

Bundesamt für Verkehr (BAV)

# **Ermittlung der statistischen Grundlagen zur Evaluation der Energieeffizienz in den öV- Unternehmen («ESöV-Monitoring»)**

Schlussbericht  
Bern, 31. Januar 2017

Philipp Wüthrich  
Benedikt Notter  
Cornelia Graf

# Impressum

## **Ermittlung der statistischen Grundlagen zur Evaluation der Energieeffizienz in den öV-Unternehmen**

### **(«ESöV-Monitoring»)**

Schlussbericht

Bern, 31. Januar 2017

7337a\_ESöV-Monitoring\_Schlussbericht.docx

### **Auftraggeber**

Bundesamt für Verkehr (BAV)

### **Projektleitung**

Tristan Chevroulet (BAV)

Nicolas Grandjean (NG Projets)

Philipp Wüthrich (INFRAS)

### **Autorinnen und Autoren**

Philipp Wüthrich

Benedikt Notter

Cornelia Graf

INFRAS, Sennweg 2, 3012 Bern

Tel. +41 31 370 19 19

### **Begleitgruppe**

Tristan Chevroulet (Bundesamt für Verkehr, BAV)

Hannes Meuli (Bundesamt für Verkehr, BAV)

Roman Slovak (Bundesamt für Verkehr, (BAV)

Martin Pulfer (Bundesamt für Energie, BFE)

Roland Moser (Bundesamt für Statistik, BFS)

Patrick Stieger (Verband öffentlicher Verkehr, VÖV)

Maurice Rapin (Seilbahnen Schweiz, SBS)

Nicolas Grandjean (NG Projets, Programm Office ESöV 2050)

Rémy Chrétien (geelhaarconsulting GmbH, Programm Office ESöV 2050)

## Inhalt

<b>Zusammenfassung</b>	<b>6</b>
<b>Summary</b>	<b>8</b>
<b>Résumé</b>	<b>10</b>
<b>1. Einführung</b>	<b>12</b>
<b>2. Abgrenzung</b>	<b>15</b>
2.1. Systemgrenzen	15
2.1.1. Herleitung	15
2.1.2. Transportunternehmen (TU)	16
2.1.3. Räumliche Abgrenzung	16
2.1.4. Energiebereitstellung	16
2.1.5. Strommix	17
2.1.6. CO <sub>2</sub> -/Treibhausgasemissionen	18
2.1.7. Unternehmensbereiche	18
2.2. Auslegeordnung Merkmale	21
<b>3. Bewertung und Auswahl der primären Erhebungsmerkmale</b>	<b>24</b>
3.1. Bewertungskriterien	24
3.1.1. Nutzen	24
3.1.2. Kosten	24
3.1.3. Risiken	25
3.2. Bewertung	25
3.2.1. Beschaffung der Bewertungsgrundlagen	25
3.2.2. Bewertungsergebnisse	26
<b>4. Merkmalskatalog</b>	<b>32</b>
4.1. Merkmale	32
4.2. Definitionen	33
<b>5. Erhebungskonzept</b>	<b>34</b>
5.1. Übersicht	34

5.2.	Datenquellen und Erhebungsmethodik _____	35
5.2.1.	Bereits in der öV-Statistik erhobene Merkmale _____	35
5.2.2.	Bei den TU zu erhebende Informationen _____	36
5.2.3.	Informationen aus zentralen Datenquellen _____	40
5.3.	Datenaufbereitung _____	42
5.3.1.	Umrechnung Erfassungseinheiten in Datenbankeinheiten _____	44
5.3.2.	Aufbereitung der Daten aus externen Quellen _____	44
5.3.3.	Übergabe der eSurvey-Daten vom BFS ans BAV _____	45
5.3.4.	Plausibilisierung auf Einzel-TU-Ebene _____	45
5.3.5.	Berechnung von Primärenergieverbrauch und Treibhausgasemissionen _____	46
5.3.6.	Aggregation der Einzel-TU-Daten zu Summenwerten für die Publikation _____	47
5.3.7.	Zuordnung der Verkehrsfunktion _____	47
5.3.8.	Plausibilisierung der aggregierten Werte mittels Zeitreihenanalyse _____	47
5.3.9.	Berechnung von Verhältniszahlen _____	47
5.4.	Zeitplan und Verantwortlichkeiten _____	48
5.4.1.	Beschreibung der Arbeitsschritte _____	48
5.4.2.	Zeitplan _____	50
5.4.3.	Aufwandschätzung _____	52
<b>6.</b>	<b>Verwendungskonzept _____</b>	<b>54</b>
6.1.	Verwendungszwecke _____	54
6.1.1.	Übersicht _____	54
6.1.2.	Messung und Kommunikation der Resultate der ESöV 2050 _____	55
6.1.3.	Nutzung der Monitoring-Daten durch die TU _____	55
6.2.	Datenmanagement _____	56
6.3.	Interpretation _____	56
6.4.	Publikationskonzept _____	58
6.4.1.	Zielgruppen und Nutzen _____	58
6.4.2.	Publikationskanäle und publizierte Daten _____	58
<b>7.</b>	<b>Fazit _____</b>	<b>61</b>
<b>Annex</b>	<b>_____</b>	<b>64</b>
A1.	Liste Interviewpartner _____	64
A2.	Beispiel Interviewleitfaden _____	65
A3.	Ausführliche Bewertung _____	71

A4.	Merkmale, Aufschlüsselungen und Definitionen _____	72
A5.	Fragebogenentwürfe _____	76
A6.	Energie- und Treibhausgasemissionsfaktoren _____	82
A7.	Vergleich mit dem benachbarten Ausland _____	83
<b>Glossar _____</b>		<b>86</b>
<b>Literatur _____</b>		<b>88</b>

## Zusammenfassung

Zur Konkretisierung der vom Bundesrat beschlossenen Energiestrategie 2050 hat das BAV das Programm «Energiestrategie im öffentlichen Verkehr (EsöV 2050)» ausgearbeitet. Um die Wirkung dieses Programms messen zu können, soll ergänzend zur bestehenden öV-Statistik ein Monitoring zur Ermittlung der statistischen Grundlagen von Energieeffizienzmassnahmen in Transportunternehmen (TU) des öffentlichen Verkehrs entwickelt werden. Die vorliegende Studie erarbeitet die Grundlagen für dieses Monitoring, namentlich den Katalog zu erhebender Merkmale und Aufschlüsselungen sowie ein Erhebungs- und Verwendungskonzept.

Die Systemgrenzen des Monitorings werden basierend auf den vorgegebenen Zielsetzungen sowie einschlägigen Grundlagen zur Energie- und Umweltbilanzierung im Transportwesen definiert. Gegenstand des Monitorings sind im Personenverkehr alle auf Bundesebene gemäss VPK<sup>1</sup> oder aufgrund eines Staatsvertrages konzessionierte TU, im Güterverkehr ausschliesslich der Schienengüterverkehr auf Schweizer Territorium. Um die Vergleichbarkeit zwischen verschiedenen Energie-, und Verkehrsträgern zu gewährleisten, wird nicht nur der direkte Energieverbrauch (Endenergieverbrauch), sondern auch der Verbrauch zur Bereitstellung der Energieträger (Primärenergieverbrauch) berücksichtigt. Zusätzlich zum Energieverbrauch werden gemäss den Stossrichtungen von EsöV auch die CO<sub>2</sub>- und Treibhausgasemissionen mit einbezogen. Alle relevanten Unternehmensbereiche ausser Fahrzeug- und Infrastrukturerstellung, Verbrauch von Papier und Kältemitteln sowie den Arbeitswegen der Mitarbeitenden werden innerhalb der Systemgrenzen angesiedelt.

Innerhalb dieser Systemgrenzen und entlang der Stossrichtungen der EsöV 2050 erfolgt die Auslegeordnung der möglichen Merkmale. Diese werden anschliessend nach den Kriterien Nutzen, Kosten und Risiken bewertet. Im Zentrum steht dabei das Kosten/Nutzen-Verhältnis eines Merkmals, d.h. die Machbarkeit bzw. der zusätzliche Erhebungsaufwand für die TU im Verhältnis zu Informationsgehalt, Zuverlässigkeit und Vergleichbarkeit eines Merkmals. Zur Beurteilung wurden mit einer Auswahl von TU (welche Verkehrsmittel, TU-Grösse und Sprachregion berücksichtigte) und Experten Interviews geführt.

Die so eingeholten Bewertungsgrundlagen führen zum empfohlenen Merkmalskatalog. Dieser enthält den Energieverbrauch des Transportbereichs nach verschiedenen Aufschlüsselungen, die Eigenproduktion erneuerbarer Energien sowie Bezugsgrössen wie Fahr- und Verkehrsleistungen. Diese von den TU zu erhebenden Merkmale sind teilweise schon heute Bestandteil der öV-Statistik. Dazu kommen aus zentralen Datenquellen zu beziehende Merkmale wie Energie- und Treibhausgasemissionsfaktoren, welche zur Berechnung von End-, Primär-

---

<sup>1</sup> Verordnung über die Personenverkehrskonzession, SR 744.11

energieverbrauch und Treibhausgasemissionen notwendig sind. Die Kosten-Nutzen-Abwägungen führen dazu, dass sich das Monitoring von den Unternehmensbereichen auf den Transportenergieverbrauch konzentriert. Einerseits kann so der zusätzliche Erfassungsaufwand bei den TU in Grenzen gehalten werden, und andererseits wäre in weiteren Unternehmensbereichen die Zuverlässigkeit und Vergleichbarkeit der erhobenen Merkmale aufgrund der Datenerhebung bei Subunternehmen, dem eingeschränkten Spielraum der TU und der zeitlichen Allokation fraglich.

Das Erhebungskonzept orientiert sich an der bestehenden öV-Statistik. Die zusätzlichen Merkmale und Aufschlüsselungen des ESöV-Monitorings werden in die bestehenden Erhebungschanäle der öV-Statistik eingebettet. Die weiteren, für die Berechnung von End- und Primärenergieverbrauch sowie Treibhausgasemissionen benötigten Merkmale werden aus externen Datenquellen beschafft.

Die Verantwortlichkeit für das ESöV-Monitoring liegt beim BAV; das Bundesamt für Statistik (BFS) ist durch die Verwendung der gemeinsamen Erhebungschanäle ebenfalls involviert, die Datenaufbereitung und -plausibilisierung ist jedoch Sache des BAV.

Das Verwendungskonzept sieht drei hauptsächliche Zielgruppen des ESöV-Monitorings vor: Erstens das BAV selbst, zur Messung der Zielerreichung des ESöV 2050-Programms. Zweitens die TU, die Erkenntnisse zu ihrem Energieverbrauch und ihren Treibhausgasemissionen gewinnen, diese mit anderen TU vergleichen und so ihre Aktivitäten optimieren können. Und drittens die interessierte Öffentlichkeit, d.h. Forschung, Verwaltung, Verbände und Privatpersonen. Bei der Auswertung und Publikation von Daten des vorliegenden Monitorings sind einige Interpretationsrisiken zu beachten. Insbesondere Daten von verschiedenen TU sind aufgrund von geographischen Einflüssen oder auslastungsbedingten Unterschieden des Energieverbrauchs nur sehr beschränkt miteinander vergleichbar. Zudem ist der Datenschutz einzuhalten, d.h. nur aggregierte oder anonymisierte Daten, welche keinen Rückschluss auf einzelne TU erlauben, können publiziert werden.

## Summary

In order to implement the Energy Strategy 2050 approved by the Federal Council, the Federal Office of Transport (FOT) has launched the «Energy Strategy for Public Transport 2025 (ESPT 2050)». To measure its impacts, a monitoring programme to statistically assess energy use and energy efficiency measures in transport companies (TC) is planned, complementing the existing statistics of public transport. The present study describes the basic approach for such a monitoring programme. It specifies the catalogue of the key indicators and their disaggregation levels, as well as a data collection and processing concept and a data use concept.

The initial system boundaries are defined based on the given objectives and relevant literature on energy and greenhouse gas accounting in public transport. In passenger transport, all TC licensed according to the federal regulation on passenger transport (VPK<sup>2</sup>) are subject to the monitoring; in freight transport it focuses exclusively on rail freight transport on Swiss territory. To ensure comparability among the various energy sources and means of transport, not only final but also primary energy consumption is considered. In addition, according to the ESPT goals, the emissions of CO<sub>2</sub> and other greenhouse gases are assessed as well. Furthermore, all relevant business areas except for vehicle and infrastructure construction, paper, cooling agents and commuting of employees are included within the initial system boundaries.

A first selection of potential indicators is based on these system boundaries and the goals of the ESPT. These indicators are then evaluated according to cost, benefit and risks of their assessment. The primary focus is on the cost-benefit ratio, i.e. the feasibility or the additional survey effort for the TC in relation to information content, reliability and comparability of each potential indicator. The necessary evaluation inputs were obtained by conducting interviews with selected TC and experts. The selection of interviewed TC was made in order to include different means of transport, company sizes and language regions.

The evaluation results in a final catalogue of recommended indicators. This catalogue includes the energy consumption of transport disaggregated by various parameters, the renewable energy produced by the TC, as well as reference values such as mileage and traffic performance. Some of these indicators collected directly from the TC are already part of the existing public transport statistics. In addition, indicators available from central data sources are included, such as energy and emission factors, which are required to calculate primary energy consumption and greenhouse gas emissions

As a result of the cost-benefit considerations, the monitoring focuses solely on the energy consumption of transport and leaves out other business areas of the TC. This way, the additional survey effort for the TC is kept within reasonable limits. Furthermore, the reliability and

---

<sup>2</sup> Verordnung über die Personenverkehrskonzession, SR 744.11

comparability of indicators originating from other business areas could not be ensured due to data collection from subcontractors, the limited acting scope of the TC for energy efficiency improvements in these areas, and the allocation over time.

The data collection and processing concept is based on the existing public transport statistics. The collection of additional ESPT data required from the TC is included with the existing survey channels of the public transport statistics. The additional indicators required for the calculation of energy consumption and greenhouse gas emissions are obtained from central data sources such as databases and periodically updated publications. The main responsibility for the ESPT monitoring lies with the FOT; the Federal Statistical Office (FSO) is also involved through the common data survey. Data processing and quality control are carried out by the FOT, however.

The data use concept considers three main target groups of the ESPT monitoring: First, the FOT itself, which requires the data to measure the degree of achievement of the objectives of the ESPT 2050 programme. Second, the TC, in order to obtain insights about their own energy consumption and greenhouse gas emissions, to compare them with other TC and ultimately to optimize their energy efficiency. Third, the wider public including research, administration, associations and individuals. Several interpretation risks have to be considered in the analysis of the data, namely the limited comparability of TC due to geographical differences or differences in capacity utilization. In addition, data protection guidelines have to be respected in publication and communication; only aggregated and anonymous data that do not allow conclusions about any single TC can be published.

## Résumé

L'Office fédéral des transports (OFT) a lancé le «Programme SETP 2050 : Mise en œuvre de la stratégie énergétique 2050 dans les transports publics (SETP 2050)» afin de contribuer à concrétiser la stratégie énergétique 2050 du Conseil fédéral. Afin de connaître l'efficacité de ce programme, un monitoring est mis en place pour déterminer les bases statistiques des mesures destinées à accroître l'efficacité énergétique dans les entreprises de transports (ET); ces chiffres viendront compléter ceux de la statistique des transports publics existante. La présente étude élabore les bases statistiques de ce monitoring, notamment la liste des données à collecter et leur catégorisation, ainsi que la méthode de récolte de ces données et leurs modalités d'utilisation.

Le champ d'application de ce monitoring est délimité en tenant compte des objectifs fixés ainsi que les bases scientifiques existantes concernant les bilans énergétiques et environnementaux dans le domaine des transports. Côté transport de personnes, ce monitoring concerne l'ensemble des ET concessionnaires soumises à l'OCTV<sup>3</sup> ou à une convention internationale ; côté transport de marchandises, ce monitoring concerne exclusivement le transport ferroviaire de marchandises sur territoire suisse. Afin de garantir la comparabilité entre les différents vecteurs énergétiques et modes de transport, le monitoring tient compte non seulement de la consommation d'énergie directe (consommation d'énergie finale), mais aussi de la consommation d'énergie nécessaire pour produire les vecteurs d'énergie (consommation d'énergie primaire). Conformément aux objectifs de la SETP, le monitoring recouvre aussi les émissions de CO<sub>2</sub> et les émissions de gaz à effet de serre. Le monitoring prend donc en compte la totalité des secteurs d'activité déterminants des entreprises de transports, à l'exception de la fabrication des véhicules, de la construction des infrastructures, de la consommation de papier et de produits réfrigérants et des trajets des collaboratrices et des collaborateurs pour se rendre au travail.

Un premier état des lieux des données envisageables se base sur le champ d'application du monitoring et sur les grands axes de la SETP 2050. Ces données font ensuite l'objet d'une évaluation selon les critères suivants: utilité, coûts, risques. Le rapport coût-utilité d'une donnée est le facteur de sélection déterminant; il s'agit en effet de déterminer la faisabilité, respectivement le coût de la collecte de données supplémentaires pour ET, rapportée à la valeur informative, à la fiabilité et à la comparabilité de ces données. Cette évaluation se fonde sur des entretiens menés avec un échantillon d'ET (représentatives des moyens de transport, des tailles des ET et des régions linguistiques) et avec des experts.

---

<sup>3</sup> Ordonnance sur les concessions pour le transport des voyageurs, RS 744.11

La liste des données recommandées a été établie sur les bases des évaluations précitées. Ces données couvrent la consommation d'énergie du secteur des transports ventilée selon plusieurs facteurs, les énergies renouvelables produites par les ET ainsi que les valeurs de référence (p. ex. prestations de transport, kilométrages). Alors que certaines données figurent dans la Statistique des TP existante, d'autres, nécessaires au calcul de l'énergie primaire, de l'énergie finale et des émissions de gaz à effet de serre, devront être collectées auprès des sources de données centralisées. L'analyse du rapport coût-utilité permet de garantir que le monitoring se concentre sur l'énergie utilisée par les entreprises pour les transports; on pourra ainsi limiter les charges des ET liées à la collecte de données supplémentaires. D'ailleurs, la fiabilité et la comparabilité de données relatives à des données tierces des ET serait peu élevée, car il s'agirait de tenir compte des sous-traitants, de la marge de manœuvre limitée des ET ainsi que des disponibilités temporelles limitées de ces dernières.

La méthode de collecte s'inspire de celle de la Statistique des transports publics existante. Les données et les sous-catégories supplémentaires nécessaires pour le monitoring SETP sont intégrées dans les outils de collecte de cette Statistique. Les données supplémentaires requises pour calculer la consommation d'énergie primaire et finale ainsi que les émissions de gaz à effet de serre proviennent de sources de données externes.

L'OFT est responsable du monitoring SETP. L'Office fédéral de la statistique (OFS) y participe car il utilise des outils de collecte communs; le traitement et la plausibilisation des données relèvent toutefois de la responsabilité de l'OFT.

Les modalités d'utilisation des données s'articulent autour des besoins des trois groupes cibles principaux de la SETP: tout d'abord, l'OFT lui-même, qui y recourra pour mesurer le degré de réalisation du programme SETP 2050; ensuite les ET, qui recevront des informations sur leur consommation d'énergie et leurs émissions de gaz à effet de serre et qui pourront les comparer aux chiffres d'ET tierces avant d'optimiser leurs activités; et enfin le public intéressé, c'est-à-dire les milieux de la recherche, les administrations, les associations de branches ainsi que les particuliers. L'évaluation et la publication des données relatives au monitoring présentent quelques risques. Ainsi, les données de différentes ET relatives à la consommation d'énergie ne sont que conditionnellement comparables, compte tenu des environnements géographiques différents ou des taux d'utilisation variables de leurs capacités. Par ailleurs, il s'agit de respecter les dispositions relatives à la protection des données: seules les données agrégées ou anonymisées, qui ne permettent pas d'identifier une ET particulière, pourront être publiées.

## 1. Einführung

In der Energiestrategie 2050 hat der Bund wegweisende Entscheide hinsichtlich der Umgestaltung des Energiesystems der Schweiz mit dem Zeithorizont bis 2050 gefällt. Die Schweiz soll langfristig vollständig aus der Nutzung von Nuklearenergie aussteigen. Damit verbunden ist ein Umbau des Energiesystems, ohne dass dabei Versorgungsengpässe auftreten oder zusätzliche Treibhausgasemissionen ausgestossen werden sollen. Faktisch bedeutet dies, dass die erneuerbaren Energien ausgebaut und die Energieeffizienz erhöht werden müssen.

Rund ein Drittel der heute verbrauchten Energie entfällt auf den Verkehrssektor. Ein grosser Teil dieser Energie wird aus fossilen Quellen erzeugt. Ausserdem ist der Verkehrssektor der einzige Bereich, in dem der Energieverbrauch in den letzten rund 15 Jahren zugenommen hat (BFE 2015). Aus diesem Grund fällt dem Verkehrssektor eine Schlüsselrolle bei der Umsetzung der Energiestrategie 2050 zu.

Innerhalb des Verkehrssektors macht der Energieverbrauch des öffentlichen Verkehrs (öV) mit rund 5% zwar einen verhältnismässig geringen Anteil aus (BFE 2015). Sollen die ökologischen Vorteile des öV gegenüber dem Individualverkehr aber auch mittelfristig gewahrt bleiben, was seine Treibhausgas- und Luftschadstoffemissionen, aber auch den spezifischen Energieverbrauch anbetrifft, so sind auch beim öV Massnahmen unumgänglich. Daneben trägt die effiziente Nutzung der Energie zur wirtschaftlichen Wettbewerbsfähigkeit des öV bei (INFRAS und IFEU 2011).

Vor diesen Erkenntnissen ist der Auftrag zur Entwicklung einer «Energiestrategie 2050 im öffentlichen Verkehr» (ESöV) zu verstehen, den der Bundesrat dem zuständigen Bundesamt für Verkehr (BAV) erteilt hat. Diese Strategie hat folgende vier Stossrichtungen:

- Steigerung der Energieeffizienz
- Ausstieg aus der Kernenergie
- Senkung des CO<sub>2</sub>-Ausstosses
- Produktion erneuerbarer Energie

In verschiedenen Arbeitsbereichen (Grundsätze, Information/Kommunikation und Praxis) beauftragt das BAV im Rahmen der ESöV Projekte mit dem Ziel, die Energieeffizienz und den CO<sub>2</sub>-Ausstoss der öV-Transportunternehmen (TU) zu verbessern. Die Wirkungen dieser Projekte sollen gemessen, dokumentiert und kommuniziert werden können. Dazu sind statistische Grundlagen notwendig, die es dem BAV ermöglichen, die Leistungen des öV hinsichtlich seines Energieverbrauchs, seiner Energieeffizienz und des CO<sub>2</sub>-Ausstosses zu kontrollieren. Diese Grundlagen sollen ausserdem den Unternehmen des öffentlichen Verkehrs zur Verfügung gestellt werden können.

