



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK  
Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication DETEC  
Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni DATEC

**Bundesamt für Strassen**  
**Office fédéral des routes**  
**Ufficio federale delle Strade**

# **Neue Erkenntnisse zu Kosten- Nutzen-Analysen im Strassenverkehr**

**Nouvelles conclusions sur les analyses coûts/avantages du  
trafic routier**

**New insights on cost benefit analyses for road transport**

**Ecoplan**  
**Christoph Lieb**  
**René Neuenschwander**  
**Anna Tanner**

**TransOptima**  
**Milenko Vrtic**  
**Claude Weis**

**Forschungsprojekt VSS 2015/117 auf Antrag des Schweizerischen  
Verbandes der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS)**

**Dezember 2018**

**1649**

Der Inhalt dieses Berichtes verpflichtet nur die vom Bundesamt für Strassen unterstützten Autoren. Dies gilt nicht für das Formular 3 "Projektabschluss", welches die Meinung der Begleitkommission darstellt und deshalb nur diese verpflichtet.

Bezug: Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS)

Le contenu de ce rapport n'engage que les auteurs ayant obtenu l'appui de l'Office fédéral des routes. Cela ne s'applique pas au formulaire 3 « Clôture du projet », qui représente l'avis de la commission de suivi et qui n'engage que cette dernière.

Diffusion : Association suisse des professionnels de la route et des transports (VSS)

La responsabilità per il contenuto di questo rapporto spetta unicamente agli autori sostenuti dall'Ufficio federale delle strade. Tale indicazione non si applica al modulo 3 "conclusione del progetto", che esprime l'opinione della commissione d'accompagnamento e di cui risponde solo quest'ultima.

Ordinazione: Associazione svizzera dei professionisti della strada e dei trasporti (VSS)

The content of this report engages only the author(s) supported by the Federal Roads Office. This does not apply to Form 3 'Project Conclusion' which presents the view of the monitoring committee.

Distribution: Swiss Association of Road and Transportation Experts (VSS)



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK  
Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication DETEC  
Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni DATEC

**Bundesamt für Strassen**  
**Office fédéral des routes**  
**Ufficio federale delle Strade**

# **Neue Erkenntnisse zu Kosten- Nutzen-Analysen im Strassenverkehr**

**Nouvelles conclusions sur les analyses coûts/avantages  
du trafic routier**

**New insights on cost benefit analyses for road transport**

**Ecoplan**  
**Christoph Lieb**  
**René Neuenschwander**  
**Anna Tanner**

**TransOptima**  
**Milenko Vrtic**  
**Claude Weis**

**Forschungsprojekt VSS 2015/117 auf Antrag des Schweizerischen  
Verbandes der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS)**

**Dezember 2018**

**1649**

# Impressum

## **Forschungsstelle und Projektteam**

### **Projektleitung**

Christoph Lieb, Ecoplan

### **Mitglieder**

René Neuenschwander, Ecoplan

Anna Tanner, Ecoplan

Milenko Vrtic, TransOptima

Claude Weis, TransOptima

## **Federführende Fachkommission**

Fachkommission 1: Verkehr

## **Begleitkommission**

### **Präsident**

Jost Lüking

### **Mitglieder**

Kay Axhausen

Frank Bruns

Dieter Egger

Christian Ferres

Nikolaus Hilty

Michael Neumeister

Deborah von Wartburg

## **Antragsteller**

Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS)

## **Bezugsquelle**

Das Dokument kann kostenlos von <http://www.mobilityplatform.ch> heruntergeladen werden.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Impressum</b> .....	<b>4</b>
<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>7</b>
<b>Résumé</b> .....	<b>9</b>
<b>Summary</b> .....	<b>11</b>
<b>1 Aufgabenstellung</b> .....	<b>13</b>
1.1 Einleitung.....	13
1.2 Vorgehen.....	14
1.2.1 Analyse der Literatur .....	14
1.2.2 Integration der Praxiserfahrungen .....	14
1.2.3 Experten-Umfrage.....	14
1.3 Berichtsstruktur .....	15
<b>2 Einleitende Kapitel der Norm</b> .....	<b>17</b>
<b>3 Indikatorensystem</b> .....	<b>19</b>
3.1 Einleitung.....	19
3.2 Neu zu berücksichtigende Indikatoren .....	19
3.2.1 Einbezug des Langsamverkehrs.....	19
3.2.2 Vor- und nachgelagerte Prozesse .....	20
3.3 Entfallende Indikatoren .....	21
3.3.1 Landschafts- und Ortsbild .....	22
3.3.2 Externe Kosten Energie Infrastrukturbetrieb.....	22
3.3.3 Finanzierungskosten .....	23
3.4 Weitere Anpassungen im Indikatorensystem.....	23
3.5 Regeln zum begründeten Weglassen von Indikatoren .....	23
3.6 Wider economic impacts – WEI .....	24
3.6.1 Ausgangslage.....	24
3.6.2 Bisherige Verwendung von WEI .....	25
3.6.3 Agglomerationseffekte .....	26
3.6.4 Diskussion der Aufnahme von WEI in die KNA-Methodik .....	26
3.6.5 Fazit.....	27
3.7 Teil- und vollautomatisierte Fahrzeuge .....	28
<b>4 Bildung von Teilbilanzen</b> .....	<b>31</b>
<b>5 Mengengerüst, verkehrliche Auswirkungen</b> .....	<b>33</b>
<b>6 Mengengerüst, übrige Auswirkungen</b> .....	<b>37</b>
6.1 Höhe der Reserven bei den Baukosten .....	37
6.1.1 Ausgangslage.....	37
6.1.2 Forschungsliteratur .....	38
6.1.3 Auswertungen der Oxford Global Projects-Datenbank.....	39
6.1.4 Praxis in Grossbritannien .....	40
6.1.5 Empfehlung bezüglich Höhe der Baukostenreserven.....	41
6.2 Höhe der Reserven bei der Bauzeit.....	43
6.3 Anpassung Lebensdauern .....	43
6.4 Weitere Anpassungen.....	44
<b>7 Bestimmung des Wertgerüsts</b> .....	<b>47</b>
7.1 Berücksichtigung der kleinen Reisezeitgewinne .....	47

7.1.1	Argumente aus der Forschungsliteratur .....	47
7.1.2	Internationale Praxis .....	49
7.1.3	Schlussfolgerung und Empfehlung .....	50
7.2	Weitere Anpassungen des Wertgerüsts .....	50
<b>8</b>	<b>Bilanzierung von Kosten und Nutzen .....</b>	<b>51</b>
8.1	Definition Nutzen-Kosten-Verhältnis .....	51
8.1.1	Ausgangslage .....	51
8.1.2	Neue Definition des Nutzen-Kosten-Verhältnisses.....	52
8.1.3	Herleitung der neuen Definition .....	53
8.2	Weitere Anpassungen.....	56
<b>9</b>	<b>Sensitivitätsanalysen .....</b>	<b>59</b>
<b>10</b>	<b>Darstellung und Interpretation der Ergebnisse .....</b>	<b>63</b>
<b>11</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>65</b>
	<b>Glossar .....</b>	<b>67</b>
	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>68</b>
	<b>Projektabschluss .....</b>	<b>73</b>
	<b>Verzeichnis der Berichte der Forschung im Strassenwesen .....</b>	<b>76</b>

## Zusammenfassung

Im vorliegenden Bericht wird erläutert, wie die SN 641 820 «Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr: Grundnorm» überarbeitet wird. Es werden insbesondere die folgenden Anpassungen vorgenommen:

- Das bisherige Kapitel B zur Typisierung der Projekte wird gestrichen, da es bisher kaum benutzt wurde.
- Das Indikatorensystem wird überarbeitet, wobei aufgrund neuer Forschungsergebnisse die folgenden neuen Indikatoren aufgenommen werden können:
  - Externe Gesundheitsnutzen des Langsamverkehrs
  - Vor- und nachgelagerte Prozesse der Energie und der Infrastruktur
  - Polizeiliche Verkehrsregelung und Überwachung: Wurde bisher als Teil der Betriebskosten der Strasse betrachtet, wird neu aber als eigener Indikator ausgewiesen.

Hingegen werden die folgenden Indikatoren nicht mehr miteinbezogen:

- Landschafts- und Ortsbild: Die Umrechnung in Geldeinheiten hat sich nicht bewährt. Dieser Indikator ist ausserhalb der Kosten-Nutzen-Analyse (KNA) zu betrachten.
- Externe Kosten Energie Infrastrukturbetrieb: Dieser Indikator war nie relevant, ist aber in der Erhebung aufwändig.
- Finanzierungskosten: Dieser Indikator, der nur für Teilbilanzen relevant ist, wurde nie berücksichtigt.

Zudem werden die bisherigen drei Indikatoren zum Mehrverkehr neu in einem Indikator «Nutzen durch Mehrverkehr» zusammengefasst (bestehend aus dem Nettonutzen des Mehrverkehrs, den Einnahmen aus Treibstoffsteuern und Maut im Mehrverkehr und den MWST-Einnahmen im öffentlichen Verkehr).

- Die Regeln, wann gewisse Indikatoren begründet weggelassen werden können, werden aktualisiert.
- Zudem wurde auch untersucht, ob die sogenannten «wider economic impacts» (WEI) in die KNA integriert werden sollten. Die Schlussfolgerung ist, dass WEI insbesondere bei Grossprojekten durchaus relevant sein könnten, dass aber momentan noch zu wenig schweizspezifische empirische Grundlagen bestehen, um WEI in standardisierter Form in die KNA-Methodik für die Schweiz einfließen zu lassen.
- Die sozioökonomischen Teilbilanzen werden nicht mehr in jedem Fall empfohlen, sondern sollen nur noch bei Bedarf ermittelt werden.
- Beim verkehrlichen Mengengerüst, das meist mit einem Verkehrsmodell berechnet wird, werden einige bisherige Vorgaben überarbeitet, da diese in der Praxis nicht umgesetzt wurden (weil die damit verbundenen Berechnungen zu komplex oder mit heutigen Verkehrsmodellen gar nicht möglich waren). Dies betrifft folgende Punkte:
  - Neu erfolgt die Berechnung nur noch für einen Zeitpunkt (z.B. 2040), nicht alle 5 Jahre.
  - Die Fahrzeugkategorisierung wird an diejenige in gängigen Verkehrsmodellen angepasst.
  - Die Hochrechnung der Verkehrsmodellergebnisse auf ein Jahr wird angepasst – neu basiert diese auf dem durchschnittlichen Tages- bzw. Werktagsverkehr.
  - Neu sollen nach Möglichkeit auch die Auswirkungen auf den Langsamverkehr ermittelt werden.
  - Die Vorgaben, welche Vereinfachungen bei den Verkehrsmodellberechnungen möglich sind, werden überarbeitet. Vereinfachend kann auf die Berechnung des Mehrverkehrs verzichtet werden, falls dieser klein sein dürfte.
- Die nötige Reserve auf die Baukosten wird aufgrund neuer Forschungsergebnisse bei Tunnel- und Brückenprojekten von 40% auf 30% reduziert.
- Die Tabelle 4 der Norm mit den Lebensdauern verschiedener Baubestandteile wurde leicht ergänzt und angepasst.

- Die Frage, ob kleine Reisezeitgewinne berücksichtigt werden sollen oder nicht, wird aufgrund der aktuellen Literatur überprüft. Die Ergebnisse zeigen klar, dass die kleinen Reisezeitgewinne – wie bisher – berücksichtigt werden sollten.
- Die Definition des Nutzen-Kosten-Verhältnisses (NKV) wird überarbeitet. Neu werden zwei Varianten des NKV entwickelt (NKV<sub>1</sub> und NKV<sub>2</sub>), wobei je nach Projekt die eine oder andere im Vordergrund stehen kann.
- Zudem wird bei den Entscheidungskriterien neben dem Nettobarwert neu auch die Annuität erwähnt, die in der Praxis viel öfter verwendet wird als der Nettobarwert.
- Bei den Sensitivitätsanalysen werden zwei neue Sensitivitäten empfohlen, eine für die Genauigkeit des Verkehrsmodells und eine für den «value of statistical life» (VOSL).
- Bei der Darstellung der Ergebnisse wird neu empfohlen, die zentralen Stärken und Schwächen des Projektes auch verbal zu würdigen und eine verbale Gesamtbeurteilung vorzunehmen.
- Zudem wird die Norm etwas gekürzt und weniger fordernd formuliert (mehr Empfehlungen statt Vorgaben).

Mit der nachgeführten Norm entsprechen die Resultate einer Kosten-Nutzen-Analyse wieder dem aktuellen wissenschaftlichen Stand. Damit wird ein Beitrag geleistet, um auch in Zukunft die besten bzw. nachhaltigsten Projekte auswählen zu können. Davon profitieren auch all diejenigen, die eine Bewertung eines Strassenprojekts durchführen bzw. in Auftrag geben (insbesondere Bund, Kantone und Gemeinden).

Im Bewertungstool eNISTRA (Excel-Tool zu den Nachhaltigkeitsindikatoren für Strasseninfrastrukturprojekte) sind die heutigen Normen (SN 641 820 – SN 641 828) implementiert. Damit wird die Berechnung der KNA eines Strassenprojekts vereinfacht, da ein Grossteil der – teils komplexen – Berechnungen bereits in eNISTRA implementiert ist. eNISTRA soll basierend auf der in diesem Forschungsprojekt überarbeiteten Norm ebenfalls aktualisiert werden.

## Résumé

Ce rapport explique comment la SN 641 820 "Analyses coûts/avantages du trafic routier ; norme de base" est révisée. En particulier, les adaptations suivantes sont apportées :

- L'ancien chapitre B sur la normalisation des projets est supprimé car il n'a guère été utilisé jusqu'à présent.
- Le système d'indicateurs est révisé et les nouveaux indicateurs suivants sont inclus sur la base des nouveaux résultats de la recherche :
  - Bénéfices externes pour la santé de la mobilité douce
  - Processus en amont et en aval de l'énergie et des infrastructures
  - Régulation et surveillance policières de la circulation : Autrefois considérées comme faisant partie des coûts d'exploitation des routes, elles font désormais l'objet d'un indicateur distinct.
  - En revanche, les indicateurs suivants ne sont plus inclus :
    - Paysage et image du site: La conversion en unités monétaires n'a pas été concluante. Cet indicateur est à considérer en dehors du champ d'application de l'analyse coûts-avantages (ACA).
    - Coûts externes de consommation d'énergie dus à l'exploitation de l'infrastructure: Cet indicateur n'a jamais été pertinent, et est fastidieux à évaluer.
    - Coûts de financement : Cet indicateur, qui n'est pertinent que pour les bilans partiels, n'a jamais été pris en compte.

En outre, les trois indicateurs précédents sur le trafic supplémentaire sont désormais combinés dans un indicateur "Avantages liés au trafic supplémentaire" (composé des avantages nets du trafic supplémentaire, des recettes provenant des taxes sur les carburants et des péages dans le trafic supplémentaire et des recettes de la TVA des transports publics).

- Les règles concernant les cas où certains indicateurs peuvent être omis de façon justifiée sont mises à jour.
- Il a également été examiné si les "wider economic impacts" (WEI) devraient être intégrés dans l'ACA. La conclusion est que les WEI pourraient être très pertinents, en particulier pour les projets de grande envergure, mais qu'il existe actuellement trop peu de bases empiriques spécifiques à la Suisse pour intégrer les WEI de façon standardisée dans la méthodologie de l'analyse coûts-avantages pour la Suisse.
- Les bilans partiels socio-économiques ne sont plus recommandés dans tous les cas, mais ne doivent être déterminés que si nécessaire.
- Dans le tableau de performance du trafic, qui est généralement calculé à l'aide d'un modèle de trafic, certaines spécifications sont révisées, car elles n'ont pas été appliquées dans la pratique (parce que les calculs associés étaient trop complexes ou impossibles avec les modèles de trafic actuels). Cela concerne les points suivants :
  - Désormais, le calcul n'est effectué que pour un seul point dans le temps (par exemple 2040), et non tous les 5 ans.
  - La catégorisation des véhicules est adaptée à celle des modèles de trafic courants.
  - L'extrapolation des résultats du modèle de trafic à une année est ajustée – celle-ci est maintenant basée sur le trafic moyen journalier ou journalier des jours ouvrables.
  - Il faut désormais dans la mesure du possible déterminer l'impact sur la mobilité douce.
  - Les spécifications quant aux simplifications possibles dans les calculs du modèle de trafic sont révisées. Pour simplifier, le calcul du trafic supplémentaire peut être négligé si on s'attend à ce qu'il soit faible.
- La réserve nécessaire sur les coûts de construction passe 40% à 30% pour les projets de tunnels et de ponts en raison de nouveaux résultats de recherche.
- Le tableau 4 de la norme avec les durées de vie de divers éléments d'ouvrage a été légèrement complété et adapté.

- La question de savoir s'il y a lieu de considérer ou non les petits gains de temps de déplacement est examinée à la lumière de la littérature actuelle. Les résultats montrent clairement qu'il faut tenir compte des faibles gains de temps de déplacement, comme auparavant.
- La définition du rapport avantages/coûts (NKV) est révisée. Deux nouvelles variantes du NKV sont développées (NKV1 et NKV2), l'une ou l'autre pouvant être privilégiée en fonction du projet.
- En plus de la valeur au comptant nette, les critères de décision mentionnent désormais également l'annuité qui, en pratique, est utilisée beaucoup plus fréquemment que la valeur au comptant nette.
- Dans les analyses de sensibilité, deux nouvelles sensibilités sont recommandées, l'une pour la précision du modèle de trafic et l'autre pour la «value of statistical life» (VOSL).
- Lors de la présentation des résultats, il est maintenant recommandé d'exprimer verbalement les principales forces et faiblesses du projet et qu'une évaluation globale soit effectuée verbalement.
- De plus, la norme est quelque peu raccourcie et formulée en termes moins contraignants (plus de recommandations à la place d'exigences).

Avec la norme actualisée, les résultats d'une analyse coûts-avantages correspondent à nouveau à l'état actuel des connaissances scientifiques. Cela contribuera à l'avenir à la sélection des meilleurs projets, ou des plus durables. Tous ceux qui réalisent ou font réaliser une évaluation d'un projet routier (en particulier la Confédération, les cantons et les communes) en bénéficient également.

Les normes actuelles (SN 641 820 - SN 641 828) sont implémentées dans l'outil d'évaluation eNISTRA (outil Excel pour les indicateurs du développement durable pour les projets d'infrastructure routière). Cela simplifie le calcul de l'ACA d'un projet routier, puisqu'une grande partie des calculs – en partie complexes – sont déjà implémentés dans eNISTRA. eNISTRA sera également mis à jour en fonction de la norme révisée dans ce projet de recherche.

## Summary

This report explains how SN 641 820 "Cost benefit analyses in road transport: basic standard" is revised. In particular, the following adjustments are made:

- The previous Chapter B on the typification of projects is deleted, as it has hardly been used to date.
- The system of indicators is revised and the following new indicators are included on the basis of new research results:
  - External health benefits of non-motorised traffic
  - Upstream and downstream processes of energy and infrastructure
  - Police traffic regulation and monitoring: Previously regarded as part of the operating costs of roads, it is now reported as a separate indicator.

In contrast, the following indicators are no longer included:

- Landscape and townscape: Conversion into monetary units has not proved successful. This indicator should be considered outside the scope of the cost benefit analysis (CBA).
- External costs of energy due to infrastructure operation: This indicator has never been relevant in the past, but it is costly to gather the relevant input data.
- Financing costs: This indicator, which is only relevant for partial accounts, has never been considered.

In addition, the previous three indicators on additional traffic are now combined in a single indicator "Benefit through additional traffic" (consisting of the net benefit of additional traffic, the revenue from fuel taxes and tolls in additional traffic and the VAT revenue in public transport).

- The rules on when certain indicators can be justifiably omitted are updated.
- It was also examined whether the so-called "wider economic impacts" (WEI) should be integrated into the CBA. The conclusion is that WEI could be relevant, especially for large-scale projects, but that there is currently too little empirical evidence specific to Switzerland to allow WEI to be incorporated into the CBA methodology for Switzerland in a standardised form.
- The socio-economic partial accounts are no longer recommended in every case, but should only be determined when required.
- Concerning the effects on traffic, which are usually calculated with a traffic model, some previous guidelines are revised, since these were not implemented in practice (because the associated calculations were too complex or not possible at all with today's traffic models). This concerns the following points:
  - Now the calculation only takes place for one point in time (e.g. 2040), not every 5 years.
  - The vehicle categorization is adapted to that of common traffic models.
  - The extrapolation of the traffic model results to one year is adjusted – it is now based on the average daily or working day traffic.
  - The effects on non-motorised traffic should also be determined if possible.
  - The specifications which simplifications are possible in the traffic model calculations are revised. To simplify matters, the calculation of additional traffic can be dispensed with if it is likely to be small.
- The necessary reserve on construction costs of tunnel and bridge projects is reduced from 40% to 30% due to new research results.
- Table 4 of the standard with the lifetimes of various building components has been slightly supplemented and adapted.
- The question of whether or not small travel time gains should be taken into account is reviewed on the basis of the current literature. The results clearly show that the small travel time gains should be taken into account – as recommended before.

- The definition of the cost benefit ratio (CBR) is revised. Two new variants of the CBR are developed (CBR<sub>1</sub> and CBR<sub>2</sub>), whereby one or the other can be in the foreground depending on the project.
- In addition to the net present value, the decision criteria now also include the annuity, which in practice is used much more frequently than the net present value.
- In the sensitivity analyses, two new sensitivities are recommended, one for the accuracy of the traffic model and one for the "value of statistical life" (VOSL).
- When presenting the results, it is now recommended that the central strengths and weaknesses of the project is verbally assessed and that a verbal overall assessment is carried out.
- In addition, the standard is somewhat shortened and formulated in a less demanding way (more recommendations instead of instructions).

With the updated standard, the results of a cost benefit analysis again correspond to the current state of scientific knowledge. This helps to ensure that also in the future the best or most sustainable projects can be selected. This also benefits all those who carry out or commission an evaluation of a road project (in particular the federal government, cantons and municipalities).

The current standards (SN 641 820 – SN 641 828) are implemented in the eNISTRA evaluation tool (Excel tool for sustainability indicators for road infrastructure projects). This simplifies the calculation of the CBA of a road project, since a large part of the – sometimes complex – calculations have already been implemented in eNISTRA. eNISTRA will be updated on the basis of the standard revised in this research project.

# 1 Aufgabenstellung

## 1.1 Einleitung

Die Durchführung von Kosten-Nutzen-Analysen (KNA) zu Strassenprojekten wird in der Schweiz durch die SN 641 820 „Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr: Grundnorm“ geregelt. Die Grundnorm wird durch verschiedene Detailnormen ergänzt (SN 641 821 bis SN 641 828), in denen die Bewertungsmethoden bzw. die zu verwendenden Kostensätze für die einzelnen Indikatoren detailliert beschrieben werden. Das ganze Normenpaket erlaubt es, die Nachhaltigkeit von vorgeschlagenen Projekten beurteilen zu können.

In der Grundnorm SN 641 820 werden die wesentlichen Grundlagen einer KNA erläutert (z.B. Begriffe, Ablauf einer KNA, Projektdefinition, Indikatorensystem, Teilbilanzen). Zudem werden in der Norm auch einige Vorgaben direkt getätigt (ohne Verweis auf eine Detailnorm, z.B. verkehrliche Auswirkungen, Bau- und Landkosten, Berechnungsformeln für Stamm- und Mehrverkehr, Entscheidungskriterien, Vorgaben zu Sensitivitätsanalysen, Ergebnisdarstellung und -interpretation).

Die bestehende Grundnorm SN 641 820 zu Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr hat sich seit ihrem Erscheinen im August 2006 bewährt. Die darin vorgegebene Methodik wurde in einer Vielzahl von Zweckmässigkeitsbeurteilungen von Strassenprojekten erfolgreich angewendet. In den vergangenen 12 Jahren haben sich in der Praxis aber auch diverse kleine Schwachstellen gezeigt und zudem hat die Wissenschaft auch Fortschritte erzielen können, die berücksichtigt werden sollten. Dies betrifft folgende Punkte:

- Einerseits können mit den heute verfügbaren Verkehrsmodellen die Vorgaben zu den Auswertungen der Verkehrsmodelle oft nicht eingehalten werden oder werden in der Praxis kaum umgesetzt (weil zu aufwändig). Andererseits sind dank den Fortschritten bei den Verkehrsmodellen heute möglicherweise auch höhere / andere Anforderungen an die Verkehrsmodell-Auswertungen zu stellen. Es sind also für die Norm neue gangbare Vorgaben zu entwickeln.
- Die Liste der zu berücksichtigenden Indikatoren ist zu überarbeiten. Einerseits kann sie dank neuen Forschungsergebnissen ergänzt werden. Andererseits ist zu überlegen, ob gewisse Indikatoren, die schwer zu erheben sind, aber kaum ins Gewicht fallen, gestrichen werden sollen.
- Die Definition von Kosten und Nutzen im Nutzen-Kosten-Verhältnis hat in der Praxis in bestimmten Situationen – insbesondere bei der Bewertung von ÖV-Projekten – zu Problemen geführt und muss angepasst werden.
- Die Berücksichtigung kleiner Reisezeitgewinne führt in der Praxis immer wieder zu Diskussionen. Die Frage soll aufgrund der aktuellen Literatur nochmals aufgearbeitet werden.
- Die Höhe der Reserven bei den Baukosten soll im Lichte der aktuellen nationalen und internationalen Literatur überprüft werden und bei Bedarf sollen neue prozentuale Zuschläge hergeleitet werden.
- Bei den Entscheidungskriterien wird die in der Praxis sehr oft benutzte Annuität nicht erwähnt.
- Die Vorgaben, welche Sensitivitätsanalysen durchzuführen sind (bisher Ziffer 64, neu Ziffer 44), sind zu überprüfen und bei Bedarf anzupassen.
- Die Ergebnisdarstellung könnte erweitert werden (Ausweis der Mengeneffekte, Betonung der Stärken und Schwächen eines Projektes).
- Zudem sollen diverse Detailanpassungen vorgenommen werden.

Ziel des vorliegenden Forschungsprojektes ist es, die Grundnorm zur Kosten-Nutzen-Analyse im Strassenverkehr wieder mit dem aktuellen Stand der wissenschaftlichen Erkenntnisse und der Praxis der Projektbewertung in Einklang zu bringen.

## 1.2 Vorgehen

### 1.2.1 Analyse der Literatur

Ein erster Schwerpunkt betrifft die Überarbeitung der Grundnorm aufgrund neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse aus der nationalen und internationalen Literatur. Die hierzu durchzuführende Literaturrecherche soll sich in Absprache mit der Begleitgruppe auf ausgewählte Fragestellungen beschränken. Es sind dies insbesondere die Vorgaben zu den Verkehrsmodellergebnissen (vgl. Kapitel 4), die Höhe der Reserve auf die geschätzten Baukosten (vgl. Kapitel 6.1), die Berücksichtigung der kleinen Reisezeitgewinne (vgl. Kapitel 7.1), und die «wider economic impacts» (vgl. Kapitel 3.6).

Daneben gibt es eine Vielzahl wissenschaftlicher Erkenntnisse, die zwar für eine KNA relevant sind, die aber nicht in die Grundnorm SN 641 820 einfließen, sondern in eine der Detailnormen SN 641 821 – 828. So z.B. Infrac, Ecoplan (2018, Externe Effekte des Verkehrs 2015), eine Studie, die vor allem Auswirkungen auf die SN 641 828 hat, aber auch in der Grundnorm zu berücksichtigen ist.

### 1.2.2 Integration der Praxiserfahrungen

Der zweite Schwerpunkt der Forschungsarbeit betrifft die Umsetzung der Erfahrungen mit der Norm in der Praxis. Seit Erscheinen der Norm wurden zahlreiche Projekte gemäss der SN 641 820 (sowie den dazugehörigen Detailnormen) bewertet. Dabei hat sich die Norm grundsätzlich bewährt. Einzelne aufgetretene Probleme sollen aber nun angepackt werden, um sicherzustellen, dass die Norm in der Praxis anwendbare Vorgaben enthält.

Das Excel-Bewertungstool NISTRA (= Nachhaltigkeitsindikatoren für Strasseninfrastrukturprojekte) setzt die SN 641 820 – SN 641 828 für die Praxis um, indem die Vorgaben der Normen in NISTRA eingebaut wurden und der Benutzer nur noch die Inputdaten (z.B. Verkehrsmodellergebnisse, Baukosten) eingeben muss. Hat ein Benutzer Probleme mit NISTRA, so kann er sich beim Ersteller Ecoplan melden. Ecoplan hat die Rückmeldungen (inkl. eigene Anwendungen der Methodik) jeweils aufgenommen und dabei auch Rückschlüsse bezüglich Anpassungsbedarf in den Normen festgehalten. Teilweise können auch Erkenntnisse bei der Bewertung von Bahnprojekten übernommen werden (z.B. aus NIBA = Nachhaltigkeitsindikatoren für Bahninfrastrukturprojekte, EBP 2006).

In der Anwendung von NISTRA zeigt sich, dass einige Indikatoren bisher nie von Bedeutung waren, obwohl sie relativ aufwändig zu erheben sind. Es wird geprüft, ob auf diese Indikatoren verzichtet werden kann.

Zudem wurden die Erfahrungen mit den KNA-Normen an der VSS-Tagung „Projekte bewerten – Von der Idee zum Erfolg“ vom 20.11.2012 im Rahmen einer sogenannten World-Café-Diskussion besprochen und ausgewertet.<sup>1</sup> Die Ergebnisse dieser Diskussion fließen ebenfalls in die vorgesehene Überarbeitung der SN 641 820 ein.

Im Gegensatz zu üblichen Forschungsprojekten ist also ein Grossteil der Information nicht in der wissenschaftlichen Literatur enthalten, sondern basiert auf den Erfahrungen mit konkreten Projektbewertungen, die durch Ecoplan gesammelt und ausgewertet wurden.

### 1.2.3 Experten-Umfrage

Ergänzend wurde als erster Arbeitsschritt der vorliegenden Arbeit eine Umfrage bei KNA-Experten zur SN 641 820 durchgeführt. Die Umfrage wurde an insgesamt 29 Personen versendet, die entweder als NISTRA-Nutzer registriert sind,<sup>2</sup> in der Begleitgruppe des VSS für dieses Projekt sitzen (NFK1.2) oder von denen wir wissen, dass sie schon KNA

<sup>1</sup> Ecoplan (2012), Erfahrungen mit KNA-Normen und NISTRA sowie Anpassungsmöglichkeiten.

<sup>2</sup> NISTRA-Anwender können sich bei Ecoplan registrieren lassen und werden dann über Neuerungen bei NISTRA informiert.

durchgeführt haben. Wir haben insgesamt von 15 Personen eine Antwort erhalten.<sup>3</sup> In der Umfrage wurden einerseits Schwachstellen, Anpassungsbedürfnisse und konkrete Vorschläge erfasst. Andererseits wurde der Anpassungsbedarf zu den einzelnen Kapiteln der Norm konkret abgefragt.

