



Semesterarbeit

Was ist ein veränderter Verkehrstoter den Schweizer Gemeinden wert?

Andreas Frei

Ralph Jud

**Semesterarbeit
Verkehrsplanung**

WS 03/04

Semesterarbeit Verkehrsplanung

Was ist ein verhinderter Verkehrstoter den Schweizer Gemeinden wert?

Andreas Frei
Friedackerstrasse 21
8050 Zürich

Ralph Jud
Isengrundstrasse 20
8134 Adliswil

Telefon: 079 641 81 33
freiandr@student.ethz.ch

Telefon: 079 785 39 29
judral@student.ethz.ch

WS 03/04

Kurzfassung

Um den Wert des Lebens in einer Kosten-Nutzen-Analyse zu monetarisieren, gibt es verschiedene Schätzverfahren. In den Schweizer Gemeinden erlaubt es die direkte Demokratie die Zahlungsbereitschaft des Volkes anhand ihrer Abstimmungen zu messen. Die Bürgerinnen und Bürger stimmen über Verkehrssicherheitsverbessernde Projekte ab und ordnen somit dem Leben explizit einen Wert zu. Dieses Verfahren zur Ermittlung des Wertes eines einsparbaren Lebens, wird in dieser Arbeit erläutert und angewandt.

Der erste Teil der Arbeit, setzt sich vor allem mit der Verkehrssicherheitsbeurteilung auseinander, während im zweiten Teil die Zahlungsbereitschaft des Volkes berechnet wird.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Geschichtlicher Hintergrund	1
1.2	Der „Value of a Statistical Life“ Ansatz	3
1.3	Schätzverfahren.....	4
2	Ausgangsdaten.....	9
2.1	Beschaffung der Daten.....	9
2.2	Ergänzung der Daten.....	21
2.3	Ansatz für den statistischen Wert des Lebens	33
3	Auswertung der Daten	36
3.1	Deskriptive Messreihe	36
3.2	Wert eines statistisch einsparbaren Lebens.....	38
4	Fazit.....	43
5	Danksagung.....	45
6	Literatur.....	46
7	Anhänge	48
7.1	Anhang 1: Unfallhäufigkeit Ist-Situation.....	48
7.2	Anhang 2: Unfallverbesserung	52
7.3	Anhang 3: Berechnung mit 3.25%.....	55
7.4	Anhang 4: Berechnung mit 7%.....	56

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Kosten-Nutzen-Optimierung.....	2
Abbildung 2	Verfahren zur Ermittlung des Wertes eines statistisch einsparbaren Lebens	4
Abbildung 3	Ablaufschema der Verkehrssicherheitsbeurteilung	22
Abbildung 4	Veränderung der Verkehrssicherheit aufgrund der Veränderungen im Geschwindigkeitsverhalten.....	25
Abbildung 5	Kosten-Nutzen-Vergleich (diskontiert mit 3.25%).....	39

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Kosten für ein statistisch einsparbares Leben im Strassenverkehr in verschiedenen europäischen Ländern (ECU 1990)	8
Tabelle 2	Kosten: Projekt „Linksabbieger“	11
Tabelle 3	Projekte Grosshöchstetten	12
Tabelle 4	Kosten: Projekt Grosshöchstetten	13
Tabelle 5	Kosten: Projekt Oetwil am See	14
Tabelle 6	Kosten: Projekt Heimberg	15
Tabelle 7	Kosten: Projekt Sonnenbergsterasse, Abtwil	16
Tabelle 8	Kosten: Verkehrskonzept Hedingen	17
Tabelle 9	Kosten: Projekt Unterführung Hedingen	18
Tabelle 10	Kosten: Projekt Radstreifen Riedenstrasse	19
Tabelle 11	Projekte Grosshöchstetten	20
Tabelle 12	Kosten: Projekt Grosshöchstetten	20
Tabelle 13	Durchschnittliche Unfallraten pro Jahr in der Schweiz	23
Tabelle 14	Anzahl Unfälle pro Getöteter	23
Tabelle 15	Relative Unfallziffer auf den Strecken zwischen Knoten in Bezug zur Rad- und Kfz-Menge	24
Tabelle 16	Reduktion von Unfalltoten von Strassenüberquerungen von Fussgängern	27
Tabelle 17	Reduktion von Unfällen von Radfahrern	28
Tabelle 18	Wirkung von Massnahmen auf Unfallhäufigkeit an Knoten	28
Tabelle 19	Ist-Untersuchung: Anzahl Unfälle pro Jahr beim jeweiligen Projekt	29
Tabelle 20	Projektuntersuchung: Unfallreduktion beim jeweiligen Projekt	31
Tabelle 21	Verteilung der Unfallintensität	33
Tabelle 22	Umrechnungsfaktoren	34
Tabelle 23	WESEL pro Projekt (Diskontzinssatz 3.25%)	37
Tabelle 24	WESEL pro Projekt (Diskontzinssatz 7%)	38
Tabelle 25	WESEL: Durchschnitt und Median	39
Tabelle 26	Binary-Logistic-Regression	40
Tabelle 27	Verhältnis zwischen der Zahlungsbereitschaft zur Verminderung von Todesfällen, Verletzten und Sachschäden	41
Tabelle 28	Sensitivitätsanalyse auf den WESEL (Diskontierungssatz 3.25%)	41
Tabelle 29	Sensitivitätsanalyse auf den WESEL (Diskontierungssatz 3.25%)	42

1 Einleitung

Um eine Nutzen-Kosten-Analyse vornehmen zu können, müssen überwiegend nicht-monetäre Nutzen berücksichtigt werden. Dies betrifft vor allem auch Todesfälle und Verletzungen, welche monetarisiert werden müssen. Diese Bewertung ist eines der schwierigsten Kapitel der Kosten-Nutzen-Analyse. Neben Befragungsmethoden und Kapitalwert-Ansätzen, haben wir uns mit der Analyse von Entscheidungen des Volkes, wesentlich Referenden auf Gemeindeebene, befasst, womit die Zahlungsbereitschaft der Bürger direkt messbar wird.

Dem Leben einen Wert gegenüber zu stellen, ist heute und war es in der Vergangenheit keine alltägliche und selbstverständliche Sache, wie wir im Laufe unserer Semesterarbeit auch immer wieder bemerken mussten. Mit der Frage, wie viel ist ein verhinderter Verkehrstoter den Schweizer Gemeinden wert, sind wir vor allem bei Nicht-Fachleuten auf Unverständnis gestossen.

Aufgrund dieser Erfahrungen, haben wir uns entschlossen, uns einerseits mit einer Begriffsklärung (siehe Kapitel 1.2) sowie einem kurzen geschichtlichen Exkurs zum Wert eines „statistisch einsparbaren Lebens“ zu beschäftigen.

1.1 Geschichtlicher Hintergrund

Die Frage nach dem Wert des Lebens und dessen Verständnis beschäftigt die Menschheit schon seit geraumer Zeit und hat sich dementsprechend auch gewandelt. Erste schriftliche Aussagen sind bei den griechischen Philosophen wie Euripides zu finden, welcher sagte:

„Dem Leben kommt an Wert nichts anderes gleich.“

Euripides (480 - 407 v. Chr.), griechischer Tragödiendichter

Dies ist auch aus unserer heutigen Sicht noch eine moderne Ansicht vom Wert des Lebens. Die Sklaverei etablierte sich aber auch schon in der Antike und später im Römischen Reich. Der Sklave wird als Sache im Besitz seines Herrn oder auch seiner Herrin gesehen und ebenso behandelt. So hatte der Sklavenhalter das Recht einen Sklaven zu töten oder ihn zu verkaufen.

Mit dem Wert des Lebens wurde auch noch im Mittelalter ähnlich umgegangen. So konnten sich im Mittelalter Mörder freikaufen; ebenso waren die Rechtsfolgen eines Mordes von der sozialen Stellung des Mörders abhängig.

Im Zuge der Aufklärung wurde das Verständnis von Menschenwürde und somit auch der Wert des Lebens vollständig neu definiert. Im deutschen Sprachraum prägte vor allem Immanuel Kant diese Entwicklung. In diesem auch noch heutigen Verständnis ist der Wert eines Lebens unendlich gross, und das Leben eines Menschen lässt sich nicht gegen das Leben eines anderen Menschen abwägen. So sind in der heutigen Zeit Freiheitsrechte, welche auch das Recht auf Leben beinhaltet, in der Verfassung der meisten Länder verankert.

Mit der Erkenntnis, dass die Handlungsfreiheit der Menschen Externalitäten verursacht, tauchte auch im Bezug auf den Individualverkehr die Frage auf, ob jedes Leben unabhängig von den Kosten schützenswert ist. Bei einer solchen Ansichtswiese, wären ein Grossteil unserer für uns selbstverständlichen Bedürfnisse wie die Mobilität im Individualverkehr nicht mehr erfüllbar. Das Autofahren müsste bei einer solchen Denkweise vollständig verboten werden. Diese Problematik führte zu einem Bekenntnis der Kosten-Nutzen-Optimierung (Abbildung 1).

Abbildung 1 Kosten-Nutzen-Optimierung

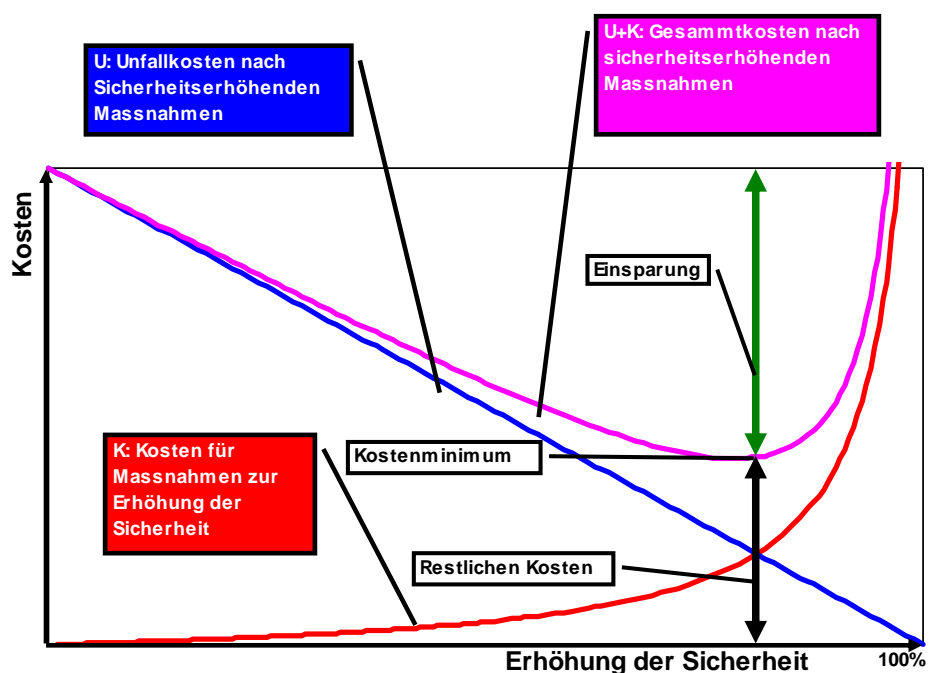


Abbildung 1 zeigt, dass die Kosten für die Erhöhung der Sicherheit exponentiell zunehmen und ins Unendliche gehen. Da der Schadensaufwand für Unfälle aber linear bleibt, führt das zu einem Kostenminimum.

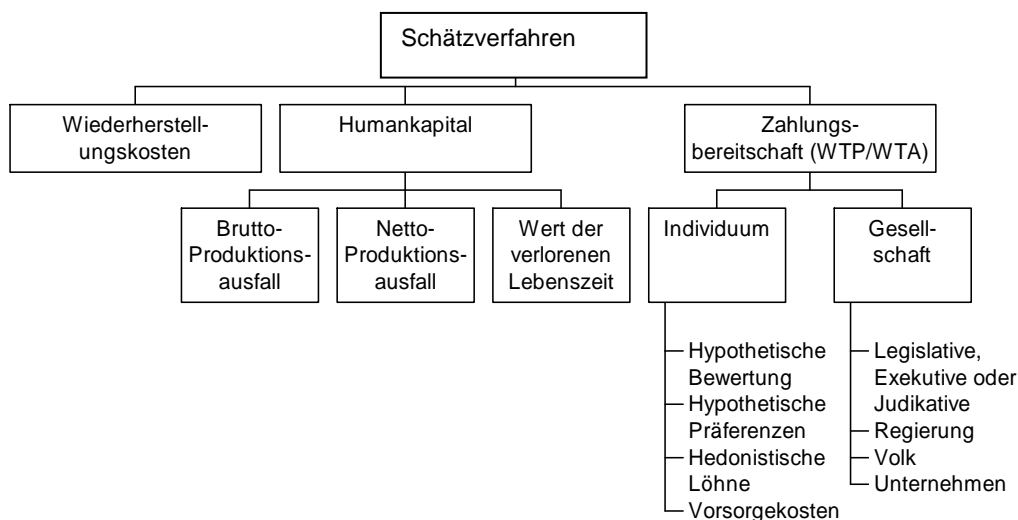
1.2 Der „Value of a Statistical Life“ Ansatz

Strassenverkehr verursacht eine Fülle von negativen Externalitäten, die von der Gesellschaft getragen werden müssen, insbesondere im Falle von Verkehrsunfällen mit Todesfolge, in denen den Beteiligten selber, sowie deren Angehörigen, unendlich grosse Kosten auferlegt werden. Es fällt sehr schwer, die Kosten eines identifizierbaren Lebens zu monetarisieren, da dies als ein moralischer Befehl angesehen wird, auf den kein finanzieller Wert gesetzt werden kann. Aber trotzdem oder gerade deswegen ist es notwendig, in der Politik im Bereich der Regelung und Investition ein Mass für Gesundheit und Sicherheit zu finden, um in einer ex ante Bewertung den Nutzen einer Verkehrssicherheitsmassnahme darstellen zu können. Die Bezeichnung „Wert eines statistisch einsparbaren Lebens“ (engl. „Value of a Statistical Life“) wird allgemein verwendet, um hervorzuheben, dass „Wert“ nicht auf ein bestimmtes Leben abzielt, sondern auf Sicherheitsmassnahmen gestützt ist, die die statistisch erwartete Zahl von Verhängnissen um eins verringert.

