

Empfehlungen zur Festlegung der Zahlungsbereitschaft für die Verminderung des Unfall- und Gesundheitsrisikos (value of statistical life)

Schlussbericht

19. September 2016

zuhanden des Bundesamts für Raumentwicklung ARE und der Beratungsstelle für Unfallverhütung bfu

Impressum

Empfohlene Zitierweise

Autor: Ecoplan
Titel: Empfehlungen zur Festlegung der Zahlungsbereitschaft für die Verminderung des Unfall- und Gesundheitsrisikos (value of statistical life)
Auftraggeber: Bundesamt für Raumentwicklung ARE und Beratungsstelle für Unfallverhütung bfu
Ort: Bern
Jahr: 19. September 2016
Bezug: www.ecoplan.ch

Begleitgruppe

Christina Hürzeler, ARE
Nicole Mathys, ARE
Roland Allenbach, bfu
Steffen Niemann, bfu

Projektteam Ecoplan

Christoph Lieb (Projektleitung und Hauptsachbearbeitung)
Heini Sommer (Qualitätskontrolle)

Der Bericht gibt die Auffassung der Autoren wieder, die nicht notwendigerweise mit derjenigen des Auftraggebers oder der Begleitorgane übereinstimmen muss.

Ecoplan AG

Forschung und Beratung
in Wirtschaft und Politik

www.ecoplan.ch

Monbijoustrasse 14
CH - 3011 Bern
Tel +41 31 356 61 61
bern@ecoplan.ch

Schützengasse 1
Postfach
CH - 6460 Altdorf
Tel +41 41 870 90 60
altdorf@ecoplan.ch

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|-----------|
| Kurzfassung | 3 |
| Résumé | 6 |
| Versione breve | 10 |
| Summarised version | 13 |
| 1 Einleitung | 16 |
| 1.1 Ausgangslage | 16 |
| 1.2 Zielsetzung und Fragestellungen..... | 17 |
| 1.3 Aufbau des Berichts | 18 |
| 2 Beschreibung der B,S,S.- und der OECD-Studie | 18 |
| 2.1 Beschreibung der B,S,S.-Studie 2015 | 20 |
| 2.1.1 Studiendesign | 20 |
| 2.1.2 Wesentliche Ergebnisse | 21 |
| 2.2 Beschreibung der OECD-Studie 2012 | 23 |
| 2.2.1 Studiendesign | 23 |
| 2.2.2 Wesentliche Ergebnisse | 25 |
| 3 Beantwortung der gestellten Fragen | 27 |
| 3.1 Mittelwert oder Median? | 27 |
| 3.1.1 Fragestellung und Relevanz..... | 27 |
| 3.1.2 Antwortmöglichkeiten | 28 |
| 3.1.3 Antwortempfehlung | 28 |
| 3.1.4 Begründung der Antwortempfehlung | 28 |
| 3.2 Gleicher VOSL für KNA und externe Effekte?..... | 30 |
| 3.2.1 Fragestellung und Relevanz..... | 30 |
| 3.2.2 Antwortmöglichkeiten | 30 |
| 3.2.3 Antwortempfehlung | 30 |
| 3.2.4 Begründung der Antwortempfehlung | 30 |
| 3.3 Brutto- oder Nettoproduktionsausfall?..... | 31 |
| 3.3.1 Fragestellung und Relevanz..... | 31 |
| 3.3.2 Antwortmöglichkeiten | 32 |
| 3.3.3 Antwortempfehlung | 32 |
| 3.3.4 Begründung der Antwortempfehlung | 32 |
| 3.4 Einheitlicher VOSL oder nach Bereichen unterschiedliche VOSL?..... | 34 |
| 3.4.1 Fragestellung und Relevanz..... | 34 |
| 3.4.2 Antwortmöglichkeiten | 35 |
| 3.4.3 Antwortempfehlung | 35 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 3.4.4 | Begründung der Antwortempfehlung | 35 |
| 3.5 | VOSL oder VLYL?..... | 38 |
| 3.5.1 | Fragestellung und Relevanz..... | 38 |
| 3.5.2 | Antwortmöglichkeiten | 39 |
| 3.5.3 | Antwortempfehlung | 39 |
| 3.5.4 | Begründung der Antwortempfehlung | 40 |
| 3.6 | Kostensätze für Verletzte? | 46 |
| 3.6.1 | Fragestellung und Relevanz..... | 46 |
| 3.6.2 | Antwortmöglichkeiten | 46 |
| 3.6.3 | Antwortempfehlung | 47 |
| 3.6.4 | Begründung der Antwortempfehlung | 47 |
| 3.7 | Welcher VOSL ist zu empfehlen?..... | 53 |
| 3.7.1 | Fragestellung und Relevanz..... | 53 |
| 3.7.2 | Antwortmöglichkeiten | 53 |
| 3.7.3 | Antwortempfehlung | 53 |
| 3.7.4 | Begründung der Antwortempfehlung | 53 |
| 3.8 | Zeitpunkt für die Vornahme der Änderungen? | 56 |
| 3.8.1 | Fragestellung und Relevanz..... | 56 |
| 3.8.2 | Antwortmöglichkeiten | 56 |
| 3.8.3 | Antwortempfehlung | 56 |
| 3.8.4 | Begründung der Antwortempfehlung | 56 |
| 4 | Zusammenfassung der Empfehlungen | 58 |
| 5 | Anhang A: Auswirkungen des neuen VOSL auf Unfall- und Umweltkosten | 60 |
| 5.1 | Vorgehen | 60 |
| 5.2 | Ergebnisse..... | 61 |
| 5.2.1 | Ergebnisse für die Nichtberufsunfälle | 61 |
| 5.2.2 | Ergebnisse für die externen Effekte..... | 62 |
| 6 | Anhang B: Verwendete VOSL in anderen Ländern und anderen Politikbereichen | 72 |
| 6.1 | Verwendete VOSL-Werte für ganz Europa | 72 |
| 6.2 | VOSL-Werte für einzelne europäische Länder..... | 74 |
| 6.3 | VOSL-Werte für Nordamerika..... | 75 |
| 6.4 | VOSL-Werte für andere Politikbereiche in der Schweiz..... | 76 |
| 7 | Anhang C: Umrechnung der Ergebnisse der OECD-Studie in CHF..... | 76 |
| 8 | Anhang D: Sensitivitätsanalysen für den VOSL | 78 |
| | Literaturverzeichnis | 79 |

Kurzfassung

Ausgangslage

In vielen Politikbereichen müssen regelmässig Abwägungen gemacht werden, wie viel zum Schutz von Personen investiert werden soll (Schutz vor Naturgefahren, Präventionsmassnahmen im Gesundheitsbereich, Verbesserung der Verkehrssicherheit usw.). Dazu müssen Kosten und Nutzen von Schutzmassnahmen einander gegenübergestellt werden. Dabei stellt sich die Frage, welchen Wert einem vermiedenen Todesfall zugeschrieben wird. Ein Grossteil dieses Wertes wird mit dem value of statistical life (VOSL) erfasst. Der VOSL enthält die immateriellen Kosten eines Todesfalles (Kosten von Leid, Schmerz, Schock und den Verlust an Lebensfreude). Dieser Wert ist Gegenstand des vorliegenden Berichtes: Wie viel ist die Gesellschaft bereit zu bezahlen, um einen Todesfall zu verhindern. Das Bundesamt für Raumentwicklung (ARE) ermittelt seit Jahren regelmässig die externen Kosten des Verkehrs. Auch die Beratungsstelle für Unfallverhütung (bfu) bestimmt jährlich die volkswirtschaftlichen Kosten der Nichtberufsunfälle in der Schweiz. Der VOSL ist ein wichtiger Input bei diesen Berechnungen.

In den letzten Jahren wurde für die Schweiz von einem VOSL von 3.4 Mio. CHF pro Todesfall (Preise 2010) ausgegangen. Dieser Wert beruht auf einer englischen Umfrage aus dem Jahr 1998, in der 167 Personen interviewt wurden und die methodisch nicht mehr den aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen entspricht. In der Zwischenzeit wurden von B,S,S. bzw. der OECD zwei Studien zum VOSL publiziert, aufgrund derer eine Überprüfung und evtl. Anpassung des für die Schweiz verwendeten Wertes angezeigt ist. Beide Studien legen nahe, dass der bisher verwendete Wert zu tief ist.

B,S,S. (2015), Monetarisierung des statistischen Lebens im Strassenverkehr

2014 führte B,S,S. eine grosse Schweizer Befragung zum VOSL mit mehr als 3'000 Befragten durch. Dabei wurde die Zahlungsbereitschaft erfragt für verschieden grosse Massnahmenpakete zur Sanierung von Unfallschwerpunkten (Unfälle Strasse), zur Ausstattung von Bahnhöfen und Streckenabschnitten mit neuster Sicherheitstechnik (Unfälle ÖV), zur finanziellen Förderung des Einbaus von Partikelfiltern (Luft) und zum Einbau von lärmarmen Strassenbelägen (Lärm). Umgerechnet auf die Preisbasis 2010 ergibt sich aus den Erhebungen ein VOSL von 4.5 Mio. CHF für Unfälle im Strassenverkehr, von 30.6 Mio. CHF für Unfälle im Schienenverkehr und von rund 10.5 Mio. CHF für Gesundheitsschäden durch Luft- oder Lärmbelastung. In der Studie wurde auch überprüft, ob der sogenannte „Ankereffekt“ auftritt: Einer Teilstichprobe wurden höhere Startwerte für die Kosten der Massnahmenpakete vorgegeben als der Kontrollgruppe, und es wurde untersucht, ob bei der Teilstichprobe ein systematisch höherer VOSL resultierte. Dies war der Fall, was aus theoretischen Erwägungen problematisch ist. Denn die Antwort eines Befragten sollte möglichst stabil seine Präferenz widerspiegeln und nicht von der Antwortskala beeinflusst sein.

OECD (2012), Mortality Risk Valuation in Environment, Health and Transport Policies

Die OECD-Studie ist die weltweit grösste Metaanalyse von Zahlungsbereitschaftsstudien zum VOSL. Ziel war es, alle VOSL-Studien zu erfassen, die auf dem sogenannten „stated preferences“-Ansatz beruhen. Basierend auf der Metaanalyse mit 261 VOSL-Werten aus 28 Studien

aus OECD-Ländern hat die OECD einen VOSL von 3.0 Mio. US\$ (2005) hergeleitet. Umgerechnet auf die Schweiz für das Jahr 2010 ergibt sich daraus – gemäss der Umrechnungsmethode der OECD, die das BIP und die Kaufkraftparität berücksichtigt – ein VOSL von 6.2 Mio. CHF. Dieser Wert gilt für alle Einsatzbereiche (Unfälle, Umwelt). Alternativ könnte auch ein VOSL von 8.2 Mio. CHF verwendet werden, welcher auf 16 europäischen Studien in OECD (2012) beruht. Dieser höhere Wert wird jedoch nicht empfohlen, weil er auf einer schmaleren Datenbasis beruht und weil aufgrund der Unsicherheiten bei der Bestimmung des VOSL der vorsichtiger, tiefere Wert zu bevorzugen ist.

Empfehlungen

Basierend auf der im vorliegenden Bericht durchgeführten Analyse dieser beiden Studien sowie weiterer relevanter Literatur kommen wir zu folgenden Empfehlungen:

Neuer Schweizer VOSL aus OECD-Studie: 6.2 Mio. CHF

Für die Bewertung von Unfall- oder umweltbedingten Krankheitsrisiken in der Schweiz, ist zukünftig ein VOSL von 6.2 Mio. CHF zu verwenden, der auf der OECD-Studie (2012) basiert. Dieser Wert beruht auf den Mittelwerten vieler Studien für OECD-Länder, welche die OECD im Rahmen der weltweit grössten Metaanalyse zum VOSL zusammengefasst hat.

Weiterhin keine Differenzierung nach Unfall- und Umweltbereich oder nach anderen Anwendungsbereichen

Wir empfehlen, für alle Anwendungen den einheitlichen VOSL von 6.2 Mio. CHF zu verwenden und auf eine Differenzierung nach Anwendungsbereichen zu verzichten (Unfälle im Strassenverkehr, im ÖV, im Sport, im Haushalt und bei der Freizeit sowie Luft- und Lärmbelastung und Gesundheitsnutzen im Langsamverkehr). Die Ergebnisse aus verschiedenen internationalen Studien zeigen, dass sich der VOSL je nach Bereich nicht signifikant unterscheidet. Auch für die Ermittlung der externen Kosten und für die Berechnung von Kosten-Nutzen-Analysen soll – wie international üblich – derselbe VOSL verwendet werden.

Bewertung weiterhin anhand verlorener Lebensjahre (nicht frühzeitiger Todesfälle)

Für die monetäre Bewertung des krankheits- oder unfallbedingten Todesfallrisikos kommt grundsätzlich sowohl der VOSL in Frage – also die Bewertung anhand der Anzahl frühzeitiger Todesfälle – als auch die Bewertung anhand der verlorenen Lebensjahre (VLYL: value of a life year lost). Für beide Ansätze ergeben sich aus Theorie und Empirie sowohl Pro- wie auch Contra-Argumente. Weil in der Schweiz viele verschiedene Bereiche mit teilweise sehr unterschiedlichem Alter der Todesopfer zu bewerten sind, empfehlen wir, wie bisher die Bewertung anhand der verlorenen Lebensjahre (VLYL) vorzunehmen. Dieses Vorgehen führt zu tieferen Kosten als die Bewertung von frühzeitigen Todesfällen und entspricht dem at least Ansatz. Pro verlorenes Lebensjahr ist dabei von einem Wert von 222'000 CHF auszugehen (dieser ergibt sich aus dem empfohlenen VOSL von 6.2 Mio. CHF). Als Ergänzung sollten die Berechnungen im Sinne einer Sensitivitätsbetrachtung auch mit dem VOSL durchgeführt werden.

Beibehaltung der bisherigen Abstufungen für unterschiedliche Verletzungsschweren

Die immateriellen Kosten der unterschiedlichen Verletzungsschweren bei Unfällen werden als Prozentsätze des VOSL bestimmt. Die bisherigen Prozentsätze sollen weiterhin zur Anwendung kommen – ausser bei den Invaliditätsfällen, bei denen wir empfehlen, den leicht tieferen Wert der B,S,S.-Studie zu verwenden. Die deutlich tieferen Werte der B,S,S.-Studie für die übrigen Verletzungsschweren sind nicht zu empfehlen, da die internationale Evidenz klar dagegen spricht und weil die Schätzmethode von B,S,S. tendenziell die immateriellen Kosten für diese Verletzungsschweren unterschätzt.

Wechsel auf Brutto- statt Nettoproduktionsausfall

Die B,S,S. (2015)-Studie untersucht unseres Wissens erstmals die Frage, ob der Eigenkonsum Teil der Zahlungsbereitschaft ist oder nicht. Sie verneint dies klar. Entsprechend ist die Berechnungsmethode anzupassen und bei der Ermittlung des Nutzenverlusts in Zukunft nicht nur der Nettoproduktionsausfall (Bruttoproduktionsausfall nach Abzug des Eigenkonsums), sondern der gesamte Bruttoproduktionsausfall zu berücksichtigen.

Auswirkungen

Die Auswirkungen dieser Anpassungen – insbesondere des höheren VOSL bzw. VLYL – auf die Unfall- und Umweltkosten im Jahr 2010 sind in der folgenden Abbildung zusammengefasst. Wie sich leicht feststellen lässt, ändern sich die Berechnungsergebnisse markant: Die Kosten im Bereich Unfälle (nur soziale Kosten, externe Unfallkosten unverändert) und Luftbelastung werden durch die Anpassungen deutlich erhöht (+69% bis +98%), die Lärmkosten nehmen um 40% zu. Dadurch steigen die gesamten externen (bzw. sozialen) Kosten des Verkehrs um 26% (bzw. 53%). Gleichzeitig nehmen auch die sozialen Gesundheitsnutzen im Langsamverkehr (dank der Bewegung) um 122% zu (die externen Gesundheitsnutzen sind unverändert).

Abbildung: Zusammenfassung der Auswirkungen auf die Kosten im Jahr 2010

| | in Mrd. CHF | Bisherige Berechnung | Angepasste Berechnung | Veränderung absolut | Veränderung in % |
|--|-------------|----------------------|-----------------------|---------------------|------------------|
| Soziale Kosten Nichtberufsunfälle ¹ | | 47.5 | 85.8 | 38.2 | 80% |
| Externe Kosten Luftbelastung Verkehr ² | | 1.8 | 3.5 | 1.7 | 98% |
| Externe Kosten Lärm Verkehr ² | | 1.8 | 2.5 | 0.7 | 40% |
| Externe Unfallkosten Verkehr ² | | 1.8 | 1.8 | - | 0% |
| Soziale Unfallkosten Verkehr ² | | 12.1 | 20.5 | 8.4 | 69% |
| Gesamtkosten Verkehr (inkl. weitere Kostenbereiche³) | | | | | |
| Externe Kosten Verkehr gesamthaft ^{2,3} | | 9.4 | 11.8 | 2.4 | 26% |
| Soziale Kosten Verkehr gesamthaft ^{2,3} | | 20.7 | 31.5 | 10.8 | 53% |
| Externe Gesundheitsnutzen im Langsamverkehr | | 1.3 | 1.3 | - | 0% |
| Soziale Gesundheitsnutzen im Langsamverkehr | | 12.3 | 27.3 | 15.0 | 122% |

¹ Nichtberufsunfälle = Strassenverkehrs-, Sport-, Haus- und Freizeitunfälle

² Summe aus Strassen-, Schienen-, Luft- und Schiffsverkehr

³ Inkl. Kosten durch Gebäude Luft, Ernteaufälle Luft, Waldschäden Luft, Biodiversitätsverluste Luft, Klima, Natur und Landschaft, Bodenschäden, vor- und nachgelagerte Prozesse sowie städtische Räume.

Résumé

Contexte

Dans de nombreux domaines politiques se pose régulièrement la question de savoir combien investir pour la protection des personnes (protection contre les dangers naturels, mesures de prévention dans le domaine de la santé, amélioration de la sécurité routière, etc.). Il faut alors mettre en parallèle le coût et l'utilité des mesures de sécurité et se demander quelle valeur l'on attribue à un décès évité. Cette valeur est en grande partie déterminée au moyen de la valeur statistique de la vie humaine (value of statistical life ou VOSL). La VOSL comprend les coûts immatériels d'un décès (coût de la peine, de la douleur, du choc et la perte de joie de vivre) et le présent rapport s'intéresse précisément à cette valeur : combien la société est-elle prête à payer pour éviter un décès ? L'Office fédéral du développement territorial (ARE) établit depuis plusieurs années régulièrement les coûts externes des transports et le Bureau suisse de prévention des accidents (bpa) détermine chaque année les coûts économiques des accidents non professionnels en Suisse. La valeur statistique de la vie constitue un élément important pour ces calculs.

Ces dernières années, on estimait la VOSL applicable pour la Suisse à 3,4 millions de francs par décès (chiffres de 2010). Cette valeur se fonde sur une enquête britannique datant de 1998, effectuée par entretien auprès de 167 personnes et ne correspondant plus aux standards scientifiques actuels. Entre-temps, la société B,S,S. et l'OCDE ont publié deux études sur la VOSL qui semblent justifier un réexamen voire une adaptation de la valeur applicable pour la Suisse. Les résultats des deux études suggèrent que la valeur appliquée jusqu'à maintenant est trop basse.

B,S,S. (2015), Monétarisation de la valeur statistique de la vie concernant la circulation routière

En 2014, la société B,S,S. a mené une enquête de grande envergure en Suisse sur la VOSL, interrogeant plus de 3000 personnes sur leur disposition à payer pour différents plans de mesures, plus ou moins importants, visant à éliminer les points noirs du réseau routier (accidents de la route), à équiper des gares et certains tronçons avec des technologies de sécurité de dernière génération (accidents dans les transports publics) et à soutenir financièrement l'installation de filtres à particules (air) et de revêtements phonoabsorbants (bruit). Par rapport à la base des prix de 2010, la VOSL qui ressort de l'enquête s'élève à 4,5 millions de francs pour les accidents de la route, à 30,6 millions pour les accidents dans le trafic ferroviaire et à environ 10,5 millions pour les dommages sanitaires liés à la pollution de l'air ou à l'exposition au bruit. L'étude a également vérifié si l'on observait un effet dit d'ancrage : à un échantillon de sondés, les coûts de départ indiqués pour les plans de mesures étaient plus élevés que pour le groupe de contrôle. Le but était de voir si les réponses de l'échantillon partiel aboutissaient systématiquement à une VOSL plus élevée et tel était bien le cas, ce qui pose problème d'un point de vue théorique. En effet, la réponse d'un sondé devrait refléter sa préférence de façon la plus stable possible et ne pas être influencée par les propositions de réponse.

OCDE (2012), La valorisation du risque de mortalité dans les politiques de l'environnement, de la santé et des transports

L'étude de l'OCDE est la plus grande méta-analyse d'enquêtes réalisées dans le monde sur la disposition des personnes à payer pour une limitation des risques de mortalité. L'objectif était d'enregistrer toutes les études relatives à la valeur statistique de la vie qui étaient fondées sur l'approche dite des « préférences déclarées ». S'appuyant sur la méta-analyse qui a réuni 261 valeurs provenant de 28 enquêtes menées dans des pays de l'OCDE, l'Organisation est arrivée à une VOSL de 3,0 millions de dollars américains (2005). Appliquée à la Suisse pour l'année 2010 d'après la méthode de conversion de l'OCDE qui prend en compte le PIB et la parité du pouvoir d'achat, la VOSL correspond alors à 6,2 millions de francs. Cette valeur est valable pour tous les domaines (accidents, environnement). Il serait aussi possible de se baser sur une VOSL de 8,2 millions de francs, valeur résultant de 16 études européennes de l'OCDE (2012), mais il n'est pas recommandé d'utiliser cette valeur plus élevée parce que la base de données sur laquelle elle se fonde est moins grande et qu'en raison des incertitudes liées à la détermination de la VOSL, il convient de privilégier la valeur plus faible, plus prudente.

Recommandations

L'analyse de ces deux études et d'autres documents pertinents que nous avons réalisée dans le présent rapport nous amène à formuler les recommandations suivantes :

Nouvelle valeur statistique de la vie pour la Suisse, résultant de l'étude de l'OCDE : 6,2 millions de francs

En Suisse, il convient dorénavant d'utiliser pour l'évaluation des risques d'accident ou de maladie liée à l'environnement une valeur statistique de la vie de 6,2 millions de francs, basée sur l'étude de l'OCDE (2012). Cette valeur se fonde sur les valeurs moyennes ressortant d'un grand nombre d'études réalisées dans des pays de l'OCDE et que l'OCDE a rassemblées dans le cadre de la plus grande méta-analyse mondiale sur la valeur statistique de la vie.

Maintien de l'absence de différenciation en fonction du domaine d'application, notamment les accidents et l'environnement

Nous recommandons d'utiliser une VOSL uniforme de 6,2 millions de francs et de ne pas différencier la valeur en fonction du domaine d'application (accidents de la route, dans les transports publics, au sport, à la maison ou pendant les loisirs, pollution de l'air, exposition au bruit et bénéfices pour la santé liés à la mobilité douce). Les résultats de plusieurs études internationales montrent en effet que la VOSL ne varie pas de manière significative entre les domaines. L'évaluation des coûts externes et le calcul des analyses coût-avantage devraient également se faire sur la base de la même VOSL, comme il est d'usage au niveau international.

Maintien de l'évaluation au moyen des années de vie perdues (non des décès prématurés)

La valeur statistique de la vie – c'est-à-dire l'évaluation au moyen du nombre de décès prématurés – et l'évaluation au moyen de la valeur d'une année de vie perdue (value of a life year

lost ou VLYL) entrent en principe toutes deux en ligne de compte pour estimer la valeur monétaire d'un risque de décès dû à un accident ou à une maladie. Que ce soit du point de vue théorique ou empirique, il existe des arguments pour et des arguments contre chacune des deux approches. Etant donné qu'en Suisse, l'évaluation porte sur de nombreux domaines où l'âge de décès varie beaucoup, nous recommandons de continuer à utiliser la valeur des années de vie perdues (VLYL). Cette démarche conduit à des coûts plus faibles qu'avec l'évaluation des décès prématurés et correspond à l'hypothèse plus modérée ou « approche at least ». La valeur d'une année de vie perdue correspond alors à 222 000 francs (montant résultant de la VOSL recommandée de 6,2 millions de francs). Il est recommandé de procéder également, en complément, aux calculs avec la VOSL, dans une optique d'étude de sensibilité.

Conservation du barème actuel pour les différents degrés de gravité de blessure

Les coûts immatériels des différents degrés de gravité de blessure en cas d'accident sont déterminés au moyen d'un pourcentage de la valeur statistique de la vie. Nous préconisons de conserver les pourcentages appliqués jusqu'à présent, mis à part pour les cas d'invalidité, pour lesquels nous recommandons d'utiliser les valeurs légèrement plus basses ressortant de l'étude de B,S,S. Nous déconseillons en revanche d'utiliser les valeurs significativement plus basses indiquées dans l'étude B,S,S. pour les autres degrés de gravité de blessure parce que les données au niveau international ne soutiennent clairement pas cette appréciation et que la méthode d'évaluation de B,S,S. tend à sous-estimer les coûts immatériels pour ces degrés de gravité.

Passage à des pertes brutes de production au lieu de pertes nettes de production

A notre connaissance, l'étude de B,S,S. (2015) est la première à se pencher sur la question de savoir si la consommation personnelle est un élément constitutif de la disposition à payer. La réponse est clairement négative. Par conséquent, il convient d'adapter la méthode de calcul et de ne prendre désormais en compte pour l'estimation des coûts plus uniquement les pertes nettes de production (pertes brutes de production après déduction de la consommation personnelle) mais les pertes brutes de production dans leur ensemble.

Effets

Les effets que ces adaptations – notamment l'augmentation de la VOSL et de la VLYL – ont sur les coûts liés aux accidents et les coûts environnementaux pour l'année 2010 sont résumés dans la figure ci-dessous. Il apparaît clairement que les résultats des calculs diffèrent beaucoup : les coûts liés aux accidents (en ce qui concerne les coûts sociaux uniquement, les coûts externes demeurent inchangés) et à la pollution de l'air augmentent sensiblement (+ 69 % à + 98 %), tandis que les coûts liés au bruit progressent de 40 %. Par conséquent, les coûts externes globaux du transport augmentent de 26 % et les coûts sociaux globaux de 53 %. Parallèlement, les bénéfices sociaux en matière de santé liés à la mobilité douce (grâce à l'activité physique) augmentent eux aussi, de 122 % (les bénéfices externes en matière de santé ne changent pas).

Figure : Vue d'ensemble des effets sur les coûts pour l'année 2010

| | Calcul jus- qu'à présent | Calcul adapté | Modification absolue | Modification en % |
|---|-----------------------------|------------------|-------------------------|----------------------|
| Coûts sociaux liés aux accidents non professionnels ¹ | 47.5 | 85.8 | 38.2 | 80% |
| Coûts externes de la pollution de l'air liée aux transports ² | 1.8 | 3.5 | 1.7 | 98% |
| Coûts externes du bruit lié aux transports ² | 1.8 | 2.5 | 0.7 | 40% |
| Coûts externes des accidents dans les transports ² | 1.8 | 1.8 | - | 0% |
| Coûts sociaux des accidents dans les transports ² | 12.1 | 20.5 | 8.4 | 69% |
| Coûts globaux du transport (incl. d'autres types de coûts³) | | | | |
| Total des coûts externes liés aux transports ^{2,3} | 9.4 | 11.8 | 2.4 | 26% |
| Total des coûts sociaux liés aux transports ^{2,3} | 20.7 | 31.5 | 10.8 | 53% |
| Bénéfices externes de la mobilité douce en matière de santé | 1.3 | 1.3 | - | 0% |
| Bénéfices sociaux de la mobilité douce en matière de santé | 12.3 | 27.3 | 15.0 | 122% |

¹ Accidents non professionnels = accidents de la route, de sport, accidents domestiques ou durant les loisirs

² Somme des transports routier, ferroviaire, aérien et naval

³ Y compris les coûts liés à des dégâts aux bâtiments, des pertes agricoles, des dégâts aux forêts et des pertes de biodiversité dus à la pollution de l'air, à des dégâts au climat, à la nature et au paysage, à des dégâts aux sols, à des processus en amont en et en aval ainsi qu'aux coûts supplémentaires dans les espaces urbains

Versione breve

Premessa

In molti ambiti politici sono necessarie, a intervalli regolari, valutazioni su quanto si è disposti a investire per la protezione delle persone (protezioni da pericoli naturali, misure di prevenzione nell'ambito della sanità, miglioramento della sicurezza dei trasporti ecc.). Inoltre devono essere confrontati i costi e i benefici delle misure di protezione. A riguardo si pone la domanda sul valore da attribuire a un decesso evitato. Buona parte di questo valore viene calcolato grazie al «valore statistico della vita» (value of statistical life; VOSL). Il VOSL contiene i costi immateriali di un decesso (costi della sofferenza, del dolore, dello shock e della perdita della gioia della vita). Questo valore è al centro delle attenzioni del presente rapporto: quanto è disposta a pagare la società per impedire un decesso? L'Ufficio federale dello sviluppo territoriale (ARE) analizza regolarmente, da anni, i costi esterni dei trasporti. Anche l'Ufficio prevenzione infortuni (upi) determina ogni anno i costi economici degli infortuni non professionali occorsi in Svizzera. Il VOSL costituisce un input importante per questi calcoli.

Negli ultimi anni in Svizzera si è presupposto un VOSL di 3,4 milioni di CHF per decesso (prezzi 2010). Questo valore si basa su un'indagine inglese condotta però nel 1998, durante la quale sono state intervistate 167 persone e i cui metodi non corrispondono più allo stato attuale delle conoscenze scientifiche. Nel frattempo, sul VOSL sono stati pubblicati due studi condotti da B,S,S. e dall'OCSE, a seguito dei quali è opportuno riesaminare ed eventualmente adeguare il valore utilizzato per la Svizzera. I risultati dei due studi suggeriscono che il valore applicato finora è troppo basso.

B,S,S. (2015), Monetizzazione della vita statistica nel traffico stradale

Nel 2014 B,S,S. ha condotto in Svizzera una vasta indagine sul VOSL, intervistando più di 3 000 persone. In quest'occasione è stata chiesta la disponibilità a pagare per diversi e importanti pacchetti di misure destinati al risanamento dei tratti critici (incidenti stradali), alla dotazione di stazioni e tratte ferroviarie con tecniche di sicurezza all'avanguardia (incidenti TP), al sostegno finanziario per l'installazione di filtri antiparticolato (aria) e alla pavimentazione stradale a bassa rumorosità (rumore). Calcolato sulla base dei prezzi nel 2010, dai rilevamenti scaturisce un VOSL pari a 4,5 milioni di CHF per gli incidenti nel traffico stradale, 30,6 milioni di CHF per gli incidenti nel traffico ferroviario e circa 10,5 milioni di CHF per i danni alla salute dovuti all'inquinamento atmosferico o al rumore. Nello studio è stata pure verificata la presenza o meno dell'«effetto ancoraggio»: in un sottocampione sono stati indicati valori iniziali più elevati rispetto al vero gruppo di controllo ed è stato esaminato se dal sottocampione risultasse un VOSL sistematicamente più alto. Questa supposizione si è concretizzata e ciò risulta problematico a livello di considerazioni teoriche. La risposta di un intervistato dovrebbe infatti riflettere nel modo più stabile possibile le sue preferenze, senza essere influenzata dalla scala delle risposte.

OCSE (2012), Mortality Risk Valuation in Environment, Health and Transport Policies

Lo studio OCSE costituisce la metaanalisi più importante a livello mondiale, che raggruppa gli studi sulla disponibilità a pagare in relazione al VOSL. L'obiettivo era rilevare tutti gli studi sul

VOSL che si basano sull'approccio «stated preferences». Sulla base della metaanalisi di 261 valori VOSL emersi da 28 studi condotti nei Paesi OCSE, è scaturito un VOSL di 3 milioni di US\$ (2005). Calcolato nella realtà svizzera dell'anno 2010, risulta – secondo il metodo di conversione dell'OCSE che considera il PIL e la parità di potere d'acquisto – un VOSL pari a 6,2 milioni di CHF. Questo valore è applicabile a tutti i settori di analisi (incidenti, ambiente). In alternativa si potrebbe utilizzare anche un VOSL di 8,2 milioni di CHF, che fa riferimento a 16 studi europei dell'OCSE (2012). Questo valore più elevato non viene tuttavia raccomandato, poiché si fonda in primo luogo su una base di dati più ristretta e poiché, a seguito delle incertezze nella determinazione del VOSL, va preferito il valore più conservativo e più basso.

Raccomandazioni

Sulla base delle analisi dei due studi, presentate nel presente rapporto, e dell'ulteriore letteratura scientifica, si giunge alle seguenti raccomandazioni.

Nuovo VOSL svizzero scaturito dallo studio OCSE: 6,2 milioni di CHF

Per la valutazione dei rischi di malattia dovuti a incidenti o all'ambiente in Svizzera, va utilizzato in futuro un VOSL di 6,2 milioni di CHF, basato sullo studio OCSE (2012). Questo valore si fonda sui valori medi di numerosi studi condotti per i Paesi OCSE, riassunti dall'OCSE nel quadro della metaanalisi sul VOSL più importante a livello mondiale.

Ancora nessuna differenziazione fra incidenti e ambiente oppure a seconda di altri settori di applicazione

Si raccomanda di utilizzare per tutte le applicazioni il valore unitario VOSL di 6,2 milioni di CHF e di rinunciare a una differenziazione a seconda del settore di applicazione (incidenti nel traffico stradale, TP, sport, domestici, attività del tempo libero, costi dovuti all'inquinamento atmosferico e al rumore, benefici per la salute indotti dal traffico lento). I risultati emersi da diversi studi internazionali evidenziano che il VOSL si differenzia solo in modo marginale a seconda del settore. Anche per il rilevamento dei costi esterni e per il calcolo di analisi costi-benefici occorre impiegare il medesimo VOSL, come d'altronde è il caso a livello internazionale.

Valutazione basata ancora sugli anni di vita perduti (e non sui decessi anticipati)

Per la monetizzazione dei rischi di decessi indotti da incidenti o malattie vengono considerati in linea di massima sia il VOSL – vale a dire, la valutazione in base al numero di decessi anticipati – che la valutazione basata sugli anni di vita perduti (value of a life year lost; VLYL). Per entrambi gli approcci emergono, sul piano teorico ed empirico, argomenti a favore e argomenti contrari. Siccome in Svizzera va valutato un gran numero di settori, con in parte un'età delle vittime notevolmente variata, si raccomanda di continuare a prendere in considerazione la valutazione che fa capo agli anni di vita persi (VLYL). Questo modo di procedere comporta costi più bassi rispetto alla valutazione basata sui decessi anticipati e soddisfa l'approccio «at least» (base di calcolo minima e sicura). Per ogni anno di vita perso si calcola quindi un valore di 222 000 CHF (risultante dal VOSL raccomandato di 6,2 mio. CHF). A complemento, i calcoli devono essere effettuati anche con il VOSL mediante un'analisi di sensitività.