Die eingegangenen Inputs aus der Umfrage wurden aufgelistet, und Ecoplan / Transoptima haben Vorschläge erarbeitet, wie mit den verschiedenen Antworten im Rahmen der Überarbeitung der Norm umgegangen werden soll. Diese Vorschläge wurden dann mit der Begleitgruppe besprochen und bereinigt. Die Ergebnisse der Umfrage werden im Bericht an den entsprechenden Orten erläutert. Zwei generelle Punkte aus der Umfrage sollen aber hier erwähnt werden:

- Es wurde kritisiert, die Norm sei **zu lang**. Entsprechend soll sich die Norm auf die wichtigsten Grundsätze konzentrieren. In der überarbeiteten Norm werden einige Kürzungen vorgenommen – aber in Absprache mit der Begleitgruppe mehr im Sinne einer Feinjustierung als einer radikalen Kürzung.
- Die Norm soll **weniger Vorschriften** enthalten, sondern mehr Hinweise und Empfehlungen. Insbesondere soll bei Unsicherheit über das richtige Vorgehen eine Empfehlung abgegeben werden, keine Vorschrift. Entsprechend werden diverse Ziffern der Norm umformuliert.

### 1.3 Berichtsstruktur

Die Struktur des vorliegenden Berichtes lehnt sich an die Struktur der SN 641 820 an und folgt den Hauptkapiteln (A bis L) der Norm. In gewissen Kapiteln oder Ziffern der Norm sind jedoch keine Anpassungen nötig, da sich die Vorgaben bewährt haben. Auf diese Kapitel / Ziffern wird im Folgenden nicht weiter eingegangen. Es werden nur diejenigen Themen besprochen, in denen Änderungen vorgenommen werden oder in denen Änderungen überlegt, aber dann verworfen wurden. In diesem Fall werden die Gründe für das Festhalten an den bisherigen Vorgaben dokumentiert.

Der Bericht ist wie folgt strukturiert: In Kapitel 2 wird kurz auf die einleitenden Kapitel A bis D der Norm eingegangen, in denen nur wenige Anpassungen erfolgen. In Kapitel 3 wird erläutert, wie das Indikatorensystem angepasst wird. In Kapitel 4 werden die Teilbilanzen kurz analysiert. Kapitel 5 enthält die Diskussion des verkehrlichen Mengengerüsts, Kapitel 6 die Anpassungen beim übrigen Mengengerüst. In Kapitel 7 folgen Erläuterungen zum Wertgerüst. In den Kapiteln 8, 9 und 10 diskutieren wir die Bilanzierung von Kosten und Nutzen, die Sensitivitätsanalysen und die Darstellung und Interpretation der Ergebnisse. Schliesslich werden in Kapitel 11 die wesentlichen Anpassungen zusammengefasst.

Der vorliegende Bericht enthält somit nur Erläuterungen zu den Anpassungen, die in der SN 641 820 vorgenommen werden. Damit bleibt der bisherige Kommentar zur Norm (Ecoplan, metron 2005, Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr. Kommentar zur Norm) weitgehend gültig. Für ein vertieftes Verständnis der Kosten-Nutzen-Analyse muss also neben der Norm und dem vorliegenden Bericht weiterhin der bisherige Kommentar zur Norm zu Rate gezogen werden.

---

<sup>3</sup> Dabei handelt es sich um folgende Personen (einige Personen haben sich innerhalb ihres Büros zusammengetan und eine gemeinsame konsolidierte Antwort gesendet): Ackermann Patrick, ewp AG; Axhausen Kay, IVT ETH; Bruns Frank (mit Fabienne Perret und Andrina Pedrett), EBP; Egger Dieter (mit Gianni Moreni), Rapp; Ferres Christian, Stadt Luzern; Hilty Niklaus, BAFU; Jäggi Boris, SBB, ex-IVT; Lüking Jost, R+R Burger und Partner; Morgenthaler Daniel, Infraconsult; Neumeister Michael, Stadt Zürich; Richner Marco, Gruner; Sutter Daniel, Infrac. Einige Personen haben geantwortet, dass sie keine inhaltlichen Antworten liefern können – teilweise, weil sie tatsächlich keine Anmerkungen haben, teilweise, weil sie keine Zeit hatten, um die Umfrage auszufüllen.



## 2 Einleitende Kapitel der Norm

In den einleitenden Kapiteln A bis D der bisherigen Norm gibt es nur relativ wenige Anpassungen, da sich die bisherige Norm weitgehend bewährt hat.

- In Ziffer 1 (Geltungsbereich) wurde ergänzt, dass die Norm nicht für Projekte des öffentlichen Strassenverkehrs ausgerichtet ist. Viele Vorgaben der Norm können zwar auch für die Bewertung von ÖV-Projekten verwendet werden, doch würde die Bewertung von Strassen-ÖV-Projekten die Herleitung zusätzlicher Datengrundlagen (in den Detailnormen) bedingen, z.B. zu den Betriebskosten von Bus und Tram, zu deren Umwelteffekten und zum Komfort verschiedener ÖV-Fahrzeuge. Darauf wird in Absprache mit der Begleitgruppe verzichtet, da der Strassen-ÖV nicht im Fokus dieser Arbeit steht. Zudem müssen in konkreten Bewertungen meist projektspezifische Betriebskosten verwendet werden, die in einer Norm nicht vorgeschrieben werden können.
- In Ziffer 6 (neu Ziffer 5) wurde bisher das Verhältnis der Norm zum bisherigen Kommentar zur Norm (Ecoplan, Metron 2005) beschrieben. Neu wird in Ziffer 5 auch der vorliegende Bericht erwähnt. Der bisherige Kommentar ist weitgehend immer noch gültig, da der vorliegende Bericht nur die Änderungen gegenüber der ersten Version der Norm erläutert. Viele unbestrittene Herleitungen finden sich damit weiterhin im bisherigen Kommentar. Dieser ist analog zur bisherigen Grundnorm aufgebaut. Bei der Überarbeitung der Norm haben sich die Ziffernummern zwar geändert, doch die Reihenfolge ist weitgehend gleichgeblieben (abgesehen von der neuen Reihenfolge der Indikatoren in den Kapiteln H und I sowie dem Verschieben der Begriffe etwas nach hinten), so dass eine schnelle Orientierung trotzdem gewährleistet ist.
- Bei den Definitionen der Begriffe (bisher Ziffer 4, neu Ziffer 8) sind nur minimale Anpassungen nötig:
  - In Ziffer 8.2 (und an anderen Stellen) wird korrigiert, dass man nicht «abdiskontieren» sagen kann, da bereits diskontieren abzinsen bedeutet und das zusätzliche «ab» überflüssig bzw. falsch ist. Entsprechend wird von «auf- und abzinsen» (statt «auf- und abdiskontieren») gesprochen.
  - In Ziffer 8.8 kann die Definition der Ersatzinvestitionen gekürzt werden, da die dort enthaltene Differenzierung zwischen plan- und ausserplanmässigen Ersatzinvestitionen in der übrigen Norm nicht verwendet wird.
  - In Ziffer 8.9 wird die Verkehrsleistung bisher nur für den Personenverkehr definiert. Neu wird der Güterverkehr ergänzt.
- Das bisherige Kapitel B «Typisierung» (bisherige Ziffer 9) kann gestrichen werden. Beim Schreiben der bisherigen SN 641 820 im Jahr 2005 wurde erwartet, dass die Typisierung in einigen Detailnormen eine Rolle spielen wird. Dies war aber fast nie der Fall. Die Einteilung in kleine und mittlere Projekte, regionale Grossprojekte und überregionale und nationale Grossprojekte kann somit entfallen. Sie spielte in der bisherigen Ziffer 29 (neu Ziffer 27) zum Verkehrsmodell eine Rolle. Die nun vorgelegte Überarbeitung kommt ohne diese Differenzierung aus. Zudem wird in der SN 641 828 (Ziffer 24) darauf verwiesen – neu kann auch dort auf diese Typisierung verzichtet werden.
- In der bisherigen Ziffer 10.2 (neu Ziffer 9,2) kann auf den Verweis verzichtet werden, dass bei der Betrachtung der Teilbilanzen zusätzliche Indikatoren zu berechnen sind. Mit dem neuen Indikatorensystem handelt es sich nur noch um einen Indikator (Einnahmen aus Treibstoffsteuern und Maut im Stammverkehr), dessen Berechnung sehr einfach ist (vgl. Kapitel 3.4). Eine spezielle Erwähnung ist nicht nötig.
- Bisherige Ziffer 11, neu 10 (Variantenbildung): Der Text der Norm wird so angepasst, dass es weniger Vorschrift und mehr Empfehlung ist (vgl. Kapitel 1.2.3). Zudem wird der bisherige Text zum Einfluss des Realisierungszeitpunktes gestrichen. Der Text lautete wie folgt:
 

«Das Problem des Einflusses des Realisierungszeitpunkts kann auf verschiedene Arten gelöst werden

- Eine Variante kann in eigenständige Varianten aufgeteilt werden, die sich nur durch den Zeitpunkt der Inbetriebnahme unterscheiden
- Es können kombinierte Varianten eingeschlossen werden, welche zuerst kleinere Massnahmen und erst später grössere Investitionen vorsehen
- Oder die Bestvariante wird im Nachhinein bezüglich des Zeitpunkts der Inbetriebnahme optimiert»

Dieser Text ist zwar immer noch korrekt. In der Praxis wird er aber eher selten angewendet. Das Endergebnis einer Bewertung kann sein, dass es sich lohnt mit der Umsetzung noch etwas zuzuwarten. Diese Empfehlung basiert auf dem (in NISTRA automatisch berechneten) optimalen Eröffnungszeitpunkt. Dieser wird in der bisherigen Ziffer 66 (neu Ziffer 46) erwähnt. Dies genügt.

Auch der folgende Text in der bisherigen Ziffer 11 (neu 10) wird gestrichen:

«Dies betrifft ebenfalls die Art der Massnahmen, d.h. es sind bei Infrastruktur-Ausbauprojekten wenn möglich auch verkehrspolitische oder organisatorische Massnahmen als Alternativen zu prüfen oder Ausbauten eines alternativen Verkehrsträgers.»

Dies ist zwar prinzipiell zutreffend. Der Text ist aber mehr verkehrspolitischer Natur als Thema einer KNA-Grundnorm. Entsprechend kann darauf verzichtet werden.

## 3 Indikatorensystem

### 3.1 Einleitung

In der bisherigen Ziffer 17 (neu Ziffer 16) werden die in einer KNA zu berücksichtigenden Indikatoren aufgezählt. Diese Liste muss im Lichte der bisherigen Anwendungen und von neuen Forschungsergebnissen überarbeitet werden. Einerseits soll sie ergänzt werden, da dank neuen Forschungsergebnissen weitere Auswirkungen monetarisiert werden können (Kapitel 3.2). Andererseits hat sich in der Anwendung gezeigt, dass gewisse Indikatoren schwer zu erheben und im Endergebnis praktisch nie relevant sind. Im Sinne einer effizienten Bewertung können diese Indikatoren in der KNA entfallen (Kapitel 3.3). Damit sinkt der Aufwand für die Durchführung einer KNA, ohne dass das Ergebnis verzerrt würde. Die entsprechenden Auswirkungen sollten stattdessen qualitativ bewertet werden. In Kapitel 3.4 werden einige weiteren Anpassungen im Indikatorensystem besprochen. In Kapitel 3.5 werden die Regeln zum begründeten Weglassen gewisser Indikatoren aktualisiert. In Kapitel 3.6 werden die sogenannten «wider economic Impacts» (WEI) besprochen. In Kapitel 3.7 wird zudem kurz auf die Auswirkungen der Einführung teil- und vollautomatisierter Fahrzeuge auf die KNA eingegangen.

### 3.2 Neu zu berücksichtigende Indikatoren

#### 3.2.1 Einbezug des Langsamverkehrs

Die KNA-Methodik ist prinzipiell auch geeignet, um Projekte im Langsamverkehr (Fuss- und Veloverkehr) zu bewerten oder die Auswirkungen von Strassen- oder Schienenverkehrsprojekten auf den Langsamverkehr zu bewerten. Im Langsamverkehr sind insbesondere die Reisezeiten und die Unfallkosten von Bedeutung – sowie die Gesundheitsnutzen.<sup>4</sup>

Teilweise fehlen jedoch noch die entsprechenden Zahlen für eine Bewertung, so z.B. zuverlässige Ergebnisse aus Verkehrsmodellen oder langsam-verkehrsspezifische Zeitkostensätze. 2013 wurde eine Vorstudie für eine KNA im Langsamverkehr erstellt (ProgTrans et al. 2013, Messen des Nutzens von Massnahmen mit Auswirkungen auf den Langsamverkehr). Die Hauptstudie wurde aber nie ausgelöst. Wirkungen auf den Fuss- und Veloverkehr müssen deshalb heute oft ausserhalb der KNA beurteilt werden oder anhand von projektspezifischen Datenerhebungen. Normierte Datengrundlagen fehlen. Deshalb sollen im Rahmen des Normengerüsts zur KNA wo möglich auch Datengrundlagen für den Langsamverkehr zur Verfügung gestellt werden. Entsprechende Kostensätze für Zeitkosten und Unfallkosten sollten bei den nächsten Überarbeitungen in die Detailnormen SN 641 822 und SN 641 824 aufgenommen werden. Neu sind zudem die Gesundheitsnutzen des Langsamverkehrs miteinzubeziehen – allerdings, wie im Folgenden gezeigt wird nur die externen, nicht auch die internen Gesundheitsnutzen.<sup>5</sup>

#### Externe Gesundheitsnutzen des Langsamverkehrs

Neu werden die externen Gesundheitsnutzen des Langsamverkehrs in der KNA miteinbezogen, die aufgrund von neuen Forschungsergebnissen bewertbar geworden sind. Die körperliche Betätigung im Langsamverkehr wirkt sich positiv auf die Gesundheit aus und führt zu zusätzlichen Lebensjahren sowie vermiedenen Krankheitsfällen (und damit zu externen Nutzen z.B. durch vermiedene medizinische Behandlungskosten und vermiedene Produktionsausfälle). Diese Nutzen wurden in Ecoplan / Infrac (2014, Kapitel 15) erstmals quantifiziert (aktualisiert in Infrac / Ecoplan 2018). Da immer mehr

<sup>4</sup> Siehe z.B. ewp AG (2017), Kosten-Nutzen-Analyse Veloschnellroute Limmattal.

<sup>5</sup> ewp AG (2017, Kosten-Nutzen-Analyse Veloschnellroute Limmattal) berücksichtigt hingegen auch die internen Gesundheitsnutzen. Mit dem Einbezug der Gesundheitsnutzen und der Unfälle werden die beiden wesentlichen externen Effekte des Langsamverkehrs abgedeckt sein (Ecoplan, Infrac 2014, S. 519).

Verkehrsmodelle den Langsamverkehr als eigene Kategorie enthalten, sollen die Kostensätze für die Berücksichtigung der Gesundheitsnutzen im Langsamverkehr in der SN 641 828 zur Verfügung gestellt werden. Damit kann eine Lücke in den bisherigen Bewertungsmethoden geschlossen werden.

Die Nutzen aus der körperlichen Aktivität im Fuss- und Fahrradverkehr sind primär intern, d.h. diejenige Person, die körperlich aktiv ist, lebt auch gesünder. Von einem Teil der positiven Auswirkungen profitieren aber auch Dritte: Der verbesserte Gesundheitszustand führt zu einer Reduktion von Krankheitsfällen, was Einsparungen bei den medizinischen Heilungskosten, bei den Produktionsausfällen und bei den Wiederbesetzungskosten zur Folge hat. Da diese Kosten auf Krankenkassen (bei den medizinischen Heilungskosten), Gesellschaft (bei den Produktionsausfällen) und Arbeitgeber (bei den Wiederbesetzungskosten) überwältigt werden, entstehen durch die körperliche Aktivität nicht nur interne Nutzen bei den Fussgängern und Velofahrerinnen, sondern auch externe Nutzen (in Form von eingesparten Kosten) bei Dritten. Zudem können durch die Vermeidung von frühzeitigen Todesfällen Hinterlassenenrenten (Witwen-, Witwer- und Waisenrenten) eingespart werden, die von den Versicherungen und damit von der Allgemeinheit zu bezahlen wären.

Die externen Gesundheitsnutzen des Langsamverkehrs sind im Rahmen der KNA zu berücksichtigen. Auf den Einbezug der internen Nutzen ist demgegenüber zu verzichten: Denn im projektbedingten Mehrverkehr sind die internen Gesundheitsnutzen bereits im Entscheid enthalten, ob man überhaupt mit dem Fahrrad bzw. zu Fuss geht oder doch das Auto oder den ÖV vorzieht. Im Stammverkehr (der mit und ohne Projekt zu Fuss oder mit dem Fahrrad unterwegs ist) muss vorsichtig davon ausgegangen werden, dass die internen Effekte auf die Gesundheit bereits im Zeitkostensatz enthalten sind,<sup>6</sup> so dass eine nochmalige Berücksichtigung zu einer Doppelzählung führen würde.

Deshalb werden in der KNA nur die **externen Gesundheitsnutzen miteinbezogen**. Die internen Gesundheitsnutzen fliessen nicht in die KNA mit ein.

### Trennwirkung für den Langsamverkehr

Bisher in der KNA nicht berücksichtigt werden die sogenannten Trennwirkungen für den Langsamverkehr. Unter der Trennwirkung von Strassen für Fussgänger (und Velofahrer) versteht man meist die Zeitverluste, die Fussgängern entstehen, wenn sie eine Strasse überqueren wollen. In Ecoplan, Metron (2005)<sup>7</sup> wurde gezeigt, dass die Trennwirkung lediglich in Deutschland und Dänemark in die KNA integriert wird. In weiteren Ländern wird dieser Effekt nur nicht-monetär berücksichtigt und in der Mehrheit der Länder sowie auch in allen bisherigen Studien in der Schweiz sogar ganz vernachlässigt.

Da der deutsche Ansatz nicht direkt auf die Schweiz übertragen werden kann<sup>8</sup>, würde eine Berücksichtigung der Trennwirkungen für die Fussgänger eine neue, fundierte Studie für die Schweiz erfordern. Zusammen mit der Begleitgruppe dieser Studie wurde deshalb entschieden, die Trennwirkungen weiterhin **nicht in die KNA-Norm zu integrieren**.

## 3.2.2 Vor- und nachgelagerte Prozesse

Die Kosten für vor- und nachgelagerte Prozesse setzen sich aus verschiedenen Bereichen zusammen:

<sup>6</sup> Ob die Gesundheitsnutzen tatsächlich im Zeitkostensatz enthalten sind, müsste im Rahmen der Zahlungsbereitschaftsstudie zum Zeitkostensatz für den Langsamverkehr untersucht werden. Mangels spezifischer Kostensätze für den Langsamverkehr müssen Kostensätze für die Zu- und Abgangszeiten im ÖV herangezogen werden. Damit ist es unklar, ob darin die internen Gesundheitsnutzen enthalten sind. Gemäss dem at least Ansatz nehmen wir es an. Damit wird eine allfällige Doppelzählung der internen Gesundheitsnutzen vermieden.

<sup>7</sup> Ecoplan, metron (2005), «Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr. Kommentar zur Norm», S. 68.

<sup>8</sup> EWS (1997), Entwurf Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Strassen EWS, S. 50-52.

- **Vor- und nachgelagerte Prozesse Energie:** Schäden durch die Emission von Luftschadstoffen und Klimagasen bei Herstellung, Transport und Bereitstellung der Antriebsenergie (Benzin, Diesel, Strom).
- **Vor- und nachgelagerte Prozesse Fahrzeug:** Schäden durch die Emission von Luftschadstoffen und Klimagasen bei Herstellung, Unterhalt und Entsorgung der Fahrzeuge.
- **Vor- und nachgelagerte Prozesse Infrastruktur:** Schäden durch die Emission von Luftschadstoffen und Klimagasen bei Bau, Unterhalt und Entsorgung der Infrastruktur.

Diese Kosten werden im Rahmen von Ecoplan, Infrac (2014, Kapitel 12) und Infrac, Ecoplan (2018, Kapitel 12) für die Schweiz ermittelt und wurden bisher in der Schweiz im Rahmen von KNA nicht miteinbezogen. Eine genauere Analyse zeigt jedoch, dass diese Effekte teilweise miteinzubeziehen sind:

- Werden durch ein Projekt die Fzkm verändert (z.B. Mehrverkehr, Umfahrungsstrasse, neue Verbindung), so verändert sich dadurch der Treibstoffverbrauch (bzw. Stromverbrauch bei Elektrofahrzeugen). Damit verändern sich auch die externen Kosten durch die vor- und nachgelagerten Prozesse der Energie. Diese Effekte sind künftig also in KNA miteinzubeziehen.
- In einer KNA wird üblicherweise davon ausgegangen, dass sich durch ein einzelnes Verkehrsprojekt der Fahrzeugbestand nicht verändert (bzw. die Veränderung vernachlässigbar klein ist). Theoretisch wären Veränderungen im Fahrzeugbestand zwar miteinzubeziehen. Dies würde aber bedingen, dass entsprechende Kostensätze zu den Fixkosten der Fahrzeuge vorliegen. Diese wurden in EBP (2018<sup>9</sup>) bzw. im soeben vorgelegten Entwurf der überarbeiteten SN 641 827 nicht erarbeitet. Zudem müsste der Effekt eines Projektes auf den Fahrzeugbestand abgeschätzt werden, was ebenfalls mit grösseren Schwierigkeiten verbunden wäre. Aufgrund fehlender Forschungsergebnisse können die (kleinen) Effekte auf den Fahrzeugbestand also nicht quantifiziert werden. Damit werden auch die Kosten durch vor- und nachgelagerte Prozesse von Fahrzeugen nicht miteinbezogen.
- Werden im Rahmen eines Projektes neue Infrastrukturen gebaut, so verändern sich dadurch auch die Kosten der vor- und nachgelagerten Prozesse dieser Infrastrukturen. Diese Kosten sollten also in einer KNA ebenfalls miteinbezogen werden.  
Es ist allerdings zu beachten, dass die Emission von Luftschadstoffen in der Bauphase bereits beim Indikator Luftbelastung berücksichtigt werden (vgl. SN 641 828). Um Doppelzählungen zu vermeiden, sollten somit nur die Emissionen von CO<sub>2</sub> berücksichtigt werden. Da CO<sub>2</sub> aber für 94% der Kosten durch vor- und nachgelagerte Prozesse der Infrastruktur verantwortlich ist, wird mit der Berücksichtigung der CO<sub>2</sub>-Emissionen in den vor- und nachgelagerten Prozessen der Grossteil dieser Kosten einbezogen.

Fazit: Die **vor- und nachgelagerten Prozesse der Energie und der Infrastruktur** sollten künftig **mitberücksichtigt** werden.

### 3.3 Entfallende Indikatoren

Es werden **drei KNA-Indikatoren**, die bisher in der SN 641 820 enthalten waren und auch in NISTRA umgesetzt wurden, **nicht mehr berücksichtigt**:

- **Landschafts- und Ortsbild**
- **Externe Kosten Energie Infrastrukturbetrieb**
- **Finanzierungskosten**

Die Nicht-Berücksichtigung wird im Folgenden begründet.

<sup>9</sup> EBP (2018), Weiterentwicklung der Fahrzeugbetriebskostensätze für Kosten-Nutzen-Analysen.

### 3.3.1 Landschafts- und Ortsbild

In der politischen Diskussion ist aber die Zerstörung von unbelasteten Landschaftsbildern immer wieder ein Thema. Die teils hohe Bedeutung in der politischen Diskussion kann der bisherige KNA-Indikator aber nicht abbilden.

Die Herleitung des verwendeten Kostensatzes ist eher gewagt: Der Kostensatz beruht auf einer Studie aus dem Jahr 1996 zum Wert der Artenvielfalt im Jura.<sup>10</sup> Dabei wurde die Zahlungsbereitschaft von Erholungssuchenden in Baselland erhoben. Kritisch ist jedoch anzumerken, dass die Zahlungsbereitschaft nicht auf das Landschafts- und Ortsbild fokussiert war, sondern eine breitere Perspektive hatte. Konkret wurde in der Befragung nach der Zahlungsbereitschaft für Schutzprogramme gefragt, durch die fast alle oder alle Pflanzen- und Tierarten gerettet werden können.<sup>11</sup> Die Zahlungsbereitschaft wurde dann von Infraconsult (1999<sup>12</sup>) übernommen. Auch die Studie von Infraconsult ist breiter und betrachtet das Gesamtziel «Natur und Landschaft ungeschmälert erhalten».<sup>13</sup> Dieses wird in drei Oberziele aufgeteilt, nämlich «Pflanzen und ihre Lebensräume erhalten», «Tiere und ihre Lebensräume erhalten» sowie «Landschafts- und Ortsbild schonen». Deshalb wird für das Landschafts- und Ortsbild nicht die gesamte Zahlungsbereitschaft verwendet, sondern nur ein Drittel davon. Dies waren die besten damals verfügbaren Datengrundlagen.

Es ist zu bezweifeln, dass der so hergeleitete Kostensatz die wahren Präferenzen für das Landschafts- und Ortsbild gut abbilden kann. Zudem dürfte die Beeinträchtigung des Landschafts- und Ortsbildes stark vom Wert des betroffenen Landschaftsbildes abhängen, der mit einem Schweizer Durchschnittskostensatz zu wenig abgebildet werden kann.<sup>14</sup>

Zudem ist anzumerken, dass die Bewertung relativ aufwändig ist (Bewertung von 3 Unterzielen, je für Referenz- und Projektfall für mehrere Teilräume).

Deshalb wird das Landschafts- und Ortsbild künftig in der KNA nicht mehr berücksichtigt.

Da das Landschafts- und Ortsbild in der politischen Diskussion manchmal wichtig ist, soll der Indikator ausserhalb der KNA berücksichtigt werden. Im neuen NISTRA<sup>15</sup> ist dies durch den Indikator SE\_4 «Orts- und Landschaftsbild, Naherholungsgebiete» der Kosten-Wirksamkeits-Analyse garantiert.

### 3.3.2 Externe Kosten Energie Infrastrukturbetrieb

In den bisherigen Anwendungen erreicht der Indikator maximal 0.26% aller Effekte (bzw. maximal 0.18 Mio. CHF pro Jahr) und wird nur in 5 von 11 Studien berücksichtigt. Der Indikator ist also kaum je relevant.

Zudem erlaubt der Verzicht auf den Indikator Einsparungen bei der Bewertung. Denn für die Bewertung werden Daten benötigt, die sonst nicht erhoben werden müssten (Energieverbrauch durch Betrieb Infrastruktur) und die oft nicht vorliegen und deshalb grob abgeschätzt werden. Metron schreibt (bei der Bewertung des Westastes in Biel<sup>16</sup>), die Ermittlung des Energieverbrauchs sei mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden

<sup>10</sup> Blöchliger and Jäggin (1996), Der Wert der Artenvielfalt im Jura.

<sup>11</sup> Infraconsult (1999), Kosten und Nutzen im Natur- und Landschaftsschutz, Bericht C1 des NFP 41, S. 68 – 69.

<sup>12</sup> Infraconsult (1999), Kosten und Nutzen im Natur- und Landschaftsschutz, Bericht C1 des NFP 41.

<sup>13</sup> Infraconsult (1999), Kosten und Nutzen im Natur- und Landschaftsschutz, Bericht C1 des NFP 41, S. 49 – 51.

<sup>14</sup> Die Problematik besteht auch, wenn ein neuer Kostensatz basierend auf einer anderen Studie gefunden würde. So besteht z.B. eine BAFU-Studie zu renaturierten Flusslandschaften. Auch hier wäre es zudem kritisch, diese Ergebnisse für Flusslandschaften auf ein städtisches Ortsbild zu übertragen. Deshalb zweifeln wir daran, dass das Landschafts- und Ortsbild monetarisiert werden kann (ohne grösseren Aufwand).

<sup>15</sup> Ecoplan (2018), Handbuch eNISTRA 2017.

<sup>16</sup> Metron (2010), A5 Biel-Westast: Zweckmässigkeitsbeurteilung, S. 178.

gewesen. Auf diesen Indikator, der auch in der politischen Diskussion von Projekten nie eine Rolle spielt, kann somit ganz verzichtet werden.

### 3.3.3 Finanzierungskosten

Bei diesem Indikator (vgl. Ziffer 48.2 der bisherigen SN 641 820) geht es um die Zinskosten bei einer Fremdfinanzierung von Investitionen. Der Indikator ist nur für die sozioökonomischen Teilbilanzen relevant: Der Staat zahlt Zinsen an Private (Transfer). Das Gesamtergebnis der KNA verändert sich durch den Indikator also nicht. Dieser Indikator wurde unseres Wissens bisher in konkreten Bewertungen nie angewendet und wird deshalb im Sinne einer Entschlackung weglassen.

## 3.4 Weitere Anpassungen im Indikatorensystem

In der bisherigen Ziffer 17 (neu Ziffer 16) wurden bisher auch Kosten und Nutzen definiert, was für die Bildung des Nutzen-Kosten-Verhältnisses wichtig ist. Es hat sich aber gezeigt, dass die entsprechende Festlegung in der Norm für Projekte im öffentlichen Verkehr nicht geeignet ist, da sie zu negativen Kosten führen kann (weil die zusätzlichen ÖV-Erträge gemäss Normen als Kostenminderung zu betrachten sind). Entsprechend muss nach einer alternativen Definition von Kosten und Nutzen für die Bildung des Nutzen-Kosten-Verhältnisses gesucht werden. Dies wird in Kapitel 8.1 besprochen und nicht mehr in Ziffer 17 (neu 16) erläutert (sondern in der bisherigen Ziffer 63, neu 43). Entsprechend wird hier nicht mehr zwischen Kosten- und Nutzenindikatoren unterscheiden.

Zudem wird in der Norm die Reihenfolge der Indikatoren an die Reihenfolge in NISTRA 2017<sup>17</sup> angepasst. Dies hat natürlich keine Auswirkungen auf die Ergebnisse.

Die **polizeiliche Verkehrsregelung und Überwachung** wurde bisher in der Norm nicht explizit erwähnt, wurde aber immer in der SN 641 826 und in NISTRA als Teil der Betriebs- und Unterhaltskosten der Strassen angesehen. Aufgrund der neuen Überlegungen zum Nutzen-Kosten-Verhältnis ist dies nicht mehr möglich, weil die normalen Betriebs- und Unterhaltskosten der Strassen als Kosten gelten, die polizeiliche Verkehrsregelung und Überwachung hingegen als Nutzen (vgl. Kapitel 8.1). Damit ist hier ein neuer Indikator vorzusehen (der aber bisher bereits berücksichtigt wurde).

Schliesslich werden auch die **drei Indikatoren, die den Mehrverkehr betreffen, zusammengefasst** zum Indikator Nutzen durch Mehrverkehr (bestehend aus dem Nettonutzen des Mehrverkehrs, den Einnahmen aus Treibstoffsteuern und Maut im Mehrverkehr und den MWST-Einnahmen im öffentlichen Verkehr). Der Grund ist, dass bei der Ergebnisinterpretation die detaillierten Indikatoren immer wieder zu Fragen und langwierigen Diskussionen führen, da die theoretische Herleitung dieser Indikatoren komplex und schwer verständlich ist. Diese unnötigen und unproduktiven Diskussionen sollen damit verhindert werden.

