geschätzt (Bierlaire, 2009).

war und vielen Befragten das Bedrohungspotential insbesondere eines atomaren Unfalls besonders präsent gewesen sein dürfte.

Die Effekte für das Lebensalter der Befragten wurden nur für die Gruppe der Unterstützungsbedürftige, die auch ältere Menschen enthält, geschätzt und sind negativ. Der mit einer Teilnahme an einer Evakuierung verbundene Nutzen ist für die beiden abgebildeten Altersklassen im Vergleich zur Altersklasse jüngerer Menschen geringer und negativ. Junge Menschen haben somit eine höhere Wahrscheinlichkeit an einer Evakuierungsmassnahme teilzunehmen. Vergleicht man die abgebildeten Effekte der beiden Altersklassen untereinander zeigt sich, dass der Widerstand gegen eine Evakuierungsmassnahme mit einem zunehmenden Lebensalter weiter steigt, doch sind die Unterschiede marginal. Dieser Effekt zwischen jungen, mittelalten und alten Menschen bleibt auch nachweisbar wenn die Grenzen der Altersklassen enger definiert werden. Die Hypothese über das Verhalten Angehöriger verschiedener Alterskohorten kann damit nur teilweise bestätigt werden. Alte Menschen haben eine geringere Teilnahmewahrscheinlichkeit in Evakuierungssituationen. Doch ist die höchste Teilnahmebereitschaft nicht wie in der Hypothese behauptet bei Menschen mittleren Alters zu verorten, sondern gilt für junge Menschen.

Der Einfluss der zur Verfügung stehenden Zeitspanne ist für die Handlungsalternative einer sofortigen Evakuierung negativ: Mit Zunahme der zur Verfügung stehenden Zeitspanne geht ein geringerer Nutzen für eine sofortige Evakuierung einher. Eine spätere Evakuierung dagegen hat einen positiven Nutzen. Wenn Zeit zur Verfügung steht, nutzen die Befragten diese Zeitspanne auch um ihre Evakuierung zu organisieren.

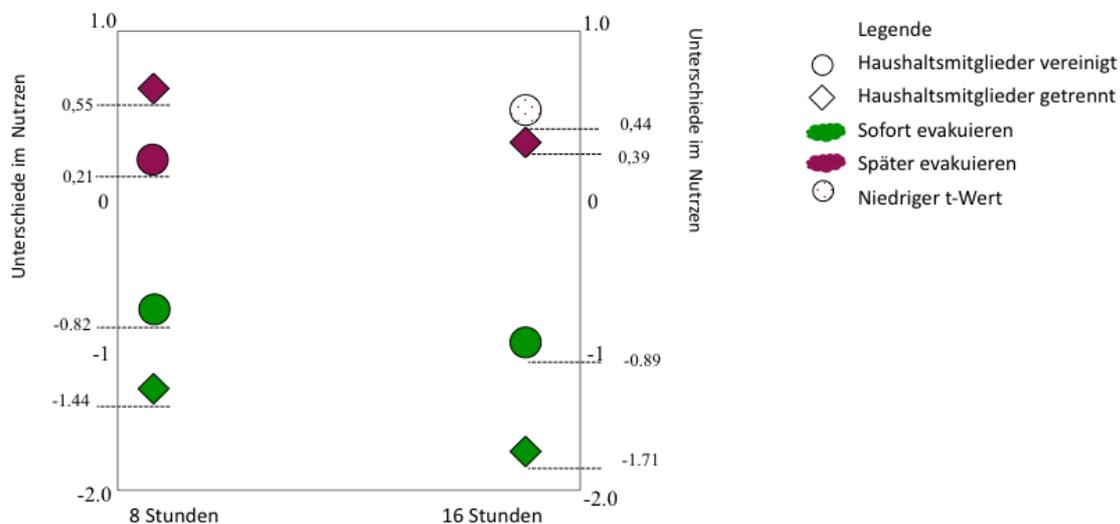
Der Effekt der zur Verfügung stehenden Zeitspanne ist auch als Interaktionseffekt mit dem Status der Haushaltsgemeinschaft geschätzt worden. Die Schätzung erfolgte dabei nur für die Gruppe der Fürsorger, da bei diesen weitere Personen im Haushalt anwesend sind. Durch die Wechselwirkung mit dem Haushaltsstatus verändern sich die Parameterwerte, wie in Abbildung 7 dargestellt. Der Effekt der zur Verfügung stehenden Zeitspanne ist weniger stark ausgeprägt wenn die Haushaltsmitglieder bereits an einem Ort versammelt sind. Der Nutzen einer späteren Evakuierung ist in einem solchen Fall nicht nur geringer, sondern sogar negativ. Familien tendieren dazu ein gefährdetes Gebiet zu verlassen wenn sie vereinigt sind. Sind die Mitglieder aber getrennt, wird ein Treffen angestrebt, wozu die bereits versammelten Mitglieder die verfügbare Zeitspanne nutzen und im Evakuierungsgebiet auf die noch fehlenden Personen warten. Die dementsprechende Hypothese über den Effekt der Familienverbände darf somit als bestätigt gelten.

Einige weitere Hypothesen, die im Zuge der Modellentwicklung zur Evakuierungsentscheidung getestet wurden, konnten nicht bestätigt werden. So liess sich kein Unterschied im Verhalten zwischen Männern und Frauen finden. Weitere soziodemographische Faktoren, für die ebenfalls kein Effekt nachgewiesen werden konnte, waren das Bildungsniveau und das Haushaltseinkommen. Ebenso ergab sich kein Effekt für die Informationsquellen in Bezug auf die Evakuierung. Die Hypothese über den Interaktionseffekt zwischen Evakuierungsursache und Informationsquelle muss vor dem Hintergrund des hier analysierten Datensatzes verworfen werden. Dabei gilt es allerdings zu beachten, dass die Quelle der Evakuierungswarnung und der Warnbestätigung lediglich als Annäherungen an die ursprüngliche Hypothese über den Zusammenhang einer steigenden Informationsqualität und einer ebenfalls steigenden Evakuierungsbereitschaft genutzt wurde. Diese ursprüngliche Hypothese lässt sich durch den erhobenen Datensatz nicht direkt operationalisieren und kann daher weder getestet noch abschliessend beurteilt werden.

Table 5: Latent Class-Modell der Evakuierungsentscheidung

Indikatoren der Klassenbildung		Wert	t-test		
Kinder im Haushalt [j/n]		0.60	2.43		
Führerausweis [j/n]		0.52	1.73		
Parameter	Gruppenparameter Klasse	Alternative: Sofortige Evakuierung		Alternative: Spätere Evakuierung	
		Wert	t-test	Wert	t-test
Konstante		4.10	10.15	3.36	8.49
Gefahrenquelle:					
Atom [j/n]		2.08	9.18	0.77	3.78
Chemie [j/n]		1.61	4.90	0.98	3.10
Feuer [j/n]		0.59	1.74	0.30	0.87
Lebensalter in Jahren					
30 – 59 [j/n]		2	-3.12	-5.90	-1.90
> 60 [j/n]		2	-3.49	-6.59	-2.13
Zeitraum für die Evakuierung					
8 [Stunden]			-1.66	-6.52	0.46
16 [Stunden]			-1.99	-9.32	0.28
Wechselwirkungen					
8 [Stunden] * Haushalt vereint		1	-0.17	-0.26	-2.95
16 [Stunden] * Haushalt vereint		1	-0.33	-1.96	-0.64
				Rho <sup>2</sup>	0.391
				N	7874

Abbildung 7 Nutzen, Zeitspanne und Status der Haushaltsgemeinschaft



Quelle: Koot *et al.* (2012)

## 6.2 Solidarisches Verhalten in Evakuierungssituationen

Eine weitere Hypothese unterstellt das Überwiegen pro-sozialer über anti-soziale Verhaltensweisen. Dieser Aspekt soll hier durch die Frage nach einer Mitnahme familienfremder Personen im Personenwagen operationalisiert werden. Die zu erklärende Variable ist wieder eine dreistufige Alternative mit den folgenden Ausprägungen: 1) Ich würde weitere Personen nur bei vorhandenem Platz befördern, 2) Ich würde immer weitere Personen befördern und zur Not persönliche Gegenstände zurücklassen oder 3) Ich würde nie weitere Personen befördern.