Mantenere l'attuale classificazione della gravità delle lesioni

I costi immateriali delle diverse gravità delle lesioni dovute a incidenti vengono definite come percentuali del VOSL. È opportuno continuare ad applicare le attuali percentuali, fatta eccezione per i casi d'invalidità per i quali si consiglia di ripiegare sul valore leggermente inferiore previsto dallo studio B,S,S. Non si raccomandano invece gli altri valori dello studio B,S,S. nettamente più bassi per le altre categorie di lesioni, poiché le conoscenze internazionali a riguardo risultano chiaramente contrarie e il metodo di stima di B,S,S. tende a sottovalutare i costi immateriali di queste classi di gravità delle lesioni.

Passaggio dalle perdite di produzione nette alle perdite di produzione lorda

Lo studio B,S,S. (2015) esamina, a nostra conoscenza per la prima volta, se il consumo proprio debba far parte oppure no della disponibilità a pagare. Lo studio lo esclude categoricamente. Il metodo di calcolo va quindi adeguato e nel rilevamento della perdita di benefici in futuro non si dovrà considerare solo la perdita di produzione netta (perdita di produzione lorda dopo la detrazione del consumo proprio), ma la perdita di produzione lorda totale.

Ripercussioni

Le ripercussioni di questi adeguamenti – in particolare il VOSL e il VLYL più alti – sui costi ambientali e degli infortuni nel 2010 sono riassunte nella tabella sottostante. Come si può constatare, i risultati sono sensibilmente diversi: i costi nel settore incidenti (solo costi sociali, costi esterni degli infortuni invariati) e quelli dovuti all'inquinamento atmosferico risultano nettamente superiori (da +69% fino a +98%), i costi indotti dal rumore aumentano del 40%. Di conseguenza, i costi esterni (o sociali) totali del traffico registrano un incremento del 26% (+53% per i costi sociali). Nel contempo crescono anche i benefici sociali per la salute indotti dal traffico lento (grazie al movimento) del 122% (i benefici esterni per la salute rimangono invariati).

Tabella: Panoramica delle ripercussioni sui costi relativi al 2010

| | in mia. CHF | Calcolo precedente | Calcolo aggiornato | Variazione assoluta | Variazione % |
|---|-------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------|
| Costi sociali infortuni non professionali ¹ | | 47.5 | 85.8 | 38.2 | 80% |
| Costi esterni inquinamento atmosferico del traffico ² | | 1.8 | 3.5 | 1.7 | 98% |
| Costi esterni rumore del traffico ² | | 1.8 | 2.5 | 0.7 | 40% |
| Costi esterni causati dagli infortuni nel traffico ² | | 1.8 | 1.8 | - | 0% |
| Costi sociali causati dagli infortuni nel traffico ² | | 12.1 | 20.5 | 8.4 | 69% |
| Costi totale del traffico (incl. altri settori di costo³) | | | | | |
| Costi esterni complessivi del traffico ^{2,3} | | 9.4 | 11.8 | 2.4 | 26% |
| Costi sociali complessivi del traffico ^{2,3} | | 20.7 | 31.5 | 10.8 | 53% |
| Benefici esterni per la salute indotti dal traffico lento | | 1.3 | 1.3 | - | 0% |
| Benefici sociali per la salute indotti dal traffico lento | | 12.3 | 27.3 | 15.0 | 122% |

¹ Infortuni non professionali = infortuni nella circolazione stradale, durante un'attività sportiva o nel tempo libero e infortuni domestici

² Somma del traffico stradale, ferroviario, aereo e navale

³ Incl. i costi dovuti all'inquinamento atmosferico (edifici, perdite di raccolto, danni alle foreste, perdita di biodiversità), clima, natura e paesaggio, terreni contaminati, processi a monte e a valle nonché spazi urbani.

Summarised version

Background

Many areas of policy demand regular consideration of how much should be invested in protecting human life. Examples include protection against natural disasters, prevention measures in the health sector, and improvements to traffic safety. Such considerations involve weighing up the costs and benefits of protection measures against each other. This raises the question of the value that should be ascribed to a prevented fatality. Much of this value can be expressed in terms of the 'Value Of Statistical Life' (VOSL). The VOSL represents the intangible cost of a death, i.e. the costs of suffering, pain, shock and loss of pleasure in life. This value is the subject of this report, which asks how much society is willing to pay to prevent a fatality. The Federal Office for Spatial Development ARE has been calculating the external costs of transport on a regular basis for some years. The Swiss Council for Accident Prevention (bfu) also determines the annual costs to the national economy of non-occupational accidents in Switzerland. The VOSL is an important input in these calculations.

A VOSL of CHF 3.4 million per fatality has been assumed for Switzerland in recent years (2010 prices). This value is based on a British survey of 167 individuals that was conducted in 1998. Its methodology is no longer congruent with current scientific findings. In the meantime two further studies on VOSL have been published, by the Swiss consulting firm B,S,S. and the OECD. These indicate that the value applied in Switzerland should be reviewed and possibly adjusted. The results of both studies suggest that the value used up to now is too low.

B,S,S. (2015), Monetarisierung des statistischen Lebens im Strassenverkehr [Monetising statistical life in road traffic]

In 2014, B,S,S. conducted a major Swiss survey on VOSL among more than 3,000 subjects. Respondents were asked about their willingness to pay for packages of measures of various sizes to reconfigure accident blackspots (road accidents), to fit railway stations and sections of track with the latest safety technology (public transport accidents), to financial incentives to fit particle filters (air) and to lay low-noise road surfaces (noise). Translated on the basis of 2010 prices, the findings result in a VOSL of CHF 4.5 million for road traffic accidents, CHF 30.6 million for rail accidents, and around CHF 10.5 million for the damage to health caused by air and noise pollution. The study also examined whether or not an 'anchor effect' would occur by giving a section of the sample higher base values for the costs of measures than were given to the control group. The study then looked at whether or not this subsample consistently returned a higher VOSL. This was, indeed, the case, which is problematic for theoretical reasons: a subject's response should give as stable as possible a reflection of their preferences, and not be influenced by a scale of possible answers.

OECD (2012), Mortality Risk Valuation in Environment, Health and Transport Policies

The OECD study is the largest global meta-analysis of willingness-to-pay surveys of VOSL. Its objective was to encompass all VOSL studies conducted according to the 'stated preferences' approach. Based on a meta-analysis of 261 VOSL figures from 28 studies conducted in OECD

countries, the OECD derived a VOSL of USD 3.0 million at 2005 prices. Applying the OECD method of translation, which takes into account GDP and purchasing power parity, this represents a VOSL of CHF 6.2 million for Switzerland for 2010. This value applies to all areas concerning accidents and the environment. Alternatively, a VOSL of CHF 8.2 million could be applied. This figure is derived from 16 European studies within the OECD (2012). However, this higher value is not recommended because it is calculated from a narrower basis of data. The uncertainties inherent in determining VOSL mean that preference should be given to the lower and more cautious figure.

Recommendations

Further to the analysis of these two studies conducted in the present report, as well as other relevant literature, we arrive at the following recommendations:

New Swiss VOSL from the OECD study: CHF 6.2 million

In the future, a VOSL of CHF 6.2 million should be used to assess accident or environment-related risks to health in Switzerland. This figure is based on the OECD study from 2012. It is derived from the mean values from a large number of studies for OECD countries which the OECD synthesised from the world's largest meta-analysis of VOSL data.

Still no distinction between accident and environment-related risks, or other areas of application

We recommend a standard VOSL of CHF 6.2 million for all applications, and that no distinction be made between areas, i.e. accidents involving road traffic, public transport, sport, in the household and during leisure time, as well as air and noise pollution and the health benefits of non-motorised transport. The findings of various international studies show no significant difference between VOSL in different areas. As is normal practice internationally, the same VOSL should also be used to determine external costs and in cost-benefit analyses.

Calculations should continue to be based on the years of life lost, not on premature deaths

There are essentially two options for monetising the mortality risk attached to illness or accident: VOSL, i.e. valuation based on the number of premature deaths, and VLYL, which refers to the Value of a Life Year Lost. Theory and experience deliver both for and against arguments for both approaches. However, since calculations in Switzerland must cover many different areas in which there are very significant gaps in the ages of the deceased, we recommend the value-of-a-life-year-lost (VLYL) approach to calculation. This method results in lower costs than the valuation of premature deaths and represents the 'at least' approach. A value of CHF 222,000 per year of life lost may be assumed. This is derived from the recommended VOSL of CHF 6.2 million. In the sense of a sensitivity analysis, the calculations should be conducted additionally using VOSL.

Current scale for differing severities of injury to be retained

The intangible costs of different severities of accident-related injury are expressed as percentages of VOSL. The current percentages should continue to be applied, apart from in cases of disability, where we recommend using the slightly lower figures from the B,S,S. study. The much lower figures which this study gives for the other severities of injury are not recommended, as they are clearly contradicted by the international evidence, and because the method of estimation used by B,S,S. tends to understate the intangible costs of injuries of these types.

Change from net to gross lost output

The B,S,S. (2015) study asks for the first time to our knowledge whether or not own consumption forms part of the willingness to pay. The answer is a clear 'no'. The method of calculation must therefore be amended so that total gross lost output is factored into future calculations of lost utility, rather than simply net lost output (gross lost output less own consumption), as is the case at present.

Effects

The effects of these changes – and specifically the higher VOSL / VLYL – on accident and environmental costs for 2010 are shown in the table below. It is clear that the results change markedly. The costs of accidents (social costs only, with external accident costs remaining unchanged) and air pollution, are increased markedly (69% to 98%) by the adjustment, while noise costs rise by 40%. This thus raises the aggregate external (social) costs of transport by 26% (53%). At the same time, the social benefits to health from non-motorised transport (thanks to the exercise gained) increase by 122%. The external health benefits remain unchanged, however.

Figure: Summary of effects on costs for 2010

| | in CHF bn | Previous calculation | Amended calculation | Absolute change | Change in % |
|---|-----------|----------------------|---------------------|-----------------|-------------|
| Social costs of non-occupational accidents ¹ | | 47.5 | 85.8 | 38.2 | 80% |
| External costs of air pollution, transport ² | | 1.8 | 3.5 | 1.7 | 98% |
| External costs of noise, transport ² | | 1.8 | 2.5 | 0.7 | 40% |
| External accident costs of transport ² | | 1.8 | 1.8 | - | 0% |
| Social accident costs of transport ² | | 12.1 | 20.5 | 8.4 | 69% |
| Aggregate costs of transport (incl.other types of costs³) | | | | | |
| Total external costs of transport ^{2,3} | | 9.4 | 11.8 | 2.4 | 26% |
| Total social costs of transport ^{2,3} | | 20.7 | 31.5 | 10.8 | 53% |
| External health benefits of non-motorised transport | | 1.3 | 1.3 | - | 0% |
| Social health benefits of non-motorised transport | | 12.3 | 27.3 | 15.0 | 122% |

¹ Non-occupational accidents = road traffic, sporting, household, leisure accidents

² Total of road, rail, air and waterborne transport

³ Incl. costs of building (air), lost harvests (air), forest degradation (air), loss of biodiversity (air), the climate, nature and landscape, soil degradation, upstream and downstream processes, and urban areas.

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage

In vielen Politikbereichen müssen regelmässig Abwägungen gemacht werden, wie viel zum Schutz von Personen investiert werden soll (Schutz vor Naturgefahren, Präventionsmassnahmen im Gesundheitsbereich, Verbesserung der Verkehrssicherheit usw.). Dazu müssen Kosten und Nutzen von Schutzmassnahmen einander gegenübergestellt werden. Dabei stellt sich die Frage, welchen Wert einem vermiedenen Todesfall zugeschrieben wird. Ein Grossteil dieses Wertes wird mit dem value of statistical life (VOSL) erfasst. Der VOSL enthält die immateriellen Kosten eines Todesfalles (Kosten von Leid, Schmerz, Schock und den Verlust an Lebensfreude). Dieser Wert ist Gegenstand des vorliegenden Berichtes: Wie viel ist die Gesellschaft bereit zu bezahlen, um einen Todesfall zu verhindern. Das Bundesamt für Raumentwicklung (ARE) ermittelt seit Jahren regelmässig die externen Kosten des Verkehrs.¹ Auch die Beratungsstelle für Unfallverhütung (bfu) bestimmt jährlich die volkswirtschaftlichen Kosten der Nichtberufsunfälle in der Schweiz.² Der VOSL ist ein wichtiger Input bei diesen Berechnungen. Der VOSL wird in den erwähnten Arbeiten von ARE und bfu in folgenden Bereichen verwendet:

- Unfallkosten im Strassenverkehr (ARE und bfu), Schienen-, Luft- und Schiffsverkehr (ARE) sowie bei Sport-, Haus- und Freizeitunfällen (bfu)³
- Todesfälle aufgrund der Luftbelastung (ARE)
- Todesfälle aufgrund der Lärmbelastung (ARE)
- Gesundheitsnutzen im Langsamverkehr (ARE)

In den letzten Jahren wurde für die Schweiz von einem VOSL von 3.4 Mio. CHF pro Todesfall (Preise 2010) ausgegangen.⁴ Dieser Wert beruht auf einer englischen Umfrage aus dem Jahr 1998, in der 167 Personen interviewt wurden.⁵ In einem komplexen Befragungsdesign mit mehreren Stufen resultiert schlussendlich eine Wert von ca. 1 Mio. £. Dieser Wert wird auch in der EU oft angewendet (z.B. EU-Projekte UNITE, HEATCO, GRACE, IMPACT).

In der Zwischenzeit wurden zwei Studien publiziert, die es erlauben, den VOSL zu aktualisieren:

¹ Vgl. z.B. Ecoplan, Infrac (2008), Externe Kosten des Verkehrs in der Schweiz. Aktualisierung für das Jahr 2005 mit Bandbreiten und Ecoplan, Infrac (2014), Externe Effekte des Verkehrs 2010, Monetarisierung von Umwelt-, Unfall- und Gesundheitseffekten und frühere Publikationen.

² Vgl. Sommer et al. (2007), Volkswirtschaftliche Kosten der Nichtberufsunfälle in der Schweiz: Strassenverkehr, Sport, Haus und Freizeit und Niemann et al. (2015), Nichtberufsunfälle in der Schweiz. Aktualisierte Hochrechnung und Kostenberechnung.

³ Im Unfallbereich werden zudem ausgehend vom VOSL die immateriellen Kostensätze für Verletzte (nach Verletzungsschwere) bestimmt.

⁴ Ecoplan, Infrac (2014), Externe Effekte des Verkehrs 2010, S. 146.

⁵ Carthy et al. (1999), On the Contingent Valuation of Safety and the Safety of Contingent Valuation: Part 2- The CV/SG "Chained" Approach.

- B,S,S. (2015), Monetarisierung des statistischen Lebens im Strassenverkehr: Grosse Schweizer Studie zum VOSL mit mehr als 3'000 Befragten
- OECD (2012), Mortality Risk Valuation in Environment, Health and Transport Policies: Weltweit grösste Metaanalyse von VOSL-Studien (davon 261 aus OECD-Ländern bzw. 163 VOSL-Werte aus Europa – damit handelt es sich bei weitem um die umfassendste aller Metaanalysen).

In Anbetracht dieser deutlich aktuelleren und viel breiter abgestützten Datengrundlagen ist eine Überprüfung und evtl. Anpassung des bisher für die Schweiz verwendeten Wertes von 3.4 Mio. CHF angezeigt. Zudem zeigt eine aktuelle britische Studie,⁶ dass die dem bisherigen Schweizer Wert zugrundeliegende Studie von Carthy et al. (1999) mehrere Validitätstests nicht besteht, so dass der Studie nicht vertraut werden könne und sie tendenziell zu einer Unterschätzung des VOSL führe. Folglich muss aufgrund der neuen Forschungsergebnisse ein neuer VOSL bestimmt werden.⁷

1.2 Zielsetzung und Fragestellungen

Das ARE und die bfu wünschen daher eine detaillierte Auseinandersetzung mit beiden Studien und basierend darauf Empfehlungen, welcher VOSL in der Schweiz in Zukunft in den erwähnten Bereichen zur Anwendung kommen sollen.

Diese Empfehlung wird voraussichtlich auch Auswirkungen auf andere Anwendungen in der Schweiz haben. Besonders zu erwähnen in diesem Zusammenhang sind die VSS-Normen zur Kosten-Nutzen-Analyse (KNA): Die beiden Normen SN 641 824 „Unfallraten und Unfallkostensätze“ und SN 641 828 „Externe Kosten“ enthalten ebenfalls diverse Kostensätze, die auf dem VOSL beruhen. Beide sollen in naher Zukunft überarbeitet werden.

Im Rahmen der Arbeiten sind auftragsgemäss insbesondere folgende Fragen zu klären:

- Soll der Mittelwert oder der Median der Verteilung der Zahlungsbereitschaften für Risikoreduktionen verwendet werden?
- Soll in KNA und bei der Bestimmung der Umwelt- und Unfallkosten des Verkehrs der gleiche VOSL verwendet werden oder gibt es Gründe, unterschiedliche Werte zu verwenden?
- Der Bruttoproduktionsausfall setzt sich aus dem Eigenkonsum und dem verbleibenden Nettoproduktionsausfall zusammen. Bisher wurde angenommen, dass der Eigenkonsum im VOSL enthalten ist, so dass zum VOSL nur der Nettoproduktionsausfall dazugezählt wird. Ist diese Annahme im Lichte der neuen Ergebnisse noch gültig?

⁶ Thomas und Vaughan (2015), Testing the validity of the “value of a prevented fatality” (VPF) used to assess UK safety measures, S. 252.

⁷ In der letzten Aktualisierungsrunde der Berechnungen für ARE (Ecoplan, Infrac 2014, Externe Effekte des Verkehrs 2010) und bfu (Niemann et al. 2015, Nichtberufsunfälle in der Schweiz. Aktualisierte Hochrechnung und Kostenberechnung) wurde auf eine Aktualisierung der immateriellen Kosten bewusst verzichtet, da bekannt war, dass in Kürze die Schweizer B,S,S.-Studie publiziert wird. Diese Studie liegt nun vor und somit können der VOSL sowie die davon abgeleiteten immateriellen Kostensätze für Verletzungen aktualisiert werden.

- Soll ein einheitlicher VOSL verwendet werden? Oder soll der VOSL nach Bereich (Luftbelastung, Lärm, Gesundheitsnutzen, Unfälle – Unfälle allenfalls differenziert nach Strassen-, Schienen-, Sport-, Haus- und Freizeitunfällen) unterschieden werden?
- Die tatsächlichen Berechnungen der Unfall- und Umweltkosten in der Schweiz beruhen nicht direkt auf dem VOSL, sondern auf dem VLYL (value of a life year lost – manchmal auch mit VOLY abgekürzt), der vom VOSL abgeleitet wird. Soll weiterhin mit dem VLYL gerechnet werden, oder soll neu direkt der VOSL zur Anwendung kommen?
- Im Unfallbereich gilt es nicht nur Todesfälle zu bewerten, sondern auch Verletzungen. Standardmässig wird für die immateriellen Kosten der Verletzten ein Anteil des VOSL verwendet. Welche immateriellen Kostensätze für Verletzte (differenziert nach Verletzungsschwere) sollen in Zukunft in der Schweiz zur Anwendung kommen?
- Schliesslich sind die Antworten auf obige Fragen zusammenzufassen: Welcher VOSL ist künftig für den Einsatz in der Schweiz zu empfehlen?

Zudem ist eine Empfehlung abzugeben, ab wann die neuen Ergebnisse in die Berechnungen des ARE zu den externen Effekten bzw. in die Berechnungen der bfu zu den Unfallkosten integriert werden sollen.

1.3 Aufbau des Berichts

Die weiteren Ausführungen des Berichts sind wie folgt gegliedert:

- Als Basis für die Beantwortung der aufgeworfenen Fragen werden in Kapitel 2 die beiden wesentlichen Studien von B,S,S. und OECD präsentiert.
- Das Kernstück des Berichts stellt Kapitel 3 dar, in welchem die detaillierte Auseinandersetzung mit den einzelnen, oben dargestellten Fragen erfolgt.
- In Kapitel 4 werden die Empfehlungen kurz zusammengefasst.
- Im Anhang A (Kapitel 5) werden die Auswirkungen des neuen VOSL auf die Unfall- und Umweltkosten abgeschätzt.
- Im Anhang B (Kapitel 6) wird dargestellt, welche VOSL-Werte heute in anderen Ländern und anderen Politikbereichen zur Anwendung kommen.
- Im Anhang C (Kapitel 7) werden die Ergebnisse der OECD-Studie in CHF umgerechnet.
- Im Anhang D (Kapitel 8) folgen Überlegungen zur Frage, wie der VOSL im Rahmen von Sensitivitätsanalysen variiert werden soll.

2 Beschreibung der B,S,S.- und der OECD-Studie

Im Folgenden werden die beiden für die vorliegende Studie wesentlichen Grundlagen vorgestellt: B,S,S. (2015) und OECD (2012). Sowohl der bisher verwendete VOSL als auch die beiden neuen Studien (B,S,S. und OECD) basieren alle auf einem Zahlungsbereitschaftsansatz.

Dieser Ansatz wurde in der Vergangenheit zum Teil kritisiert, weil er nach Ansicht der Kritiker auf hypothetischen Situationen beruht. Die Befragungsmethoden wurden jedoch im Lauf der Zeit stark verbessert. Zudem zeigen mehrere Studien, dass es keine signifikanten Unterschiede zwischen hypothetischer Zahlungsbereitschaft in Studien und der tatsächlichen Zahlungsbereitschaft gibt.⁸

Im nachstehenden Exkurs folgt eine kurze Einordnung des VOSL.⁹

Exkurs: Einordnung des VOSL

Die Bewertung von immateriellen Kosten bei Todes- oder Krankheitsfällen stösst ausserhalb der Ökonomie auf Kritik, weil nach Ansicht vieler Betroffener der Wert eines Menschenlebens nicht in Geldeinheiten bewertet werden darf oder kann. Bei der Herleitung des VOSL geht es aber vielmehr darum, den **Nutzen der Risikoverminderung** zu bewerten, wenn z.B. infolge vermehrter Verkehrssicherheit die Zahl der tödlichen Strassenverkehrsunfälle abnimmt. In der Ökonomie wird in diesem Zusammenhang oft der Begriff des „Value of Statistical Life“ (VOSL) verwendet (manchmal auch „value of preventing a statistical fatality VPF“ genannt). Damit wird ausgedrückt, dass es grundsätzlich um die Bewertung von verminderten Risiken geht, bevor die negativen Folgen bereits eingetreten sind und nicht um den Wert eines bestimmten Menschenlebens, nachdem ein Unfall zum Tod dieses Menschen geführt hat.

Es ist auch darauf hinzuweisen, dass es sich beim „Value of statistical Life“ um ein unglückliche Wortwahl handelt:¹⁰

- Value: Gemeint ist die Zahlungsbereitschaft (willingness to pay) für die Verminderung des Risikos eines tödlichen Unfalls, nicht der «Wert» eines bestimmten Lebens.
- Statistical: Gemeint ist die Wahrscheinlichkeit eines Unfalls mit tödlichen Folgen, nicht eine sichere, statistische Einheit.
- Life: Eigentlich geht es um kleine Risikoreduktionen tödlicher Unfälle bei ganz vielen verschiedenen Menschen; die Normierung auf die Einheit 1 dient letztlich nur zur Vereinfachung beim Ausweis der Zahlungsbereitschaft.

Zudem geht es in der Praxis nicht tatsächlich darum, für eine Risikoreduktion etwas bezahlen zu müssen, sondern um eine Abwägung, ob man für ein kleineres Risiko auf einen anderen Vorteil (z.B. kürzere Reisezeit) oder auf andere Annehmlichkeiten verzichtet. Eine bessere Namenswahl wäre daher „Bereitschaft zum Verzicht auf andere Güter oder Dienstleistungen für eine kleine Reduktion beim Risiko eines tödlichen Unfalls“. Dieser genauere, aber etwas umständliche Begriff hat sich jedoch nicht durchgesetzt und deshalb verwenden wir in diesem Bericht weiterhin den Begriff VOSL.

⁸ Cropper et al. (2011), Valuing Mortality Risk Reductions, S. 18 und 17.

⁹ Der Exkurs basiert auf Ecoplan, Infrac (2014, Externe Effekte des Verkehrs 2010, S. 147), wird hier aber ergänzt.

¹⁰ Cameron (2010), Euthanizing the Value of Statistical Life.

Der VOSL wird üblicherweise mittels einer Umfrage zur Zahlungsbereitschaft für eine Reduktion des Todesfallrisikos bestimmt. In den Umfragen werden Personen befragt, wie viel sie zu zahlen bereit wären, um das Todesfallrisiko zu vermindern. Erhoben wird dabei jeweils die Zahlungsbereitschaft für eine geringe Risikoreduktion z.B. eines tödlichen Unfalls (z.B. wie viel wären die Befragten bereit zu bezahlen, um das Unfallrisiko um 0.1% zu verringern) bei ganz vielen verschiedenen Menschen. Diese Zahlungsbereitschaft wird danach auf einen Todesfall hochgerechnet (in diesem Beispiel Multiplikation mit 1'000, da $0.1\% \cdot 1000 = 100\% =$ ein verhinderter Todesfall) und als VOSL bezeichnet. Diese Normierung auf einen Todesfall dient letztlich nur der Vereinfachung beim Ausweis der Zahlungsbereitschaft und der einfachen Anwendung in der Praxis bei der Bewertung von Todesfällen.

2.1 Beschreibung der B,S,S.-Studie 2015¹¹

2.1.1 Studiendesign

Um die Zahlungsbereitschaft für die Verminderung des Todesfallrisikos in der Schweiz ermitteln zu können, wurde von B,S,S. im Auftrag des VSS (Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute) im Sommer 2014 (B,S,S., S. 92) eine Umfrage durchgeführt, in der konkrete politische Massnahmenpakete vorgeschlagen wurden und sich die Befragten für eines von fünf möglichen Massnahmenpaketen (oder den status quo) entscheiden mussten.

Die Umfrage wurde bei insgesamt 3'151 Befragten durchgeführt. Die Stichprobe wurde dabei in vier Bereiche aufgeteilt: 1'037 Befragte im Bereich Unfälle Strasse, 657 Unfälle ÖV, 727 Luftbelastung und 730 Lärm. Die Massnahmenpakete beinhalten die Sanierung von Unfallschwerpunkten (Unfälle Strasse), die Ausstattung von Bahnhöfen und Streckenabschnitten mit neuester Sicherheitstechnik (Unfälle ÖV), die finanzielle Förderung des Einbaus von Partikelfiltern (Luft) und den Einbau von lärmarmen Strassenbelägen (Lärm). Je nach Massnahmenpaket werden diese Massnahmen in geringerem oder grösserem Umfang umgesetzt.

Im Unfallbereich (MIV und ÖV) wirken diese Massnahmen natürlich nicht nur auf die tödlichen Unfälle, sondern es sinkt damit auch die Zahl der Verletzten. Dies wurde den Befragten auch aufgezeigt. Die eigentliche Bewertung erfolgt deshalb nicht für tödliche Unfälle, sondern für sogenannte vermiedene „Unfalleinheiten“ bestehend aus X Todesfällen und Y Verletzten (wobei die Verletzten nach vier Verletzungsschweren abgestuft sind).¹² Um aus der Bewertung dieser Unfalleinheiten die Bewertung der Todesfälle bzw. den VOSL ableiten zu können, musste deshalb in einem zweiten Teil der Umfrage noch die Abstufung der Unfallschweren erfragt werden. Dazu wurde ein „**Risk-Risk-Tradeoff-Experiment**“ durchgeführt, in dem die

¹¹ B,S,S. (2015), Monetarisierung des statistischen Lebens im Strassenverkehr.

¹² In den Bereichen Luft- und Lärmbelastung wurden „Krankheitseinheiten“ definiert, die neben Todesfällen auch aus Krankheitsfällen bestanden. Die Ergebnisse für diese Krankheiten spielen jedoch für die Praxis keine Rolle (das war schon beim Studiendesign klar), wurden aber aus methodischen Gründen trotzdem aufgenommen.

Befragten angeben mussten, ob sie z.B. lieber in einer Region mit X Todesfällen und Y Invaliditätsfällen leben möchten oder in einer Region mit x mehr Todesfällen und y weniger Invaliditätsfällen. Durch Variation von X, Y, x und y kann bestimmt werden, wie viel höher Todesfälle als Invaliditätsfälle bewertet werden. Dies wurde dann mit anderen Zahlen wiederholt für Invaliditätsfälle und Schwerverletzte, Schwerverletzte und Mittelschwerverletzte sowie Mittelschwerverletzte und Leichtverletzte.

Die vorgestellten Massnahmenpakete wurden so realistisch wie möglich formuliert (B,S,S. 2015, S. 213 und 14), d.h. dass die Kosten der Massnahmenpakete als plausible Grössenordnungen angesehen werden können.¹³ Die Pakete wurden so gewählt, dass das nächsthöhere Massnahmenpaket jeweils mit einer Verdoppelung der Grenzkosten der Vermeidung (und damit auch einer Verdoppelung des berechneten VOSL) einhergeht (Ausnahme ÖV: jeweils Verdreifachung). Durch Abfrage des Einkommens und der Fahrzeugkilometer im MIV bzw. der Ausgaben im ÖV konnte den Befragten vorgängig zu ihrer Antwort aufgezeigt werden, wie gross ihr persönlicher jährlicher Beitrag in Form von höheren allgemeinen Steuern (alle Bereiche) sowie teilweise von Mineralöl- und Motorfahrzeugsteuern (für Unfälle Strasse), höhere Ticketpreise (für Unfälle ÖV) an die jeweiligen Massnahmenpakete ist. Aus der Wahl des Massnahmenpakets und den damit verbundenen Kostenbeiträgen der Befragten kann ihre Zahlungsbereitschaft für die Vermeidung bzw. Verminderung eines Risikos bestimmt werden. Damit wurde in der Umfrage ein möglichst realitätsnaher und plausibler Entscheidungskontext verwendet – gerade in der Schweiz, in der Abstimmungen über Sachthemen üblich sind.

Die Ergebnisse werden am Ende noch auf die Schweiz hochgerechnet – konkret auf die ständige Wohnbevölkerung mit Schweizer Nationalität ab Alter 18 (B,S,S. 2015, S. 108 und 124).

2.1.2 Wesentliche Ergebnisse

Die folgende Abbildung zeigt die wesentlichen Ergebnisse der B,S,S.-Studie: Der Kostensatz für einen vermiedenen Todesfall (VOSL) beträgt im Strassenverkehr für das Jahr 2014 gut 5 Mio. CHF, im ÖV 34 Mio. CHF und in den Bereichen Luft- und Lärmbelastung je etwa 12 Mio. CHF.¹⁴ Im Umweltbereich ist der VOSL gemäss B,S,S. also gut doppelt so hoch wie bei Strassenverkehrsunfällen, bei Unfällen im ÖV gar beinahe 7-mal so hoch wie bei Strassenverkehrsunfällen.

Die Ergebnisse für die Schwer- bis Leichtverletzten beruhen auf gerundeten Werten zu den Anzahl Ausfalltagen nach Verletzungsschwere, die in der Umfrage verwendet wurden (Schwerverletzt: 9 Monate, Mittelschwerverletzt: 2 Monate, Leichtverletzt 1 Woche). Tatsächlich fallen jedoch pro Unfall im Strassenverkehr etwas weniger Ausfalltage an (Schwerverletzt: 257.1

¹³ Im Strassenverkehr und im ÖV wurden den Befragten teilweise zusätzlich noch Parteipositionen von Schweizer Parteien zur Verfügung gestellt. Dies spielt jedoch keine entscheidende Rolle in den Ergebnissen.

¹⁴ Die ermittelten Zahlungsbereitschaften umfassen auch altruistische Motive (d.h. dass nicht nur das eigene Wohlergehen in die Zahlungsbereitschaft einfließt, sondern auch das Wohlergehen der anderen). Es zeigt sich jedoch, dass die altruistischen Motive keine oder nur ein untergeordnete Rolle spielen (B,S,S. 2015, S. 9 und 203).

Tage, Mittelschwerer: 54.4 Tage, Leichtverletzt 6.3 Tage).¹⁵ Folglich sollten nicht die Hauptergebnisse der B,S,S.-Studie verwendet werden, sondern für die Anwendung in der Schweiz die entsprechend reduzierten Werte im unteren Teil der Abbildung 2-1. Diese beinhalten folgende drei Umrechnungen:

- Anpassung auf die tatsächlich reduzierte Anzahl Ausfalltage bei den Verletzten.¹⁶
- Umrechnung von Marktpreisen auf Faktorpreise, da die Ermittlung der externen Kosten und die Darstellung von Kosten-Nutzen-Analysen jeweils zu Faktorpreisen erfolgt.¹⁷ Dies bedingt eine Division mit 1.0847 (Ecoplan, Infras 2014, S. 100).
- Rückrechnung der Werte aus dem Jahr 2014 auf die Preisbasis 2010 (wie in den bisherigen Studien in der Schweiz).

Ein Vergleich der Kostensätze für den Strassenverkehr mit den bisherigen Werten zeigt, dass für Todesfälle und Invaliditätsfälle die Werte von B,S,S. höher sind (um 33% bzw. 54%) für die übrigen Verletzungsschweren jedoch viel tiefer als bisher (um -73%, -82% und -90% tiefer). Dieser deutliche Unterschied überrascht und ist weiter zu untersuchen (vgl. Kapitel 3.6). Im Bereich ÖV-Unfälle, Luft- und Lärmbelastung ist der VOSL deutlich höher als der bisher verwendete Wert.

Abbildung 2-1: Wesentliche Ergebnisse der B,S,S.-Studie

| in Mio. CHF | Strasse | ÖV | Luft | Lärm | bisherige Werte |
|---|---------|--------|--------|--------|-----------------|
| Studienergebnis zu Marktpreisen 2014 | | | | | |
| Todesfall | 5.078 | 34.249 | 12.266 | 11.451 | |
| Invaliditätsfall | 1.704 | 11.494 | | | |
| Schwererletzte | 0.179 | 1.208 | | | |
| Mittelschwererletzte | 0.027 | 0.184 | | | |
| Leichterletzte | 0.0017 | 0.012 | | | |
| Anpassung mit tatsächlicher Anzahl Ausfalltage - zu Faktorpreisen 2010 | | | | | |
| Todesfall | 4.530 | 30.557 | 10.944 | 10.217 | 3.400 |
| Invaliditätsfall | 1.520 | 10.255 | | | 0.987 |
| Schwererletzte | 0.150 | 1.012 | | | 0.554 |
| Mittelschwererletzte | 0.022 | 0.147 | | | 0.119 |
| Leichterletzte | 0.0014 | 0.009 | | | 0.014 |

¹⁵ Niemann et al. (2015), Nichtberufsunfälle in der Schweiz, S. 59.

¹⁶ Die Anpassung erfolgt linear über die Anzahl Ausfalltage – die Kostensätze für Todes- und Invaliditätsfall sind unverändert (B,S,S. 2015, Monetarisierung des statistischen Lebens im Strassenverkehr, S. 126 und 148).

¹⁷ Für die internationale Vergleichbarkeit werden die Ergebnisse von KNA und externen Kosten üblicherweise auf der Basis von Faktorpreisen vorgenommen. Als Faktorpreise werden die Preise ohne indirekte Steuern (z.B. MWST) bezeichnet.