## 3.5 Regeln zum begründeten Weglassen von Indikatoren

Am Ende der bisherigen Ziffer 17 (neu 16) zum Indikatorensystem ist auch eine Aufzählung enthalten, welche Indikatoren bei spezifischen Projekten vernachlässigt werden können. Solche Regeln zum begründeten Ausscheiden von Indikatoren werden immer wieder gewünscht<sup>18</sup> – da offenbar nicht bekannt ist, dass es diese schon gibt. Diese Regeln sind nun zu überarbeiten. Einerseits sind neue Indikatoren aufzunehmen:

- Baukosten, Ersatzinvestitionen und Landkosten können weggelassen werden, falls diese Kosten (insbesondere die Landkosten) im zu betrachteten Projekt tatsächlich Null sind, z.B. bei der Bewertung verkehrsorganisatorischer und -politischer Massnahmen.

<sup>17</sup> Ecoplan (2018), Handbuch eNISTRA 2017.

<sup>18</sup> Siehe z.B. Ecoplan (2012), Erfahrungen mit KNA-Normen und NISTRA sowie Anpassungsmöglichkeiten.

- Auch die Betriebs- und Unterhaltskosten könnten durch einzelne Projekte nur marginal verändert und damit vernachlässigt werden.
- Entsteht durch ein Projekt kaum Mehrverkehr, kann auf die Berechnung des Mehrverkehrs im Verkehrsmodell verzichtet werden (vgl. Ziffer 27 der neuen Norm bzw. Kapitel 5 unten). Dann entfällt auch der Indikator Nutzen durch Mehrverkehr. In diesem Fall werden auch Umsteigeeffekte von oder zu anderen Verkehrsträgern nicht berechnet, so dass damit auch die Indikatoren Auswirkungen auf den ÖV und externe Gesundheitsnutzen im Langsamverkehr entfallen.
- Die externen Gesundheitsnutzen des Langsamverkehrs (die bisher nicht berücksichtigt wurden) können entfallen, wenn die Auswirkungen eines Projektes auf den Langsamverkehr unbedeutend sind (oder keine Datengrundlagen dazu bestehen<sup>19</sup>).
- Wird durch das Projekt (praktisch) kein neuer Boden beansprucht, kann neben den Landkosten auch die Bodenversiegelung entfallen.
- Werden keine neuen Infrastrukturen erstellt, können auch die vor- und nachgelagerten Effekte der Infrastruktur vernachlässigt werden.

Andererseits können bisher erwähnte Indikatoren gestrichen werden:

- Die Veränderung der MWST-Einnahmen im ÖV wird zwar gestrichen, ist aber weiterhin enthalten, da sie Teil des Nutzens durch den Mehrverkehr ist.
- Die «gewissen Umwelteffekte» wurden gestrichen, weil sie neu explizit aufgeführt werden und der Verweis auf die SN 641 828 nicht stimmt (dies war ein Verweis auf eine Norm, die es zum Zeitpunkt der Publikation der SN 641 820 noch nicht gab).

Es ist zu betonen, dass das Weglassen gewisser Indikatoren immer sorgfältig abgewogen werden muss. Ein Weglassen von relevanten Indikatoren könnte zu einem Fehlentscheid führen.

Die Einnahmen aus Treibstoffsteuern und Maut im Stammverkehr, die nur für die Teilbilanzen relevant sind, könnten eigentlich auch entfallen, wenn die Teilbilanzen nicht von Interesse sind. Sie beruhen aber auf denselben Datengrundlagen wie viele andere Indikatoren (Veränderung der Fzkm), so dass die Berechnung (mit NISTRA) ohne Mehraufwand möglich ist. Dasselbe gilt für die polizeiliche Verkehrsregelung und Überwachung und für die oben nicht erwähnten Umweltindikatoren.

## 3.6 Wider economic impacts – WEI

### 3.6.1 Ausgangslage

Die «wider economic impacts» (WEI) sind ökonomische Auswirkungen, die in der klassischen KNA in der Regel nicht berücksichtigt werden. Eine wesentliche Form der WEI sind sogenannte Agglomerationseffekte von Verkehrsinfrastrukturprojekten.

Wenn Reisezeitgewinne den volkswirtschaftlichen Nutzen von Erschliessungsgewinnen neuer Verkehrsinfrastrukturen (sei es infolge neuer resp. kürzerer Verbindungen, sei es durch einen Abbau von Staus) nicht vollständig abbilden, handelt es sich bei diesem zusätzlichen volkswirtschaftlichen Nutzen um «wider economic benefits».<sup>20</sup>

Wie Rothengatter (2017) in seiner kürzlich erschienen zusammenfassenden Diskussion der WEI zeigt, ist es weitgehend unbestritten, dass WEI existieren. Offen ist jedoch, ob

<sup>19</sup> Wenn die erwarteten Auswirkungen auf den Langsamverkehr aber gross sind, sollte versucht werden, diese Daten (approximativ) zu beschaffen. Ansonsten besteht die Gefahr, dass ein potentiell entscheidender Indikator vergessen gehen könnte.

<sup>20</sup> WEI werden in der KNA-Methodik in der Regel nicht berücksichtigt, weil diese auf der (neoklassischen) Annahme beruht, dass perfekte Märkte bestehen. Wenn diese Annahme fallengelassen wird, sobald also unterschiedliche Formen von imperfekten Märkten zugelassen werden, können WEI auftreten. Beispielsweise werden in der neoklassischen Theorie bei Grossprojekten die weiterreichenden Auswirkungen grosser Zeiteinsparungen auf Logistik und andere Märkte nicht berücksichtigt, obwohl sie die Produktion und die Handelseffizienz wesentlich beeinflussen (Rothengatter 2017, Wider economic impacts of transport infrastructure investments: Relevant or negligible?).

diese in standardisierter Form in eine KNA-Methodik integriert werden sollen.<sup>21</sup> Die wichtigsten Argumente lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Die Abschätzung von WEI ist mit Unsicherheiten bezüglich der konkreten empirischen Zusammenhänge zwischen dem betrachteten Verkehrsprojekt und den ausgelösten WEI verbunden.
- WEI dürften in hochindustrialisierten Ländern eine viel kleinere Rolle spielen als in Entwicklungsländern, da die durch eine Verkehrsinfrastrukturinvestition erzielbaren Erreichbarkeitsgewinne in einem schon gut erschlossenen Land relativ gering sind.
- Bei grossen Verkehrsinfrastrukturinvestitionen (z.B. wesentliche Vergrösserung des Autobahnnetzes, Ausbau eines überlasteten urban-städtischen Verkehrsnetzes) würde das Ausschliessen von WEI zu einer Vernachlässigung wesentlicher Wirkungen führen. Entsprechend sollten in solchen Projekten WEI in irgendeiner Form diskutiert werden. Für kleinere Verkehrsprojekte erscheint es dagegen naheliegend, dass für deren Bewertung auf die Berechnung von WEI verzichtet wird.

**Zwischenfazit:** Die Schweiz weist sowohl im Strassen- als auch im Schienenverkehr eine sehr gute Netzdichte und Netzqualität auf. Trotzdem ist davon auszugehen, dass die Verkehrsnetze zunehmend überlastet sind und deshalb auch in der Schweiz ein Bedarf nach strategischen Modernisierungs- und Innovationsplänen besteht. Bei Grossprojekten mit bedeutenden Erschliessungs- und Reisezeiteffekten (was sich auch im Abbau bedeutender Staus äussern kann) oder auch bei der Bewertung neuer Verkehrstechnologien sollte deshalb geprüft werden, wie eine vertiefte WEI-Studie eine standardisierte KNA-Berechnung mit wichtigen Zusatzinformationen ergänzen kann.

### 3.6.2 Bisherige Verwendung von WEI<sup>22</sup>

Das britische Verkehrsministerium (DFT) hat ein Standardgerüst für die Bewertung von Wider Economic Benefits (WEB) bei Verkehrsinfrastrukturprojekten entwickelt, welches auf den theoretischen Arbeiten von Venables (2015)<sup>23</sup> und den empirischen Schätzungen von Graham (2005)<sup>24</sup> basiert. Die gleiche Methodik wird mittlerweile auch von der New Zealand Transport Agency (NZTA) angewendet, jedoch mit Elastizitäten, die auf die Bedingungen in Neuseeland abgestimmt sind. Weiter wurde die Methodik auch für mehreren australische Verkehrsprojekte verwendet. Sie wurde aber bisher von Infrastructure Australia nicht generell in die Bewertungsmethodik aufgenommen. Seit August 2016 wird in Australien empfohlen, dass Praktiker die Evaluierungsergebnisse einmal ohne WEB und einmal mit WEB präsentieren sollten, wobei WEB effektiv als Sensitivitätstest behandelt werden.

Drei Kategorien von WEB werden in den UK DFT Guidelines (2014), im NZTA Economic Evaluation Manual und in den australischen Richtlinien beschrieben:

- WEB1 - Agglomerationseffekte
- WEB2 - Produktionsänderung in unvollkommenen wettbewerbsintensiven Märkten
- WEB3 - Steuerliche Auswirkungen des verbesserten Arbeitskräfteangebots

Gemäss den Ergebnissen von Studien in Grossbritannien machen WEB ca. 30-40% der in konventionellen KNA berechneten Reisezeitnutzen (Einsparung generalisierter Kosten) aus, was bis zu mehr als 20% der gesamten Nutzen ausmachen kann.<sup>25</sup> In den jüngsten Bewertungen für Sydney schätzen die Autoren den Anteil von WEB dagegen nur auf 8%

<sup>21</sup> Rothengatter (2017), Wider economic impacts of transport infrastructure investments: Relevant or negligible?

<sup>22</sup> Douglas und O'Keefe (2016), Wider Economic Benefits – When and if they should be used in evaluation of transport projects.

<sup>23</sup> Venables (2015), Incorporating wider economic impacts within cost-benefit appraisal.

<sup>24</sup> Graham (2005), Wider economic benefits of transport improvements: link between agglomeration and productivity.

<sup>25</sup> Rothengatter (2017), Wider economic impacts of transport infrastructure investments: Relevant or negligible?

der Gesamtnutzen.<sup>26</sup> Die Ergebnisse dieser «empirischen Tests» von WEB zeigen somit eine sehr grosse Varianz in der Grössenordnung der zu erwartenden WEB.

### 3.6.3 Agglomerationseffekte

Eine der Hauptformen von WEI sind Agglomerationseffekte. Die Hypothese hinter diesem Nutzelement des Verkehrs ist, dass durch eine verbesserte Erreichbarkeit ein grösserer verbundener Wirtschaftsraum entsteht, der zu zusätzlichen Produktivitätssteigerungen führt. Die wichtigsten Gründe, wieso eine verbesserte Erreichbarkeit zu Produktivitätssteigerungen führen kann, lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Besserer Abgleich auf dem Arbeitsmarkt: Die Chance steigt, dass ein Arbeitgeber exakt diejenige Arbeitskraft findet, die am besten für die Stelle geeignet ist. Umgekehrt steigt die Chance, dass eine Arbeitskraft diejenige Stelle findet, in der sie ihr Talent am passendsten einsetzen kann. Letztlich ermöglicht dies eine Spezialisierung.
- Teilen von positiven Externalitäten: Einerseits steigt die Chance, dass sich Wissen verbreitet, andererseits können Kostenfaktoren wie Ausbildung oder Infrastrukturen günstiger gemeinsam organisiert und Synergien besser genutzt werden.
- Innovative Lösungen: Vielfalt und Kreativität erhöhen sich, was bessere Produktelösungen ermöglicht.

Die dadurch ausgelösten Effekte manifestieren sich insbesondere in höheren Löhnen der Arbeitnehmenden: Zwar profitieren auch die Unternehmen vom grösseren Arbeitsmarkt, es erwächst ihnen aber gleichzeitig zusätzliche Konkurrenz durch weitere Unternehmen, welche um die ideal passende Arbeitskraft buhlen. Somit sind die Unternehmen gezwungen, den zusätzlichen Nutzen, welcher ihnen durch die Agglomerationseffekte entsteht, über die Löhne zumindest teilweise weiterzugeben.

Axhausen et al. haben die Agglomerationseffekte erstmals empirisch für die Schweiz untersucht.<sup>27</sup> Die erhaltenen Resultate zeigen, dass Agglomerationseffekte auch in der Schweiz beobachtbar und quantifizierbar sind. So zeigt sich, dass in der Schweiz eine 100%-Verbesserung der Erreichbarkeit mit dem ÖV (bezüglich der Bevölkerung) zu einer Erhöhung von 1 bis 2% bei den ausbezahlten Löhnen pro Person führt. Dieser Wert liegt im Vergleich zu internationalen Studien eher am unteren Rand der bekannten Bandbreite. Die Schätzergebnisse zeigen weiter, dass der Agglomerationseffekt in urban geprägten Gebieten etwa doppelt so hoch ausfällt wie im schweizerischen Durchschnitt.

### 3.6.4 Diskussion der Aufnahme von WEI in die KNA-Methodik

In der aktuellen Literatur werden verschiedene Argumente im Zusammenhang mit einer Einbindung von WEI in eine standardisierte KNA-Methodik geäussert:

- **Unsicherheit bei den Annahmen:**<sup>28</sup> Unabhängig vom Anwendungsbereich würde eine standardisierte Vorgabe zur Quantifizierung von WEI auf mit Unsicherheiten behafteten Annahmen beruhen. Dies ist aber noch nicht Grund genug, um WEI bei der Bewertung von Grossprojekten zu vernachlässigen. Schliesslich beinhalten auch konventionelle KNA bedeutende Unsicherheiten im Mengen- und Wertgerüst.<sup>29</sup> In konventionellen KNA sind solche Probleme jedoch hinter Konventionen und Empfehlungen von Leitfäden verborgen, was aber nicht heisst, dass es Unsicherheiten bei den Bewertungsvorgaben nicht auch gibt. Die Unsicherheit über Einflüsse oder Werte kann daher nicht als

<sup>26</sup> Hensher et al. (2012), Assessing the wider economy impacts of transport infrastructure investment with an illustrative application to the North-West Rail Link project in Sydney.

<sup>27</sup> Axhausen et al. (2015), Gesamtwirtschaftliche Effekte des öffentlichen Verkehrs mit besonderer Berücksichtigung der Verdichtungs- und Agglomerationseffekte.

<sup>28</sup> Rothengatter (2017), Wider economic impacts of transport infrastructure investments: Relevant or negligible?

<sup>29</sup> Beispiele sind die Bewertung der Zeitersparnis mit einem einheitlichen Zeitkostensatz, der Unfalltoden mit monetarisierten "verlorenen Lebensjahren" oder des Klimawandels mit Kosten pro Tonne CO<sub>2</sub>.

- Argument für die Vernachlässigung potenzieller langfristiger WEI in einer umfassenden Bewertung herangezogen werden.
- **Mangelnde Beobachtbarkeit von Agglomerationseffekten / Kausalität:**<sup>30</sup> Graham, einer der weltweit führenden Experten, ist der Ansicht, dass eine Einschränkung bei der standardisierten Quantifizierung von Agglomerationseffekten darin besteht, dass die «Identifizierung von Agglomerationsökonomien mit Schwierigkeiten behaftet ist», weil die tatsächlichen Prozesse, die zu Externalitäten führen, nicht beobachtbar sind. Er verweist darauf, dass die empirische Literatur bisher nicht oder zu wenig in der Lage war, die Ursache von beobachteten Produktivitätseffekten zu bestimmen (womit sich die Kausalitätsfrage stellt).
  - **Nähe und Produktivitätsgewinne sind nicht branchenunabhängig:**<sup>31</sup> Die Arbeit von Graham (2007)<sup>32</sup> deutet darauf hin, dass es Branchen gibt, in denen die Agglomerationsnähe auch ein Nachteil sein kann (z.B. bei Medizin- und Präzisionsgeräten), was der gängigen Theorie zur Abschätzung von WEI entgegenläuft. So ist in einzelnen Branchen ein negativer Zusammenhang zwischen Ballungseffekten und Wertschöpfung gemessen worden. Dies wird damit begründet, dass der Wettbewerb in dichten Gebieten intensiver ist, was zu einer Senkung der erzielbaren Preise und damit der gemessenen Produktion führt. Dieses «Abschottungsargument» ändert aber an der Grundüberlegung der Agglomerationseffekte nichts Grundsätzliches.
  - **Fehlende räumliche Übertragbarkeit der Parameter:** Eines der Hauptprobleme bei der Abschätzung von Agglomerationseffekten ist der Mangel an standardisierbaren Daten (insb. Elastizitäten), die für die untersuchten Branchen relevant sind. Diese Daten können nicht einfach aus anderen Ländern übernommen werden, wie z.B. Melo et al. (2013)<sup>33</sup> zeigen. Sie identifizierten einerseits Probleme bei der Verwendung von Elastizitäten in Ländern mit unterschiedlichen Entwicklungsstadien, andererseits stellen sie auch Unterschiede zwischen den USA und Europa fest.<sup>34</sup> Auch Rothengatter (2017) hält fest, dass die für die Berechnung der Agglomerationseffekte zentrale Annahme zur Elastizität der Produktivität mit Bezug auf die Dichte von Arbeitsplätzen und Bevölkerung in der empirischen Literatur stark schwanken würde. In der Schweiz liegen wie erwähnt mit Axhausen et al (2015) erste empirische Abschätzungen der Grössenordnung von Agglomerationseffekte vor. Diese fokussieren aber auf das ÖV-Angebot.
  - **Regionalpolitische Zielsetzungen:** Rothengatter (2017) weist auf die Abhängigkeit der Agglomerationseffekte von Dichtedifferenzen hin. Regionen mit höherer Dichte weisen statistisch gesehen eine höhere Arbeitsproduktivität auf, so dass eine bessere Erreichbarkeit von Regionen mit hoher Dichte aus Regionen mit niedriger Dichte und das entsprechend vermehrte Pendeln von Arbeitnehmern einen wichtigen Teil der WEI ausmacht. Die Regionalentwicklungspolitik zielt jedoch häufig auf eine «dezentrale Konzentration» ab, d.h. auf die Verringerung der Überkonzentration in Ballungsräumen und den Aufbau einer Hierarchie zentraler Orte, die durch eine verbesserte Verkehrsinfrastruktur entlang der Entwicklungsachsen miteinander verbunden sind. Es ist also auch eine regionalpolitische Frage, ob eine weitere Stärkung von Ballungszentren im Gesamtinteresse eines Landes ist.

### 3.6.5 Fazit

Die obigen Ausführungen zeigen, dass WEI für die Bewertung von Verkehrsinfrastrukturprojekten auch für die Schweiz durchaus von Bedeutung sein können. Die Analyse zeigt aber auch, dass WEI und insbesondere auch Agglomerationseffekte

<sup>30</sup> Graham (2007), Agglomeration Economies and Transport Investment.

<sup>31</sup> Douglas und O'Keefe (2016), Wider Economic Benefits – When and if they should be used in evaluation of transport projects.

<sup>32</sup> Graham (2007), Agglomeration Economies and Transport Investment.

<sup>33</sup> Melo et al. (2013) The productivity of transport infrastructure investment: A meta-analysis of empirical evidence.

<sup>34</sup> Mit der Erklärung, dass die höhere Nutzung des Strassenverkehrs in den USA die Elastizitätsschätzung beeinflusse.

vorerst nicht in standardisierter Form in die KNA-Methodik eingebaut werden sollten. Dies aus den folgenden Gründen:

- Es müssen genügend verlässliche Schweiz-spezifische empirische Grundlagen zur Verfügung stehen, um WEI in standardisierter Form in die KNA-Methodik einzubauen. Im Vergleich zu anderen Indikatoren ist die Übertragbarkeit von Studienergebnissen aus anderen Ländern mit grossen Unsicherheiten verbunden. Für die Schweiz ist mit der Studie von Axhausen et al. (2015) ein erster Schritt gemacht worden. Der Fokus liegt bei dieser Studie aber auf Veränderungen des ÖV-Angebots. Notwendig wäre also insbesondere eine vertiefende Studie zu den WEI von Strasseninfrastrukturprojekten in der Schweiz.
- WEI hängen stark vom zu untersuchenden Projekt ab: Es dürfte eine Vielzahl (eher kleinerer) Verkehrsinfrastrukturprojekte geben, bei welchen WEI eine vernachlässigbare Rolle spielen. Hier wäre es verfehlt, einen (in standardisierter Form) berechneten zusätzlichen Nutzen infolge von WEI auszuweisen. Hingegen könnte den WEI bei grossen Infrastrukturinvestitionen (beispielsweise bei einem grossen Ausbau des S-Bahn-Angebots oder bei einem markanten Ausbau der Autobahnkapazitäten rund um die Kernregion einer verkehrlich überlasteten Agglomeration) sehr wohl eine nicht zu unterschätzende Rolle zukommen. In solchen Fällen sollten WEI nicht vernachlässigt werden.<sup>35</sup>
- Die Messung von WEI erfordert die Anwendung anspruchsvoller Modelle, deren Einsatz sich nur bei grossen Projekten mit entsprechendem Einfluss auf die Erreichbarkeit lohnt.

Es bestehen noch zu wenig empirische Grundlagen, um WEI in standardisierter Form in die KNA-Methodik für die Schweiz einfließen zu lassen. Es ist aber durchaus denkbar, bei sehr grossen Verkehrsprojekten WEI zusätzlich in die Bewertung einzubeziehen und für solche Fälle die WEI projektspezifisch zu untersuchen. In der Norm soll ein solcher Hinweis aber erst aufgenommen werden, wenn die empirischen Grundlagen für die projektspezifische Berechnung von WEI mit entsprechenden schweizerischen Studien auch über die Wirkung von Strasseninfrastrukturprojekten verbessert worden ist.

### 3.7 Teil- und vollautomatisierte Fahrzeuge

Auf Vorgabe der Begleitgruppe enthält dieser Abschnitt erste Überlegungen zu den Auswirkungen teil- und vollautomatisierter Fahrzeuge auf die KNA. Im Rahmen dieses Projekts ist es aber natürlich nicht möglich, den Einbezug von teil- und vollautomatisierten Fahrzeugen in die KNA-Methodik im Detail zu untersuchen. Dies würde eine eigene Studie bedingen. Es wird insbesondere auf das laufende SVI-Forschungspaket «Verkehr der Zukunft (2060)» sowie das laufende ASTRA-Forschungspaket «Auswirkungen des automatisierten Fahrens» verwiesen, in welchen zu dieser Thematik vertieft geforscht wird.

An dieser Stelle müssen wir uns auf einige Hinweise zum Thema automatisiertes Fahren und KNA-Methodik beschränken. Diese zeigen, dass durch das automatisierte Fahren sowohl das verkehrliche Mengengerüste als auch die Wertgerüste zu mehreren Indikatoren ergänzt oder angepasst werden müssten. Die dafür notwendigen wissenschaftlichen Grundlagen für die Schweiz liegen aber bisher weitgehend nicht vor.

Eine Bewertung umfasst jeweils den Zeitraum der Planungs- und Bauphase sowie im Normalfall 40 Jahre Nutzungsphase (vgl. bisherige Ziffer 13 der Norm, neu Ziffer 12). Damit schaut man 50 Jahre und mehr in die Zukunft. Bis zu diesem Zeitpunkt könnten teil- und vollautomatisierte Fahrzeuge deutlich verbreiteter sein als heute. Es ist durchaus plausibel, davon auszugehen, dass sich bis zum Jahr 2060 das automatisierte Fahren weitgehend durchgesetzt hat. In welchem Tempo sich das automatisierte Fahren durchsetzen wird, ist

<sup>35</sup> So hat Ecoplan beispielsweise für das Projekt «Herzstück Basel» (einer neuen unterirdischen Schienenverbindung zwischen den Bahnhöfen Basel SBB und Basel Badischer Bahnhof mit unterirdischem Halt unter dem Stadtzentrum) gezeigt, dass die damit verbundenen markanten Erreichbarkeitsverbesserungen bedeutende Agglomerationseffekte mit sich bringen würden (Bahnknoten Basel 2017, Zukunft Bahnknoten Basel).

aber schwer abzuschätzen. So gehen die Experten-Einschätzungen zum Phase-in von vollautomatisierten Fahrzeugen noch weit auseinander.<sup>36</sup> Nicht nur der technologische Fortschritt, sondern insbesondere das Regulativ, die Akzeptanz des «automatisierten Fahrens», die Änderung der Präferenzen der Haushalte bspw. in Bezug auf den Autobesitz und der «Sharing economy» und nicht zuletzt die Entwicklung der industriellen Fertigungsprozesse und Kosten bzw. Preise der Fahrzeuge werden massgeblich die Durchdringungsgeschwindigkeit vollautomatisierter Fahrzeuge bestimmen.

Vor diesem Hintergrund müssen wir uns auf einige allgemeine Überlegungen zu den Auswirkungen teil- und vollautomatisierter Fahrzeuge auf die KNA bzw. auf das Verkehrsmodell und die einzelnen Indikatoren beschränken:

- Verkehrsmodellberechnungen: Durch die Einführung der autonomen Fahrzeuge werden sich die Angebotsmerkmale des Strassenverkehrs wie z.B. Kapazitäten oder gefahrene Geschwindigkeiten sowie Verkehrsverhaltensmerkmale verändern, was einen Einfluss auf die Verkehrsmittel- und / oder Routenwahl hat. Diese Veränderungen werden auch die Struktur der Verkehrsmodelle sowie die Quantifizierung der Eingangsgrössen und Verhaltensparametrisierung beeinflussen. Wie diese Veränderungen in die Verkehrsmodelle einzubauen sind, kann zurzeit noch nicht abgeschätzt werden, da sowohl technische Entwicklungen und deren Akzeptanz als auch deren Folgen für den Verkehrsfluss und die Nutzungsformen (Mischverkehr, Vollautomatisierung etc.) noch nicht mit ausreichender Wahrscheinlichkeit prognostiziert werden können. Für die vorliegende KNA-Norm hat dies keinen direkten Einfluss, weil die Art der Berechnung der Verkehrsmodelle nicht Gegenstand dieser Norm ist. Es ist aber darauf hinzuweisen, dass gemäss Ecoplan (2018) in den meisten Studien davon ausgegangen wird, dass das automatisierte Fahren Zeitkostensparnisse zwischen 30% bis 70% im Vergleich zu konventionellen Autos bringen kann.
- Reisezeiten: Abgesehen von den Effekten durch eine angepasste Verkehrsmodellberechnung ist auch zu berücksichtigen, dass sich auch die Zeitkostensätze anpassen dürften. In einem vollautomatisierten Fahrzeug muss sich der Fahrer nicht mehr auf die Strasse konzentrieren, sondern kann wie im ÖV lesen oder schlafen. Die Zeit im Auto kann damit produktiv für andere Tätigkeiten eingesetzt werden. Dadurch sinkt die Bewertung der Reisezeit (möglicherweise in etwa auf den tieferen Zeitkostensatz im ÖV). Dies müsste in der SN 641 822 berücksichtigt werden. Vollautomatisierte Fahrzeuge könnten somit insgesamt zu einer Reduktion der Zeitgewinne durch ein Infrastrukturprojekt führen (bei teilautomatisierten Fahrzeugen ist dies dagegen noch weitgehend nicht der Fall).
- Zuverlässigkeit: Mit vollautomatisiertem Fahren könnte die verfügbare Strassenkapazität besser genutzt resp. erhöht werden. Die Alters- und Führerscheinunabhängigkeit bei der Nutzung der autonomen Fahrzeuge könnte aber auch zu höheren Mobilitätsraten im Strassenverkehr, und damit zu einer höheren Fahrzeugdichte und Kapazitätsauslastung sowie grösseren Stauwirkungen führen. Gleichzeitig dürfte aber auch die Zuverlässigkeit steigen. Da dazu aber noch keine Daten verfügbar sind, dürfte es sehr schwierig sein, diese zukünftigen Effekte heute beurteilen zu können. Tendenziell dürften sie aber dazu führen, dass die in einer KNA berechneten Zuverlässigkeitsgewinne (auf den Autobahnen, denn nur dort können sie mit der SN 641 825 berechnet werden) kleiner ausfallen als mit konventionellen Fahrzeugen.
- Die Betriebskosten der Fahrzeuge werden in der SN 641 827 bestimmt. Die Grundlagen zur Norm wurden von EBP überarbeitet:<sup>37</sup> Die Studie zeigt, dass vollautomatisierte Fahrzeuge pro Fzkm teurer sind als konventionelle – mit Ausnahme der Chauffeurkosten im kommerziellen Verkehr, die deutlich sinken. Andere Analysen zeigen (zusammengefasst in Ecoplan 2018), dass automatisiertes Fahren Einsparungen beim Energieverbrauch, für Parkgebühren und bei den Versicherungsprämien zur Folge hat und – wichtiger – mit dem automatisierten Fahren einhergehende

<sup>36</sup> Vgl. Ecoplan (2018), Abschätzung der ökonomischen Folgen der Digitalisierung in der Mobilität, Kapitel 3.

<sup>37</sup> EBP (2018), Weiterentwicklung der Fahrzeugbetriebskostensätze für Kosten-Nutzen-Analysen.

grundsätzliche Veränderungen des Fahrzeugcharakters auch die Betriebskosten beeinflussen dürften (andere Gestaltung des Innenraums, Anpassung der Fahrzeugaufbauten mit auch viel kleineren Fahrzeugen). Die Auswirkungen von automatisierten Fahrzeugen auf die Betriebskostensätze sind somit insgesamt noch nicht genau abschätzbar und werden deshalb in der überarbeiteten Norm (in Bearbeitung) auch noch nicht aufgenommen.

- Auswirkungen auf den ÖV: Vollautomatisierte Fahrzeuge könnten zu einem Umsteigen vom ÖV auf die Strasse oder umgekehrt (dank Kleinbussen oder Tür-zu-Tür-Angeboten) führen. Dies muss im Verkehrsmodell abgebildet werden (vgl. oben). Auch eine allfällige Veränderung der Betriebskosten wäre zu beachten.
- Polizeiliche Verkehrsregelung und Überwachung: Im Verkehrs-Polizeiwesen ist von einem rückläufigen Effekt auszugehen, infolge des geringeren Verkehrsregelungsbedarfs vor Ort. Hingegen wird die IT-gestützte Verkehrsüberwachung und -regelung an Bedeutung gewinnen und damit auch der Bedarf an entsprechendem Fachpersonal zunehmen. Insgesamt dürften diese Kosten durch das automatisierte Fahren tendenziell abnehmen. Das Ausmass dieser Abnahme ist aber im Moment kaum abschätzbar.
- Unfälle: Es wird erwartet, dass durch automatisierte Fahrzeuge die Häufigkeit der Unfälle abnehmen wird. Dies müsste in den Unfallraten der SN 641 824 (bzw. den Nachfolgenormen SN 641 713 und SN 641 721) berücksichtigt werden. Auch dies dürfte im Moment noch äusserst schwierig sein, da noch kaum empirische Ergebnisse (insbesondere für den verbreiteten Einsatz von automatisierten Fahrzeugen) vorliegen.
- Die übrigen oben nicht erwähnten Indikatoren werden durch die Einführung teil- und vollautomatisierter Fahrzeuge kaum direkt betroffen und werden deshalb hier nicht speziell erwähnt.