Die vorliegende Studie hat zum Ziel, die Grundlagen für ein solches «ESÖV-Monitoring» zu erarbeiten. Dabei sollen folgende Endprodukte erstellt werden:

- Ein **Merkmalskatalog**, welcher Auswahl, Definition und kritische Bewertung von Kennzahlen für das Monitoring enthält (bzw. «Merkmale» in der Terminologie der öV-Statistik, welche im Folgenden angewendet wird). Dabei soll besonderes Augenmerk auf folgende Aspekte gelegt werden:
  - Machbarkeit – es sollen möglichst wenige (zusätzliche), einfach zu erhebende Merkmale gewählt werden;
  - Informationsgehalt der Merkmale – sie sollen Auskunft zu den oben genannten Zielen des ESÖV-Monitorings geben;
  - Zuverlässigkeit und Vergleichbarkeit der Merkmale – es soll eine hohe Datenqualität gewährleistet werden können, und ein Vergleich zwischen den TU soll möglich sein.
- Ein **Erhebungskonzept**, welches zeigt, woher die Daten bezogen werden und den Ablauf der Erhebung im Detail beschreibt.
- Ein **Verwendungskonzept**, das beschreibt, wie die Daten verwaltet (Zuständigkeiten) und verwendet werden (Interpretation und Kommunikation).

Methodisch wird dabei folgendermassen vorgegangen:

- In einem ersten Schritt werden die Systemgrenzen aufgrund der Stossrichtungen der ESÖV, der Zielsetzungen des Monitorings sowie bestehenden Normen und Methoden zur Energie- und Umweltbilanzierung im Transportwesen gezogen, und von diesen Systemgrenzen ausgehend eine breite Auslegeordnung möglicher Merkmale (Kennzahlen) erarbeitet (Kapitel 2).
- In einem zweiten Schritt werden die Merkmale dieses Katalogs hinsichtlich Nutzen, Kosten/Machbarkeit (insbesondere Mehrbelastung für die TU für Merkmale, die direkt bei den TU erhoben werden müssen) und Risiken (wie z.B. Interpretationsrisiken, oder Akzeptanz des Monitorings) bewertet. Die Grundlagen für diese Bewertung sind Interviews mit ausgewählten TU und Experten, Literatur, sowie die Diskussionen mit der Begleitgruppe. Basierend auf der Bewertung wird die anfängliche Auslegeordnung von Merkmalen gefiltert und eine Auswahl von schlussendlich zu erhebenden bzw. herzuleitenden Kennzahlen getroffen (Kapitel 3).
- Der so hergeleitete konsolidierte Merkmalskatalog für das ESÖV-Monitoring wird in Kapitel 4 beschrieben.
- Ein Erhebungskonzept wird vorgeschlagen, welches Datenquellen, Erhebungsmethodik, Datenaufbereitung, sowie Zeitplan und Verantwortlichkeiten beschreibt (Kapitel 5).

- Das Verwendungskonzept schliesslich macht Vorschläge zur Verwendung der generierten Daten, zu Datenmanagement und Datenschutz, und zu Publikationskanälen und -medien, und gibt Hinweise zur Interpretation der Monitoring-Resultate (Kapitel 6).
- Die Situation in der Schweiz wird mit dem benachbarten Ausland verglichen; dieser Vergleich ist im Anhang A7 zu finden.

## 2. Abgrenzung

### 2.1. Systemgrenzen

#### 2.1.1. Herleitung

Die Systemgrenzen für das ESöV-Monitoring sind teilweise durch die Vorgaben des Auftraggebers (d.h. die Stossrichtungen des ESöV-Programms und die Zielsetzungen des Monitorings) gegeben oder können daraus abgeleitet werden. So ist z.B. die Auswahl der einzubeziehenden TU und der geographische Rahmen durch die Auswahl der bestehenden öV-Statistik vorgegeben, und die ESöV-Stossrichtungen sowie die Zielsetzungen des Monitorings (vgl. Kapitel 1) geben Hinweise auf die interessierenden Grössen: Energieverbrauch und -produktion, Energieeffizienz, Treibhausgase und erneuerbare Energien.

Die weitere Konkretisierung der Systemgrenzen orientiert sich an folgenden Grundlagen zur Energie- und Umweltbilanzierung im Transportwesen:

- Die Norm EN/SN 16258 (CEN 2012) gibt Standards zur Berechnung von Treibhausgasemissionen von Transportdienstleistungen im Personen- und Güterverkehr vor; der dazugehörige Leitfaden für den öffentlichen Personennahverkehr ÖPNV (BMVDI 2014), dient als Interpretationshilfe und konkretisiert die Anwendung der EN/SN 16258 für den ÖPNV;
- Die ISO-Norm 14064-1 (ISO 2006) spezifiziert die Anforderungen an die Quantifizierung und das Reporting von Treibhausgasen für Organisationen und Unternehmen.
- Das Greenhouse Gas Protocol GHG (WRI und WBCSD 2012) beschreibt, ähnlich wie die Norm ISO 14064-1, einen Treibhausgas-Bilanzierungs- und Reporting-Standard für Unternehmen in drei Systemgrenzen, den sogenannten «Scopes», von denen die ersten zwei (direkte Emissionen des Unternehmens sowie indirekte Emissionen aus der Stromproduktion) verbindlich, und die dritte optional ist.

Die Systemgrenzen dieser Normen und Standards sind jedoch nicht direkt auf die Aufgabestellung des ESöV-Monitorings anwendbar, da sie nicht die gleiche Zielsetzung aufweisen. So fokussiert beispielsweise EN/SN 16258 zum Vornherein auf die Transporte selbst und blendet andere Unternehmensaktivitäten aus. Das GHG Protocol wiederum ist mit seinen drei Scopes breit angelegt, die Scope 3 ist aber nicht abschliessend definiert. Mitbilanziert unter Scope 3 werden beispielsweise die Arbeitswege der Mitarbeiter und die Herstellung der Treibstoffe, aber nicht der Bau der Infrastruktur und die Herstellung der Fahrzeuge. Letztere beiden Elemente werden in keiner der genannten Quellen genannt.

Die für die Erarbeitung der ESÖV-Monitoring-Grundlagen verwendeten Systemgrenzen basieren daher neben den genannten Quellen und Vorgaben auf Überlegungen zur Zielsetzung des Monitorings und auf den Diskussionen mit der Begleitgruppe. Sie sind in den nächsten Unterkapiteln definiert. Sie sind nicht gleichzusetzen mit dem durch den konsolidierten Merkmalskatalog (Kapitel 4) abgedeckten inhaltlichen Bereich – dieser ist enger gezogen, da durch die Bewertung aufgrund Machbarkeit und weiteren Kriterien nur eine begrenzte Auswahl der anfänglichen Auslegeordnung von Merkmalen zur Aufnahme ins ESÖV-Monitoring empfohlen wird (s. Kapitel 3 und 4).

### 2.1.2. Transportunternehmen (TU)

Gegenstand des Monitorings sind im Personenverkehr alle auf Bundesebene gemäss VPK<sup>4</sup> oder aufgrund eines Staatsvertrages konzessionierte TU. Diese Auswahl entspricht der Abdeckung der bestehenden öV-Statistik. TU mit kantonaler Bewilligung (Skilifte und Kleinseilbahnen) sind nicht Gegenstand des vorliegenden Projekts. Im Güterverkehr wird ausschliesslich der Schienengüterverkehr auf Schweizer Territorium berücksichtigt, die Rheinhäfen werden nicht berücksichtigt.

### 2.1.3. Räumliche Abgrenzung

Das Monitoring umfasst Aktivitäten auf dem Territorium der Schweiz. Schweizer Unternehmen, die auch im Ausland tätig sind, sowie ausländische Unternehmen, geben nur jene Aktivitäten an, die auf Schweizer Territorium erbracht worden sind. Die Abgrenzungen erfolgen durch die jeweiligen TU nach bestem Wissen.

### 2.1.4. Energiebereitstellung

Im vorliegenden Monitoring werden sowohl die direkten als auch die indirekten Emissionen des Energieverbrauchs berücksichtigt, weil erst beim Einbezug der indirekten Emissionen die verschiedenen Energieträger (und damit auch unterschiedliche Verkehrsträger) umfassend miteinander verglichen werden können.

Damit werden zusätzlich zum Endenergieverbrauch bzw. den direkten Emissionen aus dem Betrieb von Fahrzeugen (auch «Tank-to-wheel», abgekürzt TTW) der Primärenergieverbrauch bzw. die indirekten Emissionen (auch «Well-to-wheel»; WTW) aus der Bereitstellung des Energieträgers einbezogen. Bei fossilen Treibstoffen liegen die WTW-Treibhausgasemissionen in der Regel rund einen Fünftel höher als die TTW-Emissionen. Biotreibstoffe werden hier in der TTW-Abgrenzung treibhausgasneutral behandelt (da nur die bei der Herstellung gebundenen Treibhausgase bei der Verbrennung wieder freigesetzt werden), in der WTW-Perspektive jedoch

---

<sup>4</sup> Verordnung über die Personenverkehrskonzession, SR 744.11

nicht, da ihre Bereitstellung (Extraktion, Aufbereitung, Transport) zusätzliche Emissionen verursacht. Der Verbrauch von Elektrizität verursacht ebenfalls keine direkten Emissionen, die bei der Produktion entstehenden Emissionen können aber je nach Produktionsart (Wasserkraft, Kohlestrom, Atomstrom etc.) beträchtlich sein. Aus diesen Gründen schreiben Normen wie EN/SN 16258 (CEN 2012) den Einbezug der WTW-Emissionen bzw. Energieverbrauchs vor. Für die Ermittlung des Primärenergieverbrauchs bzw. der WTW-Emissionen liegen energieträgerspezifische Umrechnungsfaktoren aus unterschiedlichen Quellen vor: Z.B. EN/SN 16258, LCA-(Life Cycle Analysis)-Datenbanken wie Ecoinvent (2014) oder GEMIS (IINAS 2015).

Nicht mitbetrachtet wird der Energieverbrauch der Herstellung der Fahrzeuge und der Erstellung der Infrastruktur; darauf wird in Kapitel 2.1.7 vertieft eingegangen.

#### 2.1.5. Strommix

Die Zusammensetzung der für die Stromherstellung verwendeten Primärenergieträger (Strommix) wird für das ESÖV-Monitoring mit der sogenannten «market-based»-Methode bestimmt, gemäss den Leitfäden zur Norm EN/SN 16258 (BMVDI 2014).

Bei diesem Ansatz wird der durch die Stromlieferanten an die entsprechende TU gelieferte Strommix (bzw. der von der TU selbst erzeugte Strommix) zu Grunde gelegt. Demgegenüber steht die «location-based»-Methode, welche für die Berechnungen den nationalen Strommix verwendet.

- Für die «market-based»-Methode spricht, dass sie Anstrengungen der TU abbildet, möglichst sauberen Strom aus regenerativen Quellen zu verwenden und so auch einen Anreiz dazu bietet. Mit der «location-based» Methode würde für alle TU der gleiche Mix unterstellt, nämlich der Schweizer Strommix. Entwicklungen in drei der vier Stossrichtungen der ESÖV (Minerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen, Reduktion der Atomenergie und Produktion/Verwendung erneuerbarer Energien) könnten für die konsumierte Elektrizität nicht abgebildet werden – bzw. würden nur sehr abgeschwächt via die gesamtschweizerische Entwicklung abgebildet.
- Für die «location-based»-Methode sprechen Schwächen des «market-based»-Ansatzes: So können zum Beispiel Doppelzählungen desselben Stroms nur vermieden werden, wenn eine vollständige Erfassung aller Transaktionen vorliegt. Dies ist nur mit sehr hohem Aufwand zu bewerkstelligen und liegt für die Schweiz zurzeit nicht vor. Zudem herrscht bei den Grünstrom-Zertifikaten noch eine grosse Heterogenität hinsichtlich der Bewertung von Strom aus erneuerbaren Quellen (UIC und Sustainable Development Foundation 2014, Knörr 2015).

Im Rahmen des ESöV-Monitorings wird aufgrund dieser Erwägungen auf die «market-based»-Methode abgestellt, mit dem Hauptargument, dass sie die Anstrengungen der TU hinsichtlich Stromherkunft würdigt.

#### 2.1.6. CO<sub>2</sub>-/Treibhausgasemissionen

Die Minderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen stellt neben der Steigerung der Energieeffizienz, dem Ausstieg aus der Atomenergie und der Produktion von erneuerbarer Energie eine Stossrichtung der ESöV dar. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen sind daher Teil des Monitorings. Auch die weiteren Treibhausgase gemäss Kyoto-Protokoll (v.a. Methan, CH<sub>4</sub> und Lachgas, N<sub>2</sub>O) werden einbezogen, ausgedrückt als CO<sub>2</sub>-Äquivalente. Diese sorgen bei den Treibhausgasen aus fossilen Treibstoffen zwar lediglich für einen Aufschlag von rund 2%, die (indirekten) Treibhausgasemissionen aus Biotreibstoffen nehmen aber um mehr als das Doppelte zu (u.a. aufgrund der Methanemissionen, die bei der Produktion anfallen), wenn CO<sub>2</sub>-Äquivalente anstatt nur CO<sub>2</sub> einbezogen werden. Ein umfassender Vergleich verschiedener Treibstoffarten ist daher nur möglich, wenn sämtliche Treibhausgase in die Betrachtungen einbezogen werden. Eine mögliche Datenquelle dazu ist beispielsweise die Norm EN/SN 16258 (CEN 2012). Einschlägige Datenquellen zu den CO<sub>2</sub>- und Treibhausgasemissionen werden in Kapitel 5.2.3 besprochen.

#### 2.1.7. Unternehmensbereiche

Die Abgrenzung der einzubeziehenden Unternehmensbereiche für das vorliegende Monitoring orientiert sich an der Gliederung in «Scopes» gemäss dem Greenhouse Gas Protocol (WRI und WBSCD 2012). In Tabelle 1 sind typische Unternehmensbereiche von öV-Unternehmen (aus BMVDI 2014) nach dieser Gliederung aufgelistet. Nicht in Tabelle 1 aufgeführt, aber ebenfalls geprüft werden die im GHG-Protocol nicht erwähnten Bereiche Unterhalt und Herstellung von Fahrzeugen und Infrastruktur.

**Tabelle 1: Typische umweltrelevante Unternehmensbereiche von TU und Zuordnung zu den Scopes des GHG-Protocol.**

Unternehmensbereich	Scope
Treibstoffverbrauch eigener Fahrzeuge wie Busse (z.B. Diesel)	1
Gas-/Heizölverbrauch eigener Büros, Werkstätten, Verkaufsstellen	1
Kältemittelverluste durch Klimaanlage (z.B. Fahrzeuge, Gebäude)	1
Stromverbrauch Bahn, Tram	2
Stromverbrauch der Verkehrsinfrastruktur (Weichenheizung, etc.)	2
Stromverbrauch eigener Büros, Werkstätten, Verkaufsstellen	2
Fernwärmeverbrauch eigener Büros, Werkstätten, Verkaufsstellen	2
Energieverbrauch gemieteter Räume	3
Fahrten von beauftragten Subunternehmern (Busse)	3
Dienstreisen, Arbeitswege der Mitarbeiter	3
Energieverbrauch durch Herstellung der Energieträger (z.B. Diesel)	3
Herstellungsaufwand von gekauften Produkten (z. B. Papier)	3

Tabelle INFRAS. Quelle: BMVDI 2014, eigene Darstellung

Die folgenden Unternehmensbereiche liegen innerhalb der Systemgrenzen der vorliegenden Studie:

- **Der Treibstoff- (respektive Energie-) Verbrauch eigener Fahrzeuge** (inkl. Stromverbrauch von Bahn und Tram) ist das Kern-Merkmal des Monitorings und wird zu grossen Teilen bereits in der bestehenden öV-Statistik abgedeckt (s. auch folgende Kapitel).
- **Der Energieverbrauch eigener Räume** (Büros, Werkstätten, Verkaufsstellen etc.) stellt einen relevanten Teil des gesamten Energieverbrauchs von TU dar.
- **Energieverbrauch ge- und vermieteter Räume:** In der CO<sub>2</sub>-Bilanzierung von Unternehmen wird häufig entlang der operativen Kontrolle von Unternehmen über die Berücksichtigung von Bereichen entschieden. Bei Räumen im Mietverhältnis kann der Vermieter normalerweise die Art der eingebauten Heizung (z.B. Ölheizung vs. Erdsonde) sowie die Wärmedämmung des Gebäudes beeinflussen, der Mieter hingegen entscheidet, wieviel geheizt, beleuchtet oder für andere Zwecke im Alltag Energie verbraucht wird. Daher wird der Energieverbrauch ge- und vermieteter Räume wie derjenige der eigenen Räume berücksichtigt.
- **Fahrten von beauftragten Subunternehmern:** Um den vollständigen Energieverbrauch der TU abbilden zu können, müssen die Fahrten und auch alle sonstigen von TU an Subunternehmen ausgelagerte Bereiche berücksichtigt werden. Damit Doppelzählungen vermieden werden, erfolgt die Datenlieferung durch die konzessionierte TU (auf Bundesebene gemäss VPK<sup>6</sup> oder aufgrund eines Staatsvertrages konzessionierte TU). Der Umgang mit Subunternehmen erfolgt damit auf die gleiche Art und Weise wie in der bestehenden öV-Statistik.

<sup>6</sup> Verordnung über die Personenverkehrskonzession, SR 744.11

- **Dienstreisen der Mitarbeiter:** Gemäss Pflichtenheft für den vorliegenden Bericht sollen Aufwendungen während der Arbeitszeit erfasst werden. Die Dienstreisen gehören dazu.
- **Energieverbrauch durch Herstellung der Energieträger:** Diese Bereiche werden vollumfänglich einbezogen (s. oben «Energiebereitstellung»).
- **Herstellungsaufwand von gekauften Produkten:** Bei diesen Bereichen wird der Einbezug grundsätzlich auch in Abhängigkeit des Erhebungsaufwandes und der Relevanz entschieden.
- **Infrastruktur-, und Fahrzeugunterhalt:** Der Energieverbrauch und die Treibhausgasemissionen des Unterhalts sowohl der benötigten Infrastruktur als auch der eingesetzten Fahrzeuge werden in die Machbarkeitsstudie einbezogen. Ähnlich wie bei den Dienstreisen wird die definitive Aufnahme in den Merkmalskatalog in Abhängigkeit der Relevanz und des Erhebungsaufwandes für die TU bestimmt (s. Kapitel 3.2).

Ausserhalb der Systemgrenzen werden folgende Bereiche angesiedelt:

- **Verbrauch von Papier und von Kältemitteln:** Dabei ist der Aufwand der Erhebung im Vergleich zur mutmasslichen Relevanz zu hoch, wie aus bestehenden Unternehmensbilanzen von TU bekannt ist (siehe z.B. RBS 2014). Die Kältemittel sind überdies ausschliesslich für den Treibhausgasausstoss eines TU relevant, jedoch nicht für dessen Endenergieverbrauch.
- **Arbeitswege der Mitarbeiter:** Die Arbeitswege werden im Pflichtenheft für den vorliegenden Bericht definitiv ausgeschlossen, weil nur Aufwendungen während der Arbeitszeit erfasst werden sollen.
- **Infrastrukturbau und Fahrzeugherstellung:** Diese Bereiche werden aus verschiedenen Gründen nicht in das Monitoring einbezogen. Sie werden bereits im Greenhouse Gas Protocol und in weiteren einschlägigen Normen (EN/SN 16258, ISO 14064-1) nicht mitbetrachtet. Zwar kann ihr Anteil durchaus relevant sein, v.a. bezogen auf die Treibhausgasemissionen des schienengebundenen öV (speziell bei einem Unternehmen wie den SBB, welches im Fahrbetrieb grösstenteils erneuerbar produzierten Strom verbraucht, wohingegen für Infrastrukturbau und Fahrzeugherstellung v.a. konventionelle Treibstoffe und z.T. ausländische Strommixe anfallen; s. z.B. Tuchs Schmid und Halder 2010). Es stellen sich aber Fragen zur zeitlichen Allokation und zum Umgang mit Mehrfachnutzungen (v.a. bei der Strasse, die vom Privatverkehr mitgenutzt wird). Zudem ist der Handlungsspielraum der TU zur Verbesserung der Effizienz in diesem Bereich gering. Die entsprechenden Merkmale mit der nötigen Qualität zu erheben würde für die TU einen unverhältnismässigen Aufwand bedeuten.

## 2.2. Auslegeordnung Merkmale

Aus der vier Stossrichtungen der ESÖV (EE: Energieeffizienz, AA: Atomausstieg, CO<sub>2</sub>: CO<sub>2</sub>-Ausstoss, ER: Ausbau erneuerbare Energien) und den festgelegten Systemgrenzen ergibt sich eine Auslegeordnung möglicher Merkmale für das Monitoring. Sie ist in Tabelle 2 dargestellt und nach den folgenden Merkmalskategorien gegliedert:

- Primäre Erhebungsmerkmale: Sie beinhalten die Kennzahlen zum absoluten direkten (TTW-) Endenergieverbrauch der TU.
- Für Berechnungen benötigte Erhebungsmerkmale: Die Emissions- und Umrechnungsfaktoren, welche für die Berechnung von Merkmalen benötigt werden (s. auch Kapitel 5.2.3).
- Berechnete Merkmale: Dies sind die aus den oben genannten beiden Merkmalsgruppen hergeleiteten Kennzahlen zu Primärenergieverbrauch (WTW) und Treibhausgasemissionen.
- Aktivitätsdaten, welche für die Ermittlung von Verhältniszahlen aus den absoluten Verbräuchen und Emissionen verwendet werden (z.B. Transport-Endenergieverbrauch/pkm). Erst solche Verhältniszahlen geben direkte Auskunft zur Effizienz und erlauben z.B. die Analyse von Effizienzveränderungen über die Zeit oder den Vergleich der TU bzw. Verkehrsmittel untereinander.

**Tabelle 2: Auslegeordnung möglicher Merkmale für das ESÖV-Monitoring.**

Merkmalskategorie	Merkmalsbeschreibung	Datenquelle	Stossrichtung ESÖV	In öV-Statistik bereits erhoben
<b>Primäre Erhebungsmerkmale</b>				
Endenergieverbrauch	Total/nur Fahrzeuge	TU	EE, AA, ER	Nein
	Unternehmensbereich			Nur Transport
	Verkehrsmittel			Ja
	Verkehrsobjekt (PV/GV)			Ja
	Verkehrsfunktion (Fern-, Regionalverkehr etc.)			Nein
	Energieträger			Zusätzliche Ausprägungen
	Elektrizität: Strommix oder Lieferant			Nein
Linie	Nein			
Produktion erneuerbarer Energien (durch TU)	Eigenverbrauch/ Einspeisung	TU	ER	Nein
	Energieträger			
Investitionen in Energieeffizienz	Unternehmensbereich	TU	EE	Nein

<b>Berechnete Merkmale</b>				
Primärenergieverbrauch	wie Endenergieverbrauch	Berechnung	EE	Nein
CO <sub>2</sub> -Emissionen	<u>TTW/WTT</u> Unternehmensbereich	Berechnung	CO <sub>2</sub>	Nein
Treibhausgas-Emissionen	<u>TTW/WTT</u> Unternehmensbereiche	Berechnung	CO <sub>2</sub>	Nein
<b>Für Berechnungen von Primärenergieverbrauch und Treibhausgasemissionen benötigte Erhebungsmerkmale</b>				
Energiefaktoren	<u>Energieträger</u>		EE	Nein
CO <sub>2</sub> -Emissionsfaktoren	<u>TTW/WTT</u> Energieträger	externe Datenbanken (s. Kapitel 5.2.3)	CO <sub>2</sub>	Nein
Umrechnungsfaktoren CO <sub>2</sub> -Äquivalente	<u>TTW/WTT</u> Energieträger		CO <sub>2</sub>	Nein
Strommix	<u>Energieträger</u> Herkunft	www.stromkennzeichnung.ch	EE	Nein
<b>Für die Berechnung von Verhältniszahlen benötigte Angaben (Aktivitätsdaten)</b>				
Fahrleistungen Fzkm, Zugkm	<u>Verkehrsmittel</u>	TU	EE	Ja
	<u>Verkehrsobjekt</u>			
	Verkehrsfunktion			
Verkehrsleistungen pkm, tkm	<u>Verkehrsmittel</u>	TU	EE	Ja
	<u>Verkehrsobjekt</u>			
	Verkehrsfunktion			
Gebäudeflächen	<u>Gebäudetyp</u>	TU	EE	Nein
	Eigentumsverhältnis			
Netzlängen	<u>Typ (Eigentum/ Betrieb PV oder GV)</u>	TU	EE	Ja
	Verkehrsmittel			
Anzahl Mitarbeiter (VZA)	Gebäudetyp	TU	EE	Ja, nicht nach Gebäudetyp differenziert

Tabelle INFRAS.