In der Studie wurde zusätzlich noch ein **Anker-Experiment** durchgeführt: Die Befragten erhielten nämlich nicht alle fünf Massnahmenpakete zur Auswahl, sondern entweder die vier günstigeren oder die vier teureren Pakete. Im Optimalfall sind die Präferenzen der Befragten so stabil, dass der sich ergebende VOSL unabhängig davon ist, welche vier Pakete angeboten werden. Tatsächlich führt jedoch der Anker „hoch“ in dieser Studie zu höheren VOSL-Schätzungen: Eine Erhöhung des Ankers pro Unfalleinheit / Krankheitseinheit um 1% führt zu einer Zunahme der VOSL-Schätzung um 0.46% im Strassenverkehr, 0.94% im ÖV, 0.37% bei der Luftbelastung und 1.04% beim Lärm (B,S,S. S. 207). Im ÖV und beim Lärm sind die Ergebnisse damit „praktisch vollständig durch die Antwortskala determiniert“ (B,S,S. S. 207). Für den Strassenverkehr und die Luftbelastung kann das Ergebnis hingegen als „unscharfe ökonomische Bewertungen“ bezeichnet werden (B,S,S. S. 15). Weder das Ergebnis mit tiefem, noch das Ergebnis mit hohem Anker können als „objektiv“ richtig gelten. Das Ankerexperiment sagt aber etwas über die Unsicherheiten aus (B,S,S. S. 208). Für die Ermittlung des Hauptergebnisses wurde die gesamte Stichprobe (sowohl die Antworten mit tiefem als auch diejenigen mit hohem Anker) verwendet.

Das Ergebnis im ÖV ist mit einem VOSL von 34 Mio. CHF viel höher als erwartet und auch viel höher als im Strassenverkehr (das gilt auch für die anderen Verletzungsschweren, da dieselben Abstufungen verwendet werden). Ein Grund dafür dürfte sein, dass die impliziten Kosten pro Unfalleinheit / Krankheitseinheit sich in allen vier Bereichen von Massnahmenpaket zu Massnahmenpaket verdoppeln, ausser beim ÖV, bei dem jeweils ein Faktor 3 zwischen den Paketen liegt (die Massnahmenpakete wurden realitätsnah gestaltet, und im ÖV ist das Sicherheitsniveau schon so hoch, dass Verbesserungen sehr teuer sind). Bei gleichem Startwert für das günstigste Massnahmenpaket ist das teuerste Paket im ÖV in der B,S,S.-Befragung damit 5-mal teurer. Aufgrund des Ankereffektes dürfte dies zu einer Verzerrung nach oben führen. In einer Sensitivitätsanalyse wird gezeigt, dass sich im ÖV ein VOSL von 9.6 Mio. CHF ergeben würde, wenn auch im ÖV nur ein Faktor 2 zwischen den Paketen verwendet würde. Dieser Wert wäre etwa so hoch wie erwartet, kann aber für die weitere Anwendung in der Praxis nicht verwendet werden, da ihm die empirische Basis bzw. die tatsächlich nach dieser Abstufung durchgeführte Befragung fehlt.

2.2 Beschreibung der OECD-Studie 2012¹⁸

2.2.1 Studiendesign

Die OECD-Studie ist die weltweit mit Abstand grösste Metaanalyse von Zahlungsbereitschaftsstudien zum VOSL. Während vier Jahren wurde eine möglichst umfassende Datenbank zu den weltweit verfügbaren Zahlungsbereitschaftsstudien erstellt. Ziel war es, alle VOSL-Studien zu

¹⁸ OECD (2012), Mortality Risk Valuation in Environment, Health and Transport Policies.

erfassen, die auf einem „stated preferences“-Ansatz beruhen.¹⁹ Der Fokus lag dabei in den Bereichen Umwelt, Gesundheit und Verkehr (OECD, S. 19 und 40). Von Anfang an ausgeschlossen wurden einerseits Studien, welche die Zahlungsbereitschaft der Eltern für ihre Kinder erforschten (OECD, S. 40) und andererseits Studien, welche – anstelle der Zahlungsbereitschaft für eine Risikoreduktion – klärten, welcher Betrag den Befragten zu geben ist, damit sie eine Risikoerhöhung akzeptieren („willingness to accept WTA“ statt „willingness to pay WTP“ – OECD, S. 55).

Erfasst wurden insgesamt 84 Studien zwischen 1973 und 2010, in denen 856 VOSL-Schätzwerte enthalten sind (OECD, S. 41-42). Es wurden jeweils nur die Mittelwerte der Schätzungen miteinbezogen (nicht die Mediane, die teilweise nicht verfügbar waren – OECD, S. 55). Die Ergebnisse wurden auf die Preisbasis 2005 in US\$ umgerechnet.²⁰ Aus diesem Sample wurden verschiedenen Studien bzw. VOSL-Schätzwerte aus folgenden Gründen ausgeschieden (OECD, S. 63):

- 231 VOSL-Schätzungen ohne Angaben zur Grösse der zu bewertenden Risikoänderung
- 319 VOSL-Schätzungen mit weniger als 200 Befragten in der ganzen Studie²¹ oder weniger als 100 Befragten für ein Teilresultat
- 179 VOSL-Schätzungen mit nicht repräsentativer Stichprobe (z.B. nur Studenten oder nur Personal im Gesundheitswesen)

Damit verbleiben noch 405 VOSL-Schätzungen (aus 37 Studien aus den Jahren 1985 – 2010), davon 261 aus OECD-Ländern und 163 aus den EU27-Ländern (OECD, S. 64, 92-94 und 127).

Mit diesen 405 VOSL-Schätzungen wurde eine Metaanalyse durchgeführt, um mögliche Einflüsse identifizieren zu können, mit deren Hilfe die unterschiedlichen Ergebnisse (zumindest teilweise) erklärt werden können. Als erklärende Variablen wurden unter anderem das BIP pro Kopf, die Grösse der zu bewertenden Risikoveränderung sowie Dummyvariablen für den Bereich (Unfälle, Umwelt) verwendet. In der Schätzung der Metaanalyse erhielt jede Studie das gleiche Gewicht. Das bedeutet, dass VOSL-Schätzungen aus Studien mit mehreren VOSL-Schätzwerten weniger gewichtet wurden (OECD, S. 60).²²

Die Erkenntnisse aus der Metaanalyse werden zusätzlich verwendet, um die gewonnenen VOSL-Ergebnisse auf einzelne Länder zu übertragen (OECD, Kapitel 4-6). Dabei zeigt sich, dass die Übertragung mit Hilfe der Metaanalyse die aus Einzelstudien gewonnenen spezifischen Werte relativ gut voraussagen (OECD, S. 97 und 106).

¹⁹ Beim „stated preference“-Ansatz beruhen die Ergebnisse auf Antworten von Befragten in hypothetischen Situationen (vgl. Exkurs am Anfang von Kapitel 2), nicht auf tatsächlichen Kaufentscheidungen im Markt (für den VOSL nicht möglich) und nicht auf Schlussfolgerungen aus Marktentscheidungen („revealed preferences“) wie z.B. bei der lärmbedingten Abnahme der Wohnungspreise. Auch B,S,S. (2015) arbeitet mit dem „stated preference“-Ansatz.

²⁰ OECD (2012), Mortality Risk Valuation in Environment, Health and Transport Policies, S. 40: Die Werte wurden mit der Inflation des Landes auf 2005 umgerechnet und dann mit der Kaufkraftparität (PPP) in US\$ umgewandelt.

²¹ Damit wird der bisher in der EU und der Schweiz verwendete Wert ausgeschieden werden (167 Befragte).

²² In vielen Metaanalysen (z.B. in der Epidemiologie) werden die Studien bzw. die Schätzwerte anhand der Varianz gewichtet (je kleiner die Varianz desto höher das Gewicht). Dies wäre auch hier zu bevorzugen gewesen.

2.2.2 Wesentliche Ergebnisse

Das Schätzmodell der Metaanalyse für alle 405 qualitativ guten Schätzungen kann 83% der Unterschiede in den VOSL-Schätzungen erklären ($R^2 = 0.833$) – dies ist ein hoher Wert (OECD, S. 64). Die beiden wichtigsten Faktoren, welche die Unterschiede in den VOSL-Resultaten erklären, sind das länderspezifische BIP pro Kopf und die Grösse der Risikoänderung (OECD, S. 49 und 58), die in der Befragung zugrunde gelegt wurde. Die zugrunde gelegte Risikoänderung bietet oft Probleme, ähnlich wie der „Ankereffekt“ bei B,S,S.: Die Bewertungsfrage lautet jeweils, wie viel man zu zahlen bereit ist, um das Risiko um x% zu reduzieren (vgl. Exkurs in Kapitel 2). Der VOSL wird dann als die Zahlungsbereitschaft dividiert durch x% ermittelt. Wird die Risikoreduktion verdoppelt, so sollte sich auch die Zahlungsbereitschaft verdoppeln, wenn die Präferenzen der Befragten stabil sind und derselbe VOSL resultieren soll.²³ Dies ist aber oft nicht der Fall und die Zahlungsbereitschaft nimmt nur unterproportional zu, so dass bei Schätzungen mit einer kleinen Risikoänderung ein grösserer VOSL resultiert.

Analog zum Anker-Experiment in der B,S,S.-Studie wurde deshalb auch in den von der OECD berücksichtigten Studien die Validität der Ergebnisse teilweise untersucht. Dazu wurde in den einzelnen Studien teilweise ein sogenannter externer Scope-Test durchgeführt: Dabei wird getestet, ob die Zahlungsbereitschaft von unterschiedlichen Teilstichproben zunimmt, wenn die zu bewertende Risikoreduktion zunimmt.²⁴ Für 199 (der 405) VOSL-Schätzungen wurde ein externer Scope-Test durchgeführt, nur 85 Schätzungen haben ihn bestanden (OECD, S. 65). Viele Schätzungen in der OECD-Studie haben also – wie auch die B,S,S.-Studie – Probleme mit der Validität der Ergebnisse.

Aus der Metaanalyse berechnet die OECD dann Vorgabewerte für den VOSL für Erwachsene, wie er in Kosten-Nutzen-Analysen angewendet werden kann (OECD, S. 109 und 125). Als Hauptergebnis wird der Median der Mittelwerte empfohlen, da der Median weniger anfällig auf hohe Schätzwerte ist.²⁵ Basierend auf dem Median resultiert ein Wert von **3.01 Mio. \$ für die OECD-Länder (basierend auf 261 VOSL-Schätzwerten aus 28 Studien)** bzw. **3.61 Mio. \$ für die EU27 (basierend auf 163 VOSL-Schätzwerten aus 16 Studien)**.²⁶ Umgerechnet in CHF ergibt sich aus dem Wert für die **OECD-Länder** ein **VOSL von 6.2 Mio. CHF** (genau 6'227'179 CHF zu Faktorpreisen 2010) und aus dem **EU27-Wert** resultiert ein **VOSL von 8.2 Mio. CHF** (genau 8'215'595 CHF) – vgl. die detaillierten Umrechnungen in Anhang C (Kapitel 7). Dabei werden die anfänglichen Unterschiede im Ausgangswert (in US\$) verstärkt durch die

²³ Gemäss ökonomischer Theorie sollte die Zahlungsbereitschaft mit der Risikoreduktion etwa proportional zunehmen (OECD 2012, Mortality Risk Valuation in Environment, Health and Transport Policies, S. 53).

²⁴ OECD (2012), Mortality Risk Valuation in Environment, Health and Transport Policies, S. 53. Teilweise wird auch ein interner Scope-Test durchgeführt, in dem die gleiche Person unterschiedliche Risikoveränderungen bewerten muss und die Bewertung für die grössere Risikoveränderung ebenfalls höher sein sollte. Der interne Scope-Test ist einfacher zu bestehen als der externe.

²⁵ Der Mittelwert (oder Durchschnitt) entspricht der Summe aller Werte dividiert durch die Anzahl Werte. Der Median ist derjenige Wert, bei dem die eine Hälfte der Werte darüber liegt und die andere Hälfte darunter.

²⁶ Würde statt dem Median der Mittelwert verwendet, ergäben sich Werte für die OECD bzw. EU27 von 3.98 bzw. 4.89 Mio. \$ (OECD 2012, Mortality Risk Valuation in Environment, Health and Transport Policies, S. 127).

Umrechnung mit dem realen BIP pro Kopf, was zu einer stärkeren Erhöhung des EU27-Wertes führt (vgl. Anhang C).

Einer dieser beiden Werte könnte in der Schweiz verwendet werden.²⁷ Die OECD weist aber darauf hin, dass es im konkreten Anwendungsfall besser wäre, eine Studie zu erstellen, die genau auf die zu bewertenden Risiken ausgerichtet ist. Dies ist aber oft zu aufwändig (Zeit und Geld – OECD, S. 19). Liegt eine solche Studie nicht vor, kann nach Ansicht der OECD auf die Werte aus der Metastudie zurückgegriffen werden.

Festlegung des zu übernehmenden Wertes aus der OECD-Studie

Ob der Berechnung der Unfall- und Umweltkosten in Zukunft ein VOSL von 6.2 oder 8.2 Mio. CHF zugrunde gelegt wird, hat einen massgeblichen Einfluss auf die Höhe dieser Kosten. Entsprechend bedeutsam ist die zu treffende Wahl.

Letztlich geht es dabei um die Frage, ob in der Schweiz die Präferenzen für Risikoreduktionen eher denjenigen in der EU27 entsprechen oder denjenigen in der OECD. Dies ist eine Einschätzungsfrage, auf die sich kaum eine eindeutige Antwort finden lässt. Denn es gibt sowohl in der EU27 als auch in der OECD Länder, die uns kulturell eher nahe sind und solche, die es weniger sind. Zudem gibt es in der OECD-Studie keine Hinweise auf statistisch nachgewiesene, systematische Unterschiede zwischen der Zahlungsbereitschaft der EU27-Bevölkerung und der OECD-Bevölkerung.

Folgende Punkte sind beim Entscheid zu beachten:

- Der Wert für die EU27 beruht auf 16 Studien mit 163 VOSL-Schätzungen (Schweden 5 Studien, Italien 2.5²⁸, Frankreich 2, Österreich 2, England 1.5, Dänemark 1, Polen 1, Tschechien 1). Der Wert für die OECD beruht demgegenüber auf einer grösseren Datenbasis: Zu den 16 Studien in der EU27 kommen weitere 12 Studien mit 98 Studienergebnissen hinzu, so dass der OECD-Wert auf 28 Studien mit 261 VOSL-Schätzungen beruht. Die zusätzlichen Daten stammen aus Studien aus der USA (5.5), Kanada (1.5), Neuseeland (2), Japan (2) und der Schweiz (1).
- Die Schweiz ist Mitglied der OECD, gehört aber nicht zur EU27.
- Die WHO verwendet in ihrem Tool zur Bewertung von Gesundheitsnutzen im Langsamverkehr für den VOSL den Wert von 8.2 Mio. CHF für die Schweiz (basierend auf dem EU27-Wert).²⁹ Die Verwendung des EU27-Wertes lag für die WHO nahe, weil die WHO die Werte für alle Länder Europas berechnete.

Wir **empfehlen**, den VOSL von **6.2 Mio. CHF basierend auf den OECD-Ländern** dem höheren Wert von 8.2 Mio. CHF basierend auf der EU27 vorzuziehen: Einerseits ist aufgrund der

²⁷ Den Basiswert von 3.61 Mio. \$ für die EU27 verwendet die WHO zur Bestimmung der länderspezifischen VOSL in Europa (WHO 2014, Health economic assessment tools (HEAT) for walking and for cycling).

²⁸ Gewisse Studien haben Werte für 2 Länder berechnet und werden deshalb diesen Ländern je hälftig zugewiesen.

²⁹ WHO (2014), Health economic assessment tools (HEAT) for walking and for cycling.

relativ grossen Unsicherheiten bei der Schätzung des VOSL die **grössere Datenbasis** des OECD-Wertes zu bevorzugen (28 statt 16 Studien). Andererseits ist zu empfehlen, den eher **vorsichtigen, tieferen Wert** basierend auf dem Wert für die OECD-Länder zu verwenden.

Der so festgelegte VOSL kann wie erwähnt für Erwachsene in Kosten-Nutzen-Analysen angewendet werden (OECD, S. 109 und 125). Es wurden noch diverse andere mögliche Anpassungen des VOSL von der OECD untersucht, jedoch mangels Evidenz alle verworfen. Die einzige Ausnahme ist, dass der VOSL für Kinder um den Faktor 1.5 bis 2 erhöht werden soll (OECD, S. 139).

Fazit zu den Studien von B,S,S.- und der OECD

Die OECD-Studie führt für die Schweiz – ausgehend vom Wert für die OECD-Länder – zu einem VOSL von 6.2 Mio. CHF (Faktorpreise 2010), der für die Bereiche Unfälle und Umwelt gleich ist. Die B,S,S.-Studie hingegen schlägt Werte zwischen 4.5 und 30.6 Mio. CHF (Faktorpreise 2010) vor, die sich nach den Bereichen unterscheiden. Es ist im Folgenden zu untersuchen, welcher Wert in Zukunft in der Schweiz verwendet werden soll. Die Resultate beider Studien legen aber nahe, dass der bisher verwendete Wert zu tief ist.

3 Beantwortung der gestellten Fragen

Im Folgenden werden die eingangs gestellten Fragen (vgl. Kapitel 1) beantwortet. Dabei wird jeweils zuerst die Fragestellung und deren Relevanz für das Ergebnis erläutert, dann werden Antwortmöglichkeiten aufgezeigt und schliesslich eine Antwortempfehlung abgegeben und diese begründet.

Bei der Reihenfolge der Fragen betrachten wir zuerst diejenigen Fragen, die sich relativ einfach beantworten lassen und bei denen es keine abweichenden Antworten aus den beiden Studien (B,S,S. und OECD) gibt. Danach folgen jene Fragestellungen, auf die später bei der Beantwortung weiterer Fragen zurückgegriffen wird.

3.1 Mittelwert oder Median?

3.1.1 Fragestellung und Relevanz

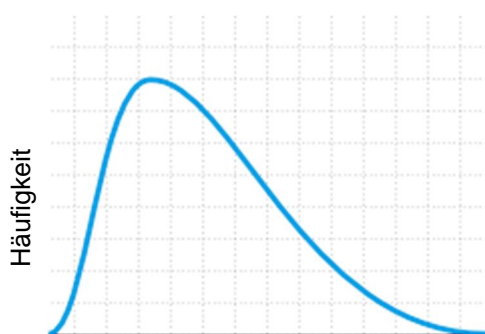
Soll der Mittelwert oder der Median (zur Definition vgl. Fussnote 25) der Verteilung der Zahlungsbereitschaften für Risikoreduktionen verwendet werden?

Bei der Verteilung der Zahlungsbereitschaften handelt es sich um eine rechtsschiefe Verteilung (vgl. folgende Abbildung), d.h. dass die Verteilung auf der rechten Seite weniger steil ist und somit hohe Werte wahrscheinlicher sind als tiefe Werte (ausgehend vom Modus (=häufigster

Wert einer Häufigkeitsverteilung bzw. Maximum der Kurve in Abbildung 3-1)). Dies ist einerseits darauf zurückzuführen, dass negative Werte für die Zahlungsbereitschaft nicht möglich sind und andererseits dass reiche und / oder ängstliche Personen teilweise eine sehr hohe Zahlungsbereitschaft haben.

Bei rechtsschiefen Verteilung ist der Mittelwert typischerweise grösser als der Median, so dass die Wahl der statistischen Kennzahl Auswirkungen auf das Ergebnis, d.h. den verwendeten VOSL hat. In der B,S,S.-Studie (2015, S. 198) liegt der Median je nach Bereich zwischen 24% (ÖV-Unfälle) und 61% (Strassenunfälle) des Mittelwertes.

Abbildung 3-1: Rechtsschiefe Verteilung



3.1.2 Antwortmöglichkeiten

Es ist entweder der Mittelwert oder der Median zu wählen.³⁰

3.1.3 Antwortempfehlung

Wir empfehlen, den **Mittelwert** zu verwenden.

3.1.4 Begründung der Antwortempfehlung

Eine überzeugende Begründung, warum der Mittelwert zu verwenden ist, liefert das Projekt NEEDS.³¹ Der Median entspricht einem Wahlsystem, in dem nur betrachtet wird, ob sich die

³⁰ B,S,S. (2015, Monetarisierung des statistischen Lebens im Strassenverkehr, S. 211-212) berechnet auch noch das Ergebnis für den Medianwähler (dieses weicht vom Median ab, weil beim Medianwähler nur geschaut wird, welches der angebotenen Massnahmenpakete gewählt wird, beim Median hingegen wird die Zahlungsbereitschaft für die Pakete betrachtet und diese dann auf die Schweiz hochgerechnet). Beim Medianwähler wird das Ergebnis aber durch die Vorgabewerte der Studie weitgehend vorherbestimmt (z.B. bei Strassenunfällen nur Auswahl zwischen Kosten pro Unfalleinheit von 0, 3, 6, 12, 24 und 48 Mio. CHF). Es wäre ein grosser Zufall, wenn dadurch gerade der tatsächliche Wert des Medianwählers getroffen worden wäre. Deshalb ist auf jeden Fall die mediane Zahlungsbereitschaft dem Medianwähler vorzuziehen.

³¹ NEEDS (2006), Final report on the monetary valuation of mortality and morbidity risks from air pollution, S. 21-22.

Zahlungsbereitschaft eines Individuums über oder unter dem Referenzwert, dem Median, befindet. Der Mittelwert hingegen berücksichtigt auch die Stärke der Präferenz. Dass die Zahlungsbereitschaft der Person A deutlich über dem Median liegt, die Zahlungsbereitschaft der Person B aber nur knapp darüber, wird beim Mittelwert berücksichtigt. Wird demgegenüber der Median verwendet, werden diese Unterschiede nicht im gleichen Ausmass berücksichtigt, sondern es geht nur um die Frage, ob der Wert über oder unter dem Referenzwert liegt. Diese Betrachtungsweise entspricht eher einer typischen demokratischen Abstimmung mit einem Ja-Nein-Entscheid. Man kann aber argumentieren, dass für Entscheide, bei denen ein kontinuierliches Spektrum an Möglichkeiten zur Verfügung steht, die Stärke der Präferenz berücksichtigt werden sollte. Für die Festlegung des VOSL kommt prinzipiell jede Zahl in Frage, es handelt sich klar nicht nur um einen Ja-Nein-Entscheid. Entsprechend sollte der Mittelwert verwendet werden.

Ein weiteres Argument zur Verwendung des Mittelwertes ergibt sich auch aus der Frage, von wem die Kosten von Massnahmen zur Verminderung des Unfall- oder Krankheitsrisikos bezahlt werden.³² Die Kosten von Massnahmen in den Bereichen Umwelt und Unfälle (z.B. Sanierung von Unfallschwerpunkten) werden meist so verteilt, dass Reiche mehr bezahlen müssen als Arme. Da die Zahlungsbereitschaft ebenfalls mit dem Einkommen zunimmt (vgl. z.B. OECD 2012), ist es gemäss den NEEDS-Autoren fair, dass Personen mit hoher Zahlungsbereitschaft auch mehr bezahlen. Auch deshalb empfehlen die NEEDS-Autoren den Mittelwert zu verwenden.

So berücksichtigt auch die OECD (2012, S. 55) in ihrer Metaanalyse nur die Mittelwerte der Studien, aber nicht die Mediane. Am Ende empfiehlt die OECD zwar den Median dieser Mittelwerte, trotzdem handelt es sich auch bei diesem Median um einen Mittelwert (aus der medianen VOSL-Schätzung).

B,S,S. (2015, S. 15 und 216) kritisiert hingegen, dass der Mittelwert durch sehr hohe Zahlungsbereitschaften stark nach oben verzerrt werden kann – allenfalls auch durch strategische Übertreibungen (Befragte nennen absichtlich zu hohe Werte). Dies ist beim Median nicht (oder viel weniger) der Fall. Um einen (idealisierten) demokratischen Entscheidungsprozess zu simulieren, sollte der Median verwendet werden (B,S,S. 2015, S. 15 und 216). Der Mittelwert wird von B,S,S. (2015, S. 15 und 216) aber für die Verwendung in Kosten-Nutzen-Analysen empfohlen, wenn Massnahmen bewertet werden, mit denen eine (potenzielle) Pareto-Verbesserung erreicht werden soll. Sind die Nutzen grösser als die Kosten, könnten die Gewinner die Verlierer theoretisch für ihre Verluste kompensieren, so dass es allen mindestens gleich gut geht wie bisher und zumindest einer Person besser (= Pareto-Verbesserung).

Doch auch bei der Bewertung der Unfall- und Umweltkosten geht es darum, die Kosten der Allgemeinheit abzubilden. Diese setzen sich aus den Kosten der einzelnen Individuen zusammen und ergeben in der Summe dasselbe wie wenn für alle Personen ein durchschnittlicher

³² NEEDS (2006), Final report on the monetary valuation of mortality and morbidity risks from air pollution, S. 21-22.

VOSL verwendet würde. Würde hingegen der (tiefere) Median verwendet, so würden die Ergebnisse für die Unfall- und Umweltkosten die tatsächlich in der Bevölkerung anfallenden Kosten unterschätzen. Bei der Bestimmung des VOSL geht es nicht um eine Abstimmungsfrage, sondern um die Frage, welche Kosten in der Bevölkerung anfallen. Dies ist für uns das wichtigste Argument für den Mittelwert.

Zudem zeigt der Literaturüberblick von B,S,S. (2015, S. 194), dass von 29 Studien nur 2 den Median verwenden, die anderen alle den Mittelwert. Eine dieser zwei Studien ist jedoch die OECD-Studie (2012), die wie oben gesehen auch auf Mittelwerten beruht und nur am Schluss den Median verwendet. Es scheint also einen internationalen Konsens zu geben, dass der Mittelwert zu verwenden ist. Dies empfehlen auch wir.

3.2 Gleicher VOSL für KNA und externe Effekte?

3.2.1 Fragestellung und Relevanz

Soll in Kosten-Nutzen-Analysen (KNA) und bei der Bestimmung der Umwelt- und Unfallkosten des Verkehrs der gleiche VOSL verwendet werden oder gibt es Gründe, unterschiedliche Werte zu verwenden (z.B. der Mittelwert für das eine und der Median für das andere)?

Werden (deutlich oder leicht) unterschiedliche Werte verwendet, hat dies natürlich (deutliche oder leichte) Auswirkungen auf die Ergebnisse von KNA und / oder die Höhe der externen Effekte.

3.2.2 Antwortmöglichkeiten

Entweder wird für KNA und für die Berechnung der externen Kosten derselbe Wert verwendet oder es müssen Gründe angegeben werden, warum und wie der VOSL zu differenzieren ist.

3.2.3 Antwortempfehlung

Es sollte in allen Einsatzgebieten **derselbe VOSL** verwendet werden. Je nach Anwendungsbereich (z.B. Unfälle versus Luftbelastung) ist eine Differenzierung der verwendeten Werte denkbar (vgl. Kapitel 3.4).

3.2.4 Begründung der Antwortempfehlung

In Rahmen von KNA ist die Verwendung des Mittelwertes des VOSL unbestritten (vgl. z.B. B,S,S. 2015, S. 216). Denn der Nutzen einer zu bewertenden Massnahme für die Bevölkerung ergibt sich als Produkt aus der mittleren Zahlungsbereitschaft und der Anzahl Personen.³³

³³ Cropper et al. (2011), Valuing Mortality Risk Reductions, S. 16.

Es stellt sich also die Frage, ob für die Bestimmung der Unfall- und Umweltkosten auch der Mittelwert verwendet werden soll oder allenfalls doch der Median. Wie bereits in Kapitel 3.1.4 erläutert, geht es bei der Bestimmung der Unfall- und Umweltkosten darum, die Kosten für die Allgemeinheit zu bestimmen. Die Summe der Kosten aller Individuen ergibt sich dabei am einfachsten, wenn für jedes Individuum der Mittelwert des VOSL verwendet wird und über alle Individuen aufsummiert wird. Die Verwendung des (tieferen) Medians würde zu einer Unterschätzung der Unfall- und Umweltkosten führen und kann deshalb nicht empfohlen werden.

Auch international ist uns nicht bekannt, dass je nach Anwendung (KNA oder Berechnung von externen Kosten) bewusst ein unterschiedlicher VOSL verwendet wird.

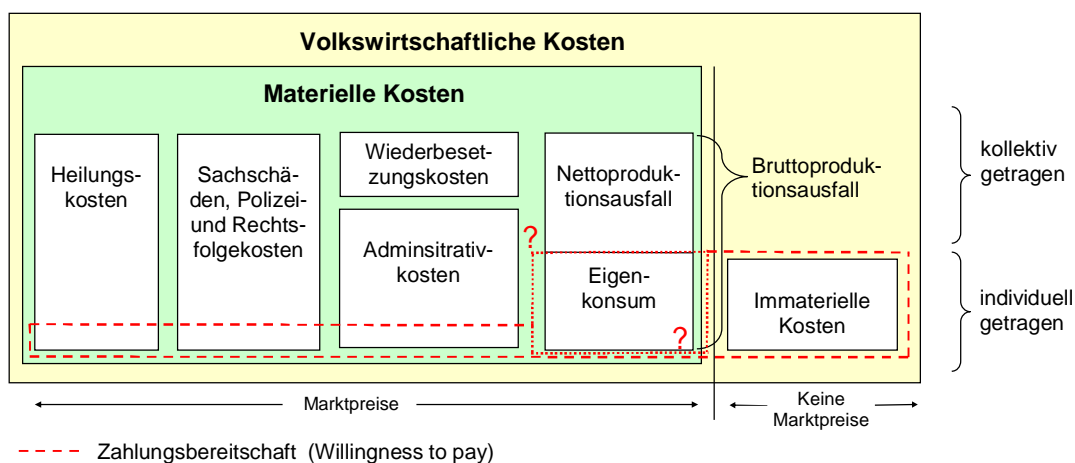
Zudem wäre eine Differenzierung des VOSL gegenüber der Öffentlichkeit schwer kommunizierbar, da dies kaum verstanden würde. Dazu müssten sehr gute Gründe vorliegen, was nicht der Fall ist.

3.3 Brutto- oder Nettoproduktionsausfall?

3.3.1 Fragestellung und Relevanz

Für die Bewertung der Unfall- und Umweltkosten sind neben den immateriellen Kosten, die basierend auf dem VOSL bestimmt werden, noch weitere Kostenbereiche miteinzubeziehen, wie z.B. medizinische Heilungskosten, Produktionsausfälle, Administrativkosten von Versicherungen, Sachschäden (bei Unfällen) etc. (vgl. folgende Abbildung). Bei der Bewertung der Produktionsausfälle stellt sich die Frage, ob der Eigenkonsum miteinzubeziehen ist oder nicht. Konkret geht es um die Frage, ob die Befragten ihre Zahlungsbereitschaft erhöhen, weil sie berücksichtigen, dass sie z.B. nach einem Unfall keinen Lohn mehr erhalten oder ob die Zahlungsbereitschaft nur immaterielle Kosten umfasst. Beim Bruttoproduktionsausfall ist der Eigenkonsum enthalten, beim Nettoproduktionsausfall wird er hingegen abgezogen.

Abbildung 3-2: Kostenbestandteile der Unfallkosten: Ist Eigenkonsum ein Teil der Zahlungsbereitschaft?



In den bisherigen Anwendungen wurde der Nettoproduktionsausfall verwendet. Grund dafür ist eine vorsichtige Annahme: Weil nicht bekannt war, ob die Zahlungsbereitschaft bei VOSL-Umfragen den Nutzenverlust aus dem wegfallenden Eigenkonsum umfasst oder nicht, wurde angenommen, dass die Zahlungsbereitschaft den Eigenkonsum umfasst und dementsprechend zur Vermeidung von Doppelzählungen nur der tiefere Nettoproduktionsausfall als zusätzliches Kostenelement berücksichtigt. Damit sollte sichergestellt werden, dass die Kosten nicht überschätzt werden (sogenannter at least Ansatz).

Aufgrund dieser Ausgangslage wurde bewusst in der B,S,S.-Studie versucht, diese Frage empirisch zu klären. Die Studie von B,S,S. bestätigt nun diese Annahme klar nicht (vgl. unten). Es ist deshalb zu prüfen, ob in Zukunft der Brutto- statt wie bisher der Nettoproduktionsausfall verwendet werden soll (mit rotem Fragezeichen in Abbildung 3-2 dargestellt).

Was die Relevanz betrifft, so zeigen die Berechnungen der Unfallkosten für die bfu,³⁴ dass der Nettoproduktionsausfall knapp 550 Mio. CHF oder 1.1% der gesamten volkswirtschaftlichen Unfallkosten beträgt (nur Strassenverkehrsunfälle gut 150 Mio. CHF oder 1.5%). Der Brutto- produktionsausfall ist mit 3'300 Mio. CHF deutlich höher und würde somit die volkswirtschaftlichen Unfallkosten um 2'750 Mio. CHF oder gut 6% erhöhen (bei Strassenverkehrsunfällen beläuft sich der Brutto- produktionsausfall auf gut 950 Mio. CHF, womit sich die Kosten um 800 Mio. CHF oder 8% erhöhen – vgl. Anhang A, Kapitel 5.2.1).

3.3.2 Antwortmöglichkeiten

Neben den immateriellen Kosten ist entweder der Brutto- oder der Nettoproduktionsausfall zu berücksichtigen.

3.3.3 Antwortempfehlung

Wir empfehlen, künftig neben den immateriellen Kosten den **Bruttoproduktionsausfall** mit- einzubeziehen.

3.3.4 Begründung der Antwortempfehlung

Um nicht wie bisher auf eine at least Annahme zurückgreifen zu müssen, wurden in der B,S,S.-Umfrage erstmals Fragen eingebaut, die aufzeigen, ob der Nutzenverlust aus dem wegfallenden Eigenkonsum in der Zahlungsbereitschaft der Befragten enthalten ist oder nicht. Konkret wurde in der Umfrage gefragt, welche Faktoren bei der Wahl der Massnahmenpakete wirklich berücksichtigt wurden. Neben den Mehrkosten, dem Todesfallrisiko und weiteren Faktoren wurden dabei auch mögliche Lohnneinbussen aufgrund unfall- oder krankheitsbedingter Arbeitsausfälle zur Auswahl gestellt (B,S,S. 2015, S. 102-3, 130-1, 151-2, 172). Dann wurde in

³⁴ Niemann et al. (2015), Nichtberufsunfälle in der Schweiz, S. 69.

einer Schätzgleichung untersucht, ob die Zahlungsbereitschaft der Personen, welche die Lohnbusse berücksichtigt haben, höher oder tiefer ausfällt als die Zahlungsbereitschaft der Personen, welche dies nicht taten.

Die Resultate von B,S,S. (2015, S. 119, 146, 164, 183) sind eindeutig: In allen vier Bereichen (Strassenunfälle, ÖV-Unfälle, Luft- und Lärmbelastung) ist der Schätzkoeffizient praktisch Null (zweimal knapp positiv, zweimal knapp negativ) und in allen vier Bereichen ganz klar nicht signifikant. Das bedeutet, dass der Lohnausfall keinen Einfluss auf die angegebene Zahlungsbereitschaft hat. Folglich haben die Befragten, die bei der Angabe der Zahlungsbereitschaft an einen möglichen Lohnausfall gedacht haben, keine signifikant andere Zahlungsbereitschaft genannt als Befragte, die nicht an den Lohnausfall gedacht haben. Zudem haben lediglich 15% bis 23% der Befragten überhaupt an einen möglichen Lohnausfall gedacht (B,S,S. 2015, S. 103, 131, 152 und 172). Für die grosse Mehrheit spielte der Lohnausfall also gar keine Rolle, für die Minderheit, die an Lohnausfälle gedacht hat, ist die Zahlungsbereitschaft gleich hoch wie für die Mehrheit, die nicht an Lohnausfälle gedacht hat. Die Schlussfolgerung ist, dass in der B,S,S.-Umfrage der Nutzenverlust aus dem wegfallenden Eigenkonsum klar nicht in der Zahlungsbereitschaft enthalten ist (B,S,S. 2015, S. 204 und 214). Somit muss bei Verwendung der B,S,S.-Studie neben den immateriellen Kosten der Bruttoproduktionsausfall miteinbezogen werden.