Fazit: Auch wenn das automatisierte Fahren grosse Auswirkungen auf einzelne Indikatoren der KNA-Methodik haben wird, sind in der Grundnorm SN 641 820 vorerst keine Anpassungen nötig. Der Anpassungsbedarf betrifft vielmehr einige Detailnormen sowie die Verkehrsmodelle. Es sind aber noch vertiefte Studien notwendig, um solche Anpassungen vornehmen zu können. Deshalb wird das Thema der teil- und vollautomatisierten Fahrzeuge in der Norm vorerst nicht erwähnt.

## 4 Bildung von Teilbilanzen

Die Art der Bildung der Teilbilanzen wurde bisher kaum kritisiert. Ein Experte zweifelte jedoch die grundsätzliche Sinnhaftigkeit der Bildung der Teilbilanzen an, da bei den durch ihn bearbeiteten Bewertungen sich nie jemand für die Teilbilanzen interessiert habe. Ecoplan hat jedoch bereits eine Bewertung durchgeführt (für ein Road Pricing in Bern<sup>38</sup>), in der sehr viele unterschiedliche Teilbilanzen berechnet wurden und in der diese Teilbilanzen bzw. die Verteilungseffekte für den Auftraggeber auch von grossem Interesse waren. Zudem ist Ecoplan momentan daran eine weitere Bewertung (für das Mobility Pricing in Zug) durchzuführen, in der grosses Gewicht auf die Teilbilanzen gelegt wird.

Die Teilbilanzen können also je nach Projekt von geringem oder hohem Interesse sein. Deshalb sollen die sozioökonomischen Teilbilanzen nicht mehr in jedem Fall empfohlen werden, sondern nur wenn Bedarf besteht, diese Aufteilungen genauer zu kennen. Die regionalen Teilbilanzen wurden schon bisher nur bei Bedarf empfohlen.

Zudem wird neu auch die betriebswirtschaftliche Teilbilanz erwähnt, die in der bisherigen Ziffer 4.5 (neu 8.5) eingeführt wird, aber bisher im Kapitel der Teilbilanzen nicht mehr erwähnt wurde.

Die Tab. 1 der Norm, die die Zuordnung der KNA-Indikatoren zu den Teilbilanzen zeigt, wurde ebenfalls überarbeitet. Insbesondere wurde die Reihenfolge der Indikatoren an das überarbeitete Indikatorensystem angepasst und die neuen Indikatoren wurden aufgenommen. Dabei wird die polizeiliche Verkehrsregelung und Überwachung bei den sozioökonomischen Teilbilanzen dem Staat als Betreiber zugewiesen.<sup>39</sup> Die vor- und nachgelagerten Prozesse der Antriebsenergie und der Infrastruktur können bei den räumlichen Teilbilanzen nicht zugewiesen werden, weil unklar ist, wo die Emissionen entstehen (z.B. in Saudi-Arabien bei der Ölförderung) und weil es sich teilweise um Klimakosten handelt, die aufgrund ihrer globalen Natur ebenfalls nicht zugewiesen werden können.

<sup>38</sup> Ecoplan (2015), Kosten, Nutzen und Verteilungseffekte einer Road-Pricing-Lösung in der Region Bern.

<sup>39</sup> Die polizeiliche Verkehrsregelung und Überwachung wird als Aufgabe des Strassenbetreibers angesehen – wie auch die Betriebsführung im Schienenverkehr als Aufgabe des Betreibers gilt.



## 5 Mengengerüst, verkehrliche Auswirkungen

Besonders gross ist der Anpassungsbedarf im Kapitel G «Mengengerüst, verkehrliche Auswirkungen» der Norm. Denn die Vorgaben der alten Norm zu den Auswertungen der Verkehrsmodelle können mit den heute verfügbaren Verkehrsmodellen oft nicht eingehalten werden.

Bei der Anpassung der Vorgaben zu den Verkehrsmodellergebnissen sind die aktuellen Entwicklungen der Verkehrsmodellierung und insbesondere die aktuellen Verkehrsmodelle der Schweiz und ihre Möglichkeiten zu berücksichtigen (für eine Aufzählung siehe die Erläuterungen zu Ziffer 22 unten). Dabei wird darauf geachtet, dass die Anforderungen nicht nur von einzelnen Verkehrsmodellen erfüllt werden können, sondern von allen wichtigen in der Schweiz zur Anwendung kommenden Modellen. Basierend auf der Kenntnis vieler Verkehrsmodelle in der Schweiz werden im Folgenden plausible und umsetzbare Vorgaben für die Norm hergeleitet:

- Ziffer 20 (bisher 21): Keine Anpassung nötig. Einzig die Tab. 2 der Norm muss an das neue Indikatorensystem und einige weitere Anpassungen in der überarbeiteten Norm angepasst werden.
- Ziffer 21 (bisher 22): In der bisherigen Norm wurde eine Berechnung der Inputdaten mit dem Verkehrsmodell für mehrere Zeitpunkte verlangt: Für das Jahr der Inbetriebnahme sowie dann alle 5 Jahre bis mindestens 15 Jahre nach Inbetriebnahme. Diese Vorgabe wurde in der Praxis nie umgesetzt, da der Aufwand für mehrere Durchläufe mit dem Verkehrsmodell sehr gross ist – zumal meist nur ein Prognosezustand zur Verfügung steht (z.B. das Jahr 2040). In der Praxis wird deshalb meist nur ein Verkehrsmoddurchlauf berechnet. Dies soll nun auch so in der Norm aufgenommen werden.

Rückkopplungen von Verkehrsprojekten auf die Siedlungsstruktur: Bei grösseren Projekten und falls ein Siedlungsentwicklungsmodell vorhanden ist, sollten die durch das Projekt verursachten Siedlungseffekte quantifiziert und daraus anschliessend auch die verkehrlichen Wirkungen abgeleitet werden. In der Verkehrsplanungspraxis sind solche Grundlagen für die Ableitung von Siedlungsveränderungen aber selten vorhanden; somit können sog. „sekundärinduzierte“ Nachfrageeffekte in der Regel nicht ermittelt werden. Aus diesem Grund wäre zu empfehlen, vor allem bei grösseren Projekten nicht nur die durch die Angebotsveränderungen abgeleiteten Nachfrageeffekte als „untere“ Grenze zu betrachten, sondern auch die zusätzlichen Nachfragewirkungen aus der veränderten Siedlungsentwicklung mit einem vereinfachten Ansatz zu berechnen.

In der bisherigen Norm wird zudem noch der sogenannte Time-lag erwähnt.<sup>40</sup> Dies wurde bisher in der Praxis jedoch unseres Wissens nie angewendet, auch weil dafür keine Daten vorliegen. Der Time-lag ist in den meisten Fällen nicht relevant für das Endergebnis, würde aber zu deutlich mehr Aufwand in der Bewertung führen. Deshalb wird der Time-lag aus der Norm gestrichen.

- Ziffer 22 (bisher 23): Die aktuellen Verkehrsmodelle in der Schweiz ermöglichen folgende Differenzierung der Fahrzeugkategorien:
  - Personenwagen (inkl. Motorräder), Lieferwagen, Lastwagen (inkl. Reiseautos) sowie Last- und Sattelzüge (Modelle: Nationales Personenverkehrsmodell NPVM, GVM (Gesamtverkehrsmodell) der Kantone BE, ZH, ZG, SO, TI, neues GVM LU);
  - Personenwagen (inkl. Motorräder), Lieferwagen und Lastwagen (inkl. Reiseautos) (Modell: GVM Region Basel);
  - Personenwagen (inkl. Motorräder und Lieferwagen) und Lastwagen (inkl. Reiseautos) (Modell: GVM AG);

<sup>40</sup> In der Norm stand: «Ausserdem ist zu prüfen, ob direkt nach Inbetriebnahme das neue Angebot noch nicht umfassend genutzt wird, weil Zielverlagerungen nur sukzessive vorgenommen werden. Ist dies der Fall, so werden die vollen, im Verkehrsmodell berechneten Ergebnisse erst nach 1...5 Jahren erzielt (je nach Projekt).»

- Fahrzeuge, ohne Differenzierung (Modelle: alte kantonale Verkehrsmodelle AG und LU).

Die bisherige Differenzierung in der Norm sollte somit angepasst werden, da sie mit der aktuellen Differenzierung in den Verkehrsmodellen nicht konsistent ist. Insbesondere sollten die Lieferwagen neu als eigene Fahrzeugkategorie betrachtet werden. So ist eine Differenzierung nach Personenwagen, Lieferwagen, Lastwagen inkl. Last- und Sattelzüge zu empfehlen, welche bei Bedarf (falls das verwendete Verkehrsmodell gröber differenziert ist) aggregiert werden kann. Da die Kostensätze teilweise nicht differenziert vorliegen, sollten bei der Erstellung von Verkehrsmodell-Outputs die Kategorien „Lastwagen“ und „Last- und Sattelzüge“ zusammenaddiert werden.

Reisecars werden in den Verkehrsmodellen nicht separat erfasst, sondern sind in der Kategorie „Lastwagen“ enthalten. Falls (z.B. bei besonders touristischen Strecken) eine weitere Differenzierung der Reisecars notwendig ist, muss deren Anteil mit Annahmen grob abgeschätzt werden.

Busse des öffentlichen Verkehrs wurden in der bisherigen Norm ebenfalls erwähnt. Diese werden neu nur noch in Ziffer 25 erwähnt. Denn die Busse werden im Verkehrsmodell anders berechnet (über das Fahrplanangebot).

Die Differenzierung nach Fahrzeugkategorien ist sinnvoll, weil die Kostensätze für diese Fahrzeugkategorien teilweise deutlich unterschiedlich sind. Da die Kostensätze für Personenwagen und Motorräder teilweise auch deutlich voneinander abweichen und da diese beiden Fahrzeugkategorien im Verkehrsmodell nicht differenziert werden können, kann das Ergebnis aus dem Verkehrsmodell mit dem Schweizer Durchschnitt auf PW und Motorräder aufgeteilt werden: Im Jahr 2015 waren gemäss BFS **3.7% der Fahrleistungen von PW und Motorrädern auf Motorräder** zurückzuführen. Bei besonderen Verhältnissen (z.B. von Motorrädern viel befahrene Passtrassen) und beim Vorliegen von lokalen Daten, kann vom Schweizer Durchschnitt abgewichen werden.

- Die bisherige Ziffer 24<sup>41</sup> kann gestrichen werden, da sie nicht relevant ist. In der SN 641 824 zu den Unfällen wird eine andere Unterteilung gefordert, die nicht in die Grundnorm aufgenommen werden muss. Zudem könnte sich diese Aufteilung im Normenwerk zur Verkehrssicherheit verändern.
- Ziffer 23 (bisher 25): Die Berechnung der Jahreswerte über die 100., 500. und 4500. Jahresstunde gemäss bisheriger Norm ist mit den aktuellen Verkehrsmodellzuständen nicht möglich. Modellzustände für die Haupt- und Nebenverkehrszeiten sind in den aktuellen Verkehrsmodellen in der Schweiz nicht vorhanden. In der Regel werden folgende Modellzustände erstellt: DWV-Modell (durchschnittlicher Werktagsverkehr), DTV-Modell (durchschnittlicher Tagesverkehr), MSP- und ASP-Modell (Morgen- und Abendspitzenstunde des durchschnittlichen Werktagsverkehrs). Vereinzelt können auch 24-Stunden-Modelle verfügbar sein. Deswegen ist hier zu empfehlen, die Berechnung der Jahreswerte auf die DTV- oder DWV-Modelle zu beschränken. Falls neben dem MSP- und ASP-Modell auch ein Nicht-Spitzenstunden-Modell für den DWV erstellt werden kann (DWV-Modell reduziert um Spitzenstundenmodelle, Verkehrsnachfrage und Verkehrsangebot), sind die Jahreswerte aus diesen drei Zuständen hochzurechnen. Für die verkehrstechnische Beurteilung, Dimensionierung oder Verkehrsmanagementfragen wären die Grundlagen aus den Spitzenstundenmodellen (Morgen- und / oder Abendspitzenstundenmodell) abzuleiten.
- Ziffer 24 (bisher 26): Die Auswirkungen eines Strassenprojekts auf andere Verkehrsträger oder Verkehrsmittel können vielschichtig sein und sind durch die Berechnung der Ziel- und Verkehrsmittelwahlverlagerungen zu ermitteln. Die Ableitung der Ziel- und Verkehrsmittelwahlveränderungen (Mehrverkehr) ist auf Basis der in der Praxis angewendeten Nachfragemodelle und Ansätze für die (multimodale) Nachfrageberechnung zu analysieren. Der Langsamverkehr ist ebenfalls zu

<sup>41</sup> Diese lautete: «Die Unterteilung nach rechtlichen Strassenkategorien dient z.B. der Auswertung des Unfallgeschehens. In die Deklaration der rechtlichen Strassenkategorien einzubeziehen sind

- Autobahnen und Autostrassen
- Hauptstrassen ausserorts
- Hauptstrassen innerorts
- Nebenstrassen ausserorts
- Nebenstrassen innerorts»

berücksichtigen, da bei relevanten Massnahmen in der Regel gleichzeitige Ziel- und Verkehrsmittelwahlverlagerungen zu erwarten sind (z.B. ein Einkaufsweg zu Fuss wird durch eine Autofahrt ins Einkaufszentrum ersetzt).

- Ergänzung zu Ziffer 25 (bisher 27): Die Besetzungsgrade im Personenverkehr sind nach Möglichkeit fahrtzweckspezifisch zu differenzieren, bzw. es ist ein mit der Fahrtzweckstruktur der Analyseregion gewichteter Mittelwert zu verwenden.
- Ziffer 26 (bisher 28): Die Reisezeitveränderungen können differenziert nach Fahrzeugkategorien, Fahrtzweck und Distanz ausgewertet werden. Auf die bisherige Differenzierung nach Zeitabschnitt wird entsprechend der neuen Ziffer 23 verzichtet. Eine Differenzierung nach Fahrzeugkategorien ist zu empfehlen, da die Kostensätze teilweise deutlich unterschiedlich sind. Auf die Differenzierung nach Fahrtzweck und Distanz kann verzichtet werden und stattdessen mit Durchschnittswerten gerechnet werden. Bei der Distanz ist auch zu empfehlen, die Durchschnittsdistanz der direkt betroffenen Fahrten (z.B. Fahrten auf neuer Strasse) zu ermitteln und die Reisezeitveränderungen mit dem Kostensatz für diese durchschnittliche Distanz zu bewerten. Dies wurde in der Praxis von Ecoplan schon oft so gehandhabt.

Die belastungsabhängigen Reisezeiten sind aus dem im Verkehrsmodell abgebildeten Strassennetz zu berechnen. Die näherungsweise bestimmten Reisezeiten aus den Anbindungen (mittlere Zufahrt vom Zonenschwerpunkt zum Punkt, an dem die Nachfrage ins Netz eingespeist wird) sind kapazitätsunabhängig zu berechnen, da bei makroskopischen Modellen für die Anbindungen keine realen Kapazitätsangaben verwendet werden (in der Realität führen die Anbindungswege meist über mehrere untergeordnete Strassen).

- Ziffer 27 (bisher 29): In Ziffer 27 geht es um die Frage, wie und wann die Abschätzung der Verkehrsauswirkungen vereinfacht werden kann. In der bisherigen Norm war es für kleine Projekte «erlaubt», die verkehrlichen Auswirkungen nur für einen Zeitpunkt zu berechnen (z.B. 2030) und nicht für mehrere (z.B. alle 5 Jahre bis 2045). In der überarbeiteten Norm wird aber die Berechnung mehrerer Zeitpunkte generell nicht mehr verlangt (auch bei grossen Projekten nicht – siehe oben), so dass dies keine Vereinfachung mehr sein kann.

In der bisherigen Norm war es zudem zugelassen, bei regionalen Grossprojekten ein unimodales Verkehrsmodell zu benutzen. In der Praxis stellt sich diese Frage jedoch eigentlich nie: Man muss das bestehende Verkehrsmodell anwenden, unabhängig davon, ob es uni- oder multimodal ist.<sup>42</sup> Mittlerweile sind zudem die meisten (wenn auch nicht alle) Verkehrsmodelle in der Schweiz ohnehin multimodal.

Damit ergeben die bisherigen Vereinfachungen keinen Sinn mehr. Wir haben uns deshalb überlegt, welche Vereinfachungen in den Berechnungen denkbar sind:

- Eine Vereinfachung der Verkehrsmodellberechnungen kann erreicht werden, wenn auf die Berechnung der Ziel- und Verkehrsmittelwahl verzichtet wird. In diesem Fall wird nur die Routenwahl neu berechnet und auf die Ermittlung des Mehrverkehrs verzichtet. Damit handelt es sich dann sozusagen um eine unimodale Berechnung, da die Auswirkungen auf die anderen Verkehrsträger in diesem Fall nicht ermittelt werden. Damit sind einerseits die Berechnung mit dem Verkehrsmodell weniger aufwändig und andererseits entfallen in der KNA alle Indikatoren des Mehrverkehrs, was weitere Vereinfachungen / Einsparungen erlaubt.
- Denkbar wäre es auch, auf die differenzierte Berechnung nach Fahrzeugkategorien zu verzichten. Diese wird aber in der neuen Norm nicht mehr verlangt, sondern nur als hilfreich bezeichnet. In vielen Verkehrsmodellen sind die Fahrzeugkategorien aber ohnehin differenziert. Eine undifferenzierte Berechnung ist somit gar nicht möglich. Es wäre zwar denkbar, die Ergebnisse vor der Verwendung in der KNA zu aggregieren, doch macht dieses keinen Sinn, weil die differenzierten Ergebnisse vorliegen und weil die Kostensätze sich nach Fahrzeugkategorien teilweise deutlich unterscheiden. Mit der Aggregation würde die Berechnung also nur ungenauer, aber nicht einfacher. Hat man aber lediglich ein Verkehrsmodell mit nur einer oder zwei

<sup>42</sup> In multimodalen Verkehrsmodellen sind mehrere Verkehrsmodi enthalten wie Strasse, Schiene und Langsamverkehr. In einem unimodalen Verkehrsmodell ist jedoch nur der Strassenverkehr (oder ein anderer Verkehrsmodus) berücksichtigt. In unimodalen Verkehrsmodellen sind die Auswirkungen auf andere Modi meist vereinfacht integriert.

Fahrzeugkategorien, so ist es gemäss neuer Norm möglich, auch damit zu arbeiten. Ansonsten lohnt sich die Vereinfachung der Fahrzeugkategorien nicht.

- Ein Verzicht auf die Berechnung der Routenwahlverlagerungen innerhalb des Strassen- oder ÖV-Netzes ist nicht sinnvoll, da diese Effekte unabhängig von der Projektgrösse mit einem Umlegungsmodell berechnet werden sollten.

Es gibt also im Wesentlichen nur noch eine mögliche Vereinfachung bei der Abschätzung: Der Verzicht auf die Berechnung der Ziel- und Verkehrsmittelwahl.

Schliesslich stellt sich noch die Frage, für welche Projekte man auf die Bestimmung der Ziel- und Verkehrsmittelwahl verzichten kann. Aus unserer Sicht ist kaum möglich, eine feste Grenze zu definieren, unterhalb der man auf die Ziel- und Verkehrsmittelwahl verzichten kann und oberhalb der man es berücksichtigen muss. Dies hängt stark von der Ausgestaltung des Projektes ab. Werden grössere Auswirkungen auf die Ziel- und Verkehrsmittelwahl erwartet, sind entsprechende Berechnungen auch bei kleineren Projekten nötig. So zeigte z.B. Ecoplan (2015<sup>43</sup>), dass auch bei einem kleineren Projekt mit Investitionskosten von lediglich knapp 30 Mio. CHF die Effekte des Mehrverkehrs bedeutend sein können, da die neu gebaute Strasse eine neue, bisher nicht bestehende Verbindung erlaubt. Im Gegenteil können auch grössere Projekte nur geringe Auswirkungen auf die Ziel- und Verkehrsmittelwahl haben, so dass auf deren Berechnung verzichtet werden kann. Es soll deshalb dem gesunden Menschenverstand und der Erfahrung der Bewerterin / des Verkehrsmodellierers überlassen werden, wann sie / er von der Vereinfachung Gebrauch machen will und wann nicht.

Schlussfolgerung: Es ist nicht möglich, eine fixe Grenze für Projekte vorzugeben, oberhalb der nicht auf die Ziel- und Verkehrsmittelwahlberechnung verzichtet werden sollte. Wir empfehlen jedoch, bei allen Projekten, die relevante Reisezeitveränderungen mit sich bringen und somit die Reisezeitverhältnisse zwischen den verschiedenen Verkehrsträgern spürbar verändern, die Ziel- und Verkehrsmittelwahleffekte zu berechnen. Ein Verzicht auf deren Berechnung ist zu begründen.

---

<sup>43</sup> Ecoplan (2015), Verbindungsstrasse Birch – Luggiwil.

## 6 Mengengerüst, übrige Auswirkungen

### 6.1 Höhe der Reserven bei den Baukosten

#### 6.1.1 Ausgangslage

Es ist empirisch belegt, dass in Verkehrsprojekten die Kosten häufiger über- als unterschritten werden.<sup>44</sup> Die Gründe für die weltweit beobachteten Kostenunterschätzungen sind bereits im bisherigen Kommentar zur VSS-Grundnorm SN 641 820 dargelegt worden<sup>45</sup>: «Der Grund für die Unterschätzung der Kosten liegt darin, dass Risiken übersehen oder nicht (genügend) betrachtet werden, d.h. es wird nur untersucht, welche Kosten sich ergeben, wenn alles nach Plan läuft. Wie der Kostenverlauf sich entwickelt, wenn Probleme auftauchen, wird oft nicht oder nicht ausreichend analysiert.<sup>46</sup> Neben bautechnischen Risiken können aber auch politische Risiken (Änderung des Projektes zu einem späteren Stadium ohne Analyse der Kosten und Nutzen der Änderung) zu höheren Kosten als ursprünglich erwartet führen. Häufig muss auch vermutet werden, dass die Befürworter des Projekts die Kosten bewusst zu tief angeben, z.B. weil Baufirmen vom Bau profitieren oder weil lokale Befürworter des Projektes so an Gelder des Staates kommen wollen.<sup>47</sup> Die Kostenunterschätzung kann aber auch darauf beruhen, dass die Befürworter des Projektes zu optimistisch sind. Deshalb wird die chronische Kostenunterschätzung oft als optimism bias (Verzerrung durch Optimismus) bezeichnet.»

«In einer KNA müssen jedoch die tatsächlich erwarteten Kosten bzw. die beste Schätzung der wahren Kosten eingehen und nicht irgendwelche, durch optimistische Annahmen nach unten verzerrte Kosten. Folglich muss die übliche Kostenschätzung mit einem Korrekturfaktor (einer Art Risikoprämie) erhöht werden.<sup>48</sup> Denn eine faire Einschätzung der Kosten ist zentral, da sonst die „falschen“ Projekte empfohlen werden könnten.»<sup>49</sup>

Das Ausmass des optimism bias hängt gemäss bisheriger Norm davon ab, ob eine Risikoanalyse durchgeführt wurde oder nicht. «Mit Hilfe der Risikoanalyse kann die Genauigkeit der Baukostenschätzung ermittelt und erhöht werden. Dabei führt die Risikoanalyse meist dazu, dass die Schätzung der Baukosten sich erhöht, weil weitere bisher nicht berücksichtigte Risiken mit betrachtet werden und weil die Kosten von Massnahmen zur Risikoreduktion dem Projekt angelastet werden müssen.<sup>50</sup> Massnahmen zur Risikoreduktion führen auch zu einer Senkung der tatsächlichen Kosten, da das Risiko z.B. nicht eintritt. Mittels der Risikoanalyse kann die nötige Reserve für vorhersehbare Risiken bestimmt werden, d.h. es kann der erwartete Wert der Baukosten ermittelt werden

<sup>44</sup> Odeck (2017), Variation in cost overruns of transportation projects: an econometric meta-regression analysis of studies reported in the literature,

<sup>45</sup> Ecoplan, metron (2005), Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr. Kommentar zur Norm, S. 94.

<sup>46</sup> Flyvbjerg et al. (2003), Megaprojects and Risk, S. 76 und 80, Scottish Executive (2003), Scottish Transport Appraisal Guidance, S. 12-1 – 12-2 und Treasury (2003), Supplementary Green Book Guidance – Optimism Bias, S. 1/15.

<sup>47</sup> Flyvbjerg et al. (2003), Megaprojects and Risk, S. 16 und Flyvbjerg et al. (2002), Underestimating Costs in Public Works Projects, S. 288. In diesem Papier (S: 286-290) wird ein guter Überblick über die möglichen Gründe der Kostenüberschreitung gegeben.

<sup>48</sup> Scottish Executive (2003), Scottish Transport Appraisal Guidance, S. 12-1 – 12-2.

<sup>49</sup> Ecoplan, metron (2005), Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr. Kommentar zur Norm, S. 94.

<sup>50</sup> Werden die Risiken identifiziert, so können Massnahmen ergriffen werden, welche die Eintretenswahrscheinlichkeit eines bestimmten Risikos reduzieren oder den Schaden verringern, falls das Risiko eintreten sollte (Mott MacDonald 2002, Review of Large Public Procurement in the UK, S. S-2). Dabei müssen natürlich die Kosten der Risikoreduktion kleiner sein als das Risiko selbst (Scottish Executive 2003, Scottish Transport Appraisal Guidance, S. 12-1). Die Kosten der Risikoreduktion sind dem Projekt anzulasten. Sie können als Kosten einer Risikoprämie für eine Versicherung gegen Kostenüberschreitungen verstanden werden (ASTRA 2003, NISTRA: Nachhaltigkeitsindikatoren für Strasseninfrastrukturprojekte, S. 72).

(wobei darauf zu achten ist, dass diese Analyse nicht ebenfalls dem optimism bias unterliegt).»<sup>51</sup>

Eine solche Risikoanalyse ist gemäss der bisher geltenden Norm bei überregionalen und nationalen Grossprojekten vor dem Bauentscheid durchzuführen. Daher ist in der bisherigen Ziffer 30.1 (neu 28.1) festgeschrieben, dass bei diesen Projekten nur noch Reserven für Unvorhergesehenes vorzunehmen sind. Sie wurden – basierend auf der damaligen und auch heute noch gültigen englischen Praxis – auf mindestens 3% für Strassenprojekte bzw. 6% für Tunnel- und Brückenprojekte festgelegt. Auch bei Projekten im Schienenverkehr<sup>52</sup>, die in einem fortgeschrittenen Planungsstadium sind und für die bereits eine Risikoanalyse durchgeführt wurde, ist mindestens eine Reserve von 3% für Standardprojekte und 6% für Brücken- oder Tunnelprojekte zu bilden.<sup>53</sup> In der Schweiz werden tendenziell nur für sehr grosse und ingenieurtechnisch anspruchsvolle Projekte wirklich umfassende Risikoanalysen schon in einem früheren Projektierungsstadium (Vorprojekt) durchgeführt. In solchen Fällen können die obigen Prozentsätze angewendet werden.

Für kleine und mittlere Projekte sowie regionale Grossprojekte, die auf eine Risikoanalyse verzichten, oder für eine Grobevaluation schreibt die bisherige Ziffer 30.1 der Norm vor, dass die Investitionskosten bei Tunnel- und Brückenprojekten um 40% und bei den übrigen Strassenprojekten um 20% zu erhöhen sind. Diese Reserven sind basierend auf der Studie Flyvbjerg et al. (2002)<sup>54</sup>, die 158 Projekte in verschiedenen Ländern Europas betrachtet, festgelegt worden. Bei Schienen-Standardprojekten, die sich noch in einem frühen Planungsstadium befinden, ist eine Reserve von 30% zu berücksichtigen und bei Brücken- und Tunnelprojekten wiederum eine Reserve von 40%.<sup>55</sup>

Da die Baukosten oft den Grossteil der Kosten eines Projektes ausmachen, können diese deutlichen Aufschläge einen bedeutenden Einfluss auf das Endergebnis haben. Deshalb wird nachfolgend die nationale und internationale Literatur zum optimism bias analysiert, die derzeit in Grossbritannien geltende Praxis dargelegt sowie die Auswertung einer umfassenden Datenbank zu Kostenunterschätzungen von Bent Flyvbjerg präsentiert. Auf diesen Grundlagen wird anschliessend eine Empfehlung abgegeben, ob bzw. wie die Vorgabewerte der bisherigen Norm angepasst werden sollten.

## 6.1.2 Forschungsliteratur

In der Literatur ist der optimism bias bisher meist als Differenz zwischen den effektiv anfallenden Kosten bei Projektende und den geschätzten Kosten beim Bauentscheid in Prozent der Kostenschätzungen (ohne Inflation) definiert worden.<sup>56</sup> Die in diesem Bericht erwähnten Studien verwenden ebenfalls diese Definition.

In diesem Gebiet hat sich Bent Flyvbjerg<sup>57</sup> international einen guten Namen erarbeitet. Er hat zusammen mit seinem Team in jahrelanger Arbeit eine umfassende Datenbank aufgebaut, auf deren Auswertungen im nächsten Abschnitt eingegangen wird. Daneben gibt es ein paar weitere aktuelle Beiträge. Oft werden jedoch die gemessenen

<sup>51</sup> Ecoplan, metron (2005), Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr. Kommentar zur Norm, S. 96f.

<sup>52</sup> Der Schienenverkehr wird hier mitberücksichtigt, da auch für den Schienenverkehr der optimism bias bestimmt werden soll. In die Norm werden nur die Ergebnisse für den Strassenverkehr integriert.

<sup>53</sup> Ecoplan (2005), Bewertungsmethode für die Priorisierung von Projekten im Schienenverkehr, Einbezug Güterverkehr und Vereinfachung, S.129.

<sup>54</sup> Flyvbjerg et al. (2002), Underestimating Costs in Public Works Projects, S. 281 und 285.

<sup>55</sup> Ecoplan (2005), Bewertungsmethode für die Priorisierung von Projekten im Schienenverkehr, Einbezug Güterverkehr und Vereinfachung, S.129.

<sup>56</sup> Odeck (2017), Variation in cost overruns of transportation projects: an econometric meta-regression analysis of studies reported in the literature.

<sup>57</sup> Z.B. Flyvbjerg (2016), The Fallacy of Beneficial Ignorance. A Test of Hirschman's Hiding Hand sowie Flyvbjerg und Sunstein (2016), The Principle of the Malevolent Hiding Hand; or the Planning Fallacy Writ Large.