1.3 Schätzverfahren

Um den Wert eines statistischen Lebens zu bewerten, gibt es unterschiedliche Verfahren. Diese Verfahren können in drei Hauptkategorien unterteilt werden (Abbildung 2).

Abbildung 2 Verfahren zur Ermittlung des Wertes eines statistisch einsparbaren Lebens



Quelle: Alfaro, Chapuis und Fabre (1994) (Abbildung S. 11)

1.3.1 Wiederherstellungskosten

Beim Verfahren der Wiederherstellungskosten wird von den Mitteln ausgegangen, die benötigt werden, um die Auswirkungen eines Unfalles zu beseitigen. Es werden diejenigen Kosten addiert, die der Gesellschaft entstehen, um für Opfer und/oder dessen Verwandte und Freunde die Situation wieder so zu gestalten, wie sie vor dem Unfall war. Der Wert der aufgewendeten Mittel beruht meistens auf denen, die tatsächlich eingesetzt werden. Oft wird aber auch auf Urteile von Sachverständigen oder Gerichten zurückgegriffen. Dieses Verfahren enthält ein grosses Spektrum an Kostenelementen. Das zukünftige Leistungspotential wird hier aber vernachlässigt. Dieses Verfahren ist vor allem von den vorhandenen Statistiken und deren Qualität abhängig.

1.3.2 Human-Kapital

Das Verfahren des Humankapitals bezieht sich auf den Verlust, der der Gesellschaft durch den Produktionsausfall eines ihrer Mitglieder, durch dessen Tod oder Behinderung¹ entsteht. Es wird dabei zwischen drei Verfahren unterschieden:

- Brutto-Produktionsausfall
- Netto-Produktionsausfall
- Wert der verlorenen Lebenszeit

Bei den ersten beiden Verfahren werden die Kosten des Todes oder der Behinderung auf Basis des verlorenen zukünftigen Leistungspotentials bewertet. Dies entspricht normalerweise dem gegenwärtigen Wert des in Zukunft erwartenden Einkommens. Bei der Netto-Ausfall-Variante wird im Gegensatz zur Brutto-Ausfall-Variante zusätzlich die Minderung des Leistungspotenzials durch den Verbrauch der Person mit einbezogen. Beim Berechnungsmodell des Werts der verlorenen Lebenszeit wird nicht nur der Wert der verlorenen Arbeitszeit miteinbezogen, sondern auch die der verlorenen Freizeit. Die Nutzen der verlorenen Freizeit beinhalten aber mehr als beim Brutto-Ausfall. Die „Lebensfreude“ beschränkt sich in diesem Modell nicht nur auf den Ausfall an Verbrauch, sondern beinhaltet auch alle weiteren, die Lebensfreude fördernden, Aktivitäten.

Das Brutto-Ausfall-Verfahren bietet gegenüber dem Netto-Ausfall-Verfahren den Vorteil, dass der Verbrauch nicht von der in Zukunft erwarteten Produktion einer Person abgezogen wird, sondern als Mindestersatzgrösse für dessen Existenz beibehalten wird. Das Verfahren des Wertes der verlorenen Lebenszeit ist das Umfassendste der drei Verfahren.

Die Werte die aus den oben genannten Verfahren stammen, sind von verschiedenen Grössen abhängig. Die wichtigsten sind hierbei die Bewertung der Zeit und die Umrechnungsrate auf den derzeitigen Wert (Abzinsungsfaktor). Die wichtigsten der verwendeten Bewertungseinheiten sind das Bruttosozialprodukt (BSP), das Volkseinkommen oder das Pro-Kopf-Einkommen.

¹ Behinderung bezieht sich auf den Produktionsausfall, der dauerhaft oder zeitweise sein kann.

1.3.3 Zahlungsbereitschaft

Beim Ansatz der Zahlungsbereitschaft werden die Präferenzen, die von der Gesellschaft oder einer Einzelperson gezeigt werden, berücksichtigt. Dieses Verfahren zeigt seine Vorteile vor allem bei Schätzungen für Kosten, für die es keinen Marktpreis gibt. Deshalb liegt es nahe, dieses Verfahren auch beim Wert des statistischen einsparbaren Lebens anzuwenden. Die Höhe der Ausgaben, die die Gesellschaft bereit ist, für die Vermeidung von Unfällen und Herabsetzung der Unfallschwere zu bezahlen, bietet somit einen Ansatz, um die Höhe der Kosten zu beziffern (WTP²). Oder umgekehrt kann im Sinne einer Risikoentschädigung auch das „nichts-Tun“ als ein Kostenansatz für das Erleiden von Folgen dienen (WTA³). Um die Zahlungsbereitschaft zu ermitteln, gibt es verschiedene Ansätze.

Die **Hypothetische Bewertung** simuliert den Markt als Modell, indem eine hypothetische Situation durch Befragungen geschaffen wird. So können z.B. Risikominderungen gekauft oder eine Unfallwahrscheinlichkeitszunahme verkauft werden. Die Hypothetische Bewertung wird in kardinalen Skalen beurteilt.

Hypothetische Präferenzen. Hier legen die Befragten ihre Präferenzen in Ordnungskategorien fest. Die Zahlungsbereitschaft wird dann aus der Reihenfolge, in der der/die Befragte die Alternativen mit verschiedenen Risiko- und Preismerkmalen platzieren.

Bei den Verfahren der hypothetischen Präferenzen und Bewertungen besteht die Gefahr, dass die ermittelten Kosten durch die Formulierung der Frage stark beeinflusst werden.

Das Modell der **Hedonistischen Löhne** bezieht sich darauf, dass der Lohnanspruch eines Arbeitnehmers bei steigendem Risiko und ceteris paribus steigt. Eine solche Gefahrenzulage zeigt, wie viel für eine erhöhte Wahrscheinlichkeit, einen Unfall zu erleiden, bezahlt wird.

Mit dem Verfahren der hedonistischen Löhne ist eine Aufsplitlung der Kostenfaktoren sowie eine Aufsplitlung der Schwere von Verletzungen sehr schwierig. Weiter ist eine Übertragung der Werte vom Arbeitsmarkt auf Unfälle an sich problematisch, da die Einflüsse von verschiedenen Elementen, wie z. B. demografische Situationen, den Arbeitsmarkt stark beeinflussen.

² willingness-to-pay (WTP)

³ willingness-to-achieve (WTA)

Die **Vorsorgekosten** beziehen sich auf die Zahlungsbereitschaft der Menschen, die Wahrscheinlichkeit, einen Unfall zu erleiden, zu senken. Dies kann z. B. das Anbringen neuer Reifen etc. sein. Da die Zustimmung zur Bezahlung solcher Kosten aus freien Stücken geschieht, wird angenommen, dass diese Person seine Situation optimiert. Dies heisst, dass der vermiedene Lebensqualitätsverlust mindestens den Vorsorgekosten entspricht.

Die Vorsorgekosten betrachten den Wert des Lebens in einem sehr weiten Sinne, vor allem, da neben den menschlichen Kosten auch zukünftiges Leistungspotential miteinbezogen ist. Aber es ist sehr schwierig festzustellen, inwieweit in diesem Verfahren auch menschliche Kosten von Angehörigen eines Opfers eine Rolle spielen.

Wie bei den Vorsorgekosten, gibt es auch Methoden, die nicht auf individuelle Präferenzen setzen, sondern auf die der ganzen Gesellschaft. Diese Verfahren werden unter dem Begriff der **vormundschaftlichen Ansätze** (tutelary approach) zusammengefasst. Durch Entscheidungen ordnet der Staat oder die Gesellschaft dem Leben implizit einen Wert zu. Dabei werden Entscheidungen auf dessen Vor- und Nachteile abgewogen. So werden z. B. Massnahmen zur Verringerung der Unfallhäufigkeit nur verwirklicht, wenn derer erwarteter Nutzen die Kosten überschreitet.

1.3.4 Metaanalyse

Eine Metaanalyse ist ein statistisches Verfahren, um die Resultate aus verschiedenen, aber vergleichbaren Studien, zu vereinen. Mit einer Metaanalyse werden die verschiedenen Resultate der verschiedenen Ansätze zur Bestimmung des Wertes eines statistisch einsparbaren Lebens zu einem Metaresultat, quasi dem Mittelwert, zusammengefasst.

Dass diese verschiedenen Verfahren unterschiedliche Ergebnisse zur Folge haben, zeigt eine Gegenüberstellung der monetären Ansätze, welche in verschiedenen Ländern Europas zur Anwendung kommen (Tabelle 1). Es zeigt auch, dass der Wert eines statistisch einsparbaren Lebens eine politische Frage ist, der je nach Bewertung ein wichtiger Teil in einer Kosten-Nutzen-Analyse sein kann und über die Realisierung oder Verwerfung von Projekten entscheidet.

Tabelle 1 Kosten für ein statistisch einsparbares Leben im Strassenverkehr in verschiedenen europäischen Ländern (ECU 1990)

Land	Gesamtkosten pro Verkehrstoten	Gesamtkosten pro Verkehrstoten indexiert ⁴
Niederlande	105'546	128'199
Spanien	170'989	306'599
Frankreich	234'794	252'604
Norwegen	251'619	229'214
Luxemburg	344'478	336'898
Belgien	398'815	466'863
Österreich	592'640	646'812
Dänemark	628'050	556'439
Deutschland	670'776	639'414
Grossbritannien	931'274	1'244'930
Schweden	956'110	818'205
Finnland	1'414'418	1'157'790
Schweiz	2'165'560	1'460'460

Quelle: Alfaro, Chapuis und Fabre (1994) (Tabelle 2 und 3)

1.3.5 Ansatz dieser Arbeit

Unsere Arbeit beschäftigt sich mit der Zahlungsbereitschaft des Volkes. Wir verwenden also einen vormundschaftlichen Ansatz. Durch die Entscheidungen der Bürger in obligatorischen Referenden ordnen sie implizit dem Leben einen Wert zu. Wir untersuchen die Daten von Verkehrsprojekten, welche die Verkehrssicherheit verbessern. Mit der Untersuchung der Annahme oder Ablehnung von solchen Projekten erhalten wir die Zahlungsbereitschaft der Bürger für das Einsparen eines statistischen Lebens.

⁴ Indexierung unter Verwendung des jeweiligen Pro-Kopf-Bruttosozialprodukts ergibt eine lebensstandartbereinigte Situation

2 Ausgangsdaten

2.1 Beschaffung der Daten

2.1.1 Vorgehen

Wir benötigten Projekte, die vom Volk angenommen respektive abgelehnt wurden und bei denen die Verkehrssicherheit ein wichtiges Kriterium war. Bei nationalen und kantonalen Strassen haben die Behörden die Vollmacht für Projekte kleiner und mittlerer Grösse. Ein Referendum wird erst bei sehr grossen Projekten benötigt. Bei diesen Projekten steht aber die Verkehrssicherheit oft nicht im Vordergrund; vielmehr sind es politische Entscheide, welche eine Vielzahl von Kosten und Nutzen berücksichtigen.

Somit suchten wir hauptsächlich Projekte von Gemeindestrassen, da die Gemeindebehörde meist nur eine Befugnis bis Fr. 300'000 haben, und so grössere Projekte ein obligatorisches Referendum auf Gemeindeebene benötigen.

Da solche Referenden nicht zentral erfasst werden und „nur“ auf den entsprechenden Gemeinden selbst archiviert werden, versuchten wir in einem ersten Schritt möglichst viele Gemeinden zu erreichen, was mittels E-Mails (siehe Anhang) am einfachsten zu bewerkstelligen war.

Darum haben wir allen Gemeinden der Kantone Solothurn (126), Nidwalden (11), Obwalden (7), Uri (20) und Schwyz (30) eine E-Mail geschrieben und sie nach entsprechenden Projekten in ihrer Gemeinde befragt. Insgesamt haben wir also 191 Gemeinden per E-Mail nach Projekten gefragt. Der Rücklauf unserer Anfrage war dann eher ernüchternd: 32 Gemeinden haben auf unsere Anfrage reagiert, aber keine der Gemeinden konnte oder wollte uns hinsichtlich unserer Anfrage weiterhelfen.