International ist uns hingegen keine Studie bekannt, welche diese Frage im Rahmen von Umfragen zum VOSL abgeklärt hat. Die uns bekannten Umfragen zielen auf die immateriellen Kosten ab und erwähnen die Lohnausfälle nicht. Denkt ein Befragter trotzdem an die Lohnausfälle, so dürfte er lediglich die von ihm selbst getragenen Lohnausfälle in seiner Zahlungsbereitschaft miteinbeziehen. In den entwickelten Ländern werden die Lohnausfälle aber durch den Arbeitgeber (kurzfristig), durch Unfall- und Krankenversicherungen (mittelfristig) oder durch Invaliditätsversicherungen (langfristig) zu einem grossen Teil gedeckt. Der Grossteil des Lohnausfalls ist also ohnehin nicht vom Betroffenen zu bezahlen. Die Studie von B,S,S. legt nun nahe, dass auch der individuell getragene Lohnausfall nicht berücksichtigt wird in der Zahlungsbereitschaft. Deshalb empfehlen wir auch bei der Verwendung der OECD-Studie als Grundlage in Zukunft den Brutto-, nicht mehr den Nettoproduktionsausfall zu berücksichtigen.

Es ist zu betonen, dass die bisherige Festlegung nicht auf empirischen Grundlagen beruht, sondern auf einer vorsichtigen Annahme. Diese Annahme wurde mit der B,S,S.-Studie nun erstmals empirisch untersucht und klar widerlegt.

Exkurs: Zukünftige Ermittlung der externen Kosten in den Bereichen „immaterielle Kosten“ und „Bruttoproduktionsausfall“

In den zukünftigen Berechnungen der externen Kosten ist also neben dem Nettoproduktionsausfall neu auch der Eigenkonsum miteinzubeziehen. Es stellt sich deshalb die **Frage, welcher Anteil des Eigenkonsums extern ist**. Im Bereich der Luft- und Lärmbelastung sind alle Kosten extern, weil die betroffenen Anwohner ohnehin nie Verursacher sind. Im

Unfallbereich hingegen ist dies genauer zu analysieren: Durch Transferleistungen von Unfall-, Invaliden- (IV) und Alters- und Hinterlassenenversicherung (AHV) wird ein Teil der Unfallkosten externalisiert.³⁵ Diese Zahlungen der Versicherungen, die den Arbeitsausfall und die reduzierten Konsummöglichkeiten abdecken, wurden in den bisherigen Berechnungen der externen Kosten bereits berücksichtigt: Da man bisher davon ausging, dass der Eigenkonsum Teil der (über den VOSL bestimmten) immateriellen Kosten sind, wurde diese Externalisierung bei der Bestimmung der externen immateriellen Kosten berücksichtigt.³⁶ Bei den bisherigen Berechnungen der externen Kosten aus Sicht Verkehrsträger³⁷ sind deshalb die externen immateriellen Kosten alle auf Transferleistungen zurückzuführen. Folglich sind sie neu als externe Bruttoproduktionsausfälle zu betrachten.³⁸ Dafür sind die gesamten über den VOSL bestimmten immateriellen Kosten aus Sicht Verkehrsträger neu intern.

Die Berechnung der externen Kosten aus Sicht Verkehrsteilnehmende und aus Sicht Verkehrsart Schwerverkehr (vgl. EcoPlan, Infrac 2014, S. 427-431) ist nochmals komplexer als die Berechnung der externen Kosten aus Sicht Verkehrsträger. Die Bestimmung, welcher Anteil der neu bestimmten immateriellen Kosten und welcher Anteil des Bruttoproduktionsausfalls extern ist, würde deshalb den Rahmen des vorliegenden Auftrages sprengen.

3.4 Einheitlicher VOSL oder nach Bereichen unterschiedliche VOSL?

3.4.1 Fragestellung und Relevanz

Soll ein einheitlicher VOSL verwendet werden? Oder soll der VOSL nach Bereich (Luftbelastung, Lärm, Gesundheitsnutzen, Unfälle – Unfälle allenfalls differenziert nach Strassen-, Schienen, Sport-, Haus und Freizeitunfällen) unterschieden werden? Die B,S,S.-Studie findet teilweise deutlich unterschiedliche Werte, die OECD empfiehlt hingegen keine Unterscheidung. Deshalb ist diese Frage genauer zu analysieren.

Da in der B,S,S.-Studie teilweise grosse Abstufungen zwischen den Bereichen vorgeschlagen werden (Faktor 2 oder höher) kann diese Festlegung einen hohen Einfluss auf die berechneten Unfall- und Umweltkosten haben – je nachdem wie gross die empfohlenen Abstufungen zwischen den verschiedenen Kostenbereichen sind.

³⁵ EcoPlan, Infrac (2014), Externe Effekte des Verkehrs 2010, S. 414.

³⁶ EcoPlan, Infrac (2014), Externe Effekte des Verkehrs 2010, S. 413 – 431.

³⁷ Für die Definition der verschiedenen Sichtweisen der externen Kosten siehe EcoPlan, Infrac (2014), Externe Effekte des Verkehrs 2010, S. 91-94.

³⁸ EcoPlan, Infrac (2014), Externe Effekte des Verkehrs 2010, S. 414.

3.4.2 Antwortmöglichkeiten

Die einfachste Lösung ist ein einheitlicher VOSL über alle Bereiche. Es wäre auch denkbar, nur zwischen dem Unfall- und dem Umweltbereich zu differenzieren. Schliesslich könnten auch der Umweltbereich und / oder der Unfallbereich weiter differenziert werden:

- im Umweltbereich nach Luftbelastung, Lärm und Gesundheitsnutzen im Langsamverkehr
- im Unfallbereich nach Strassen-, Schienen-, Sport-, Haus- und Freizeitunfällen.

3.4.3 Antwortempfehlung

Wir empfehlen, wie bisher von einem **einheitlichen VOSL** auszugehen.

3.4.4 Begründung der Antwortempfehlung

a) Theoretische Grundlagen

Auf den ersten Blick mag es nicht sinnvoll erscheinen, den VOSL nach Unfall- oder Umweltbereichen zu differenzieren, weil dies dazu führen könnte, dass je nach Unfall- oder Umweltbereich unterschiedlich grosse Anstrengungen zur Verminderung des Todesfallrisikos getätigt werden. In Frankreich ist diese befürchtete, ethisch kritische Auswirkung das Hauptargument gegen die Verwendung unterschiedlicher VOSL.³⁹

Es gibt jedoch durchaus theoretisch gut fundierte Gründe, warum der VOSL je nach Anwendungsbereich unterschiedlich hoch sein könnte. Nachstehend werden einige Faktoren erläutert, die zu einer unterschiedlichen Zahlungsbereitschaft zur Verminderung eines Risikos führen können:

- **Freiwilligkeit:** Setzt man sich einem Risiko freiwillig aus (wie z.B. im Sport), so dürfte die Risikobewertung tendenziell tiefer ausfallen als bei Risiken, denen man unfreiwillig ausgesetzt ist (z.B. Luftbelastung).
- **Kontrolle / Verantwortung:** Kann man das Risiko (zumindest teilweise) selbst kontrollieren (wie z.B. im Strassenverkehr durch einen vorsichtigen Fahrstil), so fällt die Risikobewertung tendenziell tiefer aus als wenn das Risiko als nicht beeinflussbar wahrgenommen wird (z.B. Unfälle im ÖV).
- **Direkter persönlicher Nutzen** während man dem Risiko ausgesetzt ist: Ist der persönliche Nutzen, während man dem Risiko ausgesetzt ist, gross (z.B. im Sport), so fällt die Bewertung des Risikos tendenziell geringer aus als bei Risiken ohne persönlichen Nutzen (z.B. Lärmbelastung).

Aufgrund dieser Überlegungen ist folgende Reihenfolge der VOSL zu erwarten:⁴⁰

³⁹ Commissariat général à la stratégie et à la prospective (2013), Éléments pour une révision de la valeur de la vie humaine, S. 21/22.

⁴⁰ Siehe dazu auch Sommer et al. (2007), Volkswirtschaftliche Kosten der Nichtberufsunfälle in der Schweiz, S. 88-91 und EcoPlan, Infras (2014), Externe Effekte des Verkehrs 2010, S. 513.

VOSL (Umweltbereich) \leq/\geq ? VOSL Unfälle im ÖV \geq VOSL Strassenverkehrsunfälle ~ VOSL Haus- und Freizeitunfälle \geq VOSL Nutzen Langsamverkehr \leq/\geq ? VOSL Sportunfälle

Dabei ist es unklar, ob der VOSL im Umweltbereich oder bei ÖV-Unfällen höher ist. Beide dürften aber tendenziell grösser sein als der VOSL bei Strassenverkehrsunfällen, der in etwa dem VOSL im Bereich Haus- und Freizeitunfälle entsprechen dürfte. Diese beiden VOSL sind wiederum tendenziell grösser als die VOSL in den Bereichen Sportunfälle und Gesundheitsnutzen des Langsamverkehrs, deren Reihenfolge unklar ist.

So wurden teilweise Faktoren von 2 oder 3 für den Umweltbereich im Vergleich zum den Strassenverkehrsunfällen vorgeschlagen.⁴¹ Bisher wurde aber in den Schweizer Studien auf eine Anpassung des VOSL nach Risikokontext verzichtet, da bisher die empirischen Grundlagen für eine Anpassung als nicht ausreichend eingestuft wurden. Diese Entscheidung ist im Lichte der neueren Literatur nochmals kritisch zu hinterfragen.

b) Empirische Evidenz

Im Folgenden soll die Literatur nach dieser Frage ausgewertet werden. Es gibt **einzelne empirische Hinweise**, die für eine **Differenzierung** des VOSL nach Risikokontext sprechen:

- Die B,S,S. (2015)-Studie findet klar unterschiedliche Werte: Im Umweltbereich werden gut doppelt so hohe Werte gefunden als bei Strassenverkehrsunfällen. Bei Unfällen im ÖV resultieren gar knapp 7-mal höhere Werte als bei Strassenverkehrsunfällen.
Allerdings wird nicht untersucht, ob die Unterschiede statistisch signifikant sind. Zudem wurde in der Studie wie oben beschrieben ein starker Ankereffekt festgestellt: Insbesondere die Ergebnisse im ÖV und für den Lärm beruhen sehr stark auf den Vorgabewerten in der Umfrage und können deshalb nicht zur Anwendung empfohlen werden. So empfiehlt z.B. das EU-Projekt HEIMTSA⁴² im Unfallbereich einen Aufschlag von lediglich 50% für U-Bahn-Verkehr im Vergleich zu Strassenverkehr, wobei für die U-Bahn eher ein höherer Wert zu erwarten wäre als für den ÖV, da Unfälle in Tunneln besonders gefürchtet werden. Die Unterschiede zwischen Luftbelastung und Strassenverkehrsunfällen in der B,S,S.-Studie deuten aber darauf hin, dass der Umweltbereich tendenziell höher bewertet werden sollte.
- Der Literaturüberblick zum VOSL in Anhang B (vgl. insbesondere Abbildung 6-1) zeigt, dass die Europäische Kommission leicht unterschiedliche VOSL empfiehlt, wobei der Umweltbereich leicht tiefer ist als der Unfallbereich (entgegen der obigen Erwartung, dass der Umweltbereich eher höher sein sollte).⁴³ Der Unterschied beruht jedoch darauf, dass man sich in den beiden Bereichen auf unterschiedliche Studien abstützt und es ein grosser Zufall

⁴¹ Entsprechende Vorschläge aus der Literatur werden zitiert in EcoPlan et al. (2004), Externe Lärmkosten des Strassen- und Schienenverkehrs der Schweiz, S. 99 – 100 und EcoPlan et al. (2004), Externe Gesundheitskosten durch verkehrsbedingte Luftverschmutzung in der Schweiz, S. 82-83.

⁴² HEIMTSA (2008), Literature review of theoretical issues and empirical estimation of health end-points unit values: outdoor air case study, S. 26.

⁴³ Ricardo-AEA et al. (2014), Update of the Handbook on external costs of Transport.

wäre, wenn diese beiden Studien zu demselben Resultate führen würden. In der Studie wird keine Diskussion darüber geführt, ob dieser Unterschied sinnvoll ist.

Daneben gibt es jedoch auch viel **Evidenz für einen einheitlichen VOSL**:

- In der Metaanalyse der OECD (2012, S. 56) hat die Risikokontrolle keinen Einfluss auf den geschätzten VOSL. Auch die Freiwilligkeit des Risikos ist in den Schätzungen der OECD (2012, S. 87-90) nicht signifikant (und das Vorzeichen der Dummy-Variable „Freiwilligkeit“ wechselt, je nachdem welche anderen erklärenden Variablen in der Regression enthalten sind). Aufgrund dieser Ergebnisse empfiehlt die OECD (2012, S. 132 und 139) auf eine Anpassung des VOSL nach verschiedenen Risikokontexten zu verzichten (auch kein Aufschlag für Krebserkrankungen wie es manchmal empfohlen wird). Eine Sensitivität mit tieferen Werten im Unfall- und Umweltbereich (als im Gesundheitsbereich) wird empfohlen. Die uns interessierenden Bereiche sind damit weiterhin gleich bewertet.
- In einem Überblick über mehrere Metaanalysen von Zahlungsbereitschaftsstudien finden Cropper et al.⁴⁴, dass mehrere Metaanalysen keinen Unterschied finden zwischen dem Unfall- und Umweltbereich. Nur in einer Metaanalyse wird für den Unfallbereich ein tieferer Wert gefunden als im Umweltbereich.
- In den beiden EU-Projekten HEATCO und IMPACT⁴⁵ wird auf eine Anpassung verzichtet.
- In Frankreich, in Norwegen, in den USA und in Kanada wird derselbe VOSL in allen Risikokontexten verwendet (vgl. Anhang B, insbesondere Abbildung 6-1). So werden in Frankreich die verfügbaren Studien als nicht ausreichend eingestuft, um Differenzierungen vorzunehmen.⁴⁶
- In einer Zahlungsbereitschaftsstudie in Schweden wird kein Unterschied zwischen dem VOSL bei Unfällen und bei Feuer gefunden.⁴⁷

c) Schlussfolgerungen

Die internationale Evidenz aus Metaanalysen und auch das Vorgehen einzelner Länder sprechen grösstenteils gegen eine Differenzierung des VOSL zwischen dem Unfall- und Umweltbereich. In der B,S,S.-Studie ergeben sich jedoch deutlich unterschiedliche Werte für den VOSL. Die Ergebnisse der B,S,S.-Studie sind aber aufgrund des Ankereffekts problematisch (insbesondere in den Bereichen ÖV-Unfälle und Lärm). Vor diesem Hintergrund und angesichts der Vielzahl von Studien ohne Differenzierung zwischen Unfall- und Umweltbereich empfehlen wir, weiterhin einen einheitlichen VOSL zu verwenden.

⁴⁴ Cropper et al. (2011), Valuing Mortality Risk Reductions, S. 21.

⁴⁵ Bickel et al. (2006), HEATCO D5: Proposal for Harmonized Guidelines und Infras et al. (2007), IMPACT: Handbook on the estimation of the external costs of transport.

⁴⁶ Commissariat général à la stratégie et à la prospective (2013), Éléments pour une révision de la valeur de la vie humaine, S. 21-22.

⁴⁷ Carlsson et al. (2010), Preferences for lives, injuries, and age: A stated preference survey.

Exkurs: VOSL in den Bereichen Sport-, Haus- und Freizeitunfälle sowie Gesundheitsnutzen des Langsamverkehrs

Im Haupttext wurde die Frage der Differenzierung zwischen Unfall- und Umweltbereich besprochen. Daneben ist auch zu untersuchen, ob bei **Sport-, Haus- und Freizeitunfällen** eine Anpassung des VOSL nötig ist. Aus diesem Grunde wurde nach Literatur zu diesem Thema gesucht. Erstmals konnte dazu eine Studie gefunden werden: In Neuseeland wurden Hausunfälle mit demselben VOSL bewertet wie Strassenverkehrsunfälle.⁴⁸ Wie bisher konnten jedoch keine Studien zum VOSL im Bereich der Sport- und Freizeitunfälle gefunden werden. Da im Unfall- und Umweltbereich weiterhin derselbe VOSL vorgeschlagen wird sowie aufgrund des bisherigen Vorgehens in der Schweiz und in Neuseeland, empfehlen wir, auch in den Bereichen Sport-, Haus- und Freizeitunfälle weiterhin denselben VOSL zu verwenden.⁴⁹

Schliesslich ist noch der VOSL für den Bereich der **Gesundheitsnutzen des Langsamverkehrs** zu bestimmen. Bisher wurde auch in diesem Bereich der bisherige, einheitliche VOSL verwendet. Die WHO verwendet für die Gesundheitsnutzen des Langsamverkehrs den VOSL der OECD, d.h. die WHO verwendet denselben VOSL, den die OECD für den Unfall- und Umweltbereich hergeleitet hat. Wir empfehlen deshalb auch in diesem Bereich, weiterhin denselben VOSL wie in den anderen Bereichen zu verwenden.

3.5 VOSL oder VLYL?

3.5.1 Fragestellung und Relevanz

Die bisherigen Studien für das ARE und die bfu basieren nicht direkt auf dem VOSL, sondern in den Berechnungen wird der value of a life year lost (VLYL) verwendet. Das bedeutet, dass nicht das Risiko eines frühzeitigen Todesfalls bewertet wird, sondern die durch den frühzeitigen Todesfall verlorenen Lebensjahre. Hauptgrund hierfür war, dass damit die typische Altersstruktur der Todesopfer berücksichtigt werden kann, die sich je nach Unfall- bzw. Umweltbereich zum Teil erheblich unterscheiden. So sind z.B. die Opfer von Luft- und Lärmbelastung typischerweise deutlich älter als Unfallopfer im Strassenverkehr. Auch die Unfallopfer im Langsamverkehr und bei Haus- und Freizeitunfällen sind älter als die Unfallopfer im MIV.

Meist fehlen konkrete Angaben zur Zahlungsbereitschaft zur Vermeidung eines verlorenen Lebensjahres. Daher wird der VLYL aus dem VOSL abgeleitet (die abdiskontierte Summe der verlorenen Lebensjahre entspricht dem VOSL, vgl. unten Kapitel 3.5.4e).

⁴⁸ Keall et al. (2011), Estimation of the social costs of home injury: A comparison with estimates for road injury, S. 999.

⁴⁹ Zur Begründung siehe Sommer et al. (2007), Volkswirtschaftliche Kosten der Nichtberufsunfälle in der Schweiz, S. 88-91.

Die Festlegung, ob der VOSL direkt oder indirekt über den vom VOSL abgeleiteten VLYL angewendet werden soll, ist im Lichte der internationalen Literatur noch einmal zu überprüfen, denn vielfach wird im Ausland nicht der VLYL empfohlen, sondern der VOSL.

Die Verwendung des VOSL bzw. des VLYL kann für das Endergebnis von grosser Relevanz sein: Bisher wurde der VOSL aus dem Unfallbereich umgerechnet, indem angenommen wurde, dass das Todesopfer 40 Jahre alt ist und der VLYL auf seine Restlebensdauer von ca. 40 Jahren zu verteilen ist. Da Opfer im Bereich Luft- und Lärmbelastung typischerweise älter sind, vermindert sich die Zahl verlorenen Lebensjahre auf 8 und 11 Jahre.⁵⁰ Entsprechend wird deshalb für die Bewertung im Umweltbereich mit dem VLYL nur ca. ein Viertel des VOSL eingesetzt. Würde nun neu direkt der VOSL verwendet, könnten die berechneten Kosten im Umweltbereich also deutlich zunehmen.

Für den Bereich Strassenverkehrsunfälle dürfte das Ergebnis berechnet über den VOSL oder den VLYL hingegen in einer ähnlichen Grössenordnung liegen (da von einem durchschnittlichen Strassenverkehrsunfall ausgegangen wird für die Umrechnung des VOSL in den VLYL). Bei den Sportunfällen dürfte die Berechnung über den VOSL marginal tiefer sein als über den VLYL, da der durchschnittliche Sporttote leicht jünger ist als im Strassenverkehr (47 versus 48 Jahre⁵¹). Bei Haus- und Freizeitunfällen würde die Bewertung jedoch deutlich zunehmen, wenn neu direkt der VOSL verwendet würde, weil die Unfallopfer durchschnittlich 80 Jahre alt sind. Auch die Bewertung der Gesundheitsnutzen im Langsamverkehr würde deutlich zunehmen, da auch hier pro vermiedenen Todesfall nur durchschnittlich 12 Jahre gewonnen werden.

Wird weiterhin der VLYL verwendet, ist die Umrechnung des VOSL in den VLYL zu überprüfen und zu aktualisieren.

3.5.2 Antwortmöglichkeiten

Es ist entweder direkt der VOSL zu verwenden, womit die Zahl der frühzeitigen Todesfälle bewertet wird, oder es ist der VLYL einzusetzen, womit die Zahl der verlorenen Lebensjahre als Basis dient.

3.5.3 Antwortempfehlung

Wir empfehlen, die immateriellen Kosten von Todesfällen **weiterhin über den VLYL** zu ermitteln. Neu sollte jedoch auch eine **Sensitivität mit einer Berechnung über den VOSL** durchgeführt werden. Dabei ist für Todesfälle bei Kindern (bis 16 Jahren) der VOSL um den Faktor 1.5 zu erhöhen.

⁵⁰ Ecoplan, Infrac (2014), Externe Effekte des Verkehrs 2010, S. 138 und Hintergrundinformationen zum Bericht für den Lärmbereich: Luftbelastung: 11.2 Jahre, Lärm je nach Krankheitsbild 8.1 (Bluthochdruck bedingte Krankheiten), 9.2 (Schlaganfall) und 9.5 Jahre (ischämische Herzkrankheiten).

⁵¹ Durchschnitt der letzten 10 verfügbaren Jahre (2003 – 2012) gemäss Datenlieferung der bfu vom 1.12.2015.

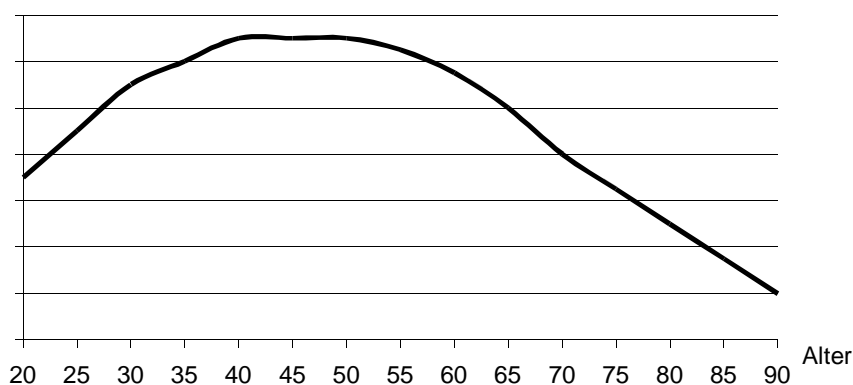
3.5.4 Begründung der Antwortempfehlung

a) Bisheriges Vorgehen und dessen Begründung⁵²

Theoretische Arbeiten zeigen, dass der VOSL sich mit dem Alter verändern kann: Zuerst nimmt mit zunehmendem Alter die Ausbildung, die Konsumausgaben und das Vermögen zu. Entsprechend steigt auch der VOSL.⁵³ Dann macht sich jedoch immer mehr die sinkende Lebenserwartung bemerkbar und der VOSL sinkt wieder. Deshalb zeigt der VOSL einen umgekehrt U-förmigen Zusammenhang mit dem Alter (vgl. folgende Abbildung). Erwachsene werden auch deshalb am stärksten gewichtet, weil sie eine wichtige Rolle in Familie (als Eltern von (Klein-) Kindern) und Gesellschaft einnehmen. Ausserdem sind es meist auch junge Erwachsene und Personen mittleren Alters, die sich um ältere und behinderte Personen kümmern. Ältere empirische Analysen finden ein Maximum des VOSL bei 30 – 50 Jahren.⁵⁴ Dieses Ergebnis – vor allem, dass der VOSL in fortgeschrittenem Alter mit dem Alter abnimmt – wird auch in weiteren älteren Studien bestätigt.⁵⁵

Abbildung 3-3: Das Verhältnis zwischen dem Alter und dem VOSL

Zahlungsbereitschaft



Quelle: Department of Health (1999), *Economic Appraisal of the Health Effects of Air Pollution*, S. 67 bzw. Ecoplan, Infrac, ISPM (2004), *Externe Gesundheitskosten durch verkehrsbedingte Luftverschmutzung in der Schweiz*, S. 141.

Für die Luftbelastung ist nur der fallende Ast relevant, weil fast alle Todesfälle durch Luftverschmutzung bei älteren Menschen auftreten. Indem die verlorenen Lebensjahre bewertet werden, wird genau die Abnahme des VOSL mit dem Alter wiedergegeben. So zeigt z.B. die Studie

⁵² Das bisherige Vorgehen wird am ausführlichsten auf S. 81-82 und im Anhang F von Ecoplan, Infrac, ISPM (2004), *Externe Gesundheitskosten durch verkehrsbedingte Luftverschmutzung in der Schweiz*) beschrieben.

⁵³ Aldy und Viscusi (2003), *Age Variation in Workers Value of Statistical Life*, S. 1.

⁵⁴ 30 – 35 Jahre in Aldy und Viscusi (2003), *Age Variation in Workers Value of Statistical Life*, S. 42, 43 und 24 und ca. 40 – 50 Jahre in Abbildung 3-3.

⁵⁵ DG Environment (2000), *Recommended Interim Values for the Value of Preventing a Fatality in DG Environment Cost Benefit Analysis*, S. 2 und Sommer et al. (1999), *Health Costs due to Road Traffic-related Air Pollution*, S. 32.

von Aldy und Viscusi,⁵⁶ dass ein 60-Jähriger einen etwa halb so grossen VOSL wie ein 30-40-Jähriger hat. Dies stimmt ziemlich genau mit der Lebenserwartung überein: Die Lebenserwartung eines 60-Jährigen ist ziemlich genau halb so gross wie die Lebenserwartung eines 35-Jährigen (dies gilt für Männer und Frauen). Deshalb wurde in den bisherigen Arbeiten für das ARE und die bfu der VLYL verwendet.

b) Empirische Evidenz zum Zusammenhang zwischen VOSL und Alter

Das bisherige Vorgehen beruht stark auf dem umgekehrt-U-förmigen Zusammenhang zwischen dem VOSL und dem Alter. Im Folgenden wird deshalb untersucht, was die neuere Literatur zum Zusammenhang zwischen VOSL und Alter aussagt.

Einerseits gibt es Literatur, die insbesondere die Abnahme des VOSL im höheren Alter bestätigt:

- Carlsson et al. (2010) finden, dass der VOSL mit dem Alter abnimmt.⁵⁷
- Indirekte Unterstützung für den VLYL ergibt sich auch daraus, dass bei Verwendung des VOSL oft empfohlen wird, **für Kinder einen 1.5 bis 2-mal höheren VOSL** zu verwenden als für Erwachsene.⁵⁸ Denn der höhere Wert für Kinder entspricht in etwa dem Verhältnis, das sich bei Verwendung des VLYL ergibt. Der Literaturüberblick (vgl. Anhang B) hat gezeigt, dass in vielen Ländern / Studien höhere Werte für Kinder verwendet werden (Faktor 1.5 in HEIMTSA 2011, Ricardo AEA et al 2014, IER 2012 (Sachstandspapier Luft, S. 36-37), Faktor 2 in Norwegen⁵⁹).

Andererseits gibt es aber auch Studien, die keinen Zusammenhang zwischen dem VOSL und dem Alter finden oder einen Zusammenhang, welcher der bisherigen Verwendung des VLYL widerspricht:

- B,S,S. (2015, S. 117-119, 144-146, 162-164, 181-183) untersucht den Zusammenhang zwischen der Zahlungsbereitschaft und dem Alter. In allen vier Anwendungsbereichen (Strassenverkehr, ÖV, Luft- und Lärmbelastung) steigt die Zahlungsbereitschaft mit dem Alter signifikant an.⁶⁰
- Die OECD (2012, S. 36) konzentriert sich bei Ihrer Metaanalyse auf VOSL-Studien, nicht VLYL-Studien, weil der VLYL auf einem mit dem Alter abnehmendem VOSL beruht, was

⁵⁶ Aldy und Viscusi (2003), Age Variation in Workers Value of Statistical Life, abstract.

⁵⁷ VOSL 5 - 15 Jähriger / VOSL 35 - 45 Jähriger = 1.4; VOSL 5 - 15 Jähriger / VOSL 65 - 75 Jähriger = 3.3. Siehe Carlsson et al. (2010), Preferences for lives, injuries, and age: A stated preference survey, S. 1814.

⁵⁸ OECD (2012), Mortality Risk Valuation in Environment, Health and Transport Policies, S. 131.

⁵⁹ Ministry of Finance (2012), Valuation of life and health, S. 49.

⁶⁰ Leider wird das Alter nur linear einbezogen und nicht auch quadratisch, so dass die Hypothese einer umgekehrt-U-förmigen Beziehung nicht untersucht wurde.

empirisch aber oft nicht bestätigt werden könne. In der Literatur gebe es zwar einige empirische Evidenz, dass der VOSL mit dem Alter abnimmt, jüngere Studien (aus dem Jahr 2007) zeigten aber, dass dies unsicher sei (OECD 2012, S. 130).

- In der Metaanalyse der OECD (2012, S. 59) werden in einer Teilstichprobe zwar Hinweise auf ein umgekehrt-U-förmigen Zusammenhang (mit einem Maximum zwischen Alter 40 und 50) beobachtet. Dieses Resultat ist aber nicht robust.
- Auch Cropper et al. (2011⁶¹) stellen fest, dass in den Studien teilweise kein klarer Rückgang des VOSL mit dem Alter gefunden wird.

Die mangelnde empirische Evidenz für einen mit dem Alter sinkenden VOSL könnte auf die folgenden beiden Gründe zurückzuführen sein:

- In den Studien wird nicht für das Vermögen der Befragten korrigiert (da dazu meist keine Daten vorliegen): Die mit dem Alter sinkende Zahlungsbereitschaft wird deshalb durch die mit dem Einkommen zunehmende Zahlungsbereitschaft ganz oder teilweise verborgen.⁶²
- Zudem kann mit sinkender Lebenserwartung mehr Vermögen für die Risikoreduktion eingesetzt werden, weil das Vermögen weniger lang halten muss.⁶³

Diese beiden Argumente könnten erklären, warum eine mit dem Alter sinkende Zahlungsbereitschaft in vielen empirischen Untersuchungen nicht gefunden werden kann.

c) Schlussfolgerungen in der Literatur

Aufgrund der Datenlage werden in der internationalen Literatur die folgenden Schlussfolgerungen gezogen:

Für die Anwendung des **VLYL** (zumindest tendenziell) sprechen sich folgende Studien aus:

- In Ricardo AEA et al. (2014, S. 34) wird im Bereich Luftbelastung in Europa für akute Todesfälle der VOSL empfohlen, für chronische Todesfälle hingegen der VLYL.
- Das IER (2012)⁶⁴ stellt fest, dass sich der VLYL gegen den VOSL zur Bewertung von Todesfällen durch Luftschadstoffe durchgesetzt hat.
- Die Europäische Kommission (ExternE 2005, S. 44 und 140) empfiehlt den VLYL anstelle des VOSL zu verwenden, weil im Bereich der Luftbelastung die Zahl der frühzeitigen Todesfälle gar nicht bestimmt werden könne. Diese Behauptung trifft jedoch für die Berechnungen in der Schweiz nicht zu.⁶⁵

⁶¹ Cropper et al. (2011), Valuing Mortality Risk Reductions, S. 22.

⁶² Cropper et al. (2011), Valuing Mortality Risk Reductions, S. 22.

⁶³ Chestnut und de Civita (2009), Economic Valuation of Mortality Risk Reduction, S. 3.

⁶⁴ IER (2012), Sachstandspapier zu klassische Luftschadstoffe, S. 33.

⁶⁵ In Ecoplan, Infrac (2014, Externe Effekte des Verkehrs 2010, S. 138) wurde die Zahl der frühzeitigen Todesfälle bestimmt – und basierend darauf die Zahl der verlorenen Lebensjahre.

- In Norwegen wird zwar der VOSL verwendet und der VLYL nur für Sensitivitätsanalysen eingesetzt.⁶⁶ Gleichzeitig wird aber festgehalten, dass bei Massnahmen mit deutlich unterschiedlichen Restlebenserwartungen der frühzeitigen Todesfälle besser der VLYL angewendet werden sollte.⁶⁷ Übertragen auf die Schweiz, in der Bereiche mit deutlich unterschiedlicher Restlebenserwartung zu quantifizieren sind, würden die Norweger somit wohl eher den VLYL empfehlen.

Für die Verwendung des **VOSL** (zumindest tendenziell) plädieren folgende Studien:

- Die OECD (2012, S. 131) empfiehlt keine Anpassung des VOSL mit dem Alter.
- Zudem stellt die OECD (2012, S. 28) fest, dass England das einzige Land sei,⁶⁸ das den VLYL verwendet für die Bewertung der Luftbelastung und nicht den VOSL. Auch die EU verwende den VLYL nur im Rahmen von Sensitivitätsanalysen. Dies ist ein krasser Gegensatz zur Schlussfolgerung des IER oben.
- In Frankreich wird der VOSL verwendet. Wenn besonders junge oder alte Personen betroffen sind, soll jedoch der Weg über den VLYL zusätzlich berechnet werden (Sensitivität).⁶⁹
- In Kanada wurden folgende Schlussfolgerungen gezogen:⁷⁰ Die empirische Evidenz liefere keine eindeutigen Resultate zum Zusammenhang zwischen dem VOSL und dem Alter. Einige Studien finden keinen signifikanten Zusammenhang zwischen Alter und VOSL. Andere Studien finden erst in hohem Alter einen Effekt (VOSL um 20% bis 35% tiefer nach Alter 60 oder 70). Weitere Studien finden den umgekehrt-U-förmigen Zusammenhang mit Maximum beim Alter von ca. 40 oder 50 Jahren.

Deshalb wird in Kanada der VOSL empfohlen. Aber auch in Kanada wird eine Sensitivität mit dem VLYL empfohlen, wenn verschiedene Altersgruppen betroffen sind.⁷¹ Dafür kann eine VOSL verwendet werden, der für das Alter 45 bis 65 etwa konstant ist (6.0-6.5 Mio. Can-\$), für das Alter 75 soll jedoch nur ein VOSL von 3.7 Mio. Can-\$ verwendet werden. Dies entspricht in etwa dem gleichem VLYL wie der VOSL für das Alter 65.

d) Eigene Schlussfolgerungen

International wird die Frage, ob der VOSL oder der VLYL verwendet werden soll, kontrovers diskutiert. Während die einen davon ausgehen, dass sich im Bereich der Luftbelastung der VLYL durchgesetzt habe (IER), sind andere der Ansicht (OECD), dass alle ausser England

⁶⁶ Ministry of Finance (2012), Valuation of life and health, S. 4.

⁶⁷ Ministry of Finance (2012), Valuation of life and health, S. 49.

⁶⁸ Neben der Schweiz, was den Autoren entging.

⁶⁹ Commissariat général à la stratégie et à la prospective (2013), Éléments pour une révision de la valeur de la vie humaine, S. 22.