Bei deskriptiver Betrachtung der Daten dominiert das Ausmass solidarischer Handlungsweisen klar: 41% würden andere Menschen befördern, wenn sie Platz hätten, 57% würden notfalls sogar Platz schaffen und lediglich 2% würden auf keinen Fall andere Personen befördern. Es ist anzunehmen, dass diese Werte Verzerrungen in Richtung eines sozial erwünschten Antwortverhaltens enthalten. Nachdrücklich sein nochmals an die Experteninterviews erinnert, in denen solidarisches Verhalten in Bezug auf das Transportmittel an die Bekanntheit zwischen Bittsteller und PW-Besitzer und an den Zeitpunkt der Entrichtung des Mitnahmegesuchs, nach Möglichkeit vor Fahrtantritt, gekoppelt wurde. Auch die Ergebnisse der Literaturrecherche, dass solidarische Verhaltensweisen vor allem bei ausreichenden Rettungskapazitäten beobachtbar sind, während es andernfalls zu panischen Handlungen kommen kann, müssen bedacht werden.

Die Schätzung eines MNL-Modells soll helfen persönliche Merkmale zu identifizieren, die das Ausmass solidarischer Verhaltensweisen beeinflussen. Als erklärende Variablen werden dabei soziodemographische Eigenschaften genutzt, die auch in der agentenbasierten Simulation zur Verfügung stehen. Diese erklärenden Variablen sind das Alter, das Geschlecht, die Frage ob Kinder im Haushalt anwesend sind und ob die befragte Person einen Führerausweis besitzt. Als Referenzkategorie für die Modellierung dient die Antwortkategorie nie eine weitere Person zu befördern. Die beiden verwendeten Nutzenfunktionen sind im Anhang E abgebildet.

Das in Tabelle 6 zusammengefasste Ergebnis der Modellschätzung zeigt positive Konstanten für die beiden abgebildeten Entscheidungsalternativen. Die Befragten würden also prinzipiell andere Personen in ihrem Personenwagen transportieren. Dies gilt insbesondere für alte Menschen. Im Vergleich zu Personen unter 30 Jahren ist der Nutzen für die mittleren beiden Alterskategorien aber negativ. Die Bereitschaft Nichthaushaltsmitglieder im Personenwagen zu transportieren ist für diese Befragten deutlich eingeschränkt. Die Präsenz von Kindern im Haushalt hat einen positiven Einfluss auf die Bereitschaft zu solidarischen Verhaltensweisen. Ebenso wirkt sich der Besitz eines Führerscheins positiv aus. Dabei werden Nichthaushaltsmitglieder besonders dann transportiert, wenn ohnehin noch ein Platz im Personenwagen verfügbar ist. Schliesslich ist die Tendenz der Beförderung von Nichthaushaltsmitgliedern deutlich niedriger für Frauen als für Männer. Nutzt man die Frage nach der Mitnahme von Nichthaushaltsmitgliedern wie hier vorgeschlagen als Proxy die Frage ob sich Personen in Evakuierungssituationen solidarisch, also pro-sozial und altruistisch, oder unsolidarisch, also egoistisch und anti-sozial verhalten, kann die Aufgestellte Hypothese der Überwiegung pro-sozialer Verhaltensweisen als bestätigt angesehen werden.

Table 6: MNL-Modell für solidarisches Verhalten

Parameter	Mitnahme falls Platz		Mitnahme in jedem Fall	
	Wert	t-test	Wert	t-test
Konstante	0.92	0.52	2.67	1.60
Alter (31 – 61)	-0.81	-0.96	-0.71	-0.85
Alter (62 – 71)	-0.76	-0.75	-0.71	-0.70
Alter (> 72)	6.43	8.04	6.08	7.64
Kinder im Haushalt	1.57	1.46	1.66	1.54
Führerausweis	3.00	2.52	1.54	1.53
Geschlecht weiblich	-0.47	-0.76	-0.65	-1.06
			Rho <sup>2</sup>	0.319
			N	664

## 7. Zusammenfassung und Bewertung der Triangulation

Das verwendete Triangulationskonzept erlaubt die Formulierung und Überprüfung eines reichhaltigen Satzes an Hypothesen zu menschlichen Verhaltensweisen in grossflächigen Bevölkerungsevakuierungen. In methodisch-operationaler Hinsicht hat sich das kombinierte Forschungsdesign bewährt. Probleme traten lediglich bei der Rekrutierung von Teilnehmern für die Experteninterviews auf. Obwohl es vermessen wäre, die gesammelten Erkenntnisse als umfassend darzustellen, muss doch festgehalten werden, dass sie weitaus umfangreicher als erwartet ausfielen. Die schlussendlich in diesem Bericht operationalisierten und überprüften Hypothesen stellen nur einen Ausschnitt aus den in den ersten beiden Triangulationsschritten geschilderten Zusammenhängen dar. Die Fokussierung auf diesen reduzierten Hypothesensatz ergibt sich durch das Projektinteresse, das lediglich die Bewegungsphase von der Evakuierungsauforderung bis zum Verlassen des gefährdeten Gebietes, nicht aber die Rückkehr in dieses Gebiet beinhaltet. Eine Reihe weiterer Faktoren sind von politischen Entscheidungen abhängig, und konnten daher nicht geprüft werden. Hier sei insbesondere an die in den Experteninterviews betonte Bedeutung der Evakuierungsplanung und –Vorbereitung erinnert. Ein kontinuierlich aufgebautes Risikobewusstsein und ein durch Training und Merkblätter verinnerlichtes Ablaufschema können nach Expertenmeinungen den Erfolg einer Evakuierungsmassnahme deutlich steigern. Schliesslich bietet die agentenfeine Simulationssoftware im Vergleich zu älteren, aggregierten Simulationsstrategien eine deutlich erhöhte Detailfülle, doch bleibt auch sie ein vereinfachtes Model der Realität und erlaubt lediglich die Berücksichtigung ausgewählter Parameter. So berücksichtigt das Projekt bisher weder die oftmals als problematisch geschilderte Evakuierung von Sammelhaushalten wie Gefängnisse und Krankenhäuser, noch das Verhalten der Einsatzkräfte. Schliesslich wurden einzelne Hypothesen nicht geprüft, da dies im Zuge der verwendeten Befragungstechnik nicht oder nur schwer möglich gewesen wäre. So wurde beispielsweise auf die Darstellung unterschiedlicher Informationsstände und die Qualität der verfügbaren Informationen im Stated-Preference-Design verzichtet.

Wo immer sich relevante Hypothesen nicht direkt prüfen liessen, wurde versucht diese über Stellvertretereffekte zu testen. Analog zu Tabelle 1, in der die Hypothesen dargestellt wurden, werden die gefundenen Effekte in Tabelle 7 abschliessend zusammengefasst. Lediglich vier der 15 Hypothesen konnten nicht geprüft werden, wobei die Vermutungen über den Einfluss von emotionalen Bindungen, Privateigentum und isolierte Menschen aus logischer Sicht durchaus plausibel sind. Damit bleibt lediglich der Effekt der verfügbaren Zeitspanne ungewiss. Die im Zuge der Modellierung ermittelten Parameter-

werte lassen sich in Wahrscheinlichkeiten umrechnen, die sodann in die Mikrosimulation implementiert werden können. Es resultiert ein Verhaltensmodell, das jedem Agenten Handlungsoptionen mit verschiedenen Wahrscheinlichkeiten zuordnet, womit es zu einem realistischeren Simulationsergebnis beiträgt.