Tabelle 2 zeigt auch, dass ein Teil der für das ESÖV-Monitoring in Betracht gezogenen Merkmale bereits in der bestehenden öV-Statistik erhoben wird. So wird der Transportenergieverbrauch in der öV-Statistik bereits erhoben, aber nur differenziert nach Diesel, Elektrizität und anderen Energieträgern – letztere werden nicht weiter aufgeschlüsselt. Auch die für die Herleitung von Verhältniszahlen benötigten Aktivitätsdaten werden grösstenteils schon in der bestehenden öV-Statistik erhoben.

Zusätzlich zu den bestehenden Merkmalen der öV-Statistik werden folgende bei den TU zu erhebenden primären Merkmale und Aufschlüsselungen erwogen:

- Aufschlüsselung des Endenergieverbrauchs des Transportbetriebs bei den Eisenbahnen in den Verbrauch der Fahrzeuge und den Verbrauch der Infrastruktur im Betrieb (z.B. Tunnellüftungen, Weichenheizungen, Verteilverluste, etc.).
- Endenergieverbrauch weiterer Unternehmensbereiche (neben dem Kerngeschäft des Transportbetriebs) wie Gebäude, Fahrzeug- und Infrastrukturunterhalt, Dienstreisen.
- Zusätzliche Aufschlüsselungen des Endenergieverbrauchs des Transportbetriebs: Davon ist speziell die weitere Aufschlüsselung der Kategorie «andere Energieträger» unabdingbar für die Berechnung von Primärenergieverbrauch und Treibhausgasemissionen, da jeder Treibstoff andere Energie- und Emissionsfaktoren aufweist.
- Die Produktion erneuerbarer Energien durch die TU selbst: Dazu zählt beispielsweise die Stromproduktion der SBB (v.a. Wasserkraft), aber auch die Produktion erneuerbarer Energien auf kleiner Skala (v.a. Photovoltaik) durch andere TU. Dieses Merkmal ist angesichts der ESÖV-Stossrichtung «Produktion erneuerbarer Energien» von grossem Interesse.
- Investitionen in Energieeffizienz: Diese sind speziell für die Verknüpfung von Massnahmen und Effizienzgewinnen von Interesse.

Die für die Berechnung von Primärenergieverbrauch und Treibhausgasemissionen benötigten Erhebungsmerkmale, d.h. Energie- und Treibhausgasemissionsfaktoren sowie die Strommixe können aus zentralen Datenquellen bezogen werden (s. Kapitel 5.2.3) und verursachen daher verhältnismässig wenig zusätzlichen Erhebungsaufwand bei den TU. Auch bei der Herleitung der berechneten Merkmale kann der Aufwand durch Automation niedrig gehalten werden. Die für die Verhältniszahlen benötigten Aktivitätsdaten schliesslich werden wiederum grösstenteils schon in der bestehenden öV-Statistik erhoben.

Im folgenden Kapitel 3 werden die durch die TU zu erhebenden Merkmale (s. Spalte «Datenquelle» in Tabelle 2) aus dieser Auslegeordnung bewertet und basierend auf dieser Bewertung selektioniert. Diese Auswahl an Merkmalen wird im Merkmalskatalog genauer definiert (Kapitel 4) und bildet damit die Grundlage des Erhebungskonzepts (Kapitel 5).

### 3. Bewertung und Auswahl der primären Erhebungsmerkmale

#### 3.1. Bewertungskriterien

Die Merkmale der Auslegeordnung aus Kapitel 2.2, die potenziell bei den TU erhoben werden müssen, werden im vorliegenden Kapitel anhand verschiedener Kriterien bewertet. Anschließend werden auf der Grundlage dieser Bewertung die endgültig zu erhebenden Merkmale ausgewählt. Diese Auswahl ergibt, zusammen mit den bereits in der öV-Statistik erhobenen Daten und den Informationen aus zentralen Datenquellen, den in Kapitel 4 beschriebenen konsolidierten Merkmalskatalog.

Bei der Auswahl der Merkmale steht das Kosten/Nutzen-Verhältnis (also primär Machbarkeit bzw. Zusatzaufwand gegenüber Informationsgehalt eines Merkmals) im Zentrum. Zudem sollen die Risiken von Falschinterpretationen der Daten aufgrund diverser möglicher Mängel (Qualität, Vergleichbarkeit, Abgrenzung, Allokation) möglichst gering sein. Die Bewertung der Merkmale wird deshalb entlang des folgenden Kriterienrasters vorgenommen:

##### 3.1.1. Nutzen

- **Stossrichtungen Energiestrategie:** Das Merkmal liefert Erkenntnisse zu mindestens einem der folgenden Aspekte Energieeffizienz (EE), Ausstieg aus der Atomenergie (AA), CO<sub>2</sub>-Ausstoss (CO<sub>2</sub>), Einsatz erneuerbarer Energien (ER).
- **Benchmarking:** Das Merkmal ist geeignet für Zeitreihenvergleiche der TU oder für Vergleiche zwischen TU bzw. zwischen Verkehrsmittel.
- **Handlungsspielraum:** Die TU können die Entwicklung des Merkmals selber beeinflussen und auf diese Weise Verbesserungen erreichen.
- **Nutzen für TU:** Die TU können das Merkmal auch selbst nutzen, z. B. für internes Controlling, Optimierung der Energieeffizienz etc.

##### 3.1.2. Kosten

- **Verfügbarkeit:** Das Merkmal wird heute bereits erhoben.
- **Erhebungsaufwand:** Der zusätzliche Aufwand der TU zur Erhebung und Aufarbeitung des Merkmals ist verhältnismässig.
- **Alternativen:** Die TU können mit alternativen Erhebungen entlastet werden (Hochrechnungen, niedrigere Periodizität der Erhebung, Möglichkeiten für Stichprobenerhebungen, alternative Datenquellen etc.).

### 3.1.3. Risiken

- **Qualität:** Das Merkmal könnte aufgrund Unvollständigkeit oder mangelnder Qualität falsch interpretiert werden.
- **Abgrenzungen:** Ungleiche Abgrenzungen können zu Falschinterpretationen des Merkmals führen.
- **Zeitliche Allokation:** Das Merkmal bezieht sich eindeutig auf das Erhebungsjahr.
- **Allokation auf TU:** Das Merkmal bezieht sich ausschliesslich auf das befragte TU.

## 3.2. Bewertung

### 3.2.1. Beschaffung der Bewertungsgrundlagen

Die durch die TU zu erhebenden Merkmale werden im vorliegenden Kapitel einem Bewertungsverfahren unterzogen. Die verwendeten Bewertungsgrundlagen (Angaben zu den Bewertungskriterien für alle Merkmale) setzen sich zusammen aus Einschätzungen der Autoren, ergänzt und vertieft mit Inputs ausgewählter TU-Vertreter und Fachexperten von Verbänden und der Bundesverwaltung.

Die Auswahl der Interviewpartner erfolgte in Absprache mit dem Auftraggeber und abgestimmt auf andere zeitgleich bearbeitete ESÖV-Studien (Grandjean und Chrétien 2014, Amstein + Walthert [in Bearbeitung]). Um möglichst breit abgestützte Einschätzungen zu erhalten, wurden nebst den grössten Eisenbahnunternehmen (SBB und BLS) mindestens ein TU pro Verkehrsmittel, TU verschiedener Grösse sowie zwei TU aus der französischsprachigen Schweiz ausgewählt. Ergänzend wurden zusätzliche Gespräche mit Fachexperten von Verbänden und der Bundesverwaltung geführt. Die Liste der ausgewählten TU und jeweiligen Interviewpartner findet sich im Anhang (Annex A1).

Zur Erstellung der Interviewleitfäden für die TU-Befragungen wurden die durch die TU zu erhebenden Merkmale aus obiger Auslegeordnung (Informationsmerkmale und Aktivitätsdaten) mit den Bewertungskriterien überkreuzt. Auf diese Weise wurde die Einschätzungen der TU bezüglich bestehenden und zusätzlichen Merkmalen und Aufschlüsselungen eingeholt.

Die Gespräche mit den Fachexperten drehten sich vor allem mögliche um Verwendungszwecke des Monitorings, Aufwand und Nutzen der Erhebungen, zulässige Vereinfachungen sowie um mögliche und sinnvolle Verhältniszahlen.

Je ein Beispiel der verwendeten Interviewleitfäden für die TU und die Experten sind im Anhang zu finden (Annex A2).

### 3.2.2. Bewertungsresultate

Tabelle 3 enthält die zusammengefassten Resultate der Bewertung der Erhebungsmerkmale und ihrer Aufschlüsselungen, ergänzt mit den ausschlaggebenden Bewertungsargumenten. Die vollständige Bewertung aller Bewertungskriterien ist in Tabelle 12 im Anhang A3 enthalten. Die folgenden Abschnitte gehen näher auf die Bewertung und ihre Konsequenzen für das ESÖV-Monitoring ein.

**Tabelle 3: Auswahl Merkmale basierend auf Auswertung der Interviews**

Merkmal		Aufschlüsselung	Auswahl	Begründung
Endenergieverbrauch	Transport	Total / nur Fahrzeuge	Ja	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Liefert Hinweise auf Effekte von Massnahmen und Effizienzpotenzialen</li> <li>▪ Bei grossen TU bereits vorhanden, bei kleinen grob abschätzbar</li> </ul>
		Verkehrsmittel	Ja	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bereits vorhanden; öV-Statistik BFS für EB, ZR, Tram, Trolley, AB</li> <li>▪ Der Transportenergiebedarf einer TU macht in der Regel rund 80% des Gesamtenergieverbrauchs aus</li> </ul>
		Verkehrsobjekt (PV/GV)	Ja	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bei grossen TU ist Aufschlüsselung vorhanden, bei kleinen meist nicht (z. B. Seilbahnen: Güter werden meist im Personenverkehr mitgeführt)</li> </ul>
		Verkehrsfunktion (FV/RV/OV/AV)	Ja	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Spezifischer Verbrauch (kWh/pkm bzw. Zugkm) unterscheidet sich stark nach Verkehrsfunktion</li> <li>▪ Die Mehrheit der TU betreibt monofunktionalen Verkehr. Bei den übrigen TU sind die Informationen vorhanden, da diese u.a. mit den Abgeltungen verbunden sind</li> </ul>
		Energieträger	Ja	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Notwendig für CO<sub>2</sub>-Berechnung (Primärenergiefaktoren)</li> <li>▪ Daten liegen in guter Qualität vor</li> </ul>
		Linie	Nein	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Datenerhebung nach Linien sehr aufwändig, v.a. für kleine und mittlere TU, ggf. nur mit Hochrechnungen machbar</li> </ul>
	Netzunterhalt	Energieträger	Nein	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Nutzen, Aussagekraft und Handlungsspielraum fraglich</li> <li>▪ Grosser Erhebungsaufwand, auch von grossen TU heute meist nicht erhoben</li> <li>▪ Häufig von Subunternehmen ausgeführt → fehlende Daten(-kontrollen)</li> </ul>
	Fahrzeugunterhalt	Energieträger	Nein	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Allenfalls Hochrechnungen mit niedriger Periodizität denkbar (Spezialstudien)</li> </ul>
	Gebäude-nutzung	Energieträger	Nein	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Relevanter Anteil an Energieverbrauch und THG-Emissionen (≈ 5-20%)</li> </ul>

				<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Grosses Energiesparpotential, aber nur teilweise an das Kerngeschäft «Transport» gebunden</li> <li>▪ Daten meist vorhanden, bei kleinen TU jedoch oft nicht separat ausgewiesen (z. B. 1 Zähler für gesamte TU)</li> <li>▪ Handlungsspielraum meist nur bei eigenen Gebäuden (weniger bei Mietflächen)</li> </ul>
	Dienstreisen	Verkehrsmittel	Nein	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Grosse TU: z.T. bereits erhoben mit Controlling (jedoch meist inkl. Arbeitsweg)</li> <li>▪ Kleine TU: grosser Erhebungsaufwand, kleiner Handlungsspielraum</li> <li>▪ Geringer Anteil am Gesamtenergieverbrauch</li> <li>▪ Allenfalls Berechnungen mit niedriger Periodizität denkbar</li> </ul>
Produktionsart eingekaufte Elektrizität	Gesamt	Bahnstrom (16.7 Hz) / Haushaltsstrom (50 Hz)	Ja	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bei allen befragten TU bekannt (Stromrechnung, Stromlieferant)</li> <li>▪ Meist für eigenes Controlling gebraucht, gute Datenqualität</li> <li>▪ Handlungsspielraum teilweise (kleine TU) bis vollständig gegeben (grosse TU)</li> </ul>
Produktion erneuerbarer Energien (durch TU)	Gesamt	Eigenverbrauch/ Einspeisung	Ja	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Direkter Bezug zur Energiestrategie, zurzeit meist noch auf geringem Niveau (→ Potential)</li> <li>▪ Wo eigener Strom produziert wird, sind diese Daten in meist guter Qualität bereits vorhanden</li> <li>▪ Die TU haben relativ grossen Handlungsspielraum, so dass Erhebungen als Anreiz wirken können</li> </ul>
		Energieträger	Ja	
		Produktionsart Elektrizität	Ja	
Investitionen in Energieeffizienz		Unternehmensbereich	Nein	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Zusammenhang fraglich zwischen Höhe der Investitionen in Energieeffizienzmassnahmen und deren effektiver Wirkung auf TU-Ebene.</li> </ul>

Tabelle INFRAS. Quelle: eigene Darstellung

Insgesamt zeigen die Rückmeldungen der TU in den Interviews, dass der Zusatzaufwand für die Erhebung zusätzlicher Merkmale signifikant ist und besonders kleine TU stark belasten würde. Daraus folgt, dass nur diejenigen Merkmale in einem zukünftigen Monitoring erhoben werden sollten, welche für die Erreichung der Zielsetzungen unabdingbar sind.

Dies bedeutet für den gesamten **Endenergieverbrauch** der TU **nach Unternehmensbereichen**, dass sich das Monitoring weiterhin **auf den Transportbetrieb konzentrieren** sollte. Dies aus folgenden Gründen:

- Die Unternehmensbereiche **Netz- und Fahrzeugunterhalt** tragen nur einen kleinen Anteil zum Gesamtenergieverbrauch bei. Dazu sind nur grobe Schätzungen aufgrund der Interview-

Antworten möglich – der Netunterhalt trägt schätzungsweise einen Anteil in der Grössenordnung von bis 5%, der Fahrzeugunterhalt ein halbes Prozent des gesamten Energieverbrauchs bei. In beiden Bereichen werden zahlreiche Arbeiten an Subunternehmen ausgelagert, im Fall des Fahrzeugunterhaltes werden sie sogar oft im Ausland durchgeführt. Eine Erhebung des Energieverbrauchs der Subunternehmer durch die TU wäre zwar nicht a priori unmöglich, ist jedoch mit grossen Aufwand verbunden, da die entsprechenden Angaben ausführlich plausibilisiert werden müssten um belastbare Angaben zu liefern.

- Der Anteil der **Dienstreisen** am Energieverbrauch ist kaum zu beziffern, da zwar viele TU die Wege ihrer Mitarbeitenden erfassen, aber dabei die Arbeitswege bei keinem der befragten TU einfach von den Dienstreisen separierbar sind. Mutmasslich machen die Dienstreisen nur einen geringen Anteil am Energieverbrauch aus.
- Die **Gebäudenutzung** ist derjenige Unternehmensbereich ausser dem Transportbetrieb, bei dem das Kosten-Nutzen-Verhältnis einer Erhebung am positivsten ausfällt. Der Energieverbrauch der Gebäude kann je nach Organisationsstruktur einen namhaften Anteil am Gesamtverbrauch und den Treibhausgasemissionen eines TU ausmachen (ca. 5-20%). Zudem werden solche Daten im Rahmen des Konzerncontrollings von vielen TU bereits erhoben. Aber gerade bei kleinen TU, die oft nur einen oder wenige Stromzähler haben, ist eine Zuordnung des gesamten Energieverbrauchs auf den Unternehmensbereich «Gebäude» mit grossem Aufwand verbunden.

Gegen eine Erhebung des Gebäude-Energieverbrauchs spricht zudem, dass die insgesamt die Zusatzbelastung der TU durch die übrigen zusätzlichen ESÖV-Merkmale und -Aufschlüsselung schon genug ansteigt, dass die Gebäudenutzung wenig mit dem Kerngeschäft Transport zu tun hat (sie wird auch bei den privaten Verkehrsteilnehmern nicht erhoben) und dass der Zusatznutzen der Gebäudenutzung allein, ohne gleichzeitige Erhebung der anderen Nicht-Transport-Unternehmensbereiche, begrenzt ist. Hinzu kommt, dass für eine verbesserte Effizienz der Gebäude-Energienutzung andere Programme und Administrationen existieren. Möchte ein TU aus eigenem Interesse den Energieverbrauch seiner Gebäude erheben, wird empfohlen, das Merkmal «Energieverbrauch Gebäudeflächen» mit folgenden Aufschlüsselungen zu wählen:

- Eigentumsverhältnis: Eigentum, vermietet oder gemietet
  - Gebäudetyp: Bahnhöfe, Haltestellen, Administration/Büro, Werkstätten, Lager/Depots, andere (z. B. Gastronomie)
- Eine spezielle Ausgangslage präsentiert sich bei den **Seilbahnen**: Ihnen ist es oft nicht möglich, zwischen den Bereichen Transportanlagen, Beschneidung und Übriges zu unterscheiden, da keine separaten Stromzähler existieren. Dies hat bisher zu einer reduzierten Datenqualität in der ÖV-Statistik geführt, da die Nicht-Transportbereiche von einzelnen TU offenbar

nicht angegeben werden, von anderen dagegen schon. Neu soll grundsätzlich zwischen diesen drei Bereichen differenziert werden; falls dies nicht möglich ist, kann auch das Total in einem separaten Eingabefeld erfasst werden (s. entsprechenden Fragebogenentwurf im Anhang A5). Dieses Vorgehen ermöglicht künftig eine eindeutigere Interpretation der TU-Daten.

- Die **Investitionen in Energieeffizienzmassnahmen** eignen sich nicht, um auf TU-Ebene die Wirksamkeit solcher Massnahmen messen zu können. Es besteht kaum ein Zusammenhang zwischen der Höhe solcher Investitionen und deren effektiver Wirkung auf TU-Ebene. Kosten-Nutzen-Analysen einzelner Energieeffizienzmassnahmen müssten auf Projektebene durchgeführt werden – dies ist jedoch nicht Bestandteil des ESÖV-Monitorings. Das Merkmal «Investitionen in Energieeffizienzmassnahmen» wird deshalb weggelassen.

Bei den **Aufschlüsselungen des Endenergieverbrauchs des Transportbereichs** können folgende Gründe für die Aufnahme bzw. Nicht-Berücksichtigung im ESÖV-Monitoring angeführt werden:

- Die Aufschlüsselungen nach **Verkehrsmittel und Verkehrsobjekt** (Personen-/Güterverkehr) sind Teil der bisherigen öV-Statistik, notwendig für alle Auswertungen und daher unbestrittener Teil des ESÖV-Monitorings.
- Die Aufschlüsselung nach **Verkehrsfunktion** (Fern-/Regional-/Orts-/Ausflugsverkehr) beim Personenverkehr ist daher interessant, weil sich der spezifische Energieverbrauch (GJ/pkm) stark nach diesem Kriterium unterscheidet. Für Vergleiche zwischen TU und fürs Benchmarking muss also zwingend danach unterschieden können. Bei den Verkehrsleistungen wird diese Aufschlüsselung bereits heute vom BFS publiziert. Allerdings wird die Aufschlüsselung nach FV, RV, AV und OV nicht direkt bei den TU erfragt, sondern in der Datenaufbereitungsphase auf der Ebene der gesamtschweizerischen Summen und aggregierten Angaben aus dem Kennzahlen-System des abgeltungsberechtigten regionalen Personenverkehrs des BAV ermittelt. Für den Energieverbrauch liegen diese Angaben aber nicht vor. Daher müssen die TU, welche mehrere Verkehrsfunktionen abdecken, den Energieverbrauch differenziert erfassen. Dies betrifft allerdings nur wenige TU (insbes. die SBB) und ist mit gewissem Zusatzaufwand machbar.
- Die zusätzliche Differenzierung der **Energieträger** ist für die Berechnung des Energieverbrauchs und der Treibhausgasemissionen (zwei der ESÖV-Stossrichtungen) zwingend notwendig, da unterschiedliche Energieträger unterschiedliche Energie- und Emissionsfaktoren aufweisen. Zudem liefert sie Informationen zu einer dritten ESÖV-Stossrichtung, der Förderung erneuerbarer Energien.

Die Aufschlüsselung des Transportenergieverbrauchs des schienengebundenen öV nach dem **Verbrauch der Fahrzeuge und dem Total des Bahnstromverbrauchs** ist notwendig für die Konsistenz der ESÖV-Daten. Die Erfahrung im Rahmen der öV-Statistik-Erhebung zeigt, dass der geforderte «Endenergieverbrauch des Transportbetriebs» (s. BFS 2016) von verschiedenen Eisenbahn-TU unterschiedlich ausgelegt wird: Während beispielsweise die SBB den Energieverbrauch der Zugkompositionen mittels Berechnungen (durch Multiplikation von Bruttotonnenkilometern und Energiefaktoren) ermittelt und somit nur den Energieverbrauch der Fahrzeuge (inkl. Komfortenergie, Beleuchtung, etc.) ausweisen, erheben kleinere TU den Stromverbrauch an den Unterwerken, womit der Energieverbrauch der Infrastruktur im Betrieb (z.B. Weichenheizungen, Tunnellüftungen, Übertragungsverluste) mit enthalten ist. Für das ESÖV-Monitoring soll daher zwischen einem an Unterwerken gemessenen Total und dem – entweder berechneten/geschätzten, oder, falls Fahrzeugmessungen vorhanden sind, ebenfalls gemessenen – Stromverbrauch der Fahrzeuge allein unterschieden werden können (s. Fragebogenentwurf im Anhang A5). Diese zusätzliche Differenzierung wird vorgeschlagen, um Zeitreihenbrüche in der bisherigen öV-Statistik zu vermeiden. Weiter gibt diese Aufschlüsselung zusätzlich Auskunft über die Verwendungszwecke der verbrauchten Energie. Und schliesslich hat das neu für alle TU verfügbare Total den Vorteil, dass es immer einen gemessenen Verbrauch darstellt, aufgrund dessen Effizienzveränderungen analysiert werden können, während der berechnete Verbrauch der SBB beispielsweise bisher zwischen den Anpassungszeitpunkten der Energiefaktoren nur Veränderungen der Verkehrsleistungen widerspiegelte.