⁷⁰ Chestnut und de Civita (2009), Economic Valuation of Mortality Risk Reduction, S. 4.

⁷¹ Chestnut und de Civita (2009), Economic Valuation of Mortality Risk Reduction, S. 4-5.

den VOSL verwenden für die Luftbelastung. Mehrfach werden auch die Anwendung der einen Methode und die Durchführung einer Sensitivitätsanalyse mit der anderen Methode empfohlen.

In der Schweiz kommt die Bewertung der Todesfälle in einem sehr breiten Spektrum zum Einsatz: Unfälle – differenziert nach MIV, ÖV, Langsamverkehr, Sport, Haus und Freizeit, – Luftbelastung, Lärm und Gesundheitsnutzen des Langsamverkehrs. Das Durchschnittsalter dieser Todesfälle schwankt zwischen 47 Jahren (Sportunfälle) und 83 Jahren (Unfälle im Langsamverkehr). Bei deutlich unterschiedlichen Alterskategorien wird oft der VLYL empfohlen.

In dieser Situation, in der sich die Literatur nicht einig ist, sollte die Festlegung nach dem at least Ansatz erfolgen, der bisher in den Schweizer Berechnungen der Unfall- und Umweltkosten bei Unsicherheiten zur Anwendung kam.⁷² Da die Berechnung über den VLYL zu tieferen immateriellen Kosten führt, empfehlen wir, weiterhin vom VLYL-Konzept auszugehen.⁷³ Die Hauptgründe für diese Empfehlung sind einerseits die sehr unterschiedlichen Altersklassen der Todesopfer je nach betrachtetem Bereich (Unfälle, Umwelt) und andererseits eine vorsichtige Schätzung der immateriellen Kosten. Zudem gibt es durchaus Erklärungen, warum der VOSL in empirischen Schätzungen nicht wie erwartet mit dem Alter abnimmt (steigendes Vermögen mit Alter und grösserer Anteil des Vermögens einsetzbar bei geringerer Restlebenserwartung).

Im Rahmen einer Sensitivität sollen jedoch die Kosten auch mit dem VOSL-Konzept berechnet werden. Dabei ist für Todesfälle bei Kindern (bis 16 Jahren) der VOSL um den Faktor 1.5 zu erhöhen (gemäss at least Ansatz), denn der VOSL der OECD gilt nur für Erwachsene. In Bereichen mit hohem Durchschnittsalter dürften sich in dieser Sensitivität die Kosten deutlich erhöhen.

e) Umrechnung des VOSL in den VLYL

Da weiterhin der VLYL verwendet werden soll, muss der VLYL zuerst noch ermittelt werden. Für die Herleitung des VLYL aus dem VOSL lässt sich standardmässig folgende Formel verwenden:⁷⁴

⁷² Gemäss dem at least Ansatz werden überall, wo Annahmen und Vereinfachungen nötig sind, diese „so realistisch wie möglich, im Zweifelsfall jedoch konservativ“ getroffen. Konkret bedeutet dies, dass bei Unsicherheiten vorsichtige Annahmen getroffen werden, die eher zu einer Unter- als einer Überschätzung der tatsächlichen Kosten führen.

⁷³ Die Anwendung des VLYL-Konzepts führt für 20- bis 30-jährige Opfer zu höheren immateriellen Kosten als für 40- bis 50-jährige Personen. Dies steht zwar im Einklang mit Studien, welche für Kinder einen klar höheren VOSL postulieren als für Erwachsene, führt aber zu einer Diskrepanz zum umgekehrt-U-förmigen Zusammenhang zwischen VOSL und Alter, der in verschiedenen Studien ermittelt wurde. Insgesamt führt aber die differenzierte Berechnung nach dem VLYL-Konzept in der Schweiz zu tieferen externen Kosten des Verkehrs als wenn ausschliesslich der VOSL verwendet würde. Entsprechend führt die Anwendung des VLYL-Konzept wie erwähnt zu einer vorsichtigen Einschätzung der gesamten Kosten.

⁷⁴ Ecoplan, Infrac, ISPM (2004, Externe Gesundheitskosten durch verkehrsbedingte Luftverschmutzung in der Schweiz, S. 139.

$$\text{VOSL} = \text{VLYL} \sum_{i=a}^T \frac{{}_aP_i}{(1+r)^{i-a}}$$

- wobei
- T = maximale Lebenserwartung (110 Jahre)
 - a = Durchschnittliches Alter der Personen, deren VOSL erfragt wurde
 - ${}_aP_i$ = bedingte Wahrscheinlichkeit, dass eine Person im Alter a das Alter i erreicht
 - r = Diskontrate.

Zentral für die konkrete Umsetzung der Berechnungsformel ist die Festlegung des Durchschnittsalter a, welches dem verwendeten VOSL bzw. den befragten Personen zugrunde liegt. Diese Festlegung hat einen nicht unwesentlichen Einfluss auf den resultierenden VLYL, denn der bekannte VOSL wird entweder auf eine relativ grosse Restlebensdauer verteilt und fällt deshalb relativ gering aus oder er wird auf eine relativ kurze Restlebensdauer verteilt und ist damit relativ hoch.

Der bisher für die Schweiz verwendete VOSL stammte aus dem Unfallbereich, entsprechend wurde ihm ein Durchschnittsalter von 40 Jahren zugrunde gelegt.⁷⁵ Der nun vorgeschlagene VOSL aus der OECD-Studie (2012) basiert auf einer Metaanalyse von 261 Schätzungen aus dem Unfall- und Umweltbereich in einer Vielzahl von OECD-Ländern. Das Durchschnittsalter der befragten Personen in diesen Studien beträgt 50 Jahre.^{76, 77} Dies liegt auch etwa beim Maximum des umgekehrt-U-förmigen Zusammenhangs zwischen VOSL und Alter, dessen Maximum bei ca. 40 bis 50 Jahren erwartet wird.

Für die übrigen Parameter der Berechnungsformel wird von folgenden Werten ausgegangen:

- T: Die maximale Lebenserwartung wird bei 110 Jahre belassen.
- ${}_aP_i$: Die bedingten Wahrscheinlichkeiten, dass eine Person im Alter a das Alter i erreicht, wurden mit den aktuellen des BFS und differenziert nach Männer und Frauen aktualisiert (dieselben Überlebenswahrscheinlichkeiten werden auch in EcoPlan, Infrac 2014⁷⁸ verwendet und liegen höher als die bisher verwendeten Überlebenswahrscheinlichkeiten).⁷⁹
- r: Die Diskontrate wird von 1.0% auf 1.2% erhöht: Der Wert berechnet sich aus der (realen) Diskontrate von 2% (gemäss SN 641 821). Zudem wurde bisher berücksichtigt, dass der VLYL über die Zeit mit dem Reallohnwachstum von 1% zunehmen wird. Neu wird dabei

⁷⁵ Das Alter von 40 Jahren wurde übernommen von Friedrich und Bickel (2001, Environmental External Costs of Transport, S. 88).

⁷⁶ Das Durchschnittsalter wurde aus den Daten der OECD-Studie berechnet, die auf dem Internet frei verfügbar sind (www.oecd.org/env/policies/vsl). Allerdings ist das Durchschnittsalter nicht bei allen Studien in der Datenbank angegeben, so dass der Durchschnittswert nur auf den verfügbaren Daten beruhen kann.

⁷⁷ Das Durchschnittsalter der Todesopfer im Strassenverkehr in der Schweiz liegt über die letzten 10 Jahre (2003 bis 2012) mit 48 Jahren leicht tiefer (direkte Datenlieferung der bfu an EcoPlan vom 1.12.2015).

⁷⁸ EcoPlan, Infrac (2014), Externe Effekte des Verkehrs 2010.

⁷⁹ Methodisch müssten die Berechnungen mit den Überlebenswahrscheinlichkeiten der OECD durchgeführt werden. Diese Daten stehen uns aber nicht zur Verfügung.

miteinbezogen, dass gemäss OECD die Einkommenselastizität des VOSL (bzw. des VLYL) 0.8 beträgt (vgl. Kapitel 2.2.2). Damit ergibt sich 1.2% ($1.19\% = (1.02)/(1.01)^{0.8-1}$).

Aus dem VOSL der OECD von 6.2 Mio. CHF (Faktorpreise 2010, vgl. Kapitel 2.2.2) resultiert unter diesen Annahmen ein **VLYL von 222'000 CHF** (genau 222'471 CHF).⁸⁰

3.6 Kostensätze für Verletzte?

3.6.1 Fragestellung und Relevanz

Im Unfallbereich gilt es nicht nur Todesfälle zu bewerten, sondern auch Verletzungen. Standardmässig wird für die immateriellen Kosten der Verletzten ein Anteil des VOSL verwendet. Es stellt sich somit die Frage, welche immateriellen Kostensätze für Verletzte (differenziert nach Invaliditätsfällen, Schwer-, Mittelschwer- und Leichtverletzten) in Zukunft in der Schweiz verwendet werden sollen.

Bisher wurden in der Schweiz für die vier erwähnten Verletzungsschweren im Strassenverkehr die folgenden Anteile des VOSL verwendet: 37.3%, 16.3%, 3.5% und 0.4% (vgl. Zeile „Niemann et al.“ im zweiten Block der Abbildung 3-4 (S. 48) unten – diese Werte wurden auch in den Berechnungen der Unfallkosten für das ARE übernommen).

Die neuen Ergebnisse von B,S,S. (2015) zeigen eine viel grössere Spreizung zwischen Todesfällen und den verschiedenen Verletzungsschweren, konkret werden folgende Anteile am VOSL geschätzt: 33.6%, 3.3%, 0.5% und 0.03%. Schwer- bis Leichtverletzte sollen also gemäss B,S,S. 5- bis 13-mal weniger hoch bewertet werden als bisher.

Da die immateriellen Kosten der Leicht- bis Schwerverletzten im Strassenverkehr insgesamt 55% (Berechnungen für die bfu, Niemann et al. 2015, S. 69) bzw. 58% (Berechnungen für das ARE – eigene Berechnungen) der gesamten volkswirtschaftlichen Kosten ausmachen, ist es von grosser Relevanz, welche Kostensätze hier eingesetzt werden.

Deshalb soll im Folgenden auch eine Literatur-Recherche durchgeführt werden, um den aktuellen internationalen Stand bezüglich dieser Frage aufarbeiten zu können.

3.6.2 Antwortmöglichkeiten

Es kann entweder die bisherige Abstufung der immateriellen Kosten nach Verletzungsschweren übernommen werden oder es kann die Abstufung von B,S,S. übernommen werden. Mögliche wäre auch ein Mittelweg oder ein auf die internationale Literatur abgestützte neue Abstufung.

⁸⁰ Allein die Anpassung der Umrechnung des VOSL in den VLYL (Alter 50 statt 40 Jahre, höhere Diskontrate, aktualisierte Überlebenswahrscheinlichkeiten) würde bei gleichem VOSL den VLYL um 22% erhöhen.

3.6.3 Antwortempfehlung

Wir empfehlen, die **bisherige Abstufung** mit einer **Ausnahme** weiterhin zu verwenden: Für **Invaliditätsfälle** soll das Ergebnis von B,S,S. von **33.6%** des VOSL für den Strassenverkehr übernommen werden.

3.6.4 Begründung der Antwortempfehlung

a) Bisheriges Vorgehen

Zur Begründung der Antwortempfehlung soll einleitend das bisherige Vorgehen in der Schweiz erläutert werden. In der Studie von Sommer et al. (2007⁸¹) im Auftrag der bfu wurden die Prozentsätze des VOSL für die verschiedenen Verletzungsschweren neu bestimmt. Dabei wurde von folgender Definition der Verletzungsschweren ausgegangen:⁸²

- Todesfall: Die Opfer sterben am Unfallort oder innerhalb von 30 Tagen an den Unfallfolgen.
- Invaliditätsfall: Unfall mit bleibenden körperlichen Schäden, die zu einer Invaliditätsrente führen.
- Schwerverletzt: Unfall mit einem Spitalaufenthalt von mindestens 7 Tagen, der möglicherweise zu einer Integritätsentschädigung führt, aber zu keiner Invaliditätsrente berechtigt.
- Mittelschwerverletzt: Unfall ohne bleibende körperliche Schäden und mit einem Spitalaufenthalt von 1 bis 6 Tagen.
- Leichtverletzt: Unfall ohne bleibende körperliche Schäden und ohne Spitalaufenthalt.

In der Studie von Sommer et al. (2007) wurden die Werte für die Verletzungsschweren für den Strassenverkehr basierend auf einer Literaturrecherche – die im obersten Teil der Abbildung 3-4 nochmals dargestellt ist – wie folgt bestimmt: 32%, 15%, 3.5% und 1.0% (vgl. Zeile Sommer et al. im zweiten Teil der Abbildung 3-4). Bei den Schwer- bis Leichtverletzten beruht die Festlegung auf einem „Anker“ von 1% für Leichtverletzte. Basierend darauf und basierend auf der Anzahl Ausfalltage der Verletzten (= Anzahl Tage, an denen man nach dem Unfall nicht arbeiten kann) wurden die Werte für die anderen Verletzungsschweren abgeleitet. Für Leichtverletzte ergeben sich z.B. 15.8 Ausfalltage und für Schwerverletzte 230.7 Ausfalltage, womit sich mit 15.8 Ausfalltage = 1 % des VOSL für 230.7 Ausfalltage ein Wert von (aufgerundet) 15 % des VOSL ergibt (für Sport-, Haus- und Freizeitunfälle wurden leicht andere Prozentsätze des VOSL verwendet, da in diesen Unfallbereichen die Ausfalltage tendenziell tiefer sind).⁸³ Die Ergebnisse stimmen gut mit den verwendeten Werten im EU-Projekt HEATCO (2006) überein (und damit auch mit UNITE (2001), Ecoplan (2002) und ECMT (1998) – vgl. Abbildung 3-4).

⁸¹ Sommer et al. (2007), Volkswirtschaftliche Kosten der Nichtberufsunfälle in der Schweiz.

⁸² Sommer et al. (2007), Volkswirtschaftliche Kosten der Nichtberufsunfälle in der Schweiz, S. 40.

⁸³ Sommer et al. (2007), Volkswirtschaftliche Kosten der Nichtberufsunfälle in der Schweiz, S. 96.

Abbildung 3-4: Übersicht über das Verhältnis der Zahlungsbereitschaften zur Vermeidung von Verletzungen und Todesfällen

| | Land | Todesfall | Schwere Verletzung mit dauernder Beeinträchtigung | Schwere Verletzung mit vorübergehender Beeinträchtigung | Schwere Verletzung (Durchschnitt) | Leichte Verletzung |
|---|-------------|-----------|---|---|-----------------------------------|--------------------|
| Literaturüberblick gemäss Sommer et al. (2007, S. 95) | | | | | | |
| ECMT (1998) | Europa | 100.0% | | | 13.0% | 1.0% |
| Jones-Lee (1995) | England | 100.0% | 15.1%-87.5% | 5.5%-23.2% | | |
| Trawén et al. (1999) | Schweden | 100.0% | 13.3%-40.4% | | | 0.5%-32.1% |
| Persson et al. (2000) | Schweden | 100.0% | 40.0% | 11.0% | 16.0% | 1.5% |
| Evans (2001) | England | 100.0% | | | 11.0% | 0.9% |
| Persson (2001) | Schweden | 100.0% | 40.4% | 13.3% | | 0.9%-1.8% |
| Finland official | Finnland | 100.0% | 45.7% | | 0.5% | 0.1% |
| Sweden official | Schweden | 100.0% | | | 15.4% | 0.7% |
| UK official | England | 100.0% | | | 11.4% | 0.9% |
| Norway official | Norwegen | 100.0% | 55.2% | | 16.7% | 2.9% |
| UNITE (2001) | Europa | 100.0% | 32.0% | 9.0% | 13.0% | 1.0% |
| Ecoplan (2002) | Schweiz | 100.0% | 32.0% | 9.0% | | 1.0% |
| HEATCO (2006) | Europa | 100.0% | | | 13.0% | 1.0% |
| Resultate für die Schweiz | | | | | | |
| Sommer et al. (2007, S. 96) | Schweiz | 100% | 32% | 15% / 3.5% ¹ | | 1.0% |
| Niemann et al (2015, S. 57-59) | Schweiz | 100% | 37.3% | 16.3% / 3.5% ^{1,2} | | 0.4% ² |
| B,S,S. (2015) | Schweiz | 100% | 33.6% | 3.3% / 0.5% ^{1,2} | | 0.03% ² |
| Neuere Studienresultate | | | | | | |
| Carlsson et al. (2010) | Schweden | 100% | | | 28.6% | |
| Hensher et al. (2009) | Australien | 100% | 3% - 5% | 0.9% - 1.2% | | 0.26% - 0.32% |
| Aktuell verwendete Werte | | | | | | |
| Ricardo AEA et al. (2014, S. 21) | Europa | 100% | | | 13% | 1.0% |
| International Road Assessment Programme (iRAP) 2015 | Welt | 100% | | | 25% | |
| Intraplan et al. (2014, S. 162) | Deutschland | 100% | | | 13% | 1.0% |
| Österreichischer Verkehrssicherheitsfonds (2012) | Österreich | 100% | | | 13% | 1.0% |
| Commissariat général à la stratégie et à la prospective (2013, S. 22) | Frankreich | 100% | | | 15% | 2.0% |
| Department for Transport (2012, S. 1) | England | 100% | | | 13.9% | 1.0% |
| Goodbody (2002) | Irland | 100% | | | 13.9% | 1.0% |
| SMOV-Report und Factsheet 2014 | Niederlande | 100% | | | 12% | - |
| Institute of Transport Economics (2010, S.6) | Norwegen | 100% | 51.1% | 15.4% | | 1.8% |
| Trafikverket (2015, S. 19) | Schweden | 100% | | | 16.6% | 0.65% |
| Department of Transportation (2014, S. 9) | USA | 100% | AIS 5-1: 59.3%, 26.6%, 10.5%, 4.7%, 0.3% | | | |
| Ministry of Transport (2013, S. 5) | Neuseeland | 100% | | | 10% | 0.4% |

¹ Schwerverletzt / Mittelschwerverletzt. ² Andere Definition der Leicht- bis Schwerverletzten

Bei der Überarbeitung von Sommer et al. benutzen Niemann et al. (2015⁸⁴) eine neue Definition der Verletzungsschweren für Schwer- bis Leichtverletzt (die auch vom ARE übernommen wurde⁸⁵):

⁸⁴ Niemann et al. (2015), Nichtberufsunfälle in der Schweiz, S. 33.

⁸⁵ Ecoplan, Infras (2014), Externe Effekte des Verkehrs 2010, S. 396.

- Todesfall: Die Opfer sterben am Unfallort oder innerhalb von 30 Tagen an den Unfallfolgen (unverändert).
- Invaliditätsfälle: Unfälle mit bleibenden körperlichen Schäden, die zu einer Invalidenrente der Unfallversicherung führen (Invaliditätsgrad $\geq 10\%$) (unverändert).
- Schwerverletzt: ≥ 91 entschädigte Tage (angepasst)
- Mittelschwererletzt: 31 bis 90 entschädigte Tage (angepasst)
- Leichtverletzt: ≤ 30 entschädigte Tage (angepasst)

Dabei ist zu beachten, dass z.B. 30 entschädigte Tage bedeuten, dass ein Unfallopfer 33 Tage ausfällt, weil die Versicherungsleistung erst am vierten Ausfalltag einsetzt (drei sogenannte Karenztage). Für diese neu definierten Verletzungsschweren werden im Strassenverkehr von Niemann et al. (2015) die folgenden Anteile am VOSL verwendet: 37.3%, 16.3%, 3.5%, 0.4% (vgl. Abbildung 3-4).⁸⁶ Bei den Invaliditätsfällen wird neu der durchschnittliche Invaliditätsgrad berücksichtigt, um Unterschiede zwischen Strassenverkehrsunfällen bzw. Sport-, Haus- und Freizeitunfällen (je knapp 10% tiefer als im Strassenverkehr) abbilden zu können. Bei der Festlegung der Prozentsätze für die Leicht- bis Schwerverletzten wurde derselbe „Anker“ verwendet wie bisher: Ein Leichtverletzter gemäss alter Definition (weniger als 24 Stunden Spitalaufenthalt) entspricht 15.8 Ausfalltagen (wie bisher Ausfalltage inkl. Karenztage). Grund hierfür ist vor allem der Umstand, dass im internationalen Umfeld – aus welchem die Zahlungsbereitschaftsstudien stammen, die diesem „Anker“ zugrunde liegen – die bisherige Definition der Leichtverletzten über die Spitaltage sehr verbreitet ist, während die neue Schweizer Abgrenzung über die Ausfalltage im Ausland unseres Wissens nicht verwendet wird.⁸⁷ Da Leichtverletzte gemäss neuer Definition aber durchschnittlich nur 6.3 Ausfalltage zu verzeichnen haben, wurde der Anteil des VOSL auf 0.4% reduziert.⁸⁸

b) Literaturüberblick

Aufgrund der grossen Unterschiede zwischen den bisher verwendeten Werten und dem Studienergebnissen von B,S,S. wurde eine Literaturrecherche durchgeführt, deren Ergebnis in Abbildung 3-4 dargestellt wird. Im dritten Block der Abbildung werden neuere Studienergebnisse dargestellt, im vierten Block aktuell verwendete Werte in anderen Ländern. Wie die obigen Ausführungen zur Schweiz zeigen, ist beim Literaturüberblick auch die Definition der Verletzungsschweren von Bedeutung. Wir haben diese deshalb ebenfalls berücksichtigt. Meist entspricht die Definition der älteren Definition in der Schweiz (manchmal ist sie aber leider in der Literatur nicht angegeben) – ansonsten wird es im Folgenden erwähnt. Die Ergebnisse können wie folgt kommentiert werden:

⁸⁶ Niemann et al. (2015), Nichtberufsunfälle in der Schweiz, S. 59.

⁸⁷ Niemann et al. (2015), Nichtberufsunfälle in der Schweiz, S. 58.

⁸⁸ Für Sport-, Haus- und Freizeitunfälle werden gegenüber dem Strassenverkehr wiederum tiefere Prozentsätze verwendet, weil die Zahl der Ausfalltage tendenziell geringer ist als im Strassenverkehr (vgl. Niemann et al. 2015, Nichtberufsunfälle in der Schweiz, S. 59).

- Die schwedische Studie von Carlsson et al. (2010) findet für Schwerverletzte (= Hospitalisierung, d.h. Durchschnitt über Mittelschwerverletzte bis Invalide) mit 28.6% einen deutlich höheren Wert als bisher in der Schweiz verwendet wird (und damit viel höher als B,S,S.). Ein ähnlich hoher Wert (25%) wird auch von iRAP vorgeschlagen.
- Die australische Studie von Hensher et al. (2009) findet wie B,S,S. sehr tiefe Anteile, dies auch für Invaliditätsfälle. Für Leichtverletzte hingegen findet die Studie deutlich höhere Werte als B,S,S.⁸⁹
- Einige Länder setzen weiterhin auf HEATCO: Europa, Deutschland und Österreich. HEATCO entspricht wie besprochen sehr gut den Schweizer Werten, insbesondere verwendet HEATCO auch den Anker, der in der Schweiz bisher verwendet wird (Leichtverletzte = 1% des VOSL).
- In England (und Irland, das seine Werte von England übernimmt) werden praktisch identische Werte verwendet wie von HEATCO empfohlen. Insbesondere ebenfalls 1% für Leichtverletzte, wozu in England auch Verletzungen ohne ärztliche Behandlung zählen.⁹⁰
- In Frankreich werden insbesondere für Leichtverletzte (2%) höhere Anteile des VOSL empfohlen, die auf einer Studie von 1994 beruhen.⁹¹
- In den Niederlanden wird für Schwerverletzte ebenfalls ein mit HEATCO (bzw. den Schweizer Werten) vergleichbarer Wert von 12% verwendet. Für Leichtverletzte werden die immateriellen Kosten jedoch vernachlässigt (leider ohne Angabe von Gründen).⁹²
- In Norwegen werden die Verletzten eher höher bewertet, insbesondere Leichtverletzte werden mit 1.8% des VOSL hoch bewertet, aber auch Invaliditätsfälle liegen mit 51% hoch.
- In Schweden werden für Schwerverletzte etwas höhere Werte verwendet als in HEATCO (16.6% statt 13%), für Leichtverletzte etwas tiefere (0.65% versus 1%).
- In den USA wird eine ganz andere Definition der Verletzungsschweren verwendet, die auf der AIS (abbreviated injury scale) beruht. Für die Verletzungsschweren kritisch, sehr schwer, schwer, ernsthaft und gering (AIS 5 bis 1) werden Prozentsätze von 59.3%, 26.6%, 10.5%, 4.7% und 0.3% verwendet. Diese Zahlen können jedoch aufgrund der völlig unterschiedlichen Verletzungsdefinition nicht mit den anderen Angaben in der Abbildung verglichen werden.
- In Neuseeland werden schliesslich mit 10% und 0.4% für Schwer- und Leichtverletzte etwas tiefere Werte benutzt als in HEATCO empfohlen.

⁸⁹ Die Bandbreite der Werte von Hensher et al. (2009) ergibt sich für die Auswertung für Stadt bzw. Land.

⁹⁰ Department for Transport (2015), Reported Road Casualties in Great Britain: notes, definitions, symbols and conventions.

⁹¹ Zitiert in Boiteux und Baumstark (2001), Transports: Choix des investissements et coût des nuisances, S. 103-104.

⁹² SWOV (2014), Kosten van verkeersongevallen in internationaal perspectief, S. 5.

c) Analyse der B,S,S.-Studie

Die sehr tiefen Empfehlungen zu den Anteilen des VOSL für schwere bis leichte Verletzungen in der B,S,S. (2015)-Studie können also – abgesehen von Hensher et al. 2010 – in der internationalen Literatur nicht bestätigt werden. Deshalb soll im Folgenden analysiert werden, ob die tiefen Werte von B,S,S. auf die verwendete Schätzmethodik zurückzuführen sein könnten:

- In der Studie von B,S,S. wurden die Unterschiede zwischen den Verletzungsschweren einzeln untersucht, d.h. es wurde je eine Schätzung für das Verhältnis Invaliditätsfälle / Todesfälle, Schwerverletzte / Invaliditätsfälle, Mittelschwerverletzte / Schwerverletzte sowie Leichtverletzte / Mittelschwerverletzte geschätzt.⁹³ Was in der Studie leider fehlt, ist eine direkte Abschätzung des Verhältnisses Leichtverletzte / Todesfall (zur Kontrolle der Ergebnisse). Mit dem gewählten Vorgehen werden tendenziell die Unterschiede zwischen den einzelnen Verletzungsschweren betont, was eher zu einer Überschätzung des Verhältnisses Leichtverletzte / Todesfall führt. So liegen die bisher in der Schweiz verwendeten Werte für Schwer- bis Leichtverletzte weit oberhalb der Bandbreiten der Ergebnisse von B,S,S. (2015, S. 196-198), obwohl B,S,S. von einem höheren VOSL ausgeht.
- Zudem gibt es aufgrund des Designs der Umfrage bei der relativen Gewichtung von Invaliditätsfällen und Schwerverletzten ein Problem: Die in der Umfrage abgefragte Abstufung (Invaliditätsfall ist 5 bis 20-mal gravierender als eine schwere Verletzung) schliessen die bisher verwendete Abstufung (von 1.8) nicht ein. Nicht überraschend ist die grösste Differenz zwischen den bisherigen Werten und der B,S,S.-Studie beim Verhältnis Schwerverletzten / Invaliditätsfällen festzustellen (9.5 versus 1.8).⁹⁴ In der Folge ist auch das Verhältnis von Leichtverletzten (und Mittelschwerverletzten) zu Todesfällen betroffen, weil dieses kaskadenförmig aus der Kette Todesfälle – Invaliditätsfälle – Schwerverletzte – Mittelschwerverletzte – Leichtverletzte ermittelt wird.

Der Schlussfolgerung von B,S,S. (2015, S. 208), dass die Ergebnisse für die Abstufung der Verletzungsschweren „relativ zuverlässig“ seien, können wir somit nicht zustimmen. Vielmehr ist aufgrund des Studiendesigns zu befürchten, dass die Spannweite zwischen Todesfällen und Leichtverletzten überschätzt wird.

Nicht von dieser Kritik betroffen ist das Verhältnis zwischen Todes- und Invaliditätsfällen.

d) Schlussfolgerung

Wir empfehlen folglich, die Ergebnisse von B,S,S. – mit Ausnahme der Abstufung zwischen Todesfällen und Invaliditätsfällen – nicht zu übernehmen: Einerseits gibt es berechtigte Zweifel an den Ergebnissen von B,S,S. zur Abstufung der Verletzungen. Andererseits zeigt der Literaturüberblick, dass die bisherigen Schweizer Abstufungen der Verletzungsschweren internatio-

⁹³ B,S,S. (2015), Monetarisierung des statistischen Lebens im Strassenverkehr, S. 86-87.

⁹⁴ B,S,S. (2015), Monetarisierung des statistischen Lebens im Strassenverkehr, S. 86-87 und 124. Auf den Seiten 208 – 211 wurde zudem versucht, mit einem Validitätstest dieses Problem zu korrigieren. Damit kann das Problem aber nicht gelöst werden.

nal sehr gut abgestützt sind: Es gibt viele Länder, die sehr ähnliche Werte verwenden.⁹⁵ Ähnlich tiefe Werte wie sie B,S,S. findet, werden jedoch in keinem Land angewendet.

Von der methodischen Kritik nicht betroffen ist wie erwähnt das Verhältnis zwischen Todesfällen und Invaliditätsfällen. Wir empfehlen deshalb hier eine Ausnahme zu machen. Für den Prozentsatz für die Invaliditätsfälle wurde in Sommer et al. (2007) ein Wert von 32% verwendet, der in Niemann et al. (2015) aufgrund des durchschnittlichen Invaliditätsgrades differenziert wurde nach Strassenverkehrsunfälle (37.3%), Sportunfälle (27.9%) sowie Haus- und Freizeitunfälle (28.2%). Hier findet B,S,S. nun einen Wert von 33.6% für den Strassenverkehr. Die bisherigen Werte basieren auf internationalen Studien und Näherungen (über Invaliditätsgrade, da dies in etwa den internationalen Studien entspricht). Wir empfehlen deshalb den Schweizer Wert von B,S,S. zu übernehmen für den Strassenverkehr und in Zukunft 33.6% zu verwenden. Für Sport-, Haus- und Freizeitunfälle schlagen wir vor, den Wert entsprechend dem Invaliditätsgrad anzupassen. Damit ergeben sich folgende Werte:

- 33.56% für Strassenverkehrsunfälle
- 25.09% für Sportunfälle ($= 33.56\% / 37.3\% * 27.9\%$)
- 25.37% für Haus- und Freizeitunfälle ($= 33.56\% / 37.3\% * 28.2\%$)

Für die übrigen Verletzungsschweren (Leicht- bis Schwerverletzte) empfehlen wir den bisherigen Anker von 1% des VOSL für einen Leichtverletzten nach alter Definition beizubehalten (d.h. 1% des VOSL = 15.8 Ausfalltage). Damit werden Strassenverkehrs-, Sport-, Haus- und Freizeitunfälle weiterhin unterschiedlich bewertet, je nachdem wie viele Ausfalltage zu verzeichnen sind.

Exkurs: Auswirkungen der Abstufung der Verletzungsschweren auf die VOSL-Schätzung von B,S,S.

Wird an den bisherigen Abstufungen der Verletzungsschweren wie empfohlen festgehalten, so muss die VOSL-Schätzung von B,S,S. angepasst werden: In der Studie wird die Zahlungsbereitschaft für eine vermiedene Unfalleinheit erhoben, die im Strassenverkehr aus 1 Todesfall, 1.2 Invaliden, 20 Schwerverletzten, 30 Mittelschwererletzten und 200 Leichtverletzten besteht. Um daraus den VOSL zu berechnen, werden die Abstufungen der Verletzungsschweren verwendet. Wird hier statt den Studienergebnissen die bisherige Abstufung eingesetzt, so ergibt sich gemäss B,S,S.⁹⁶ ein VOSL im Strassenverkehr von lediglich noch 1.8 Mio. CHF (statt 5.1 Mio. CHF, öffentlicher Verkehr 13.7 Mio. CHF statt 34.2 Mio. CHF – die Schätzungen für Luft- und Lärmbelastung bleiben unverändert). Daraus zeigt sich, wie wichtig die Abstufungen der Verletzungsschweren für die Schätzung des VOSL in der B,S,S.-Studie sind.

⁹⁵ Dabei unterscheidet die Schweiz aufgrund sehr guter Datengrundlagen mehr Verletzungsschweren als die meisten anderen Länder und kann zudem die Prozentsätze für Mittelschwer- und Schwerverletzte basierend auf den Daten zu den Ausfalltagen abstützen (solche Daten liegen im Ausland unseres Wissens nicht vor).

⁹⁶ B,S,S. (2015), Monetarisierung des statistischen Lebens im Strassenverkehr, Fussnote 158, S. 209.

3.7 Welcher VOSL ist zu empfehlen?⁹⁷

3.7.1 Fragestellung und Relevanz

In Kapitel 1 wurde erläutert, dass der bisher für viele Schweizer Studien verwendete VOSL von 3.4 Mio. CHF aufgrund aktueller Forschungsergebnisse nicht mehr empfohlen werden kann. Prinzipiell stehen zwei Studien zur Verfügung, auf deren Basis eine aktualisierte Festlegung des Schweizer VOSL erfolgen kann:⁹⁸

- Die B,S,S. (2015) empfiehlt je nach Unfall- und Umweltbereich einen Wert zwischen 4.5 bis 30.6 Mio. CHF.
- Aus der OECD-Studie (2012) ergibt sich – ausgehend vom Wert für die OECD-Länder – ein empfohlener VOSL von 6.2 Mio. CHF für alle Anwendungsbereiche.⁹⁹

Aufgrund der grossen Unterschiede ist es hochrelevant, auf welcher der beiden Studien die Festlegung des zukünftigen VOSL erfolgt.

3.7.2 Antwortmöglichkeiten

Es können entweder die Ergebnisse der B,S,S.- oder der OECD-Studie empfohlen werden. Möglich wäre auch, die beiden zu kombinieren.

3.7.3 Antwortempfehlung

Wir empfehlen, den **VOSL der OECD von 6.2 Mio. CHF** zu übernehmen (Faktorpreise 2010) bzw. umgerechnet den **VLYL von 222'000 CHF** zu verwenden.

3.7.4 Begründung der Antwortempfehlung

Für die Bewertung von immateriellen Kosten sind grundsätzlich Zahlungsbereitschaften zu priorisieren, die im gleichen kulturellen Umfeld (Land) und für einen ähnlichen oder gleichen Anwendungsbereich (Unfälle, Folgen von Lärm, Luftverschmutzung usw.) erhoben wurden.¹⁰⁰

⁹⁷ Diese Empfehlungen (bzw. eine frühere Version des Berichtes) wurden B,S,S. zur Stellungnahme zugesandt. B,S,S. kann die Empfehlungen nachvollziehen. Detailkommentare wurden in der Endversion des Berichtes übernommen.

⁹⁸ Die Angaben für die B,S,S.- und OECD-Studie erfolgen in Faktorpreisen 2010.

⁹⁹ Wie in Kapitel 2.2.2 erläutert, könnte aus der OECD-Studie auch ein Wert von 8.2 Mio. CHF verwendet werden, wenn auf die Ergebnisse in den EU27-Ländern abgestellt würde anstatt auf die Ergebnisse in OECD-Ländern. Dies wird jedoch nicht empfohlen (vgl. Kapitel 2.2.2).

