

Preferences for mitigating natural hazards on Alpine roads

a discrete choice approach

Doctoral Thesis

Author(s):

Rheinberger, Christoph Matthias

Publication date:

2009

Permanent link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-005922637>

Rights / license:

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

Diss. ETH NO. 18476

**PREFERENCES FOR MITIGATING NATURAL HAZARDS
ON ALPINE ROADS: A DISCRETE CHOICE APPROACH**

A dissertation submitted to
ETH ZURICH

for the degree of
Doctor of Sciences

presented by
CHRISTOPH MATTHIAS RHEINBERGER
Dipl. Ing. ETH Zurich

born December 12, 1978
citizen of the Principality of Liechtenstein

accepted on the recommendation of

Prof. Dr. Renate Schubert, examiner
Prof. Dr. Stefanie Engel, co-examiner
Dr. Michael Bründl, co-examiner

2009

Summary

The protection of society against natural hazards is an important public good. In contrast to other public goods, such as nature and landscape conservation, there has been no political opportunity for the Swiss people to express their preferences for protection against natural hazards. Thus, it is not clear to what extent the current protection of the public sphere against these hazards is in line with the preferences of the people. Yet, a welfare economic perspective on the allocation of mitigation measures against natural hazards considers not only the costs of mitigation, but also the societal willingness-to-pay for protection.

It is the goal of this thesis to make a contribution to the measurement of the societal willingness-to-pay for protection against natural hazards. Unlike the individual demand for private goods, the societal demand for mitigation measures cannot be predicted by market observations. Therefore, alternative valuation methods, which are not based on market observations, are necessary to measure the societal willingness-to-pay. Survey methods offer a way to elicit preferences for public goods. This thesis reports on three survey-based experiments that analyze societal preferences for traffic safety on Alpine roads in Switzerland. These stated-preference experiments allow not only the estimation of the societal willingness-to-pay for risk reductions, but also the analysis of other aspects of preferences for mitigation measures against natural and non-natural hazards on Alpine roads.

The first experiment uses the discrete choice approach, which is a stated-preference method that has seen increasing use in environmental economics to value non-market goods (see Kanninen 2007). The choice experiment was conducted with respondents from the city of Zurich and the mountainous region around Davos. Respondents were given choices between various safety programs against avalanches, rockfalls and common road hazards that endanger traffic on public roads in the Alps. Each of these traffic safety programs was described by the following four attributes, whose levels varied over the alternative programs: (i) the risk reduction in terms of the fatalities per year that could be avoided by a particular program; (ii) the period over which this program could mitigate risks; (iii) the hazard type against which the program is intended to protect; and (iv) the cost that the respondents would incur if the program was actually implemented. Based on the stated choices, one is able to statistically estimate the willingness-to-pay for risk reductions.

The individual willingness-to-pay for the implementation of the proposed traffic safety programs was, on average, between CHF 49.70 and 53.70, which implies a societal value of saving one statistical life in the range of CHF 7.64–8.26 million. Owing to the use of a conditional logit model with interaction effects, it was possible to identify statistical differences in the monetary valuation of the respondents. In particular, differences were found

between respondents from the two subsamples. Respondents from the city of Zurich were, *ceteris paribus*, willing to pay 30–36% more than respondents from the Davos region. Furthermore, respondents who had had a higher tax bill the previous year were willing to pay overproportionally more than respondents who had had a lower tax bill. By contrast, the description of the hazard type had only a marginal impact on the stated willingness-to-pay. The inclusion of a varying mitigation period even allowed the estimation of implicit discount rates for mortality risk reductions. These discount rates were in a range between 9 and 14%, depending on the model specifications.

The survey included a second choice experiment, which confronted the respondents with choices between the protection of two roads that had different risk profiles. Based on the provided information about the expected number of accidents and the expected number of fatalities, the respondents were asked to balance the accident frequency against the accident consequences (in terms of fatalities) in order to decide which of the two roads should be protected. It became apparent that the respondents weighted the accident frequency more in their decisions about protecting a road. This result is consistent with findings of behavioral economics, which indicate that most people exhibit risk-seeking behavior in decisions about prospects in the loss domain.