Eine Herausforderung dabei ist die mögliche Nutzung des Bahnstromnetzes durch mehrere TU (z.B. SBB PV, SBB GV, BLS). In diesem Fall erfasst jeder Netzbenutzer den ihm durch den Infrastrukturbetreiber verrechneten Anteil des Totals (s. auch Definitionen, Anhang A4).

- Die Unterscheidung nach **Linie** wird dagegen nicht für das ESÖV-Monitoring empfohlen. Die Erhebung für kleinere TU ist diese zusätzliche Aufschlüsselung mit grossem Aufwand verbunden (Hochrechnungen). Der Informationsgewinn dieser Aufschlüsselung ist zudem zweifelhaft: geographische Einflüsse oder auslastungsbedingte Unterschiede des Energieverbrauchs können über die Linie nur indirekt abgebildet werden. Zudem wären für die Interpretation umfassende Zusatzinformationen zu den Linien (z.B. zur Topografie) notwendig, welche von den TU wiederum nicht vorliegen. Ähnlich wie bei der Gebäudenutzung kann die Aufschlüsselung des Energieverbrauchs nach Linie für ein TU z. B. für das interne Konzerncontrolling durchaus von Interesse sein. Zur Ermittlung des Energieverbrauchs pro Linie kann entweder der effektiv gemessene Energieverbrauch der auf den entsprechenden Linien verkehrenden

Fahrzeuge aggregiert werden. Voraussetzung dazu sind Messungen auf den einzelnen Fahrzeugen. Alternativ kann der Transportenergieverbrauch der gesamten Flotte auf den Anteil einzelner Linien heruntergerechnet werden.

- Der **Strommix** stellt eine zusätzliche Aufschlüsselung des Energieverbrauchs beim Energieträger Elektrizität nach dessen Produktionsart (also Ausgangs-Energieträger) und Herkunft (Schweiz/Ausland) dar. Die Information darüber ist notwendig, um nach der «market-based»-Methode (s. Kapitel 2.1.5) die Treibhausgasemissionen der Stromherstellung beziffern zu können. Der Erhebungsaufwand für die TU hält sich dabei in Grenzen, da sie im Regelfall nur den Namen ihres Stromlieferanten (ggf. an verschiedenen Standorten) angeben müssen. Nur TU, welche für die Berechnungen einen spezifischen Strommix angeben möchten, müssen die Anteile nach Produktionsart und Herkunft übermitteln (siehe Erhebungskonzept im Kapitel 5).
- Von den **TU selbst produzierte erneuerbare Energie** soll im ESÖV-Monitoring neu erhoben werden, da sie einer der ESÖV-Stossrichtung (Produktion erneuerbarer Energie) entspricht. Hier wird zwischen Produktionsart (v.a. Wasserkraft und Photovoltaik) und dem Anteil selbst verbrauchter und ins Netz eingespiesener Energie aufgeschlüsselt.

## 4. Merkmalskatalog

### 4.1. Merkmale

Die Bewertung und Auswahl der Merkmale (Kapitel 3) führt zum konsolidierten Merkmalskatalog, siehe folgende Tabelle 4 (inklusive die berechneten sowie aus zentralen Datenquellen einfließenden Merkmale).

Tabelle 4: Konsolidierter Merkmalskatalog für das ESÖV-Monitoring.

Merkmal	Aufschlüsselung	Datenquelle	Datenbank-Einheit	Schiene	öV Strasse	Seilbahnen	Schiffe	
				EB, ZR	AB, TB, TR	LS, ST	SC	AF
<b>Primäre Erhebungsmerkmale</b>								
Endenergieverbrauch Transport	Total/nur Fahrzeuge	TU	GJ					
	Unternehmensbereich			X	X		X	X
	Verkehrsmittel							
	Verkehrsobjekt							
	Verkehrsfunktion							
	Energieträger							
	Elektrizität: Strommix oder Lieferant							
Produktion erneuerbarer Energien (durch TU)	Eigenverbrauch/Einspeisung	TU	GJ					
	Energieträger							
	Elektrizität: Produktionsart							
<b>Berechnete Merkmale</b>								
Primärenergieverbrauch	wie Endenergieverbrauch	Berechnung	GJ					
CO <sub>2</sub> -Emissionen	TTW/WTT	Berechnung	Tonnen					
Treibhausgas-Emissionen	TTW/WTT	Berechnung	Tonnen					

Für Berechnungen von Primärenergieverbrauch und Treibhausgasemissionen benötigte Erhebungsmerkmale						
Energiefaktoren	Energieträger	BFE, EN/SN 16258	MJ/MJ			
CO <sub>2</sub> -Emissionsfaktoren	TTW/WTT	BAFU	g/MJ			
	Energieträger					
Umrechnungsfaktoren CO <sub>2</sub> -Äquivalente	TTW/WTT	EN/SN 16258	g/g			
	Energieträger					
Strommix	Energieträger	www.stromkennzeichnung.ch	%			
	Herkunft					
Für die Berechnung von Verhältniszahlen benötigte Angaben (Aktivitätsdaten)						
Fahrleistungen	Verkehrsmittel	TU	Fzkm			
	Verkehrsobjekt					
Verkehrsleistungen	Verkehrsmittel	TU	pkm, tkm			X
	Verkehrsobjekt					X
	Verkehrsfunktion					X

## Legende

	in der öV-Statistik bereits erhoben
	in der öV-Statistik bereits teilweise erhoben (von TU)
	im ESöV-Monitoring neu zu erheben (von TU)
	im ESöV-Monitoring neu aus zentraler Datenquelle zu beziehen
	wird nicht erhoben

Tabelle INFRAS. Quelle: eigene Darstellung

## 4.2. Definitionen

Für die Merkmale, die in der öV-Statistik bereits vorhanden sind, werden die bestehenden Definitionen übernommen. Dies betrifft vor allem die Definitionen der Verkehrsmittel. Die Tabelle 13 im Anhang A4 enthält sowohl diese Definitionen und auch jene der neu aufgenommenen Merkmale.

## 5. Erhebungskonzept

### 5.1. Übersicht

Da ein grosser Teil der für das ESÖV-Monitoring benötigten Merkmale und Aufschlüsselungen bereits in der bestehenden öV-Statistik erhoben wird, lehnt sich das vorgeschlagene Erhebungskonzept an dasjenige der öV-Statistik (INFRAS 2008) an. Insbesondere sollen bei der Datenerfassung bei den TU Synergien genutzt werden und daher sämtliche neu bei den TU zu erhebenden Merkmale in die bestehenden Erhebungskanäle der öV-Statistik integriert werden.

Zusätzlich zu den bei den TU erhobenen Merkmalen fliessen Informationen aus zentralen Datenquellen ins ESÖV-Monitoring mit ein. Dabei handelt es sich einerseits um Primärenergie- und Emissionsfaktoren aus der Schweizerischen Gesamtenergiestatistik und dem nationalen Treibhausgasinventar (BAFU 2016), der Norm EN/SN 16258 (CEN 2012) und den periodischen Studien des BAFU zum Schweizer Strommix (Frischknecht et al. 2012, Stolz und Frischknecht 2015), welche benötigt werden, um Primärenergieverbrauch und Treibhausgasemissionen aus dem Endenergieverbrauch der TU zu berechnen; andererseits müssen die Angaben der TU zu den Stromlieferanten mit den Anteilen und der Herkunft der Energieträger, welche den jeweiligen Strommix bilden, verknüpft werden. Die Datenquelle dafür bildet [www.stromkennzeichnung.ch](http://www.stromkennzeichnung.ch), ein von Swissgrid und dem Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen (VSE) betriebenes Webportal.

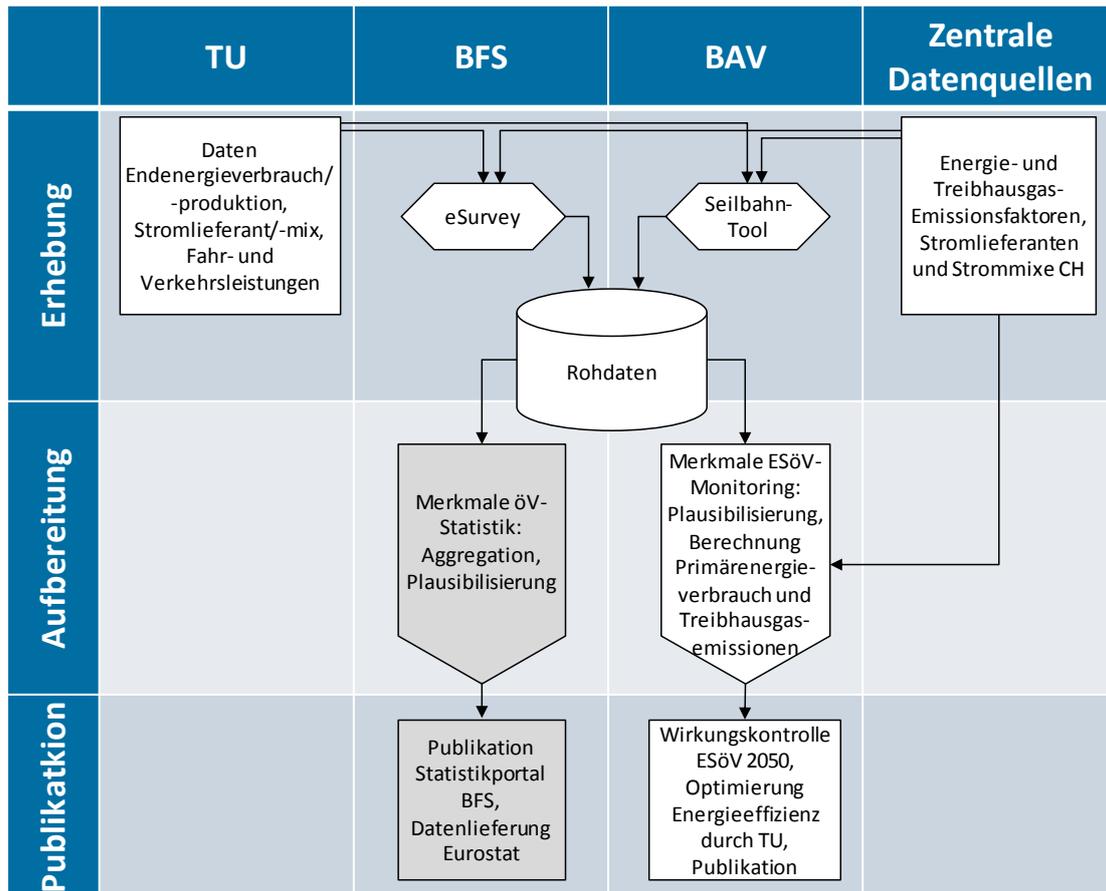
Die Verknüpfung der bei den TU erhobenen Daten und der Informationen aus zentralen Datenquellen geschieht in der Datenaufbereitungsphase mittels geeigneter EDV-Tools. In dieser Phase werden die Daten auch mittels Plausibilisierungsroutinen auf ihre Qualität überprüft und zu den schlussendlich publizierten Informationsmerkmalen aggregiert.

Die vorgeschlagene Aufteilung der Verantwortlichkeiten ist ein Vorschlag der Autoren und muss von den beteiligten Bundesämtern noch bestätigt werden. Gemäss ihr ist das BAV als Initiator des Monitorings und (neben den TU) hauptsächlicher Nutzniesser der Daten hauptverantwortlich für die durch das ESÖV-Monitoring bei der Bundesverwaltung anfallenden Arbeiten und trägt daher den Hauptteil des Aufwandes bei der Datenaufbereitung. Durch die Nutzung der bestehenden ÖV-Statistik-Erfassungskanäle fällt aber auch beim BFS Zusatzaufwand an.

Der Zeitplan lehnt sich aus praktischen Gründen eng an denjenigen der öV-Statistik an. Da die Termine der Datenlieferung an Eurostat und der Publikation auf dem Statistikportal des BFS für die zusätzlichen ESÖV-Daten aber nicht eingehalten werden müssen, steht für die Datenaufbereitung beim BAV mehr Zeit zur Verfügung.

Eine Übersicht über Erhebung und Aufbereitung der ESÖV-Monitoring-Daten ist in Abbildung 1 dargestellt.

**Abbildung 1: Übersicht über das Erhebungskonzept der ESöV-Daten.** Aus den Rohdaten werden einerseits die Daten für die bestehende öV-Statistik gewonnen (grau hinterlegt; in Verantwortung des BFS und nicht Bestandteil des vorliegenden Projekts) sowie die Daten für das hier beschriebene ESöV-Monitoring (in Verantwortung des BAV, weiss hinterlegte Elemente).



Grafik INFRAS

## 5.2. Datenquellen und Erhebungsmethodik

### 5.2.1. Bereits in der öV-Statistik erhobene Merkmale

Die in der öV-Statistik bereits heute erhobenen, für das ESöV-Monitoring relevanten Merkmale und Aufschlüsselungen sind aus Tabelle 4 (Kapitel 4.1) ersichtlich. Diese umfassen den Endenergieverbrauch des Transportbetriebs mit den meisten benötigten Aufschlüsselungen sowie die Fahr- und Verkehrsleistungen (in Fahrzeug-, Zug-km, etc. bzw. Personen- und Tonnen-km).

Die Erhebungen und Erhebungskanäle der bisher bereits erhobenen Merkmale sind in Tabelle 5 dargestellt. Für verschiedene Verkehrsmittel (oder Gruppen von Verkehrsmitteln) werden separate Fragebogen verwendet, und diese werden zeitlich gestaffelt in vier Erhebungswellen durchgeführt. Jedes TU erhält nach dem Login auf eSurvey die relevanten Fragebogen

eingebildet. Die zeitliche Staffelung ist einerseits durch den Termin der Datenlieferung an Eurostat und andererseits durch den Zeitbedarf für die Datenaufbereitung vorgegeben. Die Erhebungen der Wellen 1-3 werden durch das BFS mittels dem Online-Umfrage-Tool «eSurvey» durchgeführt (s. BFS 2016)<sup>8</sup>. Die Erhebung bei den Seilbahnen führt das BAV mittels einem eigenen Online-Erhebungstool durch – mit diesem werden auch zusätzliche vom BAV benötigte, in der öV-Statistik nicht verwendete Angaben (wie die Aufschlüsselung nach Anlage) erhoben.

**Tabelle 5: Für das ESÖV-Monitoring relevante Erhebungen und Erhebungskanäle der öV-Statistik.**

Verkehrsmittel	Bezeichnung Fragebogen	Kanal	Welle	Start	Ende
Eisenbahn (GV)	eOeV_railcargo	eSurvey (BFS)	1	Februar	Anfang April
Eisenbahn (PV)	eOeV_railpassenger	eSurvey (BFS)	2	Februar	Mitte Mai
ÖV Strasse	eOeV_road	eSurvey (BFS)	3	April	Ende Juni
Zahnradbahnen	eOeV_rackrail	eSurvey (BFS)	3	April	Ende Juni
Personenschiffe	eOeV_boat	eSurvey (BFS)	3	April	Ende Juni
Autofähren	eOeV_ferry	eSurvey (BFS)	3	April	Ende Juni
Seilbahnen	eOeV_cable	Erhebungstool BAV	SB	Februar	Mitte Juni

Tabelle INFRAS. Quellen: INFRAS 2008, BFS 2015, BFS 2016

### 5.2.2. Bei den TU zu erhebende Informationen

Zusätzlich zu den bereits in der öV-Statistik erhobenen Merkmalen (s. vorheriges Kapitel) müssen für das ESÖV-Monitoring folgende Merkmale und Aufschlüsselungen erhoben werden (vgl. Tabelle 4):

- Der Endenergieverbrauch des Transportbetriebs wird nach Verkehrsfunktion (Orts-, Regional-, Fern- und Ausflugsverkehr) differenziert. Dies betrifft ausschliesslich den Personenverkehr und diejenigen TU, welche mehrere Verkehrsfunktionen abdecken.
- Aufschlüsselung des Endenergieverbrauchs des Transportbetriebs nach Energieträger: Hier werden bisher nur die Ausprägungen «Diesel», «elektrisch» und «andere» erfasst; neu müssen, um Primärenergieverbrauch und Treibhausgasemissionen korrekt bestimmen zu können, alle gängigen Treibstoffe, inklusive Biotreibstoffe, unterschieden werden. Die neu gültigen Ausprägungen der Aufschlüsselung «Energieträger» sind in Tabelle 14 in Anhang A4 aufgelistet.
- Beim Eisenbahn-Personenverkehr wird neu das Total des Transport-Endenergieverbrauchs und der reine Verbrauch der Fahrzeuge differenziert. Bisher geben die kleineren TU ersteres und die grösseren TU letzteren an (s. auch Kapitel 3.2.2). Durch die Differenzierung werden

<sup>8</sup> Musterfragebögen sind auf [http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/infothek/erhebungen\\_quellen/blank/blank/soev/03.html](http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/infothek/erhebungen_quellen/blank/blank/soev/03.html) verfügbar.

die Daten der grossen und kleinen TU vergleichbar, gleichzeitig kann die Kontinuität der Zeitreihen gewährleistet werden.

- Beim Energieträger Elektrizität wird zusätzlich der Strommix, d.h. die Anteile der verschiedenen Produktionsarten sowie die Stromherkunft (Ausland/Schweiz), erhoben. Dies ist notwendig, um die Treibhausgasemissionen der Stromproduktion bei der Datenaufbereitung berechnen zu können (unterschiedliche Formen der Stromproduktion haben verschiedene Treibhausgasemissionen). Um die Belastung der TU möglichst minimal zu halten, werden die TU lediglich zur Angabe ihres Stromlieferanten angehalten; die Infos zum Strommix werden dann basierend auf diesen Angaben in der Datenaufbereitungsphase aus einer zentralen Datenquelle ermittelt (s. Kapitel 5.3). Weicht der Strommix der TU wesentlich vom Standardmix des betreffenden Lieferanten ab, können die TU aber freiwillig spezifische Angaben zu ihrer Stromherstellung machen. Macht eine TU keine Angaben zum Strommix, wird der Schweizer Durchschnitts-Lieferantenmix unterstellt. Mit diesem Vorgehen kann die TU den Erhebungsaufwand weitgehend selbst steuern und die notwendigen Angaben für das ESÖV-Monitoring werden trotzdem in belastbarer Qualität erhoben.
- Als neues Merkmal wird die Produktion erneuerbarer Energie durch die TU erfasst. Dieses wird aufgeschlüsselt nach den Anteilen Eigenverbrauch und Einspeisung ins Netz, Energieträger (meist wird Elektrizität produziert, in Einzelfällen könnten auch Biotreibstoffe produziert werden) und der Produktionsart der Elektrizität (Photovoltaik, Wasserkraft, etc.; s. Tabelle 14 in Anhang A4).

Diese zusätzlichen Merkmale und Aufschlüsselungen werden in die bestehenden Erhebungskanäle der öV-Statistik (s. Tabelle 5) integriert. Entwürfe der angepassten Fragebogenteile sind in Anhang A5 zu finden. Das Layout orientiert sich an den bestehenden eSurvey-Fragebogen. Wie in den bestehenden eSurvey-Fragebogen sind die weissen Felder Eingabefelder, und die grauen Felder enthalten die Werte des Vorjahres und die aktuellen Werte in Datenbankeinheiten. Die aktuellen Werte in Datenbankeinheiten werden in eSurvey beim Sprung auf die Folgeseite berechnet und angezeigt; die umgerechneten Werte werden in der Zusammenfassung (letzte Fragebogen-seite) ausgewiesen. Für die verschiedenen Verkehrsmittel ändern sich nur die in Anhang A5 gezeigten Fragebogenteile, der Rest der Fragebogen bleibt unverändert. Für die einzelnen Verkehrsmittel sind die folgenden Fragebogenentwürfe in Anhang A5 relevant:

- Eisenbahn, Zahnradbahn: Abbildungen 5, 10 und 11
- Autobus, Trolleybus, Tram: Abbildungen 7, 10 und 11
- Luftseilbahn, Standseilbahn: Abbildungen 8, 10 und 11
- Schiff und Autofähren: Abbildungen 9, 10 und 11

Folgende Aspekte sind zudem zu beachten:

- Alle Merkmale für ESÖV werden mit **jährlicher Periodizität** erhoben und beziehen sich immer auf ein Kalenderjahr (1. Januar bis 31. Dezember). Als Ausnahme von letzterer Regel können die Seilbahnen, deren Geschäftsjahr oft das gesamte Winterhalbjahr umfasst, ihre Angaben auf ihr Geschäftsjahr beziehen; dafür können sie dessen Anfangs- und Enddatum im Fragebogen angeben (vgl. Abbildung 8).
- Alle Merkmale und Ausprägungen werden mittels **Vollerhebung** bei allen TU erhoben. Die einzige teilweise Ausnahme besteht bei den Seilbahnen (s. folgender Abschnitt).
- Da es vielen Seilbahnunternehmen nicht möglich ist, den Stromverbrauch des Transportbetriebs von demjenigen der Gebäude, Beschneiungsanlagen und anderen Nebengeschäften (Rest) zu trennen, der Transportbetrieb aber typischerweise weniger als die Hälfte des gesamten Stromverbrauchs ausmacht (Zegg et al. 2010), wird der **Energieverbrauch im Fragebogen der Seilbahnen mit zwei Optionen erfragt**: Diejenigen Seilbahnunternehmen, welche den Stromverbrauch des reinen Transportbetriebs angeben können, geben diesen in ein spezifisches Eingabefeld ein. TU, welche diese Trennung nicht vornehmen können, erfassen den gesamten Stromverbrauch in ein dafür reserviertes Eingabefeld (s. Fragebogenentwurf, Abbildung 8 in Anhang A5). Die Differenzierung nach Verkehrsfunktion (abgeltungsberechtigte, d.h. als Regionalverkehr geltende Linien mit Erschließungsfunktion ggü. nicht abgeltungsberechtigten, als Ausflugsverkehr geltenden Linien) wird nicht explizit erfragt, sondern bei der Aufbereitung via den bereits heute erhobenen Energieverbrauch nach Anlage hergeleitet.
- Bei den **Personenschiffen und Autofähren** wird der Energieverbrauch neu erhoben (wird bisher nicht erhoben, vgl. Kapitel 5.2.1).
- Bei den **Autofähren** wird die Verkehrsleistung Personenverkehr bisher und auch weiterhin nicht erhoben, da der Besetzungsgrad der transportierten Fahrzeuge zumeist nicht bekannt ist. Verhältniszahlen zur Effizienz müssen sich auf die zurückgelegten Fahrzeugkilometer beziehen (vgl. Tabelle 4).
- Die **Erhebungseinheit des Energieverbrauchs** und der Produktion erneuerbarer Energien durch die TU hängt vom Energieträger ab - es wird für jeden Energieträger die geläufigste Einheit verwendet (Tabelle 6), Fragebogenentwürfe in Anhang A5).
- Zur Erfassung des **Strommixes** ist Folgendes zu beachten (vgl. Fragebogenentwurf in Anhang A5):
  - Pro TU und Verkehrsmittel können optional **mehrere Strommixe** erfasst werden, da teilweise TU ihren Transportenergiebedarf an unterschiedlichen Standorten von unterschiedlichen Lieferanten beziehen. Ein Bezeichnungsfeld für den Strommix sollte geführt werden, in den der Erfasser einen sprechenden Namen für den Strommix eingeben kann (z.B. «Bahnstrom Linie XY», «Standort XY», etc.).

Idealerweise werden die Online-Fragebogen so programmiert, dass anfangs nur eine Eingabemaske für einen Strommix erscheint und darunter ein Knopf, mittels dem ein weiterer Strommix hinzugefügt werden kann (d.h. eine neue, gleiche Eingabemaske).