¹⁰⁰ Dieses Vorgehen empfiehlt auch die OECD (2012, Mortality Risk Valuation in Environment, Health and Transport Policies, S. 19).

Mit der B,S,S.-Studie steht für die Schweiz erstmals eine Zahlungsbereitschaftsstudie zur Verfügung, die bezüglich Grösse des Erhebungssamples, kulturellem Umfeld und spezifischer Erfassung einzelner Anwendungsbereiche für die Festlegung eines (neuen) Schweizer VOSL geeignet wäre.

Trotz dieser Ausgangslage empfehlen wir, den neuen VOSL für die Schweiz nicht auf die B,S,S.-Studie abzustützen, sondern als Basis die OECD-Studie zu verwenden.¹⁰¹ Folgende Gründe haben zu diesem Entscheid geführt:

- In der B,S,S.-Studie wurde ein (gravierender) **Ankereffekt** festgestellt, so dass insbesondere die Ergebnisse für Lärm und ÖV praktisch vollständig durch die vorgegebenen Zahlungsbereitschaften in der Umfrage bestimmt sind. Aufgrund dieser Schwierigkeiten in der Datenbasis ist es unseres Erachtens nicht vertretbar in konkreten Anwendungs- bzw. Bewertungsprojekten für die Vermeidung von Unfallrisiken im ÖV eine im Vergleich zum Strassenverkehr bis zu 7-fach höhere Zahlungsbereitschaft zu unterstellen. Ebenfalls wirft der für den Lärmbereich nachgewiesene Ankereffekt die Frage auf, ob eine Differenzierung zum Strassenverkehr überhaupt noch angezeigt ist. So soll, wie in Kapitel 3.4 gezeigt, aufgrund der internationalen Evidenz ein **einheitlicher VOSL** für alle Kostenbereiche verwendet werden.

Leider muss davon ausgegangen werden, dass auch die einzelnen Zahlungsbereitschaften in der OECD Metaanalyse mit Ankereffekten behaftet sind. Durch die Verwendung einer Vielzahl von Studien mit unterschiedlichen (hohen oder tiefen) Vorgaben zu den abgefragten Zahlungsbereitschaften verliert aber der studienspezifische Ankereffekt an Bedeutung und hat dementsprechend weniger Einfluss auf das Endergebnis.¹⁰²

- Ein weiterer wichtiger Grund liegt im Umstand, dass die Zahlungsbereitschaften für verschiedene **Verletzungsschweren** in der B,S,S.-Studie überraschend tief sind und nicht mit der internationalen Literatur in Einklang gebracht werden können. Möglicherweise hängt dies einerseits mit dem gewählten methodischen Vorgehen zusammen (keine Kontrollerhebung zur direkten Abstufung zwischen Todesfall und Leichtverletzt) und andererseits mit dem Problem bei den Vorgaben für die relative Gewichtung zwischen Invaliditätsfällen und Schwerverletzten (vgl. Kapitel 3.6.4c). Aufgrund dieser Punkte kann auch in Bezug auf die Vermeidung des Verletzungsrisiko eine Übernahme der B,S,S.-Zahlungsbereitschaften nicht empfohlen werden. Werden aber die bisherigen Abstufungen der Verletzungsschweren verwendet, so muss die VOSL-Schätzung von B,S,S. – wie oben gezeigt (vgl. Exkurs im Kapitel 3.6.4d) – deutlich nach unten korrigiert werden.

¹⁰¹ Wir verweisen nochmals darauf, dass zwei Ergebnisse der B,S,S.-Studie zur Verwendung vorgeschlagen werden:

- Es wird neu der Brutto- statt der Nettoproduktionsausfall miteinbezogen.
- Für die Invaliditätsfälle wird das Ergebnis von 33.6% des VOSL verwendet.

¹⁰² Auch deshalb wird in Kapitel 2.2.2 der Wert basierend auf den OECD-Ländern empfohlen (nicht basierend auf den EU27-Ländern), denn dieser beruht auf 28 statt 16 Studien und ist damit breiter abgestützt und weniger anfällig auf allfällige Ankereffekte in den einzelnen Studien.

- Die Vielzahl der in der OECD-**Metaanalyse** berücksichtigten Studien bzw. Ergebnisse gegenüber dem **Einzelergebnis** der B,S,S.-Studie stellt einen weiteren wichtigen Aspekt dar, der für die Wahl der OECD-Studie spricht:
 - Die B,S,S.-Studie beschränkt sich auf **eine einzige Schätzmethode** (discrete choice experiment) und wendet nicht verschiedene Methoden an (z.B. zusätzlich contingent valuation und conjoint analysis). Verschiedene Methoden könnten aber zu unterschiedlichen Ergebnissen führen.
 - Zudem werden in verschiedenen Studien die **Alternativen** (Darstellung der Massnahmenpakete, für welche die Zahlungsbereitschaft erfragt wird) **unterschiedlich präsentiert** (z.B. Sicherheit als privates und / oder öffentliches Gut, Plausibilität des Zahlungsvorgangs), was ebenfalls einen Einfluss auf den sich ergebenden VOSL haben kann.¹⁰³ Mit der Abstützung auf eine Metaanalyse werden auch diese Effekte eingemittelt.
 - Während sich bei der Verwendung einer Einzelstudie jedes (evtl. auch kleine) Problem voll auf das Ergebnis durchschlägt, lässt sich diese Schwierigkeit mit der Berücksichtigung vieler Studien in einer Metaanalyse stark vermindern. Einzelne kleinere Fehler in einer Studie wirken sich nicht mehr im gleichen Ausmass auf das Endergebnis aus.

Mit der Übernahme des VOSL aus der OECD-Studie steht die Schweiz nicht alleine da (vgl. Anhang B). So empfiehlt z.B. auch die WHO, die Werte der OECD zu verwenden. Ebenso wurden in Frankreich die Ergebnisse der OECD-Studie übernommen. In Norwegen wurde der VOSL aus der norwegischen Studie aufgrund der OECD-Studie nach oben korrigiert. Da die OECD-Studie noch relativ neu ist und die verwendeten VOSL-Werte in den meisten Ländern nicht jährlich umfassend aktualisiert werden, dürften in Zukunft noch weitere Länder den Empfehlungen der OECD-Studie folgen.

Bei der Einbettung des vorgeschlagenen neuen Schweizer Werts von 6.2 Mio. CHF in den internationalen Kontext zeigt sich, dass der Absolutbetrag zwar eher hoch erscheinen mag, aber unter Berücksichtigung der Kaufkraft und des BIP pro Kopf durchaus in der Bandbreite vieler europäischer Staaten und der USA liegt (vgl. Anhang B).

Im nationalen Kontext entspricht der vorgeschlagene Wert von 6.2 Mio. CHF mehr den Werten, die in der Schweiz in anderen Politikbereichen verwendet werden, als der bisherige VOSL (vgl. Anhang B): In den Bereichen Lawinenschutz, Gesundheit, Naturgefahren, Erhaltung Tragwerke, Erdbeben und Tunnelrisiken werden oft Werte von 5 und 10 Mio. CHF eingesetzt.

¹⁰³ B,S,S. (2015), Monetarisierung des statistischen Lebens im Strassenverkehr, S. 201.

3.8 Zeitpunkt für die Vornahme der Änderungen?

3.8.1 Fragestellung und Relevanz

Es stellt sich die Frage, ab wann die neuen Ergebnisse in die Berechnungen des ARE zu den externen Effekten bzw. in die Berechnungen der bfu zu den Unfallkosten integriert werden sollen. Dabei ist zu beachten, dass sowohl das ARE als auch die bfu je über ein Aktualisierungstool verfügen, mit dem sie die Kosten jährlich berechnen und publizieren.

Zum Stand der Publikationen: Das ARE hat bisher die externen Effekte für die Jahre bis 2012 publiziert¹⁰⁴, das Jahr 2013 soll Ende 2016 publiziert werden. Die bfu hat die Unfallkosten des Jahres 2012 ebenfalls bereits publiziert.¹⁰⁵ Die Daten 2013 werden mit der STATUS-Publikation im August 2016 veröffentlicht, die Daten 2014 ein Jahr danach (August 2017).

Der neue VLYL ist um den Faktor 2.23 höher als der bisher verwendete VLYL (ca. 222'000 versus 100'000 CHF). Zudem wird neu der Brutto- statt der Nettoproduktionsausfall miteinbezogen. Die Anpassung an die neusten Forschungsergebnisse wird zu einer deutlichen Erhöhung der Kosten des Verkehrs und der Unfallkosten im Sport-, Haus- und Freizeitbereich führen (vgl. Anhang A).

3.8.2 Antwortmöglichkeiten

Die neuen Werte können entweder so rasch als möglich umgesetzt werden oder es könnte zugewartet werden bis zur nächsten geplanten grösseren Überarbeitung der ARE-Berechnungen für das Bezugsjahr 2015.

3.8.3 Antwortempfehlung

Da die Anpassungen mit dem neuen VOSL / VLYL zu deutlichen Veränderungen führen werden, erscheint uns eine umgehende Berücksichtigung angezeigt. Wir schlagen vor, dass sowohl das ARE als auch die bfu für das **Bezugsjahr 2014** den **Effekt des neuen VOSL / VLYL** in geeigneter Form darstellen und **in Zukunft nur** noch Ergebnisse mit dem **neuen VOSL / VLYL** publizieren werden.

3.8.4 Begründung der Antwortempfehlung

Bei der Festlegung des Umstellungszeitpunktes gilt es verschiedene Überlegungen zu berücksichtigen:

- **Wissenschaftlicher Anspruch:** Aus wissenschaftlicher Sicht gibt es unseres Erachtens keinen Grund, mit den Anpassungen zuzuwarten. Mit den neusten Erkenntnissen ändern sich die externen Effekte (ARE) bzw. die Unfallkosten (bfu) deutlich (vgl. Anhang A). Ein

¹⁰⁴ ARE (2016) Externe Kosten und Nutzen des Verkehrs in der Schweiz.

¹⁰⁵ bfu (2015), STATUS 2015, Statistik der Nichtberufsunfälle und des Sicherheitsniveaus in der Schweiz.

Zuwarten würde später die Frage auslösen, warum mit der deutlichen Anpassung so lange zugewartet wurde.

- **Kontinuität in der Zeitreihe von Berechnungen:** Das ARE will mit dem Aktualisierungstool eine Zeitreihe erstellen, welche die zeitliche Entwicklung der externen Effekte aufzeigt. Auf das Bezugsjahr 2010 hin wurde die Methodik aufgrund von Ecoplan, Infras (2014) grundlegend angepasst. Es ist das Ziel des ARE, die Zeitreihe von 2010 bis 2014 möglichst ohne methodische Änderungen zu erstellen, um tatsächlich die zeitliche Entwicklung aufzeigen zu können. Methodische Änderungen sollen erst ab Bezugsjahr 2015 wieder erfolgen.
- **Geringer Aufwand für die Umstellung:** Der Aufwand für die Umstellung auf den neuen VOSL / VLYL soll für alle möglichst gering sein.
- **Einfache Kommunikation:** Die Umstellung auf den neuen VOSL / VLYL dürfte aufgrund der deutlichen Zunahme des VOSL / VLYL ohnehin eine Herausforderung für die Kommunikation an die Öffentlichkeit darstellen. Durch die geeignete Wahl des Umstellungszeitpunktes soll die Kommunikation möglichst einfach gehalten werden.

Aufgrund des wissenschaftlichen Anspruchs scheint es uns nicht zulässig, mit diesen deutlichen Anpassungen bis zum Bezugsjahr 2015 zuzuwarten.

Um trotzdem die kontinuierliche Zeitreihe der externen Kosten zu ermöglichen, wäre es denkbar, auch die Berechnungen der Jahre 2010 bis 2012 nochmals neu zu ermitteln mit dem neuen VOSL / VLYL. Das würde aber bedeuten, dass wohl auch das BFS seine Publikation „Kosten und Finanzierung des Verkehrs“ neu berechnen müsste.¹⁰⁶ Auch diese BFS-Publikation soll jährlich erscheinen (bisher erst 2010 erschienen). Dies wäre jedoch mit einem erheblichen Aufwand verbunden – sowohl für das ARE als auch für das BFS. Zudem würde die Kommunikation dadurch sehr schwierig, weil zwei verschiedene Resultate für 2010 publiziert wären. Dies können wir deshalb nicht empfehlen.

Für eine Umsetzung für das Bezugsjahr 2013 reicht die Zeit nicht mehr aus, um die Umstellung vornehmen zu können. Wir schlagen deshalb vor, dass das Aktualisierungstool des ARE so überarbeitet wird, dass der alte bzw. neue VOSL / VLYL per Knopfdruck ausgewählt werden kann. Damit können die Werte für das Jahr 2014 mit dem alten oder neuen VOSL / VLYL ermittelt werden. Dies erlaubt es,

- die aktuell gültige beste Schätzung der externen Effekte zu publizieren,
- die Zeitreihe 2010 bis 2014 ohne methodische Anpassungen aufzeigen zu können
- den Effekt des neuen VOSL darstellen zu können.

Ab Bezugsjahr 2015 empfehlen wir, nur noch den neuen VOSL / VLYL zu verwenden. Eine Zeitreihe 2010 bis 2015 könnte trotzdem erstellt werden, indem nur die jährlichen prozentualen

¹⁰⁶ BFS (2015), Kosten und Finanzierung des Verkehrs: Jahr 2010.

Veränderungen gezeigt werden (2013 -> 2014 berechnet mit dem alten VOSL, 2014 -> 2015 mit dem neuen VOSL).¹⁰⁷

Dies würde bedeuten, dass auch die bfu den neuen VOSL / VLYL ab August 2017 für das Bezugsjahr 2014 verwenden kann.

Zudem ist vorgesehen, dass der neuen VOSL / VLYL auch in die Normen des VSS zur Kosten-Nutzen-Analyse im Strassenverkehr (SN 641 820 bis SN 641 828) übernommen wird. Dies kann prinzipiell umgehend erfolgen, in der konkreten Umsetzung wird es einige Zeit beanspruchen, bis die Normen angepasst und durch den VSS-Prozess gelaufen und publiziert sind.

4 Zusammenfassung der Empfehlungen

Neuer Schweizer VOSL aus OECD-Studie: 6.2 Mio. CHF

Wir empfehlen, den VOSL (value of statistical life) der OECD (2012) von 6.2 Mio. CHF zu übernehmen. Dieser Wert beruht auf den Mittelwerten von 28 Studien in OECD-Ländern, welche die OECD im Rahmen der weltweit grössten Metaanalyse zum VOSL zusammengefasst hat. Alternativ könnte auch ein Wert von 8.2 Mio. CHF verwendet werden, welcher auf 16 europäischen Studien in OECD (2012) beruht. Dieser höhere Wert wird jedoch nicht empfohlen, weil er auf einer schmaleren Datenbasis beruht und weil aufgrund der Unsicherheiten bei der Bestimmung des VOSL der vorsichtiger, tiefere Wert zu bevorzugen ist.

Weiterhin keine Differenzierung nach Unfall- und Umweltbereich oder nach anderen Anwendungsbereichen

Wir empfehlen, für alle Anwendungen den einheitlichen VOSL von 6.2 Mio. CHF zu verwenden und auf eine Differenzierung nach Anwendungsbereichen zu verzichten (Unfälle im Strassenverkehr, im ÖV, im Sport, im Haushalt und bei der Freizeit sowie Luft- und Lärmbelastung und Gesundheitsnutzen im Langsamverkehr). Die Ergebnisse aus verschiedenen internationalen Studien zeigen, dass sich der VOSL je nach Bereich nicht signifikant unterscheidet. Auch für die Ermittlung der externen Kosten und für die Berechnung von Kosten-Nutzen-Analysen soll – wie international üblich – derselbe VOSL verwendet werden.

Bewertung weiterhin anhand verlorener Lebensjahre (nicht frühzeitiger Todesfälle)

Für die monetäre Bewertung des krankheits- oder unfallbedingten Todesfallrisiko kommt grundsätzlich sowohl der VOSL in Frage – also die Bewertung anhand der Anzahl frühzeitiger Todesfälle – als auch die Bewertung anhand der verlorenen Lebensjahre (VLYL: value of a life

¹⁰⁷ Daraus lassen sich auch die absoluten Werte gemäss altem bzw. neuem VOSL für die Jahre 2010 – 2015 abschätzen.

year lost). Für beide Ansätze ergeben sich aus Theorie und Empirie sowohl Pro- wie auch Contra-Argumente. Weil in der Schweiz viele verschiedene Bereiche mit teilweise sehr unterschiedlichem Alter der Todesopfer zu bewerten sind und gemäss dem at least Ansatz empfehlen wir, wie bisher die Bewertung anhand der verlorenen Lebensjahre (VLYL) vorzunehmen. Pro verlorenes Lebensjahr ist dabei von einem Wert von 222'000 CHF auszugehen (dieser ergibt sich aus dem empfohlenen VOSL von 6.2 Mio. CHF).

Als Ergänzung sollten die Berechnungen im Sinne einer Sensitivitätsbetrachtung auch mit dem VOSL durchgeführt werden.

Beibehaltung der bisherigen Abstufungen für unterschiedliche Verletzungsschweren

Die immateriellen Kosten der unterschiedlichen Verletzungsschweren bei Unfällen werden als Prozentsätze des VOSL bestimmt. Die bisherigen Prozentsätze sollen weiterhin zur Anwendung kommen – ausser bei den Invaliditätsfällen, bei denen wir empfehlen, den leicht tieferen Wert der B,S,S.-Studie zu verwenden. Die deutlich tieferen Werte der B,S,S.-Studie zu den anderen Verletzungsschweren werden nicht übernommen, weil die internationale Evidenz klar dagegen spricht und weil die Schätzmethode von B,S,S. tendenziell zu einer Unterschätzung dieser Verletzungsschweren führt.

Wechsel auf Brutto- statt Nettoproduktionsausfall

Die B,S,S. (2015)-Studie untersucht unseres Wissens erstmals die Frage, ob der Eigenkonsum Teil der Zahlungsbereitschaft ist oder nicht. Sie verneint dies klar. Entsprechend ist die Berechnungsmethode anzupassen und bei der Ermittlung des Nutzenverlusts in Zukunft nicht nur der Nettoproduktionsausfall (Bruttoproduktionsausfall nach Abzug des Eigenkonsums), sondern der gesamte Bruttoproduktionsausfall zu berücksichtigen.

B,S,S.-Studie wird somit nur teilweise berücksichtigt

Zwei Ergebnisse der B,S,S.-Studie werden somit zur Verwendung vorgeschlagen:

- Es wird neu der Brutto- statt der Nettoproduktionsausfall miteinbezogen.
- Für die Invaliditätsfälle wird das Ergebnis von 33.6% des VOSL verwendet.

Das Hauptergebnis der B,S,S.-Studie – der sich ergebende VOSL – wird jedoch aus folgenden Gründen nicht verwendet: Erstens, weil eine einzelne Studie viel stärker vom Ankereffekt betroffen ist als eine grosse Metaanalyse wie die OECD-Studie. Zweitens, weil die Abstufung der Verletzungsschweren in der B,S,S.-Studie kritisch und zentral für die Bestimmung des VOSL ist. Und drittens, weil aufgrund der internationalen Evidenz für alle Anwendungsbereiche ein einheitlicher VOSL verwendet werden soll (B,S,S. aber teilweise sehr unterschiedliche Werte findet).

5 Anhang A: Auswirkungen des neuen VOSL auf Unfall- und Umweltkosten

5.1 Vorgehen

Die in diesem Bericht vorgeschlagenen Änderungen zur Höhe des VOSL, zur Ermittlung der Produktionsausfälle sowie zur Abstufung der immateriellen Kosten nach Schwere der Verletzung verändern die bisherigen Ergebnissen zu den Unfall-, Umwelt- und Gesundheitskosten. In diesem Anhang werden die **Auswirkungen** dieser Änderungen **auf die externen Effekte** des Verkehrs (Luftbelastung, Lärm, Unfälle und Gesundheitsnutzen im Langsamverkehr für das ARE) **und die Unfallkosten** (Strassenverkehrs-, Sport-, Haus- und Freizeitunfälle für bfu) in der Schweiz abgeschätzt. Die Berechnungen erfolgen für das **Jahr 2010**, um die Unterschiede zu den bestehenden Ergebnissen für das Jahr 2010 einfach erkennen zu können. Bei den externen Effekten beschränken wir uns auf die Sicht Verkehrsträger (im Bereich Unfälle und Gesundheitsnutzen im Langsamverkehr werden zudem die sozialen Kosten dargestellt).

Dabei sind folgende Anpassungen zu berücksichtigen:

- Neuer VLYL von 222'500 CHF (anstatt 99'900 CHF, Zunahme um 123%)
- Anpassung der Abstufung für Invalide mit neu 33.6% des VOSL (statt wie bisher 37.3%, Abnahme um 10.0%). Dies gilt für Strassenverkehrsunfälle, für Sport bzw. Haus- und Freizeitunfälle wird neu 25.1% bzw. 25.4% verwendet (Abnahme um ebenfalls 10.0%). Zusammen mit dem höheren VLYL nehmen somit die Kostensätze für die Invaliden um 101% zu.
- Die immateriellen Kostensätze für Leicht- bis Schwerverletzte nehmen mit dem höheren VOSL um 83% zu.
- Brutto- statt Nettoproduktionsausfall (Zunahme um 506%).

Grundlage für die Berechnungen sind die bestehenden Aktualisierungstools für die externen Kosten (ARE) bzw. für die Unfallkosten (bfu), welche auf folgenden Arbeiten beruhen:

- Ecoplan hat im Auftrag des ARE für das Jahr 2010 die verkehrsbedingten externen Effekte ermittelt und im Bericht Ecoplan / Infrac (2014) dokumentiert.¹⁰⁸ Zudem wurde dem ARE eine Aktualisierungstool erstellt, mit dem das ARE die externen Effekte in den Folgejahren selbst ermitteln kann.
- Analog hat Ecoplan die Berechnung der Unfallkosten für die bfu vorgenommen und im Bericht Niemann et al. (2015) zusammengefasst. Auch der bfu wurde dabei ein Aktualisierungstool übergeben.

¹⁰⁸ Ecoplan, Infrac (2014), Externe Effekte des Verkehrs 2010. Monetarisierung von Umwelt-, Unfall- und Gesundheitseffekten.

5.2 Ergebnisse¹⁰⁹

5.2.1 Ergebnisse für die Nichtberufsunfälle

Die folgende Abbildung gibt im obersten Teil einen Überblick über die volkswirtschaftlichen Kosten wie sie bisher berechnet wurden (vgl. Niemann et al. 2015, S. 66, Tabelle 26). Im zweiten Block werden die neuen Ergebnisse mit den empfohlenen Änderungen in der Berechnungsweise ausgewiesen.¹¹⁰ Die unteren beiden Blöcke der Abbildung zeigen die prozentuale und absolute Veränderung der Kosten.

Abbildung 5-1: Vergleich der volkswirtschaftlichen Kosten der Nichtberufsunfälle im Jahr 2010 nach bisheriger und neuer Berechnungsweise

| in Mio. CHF | Sachschäden etc. | Leichtverletzt | Mittelschwerverletzt | Schwerverletzt | Invaliditätsfall | Todesfall | Total |
|--|------------------|----------------|----------------------|----------------|------------------|--------------|---------------|
| Bisherige Berechnung für das Jahr 2010 | | | | | | | |
| Strassenverkehr | 2'590 | 1'074 | 1'230 | 4'084 | 611 | 899 | 10'488 |
| Sport | | 4'832 | 4'188 | 4'984 | 229 | 364 | 14'597 |
| Haus und Freizeit | | 6'459 | 4'348 | 9'143 | 730 | 1'775 | 22'456 |
| Total | 2'590 | 12'366 | 9'766 | 18'212 | 1'570 | 3'038 | 47'542 |
| Angepasste Berechnung für das Jahr 2010 | | | | | | | |
| Strassenverkehr | 2'590 | 1'927 | 2'235 | 7'386 | 1'227 | 2'198 | 17'562 |
| Sport | | 8'641 | 7'576 | 9'059 | 464 | 887 | 26'628 |
| Haus und Freizeit | | 11'639 | 7'908 | 16'556 | 1'440 | 4'031 | 41'574 |
| Total | 2'590 | 22'206 | 17'720 | 33'001 | 3'131 | 7'116 | 85'764 |
| Prozentuale Veränderung | | | | | | | |
| Strassenverkehr | 0% | 79% | 82% | 81% | 101% | 145% | 67% |
| Sport | | 79% | 81% | 82% | 103% | 144% | 82% |
| Haus und Freizeit | | 80% | 82% | 81% | 97% | 127% | 85% |
| Total | 0% | 80% | 81% | 81% | 99% | 134% | 80% |
| Absolute Veränderung | | | | | | | |
| Strassenverkehr | - | 852 | 1'005 | 3'302 | 616 | 1'299 | 7'074 |
| Sport | - | 3'809 | 3'389 | 4'074 | 236 | 523 | 12'030 |
| Haus und Freizeit | - | 5'179 | 3'560 | 7'413 | 710 | 2'256 | 19'118 |
| Total | - | 9'841 | 7'954 | 14'789 | 1'561 | 4'078 | 38'222 |

Nach bisheriger Berechnungsmethode ging man von Kosten der Nichtberufsunfälle von insgesamt 48 Mrd. CHF aus. Mit der angepassten Methodik ergeben sich nun 86 Mrd. CHF oder 1.8-mal so viel. Die Kosten von Strassenverkehrsunfällen nehmen um den Faktor 1.7 auf 17.6

¹⁰⁹ Die Ergebnisse beruhen wie erwähnt auf dem Einsatz der beiden Aktualisierungstools für das ARE und die bfu. Die ausgewiesenen Zahlenwerte gehen somit über eine grobe Abschätzung hinaus und können als weitgehend präzise bezeichnet werden. Einzig bei den externen Unfallkosten könnten sich im Rahmen einer Detailberechnung noch gewisse Verschiebungen ergeben, da in den Aktualisierungstools einzelne der hochkomplexen Berechnungsschritte zusammengefasst und vereinfacht wurden.

¹¹⁰ Die materiellen Kosten, die in Niemann et al. (2015) ebenfalls berechnet wurden, bleiben unverändert.

Mrd. CHF zu, die Kosten der Sportunfälle steigen um den Faktor 1.8 auf 26.6 Mrd. CHF und die Kosten der Haus- und Freizeitunfälle erhöhen sich um den Faktor 1.9 auf 41.6 Mrd. CHF.

Um die Ursachen dieser Zunahmen etwas besser analysieren zu können, werden die Ergebnisse in der Abbildung 5-2 nach Kostenbestandteilen differenziert (vgl. Niemann et al. 2015, S. 69, Tabelle 29). Folgende Unterschiede sind festzustellen:

- Die immateriellen Kosten fallen um ca. 86% höher aus als bisher. Dabei nehmen die immateriellen Kosten der Leicht- bis Schwerverletzten um 83% zu, jene der Invaliden um 101% und bei den Todesfällen steigen sie um 123% (vgl. Kapitel 5.1). Je nachdem wie sich die Kosten auf diese Verletzungsschweren verteilen, nehmen die gesamten immateriellen Kosten etwas stärker oder weniger stark zu.
- Wie oben bereits erwähnt ist der Bruttoproduktionsausfall um gut 500% höher als der Nettoproduktionsausfall (dies gilt für alle Verletzungsschweren genau gleich).
- Alle übrigen Kosten verbleiben unverändert.

Je nachdem wie bedeutend im Strassenverkehr bzw. Sport-, Haus- und Freizeitbereich die Beiträge aus Produktionsausfall und immateriellen Kosten am Total der Unfallkosten sind, nehmen die Gesamtkosten etwas stärker oder weniger stark zu. Im Strassenverkehr fällt die Zunahme etwas geringer aus, weil dort die (unveränderten) Sachschäden, Polizei- und Rechtsfolgekosten 25% der Kosten ausmachen (bisher – neu nur noch 12%).

Die Spalte „absolute Zunahme“ in Abbildung 5-2 zeigt, dass der Grossteil der Zunahme auf die höheren immateriellen Kosten zurückzuführen ist. Der Wechsel vom Brutto- auf den Nettoproduktionsausfall trägt hingegen nur 7% zur Zunahme bei (im Strassenverkehr 11%). Oder anders gesagt: Würde man die immateriellen Kosten unverändert lassen und nur vom Netto- auf den Bruttoproduktionsausfall wechseln, würden die Unfallkosten lediglich um 6% zunehmen (Strassenverkehr 8%, Sport 6%, Haus- und Freizeit 5%). Die deutliche Zunahme der Unfallkosten ist also vor allem auf den neuen, deutlich höheren VOSL (und VLYL) zurückzuführen.

5.2.2 Ergebnisse für die externen Effekte

Im Folgenden werden die Ergebnisse in den einzelnen Bereichen in derselben Reihenfolge dargestellt wie im Bericht von Ecoplan, Infrac (2014), wobei nur diejenigen Bereiche gezeigt werden, in denen sich aufgrund der in diesem Bericht vorgeschlagenen Anpassungen eine Änderung ergibt: Luftbelastung, Lärm, Unfälle, Gesundheitsnutzen im Langsamverkehr und Übersicht über alle Ergebnisse.

Abbildung 5-2: Vergleich der volkswirtschaftlichen Kosten der Nichtberufsunfälle im Jahr 2010 nach bisheriger und neuer Berechnungsweise nach Kostenkategorien

| | Bisherige Berechnung | Angepasste Berechnung | Absolute Zunahme | Prozentuale Zunahme |
|-----------------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------|------------------------|
| Total Nichtberufsunfälle | | | | |
| Direkte Kosten | 5'104.4 | 5'104.4 | - | - |
| Heilungskosten | 2'958.0 | 2'958.0 | - | - |
| Sachschäden | 2'146.5 | 2'146.5 | - | - |
| Indirekte Kosten | 1'361.1 | 4'107.7 | 2'746.6 | 202% |
| Netto- / Bruttoproduktionsausfall | 543.2 | 3'289.8 | 2'746.6 | 506% |
| Wiederbesetzungskosten | 44.9 | 44.9 | - | - |
| Administrative Kosten | 329.3 | 329.3 | - | - |
| Polizei- und Rechtsfolgekosten | 443.7 | 443.7 | - | - |
| Immaterielle Kosten | 41'076.0 | 76'551.6 | 35'475.7 | 86% |
| Total Nichtberufsunfälle | 47'541.5 | 85'763.8 | 38'222.3 | 80% |
| Strassenverkehr | | | | |
| Direkte Kosten | 2'724.0 | 2'724.0 | - | - |
| Heilungskosten | 577.6 | 577.6 | - | - |
| Sachschäden | 2'146.5 | 2'146.5 | - | - |
| Indirekte Kosten | 696.6 | 1'490.8 | 794.2 | 114% |
| Netto- / Bruttoproduktionsausfall | 157.1 | 951.3 | 794.2 | 506% |
| Wiederbesetzungskosten | 15.3 | 15.3 | - | - |
| Administrative Kosten | 80.6 | 80.6 | - | - |
| Polizei- und Rechtsfolgekosten | 443.7 | 443.7 | - | - |
| Immaterielle Kosten | 7'067.7 | 13'347.0 | 6'279.4 | 89% |
| Total Strassenverkehr | 10'488.3 | 17'561.9 | 7'073.6 | 67% |
| Sport | | | | |
| Direkte Kosten | 1'084.3 | 1'084.3 | - | - |
| Heilungskosten | 1'084.3 | 1'084.3 | - | - |
| Indirekte Kosten | 289.2 | 1'161.3 | 872.2 | 302% |
| Netto- / Bruttoproduktionsausfall | 172.5 | 1'044.7 | 872.2 | 506% |
| Wiederbesetzungskosten | 7.3 | 7.3 | - | - |
| Administrative Kosten | 109.3 | 109.3 | - | - |
| Immaterielle Kosten | 13'223.8 | 24'382.1 | 11'158.3 | 84% |
| Total Sport | 14'597.3 | 26'627.7 | 12'030.4 | 82% |
| Haus und Freizeit | | | | |
| Direkte Kosten | 1'296.1 | 1'296.1 | - | - |
| Heilungskosten | 1'296.1 | 1'296.1 | - | - |
| Indirekte Kosten | 375.4 | 1'455.6 | 1'080.2 | 288% |
| Netto- / Bruttoproduktionsausfall | 213.6 | 1'293.8 | 1'080.2 | 506% |
| Wiederbesetzungskosten | 22.3 | 22.3 | - | - |
| Administrative Kosten | 139.4 | 139.4 | - | - |
| Immaterielle Kosten | 20'784.5 | 38'822.5 | 18'038.0 | 87% |
| Total Haus und Freizeit | 22'456.0 | 41'574.2 | 19'118.2 | 85% |

a) Luftbelastung

Auch im Bereich Luftbelastung nehmen die immateriellen Kosten der verlorenen Lebensjahre mit dem VLYL um 123% zu und die Produktionsausfälle um 506% (vgl. oben). Damit nehmen die gesamten Kosten der Luftbelastung um 98% zu – und zwar in alle vier Verkehrsträgern gleichermaßen (vgl. folgende Abbildung).¹¹¹ Ging man bisher von Kosten von knapp 1.8 Mrd. CHF aus, erreicht die Neuberechnung knapp 3.5 Mrd. CHF oder gut 1.7 Mrd. CHF mehr.

Rund 88% der zusätzlichen Kosten werden durch den höheren VLYL verursacht, die verbleibenden 12% ergeben sich aus dem Wechsel vom Netto- auf den Bruttoproduktionsausfall.

Abbildung 5-3: Vergleich der externen Kosten der Luftbelastung im Jahr 2010 nach bisheriger und neuer Berechnungsweise

| Bericht 2010 (in Mio. CHF) | Personenverkehr | Güterverkehr | Total |
|--|-----------------|--------------|----------------|
| Strassenverkehr | 1'110.9 | 393.7 | 1'504.6 |
| Schienenverkehr | 116.0 | 69.1 | 185.0 |
| Luftverkehr | 33.8 | 3.3 | 37.1 |
| Schiffsverkehr | 17.0 | 12.5 | 29.4 |
| Total | 1'277.6 | 478.6 | 1'756.2 |
| Angepasste Ergebnisse 2010 (in Mio. CHF) | Personenverkehr | Güterverkehr | Total |
| Strassenverkehr | 2'203.2 | 780.4 | 2'983.6 |
| Schienenverkehr | 229.9 | 136.9 | 366.9 |
| Luftverkehr | 70.2 | 6.9 | 77.1 |
| Schiffsverkehr | 33.6 | 24.7 | 58.3 |
| Total | 2'536.9 | 949.0 | 3'486.0 |
| Veränderung durch neue Berechnungsmethode in % | Personenverkehr | Güterverkehr | Total |
| Strassenverkehr | 98.3% | 98.2% | 98.3% |
| Schienenverkehr | 98.2% | 98.3% | 98.3% |
| Luftverkehr | 108.0% | 108.2% | 108.0% |
| Schiffsverkehr | 98.2% | 98.2% | 98.2% |
| Total | 98.6% | 98.3% | 98.5% |
| Veränderung durch neue Berechnungsmethode in Mio. CHF | Personenverkehr | Güterverkehr | Total |
| Strassenverkehr | 1'092.2 | 386.7 | 1'479.0 |
| Schienenverkehr | 114.0 | 67.9 | 181.8 |
| Luftverkehr | 36.4 | 3.6 | 40.0 |
| Schiffsverkehr | 16.7 | 12.3 | 28.9 |
| Total | 1'259.3 | 470.5 | 1'729.7 |

¹¹¹ Im Luftverkehr ist die Zunahme mit 108% etwas grösser, was wie folgt zu erklären ist: Die sozialen Kosten des Luftverkehrs nehmen ebenfalls um 98% zu. Davon wird jedoch noch ein konstanter Betrag von 3.7 Mio. CHF wegen der Internalisierung durch die emissionsabhängigen Landegebühren abgezogen. Die so reduzierten externen Kosten des Luftverkehrs nehmen deshalb prozentual etwas stärker zu.

b) Lärm

Die verkehrsbedingten Lärmkosten nehmen um insgesamt 0.7 Mrd. CHF von 1.8 auf 2.5 Mrd. CHF zu. Sie steigen somit „nur“ um 40% (vgl. folgende Abbildung). Grund für diese im Vergleich zur Luftbelastung geringere Zunahme ist, dass in den ursprünglichen Berechnungen für 2010 59% der Kosten auf Belästigungen zurückzuführen sind (gemessen über die Reduktion der Wohnungspreise) und nur die verbleibenden 41% Gesundheitskosten sind, die durch die hier betrachteten Anpassungen betroffen sind. Waren die Belästigungen bisher also der grössere Kostenbestandteil, ist dies mit dem neuen VLYL umgekehrt: Nun werden insgesamt 58% der Kosten durch Gesundheitskosten verursacht (Strassenverkehr 57%, Schienenverkehr 65%, Luftverkehr 40%¹¹²).