To validate the results of the second experiment, and to test whether hazard experts and lay people differ in their preferences for the reduction of mortality risks, a third experiment was conducted with Swiss natural hazard experts and natural scientists. This experiment used the tradeoff method developed by Wakker and Deneffe (1996), which allows the separation of the weighting of consequences and probabilities in utility tradeoffs between two uncertain prospects. Applied to a hypothetical disaster situation, the experiment reconfirms that most people assume the number of potential fatalities (i.e. the consequence of the prospect) as less important than the probability with which fatalities are to be expected.

In conclusion, the present thesis has shown that choice experiments provide a powerful framework to measure the societal willingness-to-pay for protection against natural hazards. Not only did the discrete choice approach enable the estimation of the value of statistical life, but it also allowed the identification of heterogeneity in the preferences for mortality risk reductions. The results of the experiments provide valuable insights for the management of natural hazards. By means of a case study, it is shown how these results can be profitably applied in cost-benefit analyses of natural hazard mitigation programs.

Zusammenfassung

Der Schutz der Bevölkerung vor Naturgefahren ist ein wichtiges öffentliches Gut. Im Gegensatz zu anderen öffentlichen Gütern, wie z.B. dem Natur- und Landschaftsschutz, hatte die Schweizer Bevölkerung in den letzten Jahren keine Möglichkeit, ihre Präferenzen für den Schutz vor Naturgefahren politisch zu äussern. Daher ist weitgehend unklar, inwiefern der heutige Schutz des öffentlichen Raums vor Naturgefahren den Präferenzen der Bevölkerung entspricht. Aus Sicht der Wohlfahrtsökonomie sind für die effiziente Bereitstellung von Schutzmassnahmen gegen Naturgefahren jedoch nicht nur deren Kosten, sondern auch die Zahlungsbereitschaft der Bevölkerung zu berücksichtigen.

Ziel dieser Dissertation ist es, einen Beitrag zur Erfassung der gesellschaftlichen Zahlungsbereitschaft für den Schutz vor Naturgefahren zu leisten. Anders als bei privaten Gütern kann der von der Bevölkerung nachgefragte Schutz nicht vom Marktverhalten der Bürger und Bürgerinnen abgeleitet werden. Zur Erfassung der gesellschaftlichen Zahlungsbereitschaft sind daher alternative Bewertungsmethoden notwendig, die nicht auf Marktbeobachtungen angewiesen sind. Befragungsstudien bieten eine Möglichkeit, Präferenzen für nicht handelbare Güter zu erfassen. Basierend auf drei Befragungsexperimenten werden in dieser Dissertation die Präferenzen der Bevölkerung für den Schutz vor Naturgefahren auf öffentlichen Strassen in den Bergregionen der Schweiz untersucht.

Das erste Experiment basiert auf der Discrete-Choice-Methodik, die in jüngerer Zeit häufig in der Umweltökonomik eingesetzt wird (vgl. Kanninen 2007). Dieses Choice-Experiment wurde im Rahmen einer schriftlichen Befragung mit Teilnehmenden aus der Stadt Zürich und der Region Prättigau/Davos durchgeführt. Dabei wurden den Befragten verschiedene Programme zum Schutz vor Lawinen, Steinschlag und anderen Gefahren auf öffentlichen Strassen im Berggebiet zur Auswahl vorgelegt. Die Schutzprogramme waren jeweils durch vier Attribute beschrieben, die sich in ihrer Ausprägung von Programm zu Programm unterschieden: (i) die Risikoreduktion in Form der Todesfälle pro Jahr, die ein spezifisches Programm verhindern könnte; (ii) die Dauer, über die das Programm wirksam wäre; (iii) die Hauptgefahr, gegen die das Programm schützen würde; und (iv) die Kosten, die den Befragten durch die Implementierung des Programms entstehen würden. Anhand der Auswahlentscheidungen konnte die Zahlungsbereitschaft für Risikoreduktionen berechnet werden.