- Wie oben erwähnt, müssen die Anteile der Produktionsarten und Herkunft Schweiz/Ausland nur manuell erfasst werden, wenn ein vom Lieferantenmix abweichender Mix erfasst werden soll. Ansonsten muss nur der Lieferantename erfasst werden (bzw. aus einer Auswahlliste gewählt werden, s. Abschnitt zu Datenqualität und Plausibilität unten).
- Die **Anteile der Produktionsarten und Herkunft im Strommix** werden in Prozent (%) erfasst. Die Summe der Anteile aller Produktionsarten (schweizerische und ausländische Produktion zusammengezählt) muss 100% ergeben (vgl. nächsten Abschnitt zu Datenqualität und Plausibilität).

**Tabelle 6: Erhebungseinheiten Energieverbrauch und -produktion nach Energieträger. Die Datenbankeinheit für alle Energieträger ist GJ.**

<b>Energieträger</b>	<b>Erhebungseinheit</b>
Diesel	Liter
Heizöl extraleicht	Liter
Biodiesel	Liter
Benzin	Liter
Bioethanol	Liter
CNG	Kilogramm
Biogas	Kilogramm
Elektrizität	Gigawattstunde

Tabelle INFRAS

Wie in der bestehenden öV-Statistik wird auch bei den zusätzlichen Erhebungsmerkmalen bereits bei der Eingabe die **Datenqualität und Plausibilität** überprüft, d.h.:

- **Überprüfung von Summenwerten:** Bei der manuellen Erfassung des Strommixes müssen die Anteile der Produktionsarten (Energieträger) aus schweizerischer und ausländischer Produktion in der Summe 100% ergeben. Ist dies nicht der Fall, erscheint eine Warnmeldung. Übersteuert der Erfasser diese, werden die erfassten Anteile so skaliert, dass die Summe 100% ergibt.

Ausser beim Strommix muss nirgends eine Summe anderer Eingabewerte erfasst werden – die Eingaben erfolgen auf der detailliertesten Ebene, und die Summen werden automatisch berechnet und in den grauen Feldern angezeigt und können so vom Erfasser auch mit den Vorjahressummen verglichen werden (s. Fragebogenentwürfe im Anhang A5 und nächsten Abschnitt).

- **Vergleich mit Vorjahreswerten:** Einzeleingabewerte sowie Summen der aktuellen Werte sowie der Vorjahreswerte werden in grauen Feldern in der Datenbankeinheit (bei Energiemengen in GJ) angezeigt, so dass der Erfasser die aktuellen direkt mit den Vorjahreswerten vergleichen kann.
- **Listenauswahl der Stromlieferanten:** Die in der Stromkennzeichnungs-Datenbank (s. Kapitel 5.2.3) erfassten Namen der Stromlieferanten sollten als Dropdown-Auswahlliste zur Verfügung stehen. So können Unklarheiten und Zusatzaufwand bei der Datenaufbereitung vermieden werden.

### 5.2.3. Informationen aus zentralen Datenquellen

In das ESÖV-Monitoring fließen neben den bei den TU erhobenen Angaben Informationen aus zentralen Datenquellen mit ein. Es sind dies einerseits Energie- und Treibhausgas-Emissionsfaktoren, welche benötigt werden, um aus den Angaben der TU End- und Primärenergieverbrauch und Treibhausgasemissionen zu berechnen. Andererseits sind es die Anteile der Energieträger der Strommixe derjenigen TU, welche nur den Stromlieferanten und nicht den eigenen Strommix direkt erfassen; letztere Anteile werden benötigt, um den Stromverbrauch wiederum mit den korrekten Primärenergie- und Treibhausgas-Emissionsfaktoren zu verknüpfen.

Die Verwendung zentraler Datenquellen hat mehrere Vorteile. Einerseits kann so die Belastung der TU minimiert werden, indem die Anzahl Befragungsmerkmale reduziert und die TU keine eigenen Emissionsberechnungen durchführen müssen. Andererseits stellt die Verwendung zentraler Datenquellen eine einheitliche Methodik bei der Berechnung hergeleiteter Merkmale und somit eine bessere Vergleichbarkeit sicher.

Für die **Energie- und Treibhausgas-Emissionsfaktoren** müssen mehrere Datenquellen herangezogen werden, welche im Folgenden aufgeführt sind.

- Für den Energiegehalt der Treibstoffe (Heizwert) und die CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren (d.h. TTW-Energie- und Emissionsfaktoren) werden die von **BFE** (in der Gesamtenergiestatistik) und **BAFU** (im nationalen Treibhausgasinventar) verwendeten Werte (BAFU 2016, BFE 2016) herangezogen. Die Verwendung dieser Werte stellt die Vergleichbarkeit der hergeleiteten Merkmale mit anderen Publikationen des Bundes sicher. Sie sind in Anhang A6 (Tabelle 15) dargestellt. Diese Quellen werden laufend aktualisiert und sind frei verfügbar.
- WTW-Energiefaktoren und Treibhausgas- (CO<sub>2</sub>e)-Emissionsfaktoren werden der **Norm EN/SN 16258** (CEN 2012) entnommen. Da diese Quelle für die Heizwerte und CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren nicht die genau gleichen Werte nennt wie BFE und BAFU, werden aus EN 16258

nicht die absoluten Werte verwendet, sondern die Verhältnisse von Primärenergie- zu Endenergiefaktor respektive CO<sub>2</sub>e- zu CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor (s. Kapitel 5.3) berechnet, und diese mit den BFE- und BAFU-Heizwerte und CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren multipliziert (s. Kapitel 5.3.2). Die EN/SN 16258 kann beispielsweise über die Schweizerische Normen-Vereinigung (SNV) käuflich erworben werden (Kostenpunkt rund 120 CHF). Sie wird mit niedriger Periodizität (min. 5 Jahre) aktualisiert und ist europaweit die Standardquelle für Umrechnungsfaktoren von Energie- und Emissionen bei der Umweltbilanzierung von Transporten.

- Die Energie- und Treibhausgas-Emissionsfaktoren für Elektrizität aus verschiedenen Produktionsarten werden den **Berichten des BAFU zum Schweizer Strommix** (Frischknecht et al. 2012, Stolz und Frischknecht 2015) entnommen. Diese basieren grösstenteils auf der Ecoinvent-Datenbank (Ecoinvent 2014) und werden vom BAFU periodisch in Auftrag gegeben.

Als Datenquelle für die **Anteile der Energieträger und der Herkunft in den Strommischen** wird das von von Swissgrid und dem Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen (VSE) betriebene Webportal [www.stromkennzeichnung.ch](http://www.stromkennzeichnung.ch) empfohlen (Abbildung 2). Gemäss Energieverordnung<sup>9</sup> Art. 1a sind die Elektrizitätsversorger verpflichtet, dort die Anteile der Energieträger und die Herkunft des von ihnen produzierten Stroms jährlich zu erfassen. Zwar sind somit nur die durchschnittlichen sogenannten Lieferantenmische verfügbar und nicht die in möglicherweise von TU bezogenen Stromprodukten (wie z.B. «BKW energy green») enthaltenen Mische. Gegenüber beispielsweise dem Portal «myNewEnergy», welches die Abfrage von Produktmischen erlaubt, aber nicht den gesamten Markt abdeckt, sind jedoch alle Energielieferanten auf [www.stromkennzeichnung.ch](http://www.stromkennzeichnung.ch) vertreten; durch ihre gesetzliche Verankerung kann dieser Datenquelle auch höchstmögliche Zuverlässigkeit attestiert werden. Der Nachteil ist, dass ein TU, welches einen Mehrpreis für ein Grünstromprodukt bezahlt und diesen Mehrwert in der ESÖV-Statistik ausweisen will, den entsprechenden Strommix im Online-Fragebogen selber erfassen und somit höheren Aufwand betreiben muss. Die Abwägung zwischen möglichst vollständiger Abbildung der TU-spezifischen Stromproduktion und dem zusätzlichen Erhebungsaufwand kann aber durch die TU selbst vorgenommen werden. Bei der Wahl der Datenquelle standen daher die Vorteile der gesetzlichen Grundlage und der vollständigen Marktabdeckung im Vordergrund.

---

<sup>9</sup> EnV, SR 730.01

Abbildung 2: Angaben zum Lieferantenmix auf [www.stromkennzeichnung.ch](http://www.stromkennzeichnung.ch). Beispiel für die BKW Energie AG für das Jahr 2015.

2015 <span style="float: right;">▲</span>		
Liefermenge		3'378'822'677 kWh
Energieträger	Total	aus der Schweiz
<b>Erneuerbare Energien</b>	<b>33.72%</b>	<b>33.62%</b>
Wasserkraft	29.85%	29.78%
Übrige erneuerbare Energien	0.37%	0.34%
Sonnenenergie	0.12%	0.12%
Windenergie	0.23%	0.20%
Biomasse	0.02%	0.02%
Geothermie	0.00%	0.00%
Geförderter Strom KEV <a href="#">(P)</a>	3.50%	3.50%
<b>Nicht erneuerbare Energien</b>	<b>66.28%</b>	<b>56.83%</b>
Kernenergie	66.28%	56.83%
Fossile Energieträger	0.00%	0.00%
Erdöl	0.00%	0.00%
Erdgas	0.00%	0.00%
Kohle	0.00%	0.00%
Abfälle	0.00%	0.00%
<b>Nicht überprüfbare Energieträger</b>	<b>0.00%</b>	
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>90.45%</b>

Quelle: [www.stromkennzeichnung.ch](http://www.stromkennzeichnung.ch)

### 5.3. Datenaufbereitung

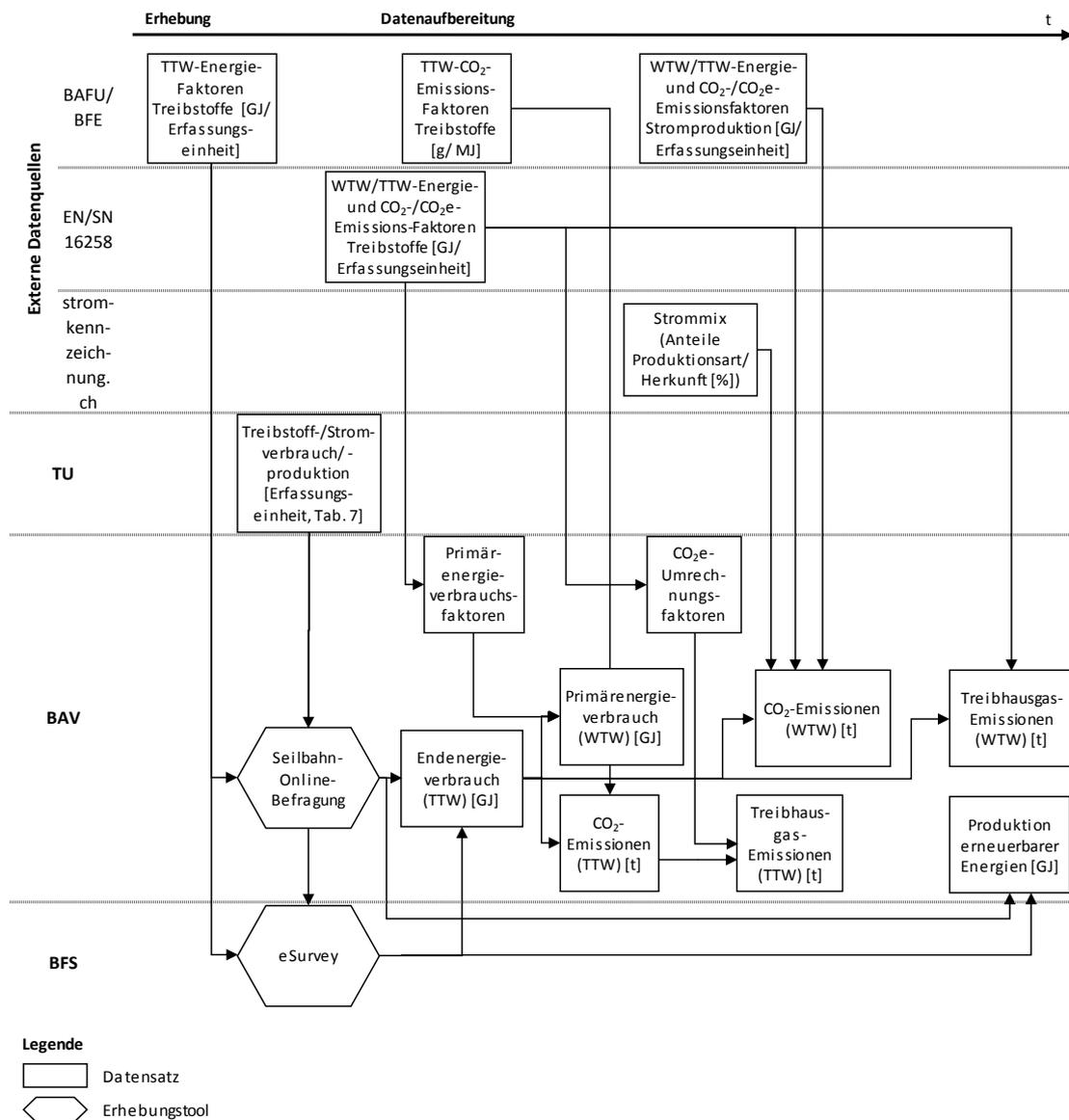
Die Aufbereitung der ESöV-Monitoring-Daten umfasst zusammengefasst die folgenden Schritte:

- Umrechnung Erfassungseinheiten in Datenbankeinheiten;
- Aufbereitung der Daten aus externen Quellen;
- Übergabe der eSurvey-Daten vom BFS ans BAV;
- Plausibilisierung auf Einzel-TU-Ebene;
- Zuordnung der Verkehrsfunktion;
- Berechnung von Primärenergieverbrauch und der Treibhausgasemissionen;
- Aggregation der Einzel-TU-Daten zu Summenwerten;
- Plausibilisierung;
- Ggf. Berechnung von Verhältniszahlen.

Nachfolgend werden diese Schritte im Detail beschrieben. Abbildung 3 enthält eine Übersicht der Datenerhebung, -aufbereitung sowie Herleitung der berechneten Grössen.

Die Beschreibung der Datenaufbereitungsschritte erfolgt bewusst unabhängig von den EDV-Tools, mit welchen diese dereinst ausgeführt werden. Infolge der Trennung der Datenaufbereitung zwischen BAV (ESöV-Monitoring) und BFS (öV-Statistik) nach der Erhebung liegt jedoch auf der Hand, dass die in den Kapiteln 5.3.4 bis 5.3.9 beschriebenen Aufbereitungsschritte nicht in der bestehenden öV-Statistik-Datenbank erfolgen können und das BAV demnach eigene Tools zur Umsetzung dieser Schritte benötigt (s. dazu auch den Abschnitt zur technischen Datenhaltung in Kapitel 6.2).

**Abbildung 3: Übersicht Datenerhebung und -aufbereitung sowie Herleitung berechneter Größen.**



Grafik INFRAS

### 5.3.1. Umrechnung Erfassungseinheiten in Datenbankeinheiten

Die Umrechnung der Energiemengen aus den Erfassungseinheiten (Tabelle 6) in die Datenbankeinheit GJ mittels der Heizwerte aus BAFU (2016) respektive BFE (2016; s. Tabelle 15 im Anhang A6) geschieht bereits während der Erfassung in eSurvey (da ja auch der erfassenden Person die Werte in GJ neben den Vorjahreswerten zum Vergleich angezeigt werden). Dies erfordert, dass die Heizwerte jährlich vor der Erfassung aus den genannten Quellen aktualisiert und in der eSurvey-Software (Verantwortlichkeit BFS) bzw. im Online-Fragebogen für die Seilbahnen (Verantwortlichkeit BAV) hinterlegt werden müssen.

### 5.3.2. Aufbereitung der Daten aus externen Quellen

Die Daten aus externen Quellen können zeitlich unabhängig von den bei den TU erhobenen Daten aufbereitet werden. Es wird vorgeschlagen, dies während der Erhebung bei den TU, vor dem Import der TU-Daten, zu tun (s. Kapitel 5.4.2). Für diesen Schritt ist das BAV zuständig.

Die Daten zu Energie- und Treibhausgas-Emissionsfaktoren erfordern die folgenden Aufbereitungsschritte:

- Da die Norm EN/SN 16258 (CEN 2012) für die Energie- und CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren nicht die genau gleichen Werte nennt wie BFE und BAFU, werden aus EN/SN 16258 keine absoluten Werte verwendet. Für die spätere Berechnung des Primärenergieverbrauches (WTW) aus dem Endenergieverbrauch (TTW) werden sogenannte Primärenergiefaktoren berechnet:

$$\text{Primärenergiefaktor}_{\text{ESöV}} [\text{GJ/GJ}] = \frac{\text{Energiefaktor WTW}_{\text{EN/SN 16258}} [\text{MJ/kg}]}{\text{Energiefaktor WTW}_{\text{EN/SN 16258}} [\text{MJ/kg}]} \quad [1]$$

Für die Berechnung der Treibhausgasäquivalente aus den CO<sub>2</sub>-Emissionen werden analoge Faktoren berechnet (gleiche Formel für TTW- und WTW-Emissionsfaktoren):

$$\text{Umrechnungsfaktor CO}_2\text{e}_{\text{ESöV}} [\text{g/g}] = \frac{\text{CO}_2\text{e-Emissionsfaktor}_{\text{EN/SN 16258}} [\text{g/MJ}]}{\text{CO}_2\text{-Emissionsfaktor}_{\text{EN/SN 16258}} [\text{g/MJ}]} \quad [2]$$

- Die Produktionsarten der Elektrizität in den vom BAFU beauftragten Berichten zum Schweizer Strommix (Frischknecht et al. 2012, Stolz und Frischknecht 2015) sind feiner differenziert als in der fürs ESöV-Monitoring verwendeten, von [www.stromkennzeichnung.ch](http://www.stromkennzeichnung.ch) übernommenen Aufschlüsselung (Tabelle 13). So wird beispielsweise für die Wasserkraft zwischen Laufwasser-, Speicher-, Klein- und Pumpspeicherkraftwerken unterschieden. Deren Energie- und Emissionsfaktoren müssen daher zu den ESöV-Kategorien aggregiert und zu diesem Zweck

mit der entsprechenden Produktionsmenge gemäss den genannten Studien gemittelt werden.

### 5.3.3. Übergabe der eSurvey-Daten vom BFS ans BAV

Die mittels eSurvey durch das BFS erhobenen Daten werden unverändert und ohne vorgängige Plausibilisierung an das BAV übergeben. Dabei ist folgendes zu beachten:

- Nicht nur die neuen ESÖV-Merkmale, sondern sämtliche fürs ESÖV-Monitoring notwendigen Merkmale gemäss Tabelle 4 müssen übergeben werden.
- Die Bezeichnungen der eSurvey-Fragebögen (s. Tabelle 5) müssen mitgeliefert werden, da die Attribute Verkehrsmittel und Verkehrsobjekt dadurch zugewiesen werden (z.B. ob es sich um Eisenbahn oder Güter- bzw. Personenverkehr handelt).

Ab diesem Punkt trennen sich die Datenpfade von öV-Statistik und ESÖV-Monitoring (vgl. auch Abbildung 1). Die ESÖV-Monitoring-Daten werden vom BAV gemäss den in den folgenden Kapiteln beschriebenen Schritte weiterbearbeitet. Die öV-Statistik-Daten werden vom BFS gemäss dem bisherigen Vorgehen aufbereitet – bis auf eine Änderung: Da beim Transportenergiebedarf neu zwischen dem Energieverbrauch der Schienenfahrzeuge und dem Total des Bahnstromverbrauchs unterschieden wird (und diese Frage bisher von den TU unterschiedlich interpretiert wurde, vgl. Kapitel 3.2.2 und 5.2.2), muss das BFS zwischen den folgenden Optionen entscheiden:

- Übernahme des Totals des Transportenergiebedarfs in die öV-Statistik. Dies würde zu einem Zeitreihenbruch bei den grossen TU führen, welche bisher nur den Verbrauch der Fahrzeuge angeben;
- Übernahme des reinen Fahrzeugbedarfs. Dies würde zu einem Zeitreihenbruch bei den kleinen TU führen, welche bisher das Total angeben;
- Übernahme der jeweiligen bisherigen Grösse und Fortführung der bisherigen Zeitreihen (d.h. Akzeptieren der Inkonsistenz zwischen den TU);
- Übernahme der Differenzierung.

### 5.3.4. Plausibilisierung auf Einzel-TU-Ebene

Für die Plausibilisierung auf Einzel-TU-Ebene werden alle aktuellen Werte mit den jeweiligen Vorjahreswerten verglichen. Dieser Schritt wird in der bisherigen öV-Statistik nicht ausgeführt, da nur aggregierte Werte (Summen aller TU) publiziert werden. Da im ESÖV-Monitoring auch die Einzel-TU-Daten interessieren, müssen die erhobenen Daten auf dieser Ebene kontrolliert werden.

Dies erfolgt analog der auf aggregierter Ebene bestehenden Zeitreihenanalyse für die öV-Statistik (s. auch Kapitel 5.3.7). Die Schwellenwerte müssen allerdings generell höher angesetzt

werden, da auf Einzel-TU-Ebene grössere prozentuale Änderungen plausibel sind als bei den aggregierten Werten. Die genauen Schwellenwerte lassen sich nicht a priori festlegen, sondern sind basierend auf den bisherigen Jahr-zu-Jahr-Veränderungen anzusetzen. Für neue Merkmale und Aufschlüsselungen muss zuerst Erfahrung gesammelt werden.

Liegen die Veränderungen zum Vorjahr über dem plausiblen Schwellenwert, wird beim entsprechenden TU rückgefragt, ob die erhaltenen Werte korrekt sind.

### 5.3.5. Berechnung von Primärenergieverbrauch und Treibhausgasemissionen

Nach der Plausibilisierung der Einzel-TU-Daten können Primärenergieverbrauch sowie Treibhausgasemissionen berechnet werden.

Dazu müssen in einem ersten Schritt die Strommixe, bei denen die TU nur den Namen des Lieferanten erfasst haben, via Lieferantennamen mit der jeweiligen Produktionsart und Herkunft verknüpft und durch Multiplikation der Prozent-Anteile und dem Stromverbrauch absolute bezogene Strommengen nach Produktionsart und Herkunft berechnet werden:

$$\text{Stromverbrauch}_{\text{Produktionsart, Herkunft}} [\text{GJ}] = \text{Stromverbrauch}_{\text{Total}} [\text{GJ}] * \text{Anteil}_{\text{Produktionsart, Herkunft}} [\%] \quad [3]$$

Danach können alle Endenergie-Verbrauchsmengen differenziert nach Energieträger (bei der Elektrizität zusätzlich nach Herkunft) auf Einzel-TU-Ebene mit den zugehörigen Primärenergie- und Treibhausgas-Emissionsfaktoren verknüpft werden und Primärenergieverbrauch sowie Treibhausgasemissionen mittels Multiplikation von Energiemengen und Faktoren berechnet werden.

$$\text{Primärenergieverbrauch} [\text{GJ}] = \text{Endenergieverbrauch} [\text{GJ}] * \text{Primärenergiefaktor}_{\text{ESöV}} [\text{GJ/GJ}] \quad [4]$$

$$\text{CO}_2\text{-Emissionen TTW} [\text{t}] = \frac{\text{Endenergieverbrauch} [\text{GJ}] * \text{CO}_2\text{-Emissionsfaktor TTW}_{\text{BAFU}} [\text{g/MJ}]}{1000} \quad [5]$$

$$\text{CO}_2\text{e-Emissionen TTW} [\text{t}] = \text{Endenergieverbrauch} [\text{GJ}] * \text{CO}_2\text{-Emissionsfaktor TTW}_{\text{BAFU}} [\text{g/MJ}] * \text{Umrechnungsfaktor CO}_2\text{e}_{\text{ESöV}} [\text{g/g}] / 1000 \quad [6]$$

$$\text{CO}_2\text{-Emissionen WTW [t]} = \frac{\text{Endenergieverbrauch [GJ]} * \text{CO}_2\text{-Emissionsfaktor WTW}_{\text{EN/SN 16258}} \text{ [g/MJ]}}{1000} \quad [5]$$

$$\text{CO}_2\text{e-Emissionen WTW [t]} = \frac{\text{Endenergieverbrauch [GJ]} * \text{CO}_2\text{e-Emissionsfaktor WTW}_{\text{EN/SN 16258}} \text{ [g/MJ]}}{1000} \quad [6]$$

Für die Herleitung der verwendeten Primärenergiefaktoren und CO<sub>2</sub>e-Umrechnungsfaktoren siehe Formeln [1] und [2].