Table 7 Die Ergebnisse der Hypothesentests

Hypothese: Die Teilnahmebereitschaft an einer Evakuierung...	Ergebnis Überprüfung
...steigt bei ‚lebensbedrohlichen‘ Evakuierungsursachen.	Bestätigt
...sinkt bei natürlichen Evakuierungsursachen.	Bestätigt
...sinkt falls die Verfügbare Zeitspanne zu klein oder zu breit ist.	Nicht geprüft
...steigt mit der Qualität der verfügbaren Informationen aus verlässlichen Quellen.	Proxyfrage: Nicht bestätigt
...steigt für Menschen, die sich um andere kümmern müssen.	Bestätigt
...steigt für Menschen ohne emotionale Bindung im betroffenen Gebiet.	Nicht geprüft
...steigt falls die Kernfamilie beisammen ist.	Bestätigt
...sinkt für alte Menschen und junge Erwachsene.	Teilweise Bestätigt
...sinkt für Menschen aus ‚isolierten‘ Subkulturen.	Nicht geprüft
...sinkt für Menschen mit grossem Besitz im betroffenen Gebiet.	Nicht geprüft
...sinkt für Männer.	Nicht bestätigt
...ist wahrscheinlich für die meisten Bewohner.	Bestätigt
...wird oft mit dem eigenen PW realisiert.	Bestätigt
...äussert sich in den meisten Fällen in einem pro-sozialen Verhalten.	Bestätigt
...führt dazu, dass die meisten Menschen auf private Unterkünfte zurückgreifen.	Bestätigt
...ist Abhängig von der Wechselwirkung zwischen Evakuierungsursache und verfügbaren Informationen.	Nicht bestätigt

## 8. Ausblick

Der vorliegende Bericht stellt den dritten Arbeitsschritt einer triangulierten Datensammlung zu grossräumigen Evakuierungsereignissen in der Schweiz dar. Er baut auf einer aus den ersten beiden Schritten gewonnenen Hypothesenliste zu menschlichen Verhaltensweisen in solchen Extermsituationen auf. Die Hypothesen im Zuge einer schweizweiten Bevölkerungsbefragung zu operationalisieren und zu prüfen ist der zentrale Gegenstand der vorliegenden Studie.

Im Zuge einer deskriptiven und modellbasierten Datenanalyse konnten die meisten der formulierten Hypothesen bestätigt werden. So nehmen Menschen eher an Evakuierungen teil, wenn sie die Bedrohung als real einstufen. Dies ist bei industriellen Evakuierungsur-sachen öfter gegeben als bei natürlichen Bedrohungen. Ein Zusammenhang mit der verfügbaren Zeitspanne konnte nicht getestet werden, doch hat es sich gezeigt, dass viele Personen die angegebene Zeitspanne nutzen um auf weitere Familienmitglieder zu warten oder ihre Evakuierung zu organisieren. Eine steigende Evakuierungswahrscheinlichkeit konnte für Kernfamilien, die beisammen sind und für Menschen, die sich um andere kümmern, also einen Partner oder Kinder im Haushalt haben, festgestellt werden. Alte Menschen haben eine geringere Teilnahmewahrscheinlichkeit. Entgegen der formulierten Hypothese haben aber junge Erwachsene eine gesteigerte Teilnahmewahrscheinlichkeit. Nicht geprüft werden konnte der Einfluss von emotionalen Bindungen, Besitz im betroffenen Gebiet und einer mangelnden sozialen Integrität in die Gesellschaft. Doch sind diese Hypothesen plausibel und sollten in der Simulation beachtet werden. Die Hypothese einer geringeren Teilnahmewahrscheinlichkeit für Männer wurde nicht bestätigt. Die weitaus meisten Personen würden an einer Evakuierung teilnehmen. Doch gibt es scheinbar auch einige kleine Minderheit von Personen ohne Vertrauen in staatliche Handlungsempfehlungen, die sich einer Evakuierung in jedem Fall widersetzen würden. Entschliessen sich Personen zur Teilnahme wird meist der eigene Personenwagen als Verkehrsmittel favorisiert. Die bevorzugte Unterkunftsart sind privat organisierte Schlafstellen bei Verwandten und Freunden. Nichts desto trotz sind sowohl öffentliche Verkehrsmittel als auch Notunterkünfte von zentraler Bedeutung. Wie bereits in Literaturrecherche und Experteninterviews gefolgert dominieren pro-soziale Verhaltensweisen in geplanten Evakuierungen. So würden viele Personen mit eigenem Personenwagen weiteren fremden Menschen eine Transportmöglichkeit anbieten. Insgesamt sollten diese Aussagen aber nicht zu stark gewichtet werden. Zum einen besteht die Gefahr, dass sie Verzerrungen in Richtung eines sozial gewünschten Antwortverhaltens beinhalten, zum anderen dürfen starke Wechselwirkungen zwischen solch konkrete Verhaltensweisen und den Rahmenbedin-

gungen der Evakuierung, etwa wie viel Zeit zur Verfügung steht, wer wann und wo nach einer Mitfahrgelegenheit fragt, bestehen. Schliesslich konnte die formulierte Interaktion zwischen Evakuierungsursache und den verfügbaren Informationen nicht bestätigt werden.

Die Zusammenhänge aus den getesteten Hypothesen lassen sich in Wahrscheinlichkeiten umrechnen, die wiederum als gewichtete Handlungsoptionen die Grundlage für das zu implementierende Handlungsmodell in der Mikrosimulation bilden. Es empfiehlt sich sodann eine Parameterstudie, um Aussagen über den Einfluss jedes einzelnen Effekts auf das Simulationsergebnis zu ermöglichen. Schliesslich beinhalten insbesondere die Experteninterviews Hypothesen über weitere Effekte, insbesondere die Evakuierung von Sammelhaushalten oder das Verhalten der Einsatzkräfte, die in den bisherigen Arbeiten keine Berücksichtigung fanden.

## **9. Dank**

Die Autoren bedanken sich beim schweizerischen Bundesamt für Bevölkerungsschutz für die Finanzierung des Forschungsprojektes und die gute Zusammenarbeit. Insbesondere seien hier Herrn Dr. Stephan Zellmeyer und Herrn Christoph Flury erwähnt, die dem Forscherteam ein hohes Mass an Vertrauen entgegen brachten und immer ein offenes Ohr für unsere Ideen und Vorschläge hatten. Ebenfalls sei der Firma Dichter Research AG, repräsentiert durch Herrn Joerg Honegger, gedankt, die im Auftrag der ETH Zürich die Feldarbeit der Bevölkerungsbefragung übernommen hat. Auch hier lief die Zusammenarbeit immer unkompliziert aber dennoch konstruktiv ab.