Im nächsten Schritt fragten wir bei den kantonalen Tiefbauämtern nach, die uns aber nicht weiterhelfen konnten, uns aber an verschiedene Stellen weiterleiteten. Parallel dazu suchten wir in uns bekannten Gemeinden und im Internet und der Lokalpresse weiter, wobei wir auf die ersten Projekte stiessen.

Über die Kantonspolizei Zürich und Bern erhielten wir weitere Projekte. Die Kantonspolizeien der anderen Kantone konnte uns nicht weiterhelfen, da sie zuwenig Personal haben, um die Gemeinden zu unterstützen. Die schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung (bfu) konnte uns auch nicht weiterhelfen.

2.1.2 Angenommene Projekte

Gemeinde Bassersdorf

Die Gemeinde Bassersdorf genehmigte zwei Projekte: Ein Linksabbieger auf der Baltenswilerstrasse S-7 und ein Linksabbieger auf der Zürichstrasse S-10.

Baltenswilerstrasse:

Die Baltenswilerstrasse hat eine bestehende Fahrbahnbreite von 7.50 Meter beim Einmündungsbereich der neuen Quartierstrasse. Es soll nun eine Linksabbiegerspur und eine Mittelinsel gebaut werden. Die Fahrspur beträgt neu 3.50 Meter, der Linksabbieger 3.00 Meter und die Gegenfahrspur 4.50 Meter. Die Mittelinsel ist 2.00 Meter breit. Der Rad- und Gehweg wird von 2.50 auf 3.50 Meter verbreitert.

Zürichstrasse:

Die Zürichstrasse hat bereits eine Fahrbahnbreit von 13.20 Meter. Die Strasse wird nicht verbreitert. Es wird nur eine Mittelinsel und eine Linksabbiegerspur realisiert. Die Fahrspur beträgt neu 3.50 Meter, der Linksabbieger 3.00 Meter und die Gegenfahrspur 4.50 Meter. Die Mittelinsel ist 2.00 Meter breit.

Verkehrssicherheit:

Durch die Einführung der Linksabbiegerspur wird der Verkehr aufgeteilt. Die Mittelinsel macht die Verkehrssituation übersichtlicher und verhindert das Überholen. Durch die Inseln wird die Geschwindigkeit reduziert.

Tabelle 2 Kosten: Projekt „Linksabbieger“

Kostenart	Betrag
Zürichstrasse	290'500
Baltenswilerstrasse	790'900
Erwerb von Grund und Recht	40'000
Bauarbeiten	517'600
Nebenarbeiten	167'000
Technische Arbeiten	148'500
Unvorhergesehenes	131'900
7.6% MWST	76'400
Gesamtkosten	1'081'400

Quelle: Antrag der Gemeindeversammlung Bassersdorf, Juni 2003

Gemeinde Grosshöchstetten

Tabelle 3 Projekte Grosshöchstetten

Bezeichnung/Ort	Kurzbeschreibung	Ziel/Zweck	Abstimmungs- ergebnis
Kantonsstrasse:			
Bahnhofstrasse, Bereich alte Post	Gesicherter Fussgängerübergang mit Mittelinsel anstelle des Fussgängerübergangs Kosten 50% Gemeinde	Verbesserung der Übersichtlichkeit für den Fussgänger und den Automobilisten	Mit grossem Mehr angenommen
Gemeindestrassen:			
Alpenweg	Zwei vertikale Versätze (Aufpflasterung) bei Eingang Primarschulhaus und Fussweg zum Sekundarschulhaus	Sicherung und Attraktivierung der Fussgänger Verbindung Schulgasse – Alpenweg/- Sonnhalde (Schulweg), generelle Verkehrsberuhigung im Schulhausbereich	Ja-Stimmen: 99 Nein-Stimmen: 28
Mirchelstrasse	Aufpflasterung des Knotenbereiches, neue Vortrittsregelung (Rechtsvortritt)	Sicherung der Fussgängerquerungen (Schulweg), generelle Verkehrsberuhigung auf der Mirchelstrasse	Ja-Stimmen: 67 Nein-Stimmen: 56
Stockhornweg	Aufpflasterung des Knotenbereiches, neue Vortrittsregelung (Rechtsvortritt)	Sicherung der Fussgängerquerungen (Schulweg), generelle Verkehrsberuhigung auf dem Stockhornweg	Ja-Stimmen: 79 Nein-Stimmen: 44
Zelgweg	Anpassung der Einmündung in Viehmarktstrasse/Thali bühlweg	Temporeduktion im Schulhausbereich	Das grosse Mehr stimmt dem bereinigten Projekt zu
Hasliweg	Vertikaler Versatz (Aufpflasterung)	Temporeduktion	Ja-Stimmen: 79 Nein-Stimmen: 49

Quelle: Protokoll der Gemeindeversammlung Grosshöchstetten, 25. Juni 1997

Tabelle 4 Kosten: Projekt Grosshöchstetten

	Kostenart	Betrag
Kantonsstrasse	Anteil Gemeinde	90'000
Gemeindestrassen	Genehmigte Massnahmen	130'000
Gesmtkosten	Genehmigt	220'000

Quelle: Protokoll der Gemeindeversammlung Grosshöchstetten, 25. Juni 1997

Gemeinde Oetwil am See

In Oetwil am See wurde eine Arbeitsgruppe „Verkehrsberuhigung“ gebildet. Sie schlägt der Gemeinde an der Bürgerversammlung Tempo 30-Zonen in allen dicht besiedelten Quartieren vor. Bauliche Massnahmen werden notwendig zur Signalisation der Tempo 30-Zonen. Diese Massnahmen haben auch das Ziel, das Erscheinungsbild der Strassenräume und Strassenflächen optisch den tieferen Fahrgeschwindigkeiten anzupassen. Folgende Massnahmen werden angewendet: Eintrittstore bei Übergängen von Tempo 50-Strassen in Tempo 30-Zonen, wechselseitiges Parkieren mit baulichem Abschluss, Strasseneinengungen bei wichtigen Fussgängerquerungsstellen, sanfte Belagskissen und Markierungen.

Verkehrssicherheit:

Durch das Einführen der Tempo 30-Zonen wird die durchschnittliche Geschwindigkeit herabgesetzt und damit auch die Unfallhäufigkeit und Unfallschwere.

Tabelle 5 Kosten: Projekt Oetwil am See

	Kostenart	Betrag
Tempo 30-Zonen	Einfache bauliche Massnahmen/Markierungen/Signalisation	86'000
	Technische Arbeiten (Gutachten/Pläne)	10'000
	Umgestaltung Knoten, Aufpflasterung mit Rabatten	58'000
	Technische Arbeiten (Projekt/Bauleitung)	12'000
	Gesamtkosten	166'000

Quelle: Antrag der Gemeindeversammlung Oetwil am See, Dezember 2002

Gemeinde Heimberg

Der Gemeinderat von Heimberg hat beschlossen, verkehrsberuhigende Massnahmen auf der Alpenstrasse und der Schützenstrasse für Fr 360'000 zu realisieren. Da aber die notwendigen Unterschriften für das Referendum bei der Gemeinde eingereicht wurden, hat der Gemeinderat das Projekt überarbeitet der Gemeindeversammlung vorgelegt.

Die Alpenstrasse und die Schützenstrasse werden von Tempo 50-Strassen auf Tempo 30-Zonen umgebaut. Bei den Übergängen von 50 auf 30 werden Eingangstore mit Signalisationen und Einengungen eingerichtet. Bei wichtigen Fussgängerübergängen werden Einengungen gebaut. Knoten werden mit runden Belagskissen versehen und zum Teil umgebaut bzw. auf einen kleineren Strassenquerschnitt zurückgebaut. Es werden seitliche Parkfelder mit baulichen Abschlüssen angeordnet.

Verkehrssicherheit:

Durch das Einführen der Tempo 30-Zonen wird die Geschwindigkeit reduziert und somit auch die Unfallrate und die Unfallschwere. Dies führt zu gleichen Effekten wie beim Projekt Oetwil am See.

Tabelle 6 Kosten: Projekt Heimberg

	Betrag
Tempo 30-Zonen	230'000
Gesamtkosten	230'000

Quelle: Antrag der Gemeindeversammlung Heimberg, Dezember 2003

Gemeinde Abtwil

Zur Erhöhung der Verkehrssicherheit auf der Sonnenbergstrasse werden diverse Fussgängerübergänge im Bereich Schulhaus sicherer gestaltet. Ein neuer Trottoirabschnitt auf dem Schulweg soll mehr Sicherheit bringen. An der Sonnenbergstrasse wird ebenfalls ein Trottoir verlängert, um den Fussgängerübergang an eine sichere Stelle zu legen. Die Einfahrt in die Säntisstrasse wird sicherer gestaltet. Zur Reduktion der Geschwindigkeit werden sechs Strassenverengungen erstellt. Für die Fussgänger werden vier Fussgängerübergänge neu erstellt. Für die Fahrradfahrer wird bergwärts ein Radstreifen eingerichtet.

Verkehrssicherheit:

Durch das Verändern und Hinzufügen von Fussgängerübergängen wird das Überqueren der Strasse sicherer. Das Verlängern der Trottoirs bringt eine bessere Trennung der Fussgänger von dem motorisierten Verkehr. Die Strassenverengungen bringen eine Temporeduktion und somit auch eine Reduktion der Unfälle und der Unfallschwere. Der Radstreifen verschafft den Fahrradfahrer mehr Platz.

Tabelle 7 Kosten: Projekt Sonnenbergsterasse, Abtwil

	Kostenart	Betrag
Sonnenbergstrasse	Markierung Radstreifen inkl. Entfernung Mittelstreifen	5'000
	Neuer Trottoirabschnitt	20'000
	Trottoirverlängerung	75'000
	Strassenverengungen und weitere Massnahmen	55'000
Gesamtkosten		155'000

Quelle: Antrag der Gemeindeversammlung Gaiserwald, März 2003

Gemeinde Hedingen Tempo 30-Zone

Geplant ist ein Ausbau der Alten Zwillikerstrasse und der Maienbrunnenstrasse. Zusammen mit Lastwagenfahrverbot und flankierenden Massnahmen zur Erschwerung des Schleichverkehrs soll der Verkehr umgeleitet werden und so den Dorfkern entlasten. Die Quartiere sollen ebenfalls mit geschwindigkeitsreduzierenden Massnahmen versehen werden. Das gesamte Verkehrskonzept umfasst Kosten von etwa zwei Millionen Franken. In einer ersten Etappe sollen Massnahmen für Fr. 485'000 realisiert werden. Diese Massnahmen setzen sich zusammen aus Aufpflasterungen, Erstellen von Fussgängerzonen und Fusswege, Belagswulste, Fahrbahnversätze, Veränderung zweier Einmündungen und Eingangstore.

Tabelle 8 Kosten: Verkehrskonzept Hedingen

	Kostenart	Betrag
Alte Affolternstrasse	Aufpflasterung	14'000
	Fussgängerzone	
Arnistrasse	Fussweg	9'000
Hausackerstrasse	Aufpflasterung	6'000
Riedstrasse	Belagswulst	6'000
2002		
Alte Affolternstrasse	Fahrbahnversätze	18'000
Haldenstrasse	Neugestaltung	30'000
Gehrstrasse	alle Massnahmen	28'000
Haldenstrasse	Fahrbahnversätze	18'000
Haldenstrasse	Aufpflasterung	55'000
Kaltackerstrasse	Fahrbahnversätze	18'000
Lettenackerstrasse	Fahrbahnversätze	18'000
Sunnemattstrasse	Fahrbahnversätze	22'000
	Einmündung	
Tempo 30-Zonen	Gutachten	30'000
Fromoosstrasse	Fahrbahnversätze	18'000
Alte Affolternstrasse	Einmündung	30'000
Zwillikerstrasse	Eingangstor	75'000
Arnistrasse	alle Massnahmen	70'000
Zwillikerstrasse	Fahrbahnversätze	20'000
Total		485'000

Quelle: Antrag der Gemeindeversammlung Hedingen, August 2001

Verkehrssicherheit: Durch die Einführung von Tempo 30-Zonen wird die Geschwindigkeit vermindert, und somit die Sicherheit erhöht. Durch das Umleiten des Verkehrs wird das Zentrum entlastet und es gibt weniger Konflikte mit Fussgängern und Fahrradfahrern.

Gemeinde Hedingen Fussgängerunterführung

Zur Verbesserung der Verkehrssicherheit auf der Zürcherstrasse hat der Kanton geplant, den Fussgängerübergang auf der Höhe des Trottenwegs mit einer Schutzinsel zu versehen. Bedenken des Gemeinderats und eines Teils der Bevölkerung, ob diese Massnahme den Fussgängern genügend Schutz bieten würde, liessen nach anderen sicheren Massnahmen suchen. Nachdem eine Lichtsignalanlage von der Kantonspolizei nicht bewilligt werden kann, wurde entschieden eine Fussgängerunterführung zu planen.