### 5.3.6. Aggregation der Einzel-TU-Daten zu Summenwerten für die Publikation

Die Aggregation der Einzel-TU-Daten zu Summenwerten findet für die neuen Merkmale analog zur bisherigen Methodik statt. Dafür kann die bereits in der öV-Statistik-Datenbank existierende Funktionalität überprüft und ggf. übernommen werden.

### 5.3.7. Zuordnung der Verkehrsfunktion

Die Verkehrsfunktion (Fern-, Regional-, Orts- und Ausflugsverkehr) wird den Verkehrsleistungen (pkm) für die öV-Statistik bisher automatisiert auf aggregierter Ebene mittels der Kennzahlen-Datenbank des BAV (s. BAV 2008) zugewiesen. Dieser Schritt muss für die ESÖV-Statistik-Daten ebenfalls ausgeführt werden. Dies betrifft nur die Verkehrsleistungen – der Energieverbrauch wird differenziert nach Verkehrsfunktion erhoben.

### 5.3.8. Plausibilisierung der aggregierten Werte mittels Zeitreihenanalyse

Auch die Zeitreihenanalyse zur Plausibilisierung der aggregierten Werte verläuft nach der bisherigen Methodik. Auch hier kann die bereits in der öV-Statistik-Datenbank existierende Funktionalität überprüft und ggf. übernommen werden.

### 5.3.9. Berechnung von Verhältniszahlen

Eine der Stossrichtungen der ESÖV ist die Verbesserung der Energieeffizienz. Für deren Beurteilung ist die Herleitung von Verhältniszahlen aus den bisher erhobenen und berechneten Merkmalen notwendig, wie z.B. der durchschnittliche Energieverbrauch pro Personenkilometer. Solche Verhältniszahlen können entweder über das Gesamttotal berechnet werden oder nach einzelnen Kriterien (wie z.B. der Verkehrsfunktion) aufgeschlüsselt.

Die hier zur Berechnung vorgeschlagenen Verhältniszahlen sind in Tabelle 7 aufgelistet. Zu beachten ist, dass bei den Autofahren keine Verkehrsleistung in pkm oder tkm verfügbar ist, da

bei diesen zwar die Anzahl transportierte Fahrzeuge, aber nicht der Besetzungsgrad oder das Gewicht bekannt ist. Daher können sich bei den Autofahren Effizienzwerte nur auf die Fahrleistung (Fzkm) beziehen, womit die Auslastung nicht mit einfließt.

**Tabelle 7: Mögliche Verhältniszahlen zur Energieeffizienz im ÖV.**

Verkehrs- objekt	Verhältniszahl	Einheit	Aufschlüsselung
PV	Endenergieverbrauch pro Personenkilometer	GJ/pkm	
	Primärenergieverbrauch pro Personenkilometer	GJ/pkm	- Verkehrsmittel
	CO <sub>2</sub> -Emissionen pro Personenkilometer	g CO <sub>2</sub> /pkm	- Verkehrsfunktion
	Treibhausgasemissionen pro Personenkilometer	g CO <sub>2</sub> e/pkm	
GV	Endenergieverbrauch pro Tonnenkilometer	GJ/tkm	
	Primärenergieverbrauch pro Tonnenkilometer	GJ/tkm	Verkehrsmittel
	CO <sub>2</sub> -Emissionen pro Tonnenkilometer	g CO <sub>2</sub> /tkm	(nur Eisenbahn)
	Treibhausgasemissionen pro Tonnenkilometer	g CO <sub>2</sub> e/tkm	

Tabelle INFRAS

## 5.4. Zeitplan und Verantwortlichkeiten

Zeitplan und Verantwortlichkeiten hängen hauptsächlich von der Verwendung der generierten ESÖV-Daten ab. Es wird hier davon ausgegangen, dass gemäss Pflichtenheft für die vorliegende Studie primär das BAV und die TU die ESÖV-Daten nutzen (s. auch Kapitel 6.1).

Es macht jedoch aus praktischen Gründen Sinn, die Erhebungskanäle und -mittel der bestehenden ÖV-Statistik zu nutzen, anstatt die TU mit einer zusätzlichen, eigenständigen Erhebung zu belasten. Damit ist auch das BFS involviert, welches die Erhebung via eSurvey (d.h. für alle Verkehrsmittel ausser den Seilbahnen, vgl. Kapitel 5.2.1) durchführt.

Wie bereits in Kapitel 5.1 erwähnt, ist die hier vorgeschlagene Aufteilung der Verantwortlichkeiten ein Vorschlag der Autoren und muss von den beteiligten Bundesämtern noch bestätigt werden. Sie hält grob die Logik der Aufteilung fest, an welcher sich bei der Umsetzung die Zuteilung der Teilaufgaben ausrichtet.

### 5.4.1. Beschreibung der Arbeitsschritte

Die Arbeitsschritte der ÖV-Statistik sind gegenwärtig in fünf Hauptprozessen organisiert. Diese sind im Folgenden kurz beschrieben, mit besonderem Augenmerk auf den für das ESÖV-Monitoring zusätzlich notwendigen Schritten. Tabelle 8 in Kapitel 5.4.2 fasst die Arbeitsschritte und die Verantwortlichkeiten zusammen. Im Folgenden werden die einzelnen Schritte qualitativ beschrieben:

### **Vorbereitung**

Der Hauptprozess Vorbereitung umfasst die folgenden Arbeiten:

- Anpassungsbedarf prüfen, festlegen und Anpassungen vornehmen. Dies betrifft die externen Datenquellen sowie die Online-Fragebogen des eSurvey. Hier müssen neu die gültigen Heizwerte (TTW-Energiefaktoren) sowie die Namensliste der Schweizer Stromlieferanten (für die Auswahlliste bei der Angabe des Strommixes) jährlich aufdatiert werden.
- Die Erstellung der Kerndatei zu den TU. Hier ergeben sich keine Änderungen hinsichtlich der heutigen Verantwortlichkeiten.

Die Verantwortlichkeiten in der Vorbereitung sind verteilt auf BAV und BFS, wobei das BAV für die Kerndatei und die Anpassungen am Seilbahn-Tool und das BFS für die Anpassungen an eSurvey verantwortlich ist.

### **Datenerfassung**

Die Datenerfassung umfasst die folgenden Teilschritte:

- Erstellen und produktiv schalten der eSurvey-Fragebogen und des Seilbahn-Erfassungstools.
- Erhebung durch Versand von Ankündigungsschreiben und Logins auslösen.
- Dateneingabe durch TU (inkl. zusätzliche ESÖV-Erhebungsmerkmale).
- Eingangskontrolle, Mahnwesen.

Die Abläufe während der Datenerfassung bleiben für die Bundesverwaltung zum grössten Teil gleich wie bisher mit der öV-Statistik, da die ESÖV-Merkmale in den bestehenden Online-Fragebogen untergebracht sind. Die TU erfassen die zusätzlichen Angaben. Für das BAV fällt zusätzlich die Einholung der Daten aus zentralen Quellen an (s. Kapitel 5.2.3). Dieser Schritt kann zeitlich unabhängig von anderen Schritten durchgeführt werden, die Daten müssen einfach bis spätestens zum Empfang der bei den TU erhobenen ESÖV-Daten aufbereitet sein (s. nächsten Abschnitt).

### **Datenaufbereitung**

In dieser Phase teilen sich die Pfade der öV-Statistik- und der ESÖV-Daten (wobei mehrere Merkmale für beide Statistiken genutzt werden; vgl. Abbildung 1). Nach dem Datenimport werden die ESÖV-Daten vom BFS an das BAV übergeben, welches die in Kapitel 5.3 beschriebene Aufbereitung vornimmt.

- Datenimport: Der Import der zusätzlichen ESÖV-Erhebungsmerkmale aus den Online-Ehebungsmitteln verursacht (ausser der einmaligen Überprüfung und ggf. Anpassung der Importfunktionalität) keine zusätzlichen Arbeitsschritte (vgl. Kapitel 5.3.3). Nach dem Import

der eSurvey-Daten werden die für ESÖV relevanten Rohdaten vom BFS an das BAV übergeben. Mit dem Import und Aufbereitung der Energie- und Emissionsfaktoren sowie der Strommische fällt ein zusätzlicher Arbeitsschritt beim BAV an (s. Kapitel 5.3.2).

- Datenaufbereitung: Die öV-Statistik- und ESÖV-Daten werden nun getrennt beim zuständigen Bundesamt aufbereitet. Für die ESÖV-Daten werden die in Kapitel 5.3.4 bis 5.3.9 durchgeführt. Da für ESÖV kein Datenlieferungstermin an Eurostat eingehalten werden muss, kann die Aufbereitung für alle Daten gleichzeitig stattfinden und muss nicht nach Wellen gestaffelt werden.
- Anpassung an andere Erhebungen: Eine Anpassung der Datenerhebung und -verarbeitung des ESÖV-Monitorings beispielsweise an die Erhebungen zur Treibstoffzoll-, oder CO<sub>2</sub>-Rückstattung ist kaum möglich und sinnvoll, bzw. wäre mit grossem koordinativem Aufwand verbunden. Im Rahmen der Datenaufbereitung ist jedoch ein Abgleich der ESÖV-Monitoring-Zahlen mit anderen Statistiken denkbar (z.B. Diskrepanz Energieverbrauch öV-Statistik zur Gesamtenergiestatistik des BFE).

Für das BFS ändert sich an der Aufbereitung der öV-Statistik-Daten (ausgegrauter Pfad in Abbildung 1) abgesehen von der Datenübergabe an das BFS nur die neu eingeführte Differenzierung des Transportenergiebedarfs (s. Kapitel 5.3.3).

### **Publikation/Diffusion**

Die Publikation und Diffusion erfolgt ebenfalls für die öV-Statistik- und ESÖV-Daten getrennt. Auf diesen Prozess geht Kapitel 6 dieses Berichts näher ein.

### **Archivierung**

Die Daten und die entsprechende Dokumentation werden am Ende des Erhebungsjahres archiviert.

### **5.4.2. Zeitplan**

Der Zeitplan mit den Arbeitsschritten und jeweils Verantwortlichen ist in Tabelle 8 dargestellt. Er orientiert sich an dem für das Jahr 2016 für die bestehende öV-Statistik erstellten Zeitplan. Arbeitsschritte, welche aufgrund des ESÖV-Monitorings neu anfallen oder zusätzliche Teilschritte beinhalten, sind mit kursiver Schrift gekennzeichnet (vgl. auch Kapitel 5.4.1).

**Tabelle 8: Zeitplan und Verantwortlichkeiten für das ESöV-Monitoring. Arbeitsschritte, welche aufgrund des ESöV-Monitorings ggü. der bisherigen öV-Statistik neu anfallen oder zusätzliche Teilschritte beinhalten, sind kursiv geschrieben. Vergleiche Tabelle 5 für zusätzliche Informationen zu den Erhebungswellen.**

Prozess/Arbeitsschritt	Verantwortlich	Welle	Vorjahr		Erhebungsjahr											
			N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<b>VORBEREITUNG</b>																
<b>Anpassungsbedarf</b>																
Überprüfung (Inhalt, Struktur, Datenverfügbarkeit/ -quellen,	BAV/BFS	SB														
Anpassungsbedarf Fragebogen festlegen, Erläuterungen, Definitionen, etc.	BFS/BAV	1, 2														
	BFS/BAV	3														
Anpassungen vornehmen, neue Fragebogen testen/initialisieren	BAV/BFS	SB														
	BFS	1, 2														
	BFS	3														
<b>Kerndatei erstellen</b>																
Erstellung Mutationsliste	BAV	SB														
	BAV	1, 2														
	BAV	3														
Mutationen in ACCESS-DB vornehmen	BFS	1, 2														
	BFS	SB, 3														
<b>DATENERFASSUNG</b>																
<b>Erhebungsmittel erstellen</b>																
Seilbahntool produktiv schalten	BAV	SB														
eSurvey produktiv schalten	BFS	1, 2														
	BFS	3														
<b>Erhebung auslösen</b>																
Versandliste mit Login/Passwörter und Ankündigungsschreiben erstellen, Versand	BAV	SB														
Ankündigungsschreiben/-mail	BFS	1, 2														
	BFS	3														
<b>Dateneingabe TU / Eingangskontrolle / Mahnwesen</b>																
Dateneingabe TU, Frist Dateneinreichung, anschliessend 1. Mahnrunde	TU/BAV	1														
	TU/BAV	2														
	TU/BAV	SB														
	TU/BAV	3														
Dateneingabe nach 1. Mahnrunde	TU	SB														
	TU	1														
	TU	2														
	TU	3														
Dateneingabe nach 2. Mahnrunde	TU	SB														
	TU	1														
	TU	2														
	TU	3														
<b>Zentrale/administrative Daten, Sekundärstatistiken</b>																
Bisherige administrative Daten und Sekundärstatistiken einholen	BAV	1, 2														
	BAV	3														
Daten Energie- und Emissionsfaktoren und Strommixe einholen	BAV	(Alle)														
Daten erfassen und prüfen (ggf. Rückfragen an BAV)	BFS	1, 2														
	BFS	3														
<b>DATENAUFBEREITUNG</b>																
<b>Datenaufbereitung</b>																
Import und Aufbereitung Energie- und Emissionsfaktoren, Strommixe	BAV	(Alle)														
Import eSurvey- und Seilbahn-Daten in Datenbank, Übergabe ESöV-Rohdaten an BAV	BFS/BAV	1														
	BFS/BAV	2														
	BFS/BAV	3, SB														
Datenplausibilisierung und -aufbereitung ESöV-Daten	BAV	Alle														
<b>PUBLIKATION/DIFFUSION</b>																
<b>Diffusion ESöV-Daten</b>																
Datenlieferung an TU	BAV	Alle														
Publikation auf BAV-Website	BAV	Alle														
<b>ARCHIVIERUNG</b>																
Archivierung ESöV-Daten	BAV	Alle														

Tabelle INFRAS

### 5.4.3. Aufwandschätzung

Der durch das ESöV-Monitoring anfallende Zusatzaufwand fällt in vier Kategorien:

- Jährlich wiederkehrender Aufwand bei den zuständigen Bundesämtern BAV und BFS für die Produktion der Statistik;
- Jährlich wiederkehrender Aufwand bei den TU für das Erfassen ihrer Angaben;
- Einmaliger Aufwand bei BAV und BFS für die Anpassung der Hilfsmittel der Statistikproduktion (Fragebogen, öV-Statistik-Datenbank etc.).
- Einmaliger Aufwand beim BAV für die Einführungsarbeiten: Piloterhebung im 2017, Auswertung der Piloterhebung und allfällige Anpassungen, Vorbereitung der Vollerhebung inkl. Information der TU, Bearbeitung von Rückfragen etc.

Der jährlich wiederkehrende Aufwand für die Statistikproduktion bei BAV und BFS für die Produktion der ESöV-Statistik kann quantitativ lediglich grob abgeschätzt werden (in Anlehnung an bisherige Schätzungen z.B. für die revidierte öV-Statistik, siehe INFRAS (2008)). Die Schätzung ist in Tabelle 15 dargestellt. Insgesamt wird der Zusatzaufwand auf rund 100 Personentage pro Jahr geschätzt (entspricht ungefähr einer 35%-Stelle), wovon dieser Zusatzaufwand grossmehrheitlich beim BAV anfällt.

Für die Abschätzung des zusätzlichen Aufwands, der bei den TU anfällt, fehlen an dieser Stelle die Grundlagen. Der einmalige Aufwand für die Einführungsarbeiten und Tool-Erstellung bzw. -Anpassung kann an dieser Stelle nur grob (im Sinne einer Grössenordnung) abgeschätzt werden. Dabei kann von Aufwand im Umfang einer 50%-Stelle für die Einführungsarbeiten in den ersten zwei Jahren, plus Kosten für IT-Toolerstellung und -anpassung in der Grössenordnung von mehreren 10'000 CHF ausgegangen werden. Ab dem dritten Jahr dürfte sich der jährliche Aufwand im Bereich der oben erwähnten 100 Tage bewegen.

**Tabelle 9: Grobabschätzung des jährlich wiederkehrenden Zusatzaufwands durch Datenerhebung und -aufbereitung für das ESÖV-Monitoring bei BAV und BFS.**

Hauptprozess	Einzelsschritt	BAV/ BFS	Aufwand (Personen- tage/ Jahr)
Vorbereitung	Überprüfung allfälliger Änderungen/Aktualisierungen der externen Datenquellen	BAV/ BFS	5
	Import Namensliste Stromlieferanten eSurvey für Auswahlliste	BAV/ BFS	1.5
	Import Heizwerte aus Gesamtenergiestatistik in eSurvey (für Umrechnung Erfassungseinheit in Datenbankeinheit Energie)	BAV/ BFS	1.5
Datenauf- bereitung	Aggregation und Gewichtung Energie- und Emissionsfaktoren der Stromproduktion für die Verknüpfung mit den Daten von stromkennzeichnung.ch	BAV	6
	Plausibilisierung auf Einzel-TU-Ebene	BAV	60
	Berechnung Primärenergieverbrauch und Treibhausgasemissionen	BAV	5
	Aggregation zu Summenwerten und Plausibilisierung	BAV	10
	Herleitung Verhältniszahlen	BAV	6
Publikation	Publikation auf Website, ev. weitere Medien	BAV	5
<b>TOTAL</b>			<b>100</b>

Tabelle INFRAS

## 6. Verwendungskonzept

### 6.1. Verwendungszwecke

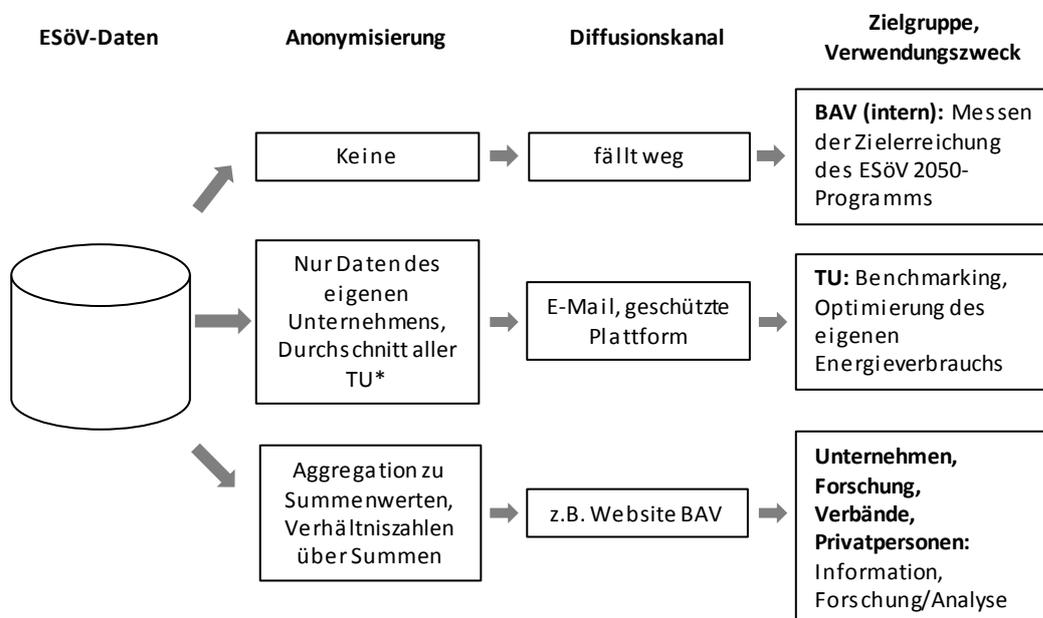
#### 6.1.1. Übersicht

Auslöser des ESöV-Monitorings ist der Auftrag des Bundesrats an das BAV, die Energiestrategie 2050 für den öffentlichen Verkehr auszuarbeiten (vgl. Kapitel 1). Vor diesem Hintergrund hat das Monitoring zwei Hauptziele:

- die Resultate des ESöV 2050-Programms quantifizieren und kommunizieren zu können;
- den TU die nötigen Daten zur Verfügung zu stellen, um ihren eigenen Energieverbrauch, ihre Energieproduktion und ihre Energieeffizienz zu verstehen und quantifizieren zu können.

Die folgenden Unterkapitel gehen näher auf diese Verwendungszwecke ein. Eine Übersicht über Zielgruppen, Verwendungszwecke, Diffusionskanäle und Anonymisierung der ESöV-Monitoring-Daten ist in Abbildung 4 dargestellt.

**Abbildung 4: Übersicht über Zielgruppen, Verwendungszwecke, Diffusionskanäle und Anonymisierung der ESöV-Monitoring-Daten.**



\* Differenziert nach Verkehrsmittel und ggf. weiteren Kriterien (je nach Interesse der TU)

Grafik INFRAS

### 6.1.2. Messung und Kommunikation der Resultate der ESöV 2050

Beim ersten Hauptziel, der Messung und Kommunikation der Resultate des ESöV 2050-Programms, ist zwischen der BAV-internen Verwendung und der Kommunikation gegen aussen zu unterscheiden.

#### **BAV-interne Nutzung**

Das BAV wertet die ESöV-Monitoring-Merkmale aus und interpretiert sie mit dem Ziel der Herleitung von Rückschlüssen auf die Wirksamkeit des ESöV 2050-Programms oder einzelner Projekte davon. Dabei sind die Grenzen der Interpretationsmöglichkeiten, insbesondere hinsichtlich Kausalitäten (Abgrenzung zwischen der Wirkung der Massnahmen des Programms und anderen Einflussfaktoren) zu beachten (s. dazu auch Kapitel 6.3).

#### **Externe Kommunikation und Publikation**

Die mit dem ESöV-Monitoring zusätzlich erhobenen Merkmale werden vom BAV publiziert. Denkbar ist eine Publikation via BAV-Website und ggf. weitere Medien; eine Publikation durch das BFS auf dem BFS-Statistikportal ist nicht geplant. Kapitel 6.4 äussert sich detaillierter zum Publikationskonzept. Weiter sollten die Resultate auch in die regelmässigen Berichte zum Monitoring der Energiestrategie 2050 einfließen.