## 9. Literatur

- Axhausen, K.W. und C. Weis (2010) Predicting response rate: A natural experiment, *Survey Practice*, **3**(2), <http://surveypractice.org/2010/04>.
- Ben-Akiva, M. und S. Lerman (1985) Discrete choice analysis. Theory and application to travel demand, MIT Press, Oxford.
- BFS (2005) Eidgenössische Volkszählung 2000: Sprachlandschaft in der Schweiz, <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/01/22/publ.html?publicationID=1737>, zugegriffen im März 2012.
- BfS & ARE (2007) Mobilität in der Schweiz, Ergebnisse des Mikrozensus 2005 zum Verkehrsverhalten. *Federal Office for Spatial Development and Swiss Federal Statistical Office*, Bern and Neuenburg.
- Bierlaire, M. (2009) Estimating of discrete choice models with Biogeme 1.8, Transport and Mobility Laboratory, Ecole Polytechnique Federale de Lausanne, Lausanne.
- Costello, A. B. und J. W. Osborne (2005) Best practices in exploratory factor analysis: Four recommendations for getting the most from your analysis, *Practical Assessment, Research and Evaluation*, **10**, 1–9.
- Diekmann, A. (2002) Diagnose von Fehlerquellen und methodische Qualität in der sozialwissenschaftlichen Umfrageforschung, Österreichische Akademie der Wissenschaften, [http://www.oeaw.ac.at/ita/pdf/ita\\_02\\_04.pdf](http://www.oeaw.ac.at/ita/pdf/ita_02_04.pdf).
- Dillman, D.A. (2000) *Mail and Internet Surveys. The Tailored Design Method*, Wiley & Sons, New York.
- Dobler, C. und K.W. Axhausen (2010) Evakuierung Schweizer Städte: Agenten-basierte Analyse – Zwischenbericht, *Arbeitsberichte Verkehrs- und Raumplanung*, **659**, IVT, ETH Zürich, Zürich.
- Dobler, C. M. Kowald, N. Schüssler und K.W. Axhausen (2012) Within-day replanning of exceptional events, paper presented at the 91<sup>st</sup> Annual meeting of the Transportation Research Board, Washington D.C.
- Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat (2009) Zonenpläne für die Notfallplanung, [http://www.ensi.ch/fileadmin/deutsch/files/Zonenplaene\\_vollversion\\_D.pdf](http://www.ensi.ch/fileadmin/deutsch/files/Zonenplaene_vollversion_D.pdf), 22.06.2011.
- Hensher, D. und W. Greene (2003) The Mixed Logit model: The state of practice, *Transportation*, **30**(2) 133-176.
- Hess, S., M. Ben-Akiva und J. Walker (2011) *Advantages of latent class over continuous mixture of Logit models*, Working paper, University Press, Harrisburg.
- Kiefer, J.J., P. Jenkins und S. Laska (2009) City-assisted evacuation plan: Participant Survey Report, New Orleans Office of Emergency Preparedness, <http://chart.uno.edu/docs/City%20Assisted%20Evacuation%20Plan%20Evaluation%202009.pdf>, 28.06.2011.

- Koot, J., M. Kowald und K.W. Axhausen (2012) Modelling behaviour during a large-scale evacuation. A latent class model to predict evacuation behaviour, paper presented at the 12<sup>th</sup> Swiss Transport Research Conference, Ascona, May 2012.
- Kowald, M., C. Dobler und K.W. Axhausen (2011) Der Einfluss sozialer Kontakte in grossräumigen Evakuierungsereignissen, *Arbeitsberichte Verkehrs- und Raumplanung*, **683**, IVT, ETH Zürich, Zürich.
- Kowald, M., C. Dobler und K.W. Axhausen (2012) Soziales Verhalten in gross-räumigen Evakuierungsereignissen: Ergebnisse einer Expertenbefragung, *Arbeitsberichte Verkehrs- und Raumplanung*, **710**, IVT, ETH Zürich, Zürich.
- Louviere, J.J., D.A. Hensher and J.D. Swait (2000) Stated choice methods. Analysis and application, Cambridge, New York.
- R Development Core Team (2010) R: A language and environment for statistical computing, R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Schweizerischer Bundesrat (2003) Verordnung über die Sicherheit der Stauanlagen, [www.admin.ch/ch/d/sr/7/721.102.de.pdf](http://www.admin.ch/ch/d/sr/7/721.102.de.pdf), 04.07.2011.
- Stahel, W.A. (2009) *Statistische Datenanalyse. Eine Einführung für Naturwissenschaftler*, Vieweg + Teubner, Wiesbaden.
- Train, K.E. (2009) *Discrete Choice Methods with Simulation*, Cambridge, New York.
- Wheeler, B. (2012) AlgDesign: Algorithmic Experimental Design. R package version 1.1-2, <http://CRAN.R-project.org/package=AlgDesign>.



Eidgenössische Technische Hochschule Zürich  
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

IVT-Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme

Prof. Kay W. Axhausen

ETH Zürich  
CH-8093 Zürich  
www.ivt.ethz.ch

## Anhang A

Zürich, Datum

Sehr geehrter [Briefanrede],

### **Wir bitten Sie um Mithilfe bei einem aktuellen Forschungsprojekt!**

Seit rund zwei Jahren untersuchen das Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS) und die Eidgenössische Technische Hochschule (ETH) im Rahmen eines gemeinsamen Forschungsprojektes das Thema Bevölkerungsevakuationen.

Um das Verhalten der Bevölkerung in solchen Situationen besser verstehen zu können, bitten wir Sie nun um Ihre Mithilfe bei einer Befragung. Ziel dieser Befragung ist es Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen Evakuierungsbedingungen und menschlichen Verhaltensweisen zu ermitteln. Detaillierte Kenntnisse über solche Zusammenhänge sind nötig, um in extremen Ereignissen wie Fluten, Bränden oder industriellen Unfällen angemessen reagieren zu können.

### **Wie kann ich teilnehmen?**

Ihre Teilnahme an dieser Befragung ist sehr wichtig, aber natürlich freiwillig. Bitte bedenken Sie, dass Sie durch Ihre Teilnahme einen wichtigen Beitrag zum Bevölkerungsschutz in der Schweiz leisten.

**Bitte füllen Sie den beiliegenden Fragebogen aus (Zeitbedarf ca. 15-20 Minuten) und schicken Sie ihn im ebenfalls beiliegenden Antwortcouvert bis 10 Januar 2012** an Dichter Research zurück. Dieses Marktforschungsinstitut wurde von uns mit der anonymen Durchführung der Befragung beauftragt.

### **Ihre Angaben werden absolut vertraulich behandelt!**

Ihre Angaben werden streng vertraulich und anonym behandelt. In diesem Projekt geht es darum, anonyme statistische Zusammenhänge aufzudecken, nicht Aussagen über Einzelpersonen zu ermöglichen. Falls Sie trotz Anonymitätsgarantie nicht alle Fragen beantworten wollen oder können, so senden Sie den Fragebogen bitte auch unvollständig ausgefüllt zurück.

Sollten Sie Fragen haben, richten Sie diese bitte per Telefon oder E-Mail an Herrn Christoph Dobler.

Wir bedanken uns bereits im Voraus ganz herzlich für Ihre Mitarbeit.

Mit freundlichen Grüssen

Prof. Kay W. Axhausen

Rückfragen (ab 03.01.2012) zur Befragung richten Sie bitte an:

ETH Zürich  
Christoph Dobler  
Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme  
Wolfgang-Pauli-Str. 15  
8093 Zürich  
Telefon: 0041/44 633 65 29  
E-Mail: [dobler@ivt.baug.ethz.ch](mailto:dobler@ivt.baug.ethz.ch)

Rückfragen (ab 03.01.2012) zum Projekt richten Sie bitte an:

Bundesamt für Bevölkerungsschutz BABS  
Dr. Stephan Zellmeyer  
Konzeption und Koordination  
Monbijoustrasse 51A  
3003 Bern  
Telefon: 0041/31 322 94 01  
[stephan.zellmeyer@babs.admin.ch](mailto:stephan.zellmeyer@babs.admin.ch)



## Anhang B

### Teil A: Allgemeine Fragen zum Evakuierungsverhalten

Gerne möchten wir Sie zunächst nach Ihren Vorlieben in Bezug auf ausgewählte Aspekte von Evakuierungssituationen fragen. Bitte berichten Sie dazu die Rangfolge, in der Sie die angebotenen Auswahlmöglichkeiten nutzen würden.

*Ein banales Beispiel für eine Rangfolge: Bitte geben Sie Ihre Vorliebe in Bezug auf die Farbe von Kleidungsstücken an. Berichten Sie die Reihenfolge, in der Sie einen Pullover (links) und eine Hose (rechts) in den folgenden Farben kaufen würde.*

*Angenommen Ihre Lieblingsfarbe für einen Pullover wäre gelb, Ihre zweitliebste Farbe rot, dann blau und grün. Ihre Vorliebe für eine Hose wäre blau gefolgt von grün usw. Dann sähe Ihre Liste so aus:*

Pullover		Hose
2	Rot	3
1	Gelb	4
4	Grün	2
3	Blau	1

Bitte beantworten Sie die folgenden allgemeinen Fragen zu Evakuierungssituationen. Stellen Sie sich vor, dass Sie aufgrund eines Unglücksfalls und eines daraus resultierenden Gesundheitsrisikos evakuiert werden müssen.