Die Schutzinsel hätte die Gemeinde Fr. 80'000 gekostet. Die Unterführung wird die Gemeinde etwa Fr. 390'000 kosten.

Tabelle 9 Kosten: Projekt Unterführung Hedingen

	Kostenart	Betrag
Unterführung	Erwerb von Grund und Rechten	26'000
	Bauarbeiten	534'000
	Nebenarbeiten	88'000
	Technische Arbeiten	132'000
Gesamtkosten		780'000
Gemeindeanteil 50%		390'000

Quelle: Antrag der Gemeindeversammlung Hedingen, August 2001

Verkehrssicherheit: Die Unterführung bietet den Fussgängern den bestmöglichen Schutz.

Gemeinde Oberdorf

Um die Verkehrssicherheit für Radfahrer zu erhöhen, wurde an der Riedenstrasse, welche die Ortschaft Oberdorf durchquert, ab der Kreuzstrasse bis zum Kreisel Wil ein Radstreifen neu gebaut.

Tabelle 10 Kosten: Projekt Radstreifen Riedenstrasse

	Kostenart	Betrag
Radstreifen	Neubau	600'000
Gesamtkosten		600'000
Gemeindeanteil 25%		150'000

Quelle: Antrag der Gemeindeversammlung Oberdorf, 17. Juni 1998

Verkehrssicherheit optimal erhöht für Velofahrer.

2.1.3 Abgelehnte Projekte

Gemeinde Grosshöchstetten

Tabelle 11 Projekte Grosshöchstetten

Bezeichnung/Ort	Kurzbeschreibung	Ziel/Zweck	Abstimmungsergebnis
Gemeindestrassen:			
Eglisporweg	Einseitige Einengung im Einmündungsbereich kombiniert mit vertikalem Versatz (Aufpflasterung), neue Vortrittsregelung (kein Vortritt Fichtenweg)	Sicherung der Fussgängerverbindung Fichtenweg – Eglisporweg (Schulweg), generelle Verkehrsberuhigung auf dem Eglisporweg	Ja-Stimmen: 59 Nein-Stimmen: 67
Mühlebachweg	Aufpflasterung des Knotenbereiches	Sicherung der Fussgängerquerungen und Verbesserung der Situation für Radfahrer (Zufahrt Hallenbad), generelle Verkehrsberuhigung auf dem Mühlebachweg	Ja-Stimmen: 52 Nein-Stimmen: 69
Stegmattgasse	Vertikaler Versatz (Aufpflasterung) vor dem Verzweigungsbereich	Temporeduktion	Ja-Stimmen: 62 Nein-Stimmen: 64

Quelle: Protokoll der Gemeindeversammlung Grosshöchstetten, 25. Juni 1997

Tabelle 12 Kosten: Projekt Grosshöchstetten

	Kostenart	Betrag
Gemeindestrassen	Abgelehnte Massnahmen	155'000
Gesmtkosten	Abgelehnt	155'000

Quelle: Protokoll der Gemeindeversammlung Grosshöchstetten, 25. Juni 1997

2.2 Ergänzung der Daten

2.2.1 Allgemeines Vorgehen

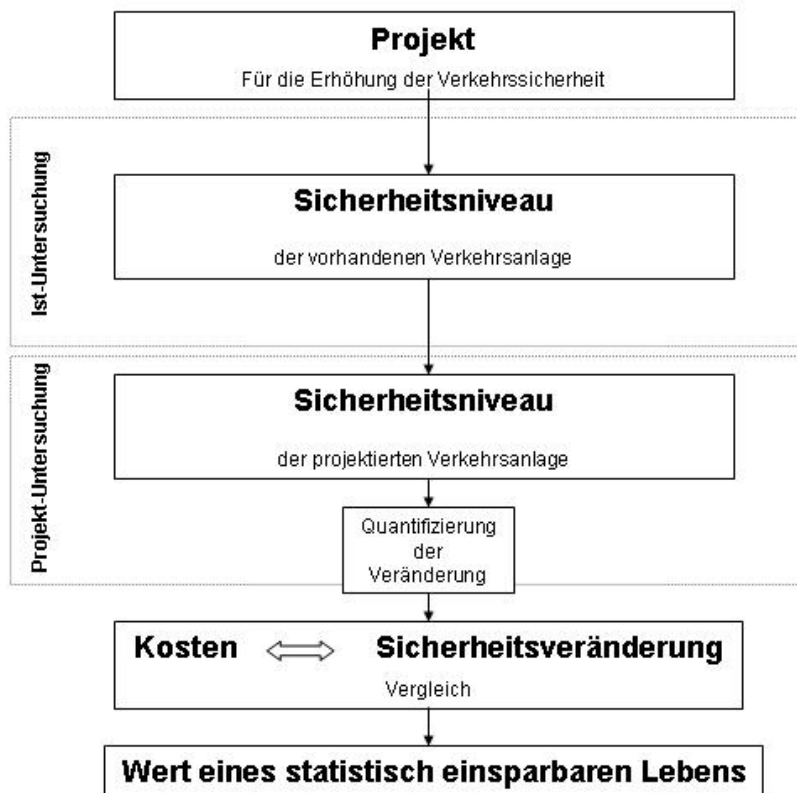
Einleitung

Da bei den Projekten, die wir untersuchten, keine genauen Hinweise auf die erwartete Veränderung der Verkehrssicherheit bekannt sind, mussten wir uns zuerst mit einem Verfahren beschäftigen, welches es uns ermöglicht, einheitliche Aussagen zu den Projekten zu machen und sie somit auch zu vergleichen. Ein genormtes Vorgehen für eine Verkehrssicherheitsbeurteilung gibt es wie z. B. bei der Umweltverträglichkeitsprüfung nicht. Unser Anliegen liegt aber primär in einer Quantifizierung der Unfallhäufigkeiten und des Rückgangs der Unfallzahlen. Damit können wir die Zustände vor und nach dem Projekt vergleichen.

Verfahrensschritte

Die einzelnen Verfahrensschritte sind in der Abbildung 3 dargestellt und werden im Weiteren erläutert und quantifiziert. Schliesslich versuchen wir den Zustand vor der Projektrealisierung mit dem Zustand danach zu vergleichen und daraus den Wert eines veränderten Verkehrstoten zu ermitteln.

Abbildung 3 Ablaufschema der Verkehrssicherheitsbeurteilung



Sicherheitsniveau der vorhandenen Verkehrsanlage

Aufgrund der Grösse und Lage (Gemeindestrassen) der Projekte die wir bearbeiten, sind keine Zahlen zu Unfallhäufigkeiten aus Statistiken etc. bekannt, die wir verwenden könnten.

Das Sicherheitsniveau der vorhandenen Verkehrsanlage, vor der Projektrealisierung, wird in der Unfallhäufigkeit angegeben.

Die Unfallhäufigkeit für Tempo 30-Zonen-Projekte schätzen wir aus der Untersuchung von Lindenmann und Koy (2000) ab. Diese Studie zeigt, dass pro Zone mit 0,2 km² grosser Fläche in Quartieren mit Tempo 50 mit 6 Unfällen und 2 verletzten Personen innerhalb von 3 Jahren gerechnet werden kann. Es hat sich gezeigt, dass dies unabhängig von anderen Einflüssen, wie z.B. der Fahrzeugmenge etc., ist.

Die Unfallraten (U_r) für verschiedene Strassentypen verwenden wir, um die Unfallhäufigkeiten auf Strecken und Knoten abzuschätzen (Tabelle 13).

$$U_r = \frac{\text{Unfallzahl} * 10^6}{\text{DTV} * \text{Streckenlänge}[km] * 365}$$

Tabelle 13 Durchschnittliche Unfallraten pro Jahr in der Schweiz

Strassenart	Unfallrate
Hauptstrassen ausserorts	0.7
Hauptstrassen innerorts	1.4

Quelle: http://www.baselland.ch/docs/parl-lk/vorlagen/1998/v064/1998-064_4.htm

Die Unfälle entstehen in der Schweiz etwa in einem 1/3 der Fälle auf Knotenfreien Strecken und in 2/3 der Fälle an Knoten.⁵

Für die Abschätzung der Unfälle von Strassenüberquerungen verwenden wir die Risikoabschätzung für Strassenüberquerungen von Fussgängern von Ernst Basler & Partner und des bfu (1983), welche diese in „Einfluss der Anzahl von Fussgängerstreifen auf das Unfallgeschehen mit Fussgängern“ untersucht. Die Studie untersuchte Hauptstrassen innerorts. Die Anzahl Überquerungen pro Einwohner und Tag in der Schweiz wurde auf 1.5 mal auf Fussgängerstreifen, 0.4 mal neben Fussgängerstreifen und 0.2 mal ohne Fussgängerstreifen geschätzt. Die Anzahl Tote pro Überquerung sind auf Fussgängerstreifen mit $2 * 10^{-8}$ und auf Strassen ohne Fussgängerstreifen mit 10^{-7} angegeben.

Tabelle 14 Anzahl Unfälle pro Getöteter

Situation	Leichtverletzte	Schwerverletzte	Getötete	Unfälle pro Getötete
auf Fussgängerstreifen	656	344	35	29.57
ohne Fussgängerstreifen	1069	505	61	25.80

⁵ Laut dem Bundesamt für Statistik bleibt das Verhältnis der Unfallentstehung zwischen Knoten und freien Strecken über die Jahre in etwa konstant.

Quelle: http://www.bfu.ch/forschung/statistik/statistik_2003/BFU_03_D_14.pdf

Die Unfallrate auf dem Fussgängerstreifen (U_{rF}) bzw. auf Strassen ohne Fussgängerstreifen (U_{roF}) pro Jahr wird folgendermassen berechnet:

$$U_{rF} = \frac{1.5 * \text{Einwohner} * 29.57 * 2 * 10^{-8} * 365}{\text{Fussgängerstreifen}}$$

$$U_{roF} = \frac{0.2 * \text{Einwohner} * 25.80 * 10^{-7} * 365}{\text{Fussgängerstreifen}}$$

In der Untersuchung „Einfluss von Radwegen auf die Verkehrssicherheit“ zeigt Knoche (1981) den Nutzen von Radwegen auf und gibt deren Unfallraten an, mit denen die Unfälle geschätzt werden (Tabelle 15). Die Relative Unfallziffer (U_z) ist:

$$U_z = \frac{\text{Unfälle} * 10^9}{\text{Rad} * \text{Kfz} * \text{km} * 365}$$

Tabelle 15 Relative Unfallziffer auf den Strecken zwischen Knoten in Bezug zur Rad- und Kfz-Menge

Situation	Relative Unfallziffer
ohne Radweg	0.480
einseitiger Radweg	0.449
zweiseitiger Radweg	0.367

Quelle: Knoche (1981) (Abbildung 26)

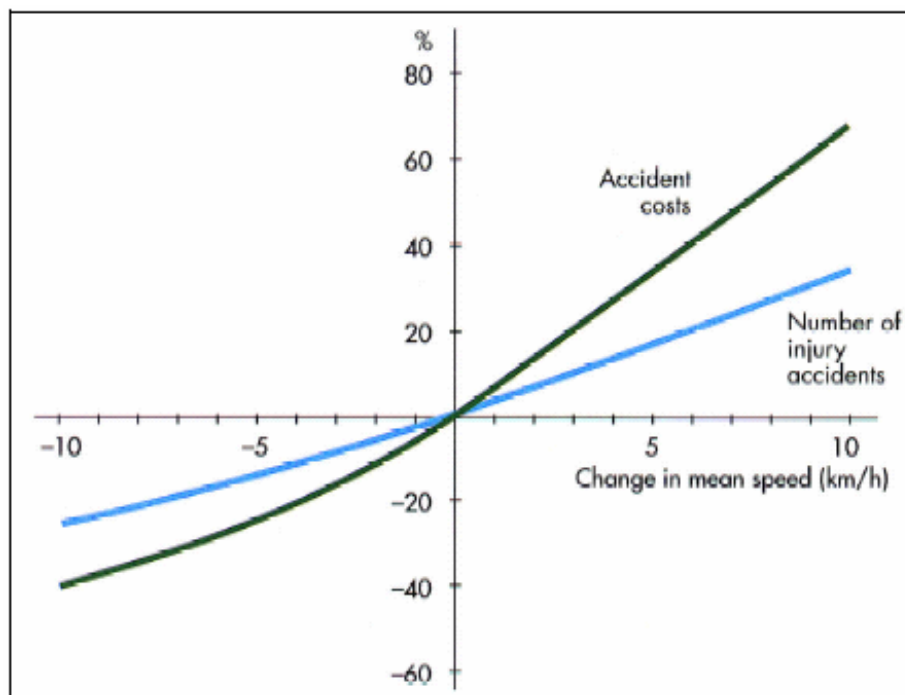
Sicherheitsniveau der projektierten Verkehrsanlage

Bei allen Projekten, die wir betrachten, gibt es keine Angaben über die quantitative Verkehrssicherheitsverbesserung. Deshalb müssen wir sie schätzen. Gemäss den Erkenntnissen des Technical Research Centre of Finland (Kallberg 1997) (Abbildung 4) kann davon ausgegangen werden,

- dass sich mit der Erhöhung der Durchschnittsgeschwindigkeit des Verkehrs um 1 km/h die Anzahl der Unfälle mit Verletzten um ungefähr 3% erhöht;
- die Erhöhung der Unfallkosten doppelt so gross ist, weil sich auch die Schwere der Unfälle erhöht;
- dass durch Reduzierung der Durchschnittsgeschwindigkeit des Verkehrs kein lineare Reduktion der Unfälle eintritt.