### 6.1.3. Nutzung der Monitoring-Daten durch die TU

Für das zweite Hauptziel werden den TU die aufbereiteten eigenen Daten zusammen mit den Summen (des Energieverbrauchs und -produktion und der Emissionen) bzw. Durchschnitten (der Effizienz-Verhältniszahlen) aller TU und jener des eigenen Verkehrsmittels zur Verfügung gestellt. So können sie sich mit der Gesamtheit der TU vergleichen. Eine Aggregation der Daten nach weiteren Kriterien wie Standortkanton oder -region ist für kleinere, regional tätige TU denkbar, falls ein Interesse daran besteht. Der Datenschutz (s. Kapitel 6.2) muss jedoch dabei gewährleistet bleiben – daher sind bei Verkehrsmitteln, bei denen auf einzelne TU geschlossen werden kann (z.B. Autofahren) Ausnahmen vorzusehen.

Zusätzlich können die durch das ESöV-Monitoring vorliegenden Daten Grundlage für Zielvereinbarungen zur Effizienzverbesserung zwischen BAV & TU sein. Dazu müssen jedoch erst Erfahrungen gesammelt werden, welches Ausmass von Verbesserungen realistisch ist. Weiter könnten Best-Practice-Projekte Nachahmer motivieren.

## 6.2. Datenmanagement

Folgende Punkte sind zum Management der ESÖV-Monitoring-Daten zu beachten:

- **Verantwortlichkeit:** basierend auf der Arbeitsteilung zwischen BAV und BFS obliegt dem BAV als Auftraggeber und Datenherr grundsätzlich die Verwaltung der Daten.
- **Datenschutz:** Der Datenschutz gemäss Bundesgesetz über den Datenschutz<sup>10</sup> und der zugehörigen Verordnung<sup>11</sup> sowie das Bundesstatistikgesetz<sup>12</sup> (daraus insbesondere Art. 14) müssen eingehalten werden. Dies bedeutet hauptsächlich, dass aus keiner Publikation der ESÖV-Monitoring-Daten Rückschlüsse auf einzelne TU möglich sein dürfen. Daher dürfen ESÖV-Daten nur aggregiert (also Summen oder Durchschnittswerte über die Schweiz oder Teilregionen, bei Verhältniszahlen beispielsweise  $\Sigma(GJ) / \Sigma(pkM)$ ) veröffentlicht werden. Das Niveau der Aggregation muss so gewählt werden, dass keine Rückschlüsse zu einzelnen TU möglich sind. Einzel-TU-Daten dürfen nur so anonymisiert herausgegeben werden, dass nicht auf die betreffenden TU rückgeschlossen werden kann. Des Weiteren dürfen zu statistischen Zwecken erhobene Daten nicht zu anderen Zwecken verwendet werden. Juristische Detailfragen zum ESÖV-Monitoring sind teilweise noch offen und können in der Umsetzungsphase abgeklärt werden.
- **Technische Datenhaltung:** Angesichts der Menge und Komplexität der anfallenden ESÖV-Monitoring-Daten empfiehlt sich eine Datenhaltung in einem relationalen Datenbank-System (wie z.B. Microsoft Access, MySQL, PostgreSQL o. ä.). Die technische Datenhaltung muss auch mit entsprechenden Zusatzfunktionen die Aufbereitung, Plausibilisierung und Weitergabe der Daten effizient ermöglichen. Die Art der Datenhaltung muss sich aber v.a. auch am technischen Knowhow der mit den Daten arbeitenden Personen sowie nach dem zur Verfügung stehenden Support und der Informatikumgebung am BAV orientieren.
- **Archivierung:** Die ESÖV-Monitoring-Daten sollten mindestens einmal jährlich – nach erfolgter Aufbereitung und Plausibilisierung – archiviert werden. Die Archivierung muss auf die Prozesse und die Informatikumgebung des BAV abgestimmt werden.

## 6.3. Interpretation

Das ESÖV-Monitoring hat zum Ziel, im Sinne einer Wirkungskontrolle die Resultate des ESÖV 2050-Programms zu messen. Bei der weiteren Auswertung der Daten sind folgende Interpretationsrisiken zu beachten:

---

<sup>10</sup> SR 235.1

<sup>11</sup> SR 235.11

<sup>12</sup> SR 431.01

- Die Vergleichbarkeit von **Effizienz-Verhältniszahlen** innerhalb Zeitreihen und zwischen den TU ist aus folgenden Gründen eingeschränkt:
  - Auf die Verkehrsleistung (pkm/tkm) bezogene Werte sind direkt von der Auslastung abhängig und können sich innerhalb einer Zeitreihe beispielsweise aufgrund zeitlich wechselnder Nachfrage, oder Änderungen im Fahrplanangebot verändern, ohne dass sich an der technischen Energieeffizienz etwas ändert.  
Bei den Autofahren verhält es sich umgekehrt - Da sich die Effizienz-Verhältniszahl bei den Autofahren nur auf Fahr- und nicht Verkehrsleistung beziehen kann (s. auch Kapitel 5.3.9), sind Effekte der Auslastung nicht enthalten.
  - Die Energieeffizienz kann u.U. von der Topographie einer Linie (Neigung, Anzahl Kurven und Kurvenradien) oder auch von der Anzahl Haltestellen, Weichen etc. stark beeinflusst sein. So können Unterschiede zwischen TU zustande kommen, welche nicht durch Massnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz beeinflusst werden können.
- Bei der Interpretation von **Effizienzzunahme bzw. -abnahme** ist dem je nach Merkmal beträchtlich beschränkten Handlungsspielraum der TU genügend Beachtung zu schenken. Übergeordnete Planungen beispielsweise bezüglich Linienführung oder Fahrzeugvorschriften, auf die eine TU u.U. keinen direkten Einfluss hat, können den Energieverbrauch sehr stark beeinflussen. Diesem Umstand ist auch beim Erstellen von Zeitreihen Rechnung zu tragen. Zudem können zeitliche Sprünge auftreten: Beispielsweise beeinflusst die Anschaffung von neuen Fahrzeugen die Energieeffizienz einer TU stark. Solche Anschaffungen finden jedoch nicht jedes Jahr statt, d.h. der Energieverbrauch einer TU kann dadurch in einem Jahr stark sinken und danach für mehrere Jahre wieder stagnieren. Insbesondere bei der externen Kommunikation solcher Auswertungen ist deshalb Vorsicht geboten.
- Analysen von **Wirkungszusammenhängen einzelner Massnahmen** sind mit den erhobenen Merkmalen auf TU-Ebene bzw. in aggregierter Form nur beschränkt möglich. Mögliche Einflüsse (siehe auch Punkt oben) müssen in einer vertieften, spezifischen Analyse betrachtet werden. Die ESÖV-Kennzahlen liefern aber einen wertvollen Einstieg für weiterführende Analysen.
- **öV-Statistik:** Die klarere Definition (Abgrenzung) des Energieverbrauchs des Transportbetriebs kann je nach Option, wie das BFS die neuen Daten in die bisherige Zeitreihe integriert (s. Kapitel 5.3.3), bei gewissen TU zu mehr oder weniger ausgeprägten **Brüchen in der Zeitreihe** führen, da die Verteilverluste und der Verbrauch der stationären Infrastruktur explizit vom Fahrzeugbedarf separiert werden.

- Mit Einführung der «**verursachergerechten Verrechnung Bahnstrom**» (**VVB**) werden sich die dem Güterverkehr, dem Personenfern-, und –regionalverkehr zugeordneten Energieverbrauchsweite voraussichtlich etwas verschieben. Dies wird in allfälligen Publikationen entsprechend kommentiert werden müssen.

## 6.4. Publikationskonzept

Das für die Diffusion der Daten notwendige Publikationskonzept wird an dieser Stelle skizziert, die weitere Konkretisierung erfolgt durch das BAV zu einem späteren Zeitpunkt. Die in den folgenden Kapiteln erwähnten Aspekte sind bei der Entwicklung eines solchen Publikationskonzepts zu berücksichtigen.

### 6.4.1. Zielgruppen und Nutzen

Zusätzlich zu BAV-internen Stellen (s. Kapitel 6.1.2) und den TU (s. Kapitel 6.1.3) werden die Daten via Publikationen auch weiteren Zielgruppen zur Verfügung gestellt. Mögliche Zielgruppen und die Nutzen, die sie aus den ESÖV-Daten ziehen, sind die folgenden:

- **TU und ihre Verbände:** Diese haben primär das Interesse, der Öffentlichkeit zu kommunizieren, dass die Branche an der Optimierung der Energieeffizienz und der Reduktion der Treibhausgase arbeitet und dabei Resultate erzielt. Ausgewählte Resultate des ESÖV-Monitorings (beispielsweise erzielte Effizienzverbesserungen oder absolute Reduktionen von Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen) können diesen Nutzen erbringen.
- **Forschung:** Die Forschung im Bereich Verkehr/Energie/Umwelt hat ein Interesse an der Nutzung der durch das ESÖV-Monitoring generierten Daten zum Energieverbrauch und der Energieeffizienz des öV sowie deren Entwicklung, für die Verwendung in von Energie-/Umweltbilanzen, Zukunftsszenarien, Verkehrsträgervergleichen etc.
- **Öffentlichkeit (Privatpersonen, Presse, Politik):** Die Öffentlichkeit will bzw. muss über die Umsetzung der Energiestrategie 2050 und den Beitrag der einzelnen Bundesämter dazu informiert werden. Daher interessieren v.a. die erzielten Verbesserungen und der Grad der Zielerreichung. Weiter interessieren bestimmte Aspekte ein breites Publikum, beispielsweise der Vergleich der Energieeffizienz und der Umweltauswirkungen zwischen MIV und öV.

### 6.4.2. Publikationskanäle und publizierte Daten

Für die Publikation der Daten bietet sich die Website des BAV an. Bei Bedarf können zusätzliche, einmalig oder regelmässig erscheinende neue Produkte entwickelt werden. Dabei hängt die Wahl des Mediums von der anzusprechenden Zielgruppe ab. Aufgrund der in Kapitel 6.4.1

skizzierten Interessenlage der verschiedenen Zielgruppen sind beispielsweise folgende Inhalte einer Publikations-Website zum ESöV-Monitoring denkbar:

- Periodische Artikel in ansprechend aufbereiteter Textform, am besten jeweils zum Datum der Publikation der neusten Daten: Herausstreichen der wichtigsten Resultate, Verknüpfen der Resultate mit den vorgenommenen Anstrengungen, Grad der Zielerreichung hinsichtlich Energiestrategie 2050, sowie ggf. Einzelfacts, welche auf besonderes Interesse stossen. Damit können den Kommunikationsinteressen der TU und ihrer Verbände sowie den Informationsinteressen der breiten Öffentlichkeit nachgekommen werden.
- Daten zum Herunterladen: Auf der Ebene «Schweiz» (oder ggf. Region, Kanton) aggregierte Zeitreihen und Verhältniszahlen in Excel- oder ähnlichem Format. Dieses Datenangebot bedient die Interessen der Forschung, der Verbände sowie allfälliger interessierter Privatpersonen.

Neben der Publikation auf der Website des BAV sollten die Resultate auch in die regelmässigen Berichte zum Monitoring der Energiestrategie 2050 einfließen.

Bei der Publikation sind die Datenschutzinteressen der TU in jedem Fall zu wahren. Das heisst, es sollen nur anonymisierte Daten einer genügend grossen Gruppe von TU publiziert werden, so dass nicht auf einzelne TU geschlossen werden kann. Dies ist beispielsweise bei der Verwendung von Regionen oder Kantonen als Aggregationsmerkmal zu beachten.

Tabelle 10 bietet einen Überblick über Zielgruppen, Medien, sowie hauptsächlich interessierende Merkmale und Aufschlüsselungen (bzw. daraus hergeleitete Werte wie Verhältniszahlen sowie Unterschiede innerhalb der Zeitreihe) und entsprechende Aggregationsniveaus. Dabei ist zu beachten, dass sich nicht primär die Auswahl der Merkmale nach Zielgruppe unterscheidet, sondern eher der Detaillierungsgrad (also das Aggregationsniveau). Weiter haben natürlich alle Zielgruppen auf die öffentlichen Angebote auf der BAV-Website Zugriff (d.h. sowohl Artikel wie Download-Dateien).

**Tabelle 10: Zielgruppen, Medien, und publizierte/weitergegebene Daten.**

Zielgruppe	Medium	Merkmale, Aufschlüsselungen, hergeleitete Werte	Aggregationsniveau
BAV (intern)	Keine Publikation	Primäre Erhebungsmerkmale und berechnete Merkmale mit allen Aufschlüsselungen gemäss Tabelle 4, Verhältniszahlen gemäss Tabelle 7	Einzel-TU-Daten
TU	Keine Publikation (Daten werden den TU einzeln und direkt zur Verfügung gestellt)		Einzeldaten des betreffenden TU, auf CH-Ebene aggregierte Werte der restlichen TU
Forschung	Download (z.B. in Excel-Format) via BAV-Website		Auf CH-Ebene, für Regional-, Orts- und Ausflugsverkehr ggf. nach Regionen oder Kantonen aggregierte Daten
TU-Verbände (z.B. VÖV, Li-tra, SBS)	Periodische Artikel sowie Download (z.B. in Excel-Format) auf BAV-Website		

Öffentlichkeit (Presse, Privatperso- nen, Politik)	Periodische Artikel auf BAV- Website, punktuell ggf. wei- tere Medien	Merkmale gemäss Tabelle 4, Verhältniszahlen gemäss Ta- belle 7, Unterschied oder Ver- hältnis zum Vorjahr oder frühe- ren Jahren; Aufschlüsselung nur punktuell bei besonderem Inte- resse	Auf CH-Ebene aggre- gierte Daten
---	---	--	-------------------------------------

---

Tabelle INFRAS

## 7. Fazit

Das im vorliegenden Bericht beschriebene Konzept zum ESÖV-Monitoring liefert Daten zu Energieverbrauch, Treibhausgasemissionen, Energieproduktion und Energieeffizienz von ÖV-Unternehmen zuhanden des Bundes und der TU. Damit können die übergeordneten Resultate des ESÖV 2050-Programms gemessen und kommuniziert werden. Zusätzliche Nutzen ergeben sich für die TU selbst: Sie können durch das Monitoring ihren eigenen Energieverbrauch sowie ihre Energieeffizienz gezielter erheben, verstehen und ins Verhältnis zum gesamten ÖV-Sektor (oder Teilen davon) setzen. Das Monitoring bietet damit die Grundlage zur Erarbeitung und Überprüfung von konkreten Zielsetzungen zur Optimierung der Energieeffizienz bei ÖV-Unternehmen.

Aus einem breiten «Wunsch Katalog» wurden diejenigen Merkmale ausgewählt und zur Erhebung empfohlen, welche unter den bestehenden Rahmenbedingungen – insbesondere sollen Mehrbelastungen durch die Erhebung zusätzlicher Merkmale bei den TU möglichst minimiert werden – das beste Verhältnis zwischen Kosten und Nutzen bieten. Bei der Auswahl der Merkmale spielen die Einschätzungen der im Rahmen der Studie befragten TU eine wichtige Rolle.

Die getroffene **Merkmalsauswahl** legt den Schwerpunkt auf den Transportenergieverbrauch. Dabei sind im Vergleich zur bestehenden, im Rahmen der ÖV-Statistik durchgeführten Erhebung weiterführende Aufschlüsselungen des Energieverbrauchs vorgesehen. Dies resultiert in einem zusätzlichen, jedoch begrenzten Erfassungsaufwand für die TU.

Hinsichtlich ihrem Informationsgehalt geben die empfohlenen Merkmale Aufschluss zu den vier Stossrichtungen der ESÖV 2050 (Energieeffizienz, Atomausstieg, CO<sub>2</sub>-Ausstoss und Ausbau erneuerbarer Energien, s. auch Tabelle 2). Zur Energieeffizienz gibt der Energieverbrauch pro Fahr- oder Verkehrsleistung Auskunft. Die Entwicklung der Energieproduktion bzw. der Energieträger (Stossrichtungen Ausstieg aus der Atomenergie und Einsatz erneuerbarer Energien) lässt sich an den neu verfügbaren Aufschlüsselungen der Energieträger, insbesondere nach Biotreibstoffen und dem Strommix ableiten. Zusätzliche Informationen zu diesen Stossrichtungen liefert die Produktion erneuerbarer Energien durch die TU selbst. Der CO<sub>2</sub>-Ausstoss (respektive der auf CO<sub>2</sub>-Äquivalente normierte Ausstoss aller relevanten Treibhausgase) wird mittels Emissionsfaktoren aus beigezogenen zentralen Datenquellen berechnet.

Der Energieverbrauch weiterer Unternehmensbereiche (Gebäudenutzung, Fahrzeug- und Infrastrukturunterhalt) wird dagegen nicht im Rahmen des regelmässigen ESÖV-Monitorings erhoben. Damit soll primär die Zusatzbelastung bei den TU minimiert werden. Zudem ist die Datenlage seitens der TU zu den weiteren Unternehmensbereichen ungleich komplexer, da beispielsweise Subunternehmen involviert sind, die zeitliche Allokation auf ein Kalenderjahr eine

grosse Herausforderung darstellt oder gemietete und vermietete Räumlichkeiten berücksichtigt werden müssten.

Mit der getroffenen Merkmalsauswahl gelingt es insgesamt, mit verhältnismässigem Aufwand an Daten zu gelangen, welche eine Aussage zur Wirkung aller Einflussfaktoren auf die Hauptstossrichtungen der ESöV 2050 erlauben. Die Herleitung kausaler Zusammenhänge, also ob die Massnahmen des ESöV-Programms die Ursache der beobachteten Auswirkungen sind, lässt sich jedoch allein aus den Merkmalen des Monitorings nicht herleiten. Dazu ist die Interpretation des Zusammenspiels der umgesetzten Massnahmen, der Entwicklung der aus dem Monitoring hergeleiteten Effizienzzahlen, und anderer möglicher Einflussfaktoren notwendig.

Mit der Konzentration der Merkmale auf den Transportbereich können für diesen Bereich insgesamt belastbare Aussagen erwartet werden. Der Endenergieverbrauch in diesem Bereich kann von den meisten TU zuverlässig beziffert werden, mit Ausnahme der Seilbahnen, wo die Abgrenzung zwischen Transport und anderen Unternehmensbereichen aus praktischen Gründen (Stromzähler-Verfügbarkeit) teilweise eine Herausforderung darstellt. Auch die zugehörigen Aktivitätsdaten (Fahr- und Verkehrsleistungen) liegen in guter Qualität vor. Die zur Berechnung von Primärenergieverbrauch und Treibhausgasemissionen verwendeten Faktoren weisen Unsicherheitsbereiche auf, welche zu einer gewissen Unschärfe führen, die aber bei diesen Kennzahlen bekannt, akzeptiert und gut dokumentiert ist. Allenfalls kann die Option, anstatt eines tatsächlich bezogenen Grünstrommixes aus Einfachheitsgründen nur den Stromlieferanten (und damit den durchschnittlichen Lieferantenmix) zu erfassen, zu Ungenauigkeiten bei der Bereitstellung der Elektrizität führen. Die Konzentration des Monitorings auf den Transportbereich führt auf der anderen Seite dazu, dass Daten, welche von den TU nicht zuverlässig wiedergegeben werden können (wie der Energieverbrauch von Subunternehmen), grösstenteils nicht im Monitoring auftauchen.

Die im regulären Monitoring **nicht berücksichtigen Merkmale** geben aufschlussreiche **Hinweise zu möglichen Vertiefungen**. So erscheint es empfehlenswert, die weiteren Merkmale und Differenzierungen (z.B. zum Energieverbrauch für den Netzunterhalt oder die Gebäudenutzung) zumindest periodisch und ggf. stichprobenweise zu erheben und auszuwerten und so die Informationen zum Energieverbrauch und -effizienz des ÖV-Sektors weiter zu vervollständigen.

Das **Erhebungskonzept** inkl. Erhebungskanäle, Zeitplan und mögliche Aufteilung der Verantwortlichkeiten der beiden hauptsächlich beteiligten Ämter BAV und BFS ist stellt einen pragmatischen Vorschlag dar, welchen einen Mittelweg zwischen maximaler Nutzung von Synergien und Autonomie der beteiligten Ämter einschlägt. Bei stärkerer Zusammenlegung der Arbeitsschritte zwischen öV-Statistik und ESöV-Monitoring (d.h. vor allem in der Datenaufbereitungsphase) könnten gegenüber dem vorliegenden Vorschlag möglicherweise zusätzliche Synergien

genutzt und der Gesamtaufwand gesenkt werden – ein grosser Teil des Aufwandes würde jedoch vom BAV, welches die Hauptverantwortung für das Monitoring trägt, zum BFS verschoben werden. Auf der anderen Seite würde eine weitergehende Trennung (also beispielsweise eine separate Erhebungswelle für die zusätzlichen ESÖV-Merkmale) den Aufwand und die Risiken für das BFS weiter senken, dafür würde aber der Erfassungsaufwand bei den TU steigen.

Zur Entlastung der TU trägt generell bei, dass nur diejenigen Informationen zusätzlich erhoben werden, die nicht über zentrale Datenquellen bereits vorliegen oder durch das BAV bei der Aufbereitung selbst hergeleitet werden können.

Das **Verwendungskonzept** zeigt die verschiedenen Nutzer (Zielgruppen) der generierten Daten auf, skizziert die Leitplanken des Datenmanagements und des Datenschutzes und gibt Hinweise zu Interpretationsrisiken sowie zu möglichen Publikationskanälen. Diese Ausführungen sind nicht abschliessend; es ist gut möglich, dass sich bei der Umsetzung weitere Interessen, Verwendungszwecke und Publikationskanäle zeigen.

Mit einer Piloterhebung bei ausgewählten TU im Jahr 2017 soll das Monitoring in dieser Art und Weise getestet und optimiert werden. Die Erkenntnisse aus dieser Piloterhebung fliessen danach in ein Detailkonzept, welches die Grundlage bildet für die nachfolgende Vollerhebung.