1. Bitte geben Sie an, in welcher Reihenfolge (1-4) Sie versuchen würden bei den angegebenen Stellen im Falle einer Evakuierung Unterkunft zu finden. Geben Sie Ihre Rangfolge für kurze Evakuierungen (1-3 Tage) links, für lange Evakuierungen (über eine Woche) rechts an.

Kurze Dauer		Lange Dauer
	Öffentliche Notunterkünfte	
	Familienmitglieder	
	Freunde/Bekannte	
	Hotels/Pensionen	

2. In welcher Reihenfolge (1-5) würden Sie versuchen die unten aufgeführten Transportmöglichkeiten zu nutzen, um das betroffene Gebiet zu verlassen. Bitte geben Sie Ihre Rangfolge für eine geringe Evakuierungsdistanz (3 Kilometer oder weniger) links, für eine weite Distanz (5 Kilometer oder mehr) rechts an.

Geringe Distanz		Weite Distanz
	Zu Fuss	
	Fahrrad	
	Im eigenen Personenwagen	
	Mit bekannten Personen in deren Wagen	
	Öffentlicher Personennahverkehr	

3. Falls Ihrem Haushalt ein eigener Personenwagen zur Verfügung steht, könnten Sie sich vorstellen in diesem Personenwagen weitere, nicht zu Ihrem Haushalt gehörende Menschen mitzunehmen (z.B. Menschen, die zu Fuss unterwegs sind)? Bitte kreuzen Sie Ihre Entscheidung an:

<input type="checkbox"/>	Ja, aber nur wenn Platz vorhanden wäre
<input type="checkbox"/>	Ja, ich würde Platz schaffen und notfalls persönliche Gegenstände zurück lassen
<input type="checkbox"/>	Nein, ich würde keine weiteren Personen mitnehmen

4. Angenommen Ihrem Haushalt steht zum Zeitpunkt des Evakuierungsaufwurfes kein Personenwagen zur Verfügung: Kennen Sie Menschen, bei denen Sie sich in einem solchen Fall absolut sicher sind, dass diese Sie in ihrem Wagen mitnehmen würden oder würden Sie lieber auf zur Verfügung gestellte Sonderverkehrsmittel (z.B. Busse, Taxen, etc.) zurückgreifen?

<input type="checkbox"/>	Ich kenne Personen die mich sicher in Ihrem Wagen mitnehmen würden
<input type="checkbox"/>	Ich würde lieber auf Sonderverkehrsmittel (z.B. Busse, Taxen, etc) zurückgreifen

5. Bitte geben Sie für jede Evakuierungsursache an, welche Distanz Sie zurücklegen würden. Würden Sie versuchen nah an der Evakuierungsgrenze zu bleiben oder würden Sie versuchen einen zusätzlichen Sicherheitsabstand zwischen sich und die Evakuierungsgrenze zu bringen?

	Nah an der Evakuierungsgrenze	Zusätzlicher Sicherheitsabstand
Bruch einer Talsperre / Überflutung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Austritt chemischer Stoffe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Feuer / giftige Brandgase	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Atomare Strahlung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6. Angenommen Sie sind zum Zeitpunkt der Evakuierungsaufforderung von Ihrer Familie oder anderen Ihnen nahe stehenden Menschen getrennt. Wo würden Sie in einem solchen Fall versuchen Ihre Angehörigen zu treffen? Bitte kreuzen Sie links Ihre Antwort für eine eilige Evakuierung (weniger als 3 Stunden Zeit) und rechts für eine Evakuierung mit mehr Zeit (etwa 8 Stunden) an.

Eilige Evakuierung

Nicht eilige Evakuierung

<input type="checkbox"/>	Innerhalb der Evakuierungszone	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Ausserhalb der Evakuierungszone	<input type="checkbox"/>

## Teil B: Ihre Reaktion in Evakuierungssituationen

Im folgenden Teil des Fragebogens geht es um Ihre Reaktion auf konkrete Evakuierungssituationen. Dazu werden Ihnen neun Situationen vorgegeben, in denen Sie zu einer Evakuierung aufgerufen sind. Die Situationen unterscheiden sich in bestimmten Merkmalen. Ein Beispiel, wie die genannten Merkmale zu verstehen sind, finden Sie hier:

<b>Beispiel</b>			
Art des Unglücks	Austritt chemischer Stoffe		
Quelle der Evakuierungsaufforderung	Sirenenalarm		
Quelle der Warnungsbestätigung	soziale Kontakte / Nachbarn		
Sind alle Haushaltsmitglieder an einem Ort versammelt?	Nein		
Zeitraum für die Evakuierung	die Zeit drängt		
Abstand von der Gefahrenquelle in Kilometern	2 Kilometer		
Strecke bis zur Evakuierungsgrenze in Kilometern	5 Kilometer		
			
	<b>Sofortige Evakuierung</b>	<b>Abwarten und später Evakuieren</b>	<b>Keine Evakuierung</b>
Bitte kreuzen Sie Ihre Entscheidung an:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

In der oben geschilderten Situation treten gesundheitsgefährdende chemische Stoffe, etwa nach einer Zugentgleisung, aus. Durch einen Sirenenalarm sind Sie aufmerksam geworden. Ihnen bekannte Personen bestätigen das Unglück. Sie erfahren, dass Sie aufgerufen sind sich so schnell wie möglich in Sicherheit zu bringen. Momentan sind sie von Ihren Familien-/Haushaltsmitgliedern getrennt. Sie befinden sich in 2 Kilometern Abstand vom Unglücksort und sollen noch 5 zusätzliche Kilometer zwischen sich und die Gefahrenquelle bringen. Der Radius der Evakuierung beträgt also 7 Kilometer. Wie entscheiden sie sich?

- Evakuieren Sie sofort, lassen also alles stehen und liegen und versuchen das Gebiet schnellstmöglich zu verlassen?
- Warten Sie erst einmal ab, wie sich die Lage entwickelt, packen vielleicht zunächst ein paar Sachen, warten auf weitere Personen und evakuieren später?
- Oder nehmen Sie gar nicht an der Evakuierung teil?

Bitte lesen Sie sich die folgende Situation sorgfältig durch und versetzen Sie sich in die geschilderte Situation hinein. Bitte kreuzen Sie unten an, wie Sie sich entscheiden:

- Evakuieren Sie sofort, lassen also alles stehen und liegen und versuchen das Gebiet schnellstmöglich zu verlassen?
- Warten Sie erst einmal ab, wie sich die Lage entwickelt, packen vielleicht zunächst ein paar Sachen, warten auf weitere Personen und evakuieren später?
- Oder nehmen Sie gar nicht an der Evakuierung teil?

Situation: 1 1			
Art des Unglücks	Feuer / giftige Brandgase		
Quelle der Evakuierungsaufforderung	Sondersendungen im Fernsehen oder Radio		
Quelle der Warnungsbestätigung	Meldungen in den Medien		
Sind alle Haushaltsmitglieder an einem Ort versammelt?	Nein		
Zeitraum für die Evakuierung	Die Zeit drängt		
Abstand von der Gefahrenquelle in Kilometern	2 Kilometer		
Strecke bis zur Evakuierungsgrenze in Kilometern	2 Kilometer		
			
	Sofortige Evakuierung	Abwarten und später evakuieren	Keine Evakuierung
Bitte kreuzen Sie Ihre Entscheidung an:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Bitte lesen Sie sich die folgende Situation sorgfältig durch und versetzen Sie sich in die geschilderte Situation hinein. Bitte kreuzen Sie unten an, wie Sie sich entscheiden:

- Evakuieren Sie sofort, lassen also alles stehen und liegen und versuchen das Gebiet schnellstmöglich zu verlassen?
- Warten Sie erst einmal ab, wie sich die Lage entwickelt, packen vielleicht zunächst ein paar Sachen, warten auf weitere Personen und evakuieren später?
- Oder nehmen Sie gar nicht an der Evakuierung teil?