Grund für die Erhöhung ist wiederum, dass die immateriellen Kosten der verlorenen Lebensjahre mit dem VLYL um 123% zunehmen und die Produktionsausfälle um 506%. Dabei werden 95% der zusätzlichen Kosten durch den höheren VLYL verursacht, die verbleibenden 5% entfallen auf den Wechsel vom Netto- auf den Bruttoproduktionsausfall (in allen drei Verkehrsträgern).

Abbildung 5-4: Vergleich der externen Kosten des Lärms im Jahr 2010 nach bisheriger und neuer Berechnungsweise

| Bericht 2010 | Personenverkehr | Güterverkehr | Total |
|--|-----------------|--------------|----------------|
| Strassenverkehr | 949.4 | 514.0 | 1'463.5 |
| Schienenverkehr | 101.0 | 168.1 | 269.1 |
| Luftverkehr | 62.4 | 3.8 | 66.2 |
| Schiffsverkehr | - | - | - |
| Total | 1'112.9 | 685.9 | 1'798.7 |
| Angepasste Ergebnisse 2010 (in Mio. CHF) | Personenverkehr | Güterverkehr | Total |
| Strassenverkehr | 1'311.5 | 720.3 | 2'031.7 |
| Schienenverkehr | 151.2 | 240.7 | 391.9 |
| Luftverkehr | 84.7 | 5.3 | 90.0 |
| Schiffsverkehr | - | - | - |
| Total | 1'547.4 | 966.2 | 2'513.6 |
| Veränderung durch neue Berechnungsmethode in % | Personenverkehr | Güterverkehr | Total |
| Strassenverkehr | 38.1% | 40.1% | 38.8% |
| Schienenverkehr | 49.8% | 43.2% | 45.6% |
| Luftverkehr | 35.6% | 41.5% | 36.0% |
| Schiffsverkehr | - | - | - |
| Total | 39.0% | 40.9% | 39.7% |
| Veränderung durch neue Berechnungsmethode in Mio. CHF | Personenverkehr | Güterverkehr | Total |
| Strassenverkehr | 362.0 | 206.2 | 568.3 |
| Schienenverkehr | 50.3 | 72.6 | 122.8 |
| Luftverkehr | 22.3 | 1.6 | 23.8 |
| Schiffsverkehr | - | - | - |
| Total | 434.5 | 280.3 | 714.9 |

¹¹² Im Luftverkehr fallen die Kosten durch Belästigungen somit auch nach den vorgenommenen Anpassungen höher aus als die lärmbedingten Gesundheitskosten.

c) Unfälle

Soziale Unfallkosten

Bei den sozialen Unfallkosten sind wie oben bei den Unfallkosten für die bfu folgende Anpassungen festzustellen:

- Die immateriellen Kosten der Leicht- bis Schwerverletzten nehmen um 83% zu, diejenigen der Invaliden um 101% und jene für die Todesfälle um 123%.
- Der Bruttoproduktionsausfall fällt um gut 500% höher als der Nettoproduktionsausfall (dies gilt für alle Verletzungsschweren).

Damit nehmen die gesamten Unfallkosten um 69% von 12.1 auf 20.5 Mrd. CHF zu (vgl. folgende Abbildung). Dies ist vor allem auf den Strassenverkehr zurückzuführen, der von 12.0 auf 20.4 Mrd. CHF steigt. Im Schienen- und Schiffsverkehr nehmen die Kosten „lediglich“ um ca. 32% zu, im Luftverkehr um 63%, weil bei diesen Verkehrsträgern (etwas weniger beim Luftverkehr) die unveränderten Sachschäden, Polizei- und Rechtsfolgekosten bedeutender sind und damit die Zunahme bei den Personenschäden weniger ins Gewicht fällt.

Abbildung 5-5: Vergleich der sozialen Unfallkosten im Jahr 2010 nach bisheriger und neuer Berechnungsweise

| Bericht 2010 | Personenverkehr | Güterverkehr | Total |
|--|-----------------|----------------|-----------------|
| Strassenverkehr | 11'295.6 | 709.2 | 12'004.8 |
| Schienenverkehr | 35.8 | 40.5 | 76.4 |
| Luftverkehr | 25.4 | 4.2 | 29.6 |
| Schiffsverkehr | 0.1 | 1.6 | 1.7 |
| Total | 11'356.9 | 755.6 | 12'112.5 |
| Angepasste Ergebnisse 2010 (in Mio. CHF) | Personenverkehr | Güterverkehr | Total |
| Strassenverkehr | 19'253.8 | 1'107.8 | 20'361.6 |
| Schienenverkehr | 46.2 | 55.9 | 102.2 |
| Luftverkehr | 43.7 | 4.5 | 48.2 |
| Schiffsverkehr | 0.2 | 2.1 | 2.3 |
| Total | 19'343.9 | 1'170.4 | 20'514.3 |
| Veränderung durch neue Berechnungsmethode in % | Personenverkehr | Güterverkehr | Total |
| Strassenverkehr | 70.5% | 56.2% | 69.6% |
| Schienenverkehr | 29.1% | 38.0% | 33.8% |
| Luftverkehr | 72.2% | 7.2% | 62.9% |
| Schiffsverkehr | 52.8% | 28.5% | 30.4% |
| Total | 70.3% | 54.9% | 69.4% |
| Veränderung durch neue Berechnungsmethode in Mio. CHF | Personenverkehr | Güterverkehr | Total |
| Strassenverkehr | 7'958.2 | 398.6 | 8'356.7 |
| Schienenverkehr | 10.4 | 15.4 | 25.8 |
| Luftverkehr | 18.3 | 0.3 | 18.6 |
| Schiffsverkehr | 0.1 | 0.5 | 0.5 |
| Total | 7'987.0 | 414.7 | 8'401.7 |

Dabei werden im Strassenverkehr 89% der zusätzlichen Kosten durch den höheren VLYL verursacht, die verbleibenden 11% ergeben sich durch den Wechsel vom Netto- auf den Bruttoproduktionsausfall (im Schienenverkehr ist der VLYL für 80% verantwortlich, im Luftverkehr für 79% und im Schiffsverkehr für 83%).

Im Strassenverkehr werden die hier berechneten sozialen Unfallkosten und die volkswirtschaftlichen Unfallkosten für die bfu (vgl. Kapitel 5.2.1) nach derselben Methodik ermittelt. Trotzdem sind bei einem Vergleich der Ergebnisse Unterschiede (20.4 versus 17.6 Mrd. CHF) zu erkennen, die sich wie folgt erklären lassen:¹¹³ Hier bzw. für das ARE werden im Strassenverkehr auch die Unfälle im Langsamverkehr miteinbezogen, die bei der bfu teilweise in den Sport-, Haus- und Freizeitunfällen enthalten sind. Zudem wird in den beiden Studien nicht von derselben Anzahl Todesopfer ausgegangen (ARE: Unfälle auf Schweizer Strassen (inkl. Unfälle von Ausländern) versus bfu: Unfälle der Schweizer Wohnbevölkerung (auch im Ausland)).

Externe Unfallkosten aus Sicht Verkehrsträger

Aus Sicht Verkehrsträger werden die externen Unfallkosten durch die in diesem Bericht vorgeschlagenen Anpassung nicht tangiert, d.h. sie bleiben unverändert (vgl. folgende Abbildung). Dies ist wie folgt zu erklären:

Abbildung 5-6: Externe Unfallkosten im Jahr 2010 gemäss bisheriger und neuer Berechnungsweise

| in Mio. CHF | Personenverkehr | Güterverkehr | Total |
|-----------------|-----------------|--------------|----------------|
| Strassenverkehr | 1'772.0 | 71.3 | 1'843.3 |
| Schienenverkehr | 2.0 | 2.4 | 4.4 |
| Luftverkehr | 1.7 | 0.0 | 1.8 |
| Schiffsverkehr | 0.0 | 0.1 | 0.1 |
| Total | 1'775.7 | 73.9 | 1'849.5 |

- Der Eigenkonsum wurde bisher als Teil der immateriellen Kosten angesehen. Der Wechsel vom Netto- zum Bruttoproduktionsausfall hat somit zur Folge, dass der externe Eigenkonsum neu als externer Bruttoproduktionsausfall zu betrachten ist und nicht mehr als externe immaterielle Kosten. Der Nettoproduktionsausfall bleibt unverändert und ist weiterhin extern. Dazu ist neu der externe Eigenkonsum zu zählen, der den Transferzahlungen der Unfall-, Kranken- und Sozialversicherungen für die Abdeckung des Erwerbsausfalls entspricht (vgl. nachstehenden Abschnitt).
- Die Erhöhung der immateriellen Kosten (höherer VLYL und höhere immaterielle Kostenätze nach Verletzungsschweren) hat keinen Einfluss auf die externen Kosten, denn diese

¹¹³ Niemann et al. (2015), Nichtberufsunfälle in der Schweiz, S. 86-87.

werden nicht über Zahlungsbereitschaften bestimmt, sondern über Transferzahlungen der Unfall-, Kranken- und Sozialversicherungen sowie Regresszahlungen der Motorhaftpflichtversicherungen.¹¹⁴ Diese Transferzahlungen beziehen sich alle auf den Eigenkonsum bzw. den Erwerbsausfall, der bisher als Teil der immateriellen Kosten angesehen wurde, aber neu wie beschrieben Teil des Bruttoproduktionsausfalls ist. Damit sind die externen immateriellen Kosten neu gleich Null, hingegen nehmen die externen immateriellen Produktionsausfälle um denselben Betrag zu, wie die immateriellen externen Kosten abnehmen.

Aus Sicht Verkehrsteilnehmende ist ein Teil der immateriellen Kosten extern, nämlich diejenigen, die von den nicht-unfallverursachenden Unfallopfern getragen werden. Deshalb steigen die externen Kosten aus Sicht Verkehrsteilnehmende mit dem neuen VOSL an.¹¹⁵ Im Rahmen des vorliegenden Projektes war es jedoch nicht möglich, dies quantitativ zu beziffern.

d) Gesundheitsnutzen im Langsamverkehr

Auch im Bereich der sozialen Gesundheitsnutzen im Langsamverkehr nehmen die immateriellen Kosten der verlorenen Lebensjahre mit dem VLYL um 123% zu und die Produktionsausfälle um 506%. Damit nehmen die gesamten sozialen Gesundheitsnutzen im Langsamverkehr um 122% zu (vgl. folgende Abbildung). Ging man bisher von Nutzen von 12.3 Mrd. CHF aus, erreicht die Neuberechnung 27.3 Mrd. CHF oder 15.0 Mrd. CHF mehr.

Abbildung 5-7: Vergleich der Gesundheitsnutzen im Langsamverkehr im Jahr 2010 nach bisheriger und neuer Berechnungsweise

| Bericht 2010 (in Mio. CHF) | Soziale Nutzen | | | Externe Nutzen | | |
|---|----------------|-----------------|-----------------|----------------|--------------|----------------|
| | Velo | Fuss | Total | Velo | Fuss | Total |
| Gewonnene Lebensjahre | 3'486.2 | 8'043.3 | 11'529.5 | 235.8 | 565.3 | 801.1 |
| Verhinderte Krankheitsfälle | 246.6 | 538.3 | 784.8 | 152.7 | 326.9 | 479.6 |
| Total | 3'732.8 | 8'581.6 | 12'314.4 | 388.5 | 892.2 | 1'280.7 |
| Angepasste Ergebnisse 2010 (in Mio. CHF) | Velo | Fuss | Total | Velo | Fuss | Total |
| Gewonnene Lebensjahre | 8'008.6 | 18'349.7 | 26'358.2 | 235.8 | 565.3 | 801.1 |
| Verhinderte Krankheitsfälle | 296.8 | 634.9 | 931.7 | 152.7 | 326.9 | 479.6 |
| Total | 8'305.4 | 18'984.6 | 27'290.0 | 388.5 | 892.2 | 1'280.7 |
| Veränderung durch neue Berechnungsmethode in % | Velo | Fuss | Total | Velo | Fuss | Total |
| Gewonnene Lebensjahre | 129.7% | 128.1% | 128.6% | 0.0% | 0.0% | 0.0% |
| Verhinderte Krankheitsfälle | 20.4% | 18.0% | 18.7% | 0.0% | 0.0% | 0.0% |
| Total | 122.5% | 121.2% | 121.6% | 0.0% | 0.0% | 0.0% |
| Veränderung durch neue Berechnungsmethode in Mio. CHF | Velo | Fuss | Total | Velo | Fuss | Total |
| Gewonnene Lebensjahre | 4'522.4 | 10'306.4 | 14'828.7 | - | - | - |
| Verhinderte Krankheitsfälle | 50.2 | 96.7 | 146.9 | - | - | - |
| Total | 4'572.6 | 10'403.0 | 14'975.6 | - | - | - |

¹¹⁴ Ecoplan, Infrac (2008), Externe Kosten des Verkehrs in der Schweiz, S. 413-427.

¹¹⁵ Damit steigen auch die externen Kosten aus Sicht Verkehrsart Schwerverkehr, die sich als gewichteter Durchschnitt aus Sicht Verkehrsträger und Sicht Verkehrsteilnehmende ergeben (Ecoplan, Infrac (2008), Externe Kosten des Verkehrs in der Schweiz, S. 431).

Dabei werden 92% der zusätzlichen Kosten durch den höheren VLYL verursacht und die verbleibenden 8% durch den Wechsel vom Netto- auf den Bruttoproduktionsausfall.

Wie bei den Unfallkosten verändern sich hingegen die externen Gesundheitsnutzen nicht. Wiederum gibt es lediglich eine Verschiebung des externen Eigenkonsums von den externen immateriellen Nutzen zu den externen Bruttoproduktionsausfällen.

e) Übersicht über Ergebnisse

Soziale Effekte

Werden die gesamten sozialen Effekte über alle Bereiche (Gesundheit Luft, Gebäude Luft, Ernteauffälle Luft, Waldschäden Luft, Biodiversitätsverluste Luft, Lärm, Klima, Natur und Landschaft, Bodenschäden, vor- und nachgelagerte Prozesse, Unfälle, städtische Räume, Gesundheitsnutzen Langsamverkehr, die mehrheitlich unverändert sind) zusammengezählt, ergeben sich die Resultate in den folgenden beiden Abbildungen: Die gesamten sozialen Kosten des Verkehrs nehmen um 53% zu. Ging man bisher von Kosten von 20.6 Mrd. CHF aus, erreicht

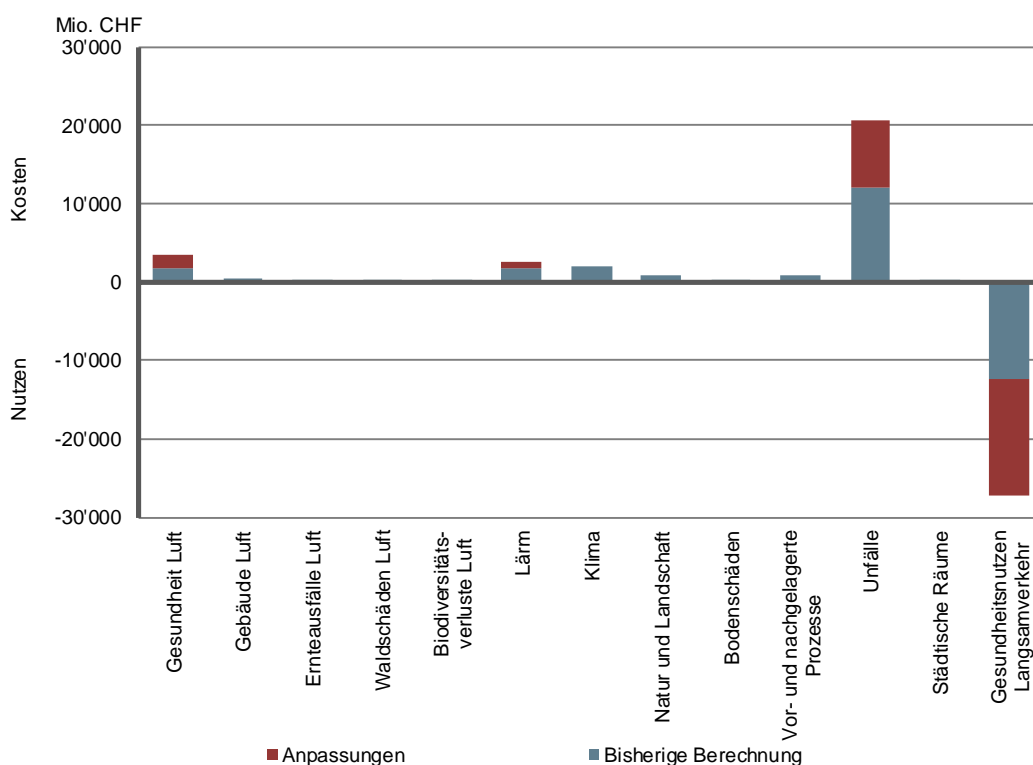
Abbildung 5-8: Vergleich der gesamten sozialen Effekte des Verkehrs im Jahr 2010 nach bisheriger und neuer Berechnungsweise

| Bericht 2010 (in Mio. CHF) | Personenverkehr | Güterverkehr | Total |
|--|------------------------|---------------------|----------------|
| Strassenverkehr | 16'375 | 2'433 | 18'807 |
| Schienenverkehr | 444 | 355 | 799 |
| Luftverkehr | 900 | 85 | 985 |
| Schiffsverkehr | 31 | 29 | 60 |
| Total | 17'750 | 2'901 | 20'651 |
| Gesundheitsnutzen Langsamverkehr | -12'314 | - | -12'314 |
| Angepasste Ergebnisse 2010 (in Mio. CHF) | Personenverkehr | Güterverkehr | Total |
| Strassenverkehr | 25'787 | 3'424 | 29'211 |
| Schienenverkehr | 619 | 511 | 1'130 |
| Luftverkehr | 977 | 90 | 1'067 |
| Schiffsverkehr | 48 | 41 | 89 |
| Total | 27'431 | 4'067 | 31'497 |
| Gesundheitsnutzen Langsamverkehr | -27'290 | - | -27'290 |
| Veränderung durch neue Berechnungsmethode in % | Personenverkehr | Güterverkehr | Total |
| Strassenverkehr | 57.5% | 40.8% | 55.3% |
| Schienenverkehr | 39.3% | 43.9% | 41.3% |
| Luftverkehr | 8.6% | 6.5% | 8.4% |
| Schiffsverkehr | 53.8% | 44.4% | 49.3% |
| Total | 54.5% | 40.2% | 52.5% |
| Gesundheitsnutzen Langsamverkehr | 121.6% | - | 121.6% |
| Veränderung durch neue Berechnungsmethode in Mio. CHF | Personenverkehr | Güterverkehr | Total |
| Strassenverkehr | 9'412 | 992 | 10'404 |
| Schienenverkehr | 175 | 156 | 330 |
| Luftverkehr | 77 | 5 | 82 |
| Schiffsverkehr | 17 | 13 | 29 |
| Total | 9'681 | 1'166 | 10'846 |
| Gesundheitsnutzen Langsamverkehr | -14'976 | - | -14'976 |

die Neuberechnung 31.5 Mrd. CHF oder 10.8 Mrd. CHF mehr. Dies ist auf die Zunahme der Unfallkosten (+8.4 Mrd. CHF) sowie der Kosten der Luftbelastung (+1.7 Mrd. CHF) und des Lärms (+0.7 Mrd. CHF) zurückzuführen.

Im Strassenverkehr steigen die sozialen Kosten um 55% auf 29.2 Mrd. CHF, im Schienenverkehr um 41% auf 1.13 Mrd. CHF, im Luftverkehr um 8% auf 1.07 Mrd. CHF und im Schiffsverkehr um 49% auf 0.09 Mrd. CHF. Betrachtet man den Langsamverkehr genauer, findet man soziale Kosten von 8.0 Mrd. CHF (davon 7.9 Mrd. CHF Unfallkosten), denen hingegen soziale Gesundheitsnutzen von 27.3 Mrd. CHF gegenüberstehen, was einen Nutzenüberschuss von 19.3 Mrd. CHF ergibt.

Abbildung 5-9: Vergleich der gesamten sozialen Effekte des Verkehrs im Jahr 2010 nach bisheriger und neuer Berechnungsweise



Externe Effekte

Bei den externen Effekten aus Sicht Verkehrsträger erhöhen sich nur die Gesundheitskosten der Luft- und Lärmbelastung um 1.7 bzw. 0.7 Mrd. CHF (die Unfallkosten und die Gesundheitsnutzen bleiben jedoch unverändert). Dadurch steigen die gesamten externen Kosten des Verkehrs (abzüglich LSVA beim Strassenverkehr) um 26% von 9.4 auf 11.8 Mrd. CHF. Die Gesundheitskosten durch Luft- und Lärmbelastung werden mit den empfohlenen Anpassungen zu den bedeutendsten Umwelteffekten (vgl. Abbildung 5-11).

Im Strassenverkehr steigen die externen Kosten um 27% auf 9.7 Mrd. CHF, im Schienenverkehr um 42% auf 1.03 Mrd. CHF, im Luftverkehr um 7% auf 0.98 Mrd. CHF und im Schiffsverkehr um 50% auf 0.09 Mrd. CHF.

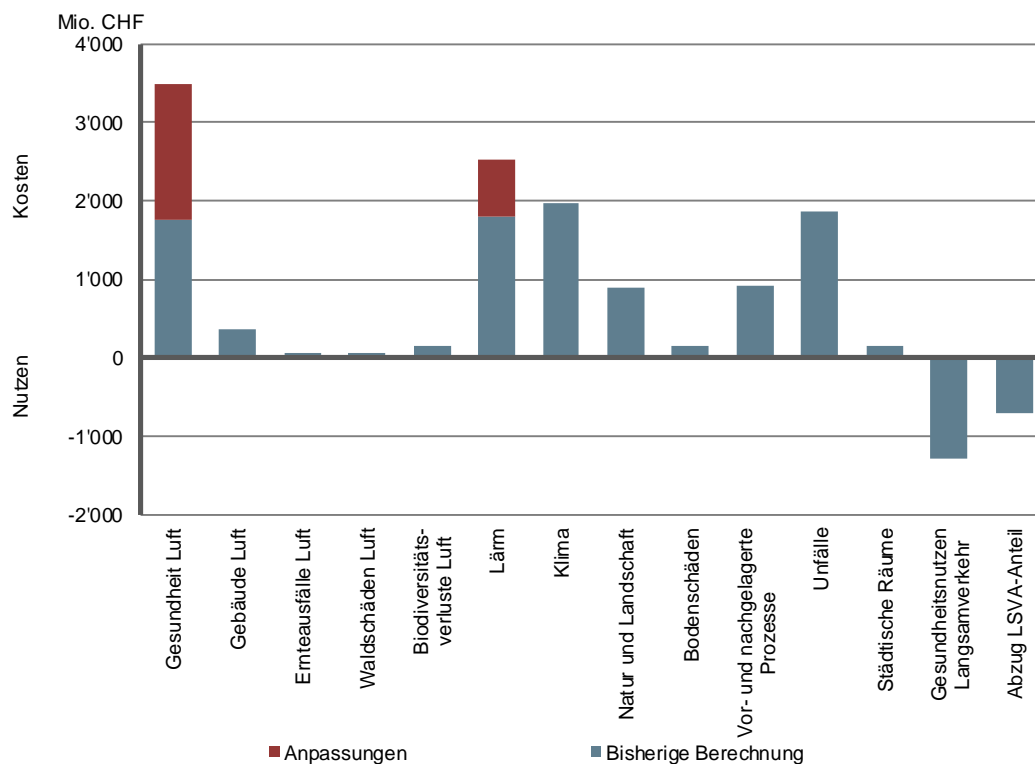
Betrachtet man den Langsamverkehr genauer, erkennt man, dass sich gegenüber den bisherigen Berechnungen keine Veränderungen ergeben: Weiterhin stehen den externe Kosten von 0.90 Mrd. CHF (davon 0.86 Mrd. CHF Unfallkosten) soziale Gesundheitsnutzen von 1.28 Mrd. CHF gegenüber, was einem Nutzenüberschuss von 0.38 Mrd. CHF entspricht.

Abbildung 5-10: Vergleich der gesamten externen Effekte des Verkehrs (aus Sicht Verkehrsträger) im Jahr 2010 nach bisheriger und neuer Berechnungsweise

| Bericht 2010 (in Mio. CHF) | Personenverkehr | Güterverkehr | Total |
|--|-----------------|--------------|---------------|
| Strassenverkehr | 6'619 | 1'045 | 7'664 |
| Schienenverkehr | 410 | 317 | 727 |
| Luftverkehr | 842 | 77 | 919 |
| Schiffsverkehr | 31 | 27 | 57 |
| Total | 7'901 | 1'466 | 9'367 |
| Angepasste Ergebnisse 2010 (in Mio. CHF) | Personenverkehr | Güterverkehr | Total |
| Strassenverkehr | 8'073 | 1'638 | 9'711 |
| Schienenverkehr | 575 | 457 | 1'032 |
| Luftverkehr | 900 | 82 | 983 |
| Schiffsverkehr | 47 | 39 | 86 |
| Total | 9'595 | 2'217 | 11'812 |
| Veränderung durch neue Berechnungsmethode in % | Personenverkehr | Güterverkehr | Total |
| Strassenverkehr | 22.0% | 56.7% | 26.7% |
| Schienenverkehr | 40.0% | 44.3% | 41.9% |
| Luftverkehr | 7.0% | 6.7% | 6.9% |
| Schiffsverkehr | 54.4% | 45.7% | 50.3% |
| Total | 21.4% | 51.2% | 26.1% |
| Veränderung durch neue Berechnungsmethode in Mio. CHF | Personenverkehr | Güterverkehr | Total |
| Strassenverkehr | 1'454 | 593 | 2'047 |
| Schienenverkehr | 164 | 140 | 305 |
| Luftverkehr | 59 | 5 | 64 |
| Schiffsverkehr | 17 | 12 | 29 |
| Total | 1'694 | 751 | 2'445 |

Externe Gesundheitsnutzen unverändert bei 1'281 Mio. CHF.

Abbildung 5-11: Vergleich der gesamten externen Effekte des Verkehrs (aus Sicht Verkehrsträger) im Jahr 2010 nach bisheriger und neuer Berechnungsweise



6 Anhang B: Verwendete VOSL in anderen Ländern und anderen Politikbereichen

Im folgenden Anhang wird ein Überblick über verschiedene VOSL-Werte gegeben, wie sie heute in internationalen und nationalen Studien verwendet werden. Dabei betrachten wir vor allem Europa (Werte für ganz Europa in Kapitel 6.1, Werte für einzelne europäische Länder in Kapitel 6.2), blicken aber auch kurz auf Nordamerika (Kapitel 6.3) und auf andere Politikbereiche in der Schweiz (Kapitel 6.4).

6.1 Verwendete VOSL-Werte für ganz Europa

Der oberste Teil der folgenden Abbildung 6-1 enthält eine Zusammenstellung von VOSL-Werten, wie sie für die Anwendung in gesamteuropäischen Kontext empfohlen werden. Bei einem Vergleich dieser Angaben mit dem neuen Schweizer Wert von 6.2 Mio. CHF (bzw. 4.5 Mio. €, Faktorpreise 2010) gilt es sowohl die Einkommenssituation wie auch die Kaufkraftparität zu

beachten. So liegt z.B. das Schweizer BIP pro Kopf um 37% über dem durchschnittlichen europäischen BIP pro Kopf (für die EU27 – vgl. Anhang C) und die Kaufkraftparität liegt 55% über dem europäischen Mittel.¹¹⁶

Nachstehend gehen wir auf einzelne, ausgewählte Werte für ganz Europa kurz ein:

- Ricardo AEA et al. (2014 – Studie im Auftrag der European Commission) empfehlen einen Wert von 1.9 Mio. € für Strassenverkehrsunfälle. Dieser Wert beruht auf HEATCO und damit auf derselben Basis, die dem bisherigen Schweizer Wert zugrunde lag. Für den Bereich

Abbildung 6-1: Übersicht über verschiedene VOSL-Werte

| Studie | Jahr | Land | Bereich | VOSL Quelle | OECD berücksichtigt? |
|---|------|-------------|---------------------|---|----------------------|
| VOSL-Werte für ganz Europa | | | | | |
| ExternE (S. 44, 146, 147) | 2005 | Europa | Luftbelastung | 1 Mio. € eigene Studie | vor OECD publiziert |
| HEIMTSA | 2011 | Europa | Gesundheit | 1.65 Mio. € Alberini 2006 | vor OECD publiziert |
| Ricardo AEA et al. (S. 21) | 2014 | Europa | Unfälle Strasse | 1.9 Mio. € HEATCO | ja |
| Ricardo AEA et al. (S. 34) | 2014 | Europa | Luftbelastung | 1.65 Mio. € HEIMTSA | ja |
| WHO HEAT (S. 27, 32) | 2014 | Europa | Gesundheitsnutzen | 3.4 Mio. € OECD | ja |
| VOSL-Werte für einzelne europäische Länder | | | | | |
| Sachstandspapier Luft (S. 36-37) | 2012 | Deutschland | Luftbelastung | 1.65 Mio. € HEIMTSA | vor OECD publiziert |
| Intraplan et al. (S. 162) | 2014 | Deutschland | Unfälle Strasse | 1.3 Mio. € HEATCO | nein |
| Österreichischer Verkehrssicherheitsfonds (S. 39) | 2012 | Österreich | Unfälle Strasse | 2.32 Mio € HEATCO | vor OECD publiziert |
| Commissariat général é la stratégie et à la prospective (S. 21) | 2013 | Frankreich | alle Bereiche | 3.0 Mio. € OECD | ja |
| Department for Transport | 2012 | England | Unfälle Strasse | 1.1 Mio £ Charty et al. ~ 1.4 Mio € (1999) | nein |
| Department for Transport (und Goodbody 2002) | 2007 | Irland | Unfälle Strasse | 1.3 Mio € (2002) UK bzw. Charty et al. (1999) | vor OECD publiziert |
| SMOV-Report S. 14 | 2014 | Niederlande | Unfälle Strasse | 2.0 Mio. € eigene Studie | ja |
| Norwegian Ministry of Finance (S. 49) | 2012 | Norwegen | alle Bereiche | 30 Mio NOK eigene Studie ~ 4.0 Mio € (2012) und OECD | ja |
| Trafikverket (Kapitel 20, S. 19 und Kapitel 9, S. 4) | 2015 | Schweden | Unfälle Strasse | 22.3 Mio. SEK eigene Studie ~ 2.4 Mio € | nein |
| Abellan Perpignan et al. (2011) | 2011 | Spanien | Unfälle Strasse | 1.3 Mio € eigene Studie | nein |
| VOSL-Werte für Nordamerika | | | | | |
| US Department of Transport | 2014 | USA | alle Bereiche | 9.1 Mio. US-\$ ~6.9 Mittelwert aus Mio. € 9 Studien | nein |
| Chestnut, L. G. & P. de Civita | 2009 | Canada | alle Bereiche | 6.5 Mio. Can-\$ Mittelwert mehrerer Studien ~4.1 Mio. € | nein |
| VOSL-Werte für andere Politikbereiche in der Schweiz | | | | | |
| BUWAL ¹ | 1999 | Schweiz | Lawinenschutz | 10 Mio. CHF unklar | nein |
| ZHW ¹ | 2006 | Schweiz | Gesundheit | 3-10 Mio. CHF Metaanalyse | nein |
| PLANAT, S. 43 | 2009 | Schweiz | Naturgefahren | 5 Mio. CHF Festlegung | nein |
| Norm SIA 269 | 2011 | Schweiz | Erhaltung Tragwerke | 5 Mio. CHF Festlegung | nein |
| Normentwurf SIA 269/8 ² | 2014 | Schweiz | Erdbeben | 10 Mio. CHF Festlegung | nein |
| ASTRA, S. 138 | 2014 | Schweiz | Tunnelrisiken | 5 Mio. CHF PLANAT | nein |

¹ Zitiert in Heim (2015, Wie viel ist uns unser Leben wert? S. 27-28). ² Auskunft von Herrn Wenk (Mitglied der Begleitgruppe der B,S,S.-Studie).

¹¹⁶ Die verwendeten Daten basieren wie die Umrechnung für die EU27-Länder in Anhang C auf den Daten der Weltbank (heruntergeladen am 12.10.2015).

Luftbelastung wird der etwas tiefere Werte von 1.65 Mio. € aus dem EU-Projekt HEIMTSA übernommen. Eine Diskussion, ob es sinnvoll ist, nach Unfall- bzw. Umweltbereich unterschiedliche Werte zu verwenden, wird nicht geführt.¹¹⁷

- Die WHO betreibt das Berechnungstool HEAT (Health Economic Assessment Tool), mit dessen Hilfe die positiven Gesundheitseffekte des Langsamverkehrs ermittelt werden können. Der in HEAT verwendete VOSL beruht auf dem OECD-Wert für die EU27 und wird für den länderspezifischen Einsatz des Tools auf alle Länder Europas umgerechnet. Der Durchschnittswert für die EU27 beträgt 3.4 Mio. € (2011, Marktpreise), was wie in Kapitel 2.2.2 gezeigt 8.2 Mio. CHF (2010, Faktorpreise) für die Schweiz entspricht. Der im vorliegenden Bericht vorgeschlagene Wert von 6.2 Mio. CHF beruht auf der Empfehlung der OECD für OECD-Länder, der Wert der WHO auf der Empfehlung der OECD für die EU27 (vgl. Kapitel 2.2.2).
- In HEIMTSA und Ricardo AEA et al. wird zudem empfohlen, für Kinder einen 1.5-mal höheren VOSL zu verwenden.

In den in Abbildung 6-1 dargestellten EU-Studien werden auch Werte zum VLYL empfohlen: Die Empfehlungen betragen 40'000 € (NEEDS 2006), 50'000 € (ExternE 2005) und 60'000 bis 90'000 € (HEIMTSA 2011). In Ricardo AEA et al. (2014, S. 34) wird für akute Todesfälle der VOSL empfohlen, für chronische Todesfälle der VLYL von 43'000 €¹¹⁸.