Man kann aber sagen, dass durch Verringerung der Durchschnittsgeschwindigkeit um 5 km/h eine Reduktion der Unfälle mit Verletzten um 14% erfolgt und eine Abnahme der Unfallkosten um 26%. Bei Verringerung der Geschwindigkeit um 10 km/h ergibt sich eine Reduktion der Unfälle um 26% und ein Abnahme der Unfallkosten um 41%.

Abbildung 4 Veränderung der Verkehrssicherheit aufgrund der Veränderungen im Geschwindigkeitsverhalten



Quelle: Kallberg (1997) (Abbildung 1)

Diese Studie bezieht sich aber auf Durchschnittsgeschwindigkeiten um 80 km/h. Untersuchungen in der Schweiz über die Herabsetzung der Höchstgeschwindigkeit von 60 km/h auf 50 km/h ergaben:

- Die mittleren Geschwindigkeiten auf Haupt- und Nebenstrassen im Versuchsgebiet sind im Mittel um 2-4 km/h zurückgegangen.
- Mit der Verringerung der Höchstgeschwindigkeit konnten im Versuchsgebiet 9.3% Unfälle und 9.7% Verunfälle verhindert werden.

Lindenmann und Koy (2000) haben in ihrer Studie „Beurteilung der Auswirkungen von Zonensignalisationen (Tempo 30) in Wohngebieten auf die Verkehrssicherheit“ festgestellt, dass beim Herabsetzen der gesetzlichen Höchstgeschwindigkeit von 50 km/h auf 30 km/h folgende Effekte auftreten:

- Verringerung der mittleren ($V_{50\%}$) und höheren ($V_{85\%}$) Geschwindigkeiten um rund 6 km/h in ländlichen Gebieten und rund 5 km/h im Durchschnitt
- Reduktion der Unfälle um durchschnittlich 28.7% in ländlichen Gebieten und 3.8% in städtischen Gebieten
- Reduktion der Verunfallten um 45.4% in ländlichen Gebieten und 14.5% in städtischen Gebieten

Durch Schätzung der Temporeduktion kann man auf die Reduktion der Unfälle und Reduktion der Verletzten ableiten.

Durch die Gewichtung des Überquerungsrisikos für Fussgänger, ermitteln wir die Reduktion von Unfalltoten (Tabelle 16).

Tabelle 16 Reduktion von Unfalltoten von Strassenüberquerungen von Fussgängern

Situation	Risiko	Reduktion Unfalltote (%)
Ohne Fussgängerstreifen	$1 \text{ mal } 10^{-7}$ Tote/Überquerung	0
Neben Fussgängerstreifen	$3 \text{ mal } 10^{-8}$ Tote/Überquerung	70
Fussgängerstreifen	$2 \text{ mal } 10^{-8}$ Tote/Überquerung	80
Fussgängerstreifen mit Mittelinsel	$1.5 \text{ mal } 10^{-8}$ Tote/Überquerung	85

Quelle: Ernst Basler & Partner und bfu (1983)

Durch die Gewichtung der Unfallraten für Radfahrer, erhalten wir die Reduktion der Unfälle in Prozent (Tabelle 17).

Tabelle 17 Reduktion von Unfällen von Radfahrern

Situation	Relative Unfallziffer	Reduktion der Unfälle (%)
ohne Radweg	0.480	0
einseitiger Radweg	0.499	7
zweiseitiger Radweg	0.367	24

Quelle: Knoche (1981) (Abbildung 26)

Ein weiteres Quantifizierungsinstrument zur Beurteilung von Verkehrskonflikten bietet das Buch „Safer Roads. A Guide to Road Safety Engineering“ von K. W. Ogden (1996). In diesem Buch sind die Erfahrungen von Verkehrssicherheitsingenieuren zusammengefasst. Für die Sicherheitsbeurteilung von Knoten wird pro Massnahme die zu erwartende Unfallreduktion in Prozent angegeben (Tabelle 18).

Tabelle 18 Wirkung von Massnahmen auf Unfallhäufigkeit an Knoten

Massnahme	Beeinflusste Unfälle (Unfallsituation)	Unfallreduktion %
Knoten mit niedriger Geschwindigkeit		
Kreisel	geregelt Zufahrten	60-80
	entgegenkommende Fahrzeuge, Abbiegen	50-80
Markierung, Signalisation	Geregelt Zufahrten	10-20
	Spurwechsel	10-20
Verbesserte Sichtweiten	entgegenkommende Fahrzeuge, Abbiegen	30-50
	Spurwechsel	30-50
Kanalisation	Geregelt Zufahrten	20-40
	entgegenkommende Fahrzeuge, Abbiegen	20-40

Quelle: Ogden (1996) (Tabelle 7.2)

2.2.2 Anwendung auf Projekte

Ist-Untersuchung

Tabelle 19 Ist-Untersuchung: Anzahl Unfälle pro Jahr beim jeweiligen Projekt

Projekt	Anlageart	Auswirkung auf die Verkehrssicherheit	Anzahl Unfälle pro Jahr ⁶
Angenommene Projekte			
Bassersdorf	Baltenswilerstrasse: Linksabbieger	Linksabbieger - Gegenverkehr	1.45
	Zürichstrasse: Linksabbieger	Linksabbieger - Gegenverkehr	1.06
Grosshöchstetten	Gesicherter Fussgängerübergang mit Mittelinsel	Fussgänger – motorisierter Verkehr	0.11
	Alpenweg: Zwei vertikale Versätze	Hohe Geschwindigkeit - schwache Verkehrsteilnehmer	0.21
	Mirchelstrasse: Aufpflasterung des Knotenbereichs, neue Vortrittsregelung	Kreuzende Ströme	0.43
	Stockhornweg: Aufpflasterung des Knotenbereichs, neue Vortrittsregelung	Kreuzende Ströme	0.51
	Zelgweg: Anpassung der Einmündung	Hohe Geschwindigkeit Kreuzende Ströme	0.34
	Hasliweg: Vertikaler Versatz	Hohe Geschwindigkeit	0.21
Oetwil am See	Tempo 30-Zonen	Fussgänger/spielende Kinder – motorisierter Verkehr	6.33

⁶ Berechnungen siehe Anhang 1

Tabelle 19 Ist-Untersuchung: Anzahl Unfälle pro Jahr beim jeweiligen Projekt

Projekt	Anlageart	Auswirkung auf die Verkehrssicherheit	Anzahl Unfälle pro Jahr ⁶
Heimberg	Tempo 30-Zonen	Fussgänger/spielende Kinder – motorisierter Verkehr	5.52
Abtwil	Strassenverengungen	Fussgänger – motorisierter Verkehr	1.19
	Sicherung von Fussgänger-übergängen	Fussgänger – motorisierter Verkehr	1.12
	Zusätzlicher Radstreifen	Radfahrer – motorisierter Verkehr	0.11
Hedingen Tempo 30-Zone	Tempo 30-Zone	Fussgänger/spielende Kinder – motorisierter Verkehr	5.02
Hedingen Fussgängerunterführung	Fussgängerunterführung	Fussgänger – motorisierter Verkehr	0.17
Oberdorf	Radstreifen	Radfahrer – motorisierter Verkehr	0.53
Abgelehnte Projekte			
Grosshöchstetten	Eglisporweg: Einseitige Einengung im Einmündungsbereich kombiniert mit vertikalem Versatz	Hohe Geschwindigkeit - schwache Verkehrsteilnehmer	0.21
	Mühlebachweg: Aufpflasterung des Knotenbereiches	Kreuzende Ströme	0.43
	Stegmattgasse: Vertikaler Versatz	Hohe Geschwindigkeit	0.34

Projekt-Untersuchung

Tabelle 20 Projektuntersuchung: Unfallreduktion beim jeweiligen Projekt

Projekt	Anlageart	Auswirkung auf die Verkehrssicherheit	Unfallreduktion % ⁷
Angenommene Projekte			
Bassersdorf	Baltenswilerstrasse: Linksabbieger	Linksabbieger - Gegenverkehr	35
	Zürichstrasse: Linksabbieger	Linksabbieger - Gegenverkehr	35
Grosshöchstetten	Gesicherter Fussgängerübergang mit Mittelinsel	Fussgänger – motorisierter Verkehr	25
	Alpenweg: Zwei vertikale Versätze	Hohe Geschwindigkeit - schwache Verkehrsteilnehmer	40
	Mirchelstrasse: Aufpflasterung des Knotenbereichs, neue Vortrittsregelung	Kreuzende Ströme	20
	Stockhornweg: Aufpflasterung des Knotenbereichs, neue Vortrittsregelung	Kreuzende Ströme	20
	Zelgweg: Anpassung der Einmündung	Hohe Geschwindigkeit Kreuzende Ströme	12
	Hasliweg: Vertikaler Versatz	Hohe Geschwindigkeit	40
Oetwil am See	Tempo 30-Zonen	Fussgänger/spielende Kinder – motorisierter Verkehr	28.7
Heimberg	Tempo 30-Zonen	Fussgänger/spielende Kinder – motorisierter Verkehr	28.7

⁷ Siehe Anhang 2

Tabelle 20 Projektuntersuchung: Unfallreduktion beim jeweiligen Projekt

Projekt	Anlageart	Auswirkung auf die Verkehrssicherheit	Unfallreduktion % ⁷
Abtwil	Strassenverengungen	Fussgänger – motorisierter Verkehr	12
	Sicherung von Fussgänger-übergängen	Fussgänger – motorisierter Verkehr	55
	Zusätzlicher Radstreifen	Radfahrer – motorisierter Verkehr	7
Hedingen Tempo 30-Zone	Tempo 30-Zone	Fussgänger/spielende Kinder – motorisierter Verkehr	28.7
Hedingen Fussgängerunterführung	Fussgängerunterführung	Fussgänger – motorisierter Verkehr	100
Oberdorf	Radstreifen	Radfahrer – motorisierter Verkehr	7
Abgelehnte Projekte			
Grosshöchstetten	Eglisporweg: Einseitige Einengung im Einmündungsbereich kombiniert mit vertikalem Versatz	Hohe Geschwindigkeit - schwache Verkehrsteilnehmer	15
	Mühlebachweg: Aufpflasterung des Knotenbereiches	Kreuzende Ströme	15
	Stegmattgasse: Vertikaler Versatz	Hohe Geschwindigkeit	40

2.3 Ansatz für den statistischen Wert des Lebens

Aus der Unfallstatistik des bfu über die Anzahl Unfälle pro Jahr leiten wir eine Verteilung der Unfallintensität ab. Da die Unfallintensität bei Unfällen mit Fussgängern viel höher ist, wenden wir bei den Fussgängerstreifen eine andere Verteilung an (Tabelle 21).

Tabelle 21 Verteilung der Unfallintensität

	Unfälle	Reiner Sachschaden	Leichtverletzte	Schwerverletzte	Getötete
Unfälle gesamt					
Unfallzahlen 2000	75'351	44'700	23'867	6'191	592
Verteilung bei einem Unfall	1	0.593 ⁸	0.317	0.082	0.008
Unfälle am Fussgängerstreifen					
Unfallzahlen 2000	2'913		1'882	130	130
Verteilung bei einem Unfall	1		0.646	0.309	0.045
Unfälle mit Radfahrern					
Unfallzahlen 2000	3'291		2'284	959	48
Verteilung bei einem Unfall	1		0.694	0.291	0.015

Quellen: http://www.bfu.ch/forschung/statistik/statistik_2003/BFU_03_D_08.pdf,
http://www.bfu.ch/forschung/statistik/statistik_%202001/usv_t_15.htm
http://www.bfu.ch/forschung/statistik/statistik_%202001/usv_t_03.htm

Da man mit einer Massnahme nicht nur Verkehrstote verhindern will, sondern auch Leicht-, Schwerverletzte und Sachschäden, fassen wir die verschiedenen Folgen zusammen, indem die

⁸ Die Verteilung der Unfälle mit reinem Sachschaden wird weiter nicht benutzt. Anstelle dieser Verteilung wird im weiteren damit gerechnet, dass bei jedem Unfall zwischen motorisierten Verkehrsbeteiligten Sachschaden entsteht.

Kosten der Schwerverletzten, Leichtverletzten und Sachschäden gewichtet werden und nur noch der Wert eines statistischen Verkehrstoten (V_t) übrig bleibt. Damit wir die Ausprägungen zusammenzählen können, brauchen wir Umrechnungsfaktoren. In der VSS Norm 640 009 werden die sozialen Unfallkosten angegeben. Mit diesen Richtwerten bilden wir einen Umrechnungsfaktoren-Satz (Tabelle 22).