Situation: 1 2			
Art des Unglücks	Überflutung		
Quelle der Evakuierungsaufforderung	Familienmitglieder / Freunde / Bekannte		
Quelle der Warnungsbestätigung	Meldungen in den Medien		
Sind alle Haushaltsmitglieder an einem Ort versammelt?	Ja		
Zeitraum für die Evakuierung	8 Stunden		
Abstand von der Gefahrenquelle in Kilometern	2 Kilometer		
Strecke bis zur Evakuierungsgrenze in Kilometern	2 Kilometer		
			
	Sofortige Evakuierung	Abwarten und später evakuieren	Keine Evakuierung
Bitte kreuzen Sie Ihre Entscheidung an:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Bitte lesen Sie sich die folgende Situation sorgfältig durch und versetzen Sie sich in die geschilderte Situation hinein. Bitte kreuzen Sie unten an, wie Sie sich entscheiden:

- Evakuieren Sie sofort, lassen also alles stehen und liegen und versuchen das Gebiet schnellstmöglich zu verlassen?
- Warten Sie erst einmal ab, wie sich die Lage entwickelt, packen vielleicht zunächst ein paar Sachen, warten auf weitere Personen und evakuieren später?
- Oder nehmen Sie gar nicht an der Evakuierung teil?

Situation: 1_3			
Art des Unglücks	Überflutung		
Quelle der Evakuierungsaufforderung	Familienmitglieder / Freunde / Bekannte		
Quelle der Warnungsbestätigung	Meldungen in den Medien		
Sind alle Haushaltsmitglieder an einem Ort versammelt?	Ja		
Zeitraum für die Evakuierung	Die Zeit drängt		
Abstand von der Gefahrenquelle in Kilometern	5 Kilometer		
Strecke bis zur Evakuierungsgrenze in Kilometern	2 Kilometer		
			
	Sofortige Evakuierung	Abwarten und später evakuieren	Keine Evakuierung
Bitte kreuzen Sie Ihre Entscheidung an:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Bitte lesen Sie sich die folgende Situation sorgfältig durch und versetzen Sie sich in die geschilderte Situation hinein. Bitte kreuzen Sie unten an, wie Sie sich entscheiden:

- Evakuieren Sie sofort, lassen also alles stehen und liegen und versuchen das Gebiet schnellstmöglich zu verlassen?
- Warten Sie erst einmal ab, wie sich die Lage entwickelt, packen vielleicht zunächst ein paar Sachen, warten auf weitere Personen und evakuieren später?
- Oder nehmen Sie gar nicht an der Evakuierung teil?

Situation: 1_4			
Art des Unglücks	Atomare Strahlung		
Quelle der Evakuierungsaufforderung	Sondersendungen im Fernsehen oder Radio		
Quelle der Warnungsbestätigung	Meldungen in den Medien		
Sind alle Haushaltsmitglieder an einem Ort versammelt?	Nein		
Zeitraum für die Evakuierung	16 Stunden		
Abstand von der Gefahrenquelle in Kilometern	10 Kilometer		
Strecke bis zur Evakuierungsgrenze in Kilometern	2 Kilometer		
			
	Sofortige Evakuierung	Abwarten und später evakuieren	Keine Evakuierung
Bitte kreuzen Sie Ihre Entscheidung an:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Bitte lesen Sie sich die folgende Situation sorgfältig durch und versetzen Sie sich in die geschilderte Situation hinein. Bitte kreuzen Sie unten an, wie Sie sich entscheiden:

- Evakuieren Sie sofort, lassen also alles stehen und liegen und versuchen das Gebiet schnellstmöglich zu verlassen?
- Warten Sie erst einmal ab, wie sich die Lage entwickelt, packen vielleicht zunächst ein paar Sachen, warten auf weitere Personen und evakuieren später?
- Oder nehmen Sie gar nicht an der Evakuierung teil?

Situation: 1_5			
Art des Unglücks	Feuer / giftige Brandgase		
Quelle der Evakuierungsaufforderung	Sirenenalarm		
Quelle der Warnungsbestätigung	Meldungen in den Medien		
Sind alle Haushaltsmitglieder an einem Ort versammelt?	Ja		
Zeitraum für die Evakuierung	Die Zeit drängt		
Abstand von der Gefahrenquelle in Kilometern	2 Kilometer		
Strecke bis zur Evakuierungsgrenze in Kilometern	5 Kilometer		
			
	Sofortige Evakuierung	Abwarten und später evakuieren	Keine Evakuierung
Bitte kreuzen Sie Ihre Entscheidung an:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Bitte lesen Sie sich die folgende Situation sorgfältig durch und versetzen Sie sich in die geschilderte Situation hinein. Bitte kreuzen Sie unten an, wie Sie sich entscheiden:

- Evakuieren Sie sofort, lassen also alles stehen und liegen und versuchen das Gebiet schnellstmöglich zu verlassen?
- Warten Sie erst einmal ab, wie sich die Lage entwickelt, packen vielleicht zunächst ein paar Sachen, warten auf weitere Personen und evakuieren später?
- Oder nehmen Sie gar nicht an der Evakuierung teil?

Situation: 1_6			
Art des Unglücks	Überflutung		
Quelle der Evakuierungsaufforderung	Sondersendungen im Fernsehen oder Radio		
Quelle der Warnungsbestätigung	Soziale Kontakte / Nachbarn		
Sind alle Haushaltsmitglieder an einem Ort versammelt?	Ja		
Zeitraum für die Evakuierung	8 Stunden		
Abstand von der Gefahrenquelle in Kilometern	2 Kilometer		
Strecke bis zur Evakuierungsgrenze in Kilometern	5 Kilometer		
			
	Sofortige Evakuierung	Abwarten und später evakuieren	Keine Evakuierung
Bitte kreuzen Sie Ihre Entscheidung an:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Bitte lesen Sie sich die folgende Situation sorgfältig durch und versetzen Sie sich in die geschilderte Situation hinein. Bitte kreuzen Sie unten an, wie Sie sich entscheiden:

- Evakuieren Sie sofort, lassen also alles stehen und liegen und versuchen das Gebiet schnellstmöglich zu verlassen?
- Warten Sie erst einmal ab, wie sich die Lage entwickelt, packen vielleicht zunächst ein paar Sachen, warten auf weitere Personen und evakuieren später?
- Oder nehmen Sie gar nicht an der Evakuierung teil?

Situation: 1_7			
Art des Unglücks	Atomare Strahlung		
Quelle der Evakuierungsaufforderung	Familienmitglieder / Freunde / Bekannte		
Quelle der Warnungsbestätigung	Meldungen in den Medien		
Sind alle Haushaltsmitglieder an einem Ort versammelt?	Ja		
Zeitraum für die Evakuierung	8 Stunden		
Abstand von der Gefahrenquelle in Kilometern	10 Kilometer		
Strecke bis zur Evakuierungsgrenze in Kilometern	5 Kilometer		
			
	Sofortige Evakuierung	Abwarten und später evakuieren	Keine Evakuierung
Bitte kreuzen Sie Ihre Entscheidung an:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Bitte lesen Sie sich die folgende Situation sorgfältig durch und versetzen Sie sich in die geschilderte Situation hinein. Bitte kreuzen Sie unten an, wie Sie sich entscheiden:

- Evakuieren Sie sofort, lassen also alles stehen und liegen und versuchen das Gebiet schnellstmöglich zu verlassen?
- Warten Sie erst einmal ab, wie sich die Lage entwickelt, packen vielleicht zunächst ein paar Sachen, warten auf weitere Personen und evakuieren später?
- Oder nehmen Sie gar nicht an der Evakuierung teil?