Kostenüberschreitungen nicht getrennt nach Strasse und Tunnel / Brücke ausgewiesen.<sup>58</sup> Auch Odeck (2017)<sup>59</sup> weist nur aggregierte Werte aus, liefert aber eine gute Übersicht zu den zwischen 1973 und 2015 in diesem Bereich erschienen Studien. Anhand einer ökonomischen Metaregressionsanalyse untersucht er, inwiefern Studieneigenschaften den gemessenen optimism bias beeinflussen. So findet er beispielsweise, dass kürzlich verfasste Studien signifikant tiefere durchschnittliche Kostenüberschreitungen ausweisen als ältere. Dies könnte bedeuten, dass der optimism bias über die Zeit gesunken ist. Odeck berücksichtigt 48 Studien verschiedenster Kontinente, die insgesamt 127 gemessene Kostenüberschreitungen in unterschiedlichen Verkehrsprojekten beinhalten. Über alle Verkehrsprojekte hinweg erhält er einen optimism bias von etwa 30%. Werden nur die Strassenprojekte (inkl. Tunnel und Brücken)<sup>60</sup> betrachtet, ergibt sich eine mittlere Kostenüberschreitung von 27%. Bei der Bahn (inkl. öffentlicher Stadtverkehr)<sup>61</sup> beträgt der optimism bias 36%. Bei einer Beschränkung der Analyse auf europäische Verkehrsprojekte beläuft sich der optimism bias auf 33% (statt 30%). Leider sind die durchschnittlichen Kostenunterschätzungen nicht separat für europäische Strassenprojekte ausgewiesen.

Makovsek et al. (2012)<sup>62</sup> analysieren 36 slowenische Strassenprojekte von 1995 bis 2007 (hauptsächlich Autobahnen und -strassen, Autobahnauffahrten und Umgehungsstrassen). Sie finden eine systematische Kostenüberschreitung von durchschnittlich 19%.

Ambrasaite et al. (2012)<sup>63</sup> stützen sich auf eine Datenbank, die Verkehrsprojekte aus Grossbritannien, Dänemark, Schweden und Norwegen von 1969 bis 2009 enthält. Die Autoren finden bei 114 Strassenprojekten eine durchschnittliche Kostenüberschreitung von 29%, bei 15 Tunnel- und Brückenprojekten 30% und bei 47 Schienenprojekten wiederum 29%.

Für die Schweiz gibt es bis anhin nur eine Studie zu diesem Thema.<sup>64</sup> Die Finanzkontrolle hat 10 Tunnelprojekte, deren Baubeginn zwischen 1998 und 2004 liegt, in unterschiedlichen Planungsstufen untersucht. Wird für die Berechnung des optimism bias die Kostenschätzung, die der Genehmigungsbehörde als Basis dient, herangezogen, ergibt sich eine mittlere Kostenüberschreitung von 12%. Der politische Entscheid kann aber durchaus schon früher auf Stufe «generelles Projekt» fallen. Stützt sich die Kostenschätzung darauf, steigt der durchschnittliche optimism bias auf 71%. Diese Erhöhung ist insbesondere auf Anpassungen im Projekt, wie beispielsweise Überdachung anstatt Lärmschutz oder längerer Tunnel, zurückzuführen. Die bisher geltende Reserve für Projekte ohne Risikoanalyse von 40% entspricht etwa der Mitte dieser Spannweite und wird von den Autoren der EFK-Studie (persönliche Kommunikation) als plausibel angesehen.

### 6.1.3 Auswertungen der Oxford Global Projects-Datenbank

Bent Flyvbjerg und sein Team haben über die letzten 20 Jahre eine grosse Datenbank mit Projekten aus Industrie- und Entwicklungsländern auf allen sechs Kontinenten aufgebaut.<sup>65</sup> Diese Datenbank besticht vor allem durch ihre Stichprobengrösse, die deutlich grösser ist

<sup>58</sup> Vgl. bspw. Nicolaisen (2012), *Forecasts: Fact or Fiction? Uncertainty and Inaccuracy in Transport Project Evaluation* oder Shrestha et al. (2013), *Magnitude of construction cost and schedule overruns in public work projects*.

<sup>59</sup> Odeck (2017), *Variation in cost overruns of transportation projects: an econometric meta-regression analysis of studies reported in the literature*.

<sup>60</sup> Es sind 80 Strassen- und 4 Tunnel- / Brückenprojekte enthalten und das mittlere Publikationsjahr beträgt 2005.

<sup>61</sup> Es sind 36 Schienenprojekte und 7 Projekte im öffentlichen Stadtverkehr enthalten und das durchschnittliche Publikationsjahr beträgt 2006.

<sup>62</sup> Makovsek et al. (2012), *A cost performance analysis of transport infrastructure construction in Slovenia*.

<sup>63</sup> Ambrasaite, I et al. (2012), *UPD – the UNITE Project Database: Collection of reference class information. Database concerning cost and demand inaccuracies, database developed as part of the UNITE (Uncertainties in Transport Project Evaluation) project funded by the Danish Council for Strategic Research (2009–2013)*.

<sup>64</sup> EFK (2009), *Construction de tunnels autoroutiers: l'évolution des coûts est-elle sous contrôle ?*

<sup>65</sup> Oxford Global Projects, 2018 Analysis: Spezialauswertung für das vorliegende Projekt.

als die Stichproben der oben betrachteten Studien (vgl. *Tab. 1*). Die Auswertung aller erfassten Strassenprojekte von 1927 bis 2015 ergibt eine durchschnittliche Kostenüberschreitung von knapp 25% weltweit und 27% alleine in Europa (vgl. *Tab. 1*). Auch bei den Brücken und Tunnel ist der optimism bias europäischer Projekte mit ca. 29% etwa gleich gross wie derjenige weltweit. Die durchschnittliche Kostenüberschreitung im Schienenverkehr in Europa liegt mit etwas über 31% ebenfalls in einem ähnlichen Rahmen wie der sich aus der gesamten Datenbank ergebende optimism bias. Die Auswertungen der Datenbank liegen alle in derselben Grössenordnung wie die Resultate in Odeck (2017) und in Ambrasaita et al. (2012).

**Tab. 1** *Optimism bias 1927 – 2015 (effektive geteilt durch geschätzte Kosten – 1)*

	Weltweit		Europa	
	Stichproben- grösse	Kosten- überschreitung	Stichproben- grösse	Kosten- überschreitung
<b>Strassen</b>	1368	24.5%	713	26.6%
<b>Brücken</b>	78	28.6%	31	28.9%
<b>Tunnel</b>	57	32.7%	40	29.3%
<b>Schiene</b>	397	34.0%	189	31.3%

Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Oxford Global Projects, 2018 Analysis: Spezialauswertung für das vorliegende Projekt.

Werden hingegen in Flyvbjergs Datenbank ausschliesslich Projekte ab 2000 berücksichtigt, sinkt der optimism bias weltweit bei Strassenprojekten auf 16% (vgl. *Tab. 2*). Da die Unterschiede zwischen den Kostenüberschreitungen weltweit im Vergleich zu Europa sowohl in Flyvbjergs Daten von 1927 – 2015 (vgl. *Tab. 1*) als auch in Odeck (2017) klein sind, kann davon ausgegangen werden, dass sich der optimism bias bei Strassenprojekten auch in Europa tendenziell reduziert hat. Darauf deuten auch die Ergebnisse von Makovsek et al. (2012) hin, die bei slowenischen Strassenprojekten der jüngeren Vergangenheit eine Kostenunterschätzung von 19% erhalten.

Die in Flyvbjergs Daten gemessenen Kostenüberschreitungen bei Brücken und Tunnel liegen bei der Beschränkung auf neuere Projekte leicht höher als unter Berücksichtigung des gesamten Datensatzes (vgl. *Tab. 1* und *Tab. 2*). Im Schienenverkehr ist der optimism bias in letzter Zeit hingegen auf 23% gesunken.

**Tab. 2** *Optimism bias seit 2000  
(effektive geteilt durch geschätzte Kosten – 1)*

	Weltweit	
	Stichprobengrösse	Kostenüberschreitung
<b>Strassen</b>	257	16.3%
<b>Brücken</b>	10	32.6%
<b>Tunnel</b>	30	34.0%
<b>Schiene</b>	89	22.9%

Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Oxford Global Projects, 2018 Analysis.

#### 6.1.4 Praxis in Grossbritannien

In Grossbritannien hat sich das Department for Transport intensiv mit der Problematik der Kostenüberschreitungen bei Verkehrsprojekten beschäftigt. Es verlangt, dass der optimism bias in einem vierstufigen Verfahren korrigiert wird:<sup>66</sup>

<sup>66</sup> Department for Transport (2017), Transport Analysis Guidance (TAG) UNIT A1.2, Scheme Costs, S. 12ff.

1. Festlegung der Projektkategorie (Strasse, Bahn, Brücke/Tunnel usw.)
2. Festlegung des Entwicklungsstandes des Projekts (strategisches Rahmenkonzept, detaillierterer Business Case, vollständig ausgereifter Business Case)
3. Erhöhung der Kostenschätzung (nach allfälligen Reservezuschläge aus Risikoanalyse) um den für die entsprechende Projektkategorie und -stand empfohlenen Korrekturfaktor
4. Sensitivitätsanalyse bezüglich unterschiedlich grosser Faktoren zur Korrektur des optimism bias

Die 2017 verwendeten Korrekturfaktoren basieren teilweise auf älteren Studien. *Tab. 3* zeigt die empfohlenen Standardreserven für Strassen sowie Brücken und Tunnel.

**Tab. 3 Englische Vorgaben zur Korrektur des optimism bias**

Kategorie	Projektphase 1	Projektphase 2	Projektphase 3
Strassen	44%**	15%	3%**
Brücken /Tunnel	66%**	23%	6%**
Schiene	64%*	18%*	4%*
Öffentlicher Stadtverkehr	66%**	40%	6%**

Quelle: Flyvbjerg, (2004), UCL School of Management (2015)\*, Mott MacDonald (2002)\*\*

Die bisher in der Schweiz geltenden Zuschläge für Strassen-, Brücken- und Tunnelprojekte, für die bereits eine umfassende Risikoanalyse durchgeführt worden ist, entsprechen den in Grossbritannien in der letzten Projektphase empfohlenen Korrekturfaktoren. Bei Bahnprojekten liegt dieser Korrekturfaktor mit 4% ein Prozentpunkt höher als die bisher in der Schweiz.

### 6.1.5 Empfehlung bezüglich Höhe der Baukostenreserven

Die Höhe der zu berücksichtigenden Reserve ist grundsätzlich von der Planungsstufe (Vorstudie / ZMB, Vorprojekt, generelles Projekt, Bauprojekt) abhängig. Die Festlegung planungsstufenabhängiger Reserven würde aber eine detaillierte Analyse vieler Projekte in der Schweiz bedingen. Zurzeit liegt jedoch nur die Studie der Finanzkontrolle vor<sup>67</sup> und diese analysiert erstens nur Tunnelprojekte und zweitens lassen sich daraus nicht detaillierte Zuschlagsfaktoren ableiten. Eine Differenzierung nach Planungsstufen würde deshalb eine eigene gross angelegte Studie erfordern und ist damit im Moment nicht möglich. Wird bei grösseren Projekten eine Risikoanalyse durchgeführt, eröffnet die Norm aber schon bisher einen grossen Spielraum bei der Festlegung der Reserven ( $\geq 3\%$  bei Strassen und  $\geq 6\%$  bei Tunnels und Brücken). Daher sprechen wir uns für die Beibehaltung der Zweiteilung in Projekte mit Risikoanalyse und in Projekte ohne Risikoanalyse aus.

In Anlehnung an die englische Praxis empfehlen wir, die heute geltenden Zuschläge für **Projekte mit Risikoanalyse** unverändert beizubehalten: Für Strassen- und Schienenprojekte sind neben der mit der Risikoanalyse bestimmten, nötigen Reserve noch Reserven von mindestens 3% vorzunehmen. Bei Tunnel- und Brückenprojekte sollen diese Reserven für Unvorhergesehenes weiterhin mindestens 6% betragen (vgl. *Tab. 5*). Da in der Schweiz tendenziell nur für sehr grosse und ingenieurtechnisch anspruchsvolle Projekte wirklich umfassende Risikoanalysen schon in einem früheren Projektierungsstadium (Vorprojekt) durchgeführt werden, sollen diese Prozentwerte für Projekte mit Risikoanalyse in der neuen Norm weniger betont werden. Bei Grossprojekten ist eine Risikoanalyse aber nach wie vor zu empfehlen.

<sup>67</sup> EFK (2009), Construction de tunnels autoroutiers: l'évolution des coûts est-elle sous contrôle ?

Unsere Empfehlungen für **Projekte ohne Risikoanalyse** basieren auf den aus der Forschungsliteratur und der Auswertung der Oxford Global Projects-Datenbank. Diese Forschungsergebnisse sind in *Tab. 4* zusammengefasst.

**Tab. 4** *Optimism bias: Zusammenfassung*

	Weltweit		Europa	
	Stichproben- grösse	Kosten- überschreitung	Stichproben- grösse	Kosten- überschreitung
<b>Strassen</b>				
Oxford Global ab 1927	1368	25%	713	27%
Oxford Global ab 2000	257	16%		
Makovsek et al., 1995-2007			36	19%
Ambrasaitė et al., 1969-2009			114	29%
<b>Brücken</b>				
Oxford Global ab 1927	78	29%	31	29%
Oxford Global ab 2000			10	33%
<b>Tunnel</b>				
Oxford Global ab 1927	57	33%	40	29%
Oxford Global ab 2000			30	34%
EFK, 1998-2004			10	12-71%
<b>Brücken / Tunnel</b>				
Ambrasaitė et al., 1969-2009			15	30%
<b>Strassen / Brücken / Tunnel</b>				
Odeck, 1973-2015	84	27%		
<b>Schiene</b>				
Oxford Global ab 1927	397	34%	189	31%
Oxford Global ab 2000	89	23%		
Odeck, 1973-2015	43	36%		
Ambrasaitė et al., 1969-2009			47	29%

Bei Strassenprojekten schlagen wir die Weiterverwendung des bisherigen Zuschlags von 20% vor. Dies scheint, insbesondere in Anbetracht der Studien, welche die jüngere Vergangenheit betrachten, eine zeitgemässe Schätzung zu sein. *Tab. 4* verdeutlicht, dass die bisher geltende Reserve von 40% für Brücken- und Tunnelprojekte eher hoch ist. Wir sprechen uns daher für eine Senkung auf 30% aus. Bei Bahnprojekten erachten wir den bisher geltenden Zuschlag von 30% in Anbetracht der Ergebnisse in *Tab. 4* weiterhin als sinnvoll.

*Tab. 5* stellt unsere Empfehlungen für die verschiedenen Verkehrsprojekte – mit oder ohne Risikoanalyse – nochmals kompakt dar.

**Tab. 5** Prozentuale Zuschläge auf Investitionskostenschätzungen

Art des Bauwerks	Investitionskosten	
	mit Risikoanalyse	ohne Risikoanalyse
Strasse	≥ 3%	20%
Tunnel, Brücke	≥ 6%	30%
Schiene	≥ 3%	30%

## 6.2 Höhe der Reserven bei der Bauzeit

Wie im bisherigen Kommentar zur VSS-Grundnorm SN 641 820 erläutert, beschränkt sich der optimism bias nicht nur auf die Kosten des Projektes. Häufig wird auch die Bauzeit unterschätzt. Daher wird in England für die Abschätzung der Bauzeit ebenfalls eine Anpassung vorgeschlagen:<sup>68</sup> Die Bauzeit soll für Standardprojekte um 20% und für Nicht-Standardprojekte um 25% verlängert werden. «Diese Korrektur ist aber weniger entscheidend als die Korrektur für die Investitionskosten: Dadurch wird lediglich der Nutzenstrom nach Eröffnung des Bauwerks nach hinten verschoben und damit stärker abdiskontiert. Bei einer Bauverzögerung von einem Jahr (was bei einer geplanten vierjährigen Bauzeit einer Erhöhung der Bauzeit um 25% entspricht) und einem Diskontsatz von 2% würde der Nutzen des Projektes dadurch lediglich um etwa 2% abnehmen.»<sup>69</sup>

Gemäss bisheriger Ziffer 30.1 (neu Ziffer 28.1) der VSS-Grundnorm SN 641 820 soll daher bei Strassen von einer um 20% längeren und bei Tunnel und Brücken von einer um 25% längeren Bauzeit als bei einem Bau nach Plan ausgegangen werden. Eine kurze Literaturrecherche zeitigte keine neuen Ergebnisse, die eine Anpassung der bisher verwendeten Zuschläge begründen. Daher empfehlen wir, die prozentualen Zuschläge auf die Bauzeit unverändert zu belassen.

## 6.3 Anpassung Lebensdauern

Nach Arbeitsbeginn tauchte in der Begleitgruppe der Wunsch auf, dass die Tab. 4 der Norm mit den Lebensdauern der Baubestandteile zu überprüfen und teilweise zu ergänzen sei. Diesem Wunsch wird entsprochen, doch war es im Rahmen des Auftrages nicht möglich, dieses Thema zu vertiefen. Es wurde aber eine kurze Literaturrecherche durchgeführt. In einigen Ländern konnten allerdings keine entsprechenden Vorgaben gefunden werden.

Eine sehr ausführliche Liste von Lebensdauern von Verkehrsinfrastrukturen findet sich hingegen in der deutschen «Verordnung zur Berechnung von Ablösungsbeträgen nach dem Eisenbahnkreuzungsgesetz, dem Bundesfernstraßengesetz und dem Bundeswasserstraßengesetz (Ablösungsbeträge-Berechnungsverordnung – ABBV)» (BMVBS 2010). Die Liste der ABBV zeigt auch, dass es möglich wäre, die Lebensdauern verschiedener Baubestandteile weiter zu differenzieren, da je nach Baumaterial (z.B. Stahl, Beton, Mauerwerk, Holz) die Lebensdauer unterschiedlich sein kann bzw. da die in der Tab. 4 aufgeführten Baubestandteile weiter aufgeteilt werden können. Darauf soll in der Norm jedoch verzichtet werden – auch weil eine weitere Differenzierung in der Praxis zu anspruchsvoll sein kann. Bei Bedarf kann jederzeit die ABBV konsultiert werden, damit bei einer konkreten Bewertung mit detaillierteren Zahlen gearbeitet werden kann. Dazu wird in der Norm (Ziffer zur Aufteilung der Baukosten) neu auch nicht mehr gesagt, dass die Lebensdauern in Tab. 4 gelten, sondern dass die Lebensdauern in Tab. 4 verwendet werden können, wenn keine genaueren Daten zur Verfügung stehen.

<sup>68</sup> Department for Transport (2003), The Valuation of Costs and Benefits, S. 6/4.

<sup>69</sup> Ecoplan, metron (2005), Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr. Kommentar zur Norm, S. 96ff.

Mit der ABBV können aber die von der Begleitgruppe gewünschten Lücken der Tab. 4 geschlossen werden:

- Verkehrsschilder ( $\leq 1\text{m}^2$  /  $> 1\text{m}^2$ ): 10 / 15 Jahre. Wir schlagen vor, in der Norm eine Lebensdauer von 12 Jahren für alle Verkehrsschilder zu verwenden.
- Für Lichtsignale werden in der ABBV folgende Lebensdauern angegeben:
  - Signalmaste 30 Jahre
  - Signalgeben 20 Jahre
  - Signalsteuergerät 15 Jahre
  - Kabel 30 Jahre
  - Kabelschächte 50 Jahre
  - Induktionsschleife 7 Jahre
  - Infrarotdetektoren 15 Jahre

Wir schlagen vor, dies zusammenzufassen in eine Lebensdauer von 20 Jahren.

- Die Betriebs- und Sicherheitsausrüstungen (BSA) sind bereits in der bisherigen Norm als Tunnelausrüstung mit einer Lebensdauer von 20 Jahren enthalten. Eine Schweizer Untersuchung findet zudem, dass für Tunnelausrüstungen die Lebensdauer zwischen 15 und 25 Jahren betrage (Amstein + Walthert 2006, S. 4). Dies bestätigt den Wert der Norm von 20 Jahren, der damit belassen werden kann. Auch die ABBV rechnet hier mit 20 Jahren.

Im Übrigen bestätigt die ABBV die bisherige Norm weitgehend – mit zwei Ausnahmen:

- Für Lärmschutzwände sieht die bisherige Norm eine Lebensdauer von 25 Jahren vor. In der ABBV hingegen beträgt die Lebensdauer je nach Baumaterial 30, 40 oder 60 Jahre. Es scheint deshalb sinnvoll, diese Lebensdauer in der Norm auf 40 Jahre zu erhöhen. Die Lebensdauer von 25 Jahren gilt in der bisherigen Norm aber auch für Lärmschutzfenster. Wir schlagen vor, die Lärmschutzfenster in der Norm nicht mehr zu erwähnen, da diese in unseren Bewertungen bisher nie eine Rolle gespielt haben.
- Für das Tunnelbauwerk (Rohbau) wird gemäss bisheriger Norm von einer Lebensdauer von 100 Jahren ausgegangen. Die ABBV rechnet hingegen mit 130 Jahren. Da die Lebensdauer von 100 Jahren von Tunnelbauwerken in der Schweiz jedoch verbreitet ist und unseres Wissens nie zu Kritik Anlass gab, schlagen wir vor, bei 100 Jahren zu bleiben.

## 6.4 Weitere Anpassungen

Im Kapitel H (Mengengerüst, übrige Auswirkungen) sind sonst nur noch wenige Anpassungen nötig, die im Folgenden kurz erläutert werden:

- Baukosten: Bei den Baukosten wird neu explizit erwähnt, dass die MWST nicht berücksichtigt werden darf, da die ganze Berechnung zu Faktorpreisen erfolgt. Zudem handelt es sich bei der MWST auf die Baukosten um einen Transfer, der keine relevanten volkswirtschaftlichen Kosten verursacht, sondern lediglich den Steuerbetrag von einem Wirtschaftssubjekt zum anderen verschiebt. Ausserdem wird neu auch erwähnt, dass Kosten, die im Referenzfall anfallen, im Projektfall aber nicht, abzuziehen sind.

Damit wird auf zwei mögliche Fehler aufmerksam gemacht, die bei der Bestimmung der Baukosten gemacht werden könnten. Insbesondere wird oft nicht untersucht, welche Kosten im Referenzfall anfallen würden (Ersatzinvestitionen), im Projektfall aber entfallen. Werden diese Kosten nicht ermittelt, werden die Baukosten überschätzt.

- Restwerte: Gemäss bisheriger Norm sind die Restwerte ab Inbetriebnahme des Baubestandteils zu berechnen. In NISTRA wird hingegen der Restwert ab dem Bauzeitpunkt berechnet. Dies hat auch Auswirkungen auf die Ersatzinvestitionen: Werden die Restwerte ab Inbetriebnahme berechnet, so fallen die Ersatzinvestitionen in einem Jahr an und führen zu deutlichen Ausschlägen bei der Betrachtung des Nettonutzens über die Zeit (vgl. Abb. 4 in der Norm). Wird der Restwert hingegen ab dem Bauzeitpunkt berechnet, fallen auch die Ersatzinvestitionen verteilt auf die ursprüngliche Bauzeit an und führen damit nicht zu starken Ausschlägen bei der

Betrachtung der Nettonutzen. Dies soll nun auch in der Norm so festgeschrieben werden. Entsprechend wurde auch die Abbildung 4 in der Norm angepasst.

- Landkosten: Bei den Landkosten wird neu erwähnt, dass beim Bau einer Überdeckung Land gewonnen wird, das anderweitig genutzt werden kann. Dieser Nutzen kann bei den Landkosten – bzw. in diesem Fall Landnutzen – berücksichtigt werden. Dafür wird der schwer verständliche und in der Praxis kaum je relevante Satz «In die Kosten-Nutzen-Analyse geht der Wert des Landes ein (d. h. die echten Opportunitätskosten, die vom Kaufpreis abweichen können).»<sup>70</sup> gestrichen. Er behält aber prinzipiell seine Gültigkeit.
- In den Formeln in den bisherigen Ziffern 35, 36 und 39 (neu Ziffern 32, 35.1 und 35.2) wurden die Summen vereinfacht (neu  $\Sigma_{i,j}$  anstatt  $\Sigma_i \Sigma_j$ ).
- Die Reihenfolge der Indikatoren wird ebenfalls an das neue Indikatorensystem angepasst. Zudem werden einige, relativ nichtssagende Ziffern in der neuen Ziffer 37 zusammengefasst.

---

<sup>70</sup> Dieser Satz wird im bisherigen Kommentar zur Norm erläutert (Ecoplan, metron (2005), Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr. Kommentar zur Norm, S. 103).



## 7 Bestimmung des Wertgerüsts

### 7.1 Berücksichtigung der kleinen Reisezeitgewinne

Ziffer 50 der bisherigen Norm (neu Ziffer 39) besagt, dass kleine Zeitgewinne gleich zu behandeln sind wie alle anderen Zeitgewinne: «Die Zeitwerte – auch kleine Zeitgewinne oder Zeitverluste – werden unabhängig vom Einkommen des Reisenden mit demselben Zeitwert [CHF/h] bewertet, aber nach Fahrtzweck, Distanz und Verkehrsmittel differenziert.» Die Berücksichtigung kleiner Reisezeitgewinne führt in der Praxis aber immer wieder zu Diskussionen. Immer wieder hört man, dass kleine Reisezeitgewinne nicht berücksichtigt werden sollten.

Die Frage, ob kleine Zeitgewinne nicht oder weniger hoch bewertet werden sollen, ist für das Ergebnis der KNA oft zentral: «Der Nutzen einer neuen Strasse besteht oft zu 70-90% aus Zeitgewinnen.<sup>71</sup> Oft nehmen die Reisezeitgewinne jedoch massiv ab, wenn Zeitgewinne von weniger als 3 oder 5 Minuten nicht berücksichtigt werden: Bei der Hochleistungsstrassen-Strategie des Kantons Zürich machen die Zeitgewinne kleiner 3 bzw. 5 Minuten ca. 40% bzw. 60% aller Reisezeitgewinne aus.<sup>72</sup> In einer englischen Studie sind je nach Projekt 26-100% der Reisezeitgewinne kleiner als 2 Minuten.<sup>73</sup> Ob ein Projekt zu empfehlen ist oder nicht, hängt also nicht unerheblich vom Entscheid ab, wie kleine Reisezeitgewinne zu bewerten sind.»<sup>74</sup>

Daher wird im Folgenden die internationale Literatur und Praxis zur Berücksichtigung kleiner Reisezeitgewinne nochmals aufgearbeitet. Die Ausführungen basieren hauptsächlich auf zwei aktuellen Studien, die sowohl die relevante Forschung als auch die Praxis in den verschiedenen Ländern zusammenfassen. Die erste Studie ist Teil eines Projekts, das ein Konsortium aus TNS Infratest und dem Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT) der ETH Zürich im Auftrag des deutschen Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur durchgeführt hat.<sup>75</sup> Die Empfehlung der Autoren, künftig alle Zeitveränderungen (grosse und kleine sowie positive und negative) gleich zu bewerten, hat Eingang in den Referentenentwurf für den deutschen Bundesverkehrswegeplan 2030 gefunden.<sup>76</sup> Die zweite Studie wurde im Rahmen des Forschungsprogramms 2013/14 der New Zealand Transport Agency durchgeführt.<sup>77</sup>

#### 7.1.1 Argumente aus der Forschungsliteratur

Die in den beiden Studien aufgeführten Gründe gegen und für eine Gleichbewertung aller Zeitgewinne werden nachfolgend zusammengefasst. Die meisten sind bereits im Kommentar zur VSS-Grundnorm SN 641 820 aufgeführt.<sup>78</sup>

<sup>71</sup> Eigene Erfahrungen aus diversen Bewertungen mit NISTRA sowie Welch und Williams (1997), *The Sensitivity of Transport Investment Benefits to the Evaluation of Small Travel-Time Savings*, S. 231 und European Commission et al. (1999), *Transport Infrastructure Needs Assessment*, S. 42.

<sup>72</sup> Bei dieser Aussage handelt es sich um zwei Synthesevarianten, in denen die Nordumfahrung von Zürich, die K10 im Glattal, verschiedene See- und Stadttunnelvarianten sowie eine Südostumfahrung von Winterthur enthalten sind (Ecoplan 2002, *Reisezeitgewinne und Fahrkostenveränderungen der beiden Synthesevarianten*, S. 8).

<sup>73</sup> Welch und Williams (1997), *The Sensitivity of Transport Investment Benefits to the Evaluation of Small Travel-Time Savings*, S. 248.

<sup>74</sup> Ecoplan, metron (2005), *Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr. Kommentar zur Norm*, S. 124.

<sup>75</sup> TNS und IVT ETH (2015), «Ermittlung von Bewertungsansätzen für Reisezeiten und Zuverlässigkeit auf der Basis eines Modells für modale Verlagerungen im nicht-gewerblichen und gewerblichen Personenverkehr für die Bundesverkehrswegeplanung».

<sup>76</sup> BMVI (2016), *Bundesverkehrswegeplan 2030 - Entwurf März 2016*.

<sup>77</sup> Wallis et al. (2015), *Travel time saving assessment*.

<sup>78</sup> Ecoplan, metron (2005), *Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr. Kommentar zur Norm*, S. 123ff.

**Für keine oder eine weniger hohe Bewertung kleiner Zeitgewinne spricht:**

- Kleine Zeitgewinne werden gar nicht wahrgenommen und können daher auch keinen Wert haben.
- Zeitgewinne unter einem bestimmten Grenzwert können so gering sein, dass sie nicht sinnvoll einzusetzen sind, weil viele Aktivitäten ein Mindestmass an Zeit benötigen.
- Stated Choice Experimente der vergangenen Jahre haben das Ergebnis verringerter Zeitwerte für kleine Zeitgewinne eher bestätigt: Kleine Zeitgewinne generieren proportional weniger Nutzen als grössere.
- Verkehrsmodelle können Zeitgewinne nicht präzise voraussagen, so dass sich kleine Reisezeitgewinne in Wirklichkeit eventuell gar nicht einstellen. Die Berücksichtigung der kleinen Reisezeitgewinne würde in solchen Fällen zu einer starken Überschätzung des Projektnutzens führen.