Die individuelle Zahlungsbereitschaft für die Implementierung der vorgeschlagenen Schutzprogramme lag durchschnittlich zwischen 49,70 und 53,70 Franken, was einem gesellschaftlichen Wert zur Verhinderung eines statistischen Todesfalls von 7,64 bis 8,26 Millionen Franken entspricht. Durch die Verwendung eines Conditional-Logit-Modells mit Interaktionseffekten konnten statistische Unterschiede in der monetären Bewertung der Antwortenden

identifiziert werden. Es zeigten sich insbesondere Unterschiede zwischen den beiden Umfrage-Regionen. Befragte aus der Stadt Zürich hatten *ceteris paribus* eine um 30–36% höhere Zahlungsbereitschaft als Befragte aus der Region Prättigau/Davos. Des Weiteren unterschieden sich Befragte mit unterschiedlich hohen Steuerrechnungen hinsichtlich ihrer Zahlungsbereitschaft. Befragte mit höherer Steuerrechnung waren bereit, überproportional mehr zu bezahlen, als Befragte mit tieferer Steuerrechnung. Hingegen hatte die Nennung des Gefahrentyps einen unbedeutenden Einfluss auf die Zahlungsbereitschaft. Der Einbezug der Wirkungsdauer erlaubte es, implizite Diskontraten für die Reduktion von Todesrisiken zu schätzen. Je nach Modellspezifikation schwankten diese Diskontraten zwischen 9 und 14%.

Das zweite Choice-Experiment wurde im Rahmen derselben Befragung durchgeführt. In diesem Experiment wurden den Befragten Auswahlentscheidungen zu zwei Strassen mit unterschiedlichem Risikoprofil zur Bewertung vorgelegt. Die Befragten mussten anhand der Angaben zu der erwarteten Anzahl Unfälle und der erwarteten Anzahl Todesopfer die Unfallhäufigkeit gegen das Unfallausmass gegeneinander gewichten und entscheiden, welche der beiden Strassen geschützt werden sollte. Im Durchschnitt legten die Befragten mehr Gewicht auf die Unfallhäufigkeit. Diese Ergebnisse bestätigen Beobachtungen aus der Verhaltensökonomik, die zeigen, dass sich die meisten Menschen risikofreudig verhalten, wenn Sie mit verlustversprechenden Lotterien konfrontiert werden.

Um die Ergebnisse des zweiten Experiments zu validieren und um zu testen, ob sich Experten im Hinblick auf ihre Präferenzen bezüglich der Reduktion von Todesrisiken von Laien unterscheiden, wurde in einer weiteren Befragung mit Schweizer Naturgefahrenexperten und Naturforschenden ein drittes Experiment durchgeführt. Bei diesem Experiment wurde die Tradeoff-Methode nach Wakker und Deneffe (1996) eingesetzt, welche es erlaubt, die Gewichtung von Ausmass und Wahrscheinlichkeit in der Nutzenabwägung zwischen zwei unsicheren Ereignissen zu trennen. Angewendet auf ein hypothetisches Katastrophenfallszenario bestätigt das Experiment, dass die Anzahl potenzieller Todesopfer von den meisten Menschen als weniger wichtig eingeschätzt wird, als die Wahrscheinlichkeit, mit der es zu Todesopfern kommt.

Insgesamt zeigt diese Dissertation, dass die Discrete-Choice-Methodik ein leistungsfähiges Gerüst darstellt, um die Präferenzen der Bevölkerung im Hinblick auf die Reduktion von Todesrisiken zu analysieren. Die Methodik erlaubt es nicht nur, den sogenannten Wert eines statistischen Lebens zu beziffern, sondern kann auch Heterogenitätsstrukturen in den Präferenzen der Befragten identifizieren. Die Resultate der Experimente bieten neue Erkenntnisse, die für das Management von Naturgefahren von grossem Wert sind. Anhand eines Fallbeispiels wird gezeigt, wie diese Resultate in einer Kosten-Nutzen-Analyse für Schutzmassnahmen gegen Naturgefahren angewendet werden können.