Situation: 1 8			
Art des Unglücks	Atomare Strahlung		
Quelle der Evakuierungsaufforderung	Sirenenalarm		
Quelle der Warnungsbestätigung	Meldungen in den Medien		
Sind alle Haushaltsmitglieder an einem Ort versammelt?	Nein		
Zeitraum für die Evakuierung	16 Stunden		
Abstand von der Gefahrenquelle in Kilometern	2 Kilometer		
Strecke bis zur Evakuierungsgrenze in Kilometern	10 Kilometer		
			
	Sofortige Evakuierung	Abwarten und später evakuieren	Keine Evakuierung
Bitte kreuzen Sie Ihre Entscheidung an:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Bitte lesen Sie sich die folgende Situation sorgfältig durch und versetzen Sie sich in die geschilderte Situation hinein. Bitte kreuzen Sie unten an, wie Sie sich entscheiden:

- Evakuieren Sie sofort, lassen also alles stehen und liegen und versuchen das Gebiet schnellstmöglich zu verlassen?
- Warten Sie erst einmal ab, wie sich die Lage entwickelt, packen vielleicht zunächst ein paar Sachen, warten auf weitere Personen und evakuieren später?
- Oder nehmen Sie gar nicht an der Evakuierung teil?

Situation: 1_9			
Art des Unglücks	Atomare Strahlung		
Quelle der Evakuierungsaufforderung	Sirenenalarm		
Quelle der Warnungsbestätigung	Einsatzkräfte von Polizei / Feuerwehr		
Sind alle Haushaltsmitglieder an einem Ort versammelt?	Nein		
Zeitraum für die Evakuierung	Die Zeit drängt		
Abstand von der Gefahrenquelle in Kilometern	10 Kilometer		
Strecke bis zur Evakuierungsgrenze in Kilometern	10 Kilometer		
			
	Sofortige Evakuierung	Abwarten und später evakuieren	Keine Evakuierung
Bitte kreuzen Sie Ihre Entscheidung an:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

## Teil C: Personenfragebogen

Bitte beantworten Sie die folgenden Fragen zu Ihrer Person.

16. Besitzen Sie einen Auto-Führerausweis?

- 
- Ja
- 
- 
- Nein

17. Wie häufig steht Ihnen ein Personenwagen zur Verfügung?

- 
- immer
- 
- 
- häufig
- 
- 
- selten
- 
- 
- nie

18. Sind Sie ...?

- 
- männlich
- 
- 
- weiblich

19. In welchem Jahr wurden Sie geboren?

20. Welchen Familienstand haben Sie?

- 
- ledig
- 
- 
- verheiratet
- 
- 
- geschieden
- 
- 
- verwitwet
- 
- 
- verheiratet, in Trennung lebend

21. Welche erste Staatsbürgerschaft besitzen Sie?

22. Heutzutage gibt es viele Menschen, die aufgrund körperlicher oder geistiger Beschwerden in Ihrem Aktivitäts- und Mobilitätsverhalten eingeschränkt sind. Falls dies auch auf Sie zutrifft, möchten wir Sie fragen, wie weit Sie ohne Hilfe gehen können OHNE anhalten zu müssen oder starke Schmerzen zu haben.

- Ich habe keine solchen Beschwerden → weiter bei Frage 24
- 500 Meter oder mehr
- 200 Meter oder mehr
- Mehr als ein paar Schritte aber weniger als 200 Meter
- Nur ein paar Schritte
- Ich kann überhaupt nicht gehen

23. Falls Sie in Ihrem Aktivitäts- und Mobilitätsverhalten eingeschränkt sind, können Sie sich ohne fremde Hilfe mit dem Rollstuhl fortbewegen?

- Ja
- Nein

24. Welchen höchsten Ausbildungsabschluss haben Sie erworben?

- Primarschul- oder Grundschulabschluss
- eidg. Fachausweis / eidg. Diplom
- Sekundarschul- oder Realschulabschluss
- Maturität / Abitur
- Lehrabschluss
- Fachhochschulabschluss
- Universitäts- / Hochschulabschluss

25. Wie hoch ist das monatliche Einkommen Ihres Haushalts vor Abzug der Steuern insgesamt (gemeint ist das Bruttoeinkommen aller Personen aus Arbeit, Nebeneinkünften, Verpachtung / Vermietung, staatlichen Zuwendungen, Zinsen etc.)?

- Unter 3.300 CHF
- 3.301 bis 4.600 CHF
- 4.601 bis 5.700 CHF
- 5.701 bis 7.000 CHF
- 7.001 bis 8.000 CHF
- 8.001 bis 9.100 CHF
- 9.101 bis 10.400 CHF
- 10.401 bis 12.100 CHF
- 12.101 bis 15.500 CHF
- Über 15.501 CHF

26. Sind Sie hauptsächlich...?

	<input type="checkbox"/> In Ausbildung / Lehre
	<input type="checkbox"/> Vollzeit berufstätig
	<input type="checkbox"/> Teilzeit berufstätig
	<input type="checkbox"/> Auf Arbeitssuche → (weiter bei Frage 30)
	<input type="checkbox"/> Hausmann / -Frau → (weiter bei Frage 30)
	<input type="checkbox"/> Rentner / Rentnerin → (weiter bei Frage 30)
	<input type="checkbox"/> Erwerbsunfähig → (weiter bei Frage 30)

27. Mit welchem Beschäftigungsgrad sind Sie bei ihrem Hauptarbeitgeber angestellt bzw. bis zu welchem Grad nimmt Sie ihre Selbständigkeit in Anspruch?

%
---

28. Wenn Sie berufstätig sind, wo sind Sie dies zum überwiegenden Teil?

<input type="checkbox"/> An einem Arbeitsplatz zuhause
<input type="checkbox"/> An einem festen Arbeitsplatz ausser Haus
<input type="checkbox"/> An ständig wechselnden Orten / Im Aussendienst

29. Bitte geben Sie die Adresse Ihres Arbeitsortes so detailliert wie möglich an. Nennen Sie bitte auch den Firmennamen.

Strasse und Nummer	
PLZ und Ort	
Land	
Firmenname	

30. Bitte geben Sie die Adresse Ihres ersten Wohnsitzes so detailliert wie möglich an.

Strasse und Nummer	
PLZ und Ort	
Land	

31. Leben Sie an diesem Ort mit Ihrer Familie oder anderen Ihnen wichtigen Menschen zusammen?

<input type="checkbox"/> Ja
<input type="checkbox"/> Nein

32. An welchem Ort halten Sie sich an einem durchschnittlichem Wochentag um 9:00 Uhr morgens auf? Bitte geben Sie die Adresse so detailliert wie möglich an. Falls Sie die exakte Adresse nicht kennen oder nachschlagen können, nennen Sie bitte den Namen des Platzes/der Einrichtung.

<input type="checkbox"/> Ich halte mich an meinem 1. Wohnsitz auf
<input type="checkbox"/> Ich halte mich an meinem Arbeitsplatz auf
<input type="checkbox"/> Ich halte mich an einem anderen Ort auf: _____

Strasse und Nummer	
PLZ und Ort	
Land	
Name Platz / Einrichtung	

33. An welchem Ort halten Sie sich an einem durchschnittlichem Wochentag um 17:00 Uhr mittags auf? Bitte geben Sie die Adresse so detailliert wie möglich an. Falls Sie die exakte Adresse nicht kennen oder nachschlagen können, nennen Sie bitte den Namen des Platzes/der Einrichtung.