**Argumente gegen eine Sonderbehandlung kleiner Zeitgewinne sind:**

- Sehr kleine Zeitgewinne können auch dann Nutzen stiften, wenn sie nicht bewusst wahrgenommen werden.<sup>79</sup> Zudem zeigen Studien, dass bei der Routenwahl kleine Zeitersparnisse durchaus bemerkt werden.<sup>80</sup>
- Personen passen ihr Aktivitätsmuster mit der Zeit den neuen Rahmenbedingungen an, so dass kleine Zeitgewinne mindestens längerfristig nutzbar werden.
- Forscher argumentieren, dass die in Stated Choice Experimenten gefundenen tieferen Zeitwerte für kleine Zeitgewinne lediglich Artefakte<sup>81</sup> des Studiendesigns darstellen. Stated Choice Experimente nehmen häufig eine kurzfristige Perspektive ein, in der Teilnehmende dazu neigen, kleine Zeitgewinne zu ignorieren. Bei der Bewertung von Infrastrukturprojekten steht jedoch der langfristige Nutzen im Fokus. Es ist empirisch nicht bestätigt, dass Reisende in der längeren Frist kleine Zeitgewinne signifikant tiefer bewerten als grössere.<sup>82</sup>
- Fowkes (1999) hat am Beispiel von Aktivitäten, die mindestens 5 Minuten benötigen, gezeigt, dass damit nicht nutzbare Zeiten vor Aktivitätsbeginn zwischen 0 und 5 Minuten verbunden sind. Hatte eine Person beispielsweise bisher 3 Minuten nicht nutzbare Zeit, realisiert sie bei einem Neubau einer Strasse, welcher die Reisezeit um 2 Minuten reduziert, faktisch einen Zeitgewinn im Wert von 5 Minuten. Dies zeigt, dass selbst kleine Zeitgewinne für gewisse Personen einen grossen Nutzen haben können. Das Ergebnis ist dasselbe, wie wenn alle kleinen Reisezeitgewinne bewertet werden.
- Neue Strassen sind als Teil des gesamten Strassenverkehrsnetzes zu verstehen. Auch wenn eine neue Strasse nur zu kleinen Zeitersparnissen führt, erlauben mehrere Verbesserungen zusammen einen grossen Zeitgewinn. Eine Nichtbewertung kleiner Reisezeitgewinne hätte somit inkonsistente Ergebnisse zur Folge: Es besteht die Gefahr des strategischen Verhaltens: Grosse, lohnende Projekte könnten in mehrere unprofitable Projekte unterteilt und so verhindert werden. Zudem wären kleinere Projekte, welche oft nur kleine Zeitgewinne mit sich bringen, gegenüber grösseren Projekten benachteiligt. Verschiedene kleine Projekte müssten dann zu grossen verbunden werden, damit sie in der KNA eine Chance hätten. Beides ist jedoch nicht zielführend.
- Es sind grosse Fortschritte bezüglich der Genauigkeit von Verkehrsmodellen gemacht worden. Der Anwender kann die Rechengenauigkeit mit der Wahl der Rechenzeit kontrollieren.
- Die Wahl eines Schwellenwertes für die Abminderung des Zeitwertes ist willkürlich.
- Bei einer kontinuierlichen Abminderung (oder Nicht-Berücksichtigung) kleiner Zeitgewinne unterhalb eines Schwellenwerts bräuchte es zudem Daten zur Verteilung

<sup>79</sup> Man profitiert auch von günstigeren Preisen z.B. der Milch, wenn man sie nicht wahrnimmt. Siehe auch Mackie et al. (2001), The value of travel time savings in evaluation, S. 102.

<sup>80</sup> Nellthorp et al. (1998), Measurement and Valuation of the Impact of Transport Initiatives. Deliverable D9 of EUNET, Appendix II, S. 5.

<sup>81</sup> Als Artefakte werden in der empirischen Erhebungsmethode begründete Scheinphänomene bezeichnet.

<sup>82</sup> Vgl. Ojeda Cabral (2014), The Value of Travel Time Changes: Theoretical and Empirical Issues.

der Zeitersparnisse. Dies wäre mit Mehraufwand bei der Datenbeschaffung aus dem Verkehrsmodell verbunden.

Insgesamt kann festgehalten werden, dass die Frage der Bewertung kleiner Zeitveränderungen nach mehr als 30 Jahren Forschung weitgehend geklärt ist. Die Argumente für eine Gleichbewertung aller Zeitveränderungen überwiegen. Zudem gibt es für jedes Argument gegen die Gleichbehandlung kleiner Reisezeitgewinne oben ein Gegenargument unten. Daher beschäftigt sich die neuste Forschung zu den kleinen Zeitgewinnen auch nicht mehr mit der Problematik der Verwendung eines Schwellenwertes, sondern geht von einer Gleichbehandlung aller Zeitersparnisse aus. Heute liegt der Fokus der Forschung auf der unterschiedlichen Bewertung verschieden grosser Zeitveränderungen je nach Studiendesign und den passenden Instrumenten, um Reisezeitveränderungen zu messen und vorauszusagen.<sup>83</sup> Dies hat allerdings nichts mehr mit der uns hier interessierenden Frage der Bewertung kleiner Reisezeitgewinne zu tun, zeigt aber, dass unsere Frage als weitgehend geklärt angesehen werden kann.

### 7.1.2 Internationale Praxis

Beinahe alle Länder verwenden derzeit einen konstanten Zeitwert bei der Bewertung von Verkehrsinfrastrukturprojekten. So auch Dänemark, Norwegen, Schweden, die Niederlande, Frankreich, Grossbritannien, die USA, Australien und Neuseeland.<sup>84</sup> Einige davon haben sich im Rahmen nationaler Studien explizit mit der Frage der Bewertung kleiner Zeitveränderungen auseinandergesetzt. So findet beispielsweise die dänische Zeitkostenstudie<sup>85</sup>, dass kleine Zeitveränderungen von etwa 3 Minuten niedriger bewertet werden als grössere. Da dieser Effekt dem Studiendesign zugeschrieben wird, empfehlen die Autoren aber eine einheitliche Bewertung aller Zeitgewinne. Auch Börjesson und Eliasson (2012) interpretieren im Rahmen der schwedischen Zeitwertstudie unterschiedliche Bewertungen kleiner und grosser Zeitersparnisse als Studiendesign-Artefakte. In einer Publikation von Austroads (association of Australian road transport and traffic agencies 2012) wird die Verwendung eines Schwellenwerts bei der Bewertung kleiner Zeitveränderungen als veraltet erachtet.

In der kürzlich veröffentlichten britischen Zeitwertstudie werden kleine Zeitgewinne nicht speziell behandelt<sup>86</sup>, aber die darauf basierende Richtlinie des Department for Transport<sup>87</sup> gibt vor, Zeitveränderungen in mindestens sechs Zeitbändern auszuweisen (weniger als -5 Minuten, -5 bis -2 Minuten, -2 bis 0 Minuten, 0 bis 2 Minuten, 2 bis 5 Minuten und mehr als 5 Minuten). Die disaggregierten Angaben sollen eine verbesserte Analyse der Effekte (insbesondere kleiner) Zeitgewinne ermöglichen. Bei der Berechnung des Nutzens wird jedoch stets ein konstanter Zeitwert verwendet.

In eine ähnliche Richtung geht die Empfehlung des im Jahr 2006 abgeschlossenen Projekts «Developing Harmonised European Approaches for Transport Costing and Project Assessment (HEATCO)»: Es soll eine konstante Bewertung aller Zeitersparnisse erfolgen. Der Anteil des Nutzens, der sich aus den Zeitgewinnen unter 3 Minuten ergibt, sollte aber näher untersucht werden, weil die Messung kleiner Zeitersparnisse fehleranfällig sein könne.

Einige Länder haben früher eine Abminderung kleiner Zeitgewinne vorgenommen, behandeln heute aber alle Zeitersparnisse gleich. So haben etwa Frankreich zeitweise und

<sup>83</sup> TNS und IVT ETH (2015), Ermittlung von Bewertungsansätzen für Reisezeiten und Zuverlässigkeit auf der Basis eines Modells für modale Verlagerungen im nicht-gewerblichen und gewerblichen Personenverkehr für die Bundesverkehrswegeplanung, S. 114.

<sup>84</sup> TNS und IVT ETH (2015), Ermittlung von Bewertungsansätzen für Reisezeiten und Zuverlässigkeit auf der Basis eines Modells für modale Verlagerungen im nicht-gewerblichen und gewerblichen Personenverkehr für die Bundesverkehrswegeplanung und Wallis et al. (2015), Travel time saving assessment.

<sup>85</sup> Fosgerau, M., K. Hjorth und S. Lyk-Jensen (2007) The danish value of time study.

<sup>86</sup> Department for Transport (2015), Provision of market research for value of travel time savings and reliability.

<sup>87</sup> Department for Transport (2017), TAG UNIT A1.3, User and Provider Impacts, S. 22.

die Niederlande in einzelnen Regierungsabteilungen abgeminderte Zeitwerte verwendet.<sup>88</sup> Auch die USA setzte früher auf den «Discounted Unit Value». Das US Department of Transportation bezeichnet nun aber die in früheren Studien gefundenen tieferen Zeitwerte für kleine Zeitersparnisse als nicht mehr verlässlich.<sup>89</sup>

Eine Ausnahme der international gängigen Praxis stellt die gesonderte Behandlung von kleinen Zeitgewinnen in Kanada dar.<sup>90</sup> Die Vorgehensweise stützt sich jedoch auf ältere Erkenntnisse zu kleinen Zeitersparnissen. In Kanada gelten Zeitgewinne unter 5 Minuten als klein. Diese werden zwar gleich bewertet wie alle anderen, aber in der KNA nicht berücksichtigt. Kleine Zeitersparnisse werden den Entscheidungsträgern separat kommuniziert und fliessen somit nur über das Bauchgefühl der Entscheidungsträger in die Investitionsentscheidung ein.

Das in Deutschland früher verwendete Verfahren stammt aus den 1970er Jahren. Alle Zeitgewinne im nicht-gewerblichen Strassenverkehr werden mit einem um 30 Prozent abgeminderten Wertansatz bewertet, weil 30% der Zeitgewinne sehr klein seien. Im Rahmen einer Studie zur Aktualisierung von Bewertungsansätzen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen in der Bundesverkehrswegeplanung<sup>91</sup> wurde vorgeschlagen, eine kontinuierliche Abminderung kleiner Zeitersparnisse unter 5 Minuten gemäss dem Verfahren der standardisierten Bewertung vorzunehmen. Es ist jedoch davon auszugehen, dass das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur stattdessen den Empfehlungen des Konsortiums aus TNS Infratest und dem IVT der ETH Zürich folgt und somit künftig ebenfalls einen konstanten Zeitwert verwendet.

Zusammenfassend kann also festgehalten werden, dass sich in der internationalen Praxis die Gleichbewertung aller Zeitveränderungen durchgesetzt hat.

### 7.1.3 Schlussfolgerung und Empfehlung

Die aktuelle Forschungsliteratur und die internationale Praxis sprechen klar für eine Gleichbewertung aller Zeitveränderungen unabhängig von deren Grösse. Daher empfehlen wir, Ziffer 39 der Norm unverändert zu lassen. Mit der Anwendung konstanter Zeitwerte ist auch die internationale Vergleichbarkeit sichergestellt.

Bei Bedarf können kleine Reisezeitveränderungen – beispielsweise wie in Grossbritannien – disaggregiert angegeben werden, um die Effekte kleiner Zeitgewinne besser untersuchen zu können. Auch Sensitivitätsanalysen bezüglich der Stabilität der Bewertungsergebnisse gegenüber kleinen Zeitgewinnen können durchgeführt werden. Dies wird jedoch als Möglichkeit in der Norm nicht spezifisch erwähnt.

## 7.2 Weitere Anpassungen des Wertgerüsts

Die übrigen Vorgaben der SN 641 820 im Kapitel I «Wertgerüst» haben sich bewährt. Die bisherige Norm enthält jedoch auch einige Vorschriften zum Wertgerüst, die gelöscht werden können, weil sie eigentlich in die entsprechenden Detailnormen gehören und hier nicht nötig sind. Da damals die Detailnormen noch nicht vorlagen, wurden diese Vorgaben in die Grundnorm geschrieben. Anstatt für viele Indikatoren eine eigene Ziffer zu haben wird neu eine zusammenfassende Ziffer verwendet, in der ersichtlich wird, wo das entsprechende Wertgerüst gefunden werden kann.

<sup>88</sup> Wallis et al. (2015), Travel time saving assessment.

<sup>89</sup> US Department of Transportation (US DoT) (2012) Revised departmental guidance on valuation of travel time in economic analysis.

<sup>90</sup> Transport Canada (1994) Guide to benefit-cost analysis in transport Canada, zitiert in: TNS und IVT ETH (2015).

<sup>91</sup> BVU, ITP und planco (2009), Aktualisierung von Bewertungsansätzen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen in der Bundesverkehrswegeplanung.

## 8 Bilanzierung von Kosten und Nutzen

Bei der Bilanzierung von Kosten und Nutzen hat sich die bisherige Norm im Wesentlichen bewährt. Einzig die bisherige Definition des Nutzen-Kosten-Verhältnisses führt bei ÖV-Projekten zu Problemen und muss deshalb überarbeitet werden. Dies wird in Kapitel 8.1 analysiert. In Kapitel 8.2 werde die wenigen zusätzlichen Anpassungen erläutert.

### 8.1 Definition Nutzen-Kosten-Verhältnis

#### 8.1.1 Ausgangslage

In Ziffer 17 der bisherigen SN 641 820 wird nicht nur das Indikatorensystem festgelegt, sondern es wird auch definiert, welche Indikatoren als Kosten bzw. als Nutzen anzusehen sind. Gemäss bisheriger Norm gilt:

- «Die Kosten entsprechen dem Ressourcenverbrauch des Betreibers (in Ausnahmefällen sind auch Ressourcengewinne des Betreibers als negative Kosten enthalten).
- Die Nutzen entsprechen den Ressourcengewinnen der Benutzer und der Allgemeinheit (als negative Nutzen sind auch allfällige Ressourcenverbräuche der Benutzer und der Allgemeinheit enthalten).»

Diese Festlegung ist vor allem bei der Bildung des Nutzen-Kosten-Verhältnisses (NKV) von Bedeutung. Gemäss der bisherigen Norm gelten folgende Indikatoren als Kosten:

- Baukosten
- Ersatzinvestitionen
- Landkosten
- Betriebs- und Unterhaltskosten der Strassen
- Auswirkungen auf den öffentlichen Verkehr (Veränderung von Einnahmen und Betriebskosten)

In der Praxis hat sich jedoch gezeigt, dass diese Definition des NKV, die für typische Strassenprojekte entwickelt wurde, bei ÖV-Projekten (im Strassen- und Schienenverkehr) zu Problemen führt. Bei guten ÖV-Projekten nehmen die Einnahmen stärker zu als die Betriebskosten. Damit kann es passieren, dass die Kosten insgesamt negativ ausfallen (trotz erheblichen Baukosten). Deshalb hat sich für ÖV-Projekte eine andere Definition der Kosten in der Schweiz verbreitet:

- Als Kosten gilt bei ÖV-Projekten der Ressourcenverbrauch des Infrastruktur- und Verkehrsbetreibers.
- Als Nutzen alle anderen Indikatoren.

Die beiden Definitionen unterscheiden sich in zweifacher Hinsicht:

- Bei normalen Strassenprojekten (ohne relevante Auswirkungen auf den ÖV) werden die Verkehrsmittelkosten (Betriebskosten der Fahrzeuge) gemäss bisheriger SN 641 820 als Nutzen angesehen. Bei ÖV-Projekten hingegen werden die Verkehrsmittelkosten (Betriebskosten Bus / Zug) als Kosten angesehen. Denn beim ÖV machen die Verkehrsmittelkosten einen Teil der Kosten des geplanten Projektes aus. Im Strassenverkehr hingegen stellen die Verkehrsmittelkosten einen Teil der (verkehrlichen) Wirkungen des Projektes dar und zählen damit zu den Nutzen. Beim Vergleich eines Strassen- mit einem ÖV-Projekt wird dadurch das ÖV-Projekt in der Regel benachteiligt.<sup>92</sup>
- Bei Projekten im öffentlichen Strassenverkehr werden gemäss bisheriger SN 641 820 die Veränderungen der Erlöse als Kosten angesehen, bei ÖV-Projekten hingegen als Nutzen.

<sup>92</sup> Bei guten Projekten ( $NKV > 1$ ) ist das NKV des ÖV-Projektes mit den Verkehrsmittelkosten (z.B. 7) als Kosten geringer (z.B.  $NKV = 24 / (5 + 7) = 2$ ) als wenn sie als Nutzen angesehen werden (z.B.  $(24 - 7) / 5 = 3.4$ ).

Zudem ist zu klären, ob die Veränderungen bei der polizeilichen Verkehrsregelung und Überwachung als Kosten oder als Nutzen betrachtet werden sollen.

Es ist deshalb zu überlegen, wie das NKV bzw. die Kosten und Nutzen in Zukunft zu definieren sind.

Zur Erinnerung wird darauf hingewiesen, dass neben dem NKV auch die folgenden beiden Entscheidungskriterien verwendet werden:

- Nettobarwert (NBW) oder Annuität
- Infrastrukturbudgeteffizienz (IBE): NBW / Beitrag aus beschränktem Budget. Die IBE wird verwendet, wenn das Projekt aus einem beschränkten Budget finanziert werden muss. Dabei ist das Ziel, den NBW mit beschränktem Budget zu maximieren.

Das NKV wird als Mass der Rentabilität bzw. Effizienz eines Projektes verwendet. Es dient der Kommunikation der Ergebnisse nach aussen.

Im Folgenden präsentieren wir zuerst die neue Definition des NKV und erläutern dann die Überlegungen, die dazu geführt haben.

### 8.1.2 Neue Definition des Nutzen-Kosten-Verhältnisses

Das **NKV** entspricht nach unserem Verständnis den **Wirkungen eines Projektes geteilt durch dessen Kosten**. Die Wirkungen können dabei sowohl positive als auch negative Vorzeichen haben, denn es gibt erwünschte und unerwünschte Wirkungen. Entsprechend sind unerwünschte Wirkungen (z.B. mehr Lärmbelastung) nicht als Kosten zu bezeichnen, sondern vielmehr als negative Nutzen, die in den Zähler des NKV einfließen.

Neu werden zwei verschiedene Varianten des NKV berechnet und ausgewiesen, wobei sich diese hinsichtlich der Anrechnung der Veränderung der Verkehrsmittelkosten zu den Nutzen bzw. Kosten unterscheiden:<sup>93</sup>

- **NKV<sub>1</sub>: Verkehrsmittelkosten = Nutzen**: Die Betriebskosten der Verkehrsbetreiber und Infrastrukturnutzenden werden als Nutzen angesehen und deshalb im Zähler berücksichtigt. Begründung: Auswirkungen auf die Betriebskosten eines gegebenen Angebots sind eine Projektwirkung und damit eine Nutzenkomponente.
- **NKV<sub>2</sub>: Verkehrsmittelkosten = Kosten**: Die Betriebskosten der Verkehrsbetreiber und Infrastrukturnutzenden werden als Kosten angesehen und deshalb im Nenner berücksichtigt. Begründung: Ein mit einem Projekt einhergehender Angebotsausbau ist im ÖV ein Kostenfaktor.

Für die Priorisierung zwischen verschiedenen Projektvarianten ist wie folgt vorzugehen: Falls NKV<sub>1</sub> und NKV<sub>2</sub> zu unterschiedlichen Entscheiden bezüglich der Priorisierung der Projektvarianten führen, dann sollten die Ursachen dieser Differenz genauer untersucht werden. In diesen Fällen können auch NBW und IBE (vgl. oben) für den Entscheid wichtig sein und sind in die Gesamtbetrachtung miteinzubeziehen. Bei ÖV-Projekten kann zudem auch das betriebswirtschaftliche NKV eine Rolle spielen.

Das vorgeschlagene Vorgehen kann gut anhand von zwei verschiedenen Typen von ÖV-Projekten erläutert werden:

- **Infrastrukturprojekte (z.B. neue Tunnels)**: In diesem Projekttyp sind die ÖV-Verkehrsmittelkosten (ohne Angebotsausbau) wie bei Strassenprojekten grundsätzlich als Nutzen zu behandeln. Somit steht bei der Beurteilung NKV<sub>1</sub> im Vordergrund.

<sup>93</sup> In Australien wird noch eine weitere Variante des NKV<sub>1</sub> betrachtet: Dabei werden die Betriebskosten der Strasse, die erst nach Eröffnung des Projektes anfallen, sowie die Ersatzinvestitionen nicht als Kosten angesehen (Australian Commonwealth Department of Infrastructure and Regional Development 2016). In der Schweiz wird diese Sichtweise mit der IBE abgedeckt. Dies kann vor allem bei Erhaltungsprojekten sinnvoll sein, in denen das Ziel ist, die Betriebs- und Unterhaltskosten in den Folgejahren zu reduzieren. In diesem Fall werden die Betriebs- und Unterhaltskosten zu Wirkungen des Projektes und damit zu Nutzen.

- Angebotsausbauten ohne Infrastrukturausbauten: In diesem Fall sind die Kosten für den Betrieb dieses Ausbaus (also die Verkehrsmittelkosten) im Nenner zu verwenden. Somit steht bei der Beurteilung  $NKV_2$  im Vordergrund.

Im Strassenverkehr steht das  $NKV_1$  im Vordergrund, da die Verkehrsmittelkosten als Wirkung des Projektes anzusehen sind.

Zentral ist, dass beim Vergleich verschiedener Projekte (Strassen- versus ÖV-Projekte) immer dasselbe  $NKV$  verwendet wird, also entweder  $NKV_1$  oder  $NKV_2$ . Zu vermeiden ist ein Vergleich von  $NKV_1$  für das eine Projekt mit dem  $NKV_2$  für das andere Projekt.

Die **Erlöse im ÖV** sowie auch die Veränderung der Kosten der **polizeilichen Verkehrsregelung und Überwachung** werden **neu als Nutzen betrachtet**:

- Bei ÖV-Projekten wurden die Erlöse schon immer als Nutzen angesehen. Denn die Erlöse hängen von den verkehrlichen Auswirkungen des Projektes ab – bzw. vom Nutzen, den die Benutzerinnen aus dem Projekt ziehen können. Es hat sich zudem gezeigt, dass die Festlegung in der bisherigen Norm, dass ÖV-Erlöse Kosten seien, für Projekte im öffentlichen Verkehr nicht geeignet ist, da sie zu negativen Kosten führen kann (weil die zusätzlichen Erträge gemäss bisheriger Normen als Kostenminderung zu betrachten sind).<sup>94</sup>
- Gemäss der bisherigen Definition der Kosten in der SN 641 820 gehört die Veränderung der Kosten der polizeilichen Verkehrsregelung und Überwachung (als Teil der Betriebskosten der Strasse) zu den Kosten eines Projekts. Veränderte Kosten der polizeilichen Verkehrsregelung und Überwachung werden über die Veränderung der Fahrzeugkilometer bestimmt, also den verkehrlichen Auswirkungen des Projektes selbst. Die Auswirkungen auf die polizeiliche Verkehrsregelung und Überwachung sind damit als Wirkung des Projektes zu betrachten und sollen deshalb neu als Nutzen (statt Kosten) in das  $NKV$  einfließen. Die polizeiliche Verkehrsregelung und Überwachung wurde bisher als Teil der Betriebskosten der Strassen angesehen. Da die Betriebskosten der Strassen aber weiterhin Projektkosten bleiben, die polizeiliche Verkehrsregelung und Überwachung hingegen eine Projektwirkung und damit ein Nutzen ist, müssen diese beiden Aspekte in zwei Indikatoren aufgeteilt werden.

Klassische Strassenprojekte können auch Auswirkungen auf den ÖV haben (Umsteigen vom ÖV auf den MIV und allenfalls aufgrund des tieferen Fahrgastaufkommens geringere Betriebskosten). Dies sind Wirkungen des Projektes und deshalb sind sie als (oft negative) Nutzen zu betrachten – nicht wie bisher als Kosten. Auch dies spricht also dafür für Strassenprojekte das  $NKV_1$  zu verwenden und die Veränderung der ÖV-Erlöse (und der Betriebskosten) als Nutzen zu berücksichtigen.

Da die Verkehrsmittelkosten je nachdem, ob das  $NKV_1$  oder das  $NKV_2$  verwendet wird, als Nutzen oder Kosten betrachtet werden, wird in der neuen Ziffer 16 der Norm (bisher Ziffer 17) neu auf eine Einteilung der Indikatoren in Kosten und Nutzen verzichtet. Die Definition des  $NKV$  folgt in der Norm neu in Ziffer 43.

### 8.1.3 Herleitung der neuen Definition

#### Überlegungen zum $NKV_1$

Im  $NKV_1$  werden die Verkehrsmittelkosten wie bisher im Strassenverkehr als Nutzen angesehen. Dies würde nun aber auch bei ÖV-Projekten gelten. Dies kann im ÖV aber zu Problemen führen: Denn ÖV-Taktverdichtungen ohne Infrastrukturbauten haben in diesem Fall keine Kosten, so dass das  $NKV$  gegen unendlich (oder minus unendlich) geht.<sup>95</sup>

<sup>94</sup> So werden auch im EU-Projekt HEATCO die ÖV-Erlöse als Nutzen angesehen (Bickel et al. 2006, HEATCO D5: Proposal for Harmonized Guidelines).

<sup>95</sup> Es kann sich sogar das falsche Vorzeichen ergeben: In einem Projekt mit geringen Infrastrukturkosten (1), hohen zusätzlichen ÖV-Betriebskosten (4) und geringen übrigen Nutzen (3) sei der Nettobarwert negativ (–2). Dann beträgt das  $NKV_1 -1 (= (3 - 4) / 1)$ , das  $NKV_2$  hingegen  $0.6 (= 3 / (1 + 4))$ . Für dieses Projekt ist da  $NKV_2$  besser geeignet.

Falls das Verkehrsangebot durch einen privaten Anbieter erbracht wird, entspricht diese Version des NKV dem «government benefit-cost ratio» ( $BCR_G$ ) aus Neuseeland (vgl. NZ Transport Agency 2016). Der  $BCR_G$  misst die monetarisierten Nutzen auf Basis der Staatsausgaben (Perspektive des Staats), wobei im Nenner nur die Kosten berücksichtigt werden, welche einen direkten Einfluss auf das Verkehrsbudget des Staats haben.

Berechnungen mit ca. 50 tatsächlich von Ecoplan bewerteten ÖV-Projekten haben gezeigt, dass der Wechsel der Verkehrsmittelkosten von den Kosten zu den Nutzen folgende Auswirkungen hat ( $NKV_1$  statt  $NKV_2$ ):

- Das NKV fällt durch die Anpassung höher aus (sofern Betriebskosten positiv), wobei Projekte mit hohen Betriebskosten im Vergleich zu Projekten mit tiefen Betriebskosten einen stärkeren Anstieg des NKV erfahren.
- Dadurch werden gute Projekte tendenziell noch besser bewertet (wenn die Betriebskosten unter allen Varianten ähnlich hoch sind). Denn es ergibt sich eine überproportionale Steigerung des NKV, da der Nenner an «Gewicht» verliert.
- Meist wird die gleiche Projektvariante priorisiert wie mit dem  $NKV_2$ . Bei rund einem Viertel der Projekte wird jedoch eine abweichende Variante priorisiert (meist jene Variante, welche auch bei der IBE (Infrastrukturbudgeteffizienz) am besten abschneidet).
- Allgemein gilt, dass der Nenner viel mehr «Gewicht» hat. Dadurch können einzelne Indikatoren, welche im Nenner erfasst werden, das Resultat stark beeinflussen.

Wie oben erläutert ist das  $NKV_1$  für «normale» Strassenprojekte gut geeignet, bei gewissen ÖV-Projekten ergeben sich jedoch Probleme, so dass eine alleinige Abstützung auf das  $NKV_1$  für alle Projektvergleiche nicht sinnvoll erscheint.

### Überlegungen zum $NKV_2$

Im  $NKV_2$  werden die Verkehrsmittelkosten hingegen als Kosten betrachtet, wie dies bisher im ÖV gemacht wurde. Nun wird dies aber auch bei Strassenverkehrsprojekten so gehandhabt.

Das  $NKV_2$  wurde bisher im ÖV angewendet und hat sich dort bewährt: Die meisten ÖV-Projekte zielen auf einen Angebotsausbau ab. Dieser Angebotsausbau ist jedoch nur möglich, wenn die zusätzlichen ÖV-Betriebskosten finanziert werden. Es kommt immer wieder vor, dass Angebotsausbauten möglich sind, ohne (grössere) Infrastrukturausbauten. Bei solchen Projekten ist das  $NKV_1$  nicht geeignet zum Vergleich, da nur die Infrastrukturkosten als Kosten angesehen werden. Deshalb werden bei ÖV-Projekten auch die ÖV-Betriebskosten als Kosten betrachtet.

Wir haben deshalb untersucht, wie sich die Ergebnisse von ca. 25 tatsächlichen Strassenprojekten, die mit NISTRA bewertet wurden, verändern würden, wenn das  $NKV_2$  statt das  $NKV_1$  verwendet wird.

- Meist sinken die Verkehrsmittelkosten (oder Betriebskosten) durch die Strassenprojekte, da die Strecke verkürzt wird.
- Projekte mit hohen Nutzen bei den Betriebskosten erfahren im Vergleich zu Projekten mit tiefen Nutzen bei den Betriebskosten einen viel stärkeren Anstieg des NKV (und umgekehrt), da die Kosten im Nenner kleiner werden.

Grundsätzlich handelt es sich bei den (sinkenden) Verkehrsmittelkosten der Verkehrsteilnehmer um einen Nutzenzuwachs, weshalb sie im  $NKV_1$  im Zähler erfasst werden. Um einen fairen Vergleich mit ÖV-Projekten zu ermöglichen, für die sich das  $NKV_1$  nicht eignet, macht es aber Sinn, das  $NKV_2$  auch für Strassenprojekte zu bestimmen.

International wird das  $NKV_2$  unseres Wissens nicht verwendet: Im Nenner des NKV werden lediglich jene Kosten erfasst, welche direkt das Verkehrsbudget des Staats (vgl. UK Department of Transport 2017 oder Australian Commonwealth Department of Infrastructure and Regional Development 2016) bzw. der Verkehrsnetzbetreiber (vgl. NZ Transport Agency 2016) betreffen. Dahinter steht aber weniger eine saubere Abgrenzung

von Kosten und Nutzen, sondern vielmehr eine Aufteilung der Indikatoren auf die Kostenträger, wobei nur die Auswirkungen auf den Staat (und allenfalls den Infrastrukturbetreiber) als Kosten angesehen werden. Deshalb ist die Nichtbeachtung des NKV<sub>2</sub> im Ausland kein Hinderungsgrund, das NKV<sub>2</sub> in der Schweiz zu berücksichtigen. So soll das NKV<sub>2</sub> in der Schweiz in die Beurteilung miteinfließen, insbesondere dann wenn ein Vergleich mit ÖV-Projekten erfolgt und auch zur Absicherung der Resultate mit dem NKV<sub>1</sub>. Bei einem Vergleich unter typischen Strassenprojekten kann man sich aber auf das NKV<sub>1</sub> konzentrieren.

#### **Exkurs: Verworfenen Variante des NKV: Positive Indikatoren = Nutzen, negative Indikatoren = Kosten**

Als weitere Möglichkeit für die Definition des NKV wurde folgende Variante untersucht: Als Kosten werden alle Indikatoren betrachtet, die zu einem Ressourcenverbrauch führen (negatives Vorzeichen), als Nutzen werden entsprechend alle Indikatoren angesehen, die einen Ressourcengewinn zur Folge haben (positives Vorzeichen). Je nach Auswirkungen kann ein Indikator somit zu den Nutzen oder zu den Kosten gehören. Hintergrund dieser Definition ist eine Verteilungssicht: Pro CHF Verlust soll möglichst viel Gewinn erzielt werden bzw. das Projekt soll möglichst effizient sein.

Je nach Projektvariante können die Indikatoren einmal positiv und einmal negativ ausfallen, was zu unterschiedlichen «Berechnungsweisen» des NKV zwischen den Projektvarianten führen würde (im Zähler und im Nenner werden nicht immer die gleichen Indikatoren berücksichtigt, vgl. das folgende Beispiel).