6.2 VOSL-Werte für einzelne europäische Länder

Der zweite Teil von Abbildung 6-1 enthält Angaben zu einzelnen europäischen Ländern (für die Länder Belgien, Dänemark, Finnland, Italien, Luxemburg und Portugal konnten keine Ergebnisse gefunden werden):

- **Deutschland:** Im deutschen Sachstandspapier zur Luftbelastung wird der Wert von HEIMTSA von 1.65 Mio. € zitiert. Daneben werden aber auch VLYL-Werte aus den oben erwähnten europäischen Studien erwähnt und es wird keine Empfehlung abgegeben, ob der VOSL oder VLYL eingesetzt werden sollte.

Intraplan hat 2014 Empfehlungen für die KNA im Rahmen des deutschen Bundesverkehrswegeplans abgegeben. Bisher wurde im Bundesverkehrswegeplan der VOSL nicht berücksichtigt. Neu wird dessen Berücksichtigung vorgeschlagen, basierend auf den HEATCO-Werten (entspricht bisherigem Schweizer VOSL). Die OECD-Studie war den Autoren offenbar nicht bekannt.

- **Österreich:** In Österreich werden nach wie vor Werte basierend auf HEATCO verwendet.

¹¹⁷ Ricardo AEA et al. (2014) erwähnen zwar die OECD-Studie, verwenden sie jedoch nicht, weil in der Studie keine länderspezifischen Werte angegeben werden. Dieses Argument kann aber nicht überzeugen, weil die OECD-Studie eine genaue Anleitung enthält, wie länderspezifische Werte zu berechnen sind. Da dies allerdings etwas aufwändig ist (vgl. Anhang C), konnte dies offenbar im Rahmen des Projektes nicht durchgeführt werden. Stattdessen wurden die Werte aus HEATCO übernommen, die für einzelne Länder direkt vorliegen.

¹¹⁸ Aus NEEDS übernommen und auf 2010 aktualisiert.

- **Frankreich:** In Frankreich wird für alle Unfall- und Umweltbereiche ein VOSL von 3 Mio. € empfohlen. Dieser Wert basiert auf der neuen OECD-Studie (2012).
- **England (United Kingdom):** In England wird weiterhin ein VOSL verwendet, der auf der Studie Carthy et al. (1999) beruht, d.h. auf derselben Studie, auf der auch der bisherige Schweizer VOSL beruht.
- **Irland:** In Irland wurde der englische VOSL übernommen und mit der Kaufkraftparität auf Irland übertragen.¹¹⁹
- **Niederlande:** Basierend auf einer eigenen, niederländischen Studie wird in den Niederlanden ein VOSL von 2.0 Mio. € verwendet.
- **Norwegen:** Der norwegische VOSL von 30 Mio. NOK (ca. 4.0 Mio. €) basiert auf einer norwegischen Studie zum VOSL, wurde aber aufgrund der OECD (2012)-Studie erhöht. Der neue Wert wird in allen Unfall- und Umweltbereichen angewendet. Für Kinder wird ein doppelt so hoher VOSL empfohlen.¹²⁰
- **Schweden:** Der schwedische VOSL von umgerechnet 2.4 Mio. € beruht auf einer schwedischen Studie.
- **Spanien:** Basierend auf einer spanischen Studie aus dem Jahr 2011 (im Auftrag der spanischen Generaldirektion für Verkehr) wird ein VOSL von 1.3 Mio. € verwendet.

Zusammenfassend kann also festgehalten werden,

- dass einige Länder denselben VOSL verwenden wie die Schweiz bisher (Deutschland, Österreich, England, Irland)¹²¹
- dass einige Ländern sich auf länderspezifische Studien abstützen (Niederlande, Schweden, Spanien) und
- dass Frankreich die OECD-Studie bereits übernommen hat und Norwegen das Ergebnis der norwegischen Studie aufgrund der OECD-Studie nach oben korrigiert hat.

6.3 VOSL-Werte für Nordamerika

In den USA wird im Gegensatz zu Europa nicht auf Zahlungsbereitschaftsstudien abgestellt, sondern auf Studien, die den Einfluss des Risikos am Arbeitsplatz auf den Lohn untersuchen (sogenannte wage-risk-Studien). Basierend auf neun solchen Studien wird in den USA momentan ein Wert von 9.2 Mio. US\$ verwendet (6.9 Mio. €).

In Kanada wird mit umgerechnet 4.1 Mio. € ein etwas tieferer VOSL verwendet, der teilweise auf Zahlungsbereitschaftsstudien beruht und teilweise auf Arbeitsmarkt-Studien (wie in den USA).

¹¹⁹ Goodbody Economic Consultants (2002), Cost benefit parameters and application rules for transport project appraisal, Kapitel C4.2 und C4.3.

¹²⁰ Ministry of Finance (2012), Valuation of life and health, S. 46 und 49.

¹²¹ Der Wert aus HEATCO, auf welchen sich Deutschland und Österreich abstützen, basiert letztlich ebenfalls auf Carthy et al. (1999) bzw. der Grundlage für England und Irland.

6.4 VOSL-Werte für andere Politikbereiche in der Schweiz

Schliesslich werden im untersten Teil der Abbildung 6-1 noch einige VOSL dargestellt, die in der Schweiz in anderen Politikbereichen zur Anwendung kommen. In den Bereichen Lawinenschutz, Gesundheit, Naturgefahren, Erhaltung Tragwerke, Erdbeben und Tunnelrisiken werden in der Schweiz Werte zwischen 3 und 10 Mio. CHF eingesetzt, wobei insbesondere 5 und 10 Mio. CHF relativ häufig zur Anwendung kommen.¹²² Die verwendeten Werte in diesen Politikbereichen stützen sich auf andere Grundlagen ab, die nicht aus den europäischen Studien zur Bestimmung von Zahlungsbereitschaften im Unfall- und Umweltbereich stammen.

7 Anhang C: Umrechnung der Ergebnisse der OECD-Studie in CHF

Wie in Kapitel 2.2.2 erläutert empfiehlt die OECD einen VOSL von 3.01 Mio. \$ für die OECD-Länder bzw. 3.61 Mio. \$ für die EU27. Diese Werte sollen in diesem Anhang in CHF umgerechnet werden.

Für die Umrechnung der Basiswerte (in US\$ im Jahr 2005) in länderspezifische VOSL empfiehlt die OECD ein einheitliches Verfahren. Die Berechnungsformel ist nachstehend für die Schweiz und die Preisbasis 2010 dargestellt, wobei wir zuerst den Wert für die OECD-Länder umrechnen:^{123, 124}

$$\begin{aligned} \text{VOSL}_{\text{CH, 2010 (CHF)}} &= \text{VOSL}_{\text{OECD, 2005, USD}} * \left(\frac{Y_{\text{CH, 2005}}}{Y_{\text{OECD, 2005}}}\right)^{0.8} * \text{PPP}_{2005} \\ &\quad * (1 + \% \Delta P_{2005-2010}) * (1 + \% \Delta Y_{2005-2010})^{0.8} \\ &= 3.013 \text{ Mio. \$} * (36'648 \text{ \$} / 30'055 \text{ \$})^{0.8} * 1.74 \text{ CHF} / \$ * 1.045 * 1.063^{0.8} \end{aligned}$$

$\text{VOSL}_{\text{OECD, 2005, USD}}$ = Basiswert der OECD von 3.013 Mio. US\$

$Y_{\text{CH, 2005}}$ = Reales BIP pro Kopf in der Schweiz in Kaufkraftparität 2005

$Y_{\text{OECD, 2005}}$ = Durchschnittliches reales BIP pro Kopf in der OECD in Kaufkraftparität 2005

¹²² BUWAL (1999) rechnet auch mit 5 und 20 Mio. CHF, empfiehlt aber einen mittleren Wert von 10 Mio. CHF.

¹²³ OECD (2012), Mortality Risk Valuation in Environment, Health and Transport Policies, S.138-139. Die verwendeten Daten basieren auf den Daten der OECD bzw. des BFS (Inflation und Wachstum reales BIP). Die Formeln gelten natürlich analog auch für jedes andere Land und Jahr.

¹²⁴ Aus der Metaanalyse in der OECD-Studie ergaben sich keine weiteren länderspezifische Faktoren, welche nebst dem Unterschied im Einkommen für die Übertragung zusätzlich berücksichtigt werden sollten (selbst die Unterscheidung zwischen OECD- und Nicht-OECD-Ländern hat sich als nicht signifikant erwiesen – OECD, S. 60). Dies bedeutet, dass es für die Übertragung des OECD-Basiswertes auf ein bestimmtes Land ausreicht, nur die Unterschiede im BIP zu korrigieren. Zudem sind selbstverständlich die Unterschiede in der Kaufkraftparität zu berücksichtigen, da diese angewendet wurde, um die Studienergebnisse der einzelnen Studien in US\$ umzurechnen bevor die Metaanalyse durchgeführt wurde.

0.8 = Einkommenselastizität des VOSL, die sich aus den OECD-Schätzungen ergibt¹²⁵

PPP₂₀₀₅ = Mit der Kaufkraftparität angepasster Wechselkurs 2005

(1 + %ΔP₂₀₀₅₋₂₀₁₁) = Inflation in der Schweiz zwischen 2005 und 2010

(1 + %ΔY₂₀₀₅₋₂₀₁₁) = Wachstum des realen BIP pro Kopf in der Schweiz von 2005 bis 2010¹²⁶

Mit dieser Berechnung ergibt sich für die Schweiz im Jahr 2010 ein VOSL von 6.75 Mio. CHF. Wie bei B,S,S. wird das Ergebnis auch hier in Marktpreisen angegeben. Vor der Anwendung in der Praxis muss das Ergebnis deshalb ebenfalls in Faktorpreise umgerechnet werden (Division durch 1.0847, vgl. EcoPlan, Infrac (2014), S. 100). Für das Jahr 2010 ergibt sich also ein **VOSL von 6.2 Mio. CHF** (genau 6'227'179 CHF zu Faktorpreisen 2010).

Alternativ könnte auch vom Wert von 3.6 Mio. \$ für die EU27 ausgegangen werden. Dieser kann analog zu oben auf die Schweiz umgerechnet werden:¹²⁷

$$\begin{aligned} \text{VOSL}_{\text{CH, 2010 (CHF)}} &= \text{VOSL}_{\text{EU-27, 2005, USD}} * (Y_{\text{CH, 2005}} / Y_{\text{EU-27, 2005}})^{0.8} * \text{PPP}_{2005} \\ &\quad * (1 + \% \Delta P_{2005-2010}) * (1 + \% \Delta Y_{2005-2010})^{0.8} \\ &= 3.615 \text{ Mio. \$} * (36'964 \$ / 26'921 \$)^{0.8} * 1.74 \text{ CHF} / \$ * 1.045 * 1.063^{0.8} \end{aligned}$$

Dies ergibt für die Schweiz im Jahr 2010 ein VOSL von 8.9 Mio. CHF zu Marktpreisen¹²⁸ bzw. zu Faktorpreisen einen **VOSL von 8.2 Mio. CHF** (genau 8'215'595 CHF).

Die Unterschiede zwischen den beiden Ergebnissen sind gross und lassen sich auf folgende «Umrechnungsfaktoren» zurückführen: Bei der Berechnung über den EU27-Wert ist einerseits der Ausgangswert höher (3.615 versus 3.013 Mio. \$) und andererseits erfolgt eine grössere Anpassung über das reale BIP pro Kopf, weil das BIP in der EU27 mit 26'921 \$ tiefer ist als in der OECD mit 30'055 \$ (Anpassungsfaktor inkl. Elastizität von 0.8 beträgt für die EU27 1.29, für die OECD hingegen nur 1.17).

¹²⁵ OECD (2012), Mortality Risk Valuation in Environment, Health and Transport Policies, S. 63-64. Es wird auch eine Sensitivität mit einer Elastizität von 0.4 vorgeschlagen. Diese Unsicherheit ist jedoch im Vergleich zur Ungenauigkeit der Schätzung von ±50% unbedeutend.

¹²⁶ In OECD (2012, Mortality Risk Valuation in Environment, Health and Transport Policies, S. 139) fehlt hier die Potenz 0.8. Auf Seite 138 und 128 wird der Berechnungsweg jedoch im Text korrekt vorgegeben.

¹²⁷ Für die Umrechnung dieses Wertes können nicht mehr Daten der OECD verwendet werden, da die OECD für einige Länder der EU27 keine Daten hat, da diese nicht Mitglied der OECD sind. Stattdessen werden hier Daten der Weltbank verwendet. Der Wert für das reale BIP pro Kopf in der Schweiz weicht in den beiden Datensätzen leicht voneinander ab.

¹²⁸ Die WHO (2014, Health economic assessment tools (HEAT) for walking and for cycling) hat den VOSL der OECD für alle Länder der WHO-Region Europa (inkl. Zentralasien) berechnet: Umgerechnet in € beträgt der Schweizer VOSL 6.4 Mio. €. Die Unterschiede in den länderspezifischen VOSL sind erheblich, sie variieren zwischen 0.1 (Tadschikistan) und 8.2 Mio. € (Luxemburg). Neben Luxemburg erreicht nur Norwegen einen höheren länderspezifischen VOSL als die Schweiz (7.0 Mio. €).

8 Anhang D: Sensitivitätsanalysen für den VOSL

In den bisherigen Berechnungen der externen Effekte für das ARE und der Unfallkosten für die bfu wurde jeweils neben der Hauptrechnung auch eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt. Unter anderem wurde dabei der VOSL halbiert oder verdoppelt (–50%, +100%). Für die bfu wurde zudem untersucht, wie stark sich die Unfallkosten vermindern, wenn für die Leichtverletzten nur ein 10-mal tieferer immaterieller Kostensatz verwendet wird.

Angesichts des neu vorgeschlagenen VOSL-Wertes für die Schweiz ist zu überlegen, ob weiterhin Sensitivitätsanalysen durchzuführen sind und falls ja, welche Arten von Sensitivitätsanalysen vorzusehen sind.

Die Durchführung von Sensitivitätsanalysen erachten wir weiterhin als sinnvoll, verbleiben doch trotz den methodischen und empirischen Fortschritten vergleichsweise grosse Unsicherheiten bezüglich des „wahren“ Wertes. Somit ist zu entscheiden, welche Arten von Sensitivitätsanalysen durchzuführen sind. Wir empfehlen hier in drei Punkten Anpassungen / Ergänzungen:

- Die **Bandbreite** der Sensitivitätsanalyse soll neu **±50%** betragen. Konkret bedeutet dies für den **VOSL** einen unteren Wert von **3.1 Mio. CHF** bzw. einen oberen Wert von **9.3 Mio. CHF** zu verwenden. Für den **VLYL** ergeben sich entsprechend Werte von **111'000** bzw. **334'000 CHF**. Folgende Überlegungen führen zu dieser Empfehlung:
 - Die OECD (2012, S. 126) spricht sich für eine Bandbreite von **±50%** aus. Dies entspreche in etwa dem Fehler bei der Übertragung des OECD-Wertes auf ein einzelnes Land.
 - Auch in Kanada wird eine Bandbreite von ca. **±50%** verwendet.¹²⁹ In der übrigen, neueren internationalen Literatur konnten wir keine Schwankungsbreiten finden.¹³⁰
 - Die untere Grenze (–50%) entspricht dabei dem bisherigen Vorgehen in der Schweiz, die obere Bandbreite (+50%) wird hingegen reduziert. Da aber nun der Basiswert deutlich erhöht wird, ist der obere Wert für den VOSL immer noch deutlich höher als bisher (9.3 versus 6.8 Mio. CHF).
 - Die untere Grenze von 3.1 Mio. CHF umfasst auch den bisherigen Wert von 3.4 Mio. CHF. Die obere Grenze von 9.3 Mio. CHF deckt die alternative Umrechnung der Ergebnisse der OECD-Studie basierend auf der EU27 (8.2 Mio. CHF, vgl. Kapitel 2.2.2) ab.
 - Die vorgeschlagene Bandbreite für den VOSL von 3.1 bis 9.3 Mio. CHF kann aber die Ergebnisse der B,S,S.-Studie nicht abdecken: Zwar liegt der für Strassenverkehrsunfälle von B,S,S. ermittelte VOSL von 4.5 Mio. CHF innerhalb der Bandbreiten, aber im Umweltbereich liegen die ermittelten VOSL mit 10.9 (Luftbelastung) bzw. 10.2 Mio. CHF

¹²⁹ Chestnut und de Civita (2009), *Economic Valuation of Mortality Risk Reduction*, S. 4: Es werden Werte von 3.5, 6.5 und 9.5 Mio. Can-\$ empfohlen, was **±46%** entspricht.

¹³⁰ Die in den EU-Projekten UNITE (–50% +67%), IMPACT (–33%, +100) und HEATCO (–67% und +200%) verwendeten Schwankungsbreiten werden in EcoPlan, Infras (2008, *Externe Kosten des Verkehrs in der Schweiz*, S. 103-104) besprochen.

(Lärm) etwas oberhalb der Bandbreite.¹³¹ Eine Erhöhung der oberen Bandbreite scheint aber nicht angezeigt (vgl. auch nächster Punkt).

- Zudem soll wie in Kapitel 3.5 erläutert eine **Sensitivität mit einer Berechnung über den VOSL** bzw. die frühzeitigen Todesfälle statt über den VLYL bzw. die verlorenen Lebensjahre erfolgen. In Kostenbereichen mit einem hohen Durchschnittsalter der Todesopfer (z.B. Umweltbereich, Freizeitunfälle) dürfte dies zu einer grösseren Erhöhung der Kosten führen als die Sensitivität mit +50% (deshalb ist eine Erhöhung der oberen Bandbreite nicht nötig).
- Auf die bisherige **Sensitivität der bfu bei den Leichtverletzten (nur 10% des immateriellen Kostensatzes) kann verzichtet werden**. Denn die Sensitivität mit –50% des VOSL führt zu einer deutlich grösseren Schwankung im Ergebnis als die Sensitivität bei den Leichtverletzten (ca. doppelt so gross¹³²). Zudem beziehen sich die Unsicherheiten nicht auf die Leichtverletzten alleine.

Literaturverzeichnis

Abellán Perpiñán, J.M., Mariínez Pérez, J.E., Méndez Martínez, I. et al. (2011)

El valor monetario de una vida estadística en España. Estimación en el contexto de los accidentes de tráfico. Universidad de Murcia y Universidad Pablo de Olavide de Sevilla.

Online :

<http://www.msssi.gob.es/profesionales/saludPublica/prevPromocion/Lesiones/JornadaD ecenioAccionSeguridadVial/docs/InformeVVEJorgeMartinez.pdf> (18.11.15).

Aldy Joseph E., Viscusi W. Kip (2003)

Age Variation in Workers Value of Statistical Life. NBER Working Paper Nr. 10199.

Online im Internet: <http://www.nber.org/papers/w10199> (30.11.2015).

ARE Bundesamt für Raumentwicklung (2016)

Externe Kosten und Nutzen des Verkehrs in der Schweiz. Strassen-, Schienen-, Luft und Schiffsverkehr 2010-2012. Online im Internet:

<http://www.are.admin.ch/themen/verkehr/00252/00472/index.html?lang=de> (23.3.2016).

ASTRA Bundesamt für Strassen (2014)

Risikokontext für Tunnel der Nationalstrassen. Methodik zur Ermittlung und Bewertung der Risiken in Tunneln. ASTRA Dokumentation 89005. Online:

<http://www.astra.admin.ch/dienstleistungen/00129/00183/01156/index.html?lang=de> (28.10.2015).

B,S,S. (2015)

Monetarisierung des statistischen Lebens im Strassenverkehr. Forschungsauftrag VSS 2011/104 des Schweizerischen Verbandes der Strassen- und Verkehrsfachleute. Basel.

¹³¹ Auch der sehr hohe Wert von 30.6 Mio. CHF im ÖV wird nicht abgedeckt. Dieser ist aber aufgrund des Ankereffektes wenig glaubhaft (und wurde von der Begleitgruppe der B,S,S.-Studie als unplausibel hoch eingestuft – vgl. auch Kapitel 2.1.2). Auch der Wert im Lärmbereich ist stark vom Ankereffekt betroffen und damit wenig glaubhaft.

¹³² Niemann et al. (2015), Nichtberufsunfälle in der Schweiz, S. 82.

BFS Bundesamt für Statistik (2015)

Kosten und Finanzierung des Verkehrs: Jahr 2010. Online:

<http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/news/publikationen.html?publicationID=6553>
(2.12.2015).

Bfu Beratungsstelle für Unfallverhütung (2015)

STATUS 2015, Statistik der Nichtberufsunfälle und des Sicherheitsniveaus in der Schweiz. Online:

http://www.bfu.ch/sites/assets/Shop/bfu_2.265.01_STATUS%202015%20%E2%80%93%20Statistik%20der%20Nichtberufsunf%C3%A4lle%20und%20des%20Sicherheitsniveaus%20in%20der%20Schweiz.pdf (2.12.2015).

Bickel Peter, Hunt Alistair, De Jon Gerard, Laird James, Lieb Christoph, Lindberg Gunnar, Mackie Peter, Navrud Stale, Odgaard Thomas, Shies Jeremy, Tavasszy Lori (2006)
HEATCO D5: Proposal for Harmonized Guidelines. Deliverable 5 of HEATCO
(Developing Harmonized European Approaches for Transport Costing and Project Assessment).

Boiteux, M., Baumstark L. (2001)

Transports : Choix des investissements et coût des nuisances. Commissariat général au Plan, Paris. Online : <http://www.ladocumentationfrancaise.fr/var/storage/rapports-publics/014000434.pdf> (19.11.15).

BUWAL Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (1999)

Kosten-Wirksamkeit von Lawinenschutzmassnahmen an Verkehrsachsen.

Cameron T.A. (2010)

Euthanizing the Value of Statistical Life, in: Review of Environmental Economics and Policy, volume 4.

Carlsson Frederik, Daruvala Dinky, Jaldell Henrik (2010)

Preferences for lives, injuries, and age: A stated preference survey. In: Accident Analysis and Prevention Nr. 42 (2010), S. 1814–1821.

Carthy T., Chilton S., Covey J., Hopkins L., Jones-Lee M., Loomes G., Pidgeon N. and Spencer, A. (1999)

On the Contingent Valuation of Safety and the Safety of Contingent Valuation: Part 2- The CV/SG "Chained" Approach. Journal of Risk and Uncertainty, Nr. 17(3), S. 187-213.

Chestnut, L. G., de Civita, P. (Kanada) (2009)

Economic Valuation of Mortality Risk Reduction: Review and Recommendations for Policy and Regulatory Analysis. Policy Research Initiative. Online:
<http://www.horizons.gc.ca/sites/default/files/Publication-alt-format/2009-0012-eng.pdf>
(19.11.15).

Commissariat général à la stratégie et à la prospective (2013)

Éléments pour une révision de la valeur de la vie humaine. Online :

<http://www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/archives/Elements-pour-une-r%C3%A9vision-de-la-valeur-de-la-vie-humaine.pdf> (18.11.15).

- Cropper M., Hammitt J. K., Robinson L.A. (2011)
Valuing Mortality Risk Reductions. Progress and Challenges. Resources for the Future
Discussion paper RFF-DP 11-10. Online:
<http://www.rff.org/files/sharepoint/WorkImages/Download/RFF-DP-11-10.pdf>
(28.10.2015).
- Department of Health UK (1999)
Economic Appraisal of the Health Effects of Air Pollution, London.
- Department for Transport (Ireland) (2007)
Guidelines on a Common Appraisal Framework for Transport Projects and Programmes.
Online:
<http://www.tcd.ie/civileng/Staff/Brian.Caulfield/4A8/DoT%20Appraisal%20Guide%20Line%20s.pdf> (23.11.2015).
- Department for Transport (UK) (2012)
A valuation of road accidents and casualties in Great Britain: Methodology note. Online:
<https://www.gov.uk/government/publications/road-accidents-and-safety-statistics-guidance> (18.11.15).
- Department for Transport (UK) (2015)
Reported Road Casualties in Great Britain: notes, definitions, symbols and conventions.
Online: <https://www.gov.uk/government/publications/road-accidents-and-safety-statistics-guidance> (18.11.15).
- DG Environment (2000)
Recommended Interim Values for the Value of Preventing a Fatality in DG Environment
Cost Benefit Analysis.
- Ecoplan, Infrac (2008)
Externe Kosten des Verkehrs in der Schweiz. Aktualisierung für das Jahr 2005 mit
Bandbreiten. Studie im Auftrag des Bundesamtes für Raumentwicklung und des
Bundesamtes für Umwelt. Bern.
- Ecoplan, Infrac (2014)
Externe Effekte des Verkehrs 2010. Monetarisierung von Umwelt-, Unfall- und
Gesundheitseffekten. Studie im Auftrag des Bundesamtes für Raumentwicklung (ARE).
Bern, Zürich und Altdorf. Online:
<http://www.are.admin.ch/themen/verkehr/00252/00472/index.html?lang=de> (17.6.2015).
- Ecoplan, Infrac, ISPM (Institut für Sozial- und Präventivmedizin) (2004)
Externe Gesundheitskosten durch verkehrsbedingte Luftverschmutzung in der Schweiz.
Aktualisierung für das Jahr 2000. Studie im Auftrag des Bundesamtes für
Raumentwicklung, des Bundesamtes für Umwelt, Wald und Landschaft, des
Bundesamtes für Energie sowie des Bundesamtes für Gesundheit. Bern.
- Ecoplan, Infrac, ISPM (Institut für Sozial- und Präventivmedizin) (2004)
Externe Gesundheitskosten durch verkehrsbedingte Luftverschmutzung in der Schweiz.
Aktualisierung für das Jahr 2000. Studie im Auftrag des Bundesamtes für
Raumentwicklung, des Bundesamtes für Umwelt, Wald und Landschaft, des
Bundesamtes für Energie sowie des Bundesamtes für Gesundheit. Bern.

- Ecoplan, Planteam, IHA-ETH (Institut für Hygiene und Arbeitsphysiologie) (2004)
Externe Lärmkosten des Strassen- und Schienenverkehrs der Schweiz. Aktualisierung für das Jahr 2000. Studie im Auftrag des Bundesamtes für Raumentwicklung, des Bundesamtes für Umwelt, Wald und Landschaft sowie des Bundesamtes für Gesundheit. Bern.
- European Commission (2005)
ExternE - Externalities of Energy - Methodology 2005 Update. Herausgegeben von Bickel P., Friedrich R. Online: http://ec.europa.eu/research/energy/pdf/kina_en.pdf (28.10.2015).
- Friedrich Rainer, Bickel Peter (2001)
Environmental External Costs of Transport. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg.
- Goodbody Economic Consultants (2002)
Cost benefit parameters and application rules for transport project appraisal. Online: <http://www.rsa.ie/en/RSA/Road-Safety/RSA-Statistics/Safety-performance/> (23.11.2015).
- Heim Rudolf (2015)
Wie viel ist uns unser Leben wert? In: TEC21 Schweizersiche Bauzeitung, Nr. 43, 23. Oktober 2015, S. 26-29.
- HEIMTSA (2008)
Literature review of theoretical issues and empirical estimation of health end-points unit values: *outdoor air case study*. HEIMTSA (Health and Environment Integrated Methodology and Toolbox for Scenario Assessment) Deliverable 4.1.1. Online: <http://www.heimtsa.eu/Results/Deliverables/tabid/2937/language/en-GB/Default.aspx> (14.8.2013).
- HEIMTSA (2011)
Monetary values for health end-points used in the HEIMTSA / INTARESE Common Case Study. HEIMTSA (Health and Environment Integrated Methodology and Toolbox for Scenario Assessment) Deliverable 4.1.2. Online: <http://www.heimtsa.eu/Results/Deliverables/tabid/2937/language/en-GB/Default.aspx> (14.8.2013).
- Hensher David A., Rose John M., Ortuzar Juan de Dios, Rizzi Luis I. (2009)
Estimating the willingness to pay and value of risk reduction for car occupants in the road environment. In: Transportation Research Part A Nr. 43 (2009), S. 692–707.
- IER Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER) der Universität Stuttgart (2012)
Sachstandspapier zu Lärm. Unveröffentlichte Studie für die UBA Methodenkonvention 2.0: Schätzung externer Umweltkosten und Vorschläge zur Kosteninternalisierung in ausgewählten Politikfeldern. Friedrich Rainer, Ohlau Katrin, Preiss Philipp, Müller Wolf Stuttgart.

- IER Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER) der Universität Stuttgart (2012)
Sachstandspapier zu klassische Luftschadstoffe. Unveröffentlichte Studie für die UBA Methodenkonvention 2.0: Schätzung externer Umweltkosten und Vorschläge zur Kosteninternalisierung in ausgewählten Politikfeldern. P. Preiss, W. Müller, S. Torras, A. Kuhn, R. Friedrich. Stuttgart.
- Infras, CE Delft, Fraunhofer Gesellschaft ISI, University of Gdansk (2007)
IMPACT: Internalisation Measures and Policies for All external Cost of Transport.
Deliverable 1: Handbook on estimation of external costs in the transport sector. Online im Internet:
http://ec.europa.eu/transport/themes/sustainable/2008_external_costs_en.htm
- International Road Assessment Programme (iRAP) (2015)
iRAP Methodology Fact Sheet #13: Economic analysis. Online: <http://irap.org/en/about-irap-3/methodology> (27.11.2015).
- Intraplan Consult GmbH, Planco Consulting GmbH, TUBS GmbH (2014)
Grundsätzliche Überprüfung und Weiterentwicklung der Nutzen-Kosten-Analyse im Bewertungsverfahren des Bundesverkehrswegeplanes. Bericht für das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur.
- Keall Michael D., Guria Jagadish, Howden-Chapman Philippa, Baker Michael G. (2011)
Estimation of the social costs of home injury: A comparison with estimates for road injury. In: Accident Analysis and Prevention Nr. 43 (2011), 998–1002.
- Ministry of Finance (Norwegen) (2012)
Valuation of life and health. NOU 2012: 16. Online:
<https://www.regjeringen.no/en/dokumenter/nou-2012-16/id700821/?ch=11> (12.11.15).
- Ministry of Transport (Neuseeland) (2013)
The Social Cost of Road Crashes and Injuries 2013 update. Online:
<http://www.transport.govt.nz/assets/Uploads/Research/Documents/Social-Cost-of-Road-Crashes-and-Injuries-June-2013-update.pdf> (19.11.15).
- NEEDS (2006)
Final report on the monetary valuation of mortality and morbidity risks from air pollution. Delivery n 6.7 – RS 1b. NEEDS New Energy Externalities Developments for Sustainability. Online: http://www.needs-project.org/RS1b/NEEDS_RS1b_D6.7.pdf (23.10.2015).
- Niemann Steffen, Lieb Christoph, Sommer Heini (2015)
Nichtberufsunfälle in der Schweiz. Aktualisierte Hochrechnung und Kostenberechnung. Bfu-report 71.
- OECD (2012)
Mortality Risk Valuation in Environment, Health and Transport Policies. Online:
<http://www.oecd.org/environment/mortalityriskvaluationinenvironmenthealthandtransport/policies.htm> (10.8.2015).

- Österreichischer Verkehrssicherheitsfonds und BMVIT (2012)
Unfallkostenrechnung Strasse 2012. Wien. Online:
https://www.bmvit.gv.at/verkehr/strasse/publikationen/sicherheit/vsf/downloads/16_endbericht_unfallkostenrechnung2012.pdf (19.11.15).
- PLANAT Nationale Plattform für Naturgefahren (2009)
Risikokzept für Naturgefahren - Leitfaden. Strategie Naturgefahren Schweiz. Online:
http://www.planat.ch/fileadmin/PLANAT/planat_pdf/alle_2012/2006-2010/PLANAT_2009_-_Risikokzept_fuer_Naturgefahren.pdf (28.10.2015).
- Ricardo-AEA, DIW econ, CAU (2014)
Update of the Handbook on external costs of Transport. Studie im Auftrag der European Commission, DG MOVE.
- SIA 269 (2011)
Grundlagen zur Erhaltung von Tragwerken. Norm der SIA (Schweizerischer Ingenieur- und Architekturverein).
- SN 641 821 (2006)
Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr. Diskontsatz. Schweizer Norm des VSS (Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute). Zürich.
- SN 641 824 (2013)
Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr. Unfallraten und Unfallkostensätze. Schweizer Norm des Schweizerischen Verbandes der Strassen- und Verkehrsfachleute. Zürich.
- SN 641 828 (2009)
Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr. Externe Kosten. Schweizer Norm des VSS (Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute). Zürich.
- Sommer Heini, Brügger Othmar, Lieb Christoph, Niemann Steffen (2007)
Volkswirtschaftliche Kosten der Nichtberufsunfälle in der Schweiz: Strassenverkehr, Sport, Haus und Freizeit. Bfu-report 58.
- Sommer Heini, Seethaler Rita, Chanel Olivier, Herry Max, Masson Serge, Veregnaud Jean-Christoph (1999)
Health Costs due to Road Traffic-related Air Pollution, Technical Report on Economy. Berne.
- Svensson, Johansson (2010)
Willingness to pay for private and public road safety in stated preference studies: Why the difference? In: Accident Analysis and Prevention Nr. 42 (2010), S. 1205–1212.
- SWOV Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeerveiligheid (2014)
Kosten van verkeersongevallen in internationaal perspectief. Report: R-2014-6. Online:
<https://www.swov.nl/rapport/R-2014-06.pdf> (18.11.15).
- SWOV Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeerveiligheid (2014)
SMOV-Factsheet: Kosten van verkeersongevallen. Online:
https://www.swov.nl/rapport/Factsheets/NL/Factsheet_Kosten_verkeersonveiligheid.pdf (18.11.15).

Thomas P.J., Vaughan G.J. (2015)

Testing the validity of the “value of a prevented fatality” (VPF) used to assess UK safety measures. In: Process Safety and Environmental Protection 94 (2015), S. 239–261.

TOI, SWECO (2010)

Den norske verdsettingsstudien: Sammendragsrapport. Online:

<http://docplayer.no/6560756-Sammendragsrapport-den-norske-verdsettingsstudien.html>
(12.11.2015).

Travikverket (Sweden) (2015)

Samhällsekonomiska priciper och kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 5.2. Kapitel 20 English summary of the ASEK Guidelines Online: <http://www.trafikverket.se/ASEK>
(19.11.15).

Travikverket (Sweden) (2015)

Samhällsekonomiska principer och kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 5.2. Kapitel 9 Trafiksäkerhet och olyckskostnader. Online: <http://www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/Planera-och-utreda/Planerings--och-analysmetoder/Samhallsekonomisk-analys-och-trafikanalys/Gallande-forutsattningar-och-indata/> (18.11.15).

U.S. Department of Transportation (2014)

Guidance on Treatment of the Economic Value of a Statistical Life (VSL) in U.S. Department of Transportation Analyses – 2014 Adjustment. Memorandum to: Secretarial Officers Modal Administrators. Online:
https://www.transportation.gov/sites/dot.gov/files/docs/VSL_Guidance_2014.pdf
(19.11.15).

WHO World Health Organization Regional Office for Europe (2014)

Health economic assessment tools (HEAT) for walking and for cycling. Economic Assessment of transport infrastructure and policies. Methods and user guide, 2014 update. Online:
http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0010/256168/ECONOMIC-ASSESSMENT-OF-TRANSPORT-INFRASTRUCTURE-AND-POLICIES.pdf?ua=1
(25.10.2015).

ZHW Zürcher Hochschule Winterthur (2006)

Der Wert des Lebens aus ökonomischer Sicht: methoden, Empirie, Anwendungen. Online: <https://www.yumpu.com/de/document/view/294488/der-wert-des-lebens-aus-okonomischer-sicht-methoden-empirie-> (28.10.2015).