<input type="checkbox"/> Ich halte mich an meinem 1. Wohnsitz auf
<input type="checkbox"/> Ich halte mich an meinem Arbeitsplatz auf
<input type="checkbox"/> Ich halte mich an einem anderen Ort auf: _____

Strasse und Nummer	
PLZ und Ort	
Land	
Name Platz / Einrichtung	

34. An welchem Ort halten Sie sich an einem durchschnittlichem Wochentag um 0:00 Uhr nachts auf? Bitte geben Sie die Adresse so detailliert wie möglich an. Falls Sie die exakte Adresse nicht kennen oder nachschlagen können, nennen Sie bitte den Namen des Platzes/der Einrichtung.

<input type="checkbox"/> Ich halte mich an meinem 1. Wohnsitz auf
<input type="checkbox"/> Ich halte mich an meinem Arbeitsplatz auf
<input type="checkbox"/> Ich halte mich an einem anderen Ort auf: _____

Strasse und Nummer	
PLZ und Ort	
Land	
Name Platz / Einrichtung	

35. Bitte beantworten Sie die folgenden Fragen zu allen Personen ausser Ihnen, die in Ihrem Haushalt leben. Sollten Sie alleine leben, lassen sie diese Fragen bitte unbeantwortet.

Person	Alter	Ist die Person hauptsächlich...?							Wo trifft man die Person an Wochentag...	Adresse	PLZ	Ort
		in Ausbildung							<i>Strasse und Nummer oder, falls Sie die Adresse nicht kennen, der Name des Platzes / der Firma oder Einrichtung.</i>			
		vollzeit berufstätig	X									
		teilzeit berufstätig										
		auf Arbeitssuche										
		Hausmann/-frau										
		Rentner / Rentnerin										
		Erwerbsunfähig										
<b>Beispiel</b>	33							Um 9:00 Uhr morgens	Wolfgang-Pauli-Str. 15	8093	Zürich	
								Um 17:00 Uhr nachmittags	Rütistr. 3	8057	Zürich	
								Um 0:00 Uhr nachts	Quartierstr. 99	8064	Winterthur	
<b>Person 1</b>								Um 9:00 Uhr morgens				
								Um 17:00 Uhr nachmittags				
								Um 0:00 Uhr nachts				
<b>Person 2</b>								Um 9:00 Uhr morgens				
								Um 17:00 Uhr nachmittags				
								Um 0:00 Uhr nachts				



Vielen Dank für Ihre Teilnahme an dieser Befragung! Falls Sie weitere Anmerkungen zum Thema ‚Evakuierung‘, zum Forschungsprojekt oder dem Fragebogen haben, können Sie diese gerne hier niederschreiben. Wir werden Ihre Anregungen lesen und Ihre Gedanken in die Auswertung einfließen zu lassen.

Für Kontakt zum Forschungsteam wenden Sie sich bitte an:

ETH Zürich

Christoph Dobler

Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT)

Wolfgang-Pauli-Str. 15

8093 Zürich

Schweiz

Telefon: +41 44 633 65 29

E-Mail: [dobler@ivt.baug.ethz.ch](mailto:dobler@ivt.baug.ethz.ch)





Eidgenössische Technische Hochschule Zürich  
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

IVT-Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme

Prof. Kay W. Axhausen

ETH Zürich  
CH-8093 Zürich  
www.ivt.ethz.ch

## Anhang C

Zürich, Datum

Sehr geehrter Briefanrede,

### **gerne möchten wir Sie an unsere Bitte um Mithilfe bei einem Forschungsprojekt erinnern!**

vor etwa drei Wochen haben wir Ihnen Unterlagen zu einem Forschungsprojekt zum Zusammenhang zwischen unterschiedlichen Evakuierungsbedingungen und menschlichen Verhaltensweisen zugeschickt. Leider haben wir bisher noch keine Antwort von Ihnen erhalten.

Natürlich ist Ihre Teilnahme an der Befragung freiwillig. Doch möchten wir Sie daran erinnern, dass jede einzelne Antwort für uns sehr wichtig ist. Die Befragung hilft das Verhalten der Bevölkerung in extremen Situationen wie Fluten, Bränden oder industriellen Unfällen besser zu verstehen und angemessen reagieren zu können. Bitte bedenken Sie, dass Sie durch Ihre Teilnahme einen wichtigen Beitrag zum Bevölkerungsschutz in der Schweiz liefern.

Wir möchten Sie nochmals bitten, sich die Zeit zu nehmen und an der Befragung teilzunehmen. Wir garantieren, dass Ihre Angaben streng vertraulich und anonym behandelt werden. Eine Zuordnung von Angaben zu Ihrer Person ist nicht möglich. Es entstehen Ihnen keine Kosten. Bitte schicken Sie den Fragebogen im beiliegenden Antwortcouvert bis am 12. Dezember 2011 an uns zurück.

Falls Sie Fragen haben, steht Ihnen Herr Christoph Dobler gerne zur Verfügung.

Wir bedanken uns ganz herzlich im Voraus für Ihre wertvolle Unterstützung.

Mit freundlichen Grüssen

Prof. Kay W. Axhausen

Rückfragen zur Befragung richten Sie sich bitte an:  
ETH Zürich  
Christoph Dobler  
Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme  
Wolfgang-Pauli-Str. 15  
8093 Zürich  
Telefon: 0041/44 633 65 29  
E-Mail: [dobler@ivt.baug.ethz.ch](mailto:dobler@ivt.baug.ethz.ch)



## Anhang D

### Die Fürsorger

$$V_{imm} = ASC_{imm} + \beta_{atom}^1 * d_{atom} + \beta_{chemie}^1 * d_{chemie} + \beta_{fire}^1 * d_{fire} + \beta_{time8}^1 * (1 + \beta_{hhunit1}^1 * hhunit) * d_{time8} + \beta_{time16}^1 * (1 + \beta_{hhunit2}^1 * d_{hhunit}) * d_{time16}$$

$$V_{lat} = ASC_{lat} + \beta_{atom}^2 * d_{atom} + \beta_{chemie}^2 * d_{chemie} + \beta_{fire}^2 * d_{fire} + \beta_{time8}^2 * (1 + \beta_{hhunit1}^2 * hhunit) * d_{time8} + \beta_{time16}^2 * (1 + \beta_{hhunit2}^2 * d_{hhunit}) * d_{time16}$$

### Die Unterstützungsbedürftigen

$$V_{imm} = ASC_{imm} + \beta_{atom}^1 * d_{atom} + \beta_{chemie}^1 * d_{chemie} + \beta_{fire}^1 * d_{fire} + \beta_{time8}^1 * d_{time8} + \beta_{time16}^1 * d_{time16} + \beta_{age30}^1 * d_{age30} + \beta_{age60}^1 * d_{age60}$$

$$V_{lat} = ASC_{lat} + \beta_{atom}^2 * d_{atom} + \beta_{chemie}^2 * d_{chemie} + \beta_{fire}^2 * d_{fire} + \beta_{time8}^2 * d_{time8} + \beta_{time16}^2 * d_{time16} + \beta_{age30}^2 * d_{age30} + \beta_{age60}^2 * d_{age60}$$

## Anhang E

$$V_{platz} = ASC_{platz} + \beta_{child}^1 * d_{child} + \beta_{driverl}^1 * d_{driverl} + \beta_{age30}^1 * d_{age30} + \beta_{age60}^1 * d_{age60}$$

$$V_{immer} = ASC_{immer} + \beta_{child}^2 * d_{child} + \beta_{driverl}^2 * d_{driverl} + \beta_{age30}^2 * d_{age30} + \beta_{age60}^2 * d_{age60}$$

## Anhang F

### Der Befragungsrücklauf

Kontakt	Abs.	%
Versendete Fragebögen	4049	100%
Motivationsanrufe...	3811	94.1%
...Personen erreicht	3429	84.7
...Personen nicht erreicht	382	9.4
Absagen	1316	32.5
Zusagen	2113	52.2
Fragebogen ausgefüllt zurück	874	21.6
Versendete Erinnerungsschreiben	1500	37.0
Teilnahme nach Erinnerung	134	3.3
Teilnahme absolut	1008	24.9