	Baukosten	Lärm	Luft	Summe Nutzen	NKV bisher	NKV neu
Variante 1	12	10	10	20	1.7	1.7
Variante 2	12	25	-5	20	1.7	1.5
Variante 3	12	40	-20	20	1.7	1.3
Variante 4	12	100	-80	20	1.7	1.1

Wenn die Projektvarianten sehr unterschiedlich ausgestaltet sind, dann vergleicht man in einem gewissen Sinn «Äpfel mit Birnen», da Indikatoren im Nenner ein viel höheres Gewicht erhalten bzw. das NKV von verschiedenen Projektvarianten würde je nach Variante unterschiedlich berechnet (UK Department of Transport 2017).

In der Literatur wird aber immer wieder die Position vertreten, die Indikatoren müssten von vornherein den Kosten oder Nutzen zugeordnet werden – so z.B. in Grossbritannien, Australien und Neuseeland.<sup>96</sup> Da das NKV in einem gewissen Sinne den zusätzlichen Nutzen pro ausgegebenen «Franken» des Staats (= Kosten) widerspiegelt, sollten bei den Kosten nur Indikatoren einfließen, welche direkt den öffentlichen Haushalt des Staats bzw. das «Verkehrsbudget» beeinflussen.

Es ist anzumerken, dass in der Schweiz dafür in erster Linie die IBE gedacht ist, nicht das NKV. Die IBE berücksichtigt jedoch nur das Budget des Staats am «Anfang», also in der Bau- und Investitionsphase. Die obigen Definitionen berücksichtigen das Budget des Staats über den gesamten Zeitraum. Die IBE wird denn auch in all diesen Ländern als zusätzliches Entscheidungskriterium aufgeführt, welches bei beschränktem Ausgangsbudget zur Anwendung kommt (wie in der Schweiz).

Eine Analyse von diversen ÖV- und Strassenprojekten zeigt, dass diese Definition des NKV zu keinen grösseren Veränderungen führt: Die neu berechneten NKV liegen sehr nahe an den ursprünglichen NKV-Werten. Zudem verändert sich die Wahl der Bestvariante nicht.

<sup>96</sup> UK Department of Transport (2017), Australian Commonwealth Department of Infrastructure and Regional Development (2016) und NZ Transport Agency (2016).

Obwohl also diese Version des NKV zu keinen grösseren Veränderungen führen würde, raten wir davon ab: Die KNA ist eine Methode zur Bewertung eines Projektes hinsichtlich Effizienz, Vorteilhaftigkeit und Wirksamkeit. Das NKV sagt etwas aus über alle drei Beurteilungsdimensionen. Dazu sollen die **Wirkungen** eines Projekts mit dessen **Kosten** verglichen werden. Die Wirkungen können dabei sowohl positive als auch negative Vorzeichen haben, denn es gibt erwünschte und unerwünschte Wirkungen. Entsprechend sind unerwünschte Wirkungen (z.B. mehr Lärmbelastung) nicht als Kosten zu bezeichnen, vielmehr sind es negative Nutzen, die in den Zähler des NKV einfließen. Aus ökonomischer Sicht macht diese Variante also keinen Sinn, da die Indikatoren mal als Wirkungen, mal als Kosten angesehen werden können (je nach Vorzeichen der Indikatoren).

### **Verworfenne Weiterentwicklungen dieser Variante des NKV**

Man könnte diese Version des NKV noch weiterentwickeln: Als Kosten würde dann der Ressourcenverbrauch der einzelnen Individuen innerhalb des Indikators betrachtet, als Nutzen werden die Ressourcengewinne bei den einzelnen Individuen innerhalb des Indikators betrachtet. D.h. es wird innerhalb jedes Indikators zwischen Nutzen und Kosten differenziert.

Diese Variante entspricht im Grundgedanken der obigen Variante, wird jedoch auf einer tieferen Ebene umgesetzt (direkt dort wo Nutzen und Kosten anfallen), was grundsätzlich einer «reineren» Berechnungsweise entspricht und zu bevorzugen wäre.

Die Variante ist jedoch nicht praktikabel, da viele Kosten bzw. Nutzen nicht so einfach voneinander aufgetrennt werden können bzw. der Aufwand bei der Datenerhebung in den einzelnen Projekten damit deutlich höher wäre.

Eine nochmalige Weiterentwicklung wäre es, die KNA zuerst für jedes Individuum einzeln durchzuführen und erst dann zu aggregieren. Es macht also jedes Individuum seine persönliche KNA (z.B. ein Anwohner leidet unter Umweltaspekten erhält aber einen besseren Zugang zur Autobahn). Danach wird das NKV definiert als der Nutzen aller Gewinner dividiert durch die Kosten aller Verlierer. Zu überlegen wäre, wie hier mit den Investitionskosten umgegangen wird (Staat als eigenes «Individuum» oder umgerechnet auf Steuerbeitrag der einzelnen Individuen).

Diese Version stellt aber zu hohe Datenanforderungen (Individuen müssten bei Reisezeitgewinnen und Lärm so identifiziert werden, dass die Auswirkungen auf individueller Ebene aggregiert werden könnten) und wird deshalb verworfen.

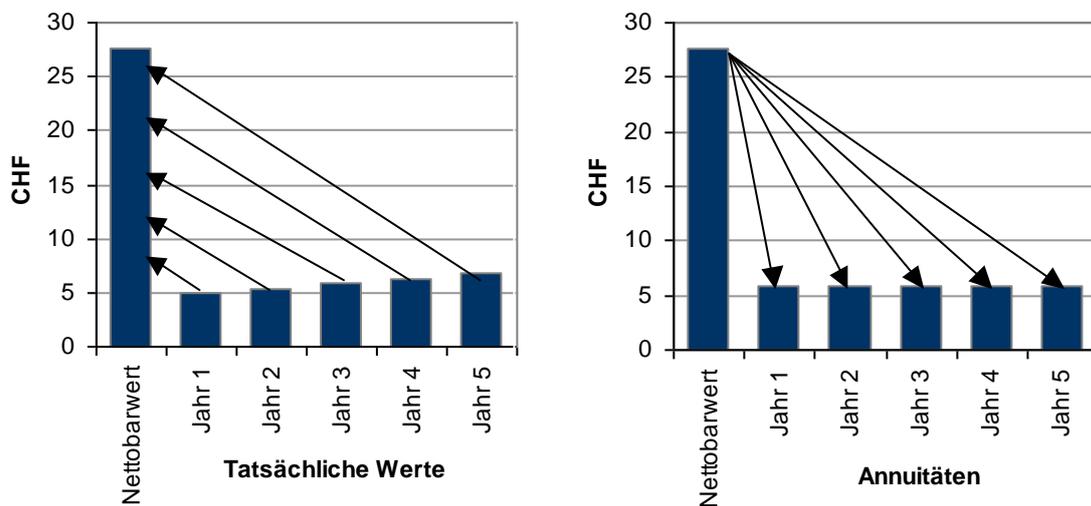
## **8.2 Weitere Anpassungen**

Im Übrigen hat sich das Kapitel zur Bilanzierung von Kosten und Nutzen in der SN 641 820 bewährt, so dass nur wenige Anpassungen nötig sind:

- Bei den Entscheidungskriterien wird neu auch die Annuität erwähnt. Die Annuität ist die Umrechnung des Nettobarwertes in durchschnittliche jährliche Beträge (vgl. folgender Exkurs). Die Annuität wird in der Praxis sehr oft an Stelle des Nettobarwerts verwendet, weil die Höhe des Nettobarwert schwer zu verstehen ist, die Annuität aber mit anderen jährlich anfallenden Beträgen verglichen werden kann und damit einfacher eingeordnet werden kann.
- Zudem wird die Ziffer zu den Entscheidungskriterien etwas mehr empfehlend als vorschreibend formuliert.

### Exkurs: Berechnung des Nettobarwertes und der Annuitäten

Der linke Teil der folgenden Abbildung zeigt, wie aus einem fiktiven Geldstrom, der über die Jahre steigt (z.B. aufgrund des Verkehrswachstums), der Nettobarwert berechnet wird. Der rechte Teil der Grafik stellt dar, wie aus diesem Nettobarwert die durchschnittliche jährliche Zahlung, d.h. die Annuität, ermittelt wird. Die Annuität wird dabei so bestimmt, dass der Nettobarwert des tatsächlichen Zahlungsstroms und der Nettobarwert der Annuitäten genau identisch sind.



**Abb.1** Berechnung des Nettobarwertes und der Annuitäten



## 9 Sensitivitätsanalysen

Das Ergebnis einer Kosten-Nutzen-Analyse beruht auf Annahmen. Die Bedeutung dieser Annahmen für das Endergebnis wird anhand ausgewählter Sensitivitätsanalysen abgeschätzt. Dabei wird in der bisherigen Norm unterschieden zwischen Annahmen, die keinen Einfluss auf die Verkehrsmodellberechnungen haben, und solchen, die auch bei der Berechnung des Verkehrsmodells benötigt werden. Bei Grossprojekten sollen gemäss bisheriger Norm im Rahmen von Sensitivitätsanalysen auch die Verkehrsmodellberechnungen angepasst werden.

In der Praxis hat sich diese Vorgabe nicht durchsetzen können, da der Aufwand für die Neuberechnung des Verkehrsmodells als zu gross angesehen wird.<sup>97</sup> Prinzipiell war und ist diese Vorgabe aber sinnvoll, denn beispielsweise können die Auswirkungen eines grösseren / kleineren Verkehrswachstums auf die Ergebnisse ohne Neuberechnung des Verkehrsmodells nicht richtig abgebildet werden, da der Zusammenhang zwischen Verkehrsnachfrage und Reisezeiten nichtlinear verläuft. Deshalb soll die Neuberechnung des Verkehrsmodells bei grösseren Projekten weiterhin empfohlen werden. Dabei werden Inputdaten in das Verkehrsmodell variiert und neue Outputdaten für die KNA berechnet. Welche Neuberechnungen mit dem Verkehrsmodell gemacht werden sollen, wird jedoch im Gegensatz zur bisherigen Norm nicht mehr vorgeschrieben (bisher waren 6 Neuberechnungen vorgeschrieben). Damit können auch weniger Neuberechnungen erfolgen als bisher vorgeschrieben.

Bei kleineren Projekten kann aber auf die Neuberechnung des Verkehrsmodells verzichtet werden. Dadurch werden die Ergebnisse des Verkehrsmodells wie sichere Werte angesehen. Es ist jedoch klar, dass auch die Ergebnisse des Verkehrsmodells auf einer Vielzahl von Annahmen beruhen, die unsicher sind. Deshalb hat Ecoplan in den letzten Jahren bei seinen Bewertungen jeweils eine neue Sensitivität durchgerechnet, nämlich eine **Sensitivität bezüglich der Verkehrsmodellergebnisse**. Dabei werden alle Inputdaten aus dem Verkehrsmodell in die KNA um X% erhöht oder reduziert. Der Prozentsatz (X%) kann somit als Mass für die Ungenauigkeit der Verkehrsmodellergebnisse betrachtet werden. Diese Sensitivität wurde bereits ins neue NISTRA 2017 (Ecoplan 2018) aufgenommen. Dabei ist der Prozentsatz frei wählbar und mit dem Verkehrsmodellierer zu besprechen. Ecoplan hat in seinen Bewertungen bisher meist 20% (oder teilweise 30%) verwendet. Diese Sensitivität soll in der Norm neu auch empfohlen werden. Erfolgen für die Sensitivitätsanalyse Neuberechnungen des Verkehrsmodells, kann auf diese Sensitivität verzichtet werden.

Im Übrigen schreibt die bisherige Norm folgende Sensitivitätsanalysen vor:

- Diskontsatz
- Baukosten
- Zeitwert
- Reallohnwachstum
- Verkehrswachstum

Diese Sensitivitäten haben sich im Wesentlichen bewährt. Die bisherigen Anwendungen zeigen, dass all diese Sensitivitäten je nach untersuchtem Projekt entscheidend sein können bzw. zu grösseren Schwankungen im Endergebnis führen. Sie sind deshalb weiterhin zu empfehlen. Einzig die Sensitivität für den Diskontsatz führt meist zu deutlich kleineren Schwankungen als die übrigen Sensitivitäten. Man könnte sich also überlegen, ob diese Sensitivität nicht mehr empfohlen werden soll. Der geringe Einfluss der Sensitivität hängt auch damit zusammen, dass im Basisszenario gemäss SN 641 821 mit einem Diskontsatz von 2% gerechnet wird und in der Sensitivität mit 3%, da dies plausible Diskontraten für die Schweiz darstellen. Bei grösseren Schwankungen der Diskontrate würden die Sensitivitätsanalyse natürlich auch zu grösseren Ausschlägen führen. Wir

<sup>97</sup> Wir kennen kein Projekt, für welches das Verkehrsmodell für die Sensitivitätsanalysen neu berechnet wurde.

empfehlen die Sensitivität trotzdem beizubehalten, um auf die prinzipielle Bedeutung der Diskontrate aufmerksam zu machen.

Aus der Experten-Umfrage wurde der Wunsch geäussert, dass auch weitere Sensitivitäten durchgeführt werden sollten, so z.B. für

- Treibstoffpreis / Energiepreis
- Kostensatz pro Tonne CO<sub>2</sub>
- Value of statistical Life (VOSL)

weil diese Daten ebenfalls mit grossen Unsicherheiten / Schwankungsbreiten behaftet sind.

Bei der Diskussion dieses Wunsches ist daran zu erinnern, dass nur für diejenigen Annahmen Sensitivitätsanalysen durchzuführen sind, welche

- einen grossen quantitativen Einfluss auf das Endergebnis haben
- und über deren tatsächlichen Wert Unsicherheit besteht.

Die zweite Bedingung erfüllen die obigen drei Vorschläge ohne Zweifel:

- Die Treibstoffpreise schwanken über die Zeit beträchtlich und niemand weiss, wie sie sich in Zukunft entwickeln werden.
- Der Kostensatz pro Tonne CO<sub>2</sub> beträgt gemäss Infrac / Ecoplan (2018, S. 72) 121.5 CHF (im Jahr 2015). Er könnte aber auch um 45% tiefer (69 CHF / t CO<sub>2</sub>) oder um 80% höher (214 CHF / t CO<sub>2</sub>) liegen (Infrac / Ecoplan 2018, S. 72).
- Der VOSL hat eine Schwankungsbreite von  $\pm 50\%$  (Ecoplan 2016).

Die erste Bedingung hingegen ist kritisch. Bei einer (nicht-publizierten) Untersuchung von 11 NISTRA-Studien mit 20 untersuchten Varianten zeigte sich folgendes Bild (dabei wurden die Absolutbeträge aller Indikatoren aufsummiert und deren Anteil an dieser Gesamtsumme untersucht):

- Die Betriebskosten der Fahrzeuge erreichten durchschnittlich nur 6% aller Effekte. Darin sind aber nicht nur die Treibstoffpreise enthalten, sondern auch die Betriebskosten-Grundwerte und die LSVA. Entsprechend ist die Bedeutung der Treibstoffpreise geringer. Deshalb wird in der gerade erst überarbeiteten Norm SN 641 827 keine Sensitivität vorgeschlagen.  
Sollten die Treibstoffpreise in einem spezifischen Projekt aber eine grosse Bedeutung haben, so ist es sinnvoll, für dieses Projekt eine Sensitivität zu rechnen. Dies wird in der neuen Norm neu ausdrücklich erlaubt.
- Der Klimaindikator erreicht nur 0.5% aller Indikatoren und ist damit relativ unbedeutend. Eine immer durchzuführende Sensitivität für Klima-Kostensatz scheint nicht sinnvoll.
- Der VOSL ist die Grundlage für die Kostensätze für die Indikatoren Unfälle, Luftverschmutzung, Lärm.<sup>98</sup> Die Unfälle tragen 9% zum Gesamtergebnis bei die beiden Umweltindikatoren weitere 4%. Insgesamt hat also der VOSL einen bedeutenden Einfluss auf das Gesamtergebnis.

In Absprache mit der Begleitgruppe empfehlen wir deshalb, nur die **Sensitivität für den VOSL** in die überarbeitete Norm aufzunehmen.

In der Praxis bedeutet dies, dass in den Normen zu den Unfällen (neue SN 641 824 bzw. in Zukunft SN 641 713 «Kennzahlen für die Bewertung von Unfallfolgen», und SN 641 721 «Strassenverkehrssicherheit – Folgeabschätzung») bzw. in der SN 641 828 die entsprechenden Kostensätze nicht nur für das Basisszenario zur Verfügung gestellt werden müssen, sondern auch für die beiden Sensitivitäten mit einem 50% tieferen bzw. höheren VOSL.

---

<sup>98</sup> Die Gesundheitsnutzen im Langsamverkehr hängen auch vom VOSL ab – allerdings nur die internen Gesundheitsnutzen. Die hier interessierenden externen Gesundheitsnutzen sind unabhängig vom VOSL und werden deshalb hier nicht erwähnt.

Die bisher betrachteten Sensitivitätsanalysen sind alle projektunabhängig. In der Praxis kann es jedoch auch vorkommen, dass die Abschätzung gewisser Auswirkungen mit (besonders) grossen projektspezifischen Unsicherheiten behaftet ist. Dies kann z.B. Ungenauigkeiten bei grenznahen Projekten oder stark von der Auslastung der Autobahn abhängige Reisezeiten oder andere projektspezifische Unsicherheiten betreffen. Diese Unsicherheiten sind zumindest teilweise in der neuen Sensitivität für die Genauigkeit des Verkehrsmodells enthalten. Trotzdem kann es sinnvoll sein, solche **projektspezifischen Unsicherheiten** spezifisch zu analysieren und entsprechende Sensitivitäten durchzurechnen.

Manchmal wird neben den oben besprochenen Standard-Sensitivitäten auch der **beste und schlechteste Fall (best case und worst case)** berechnet: Dabei werden alle obigen Annahmen so getroffen, dass sich ein möglichst gutes bzw. möglichst schlechtes Resultat ergibt. In der bisherigen Norm heisst es, dass der beste und schlechteste Fall nur berechnet werden, wenn eine Aussage über ihre Wahrscheinlichkeit möglich ist. Der beste und schlechteste Fall sind beide sehr unwahrscheinlich, weil kaum alle Annahmen die bestmöglichen bzw. schlechtestmöglichen Werte annehmen.

Angaben über die Wahrscheinlichkeit des besten bzw. schlechtesten Falles sind jedoch nur schwer möglich – z.B. nur über Annahmen zur Wahrscheinlichkeit der einzelnen Annahmen / Sensitivitäten. Der Aufwand für die Bestimmung dieser Wahrscheinlichkeiten wird deshalb in der Praxis meist gescheut. Trotzdem werden in der Praxis der beste und schlechteste Fall manchmal berechnet. Ein interessantes Resultat ist z.B., wenn der schlechteste Fall immer noch ein positives Resultat erzielt. Dann ist das Ergebnis robust gegenüber Veränderungen und kann empfohlen werden. Klar abzulehnen ist hingegen ein Projekt, dessen bester Fall immer noch negativ ist.

Der schlechteste Fall kann beim Variantenvergleich zudem helfen, zu riskante Varianten auszuschneiden, d.h. solche deren schlechtester Fall deutlich negativ ist und deutlich schlechter als der schlechteste Fall der anderen Varianten. Zudem kann die Analyse des schlechtesten Falles helfen, Massnahmen zu finden, mit denen die Risiken verringert werden können (Ändern oder Entfernen von riskanten Teilen). Dies kann dazu führen, dass neue Projektvarianten definiert werden.<sup>99</sup>

Deshalb soll die Berechnung des besten und schlechtesten Falles in Zukunft auch erlaubt werden, wenn keine Angaben zur Wahrscheinlichkeit dieser Fälle vorliegen. Die Berechnung des schlechtesten und besten Falles soll jedoch nicht für jedes Projekt empfohlen werden, sondern soll nur bei Bedarf durchgerechnet werden.

---

<sup>99</sup> Ecoplan, metron (2005), Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr. Kommentar zur Norm, S. 146.



## 10 Darstellung und Interpretation der Ergebnisse

Die Ergebnisdarstellung hat sich im Wesentlichen bewährt. In der Praxis werden nicht nur die Ergebnisse in CHF nach Indikatoren dargestellt, sondern oft auch die Mengeneffekte in ihren ursprünglichen Einheiten (z.B. Zeitgewinne in Stunden, Klimaauswirkungen in t CO<sub>2</sub> etc.). Dies war aber bereits in der bisherigen Norm so vorgesehen, so dass diesbezüglich keine Anpassung nötig ist.

Zudem wird in der Experten-Umfrage auch gefordert, dass die Ergebnisse noch verbal erläutert werden sollten. Es ist klar, dass bei einer seriösen Bewertung eine Tabelle mit den Ergebnissen (vgl. Tab 5 der Norm) nicht genügt, sondern dass eine verbale Erläuterung der einzelnen Effekte und eine Gesamtinterpretation nötig ist, die aber nicht den politischen Entscheid vorwegnehmen sollte. Es geht aber auch darum, die wesentlichen Vor- und Nachteile bzw. **Stärken und Schwächen des Projektes verbal** zu würdigen. Dies wurde auch anhand der World-Café-Diskussion<sup>100</sup> gefordert. In NISTRA ist dies bereits seit langem umgesetzt und wird im neuen NISTRA 2017 noch weiter ausgebaut.

Die Tab. 5 in der Norm musste angepasst werden. Erstens ist das überarbeitete Indikatorensystem zu berücksichtigen. Zweitens gibt es neu nicht nur ein, sondern zwei Nutzen-Kosten-Verhältnisse, die ausgewiesen werden müssen. Diese Anpassung bedeutet auch, dass es unklar ist, ob die Betriebskosten der Fahrzeuge Nutzen oder Kosten sind, da dies im NKV<sub>1</sub> bzw. NKV<sub>2</sub> unterschiedlich definiert ist. Deshalb können nicht mehr wie bisher zwei Spalten gemacht werden mit Kosten und Nutzen. Stattdessen werden die Ergebnisse für alle Indikatoren in einer Spalte dokumentiert.

Da die Teilbilanzen neu nicht mehr in jedem Fall empfohlen werden, sondern nur noch bei Bedarf zur weiteren Vertiefung der Resultate analysiert werden, wird die Darstellung der Teilbilanzen hier gestrichen (da allgemein der Wunsch nach einer Kürzung besteht – vgl. Kapitel 1.2.3). Insbesondere wird auf die bisherige Tab. 6 der Norm verzichtet, welche die Darstellung der sozialen Teilbilanzen aufzeigt. Bei Bedarf findet sich diese Darstellung nach wie vor in Ecoplan, Metron (2005) – oder noch einfacher in NISTRA. Deshalb kann hier darauf verzichtet werden.

Bei den Grenzen der Aussagekraft werden neu auch die projektbedingten Siedlungsstruktureffekte erwähnt, die in vielen Bewertungen nicht mit einbezogen werden, aber insbesondere bei grösseren Projekten bedeutend sein können.

<sup>100</sup> Ecoplan (2012), Erfahrungen mit KNA-Normen und NISTRA sowie Anpassungsmöglichkeiten.



# 11 Zusammenfassung

Im vorliegenden Bericht wird erläutert, wie die SN 641 820 «Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr: Grundnorm» überarbeitet wird. Es werden insbesondere die folgenden Anpassungen vorgenommen:

- Das bisherige Kapitel B zur Typisierung der Projekte wird gestrichen, da es bisher kaum benutzt wurde.
- Das Indikatorensystem wird überarbeitet, wobei aufgrund neuer Forschungsergebnisse die folgenden neuen Indikatoren aufgenommen werden können:
  - Externe Gesundheitsnutzen des Langsamverkehrs
  - Vor- und nachgelagerte Prozesse der Energie und der Infrastruktur
  - Polizeiliche Verkehrsregelung und Überwachung: Wurde bisher als Teil der Betriebskosten der Strasse betrachtet, wird neu aber als eigener Indikator ausgewiesen.

Hingegen werden die folgenden Indikatoren nicht mehr miteinbezogen:

- Landschafts- und Ortsbild: Die Umrechnung in Geldeinheiten hat sich nicht bewährt. Dieser Indikator ist ausserhalb der KNA zu betrachten.
- Externe Kosten Energie Infrastrukturbetrieb: Dieser Indikator war nie relevant, ist aber in der Erhebung aufwändig.
- Finanzierungskosten: Dieser Indikator, der nur für Teilbilanzen relevant ist, wurde nie berücksichtigt.

Zudem werden die bisherigen drei Indikatoren zum Mehrverkehr neu in einem Indikator «Nutzen durch Mehrverkehr» zusammengefasst (bestehend aus dem Nettonutzen des Mehrverkehrs, den Einnahmen aus Treibstoffsteuern und Maut im Mehrverkehr und den MWST-Einnahmen im öffentlichen Verkehr).

- Die Regeln, wann gewisse Indikatoren begründet weggelassen werden können, werden aktualisiert.
- Zudem wurde auch untersucht, ob die sogenannten «wider economic impacts» (WEI) in die KNA integriert werden sollten. Die Schlussfolgerung ist, dass WEI insbesondere bei Grossprojekten durchaus relevant sein könnten, dass aber momentan noch zu wenig schweizspezifische empirische Grundlagen bestehen, um WEI in standardisierter Form in die KNA-Methodik für die Schweiz einfließen zu lassen.
- Die sozioökonomischen Teilbilanzen werden nicht mehr in jedem Fall empfohlen, sondern sollen nur noch bei Bedarf ermittelt werden.
- Beim verkehrlichen Mengengerüst, das meist mit einem Verkehrsmodell berechnet wird, werden einige bisherige Vorgaben überarbeitet, da diese in der Praxis nicht umgesetzt wurden (weil die damit verbundenen Berechnungen zu komplex oder mit heutigen Verkehrsmodellen gar nicht möglich waren). Dies betrifft folgende Punkte:
  - Neu erfolgt die Berechnung nur noch für einen Zeitpunkt (z.B. 2040), nicht alle 5 Jahre.
  - Die Fahrzeugkategorisierung wird an diejenige in gängigen Verkehrsmodellen angepasst.
  - Die Hochrechnung der Verkehrsmodellergebnisse auf ein Jahr wird angepasst – neu basiert diese auf dem durchschnittlichen Tages- bzw. Werktagsverkehr.
  - Neu sollen nach Möglichkeit auch die Auswirkungen auf den Langsamverkehr ermittelt werden.
  - Die Vorgaben, welche Vereinfachungen bei den Verkehrsmodellberechnungen möglich sind, werden überarbeitet. Vereinfachend kann auf die Berechnung des Mehrverkehrs verzichtet werden, falls dieser klein sein dürfte.
- Die nötige Reserve auf die Baukosten wird aufgrund neuer Forschungsergebnisse bei Tunnel- und Brückenprojekten von 40% auf 30% reduziert.
- Die Tabelle 4 der Norm mit den Lebensdauern verschiedener Baubestandteile wurde leicht ergänzt und angepasst.

- Die Frage, ob kleine Reisezeitgewinne berücksichtigt werden sollen oder nicht, wird aufgrund der aktuellen Literatur überprüft. Die Ergebnisse zeigen klar, dass die kleinen Reisezeitgewinne – wie bisher – berücksichtigt werden sollten.
- Die Definition des Nutzen-Kosten-Verhältnisses (NKV) wird überarbeitet. Neu werden zwei Varianten des NKV entwickelt (NKV<sub>1</sub> und NKV<sub>2</sub>), wobei je nach Projekt die eine oder andere im Vordergrund stehen kann.
- Zudem wird bei den Entscheidungskriterien neben dem Nettobarwert neu auch die Annuität erwähnt, die in der Praxis viel öfter verwendet wird als der Nettobarwert.
- Bei den Sensitivitätsanalysen werden zwei neue Sensitivitäten empfohlen, eine für die Genauigkeit des Verkehrsmodells und eine für den «value of statistical life» (VOSL).
- Bei der Darstellung der Ergebnisse wird neu empfohlen, die zentralen Stärken und Schwächen des Projektes auch verbal zu würdigen und eine verbale Gesamtbeurteilung vorzunehmen.
- Zudem wird die Norm etwas gekürzt und weniger fordernd formuliert (mehr Empfehlungen statt Vorgaben).

Mit der nachgeführten Norm entsprechen die Resultate einer Kosten-Nutzen-Analyse wieder dem aktuellen wissenschaftlichen Stand. Damit wird ein Beitrag geleistet, um auch in Zukunft die besten bzw. nachhaltigsten Projekte auswählen zu können. Davon profitieren auch all diejenigen, die eine Bewertung eines Strassenprojekts durchführen bzw. in Auftrag geben (insbesondere Bund, Kantone und Gemeinden).

Im Bewertungstool eNISTRA (Excel-Tool zu den Nachhaltigkeitsindikatoren für Strasseninfrastrukturprojekte) sind die heutigen Normen (SN 641 820 – SN 641 828) implementiert. Damit wird die Berechnung der KNA eines Strassenprojekts vereinfacht, da ein Grossteil der – teils komplexen – Berechnungen bereits in eNISTRA implementiert ist. eNISTRA soll basierend auf der in diesem Forschungsprojekt überarbeiteten Norm ebenfalls aktualisiert werden. Damit werden die neuen Vorgaben eine breite Anwendung finden.

Die Anpassungen können auch Auswirkungen auf die Beurteilung der Vorteilhaftigkeit von Projekten bzw. auf die Wahl der Bestvariante haben. Dies gilt für Projekte des Bundes, aber auch für solche der Kantone und Gemeinden.

## Glossar

<b>Begriff</b>	<b>Bedeutung</b>
ASP	Abendspitzenstunde
ASTRA	Bundesamt für Strassen
CO2	Kohlendioxid (Klimagas)
DTV	Durchschnittlicher Tagesverkehr
DWV	Durchschnittlicher Werktagsverkehr
EBeN	Einheitliche Bewertungsmethodik Nationalstrassen
Fzkm	Fahrzeugkilometer
GVM	Gesamtverkehrsmodell
IBE	Infrastrukturbudgeteffizienz
KNA	Kosten-Nutzen-Analyse
MSP	Morgenspitzenstunde
MWST	Mehrwertsteuer
NBW	Nettoarwert
NISTRA	Nachhaltigkeitsindikatoren für Strasseninfrastrukturprojekte
NKV	Nutzen-Kosten-Verhältnis
NPVM	Nationales Personenverkehrsmodell
ÖV	Öffentlicher Verkehr
PW	Personenwagen
SN	Schweizer Norm (SN)
VSS	Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS)
WEI	Wider economic impacts
WENIS	Weiter-Entwicklung des Nationalstrassennetzes Indikatoren-System

## Literaturverzeichnis

### Normen

- [1] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2006), «**Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr: Grundnorm**», SN 641 820.
- [2] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2006), «**Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr: Diskontsatz**», SN 641 821.
- [3] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2009), «**Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr: Zeitkosten im Personenverkehr**», SN 641 822a.
- [4] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2007), «**Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr: Zeitkosten im Güterverkehr**», SN 641 823.
- [5] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2013), «**Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr: Unfallraten und Unfallkostensätze**», SN 641 824.
- [6] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2017), «**Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr: Bewertung der Zuverlässigkeit auf Nationalstrassen und Bemessungsempfehlung für Nationalstrassen**», SN 641 825.
- [7] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2008), «**Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr: Kosten des betrieblichen Unterhalts von Strassen**», SN 641 826.
- [8] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2009), «**Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr: Betriebskosten von Strassenfahrzeugen**», SN 641 827.
- [9] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2009), «**Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr: Externe Kosten**», SN 641 828.
- [10] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (in Erarbeitung), «**Kennzahlen für die Bewertung von Unfallfolgen**», SN 641 713.
- [11] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (in Erarbeitung), «**Strassenverkehrssicherheit – Folgeabschätzung**», SN 641 721.