Tabelle 22 Umrechnungsfaktoren

Unfallfolgen	Soziale Unfallkosten	Umrechnungsfaktor
Sachschaden pro Unfall	37'000	0.0205
Personenschaden pro Leichtverletztem	20'000	0.0111
Personenschaden pro Schwerverletztem	300'000	0.16666
Personenschaden pro Getötetem	1'800'000	1

Quelle: VSS Norm 640 009 (Tabelle 7)

Der Umrechnungsfaktor (V_t) von einem statistisch einsparbaren Unfall in einen statistisch einsparbaren Verkehrstoten wird mit der Formel 1 respektive mit Formel 2 bei Fussgängerstreifen oder mit Formel 3 bei Radstreifen berechnet.

$$V_t = 0.008 * 1 + 0.082 * 0.166 + 0.317 * 0.011 + 1 * 0.0205 \quad \text{(Formel 1)}$$

$$V_{t2} = 0.045 * 1 + 0.309 * 0.166 + 0.646 * 0.011 \quad \text{(Formel 2)}$$

$$V_{t3} = 0.015 * 1 + 0.291 * 0.166 + 0.694 * 0.011 \quad \text{(Formel 3)}$$

Da mit einer Auswirkung eines Projekts von mehreren Jahren gerechnet werden kann, müssen die Investitionskosten mit dem Wert den Einsparungen, die durch die Erhöhung der Verkehrssicherheit zustande kommen, verglichen werden. Diese Einsparungen werden auf das jetzige Jahr diskontiert. Es ist aber auch mit einer Zunahme der Verkehrsmenge in Zukunft zu rechnen, was wiederum die Unfallhäufigkeiten erhöhen wird. Die Zunahme der Verkehrsmenge wird aber nur berücksichtigt, wenn die Unfallhäufigkeiten über den

durchschnittlichen Tagesverkehr ermittelt wird. Die beiden Sätze werden miteinander verrechnet und fliessen damit in unsere Berechnung ein.

Die Zunahme des DTVs beträgt im Durchschnitt auf allen Strassen über die letzten 11 Jahre 1.78 %. Zu berücksichtigen ist, dass die Zählstationen meist ausserorts liegen und die Zunahme auf Nationalstrassen höher ist.⁹

Der Nutzen der Einsparung wird mit einer Rate von 3.25%¹⁰ und einer Rate von 7%¹¹ diskontiert.

⁹ ASTRA (<http://www.verkehrsdaten.ch/d/home.html>: Verkehrsentwicklung im Zeitraum 1991 – 2002)

¹⁰ Selbst gewählt, entspricht ungefähr dem Satz in der Schweiz

¹¹ http://ostpxweb.dot.gov/VSL_1993_Guidance.pdf

3 Auswertung der Daten

3.1 Deskriptive Messreihe

Der Wert eines statistisch einsparbaren Lebens (WESEL) pro Projekt errechnet sich durch die Formel 1, die Formel 2 oder die Formel 3, die Kosten des Projekts, die erwartete Unfallzahl vor der Realisierung des Projekts (Tabelle 19) und den erwarteten prozentualen Unfallrückgang (Tabelle 20). Dazu werden noch die Diskont-Sätze mitverrechnet. Die Projektdauer wird mit 15 Jahren angenommen.

Beispiel Bassersdorf Zürichstrasse:

Anlageart:	Linksabbieger	
Kosten des Projekts:	290'500	
Unfälle ohne Projekt pro Jahr:	1.06 (Berechnung siehe Anhang 1)	
Unfallreduktion mit Projekt:	35 % (Berechnung siehe Anhang 2)	
Unfälle mit Projekt pro Jahr:	$1.06 - 1.06 * 0.35 = 0.69$	
Differenz Unfälle ohne/mit Projekt:	$1.06 - 0.69 = 0.37$	
Diskont-Sätze:	Abzinsung:	3.25 %
	DTV-Zunahme:	1.78 %
Formel 1:	$V_{t1} = 0.0456$	

Einsparbare Unfallkosten ausgedrückt in statistische
Leben pro Jahr: $0.0456 * 0.37 = \mathbf{0.0169}$

Einsparbare Unfallkosten ausgedrückt in statistische
Leben in 15 Jahren, Diskontierung (3.25%) und DTV-
Zunahme (1.78%) miteinbezogen: $\sum_{t=1}^{15} \frac{(1 + 0.0178)^t}{(1 + 0.0325)^t} * 0.0169 = \mathbf{0.2261}$

Wert eines einsparbaren Lebens bei diesem Projekt: $\frac{290'500}{0.2261} = \mathbf{1'281'485}$

Tabelle 23 WESEL pro Projekt (Diskontzinssatz 3.25%)

Projekt	Kosten	Unfälle- IST	Unfälle- Projekt	WESEL (CHF)
Baltenswilerstrasse Linksabbieger	790'900	1.45	0.94	2'550'508
Zürichstrasse Linksabbieger	290'500	1.06	0.69	1'281'485
Grosshöchstetten Kantonsstrasse	90'000	0.11	0.08	2'699'480
Grosshöchstetten angenommen	130'000	1.70	1.36	620'284
Oetwil am See Tempo 30- Zonen	166'000	6.33	4.51	170'906
Heimberg Tempo 30-Zonen	230'000	5.52	3.94	271'545
Abtwil	155'000	2.42	1.65	184'220
Hedingen Tempo 30-Zonen	485'000	5.02	3.58	629'639
Hedingen Fussgänger- unterführung	390'000	0.17	0.00	1'892'283
Oberdorf Radstreifen	150'000	0.53	0.49	4'253'267
Grosshöchstetten abgelehnt	155'000	0.98	0.75	1'046'071

Tabelle 24 WESEL pro Projekt (Diskontzinssatz 7%)

Projekt	Kosten	Unfälle- IST	Unfälle- Projekt	WESEL (CHF)
Baltenswilerstrasse Linksabbieger	790'900	1.45	0.94	3'321'370
Zürichstrasse Linksabbieger	290'500	1.06	0.69	1'668'799
Grosshöchstetten Kantonsstrasse	90'000	0.11	0.08	3'475'124
Grosshöchstetten angenommen	130'000	1.70	1.36	807'757
Oetwil am See Tempo 30- Zonen	166'000	6.33	4.51	220'013
Heimberg Tempo 30-Zonen	230'000	5.52	3.94	349'569
Abtwil	155'000	2.42	1.65	237'458
Hedingen Tempo 30-Zonen	485'000	5.02	3.58	810'554
Hedingen Fussgänger- unterführung	390'000	0.17	0.00	2'435'994
Oberdorf Radstreifen	150'000	0.53	0.49	5'538'768
Grosshöchstetten abgelehnt	155'000	0.98	0.75	1'362'234

3.2 Wert eines statistisch einsparbaren Lebens

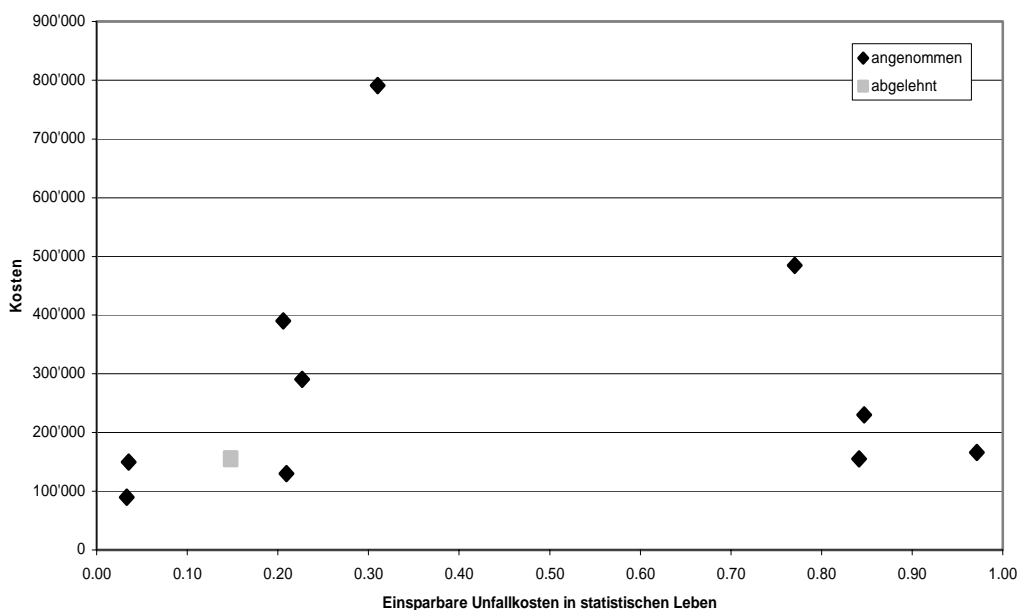
Der Wert eines statistisch einsparbaren Lebens kann auf verschiedene Arten bestimmt werden. Wir haben die drei Methoden Abschätzung durch die Steigung einer Trenngeraden, Durchschnitt und Median und Binary-Logistic Regression angewendet.

3.2.1 Abschätzung durch die Steigung einer Trenngeraden

Bildet man die Kosten und die verhinderten Verkehrstoten in einer Graphik ab, so kann man eine Trenngerade in die Graphik legen, die die angenommenen und die abgelehnten Projekte trennt. Die Steigung dieser Geraden gibt den Wert eines statistisch einsparbaren Lebens an. Unser Datensatz ist für diese Abschätzung zu klein, respektive haben wir zu wenig abgelehnte Projekte, um die Trenngerade abzuschätzen.

In Abbildung 5 sieht man, dass unser abgelehntes Projekt zwischen den angenommenen Projekten liegt und eine Trenngerade nicht aussagekräftig wäre.

Abbildung 5 Kosten-Nutzen-Vergleich (diskontiert mit 3.25%)



3.2.2 Durchschnitt und Median

Aus den Verhältnissen zwischen Projektkosten und verhinderten Verkehrstoten der einzelnen Projekte, die angenommen wurde, kann der Durchschnitt gebildet werden oder der Median.

Tabelle 25 WESEL: Durchschnitt und Median

Diskontierungssatz	Durchschnitt (CHF)	Median (CHF)
3.25%	1'455'362	955'562
7%	1'886'541	1'239'676

Diese Werte liegen aber unter dem Wert, den die Schweizer Gemeinden bereit sind zu bezahlen, da in diesem Durchschnitt auch Projekte enthalten sind, die ein sehr gutes Kosten-Nutzen-Verhältnis bezüglich Verkehrssicherheit haben (Tempo 30-Zonen). Als obere Grenze des Wertes, den die Schweizer Gemeinden bereit sind zu zahlen, kann man den Durchschnitt respektive den Median der abgelehnten Projekte annehmen. Bei unseren Daten ist dies nicht möglich, da wir nur ein abgelehntes Projekt haben und dieses einen sehr tiefen Wert hat.

3.2.3 Binary-Logistic Regression

Mit Hilfe der Binären-Logistischen-Regression lässt sich ein Modell über das Abstimmungsresultat berechnen. Als Entscheidungsgründe haben wir die Projektkosten und die Anzahl verhinderten Verkehrstoten ins Modell eingebaut. Aus der Formel

$$U(\text{ja}) = c + \beta_{\text{Kosten}} * \text{Kosten} + \beta_{\text{verhinderte Tote}} * \text{Anzahl verhinderte Unfälle in Verkehrstoten}$$

kann man die Kosten zur Verhinderung eines Vehrkehrstoten mit folgender Formel berechnen:

$$\text{Kosten} = \frac{-\beta_{\text{verhinderteTote}}}{\beta_{\text{Kosten}}}$$

Tabelle 26 Binary-Logistic-Regression

	β	Standartabweichung	Signifikanz
Verhinderte Verkehrstote in 15 Jahren	0.688	0.257	0.008
Projektkosten	1.321	0.500	0.008
Konstante	1.136	0.164	0.000

Nagelkerke $R^2 = 0.027$

Mit unserem Datensatz ist das aber nicht möglich, da das Modell für das β_{Kosten} einen positiven Wert ergibt und so die Kosten negativ werden. Dies liegt an der kleinen Stichprobengrösse, an der kleinen Anzahl abgelehnter Projekte und an den Abstimmungsresultaten, die an Gemeindeversammlungen nur bei knappen Entscheidungen ausgezählt werden. Dazu kommt, dass es sich bei der Abstimmung um einen politischen Prozess handelt, der nicht nur rationale Entscheidungen hervorruft.

3.2.4 Sensitivitätsanalyse

Mit der Sensitivitätsanalyse wird der Einfluss von Veränderungen unserer Annahmen auf den Wert eines statistisch einsparbaren Lebens untersucht. Da alle Annahmen unsererseits rein multiplikativ in die Berechnung des Wertes eines einsparbaren Lebens einfließen, ausser die Umrechnungsfaktoren (Tabelle 22), werden nur diese untersucht. Wir vergleichen den benutzten Ansatz (SN 640 009) mit den Werten von anderen Studien (Tabelle 27).