### Dokumentation

- [12] Ambrasaitė, I., Nicolaisen, M.S., Leleur, S., Salling, K.B., (2012). «**UPD – the UNITE Project Database: Collection of reference class information. Database concerning cost and demand inaccuracies**», database developed as part of the UNITE (Uncertainties in Transport Project Evaluation) project funded by the Danish Council for Strategic Research (2009–2013).
- [13] Amstein + Walthert (2006), «Zerfallszyklen von EM-Anlagen». Forschungsauftrag VSS 1999/292. Zürich.
- [14] ARE (2012), «**Nationales Personenverkehrsmodell des UVEK (NPVM)**», Fahr- und Verkehrsleistungen des motorisierten Individualverkehrs 2005/2008: Methodenbericht und räumliche Auswertungen, Bern.
- [15] ARE (2014), «**Nationales Personenverkehrsmodell des UVEK**», Aktualisierung auf den Basiszustand 2010, Bern.
- [16] ARE (2015), «**Modelltechnische Möglichkeiten der Weiterentwicklung des nationalen Personenverkehrsmodells**», Bern
- [17] Arendt, M., D. Marconi, P. Oswald, I. Salzmann, A. Stahel und S. Vogt (2015), «**Gesamtverkehrsmodell der Region Basel – Modellbeschreibung**». MOB BS und TBA BL, Basel und Liestal.
- [18] Australian Commonwealth Department of Infrastructure and Regional Development (2016), «**Australian Transport Assessment and Planning Guidelines, T2 Cost Benefit Analysis**» Online im Internet: <https://atap.gov.au/tools-techniques/cost-benefit-analysis/index.aspx>
- [19] Austroads (Association of Australian road transport and traffic agencies) (2012), «**Small travel time savings: Treatment in project evaluations**». Online: <https://www.onlinepublications.austroads.com.au/items/AP-R392-11> (8.8.2018).
- [20] Axhausen, K.W., T. Bischof, R. Fuhrer, R. Neuenschwander, G. Sarlas, und P. Walker (2015), «**Gesamtwirtschaftliche Effekte des öffentlichen Verkehrs mit besonderer Berücksichtigung der Verdichtungs- und Agglomerationseffekte**», Schlussbericht, SBB Fonds für Forschung, Bern und Zürich
- [21] Bahnknoten Basel (2017), «**Zukunft Bahnknoten Basel. Synthesebericht: Ausgestaltung der nötigen Infrastrukturen zur Realisierung eines trinationalen S-Bahn-Systems.**» Studie im Auftrag des Konsortiums Bahnknoten / Herzstück Basel. Basel.
- [22] Bickel P., Hunt A., De Jon G., Laird J., Lieb Ch., Lindberg G., Mackie P., Navrud S., Odgaard Th., Shies J., Tavasszy L. (2006), «**HEATCO D5: Proposal for Harmonized Guidelines**». Deliverable 5 of HEATCO (Developing Harmonized European Approaches for Transport Costing and Project Assessment).

- [23] Blöchlinger H. and Jäggin B. (1996), «**Der Wert der Artenvielfalt im Jura.**» Studie im Auftrag der Stiftung Mensch – Gesellschaft – Umwelt der Universität Basel.
- [24] BMVI (2016) «**Bundesverkehrswegeplan 2030 - Entwurf März 2016**», Vorläufiger Bericht, Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI), Berlin, März 2016.
- [25] Börjesson, M. und J. Eliasson (2012), «**Experiences from the swedish value of time study**», Arbeitsbericht, 2012:8, Royal Institute of Technology, Centre for Transport Studies, Stockholm.
- [26] BVU, ITP und planco (2009), «**Aktualisierung von Bewertungsansätzen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen in der Bundesverkehrswegeplanung**», Schlussbericht für das BMVBS, Endbericht, Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS), BVU, ITP, planco.
- [27] Daly, A. J., F. Tsang und C. Rohr (2011), «**The value of small time savings for non-business travel**», Vortrag: European Transport Conference, Glasgow, Oktober 2011.
- [28] Department for Transport (2003), «**The Valuation of Costs and Benefits**».
- [29] Department for Transport (2015), «**Provision of market research for value of travel time savings and reliability**», Phase 2 Report.
- [30] Department for Transport (2017), «**Transport Analysis Guidance (TAG) UNIT A1.3**», User and Provider Impacts, London.
- [31] Department for Transport (2017), «**Transport Analysis Guidance (TAG) UNIT A1.2**», Scheme Costs, London.
- [32] Douglas, N, B. O'Keefe, (2016), «**Wider Economic Benefits – When and if they should be used in evaluation of transport projects**». Conference Paper, Australian Transport Research Forum, November 2016.
- [33] EBP Ernst Basler und Partner (2006), «**NIBA: Nachhaltigkeitsindikatoren für Bahninfrastrukturprojekte, Leitfaden zur Bewertung von Projekten im Schienenverkehr**», Studie im Auftrag des Bundesamtes für Verkehr, Zürich.
- [34] EBP Ernst Basler und Partner (2018), «**Weiterentwicklung der Fahrzeugbetriebskostensätze für Kosten-Nutzen-Analysen**», Forschungsprojekt VSS 2015/116 auf Antrag des Schweizerischen Verbandes der Strassen- und Verkehrsfachleute, Zürich.
- [35] Ecoplan (2002), «**Reisezeitgewinne und Fahrkostenveränderungen der beiden Synthesevarianten**», Studie im Auftrag des Tiefbauamtes des Kantons Zürich. Bern.
- [36] Ecoplan (2003), «**NISTRA: Nachhaltigkeitsindikatoren für Strasseninfrastrukturprojekte.**» Ein Instrument zur Beurteilung von Strasseninfrastrukturprojekten unter Berücksichtigung der Nachhaltigkeitsziele. Methodenbericht. Bern.
- [37] Ecoplan (2005), «**Bewertungsmethode für die Priorisierung von Projekten im Schienenverkehr, Einbezug Güterverkehr und Vereinfachung**», im Auftrag des Bundesamtes für Verkehr, Bern.
- [38] Ecoplan (2010), «**Handbuch eNISTRA 2010, eNISTRA – ein Tool für zwei sich ergänzende Methoden zur Bewertung von Strasseninfrastrukturprojekten: NISTRA – Nachhaltigkeitsindikatoren für Strasseninfrastrukturprojekte und KNA – Kosten-Nutzen-Analysen gemäss VSS-Normen SN 641 820 – SN 641 828**», Studie im Auftrag des Bundesamtes für Strassen (ASTRA). Bern.
- [39] Ecoplan (2012), «**Erfahrungen mit KNA-Normen und NISTRA sowie Anpassungsmöglichkeiten**», Auswertung der World-Café-Diskussionen anlässlich der VSS-Tagung „Projekte bewerten – Von der Idee zum Erfolg“ vom 20.11.2012, *Kurzbericht zuhanden des Bundesamtes für Strassen (ASTRA)*. Bern.
- [40] Ecoplan (2015), «**SURPRICE: Sustainable mobility through road user charges Swiss contribution: Comprehensive road user charging (RUC)**», Internationales Forschungsprogramm ERA NET SURPRICE, Fallstudie «**Kosten, Nutzen und Verteilungseffekte einer Road-Pricing-Lösung in der Region Bern.**» Forschungsprojekt ASTRA 2010/018 auf Antrag des Bundesamtes für Strassen (ASTRA).
- [41] Ecoplan (2015), «**Verbindungsstrasse Birch – Luggiwil. Bewertung mit NISTRA (Nachhaltigkeitsindikatoren für Strasseninfrastrukturprojekte).**» Studie im Auftrag des Bundesamtes für Strassen.
- [42] Ecoplan (2016), «**Empfehlungen zur Festlegung der Zahlungsbereitschaft für die Verminderung des Unfall- und Gesundheitsrisikos (value of statistical life)**», Schlussbericht zuhanden des Bundesamtes für Raumentwicklung und der Beratungsstelle für Unfallverhütung. Bern.
- [43] Ecoplan (2016), «**FlaMa A2 Osttangente Basel-Stadt: Bewertung**», Schlussbericht zuhanden des Tiefbauamtes des Kantons Basel-Stadt. Bern.
- [44] Ecoplan (2018), «**Abschätzung der ökonomischen Folgen der Digitalisierung in der Mobilität**». Machbarkeitsstudie zuhanden des Bundesamtes für Raumentwicklung. Bern.

- 
- [45] Ecoplan (2018), «**Handbuch eNISTRA 2017, NISTRA – Nachhaltigkeitsindikatoren für Strasseninfrastrukturprojekte. Handbuch für das Excel-Tool eNISTRA 2017, das folgende Bewertungsmethoden enthält: KNA – Kosten-Nutzen-Analyse gemäss VSS-Normen SN 641 820 – SN 641 828. KWA – Kosten-Wirksamkeits-Analyse.**» *Studie im Auftrag des Bundesamtes für Strassen (ASTRA)*. Bern.
- 
- [46] Ecoplan, Infras (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).
- 
- [47] Ecoplan, metron (2005), «**Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr. Kommentar zur Norm**», *Forschungsauftrag VSS2000/342 auf Antrag des Schweizerischen Verbandes der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS)*.
- 
- [48] EFK Eidgenössische Finanzkontrolle (2009), «**Construction de tunnels autoroutiers: l'évolution des coûts est-elle sous contrôle ?**».
- 
- [49] European Commission, Directorate General for Transport, TINA Secretariat Vienna und European Commission General for External Relations (1999), «**Transport Infrastructure Needs Assessment (TINA). Socio-economic Cost benefit analysis**», TINA 015 final.
- 
- [50] ewp AG (2017), «**Kosten-Nutzen-Analyse Veloschnellroute Limmattal**». Studie im Auftrag des Amtes für Verkehr des Kantons Zürich. Online: [https://velo.zh.ch/internet/microsites/velo/de/aktuell/mitteilungen/2018/veloschnellroute-limmattal-kosten-nutzen-analyse/\\_jcr\\_content/contentPar/downloadlist/downloaditems/den\\_technischen\\_beri.spooler.download.1523440809770.pdf/170925\\_Kosten-Nutzen-Analyse\\_VSR\\_Limmattal\\_ohneAnhang.pdf](https://velo.zh.ch/internet/microsites/velo/de/aktuell/mitteilungen/2018/veloschnellroute-limmattal-kosten-nutzen-analyse/_jcr_content/contentPar/downloadlist/downloaditems/den_technischen_beri.spooler.download.1523440809770.pdf/170925_Kosten-Nutzen-Analyse_VSR_Limmattal_ohneAnhang.pdf) (6.9.2018).
- 
- [51] EWS Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Verkehrsplanung (1997), «**Entwurf Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Strassen EWS**». *Aktualisierung der RAS-W'86. Köln*.
- 
- [52] Flyvbjerg Bent (2016), «**The Fallacy of Beneficial Ignorance, A Test of Hirschman's Hiding Hand**», in: *World Development*, Volume 84, August 2016, S. 176-189.
- 
- [53] Flyvbjerg Bent und Sunstein (2016), «**The Principle of the Malevolent Hiding Hand; or the Planning Fallacy Writ Large**», *Social Research* Vol. 83, Nr. 4, S. 979 – 1005.
- 
- [54] Flyvbjerg Bent, Bruzelius Nils, Rothengatter Werner (2003), «**Megaprojects and Risk. An Anatomy of Ambition**». Cambridge University Press. Cambridge.
- 
- [55] Flyvbjerg Bent, Holm Mette Skamris, Buhl Søren (2002), «**Underestimating Costs in Public Works Projects: Error or Lie?**» In: *Journal of the American Planning Association*, Nr. 68 (3), 279-295.
- 
- [56] Fosgerau, M., K. Hjorth und S. Lyk-Jensen (2007), «**The danish value of time study**», Endbericht, Technische Universität Dänemark, Danish Transport Research Institute, Kopenhagen.
- 
- [57] Fowkes A.S. (1999), «**Issues in Evaluation. A Justification for Awarding all Time Savings and Losses, both Small and Large, Equal Unit Value in Scheme Evaluation**». In: Accent und Hague (Hrsg.): *The Value of Travel Time on UK Roads*. London, S. 341-359.
- 
- [58] Graham (2005), «**Wider economic benefits of transport improvements: link between agglomeration and productivity**», Stage 1 Report, London.
- 
- [59] Graham (2007), «**Agglomeration Economies and Transport Investment**», Discussion Paper, No. 2007-11, December 2007 for the Joint Transport Research Centre, International Transport Forum OECD.
- 
- [60] Hensher, D.A. et al (2012). «**Assessing the wider economy impacts of transport infrastructure investment with an illustrative application to the North-West Rail Link project in Sydney, Australia**». *J. Transp. Geogr.* 24, 292–305.
- 
- [61] Infraconsult (1999), «**Kosten und Nutzen im Natur- und Landschaftsschutz. Monetarisierungs- und Beurteilungsmodell für Schutzmassnahmen im Verkehr.**» *Bericht C1 des Nationalen Forschungsprogramms NFP 41 Verkehr und Umwelt*. Bern.
- 
- [62] Infras, Ecoplan (2018), «**Externe Effekte des Verkehrs 2015, Monetarisierung von Umwelt-, Unfall- und Gesundheitseffekten**», *Studie im Auftrag des Bundesamtes für Raumentwicklung (ARE)*, Bern, Zürich und Altdorf.
- 
- [63] Infras, ewp (2016), «**Einheitliche Bewertungsmethodik Nationalstrassen EBEn: Methodenbericht**», *Studie im Auftrag des Bundesamtes für Strassen (ASTRA)*, Zürich.
- 
- [64] Lieb Christoph (2016), «**Bewertungsmethoden**», Vorlesung Modul 6 im Rahmen des DAS «Verkehrswesen» an der ETH Zürich.
- 
- [65] Mackie P.J., Jara-Díaz S., Fowkes A.S. (2001), «**The value of travel time savings in evaluation**». In: *Transportation Research Part E* Nr. 37, S. 91-106.
- 
- [66] Makovsek et al. (2012), «**A cost performance analysis of transport infrastructure construction in Slovenia**», in: *Transportation* (2012) 39:197–214, DOI 10.1007/s11116-011-9319-z.
-

- [67] Melo et al. (2013), «**The productivity of transport infrastructure investment: A meta-analysis of empirical evidence**», *Regional Science and Urban Economics*, Vol. 43, Issue 5.
- [68] Metron (2010), «A5 Biel-Westast: Zweckmässigkeitsbeurteilung.» *Studie im Auftrag des Tiefbauamtes des Kantons Bern*. Brugg.
- [69] Mott MacDonald (2002), «**Review of Large Public Procurement in the UK**». Online im Internet: [http://www.hm-treasury.gov.uk/media/62ABA/greenbook\\_mott.pdf](http://www.hm-treasury.gov.uk/media/62ABA/greenbook_mott.pdf) (13.1.2004).
- [70] Nellthorp John, Mackie Peter, Bristow Abigail (1998), «**Measurement and Valuation of the Impacts of Transport Initiatives**». Deliverable D9 EUNET Socio-Economic and Spatial Impacts of Transport. Project funded by the European Commission under the Transport RTD Programme of the 4th Framework Programme. Leeds.
- [71] Nicolaisen, M. S. (2012). «**Forecasts: Fact or Fiction? Uncertainty and Inaccuracy in Transport Project Evaluation**». Department of Development and Planning, Aalborg University.
- [72] NZ Transport Agency (2016), «**Economic evaluation manual**». Online im Internet: <https://www.nzta.govt.nz/resources/economic-evaluation-manual>
- [73] Odeck (2017), «**Variation in cost overruns of transportation projects: an econometric meta-regression analysis of studies reported in the literature**», in: *Transportation*, DOI 10.1007/s11116-017-9836-5.
- [74] Ojeda Cabral Manuel Alejandro (2014), «**The Value of Travel Time Changes: Theoretical and Empirical Issues**», Submitted in accordance with the requirements for the degree of Doctor of Philosophy, Leeds University Business School. Online: <http://etheses.whiterose.ac.uk/8700/>.
- [75] Oxford Global Projects, «**2018 Analysis**». Spezialauswertung im Rahmen des vorliegenden Projektes.
- [76] Planergemeinschaft WEN (EBP, Transitec, Ecoplan, Presig) (2014), «**Handbuch WENIS – Version 2. Bewertung von Nationalstrassen-Infrastrukturprojekten**» Handbuch zum Excel-Tool eWENIS\_v2 (Weiterentwicklung des Nationalstrassennetzes Indikatoren-System). *Studie im Auftrag des Bundesamtes für Strassen (ASTRA)*. Bern.
- [77] ProgTrans, HSLU, ETH IVT (2013), «**Messen des Nutzens von Massnahmen mit Auswirkungen auf den Langsamverkehr**». *Forschungsauftrag SVI2010/004 auf Antrag der Vereinigung Schweizerischer Verkehrsingenieure (SVI)*.
- [78] Rothengatter, W. (2017), «**Wider economic impacts of transport infrastructure investments: Relevant or negligible?** », in: *Transport Policy* 59 (2017), S. 124-133.
- [79] Sammer G., G. Röschel und C. Gruber (2010), «**Qualitätssicherung für die Anwendung von Verkehrsnachfragemodellen und Verkehrsprognosen**», BMVIT und ASFINAG, Wien.
- [80] Scottish Executive (2003), «**Scottish Transport Appraisal Guidance**». Version 1.0. September 2003.
- [81] Shrestha, P.P., Burns, L.A., Shields, D.R. (2013), «**Magnitude of construction cost and schedule overruns in public work projects**». J. Constr. Eng.
- [82] TNS und IVT ETH (2014), «**Ermittlung von Bewertungsansätzen für Reisezeiten und Zuverlässigkeit auf der Basis eines Modells für modale Verlagerungen im nicht-gewerblichen und gewerblichen Personenverkehr für die Bundesverkehrswegeplanung**», Online: [https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/VerkehrUndMobilitaet/BVWP/bvwp-2015-zeitkosten-pv.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/VerkehrUndMobilitaet/BVWP/bvwp-2015-zeitkosten-pv.pdf?__blob=publicationFile) (15.12.2016).
- [83] Transport Canada (1994), «**Guide to benefit-cost analysis in transport Canada**», Technischer Bericht, Economic Evaluation Branch, Transport Canada, Ottawa.
- [84] Treasury (2003), «**Supplementary Green Book Guidance – Optimism Bias**». Online im Internet [http://www.hm-treasury.gov.uk/media/50A21/GreenBook\\_optimism\\_bias.pdf](http://www.hm-treasury.gov.uk/media/50A21/GreenBook_optimism_bias.pdf) (12.1.2004).
- [85] UCL School of Management (2015), «**Optimism Bias Study, Recommended Adjustments to Optimism Bias Uplifts**», prepared for the UK Department for Transport.
- [86] UK Department of Transport (2017), «**TAG UNIT A1.1, Cost-Benefit Analysis**». London.
- [87] US Department of Transportation (US DoT) (2012), «**Revised departmental guidance on valuation of travel time in economic analysis**». Washington DC: US Department of Transportation.
- [88] Venables (2015), «**Incorporating wider economic impacts within cost-benefit appraisal**», Draft Discussion Paper, International Energy Agency, Paris.
- [89] Vrtic, M., P. Fröhlich, C. Weis und P. Walker (2014), «**Gesamtverkehrsmodell Kanton Bern: Modellaktualisierung 2012**». BVE, Bern.
- [90] Vrtic, M., C. Weis, P. Fröhlich, B. Bodenmann und A. Zeiler (2013), «**Gesamtverkehrsmodell Kanton Solothurn**». AVT, Solothurn.
- [91] Vrtic, M., C. Weis, P. Fröhlich, B. Bodenmann und A. Zeiler (2015), «**Gesamtverkehrsmodell Kanton Zug**». AfR, Zug.
- [92] Vrtic, M., C. Weis, P. Fröhlich, D. Marconi und L. Passardi Gianola (2015), «**Gesamtverkehrsmodell Kanton Tessin – Aktualisierung 2013**». Dipartimento del territorio, Bellinzona.

- 
- [93] Vrtic, M., C. Weis, P. Walker und M. Mattmann (2015), «**Gesamtverkehrsmodell Kanton Bern: Anpassung Trend- und Zielszenario 2030**». BVE, Bern.
- 
- [94] Wallis I., K. Rupp and R. Alban (2015), «**Travel time saving assessment**». NZ Transport Agency research report 570. 157pp.
- 
- [95] Weis, C., Fröhlich P., Vrtic M., Widmer P. (2014), «**Einfluss der Verlässlichkeit der Verkehrssysteme auf das Verkehrsverhalten**», *Forschungsauftrag für das Bundesamt für Strassen und SVI*, Bern.
- 
- [96] Weis, C. und M. Vrtic (2018), «**Gesamtverkehrsmodell für den Personenverkehr des Kantons Zürich: Modellkalibration 2016**». AfV, Zurich.
- 
- [97] Welch Michael, Williams Huw (1997), «**The Sensitivity of Transport Investment Benefits to the Evaluation of Small Travel-Time Savings**». In: *Journal of Transport Economics and Policy* Nr. 31 (3), S. 231-254.
-

# Projektabschluss

## FORSCHUNG IM STRASSENWESEN DES UVEK

Version vom 09.10.2013

### Formular Nr. 3: Projektabschluss

erstellt / geändert am: 14.9.2018

#### Grunddaten

Projekt-Nr.: VSS 2015/117

Projekttitel: Neue Erkenntnisse zu Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr

Enddatum: 30.9.2018

#### Texte

##### Zusammenfassung der Projektergebnisse:

Im Projekt wird erarbeitet, wie die SN 641 820 «Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr: Grundnorm» anzupassen ist. Folgende Anpassungen werden vorgeschlagen:

- Das bisherige Kapitel B zur Typisierung der Projekte wird gestrichen, da es bisher kaum benutzt wurde.
- Das Indikatorensystem wird überarbeitet. Aufgrund neuer Forschungsergebnisse können die folgenden Indikatoren neu aufgenommen werden:
  - Externe Gesundheitsnutzen des Langsamverkehrs
  - Vor- und nachgelagerte Prozesse der Energie und der Infrastruktur
  - Polizeiliche Verkehrsregelung und Überwachung: Wurde bisher als Teil der Betriebskosten der Strasse betrachtet, wird neu aber als eigener Indikator ausgewiesen.
- Hingegen werden die folgenden Indikatoren nicht mehr miteinbezogen:
  - Landschafts- und Ortsbild: Die Umrechnung in Geldeinheiten hat sich nicht bewährt. Dieser Indikator ist ausserhalb der KNA zu betrachten.
  - Externe Kosten Energie Infrastrukturbetrieb: Dieser Indikator war nie relevant, ist aber in der Erhebung aufwändig.
  - Finanzierungskosten: Dieser Indikator, der nur für Teilbilanzen relevant ist, wurde nie berücksichtigt.
- Zudem werden die bisherigen drei Indikatoren zum Mehrverkehr neu in einem Indikator «Nutzen durch Mehrverkehr» zusammengefasst (bestehend aus dem Nettonutzen des Mehrverkehrs, den Einnahmen aus Treibstoffsteuern und Maut im Mehrverkehr und den MWST-Einnahmen im öffentlichen Verkehr).
- Die Regeln, wann gewisse Indikatoren begründet weggelassen werden können, werden aktualisiert.
- Zudem wurde auch untersucht, ob die sogenannten «wider economic impacts» (WEI) in die KNA integriert werden sollten. Die Schlussfolgerung ist, dass WEI insbesondere bei Grossprojekten durchaus relevant sein könnten, dass aber momentan noch zu wenig schweizspezifische empirische Grundlagen bestehen, um WEI in standardisierter Form in die KNA-Methodik für die Schweiz einfließen zu lassen.
- Die sozioökonomischen Teilbilanzen werden nicht mehr in jedem Fall empfohlen, sondern sollen nur noch bei Bedarf ermittelt werden.
- Beim verkehrlichen Mengengerüst, das meist mit einem Verkehrsmodell berechnet wird, werden einige bisherige Vorgaben überarbeitet, da diese in der Praxis nicht umgesetzt wurden (weil die damit verbundenen Berechnungen zu komplex oder mit heutigen Verkehrsmodellen gar nicht möglich waren). Dies betrifft folgende Punkte:
  - Neu erfolgt die Berechnung nur noch für einen Zeitpunkt (z.B. 2040), nicht alle 5 Jahre.
  - Die Fahrzeugkategorisierung wird an diejenige in gängigen Verkehrsmodellen angepasst.
  - Die Hochrechnung der Verkehrsmodellergebnisse auf ein Jahr wird angepasst – neu basiert diese auf dem durchschnittlichen Tages- bzw. Werktagsverkehr.
  - Neu sollen nach Möglichkeit auch die Auswirkungen auf den Langsamverkehr ermittelt werden.
  - Die Vorgaben, welche Vereinfachungen bei den Verkehrsmodellberechnungen möglich sind, werden überarbeitet. Vereinfachend kann auf die Berechnung des Mehrverkehrs verzichtet werden, falls dieser klein sein dürfte.
- Die nötige Reserve auf die Baukosten wird aufgrund neuer Forschungsergebnisse bei Tunnel- und Brückenprojekten von 40% auf 30% reduziert.
- Die Tabelle 4 der Norm mit den Lebensdauern verschiedener Baubestandteile wurde leicht ergänzt und angepasst.
- Die Frage, ob kleine Reisezeitgewinne berücksichtigt werden sollen oder nicht, wird aufgrund der aktuellen Literatur überprüft. Die Ergebnisse zeigen klar, dass die kleinen Reisezeitgewinne – wie bisher – berücksichtigt werden sollten.
- Die Definition des Nutzen-Kosten-Verhältnisses (NKV) wird überarbeitet. Neu werden zwei Varianten des NKV entwickelt (NKV1 und NKV2), wobei je nach Projekt die eine oder andere im Vordergrund stehen kann.
- Zudem wird bei den Entscheidungskriterien neben dem Nettobarwert neu auch die Annuität erwähnt, die in der Praxis viel öfter verwendet wird als der Nettobarwert.
- Bei den Sensitivitätsanalysen werden zwei neue Sensitivitäten empfohlen, eine für die Genauigkeit des Verkehrsmodells und eine für den «value of statistical life» (VOSL).
- Bei der Darstellung der Ergebnisse wird neu empfohlen, die zentralen Stärken und Schwächen des Projektes auch verbal zu würdigen und eine verbale Gesamtbeurteilung vorzunehmen.
- Zudem wird die Norm etwas gekürzt und weniger fordernd formuliert (mehr Empfehlungen statt Vorgaben).

Zielerreichung:

Ziel des vorliegenden Projektes war es, die Grundnorm SN 641 820 wieder auf den aktuellen Stand der Forschung und in Einklang mit der bestehenden Praxis zu bringen. Der überarbeitete Normentwurf erfüllt diese Bedingungen. Die bereits im Vorfeld bekannten Schwachstellen konnten behoben werden. Zudem wurden mehrere zusätzliche Punkte ebenfalls überarbeitet, die sich im Rahmen der Expertenbefragung zu Erfahrungen in der Anwendung der Norm ergaben. Damit konnte mehr erarbeitet werden als gemäss Forschungsauftrag vorgesehen war.

Folgerungen und Empfehlungen:

Die wesentlichen Folgerungen und Empfehlungen wurden im überarbeiteten Normentwurf zusammengefasst (und sind auch oben in der "Zusammenfassung der Projektergebnisse" ersichtlich). Zwar hat sich die Norm SN 641 820 in den letzten 10 Jahren im grossen Ganzen gut bewährt. Die Forschungsarbeit zeigt aber, dass die Norm nun in mehreren Punkten angepasst werden muss, damit sie wieder dem Stand des Wissens zur Methodik einer Kosten-Nutzen-Analyse entspricht.

Publikationen:

- VSS-Forschungsbericht
- Überarbeitete Norm SN 641 820: "Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr: Grundnorm"

Der Projektleiter/die Projektleiterin:

Name: Lieb Vorname: Christoph

Amt, Firma, Institut: Ecoplan AG

Unterschrift des Projektleiters/der Projektleiterin:





Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für  
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK  
Bundesamt für Strassen ASTRA

## FORSCHUNG IM STRASSENWESEN DES UVEK

### Formular Nr. 3: Projektabschluss

#### Beurteilung der Begleitkommission:

Beurteilung:

Die Forschungsarbeit bringt die Grundnorm zu Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr auf den aktuellen wissenschaftlichen State of the Art und verbessert die Anwendbarkeit des Normenwerks. Sie liefert Klarheit in häufig diskutierten Anwendungsfällen - z.B. zur Relevanz der kleinen Reisezeitgewinne - und macht einen Schritt in Richtung auf die Bewertung von Wirkungen auf Fussgänger und Velofahrer. Fortschritte in der Verkehrsmodellierung seit der ersten Fassung der Grundnorm werden berücksichtigt. Neue Empfehlungen zur Ergebnisdarstellung und zur Sensitivitätsanalyse zielen auf mehr Transparenz und grösseres Vertrauen in das Bewertungsergebnis. Die Forschungsziele sind damit voll erreicht.

Umsetzung:

Der vorliegende Forschungsbericht versteht sich als Ergänzung zum Kommentar zur ursprünglichen Norm ("Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr", VSS 2000/342, Ecoplan und metron, 2005). Zusammen ergibt sich damit ein Handbuch zur Anwendung der überarbeiteten SN 641 820, die 2019 publiziert wird.

weitergehender Forschungsbedarf:

Zu prüfen ist, ob die sogenannten Wider Economic Benefits einen zusätzlichen Bewertungstatbestand in der KNA für Strassen darstellen. Weiterer Forschungsbedarf besteht hinsichtlich der Wirkungen auf Fussgänger und Velofahrer und ihrer Bewertung.

Einfluss auf Normenwerk:

Die überarbeitete SN 641 820 ist Gegenstand der Forschungsarbeit.

#### Der Präsident/die Präsidentin der Begleitkommission:

Name: Lükling

Vorname: Jost

Amt, Firma, Institut: R+R Burger und Partner AG

#### Unterschrift des Präsidenten/der Präsidentin der Begleitkommission:

Digital unterschrieben von Jost  
Lükling  
DN: cn=Jost Lükling, o=R+R, ou,  
email=lueking@rag.ch, c=CH  
Datum: 2018.10.09 01:26:10  
+02'00'

## Verzeichnis der Berichte der Forschung im Strassenwesen

Das Verzeichnis der in der letzten Zeit publizierten Schlussberichte kann unter [www.astra.admin.ch](http://www.astra.admin.ch) (*Forschung im Strassenwesen --> Downloads --> Formulare*) heruntergeladen werden.