Tabelle 27 Verhältnis zwischen der Zahlungsbereitschaft zur Verminderung von Todesfällen, Verletzten und Sachschäden

Studie	Todesfall	Schwerverletzte	Leichtverletzte	Sachschaden
SN 640 009	1	0.167	0.011	0.0205
Persson et al. (2000)	1	0.160	0.015	0.0091
Sweden official	1	0.154	0.007	0.0194

Quelle: Bundesamt für Raumentwicklung (2002) (Tabelle 4-13)

Die Veränderung wird beim Durchschnitt und dem Median untersucht.

Tabelle 28 Sensitivitätsanalyse auf den WESEL (Diskontierungssatz 3.25%)

Studie	Durchschnitt	Differenz zu SN 640 009 (%)	Median	Differenz zu SN 640 009 (%)
SN 640 009	1'455'362	-	955'562	-
Persson et al. (2000)	1'614'197	+10.91	1'245'823	+30.38
Sweden official	1'571'394	+7.97	1'031'379	+7.93

Die Sensitivitätsanalyse zeigt, dass sich bei unterschiedlichen Verhältnissen der Zahlungsbereitschaft, der Wert eines statistisch einsparbaren Lebens in einem annehmbaren Bereich verändert. Obwohl wir zwei sehr unterschiedliche Zahlungsbereitschaftsverhältnisse für die Sensitivitätsanalyse gewählt haben, bleibt die Auswirkung auf den Durchschnitt im Rahmen von etwa 10%.

Tabelle 29 Sensitivitätsanalyse auf den WESEL (Diskontierungssatz 3.25%)

Veränderte Faktoren	Durchschnitt verändert	Differenz (%)	Median verändert	Differenz (%)
Unfallintensität +10%	1'344'528	-7.62	905'709	-5.22
Unfallintensität -10%	1'587'760	9.10	1'011'222	5.82
Umrechnungsfaktor +10%	1'352'121	-7.09	879'669	-7.94
Umrechnungsfaktor -10%	1'566'050	7.61	1'039'515	8.79

4 Fazit

Eine abschliessende Aussage über die Ergebnisse unserer Arbeit lässt sich nicht machen, da die Datenlage unserer Arbeit viel zu klein ist. Die Verkehrssicherheitsabschätzungen, die wir vorgenommen haben, sind zum Teil noch nicht in der Praxis erprobt und daher mit Vorsicht zu beurteilen.

Aus unserer Arbeit lassen sich aber trotzdem verschiedene Schlüsse ziehen. Einerseits zeigt sich, trotz schlechter Datenlage, die Tendenz, dass die Schweizer Gemeinden im Vergleich zu den neusten Studien eine relativ geringe Zahlungsbereitschaft haben. Andererseits haben wir bemerkt, dass es kein genormtes Verfahren zur Verkehrssicherheitsbeurteilung gibt, das es einem erlaubt, die Verkehrssicherheit von Projekten quantitativ zu beurteilen.

Für ein Grossteil unserer Arbeit mussten wir uns mit der Verkehrssicherheitsbeurteilung auseinandersetzen. Die Projekte, welche zur Abstimmung in den Gemeinden kommen, beinhalten keine solche Beurteilung. Um sich für eine solche Abstimmung über die Kosten und Nutzen eines Projekts zu informieren, wäre eine solche Beurteilung unerlässlich. Einen Ansatz für eine einheitliche Verkehrssicherheitsbeurteilung bietet das Safety Audit von Lindenmann (2002). Genaue Quantifizierungsinstrumente fehlen aber noch zu einem grossen Teil. Um vor allem auch bei neuen Projekten das zu erwartende Sicherheitsniveau festzustellen, wäre ein Verfahren zu entwickeln, welches über die Verkehrskonflikte, die beim jeweiligen Projekt herrschen, die Sicherheit quantifiziert. Verschiedene Untersuchungen in Österreich und Deutschland haben gezeigt, dass Verkehrskonflikte oder Fastunfälle eine sehr hohe Ähnlichkeit in ihrer Entstehung haben. Die Verkehrssicherheit hängt also nicht nur von Parametern wie der Unfallhäufigkeit ab. Vielmehr wäre es zu begrüssen, wenn eine Verkehrssicherheitsbeurteilung vermehrt vom Konfliktpotential abhängen würde, da es sicherlich sinnvoll ist Unfälle zu verhüten, indem man solche Konfliktstellen frühzeitig erkennt, anstatt auf Unfälle zu warten.

Das Bundesamt für Raumentwicklung hat im Bericht „Unfallkosten im Strassen- und Schienenverkehr der Schweiz 1998“ die aktuellsten Angaben in der Schweiz zu den externen Unfallkosten im Verkehr veröffentlicht. Laut dieser Studie verursacht ein Todesopfer im Verkehr Kosten von 3.184 Mio. CHF. Dieser Wert liegt um rund 1.5 Mio. CHF höher als der Wert, den wir erhalten haben. Diese 3.184 Mio. setzen sich aus dem Netto-Produktionsausfall (314'000 CHF) und den immateriellen Kosten (2.87 Mio. CHF) zusammen. Die immateriellen

Kosten werden über die Zahlungsbereitschaft (WTP) ermittelt. Die Differenz zu unseren Ergebnissen ist teilweise auf die geringe Datenlage unserer Arbeit zurückzuführen. Es zeigt sich aber trotzdem eine Tendenz, dass unser Ansatz zu tieferen Ergebnissen führt. Dies kann dadurch erklärt werden, dass das Risikobewusstsein der Bürger im Strassenverkehr zu wenig ausgebildet ist. Es werden Grossereignisse wie z. B. der Brand im Gotthardtunnel oder dem Sicherheitsgefühl in Flugzeugen stark überbewertet, wo hingegen das Bewusstsein für das Risiko bei den „normalen“ Unfällen noch sehr klein ist. Bei Umweltfragen wurde das Risikobewusstsein stark gefördert. Um das Bewusstsein für das Risiko im Strassenverkehr zu bilden, wäre ein genormtes Verfahren zur Verkehrssicherheitsbeurteilung ein guter Ansatz. Damit könnte auch gewährleistet werden, dass wissenschaftliche Erkenntnisse vermehrt genutzt werden.

5 Danksagung

Bei folgenden Personen möchten wir uns für die Unterstützung während unserer Semesterarbeit bedanken:

Herrn Professor Kay W. Axhausen und Herrn Michael Bernhard für die motivierende Betreuung und die konstruktive Kritik bei den Vorweisungen.

Herrn Hans Peter Lindenmann und Frau Marion Doerfel für die kompetente Hilfe bei der Verkehrssicherheitsbeurteilung.

Der Kantonspolizei Zürich und der Kantonspolizei Bern für die Hilfe beim Suchen von Verkehrssicherheitsprojekten in Gemeinden.

6 Literatur

- Alfaro, J.L., M. Chapuis, und F. Fabre (1994) COST 313 Volkswirtschaftliche Kosten der Strassenverkehrsunfälle, *Schlussbericht EUR 15464*, KEG, Generaldirektion Verkehr, Luxemburg.
- Bundesamt für Raumentwicklung (2002) Unfallkosten im Strassen- und Schienenverkehr der Schweiz 1998, *Bericht von ECOPLAN*, Bundesamt für Raumentwicklung, Bern.
- Eckhardt, A. und E. Seitz (1998) Wirtschaftliche Bewertung von Sicherheitsmassnahmen *bfu-Report 35*, Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung (bfu), Bern.
- Ernst Basler & Partner, bfu (1983) Einfluss der Anzahl von Fussgängerstreifen auf das Unfallgeschehen mit Fussgängern, *bfu-Report*, Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung (bfu), Bern.
- Kallberg, Veli-Pekka (1997) Speed can endanger your health, *Nordic Road and Transport Research No. 2*, Technical Research Center of Finland (VTT), Helsinki.
- Knoche, G. (1981) Einfluss von Radwegen auf die Verkehrssicherheit, *Forschungsbericht Bd. 2*, Forschungsberichte der Bundesanstalt für Straßenwesen (BAST), Köln.
- Lindenmann, H.P. und T. Koy (2000) Beurteilung der Auswirkungen von Zonensignalisationen (Tempo 30) in Wohngebieten auf die Verkehrssicherheit, *Arbeitsbericht Verkehrstechnik*, Institut für Verkehrsplanung, Transporttechnik, Strassen- und Eisenbahnbau (IVT), ETH Zürich, Zürich.
- Lindenmann, HP. und M. Doerfel (2002) Verkehrssicherheitsbeurteilung (VSB) (Safety Audit) *Forschungsauftrag 304.97.01*, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT), ETH Zürich, Zürich.
- Lindenmann, HP. und M. Doerfel (2003) Verkehrssicherheitsbeurteilung – Ein neuer Ansatz, *Arbeitsbericht Verkehrstechnik*, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT), ETH Zürich, Zürich.
- Lindenmann, HP., M. Doerfel, M. Weissert, Ch.A. Huber, und R. Allenbach (2004) Unfallauswertung: Statistik, Auswertung und Analyse von Strassenverkehrsunfällen, Massnahmen, *Schlussbericht*, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT), ETH Zürich, Zürich.
- Nellthorp, J., T. Samson, P. Bickel, C. Doll und G. Lindenberg (2000) Valuation Conventions for UNITE, Version 1.0, UNITE (UNIFICATION of accounts and marginal costs for Transport Efficiency), Working Funded by the 5th Framework RTD Programme, Leeds.
- Ogden, K.W. (1996) Safer Roads: A Guide to Road Safety Engineering, Avebury Technical, cop., Aldershot.

Persson, U., K. Hjalte, K. Nilsson, und A. Norinder (2000) Värde av att minska risken för vägtrafikskador – Beräkning av riskvärden för dödliga, genomsnittligt svåra och lindriga skador med Contingent Valuation metoden, *Bulletin 183*, Institutionen för Teknik och Samhälle, Lunds Tekniska Högskola, Lunds Universitet, Lunds.

Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung (bfu) (2003) Unfallgeschehen in der Schweiz, http://www.bfu.ch/forschung/statistik/statistik_2003/BFU_03_D_08.pdf, Bern.

Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung (bfu) (2001) Unfallgeschehen in der Schweiz, http://www.bfu.ch/forschung/statistik/statistik_%202001/usv_t_15.htm, http://www.bfu.ch/forschung/statistik/statistik_%202001/usv_t_03.htm, Bern.

VSS-Fachkommission (2003) Strassenverkehrsunfälle, *VSS Norm 640 009*, Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute (VSS), Zürich.

Willeke, R. und S. Beyhoff (1990) Economic Cost of Road Accidents, *Report of COST-Aktion 313*, Köln.

7 Anhänge

7.1 Anhang 1: Unfallhäufigkeit Ist-Situation

Angenommene Projekte:

Baltenswilerstrasse Linksabbieger:

Diese Strasse ist eine Hauptverkehrsstrasse und wird stark befahren, daher ist der DTV relativ hoch.

DTV = 8500Fz (Verkehrszählung Bassersdorf 2002/

http://www.statistik.zh.ch/statistik.info/pdf/1997_16.pdf)

Länge = 500m

Unfallrate Innerorts = 1.4

Knoten = 2/3 der Unfälle

$$\text{Unfälle pro Jahr} = 2 * \frac{1.4 * 8500 * 0.5 * 365}{31000000} = 1.45$$

Zürichstrasse Linksabbieger:

DTV = 6200Fz

Länge = 500m

Unfallrate Innerorts = 1.4

Knoten = 2/3 der Unfälle

$$\text{Unfälle pro Jahr} = \frac{2}{3} * \frac{1.4 * 6200 * 0.5 * 365}{1000000} = 1.06$$

Grosshöchstetten Verkehrsprojekte:

<http://www.grosshoechstetten.ch/d/gemeinde/index.html>

Einwohner = 3300

Gesicherter Fussgängerübergang mit Mittelinsel:

10 Fussgängerstreifen (geschätzt)

Überquerungen eines Fussgängerstreifens pro Einwohner und Tag = 1.5 (Ernst Basler & Partner und bfu, 1983)

Überquerungen Fussgängerstreifen Bahnhofstrasse = $3300 * 1.5 / 10 = 495$

Anzahl Unfälle / Verkehrstoter = 29.57

$$\text{Unfälle pro Jahr} = 29.57 * \frac{2 * 10^{-8}}{\text{Überquerung}} * 495 * 365 = 0.11$$

Alpenweg: Zwei vertikale Versätze:

DTV = 5000

Länge = 250m

Strecke = 1/3 der Unfälle

$$\text{Unfälle pro Jahr} = \frac{1}{3} * \frac{1.4 * 5000 * 0.25 * 365}{1000000} = 0.21$$

Mirchelstrasse: Aufplasterung des Knotenbereiches, neue

Vortrittsregelung:

DTV = 5000

Länge = 250m

Knoten = 2/3 der Unfälle

$$\text{Unfälle pro Jahr} = \frac{2}{3} * \frac{1.4 * 5000 * 0.25 * 365}{1000000} = 0.43$$

Stockhornweg: Aufplasterung des Knotenbereiches, neue**Vortrittsregelung:**

DTV = 5000

Länge = 300m

Knoten = 2/3 der Unfälle

$$\text{Unfälle pro Jahr} = \frac{2}{3} * \frac{1.4 * 5000 * 0.3 * 365}{1000000} = 0.51$$

Zelgweg: Anpassung der Einmündung:

DTV = 5000

Länge = 200m

Knoten = 2/3 der Unfälle

$$\text{Unfälle pro Jahr} = \frac{2}{3} * \frac{1.4 * 5000 * 0.2 * 365}{1000000} = 0.34$$

Hasliweg: Vertikaler Versatz:

DTV = 5000

Länge = 250m

Strecke = 1/3 der Unfälle

$$\text{Unfälle pro Jahr} = \frac{1}{3} * \frac{1.4 * 5000 * 0.25 * 365}{1000000} = 0.21$$

Oetwil am See Tempo 30-Zone:

Tempo 30-Zone

Fläche = 0.633km²

$$\text{Unfälle pro Jahr} = \frac{0.633}{0.2} * 2 = 6.33$$

Heimberg Tempo 30-Zone:

Tempo 30-Zone

Fläche = 0.552km²

$$\text{Unfälle pro Jahr} = \frac{0.552}{0.2} * 2 = 5.52$$

Abtwil:**Strassenverengungen:**

DTV = 5000

Länge = 1400m

Strecke = 1/3 der Unfälle

$$\text{Unfälle pro Jahr} = \frac{1}{3} * \frac{1.4 * 5000 * 1.4 * 365}{1000000} = 1.19$$

Sicherung von Fussgängerübergängen:Einwohner = 4800 (<http://www.gaiserwald.ch/de/portrait>)

Bestehende Fussgängerstreifen:

15 Fussgängerstreifen (geschätzt)

Überquerungen eines Fussgängerstreifens pro Einwohner und Tag = 1.5 (Ernst Basler & Partner und bfu, 1983)

Überquerungen Fussgängerstreifen = 4800 * 1.5 / 15 = 480

Anzahl Unfälle / Verkehrstoter = 29.57

Unfälle pro Jahr und Fussgängerstreifen =

$$29.57 * \frac{2 * 10^{-8}}{\text{Überquerung}} * 480 * 365 = 0.10$$

Neubau Fussgängerstreifen:

4 Überquerungsstellen ohne Fussgängerstreifen

Überquerungen ohne Fussgängerstreifens pro Einwohner und Tag
= 0.2 (Ernst Basler & Partner und bfu, 1983)

Überquerungen Überquerungsstellen = $4800 * 0.2 / 4 = 240$

Anzahl Unfälle / Verkehrstoter = 25.80

Unfälle pro Jahr und Überquerung =

$$25.80 * \frac{1 * 10^{-7}}{\text{Überquerung}} * 240 * 365 = 0.23$$

$$\text{Unfälle pro Jahr} = 2 * 0.10 + 4 * 0.23 = 1.12$$

Zusätzlicher Radstreifen:

Länge = 300m

DTV = 5000

DTV-Rad = 400

$$\text{Unfälle pro Jahr} = \frac{0.48 * 400 * 5000 * 0.3 * 365}{10^9} = 0.11$$

HedingenTempo 30-Zone:

Tempo 30-Zone

Fläche = 0.502km²

$$\text{Unfälle pro Jahr} = \frac{0.502}{0.2} * 2 = 5.02$$

Hedingen Fussgängerunterführung:

Dieser Fussgängerstreifen wird sehr stark benützt.

Anzahl Überquerungen = 800

Anzahl Unfälle / Verkehrstoter = 29.57

$$\text{Unfälle pro Jahr} = 29.57 * \frac{2 * 10^{-8}}{\text{Überquerung}} * 800 * 365 = 0.17$$

Oberdorf Radstreifen:

DTV = 10000 (Autobahnzubringer)

DTV-Rad = 400

Länge = 750 m

$$\text{Unfälle pro Jahr} = \frac{0.48 * 400 * 10000 * 0.75 * 365}{10^9} = 0.53$$

Abgelehnte Projekte:

Grosshöchstetten Verkehrsprojekte:

Eglisporweg:

DTV = 5000

Länge = 125m

Knoten = 2/3 der Unfälle

$$\text{Unfälle pro Jahr} = \frac{2}{3} * \frac{1.4 * 5000 * 0.125 * 365}{1000000} = 0.21$$

Mühlebachweg:

DTV = 5000

Länge = 250m

Knoten = 2/3 der Unfälle

$$\text{Unfälle pro Jahr} = \frac{2}{3} * \frac{1.4 * 5000 * 0.25 * 365}{1000000} = 0.43$$

Stegmattgasse:

DTV = 5000

Länge = 200m

Knoten = 2/3 der Unfälle

$$\text{Unfälle pro Jahr} = \frac{2}{3} * \frac{1.4 * 5000 * 0.2 * 365}{1000000} = 0.34$$

7.2 Anhang 2: Unfallverbesserung

Angenommene Projekte:

Baltenswilerstrasse Linksabbieger:

Linksabbieger-Gegenverkehr ist ein grosses Konfliktpotential bei Knoten. Die Unfallschwere ist sehr hoch, da sich Frontal- oder seitliche Kollisionen mit hohen Geschwindigkeiten ereignen. Veränderung der Unfallhäufigkeit ist geschätzt nach Tabelle 18: Wirkung von Massnahmen auf Unfallhäufigkeit an Knoten, Spalte Kanalisierung. Da Innerorts gegenüber ausserorts das Konfliktpotential besonders hoch ist, durch geringe Sichtweiten, Ablenkung des Fahrzeuglenkers wegen unübersichtlicherer Gestaltung des Fahrraums, höhere Anzahl von Einmündungen und Abzweigungen und mehreren verschiedenen Verkehrsteilnehmern, nehmen wir einen Wert im oberen Bereich. 35%

Zürichstrasse Linksabbieger:

Analog zu Baltenswilerstrasse Linksabbieger

Groshöchstetten Verkehrsprojekte:

Gesicherter Fussgängerübergang mit Mittelinsel:

Nach Tabelle 16: Reduktion von Unfalltoten von Strassenüberquerungen von Fussgängern 25%

Alpenweg: Zwei vertikale Versätze:

Da die vertikalen Versätze in einer Tempo 50- Zone sind wird die mittlere Geschwindigkeitsreduktion etwas grösser sein als beim Durchschnittswert einer Tempo 30-Zone ohne vertikale Versätze. Nach Abbildung 4: Veränderung der Verkehrssicherheit aufgrund der Veränderungen im Geschwindigkeitsverhalten ergibt eine Geschwindigkeitsreduktion um 8 km/h eine Unfallreduktion von ca. 40%.

Die Unfallschwere wird beim Konfliktpotential mit schwachen Verkehrsteilnehmern höher als im Durchschnitt liegen.

Mirchelstrasse: Aufpflasterung des Knotenbereichs, neue Vortrittsregelung:

Nach Tabelle 18: Wirkung von Massnahmen auf Unfallhäufigkeit an Knoten, Spalte Markierung, Signalisation, kann die Verkehrsverbesserung auf 20% geschätzt werden, da durch die Aufpflasterung zusätzlich zu deren signalisierendem Charakter eine zwingende Geschwindigkeitsreduktion auftritt.

Stockhornweg: Aufpflasterung des Knotenbereichs, neue Vortrittsregelung:

Nach Tabelle 18: Wirkung von Massnahmen auf Unfallhäufigkeit an Knoten, Spalte Markierung, Signalisation, kann die Verkehrsverbesserung auf 20% geschätzt werden, da durch die Aufpflasterung zusätzlich zu deren signalisierendem Charakter eine zwingende Geschwindigkeitsreduktion auftritt.

Zelweg: Anpassung der Einmündung:

Nach Tabelle 18: Wirkung von Massnahmen auf Unfallhäufigkeit an Knoten, Spalte Markierung, Signalisation, kann die Verkehrsverbesserung auf 12% geschätzt werden, da die Anpassung der Einmündung eine eher kleiner Markierungseffekt erzielt wird.

Hasliweg: Vertikaler Versatz:

Da die vertikalen Versätze in einer Tempo 50- Zone sind wird die mittlere Geschwindigkeitsreduktion etwas grösser sein als beim Durchschnittswert einer Tempo 30-Zone ohne vertikale Versätze. Nach Abbildung 4: Veränderung der Verkehrssicherheit aufgrund der Veränderungen im Geschwindigkeitsverhalten ergibt eine Geschwindigkeitsreduktion um 8 km/h eine Unfallreduktion von ca. 40%.

Oetwil am See Tempo 30:

Eine Reduktion von 28.7% in Ländlichen Gegenden. Die Unfallschwere kann von der Zahl der Verunfallten, die um 45.5% in ländlichen Gegenden, abgeleitet werden.

Heimberg Tempo 30-Zone:

Eine Reduktion von 28.7% in Ländlichen Gegenden. Die Unfallschwere kann von der Zahl der Verunfallten, die um 45.5% in ländlichen Gegenden, abgeleitet werden.

Abtwil:

Strassenverengung:

Durch die Strassenverengung ist mit einer geringen, aber örtlich sehr begrenzten Geschwindigkeitsreduktion zu rechnen. Da es sich hier um eine talwärts gerichtete Strecke handelt, zielt die Massnahme darauf ab, ungewollt hohe Geschwindigkeiten hervorgerufen durch das Gefälle, durch die vermehrte Aufmerksamkeit des Lenkers zu vermeiden. Die Geschwindigkeitsreduktion wird mit 4 km/h geschätzt, was zu einer Unfallhäufigkeitsreduktion (Abbildung 8: Veränderung der Verkehrssicherheit aufgrund der Veränderungen im Geschwindigkeitsverhalten) von ca. 12% resultiert.

Sicherung von Fussgängerübergängen:

Unfallschwere sicherlich sehr hoch. Da die schwächeren Verkehrsteilnehmer, wie Kinder, sehr hohes Risiko in sich bergen.

4 neu Fussgängerstreifen und 2 Umgestaltet = $(4*80\%+2*5\%)/6$
= 55% (Nach Tabelle 16: Reduktion von Unfalltoten von Strassenüberquerungen von Fussgängern)
55% Verbesserung

Zusätzlicher Radstreifen:

Nach Tabelle 17 Reduktion von Unfällen von Radfahrern, ist mit einer Unfallreduktion von 7% zu rechnen.

Hedingen Tempo 30-Zone:

Eine Reduktion von 28.7% in Ländlichen Gegenden. Die Unfallschwere kann von der Zahl der Verunfallten, die um 45.5% in ländlichen Gegenden, abgeleitet werden.

Hedingen Fussgängerunterführung:

Durch den Bau einer Fussgängerunterführung, wird der Verkehrsstrom der Fussgänger komplett von dem Verkehrsstrom des motorisierten Verkehrs getrennt. Dies führt zu einem Unfallrückgang von 100 %

Oberdorf Radstreifen:

Nach Tabelle 17: Reduktion von Unfällen von Radfahrern, ist mit einer Unfallreduktion von 7% zu rechnen.

Stegmattgasse:

Da die vertikalen Versätze in einer Tempo 50- Zone sind wird die mittlere Geschwindigkeitsreduktion etwas grösser sein als beim Durchschnittswert einer Tempo 30-Zone ohne vertikale Versätze. Nach Abbildung 4: Veränderung der Verkehrssicherheit aufgrund der Veränderungen im Geschwindigkeitsverhalten ergibt eine Geschwindigkeitsreduktion um 8 km/h eine Unfallreduktion von ca. 40%.

Abgelehnte Projekte:

Groshöchstetten Verkehrsprojekte:

Eglisporweg:

Nach Tabelle 18: Wirkung von Massnahmen auf Unfallhäufigkeit an Knoten, Spalte Markierung, Signalisation, kann die Verkehrsverbesserung auf 15% geschätzt werden, da die Anpassung der Einmündung eine eher kleiner Markierungseffekt erzielt wird. Dazu kommt durch die Aufpflasterung eine kleine Temporeduktion. Das ergibt gesamthaft eine Verkehrsverbesserung von 20%.

Mühlebachweg:

Nach Tabelle 18: Wirkung von Massnahmen auf Unfallhäufigkeit an Knoten, Spalte Markierung, Signalisation, kann die Verkehrsverbesserung auf 15% geschätzt werden.

7.3 Anhang 3: Berechnung mit 3.25%

7.4 Anhang 4: Berechnung mit 7%

Die *Arbeitsberichte Verkehrs- und Raumplanung* dienen der schnellen Verbreitung der Ergebnisse der Arbeit der Mitarbeitenden und Gäste des Instituts. Die Verantwortung für Inhalt und Gestaltung liegt alleine bei den Autor/innen.

The *Working Papers Traffic and Spatial Planning* are intended for the quick dissemination of the results of the members and guests of the Institute. Their content is the sole responsibility of the authors.

Eine vollständige Liste der Berichte kann vom Institut angefordert werden:

A complete catalogue of the papers can be obtained from:

IVT ETHZ
ETH Hönggerberg (HIL)
CH - 8093 Zürich

Telephon: +41 1 633 31 05

Telefax: +41 1 633 10 57

E-Mail: hotz@ivt.baug.ethz.ch

WWW: www.ivt.baug.ethz.ch

Der Katalog kann auch abgerufen werden von:

The catalogue can also be obtained from:

http://www.ivt.baug.ethz.ch/veroeffent_arbeitsbericht.html