## Annex

### A1. Liste Interviewpartner

Tabelle 11: Interviewpartner

Verkehrsmittel	Kürzel	Institution/Firma	Name	Vorname	Funktion
Eisenbahn	SBB	Schweizerische Bundesbahnen	Peter	Adrian	Verantwortlicher Energieeffizienz
			Ruch	Markus	Leiter Energiemanagement Stationäre Anlagen
			Halder	Markus	Leiter Energiemanagement Traktion
	BLS	BLS AG	Bisaz	Arianna	Spezialist/in Nachhaltigkeit
	Förster	Jan			
RhB	Rhätische Bahn	Florin	Christian	Leiter Infrastruktur	
RBS	Regionalverkehr Bern - Solothurn	Reinert	Ulrich	Leiter Betrieb und Technik	
WB	Waldenburgerbahn	Schödler	Fredi	Leiter Betrieb und Technik	
Bus	PAG	PostAuto Schweiz	de Raemy	Christian	Leiter Sicherheit und Nachhaltigkeit
	TPG	Transports publics genevois	Ganty	Pascal	Directeur développement et énergie
Wagenknecht			Thierry	Directeur Technique	
Städtischer Verkehrsbetrieb	BVB	Basler Verkehrs-Betriebe	Kostolich	Dominic	Flottenmanager
Zahnradbahn	WAB	Wengernalpbahn	Roth	Gabriel	Leiter Jungfraubahn
Luftseilbahn	TCP	Télé Champéry - Crosets Portes du Soleil	Bergero	Pascal	Directeur
Standseilbahn	DIH	Drahtseilbahn Interlaken - Heimwehfluh	Tschanz	David	Geschäftsführer
Personenschiff	SGV	Schiffahrtsgesellschaft Vierwaldstättersee	Strohhammer	Guido	Flottenmanager
Güterverkehr (zusätzlich zu SBB Cargo und BLS Cargo)	DB Cargo	DB Cargo Schweiz	Brunner	Martin	Geschäftsführer DB Cargo Schweiz
Fachverbände	VöV	Verband öffentlicher Verkehr	Stieger	Patrick	wiss. Mitarbeiter
	SBS	Seilbahnen Schweiz	Gingins	Raphael	Leiter Technik
	Litra	Informationsdienst für den öffentlichen Verkehr	Böhlen	René	Geschäftsführer
Experten	BAV	Bundesamt für Verkehr	Willi	Hermann	Chef Sektion Elektrische Anlagen
	BFS	Bundesamt für Statistik	Moser	Roland	wiss. Mitarbeiter

Tabelle INFRAS. Quelle: eigene Darstellung

## A2. Beispiel Interviewleitfaden

### Leitfaden für TU

#### Endenergieverbrauch

##### Unternehmensbereich «Transport»

- Der Endenergieverbrauch für den Transportbetrieb wird ja bereits in der bestehenden **öV-Statistik** erhoben<sup>13</sup>. **Liefen Sie hierzu Daten?**
  - Falls ja: Weiter mit Frage b)
  - Falls Nein: Warum nicht? Wo liegen die Schwierigkeiten? Welche Faktoren müssten gegeben sein, damit eine Erhebung in Frage käme?
- **Wie** erheben Sie den Energieverbrauch? Wo liegen allfällige **Unsicherheiten**?
- Zur **Abgrenzung** des Energieverbrauchs **des Transportbetriebs** gegenüber demjenigen anderer Unternehmensaktivitäten (z. B. Netunterhalt): Welche Prozesse in Ihrem Unternehmen zählen Sie genau zum Transportbetrieb? Gibt es **Schwierigkeiten**, den Energieverbrauch für diesen abzugrenzen<sup>14</sup>?
- Der Endenergieverbrauch in der bestehenden Statistik wird u.a. nach Energieträger (Diesel, Elektrizität, andere) **gegliedert**.
  - Können Sie die **Energieträger differenzierter gliedern**, d.h. «andere» weiter aufschlüsseln in Biodiesel, CNG, Biogas, Benzin, Bioethanol?
  - Falls Sie Diesel verwenden, können Sie den AdBlue-Verbrauch beziffern? (Harnstoff für SCR-Abgasnachbehandlung; erzeugt zusätzliches CO<sub>2</sub>)
- Wo lägen **Probleme**, wenn der Transport-Energieverbrauch in der zusätzlichen Gliederung regelmässig eingefordert würde?
- Gibt es allenfalls **Alternativen** zu heutigen Erhebungsmethoden (wie Hochrechnung über vorhandene Kennzahlen)? Wie zuverlässig wären diese Alternativen?
- Wie **häufig** erheben Sie diese Daten? Auf welchen Zeitraum (Von-/Bis-Datum) beziehen sie sich jeweils? Würde dies auch für die zusätzliche Gliederung der Energieträger gelten?

##### Unternehmensbereich «Netunterhalt»

- Der Energieverbrauch für den Netunterhalt wird bisher nicht erhoben. Können Sie den Endenergieverbrauch beziffern, der für den **Netunterhalt** Ihrer TU anfällt?

<sup>13</sup> Ausser von Personenschiffen. Der Endenergieverbrauch für den Transportbetrieb schliesst gemäss Definition die Komfortenergie für die Fahrzeuge (Heizung, Klimaanlage, Beleuchtung, etc.) ein.

<sup>14</sup> Beispielsweise: Wird Stromverbrauch für Signalanlagen/Schienensteuerung zum Transport gezählt? Kann der Strom-/Treibstoffverbrauch des Transportbetriebs vom restlichen Verbrauch der TU getrennt werden?

- Können Sie diesen Endenergieverbrauch **nach Energieträger gliedern** (Biodiesel, CNG, Biogas, Benzin, Bioethanol)? Falls Sie Diesel verwenden, können Sie den AdBlue-Verbrauch beziffern? (Harnstoff für SCR-Abgasnachbehandlung; erzeugt zusätzliches CO<sub>2</sub>)
- **Wie** würden Sie diesen Energieverbrauch **erheben**? Wo lägen **allfällige Unsicherheiten**?
- Wo lägen **Probleme**, wenn der Energieverbrauch zum Netzzunterhalt in der erwähnten Gliederung regelmässig eingefordert würde?
- Gäbe es **Alternativen** zu den erwähnten Erhebungsmethoden (wie Hochrechnung über vorhandene Kennzahlen)? Wie zuverlässig wären diese Alternativen?
- Wie **häufig** könnten Sie diese Daten erheben? Auf welchen Zeitraum würden sie sich jeweils beziehen?

#### **Unternehmensbereich «Fahrzeugunterhalt»**

- Können Sie den Endenergieverbrauch beziffern, der für den **Fahrzeugunterhalt** in Ihrer TU anfällt?
- Können Sie diesen Endenergieverbrauch **nach Energieträger gliedern**? Falls Sie Diesel verwenden, können Sie den AdBlue-Verbrauch beziffern? (Harnstoff für SCR-Abgasnachbehandlung; erzeugt zusätzliches CO<sub>2</sub>)
- **Wie** würden Sie diesen Energieverbrauch **erheben**? Wo lägen **allfällige Unsicherheiten**?
- Wo lägen **Probleme**, wenn der Energieverbrauch zum Fahrzeugunterhalt in der erwähnten Gliederung regelmässig eingefordert würde?
- Gäbe es **Alternativen** zu den erwähnten Erhebungsmethoden (wie Hochrechnung über vorhandene Kennzahlen)? Wie zuverlässig wären diese Alternativen?
- Wie **häufig** könnten Sie diese Daten erheben? Auf welchen Zeitraum würden sie sich jeweils beziehen?

#### **Unternehmensbereich «Gebäudeverwendung und Gebäudeunterhalt»**

- Können Sie den Endenergieverbrauch beziffern, der für die **Gebäude (Verwendung und Unterhalt)** in Ihrer TU anfällt?
- Können Sie diesen Endenergieverbrauch **nach Energieträger gliedern**? Falls Sie Diesel verwenden, können Sie den AdBlue-Verbrauch beziffern? (Harnstoff für SCR-Abgasnachbehandlung; erzeugt zusätzliches CO<sub>2</sub>)
- Können Sie diesen Energieverbrauch auch nach **Gebäudetyp** nach **Eigentumsverhältnis** angeben:
  - Gebäudetypen: Bahnhöfe, Haltestellen, Administration/Büro, Werkstätten, Lager/Depots, weitere?
  - Eigentumsverhältnis: Eigentum, gemietet, vermietet

- **Wie** würden Sie diesen Energieverbrauch **erheben**? Wo lägen **allfällige Unsicherheiten**?
- Wo lägen **Probleme**, wenn der Energieverbrauch durch die Gebäudenutzung in der erwähnten Gliederung regelmässig eingefordert würde?
- Gäbe es **Alternativen** zu den erwähnten Erhebungsmethoden (wie Hochrechnung über vorhandene Kennzahlen)? Wie zuverlässig wären diese Alternativen?
- Wie **häufig** könnten Sie diese Daten erheben? Auf welchen Zeitraum würden sie sich jeweils beziehen?

#### **Unternehmensbereich «Dienstreisen von Mitarbeitenden»**

- Kennen Sie den Endenergieverbrauch, der für **Dienstreisen Ihrer Mitarbeiter** anfällt?
- Können Sie diesen Endenergieverbrauch folgendermassen gliedern:
  - Verkehrsmittel
  - Energieträger
 Falls Sie Diesel verwenden, können Sie den AdBlue-Verbrauch beziffern? (Harnstoff für SCR-Abgasnachbehandlung; erzeugt zusätzliches CO<sub>2</sub>)
- **Wie** würden Sie diesen Energieverbrauch **erheben**? Wo lägen **allfällige Unsicherheiten**?
- Wo lägen **Probleme**, wenn der Energieverbrauch durch Dienstreisen in der erwähnten Gliederung regelmässig eingefordert würde?
- Gäbe es **Alternativen** zu den erwähnten Erhebungsmethoden (wie Hochrechnung über vorhandene Kennzahlen)? Wie zuverlässig wären diese Alternativen?
- Wie **häufig** könnten Sie diese Daten erheben? Auf welchen Zeitraum würden sie sich jeweils beziehen?

#### **Anzahl Mitarbeiter**

- Können Sie die Anzahl in Ihrer TU arbeitenden **Mitarbeiter pro Gebäudotyp**, in denen diese vor allem tätig sind, angeben?
  - Gebäudetypen: Bahnhöfe, Haltestellen, Administration/Büro, Werkstätten, Lager/Depots

#### **Anteile der Unternehmensteile**

- Können Sie abschätzen, wie gross der Anteil der einzelnen Geschäftsbereiche am gesamten Energieverbrauch ist?
- Wie gross schätzen Sie die jährlichen Schwankungen des Energieverbrauchs der einzelnen Geschäftsbereiche ein?

## Stromverbrauch

### Nicht selbst produzierte (aus dem Netz bezogene) Elektrizität

- Beziehen Sie von Ihrem Anbieter einen eigenen, kundenspezifischen **Strommix**, oder verwenden Sie den Standardmix Ihres Anbieters? Können Sie
  - den Mix nach Produktionsarten (z.B. Wasserkraft, Photovoltaik, nuklear, etc.) angeben?
  - den Anteil zertifizierten Ökostroms angeben?
- Verwenden Sie allenfalls für unterschiedliche Unternehmensbereiche unterschiedliche Anbieter oder Strommische?

### Stromverbrauch der Bahn

- Von **welchen Messpunkten** können Sie Angaben zum Bahnstromverbrauch machen (oder anders gefragt: Können Sie **Verluste in der Fahrleitung** beziffern?)
  - Unterwerk
  - Pantograph (Stromabnehmer)
  - Weitere
- **Was speisen die Unterwerke** alles? (Strombedarf der Fahrzeuge oder auch der Infrastruktur? Welcher Infrastruktur?)
- Wird **Strom aus Bremsenergie rückgewonnen**? Können Sie die rückgewonnene Energie beziffern? Falls ja, wie wird sie gemessen?
- Falls Strom aus Bremsenergie zurückgewonnen wird: können die Unterwerke rekuperierten Strom, welcher nicht in Fahrleitung (von anderen Zügen) konsumiert werden kann, **ins Netz zurückspeisen**? Falls nicht, welcher Anteil des rekuperierten Stroms geht verloren?

### Produktion erneuerbarer Energien (durch TU)

- **Produziert Ihre TU** selbst erneuerbaren Strom? Falls ja, wie hoch ist dieser Anteil, gemessen am Gesamtverbrauch?
- Aus welchen **Produktionsarten** stammt dieser Strom? Können Sie die Anteile angeben?
- Welcher Anteil dieses selbst produzierten Stroms wird in **das Netz eingespeisen**?
- Können Sie die **Verluste** des selbst produzierten Stroms in Ihrem Netz beziffern?

## Leitfaden für Vertreter aus Fachverbänden und der Bundesverwaltung

### Zu erhebende Merkmale und deren Gliederung

- Welches sind die wichtigsten Merkmale aus Ihrer Sicht? (gezeigt wurde eine Auslegeordnung der möglichen Merkmale, s. Kapitel 2.2)
- Welche Merkmale würden Sie noch **ergänzen**?
- Welche **Aufschlüsselungen** sind aus Ihrer Sicht am wichtigsten?
- Würden Sie noch weitere Aufschlüsselungen **hinzufügen** – wenn ja, welche? (z. B. räumliche Aufschlüsselung)

### Verwendung der Merkmale

a) Welche **Verwendung** solcher Merkmale können Sie sich vorstellen oder wünschen Sie sich und warum?

Beispielsweise:

- Monitoring Energiestrategie allgemein (Ziel: kontinuierliche Senkung EV/pkm bzw. EV/tkm)
- Monitoring der Wirkung einzelner Projekte/Massnahmen (→ Hinweis: eigentlich nicht geplant/möglich, da methodische Schwierigkeiten: Kausalität, d.h. Verknüpfung der Massnahmen mit den Wirkungen, Massnahmen müssten ebenfalls erhoben werden, ...)
- Weitere?

### Risiken der Verfügbarkeit

- Welches sind Ihrer Ansicht nach **Risiken der Verfügbarkeit** solcher Kennzahlen?
- Welchen Verwendungszweck wünschen Sie sich NICHT, möchten Sie ggf. sogar **vermeiden**?

### Aufwand und Nutzen der Erhebungen

Je mehr und je genauer bzw. je öfter Merkmale erhoben werden, desto höher ist der **Erhebungsaufwand** (überproportional für kleine TU). Wo würden Sie die Grenze ziehen, ab welcher der höhere Aufwand den Zusatznutzen nicht mehr rechtfertigt?

Beispielsweise:

- Welcher **prozentuale Anteil des gesamten Energieverbrauchs** müsste unbedingt abgedeckt sein?

- Welche **Arten** des Energieverbrauchs müssten unbedingt abgedeckt sein?
- Gibt es **TU-Gruppen**, welche Sie ausnehmen würden oder für welche Sie sich alternative Erhebungsmethoden vorstellen könnten? Zum Beispiel sehr kleine TU oder «Exoten» (Schiff-fahrtsunternehmen)?
- Welche Aktivitäten von **Subunternehmen** müssten abgedeckt sein (falls überhaupt)?
- Für welche Unternehmensbereiche/Energieverbräuche könnten Sie sich Erhebungen mit **niedrigerer Periodizität** (mehrjährlich) vorstellen?
- Vorgegebene **Abgrenzungen** (z. B. zwischen Unternehmensbereichen), welche möglicherweise der TU-internen Abgrenzung widersprechen, aber zu besserer Vergleichbarkeit in der Statistik beitragen
- weitere?

#### Fragen zu Erhebungsmethoden

- Was ist der beste Umgang mit **verschiedenen Erhebungsmethoden der TUs** im Vergleich miteinander? (z. B. Stromverbrauch direkt pro Komposition vs. Hochrechnungen anhand der gefahrenen btkm)
- Was ist der beste Umgang mit **wechselnden Erhebungsmethoden einer TU** über die Zeit? (z. B. Wechsel der SBB von Berechnung mit btkm \* Energiefaktor auf Fz-Messung)

#### Frage zu den Seilbahnen

**Seilbahnen:** Die Frage der Verhältnismässigkeit zusätzlicher Datenerhebungen ist hier besonders gut abzuwägen, weil dies häufig kleine TUs sind. Wo würden Sie die Grenze ziehen, ab welcher der höhere Aufwand den Zusatznutzen nicht mehr rechtfertigt (s. auch Frage 2.4)?

#### «Offene Frage»: Ihre Meinung, weitere Aspekte

Was sind Ihrer Meinung nach weitere zu beachtende Aspekte des vorgeschlagenen Monitorings?

### A3. Ausführliche Bewertung

Tabelle 12: Vollständige Bewertung der Merkmale.

			Nutzen					Kosten			Risiken				Gesamtbewertung	
			Stossrichtungen Energiestrategie	Benchmarking Zeitreihe	Benchmarking vgl. TU miteinander	Handlungsspielraum	Nutzen für TU selbst	Verfügbarkeit	Erhebungsaufwand	Alternativen	Qualität	Abgrenzung	Zeitliche Allokation	Allokation auf TU		
Endenergieverbrauch	Transport	Total / nur Fahrzeuge	Green	Yellow	Yellow	Green	Green	Green	Yellow	Green	Green	Yellow	Green	Green	Green	
		Verkehrsmittel	Green	Green	Yellow	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
		Verkehrsobjekt (PV/GV)	Green	Green	Yellow	Green	Green	Green	Green	Yellow	Green	Green	Green	Green	Green	Green
		Verkehrsfunktion	Green	Green	Yellow	Green	Green	Green	Green	Yellow	Green	Green	Green	Green	Green	Green
		Energieträger	Green	Green	Yellow	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow	Green	Green	Green
		Linie	Green	Green	Yellow	Green	Green	Green	Yellow	Red	Green	Yellow	Yellow	Green	Green	Green
	Netz- unterhalt	Energieträger	Yellow	Yellow	Red	Green	Green	Green	Yellow	Red	Green	Red	Red	Green	Yellow	Red
		Fahrzeug- unterhalt	Yellow	Green	Red	Green	Green	Green	Yellow	Red	Green	Red	Red	Green	Yellow	Red
		Gebäude- nutzung	Yellow	Green	Yellow	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Green	Green	Green	Yellow
		Dienst- reisen	Yellow	Green	Yellow	Green	Green	Green	Yellow	Red	Yellow	Green	Green	Green	Green	Yellow
Produktionsart eingekaufte Elektrizität	Gesamt	Bahnstrom (16.7 Hz) / Haushaltsstrom (50 Hz)	Green	Green	Yellow	Yellow	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow	Green	
Produktion erneuerbarer Energien (durch TU)	Gesamt	Eigenverbrauch/ Einspeisung	Green	Yellow	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow	Green	Green	Green	Green	Green	Green
		Energieträger	Green	Green	Yellow	Green	Green	Green	Green	Yellow	Green	Green	Green	Green	Green	Green
		Produktionsart Elektrizität	Green	Green	Yellow	Green	Green	Green	Green	Yellow	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Investitionen in Energie- effizienzmassnahmen	Unternehmensbereiche	Yellow	Yellow	Red	Red	Green	Green	Green	Yellow	Green	Green	Green	Green	Green	Red	

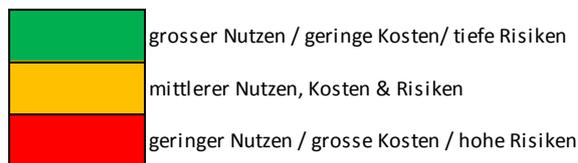


Tabelle INFRAS. Quelle: eigene Darstellung

## A4. Merkmale, Aufschlüsselungen und Definitionen

Tabelle 13: Definitionen der Merkmale.

Merkmalsname	Definition
<b>Primäre (Informations-)Merkmale</b>	
Endenergieverbrauch Transport	<p>Energieverbrauch für den gesamten Transportbetrieb. Es ist immer der den Fahr-, und Verkehrsleistungen entsprechende Energieverbrauch anzugeben.</p> <p><b>Eisenbahnen, Luftseilbahnen, Standseilbahnen, Zahnradbahnen, Tram</b> Gemessen wird ab Unterwerk. Zusätzlich zum reinen Traktionsbedarf umfasst dies auch die Komfortenergie für die Fahrzeuge (Heizung, Klimaanlage, Beleuchtung, etc.) sowie der Energieverbrauch der Infrastruktur (z.B. Tunnelbelüftungen, Weichenheizungen, etc.). Bei mehreren Benutzern des gleichen Netzes erfasst jeder den ihm durch den Infrastrukturbetreiber verrechneten Anteil.</p> <p><b>Autobus, Trolleybus, Tram, Schiffe, Autofähren</b> Zusätzlich zum reinen Energiebedarf für den Transport umfasst dies auch die Komfortenergie für die Fahrzeuge (Heizung, Klimaanlage, Beleuchtung, etc.).</p>
Produktion erneuerbarer Energien (durch TU)	Total aller durch die TU selbst produzierte, erneuerbare Energie (z. B. durch Wasserkraftwerke oder Photovoltaikanlagen). Dies beschränkt sich nicht auf den Transport, sondern umfasst die Gesamtmenge an produziertem bzw. ins "Normalnetz" (50 Hz-Netz) eingespeisten Strom.
<b>Berechnete Merkmale</b>	
Primärenergieverbrauch	Totaler Energieverbrauch aller primären Energiequellen (ergibt sich aus dem Endenergieverbrauch und den Übertragungsverlusten)
CO <sub>2</sub> -Emissionen	Gesamte Menge an freigesetztem CO <sub>2</sub>
Treibhausgas-Emissionen	Total aller Emissionen von weiteren Treibhausgasen gem. Kyoto-Protokoll (v.a. Methan, CH <sub>4</sub> und Lachgas, N <sub>2</sub> O), ausgedrückt als CO <sub>2</sub> -Äquivalente.
<b>Für Berechnungen von Primärenergieverbrauch und Treibhausgasemissionen benötigte Merkmale</b>	
Primärenergiefaktoren	Faktor zum Berechnen des Primärenergiebedarfs aus der Endenergie, abhängig vom Energieträger
CO <sub>2</sub> -Emissionsfaktoren	Emittierte Menge an CO <sub>2</sub> pro Einheit des eingesetzten Ausgangsstoffes.
Umrechnungsfaktoren CO <sub>2</sub> -Äquivalente	Der Beitrag eines Treibhausgases zum Treibhauseffekt wird relativ zur Wirkung von CO <sub>2</sub> angegeben.
Strommix	Die prozentuale Zusammensetzung der für die Stromherstellung verwendeten Primärenergieträger.
<b>Für die Berechnung von Verhältniszahlen benötigte Angaben (Aktivitätsdaten)</b>	
Fahrleistungen	Effektive Distanz aller Fahrten, die der Beförderung von Personen oder Gütern dienen. Erfasst werden die Fahrzeugkilometer nach dem tatsächlichen Fahrpensum (s. Definition in
Verkehrsleistungen	<p>pkm: die von allen Fahrgästen zurückgelegte, effektive Distanz.</p> <p>tkm: Produkt aus Masse des Transportgutes in Tonnen und Transportdistanz in Kilometern. Massgebend ist die effektive Distanz, die das Gut zurückgelegt hat, nicht jene dem Transportleistungsempfänger verrechnete.</p>

Tabelle INFRAS. Quelle: eigene Darstellung

Tabelle 14: Definitionen der Aufschlüsselungen.

Aufschlüsselung	Ausprägung	Definition und Datenbankeinheit
Total / nur Fahrzeuge (relevant für öV Schiene)	Total	Gesamter Energieverbrauch des Transports, gemessen ab Unterwerk. Dies schliesst den Traktionsbedarf, die Komfortenergie der Fahrzeuge sowie den Energieverbrauch des Infrastrukturbetriebs ein. Bei mehreren Benutzern des gleichen Netzes erfasst jeder den ihm durch den Infrastrukturbetreiber verrechneten Anteil.
	nur Fahrzeuge	Energieverbrauch der Fahrzeuge OHNE Energieverbrauch für die Infrastruktur (unterscheidet sich nur für schienengebundene Verkehrsmittel vom Total). Der Energieverbrauch der Fahrzeuge kann gemessen oder mittels Verbrauchsfaktoren berechnet werden.
Unternehmensbereich (nur Seilbahnen)	Transportanlagen	Energieverbrauch des Transports inkl. Komfortenergie der Fahrzeuge und Betrieb der Stationsgebäude (gem. Zegg et al. 2010).
	Beschneigung	Energieverbrauch für technische Beschneigung (Betrieb der Wasserpumpen, Schneekanonen etc.).
	Übriges	Energieverbrauch weiterer Angebote wie Restauration, IT etc.
Verkehrsmittel (Definitionen gemäss öV-Statistik)	Eisenbahn Normalspur	Spurweite von 1435 mm
	Eisenbahn Schmalspur	Spurweite kleiner als Normalspur (1435 mm), z.B. Meterspur
	Zahnradbahn	Eisenbahn, die die Kraft zur Überwindung von Steigungen nicht allein durch Adhäsion zwischen Schiene und Rad überträgt, sondern mittels eines Zahnrades auf eine zwischen den Fahrschienen verlegten Zahnstange.
	Autobus	Motorisiert, verkehrt auf öffentlichen Strassen
	Trolleybus	Nicht schienengebunden; entnimmt elektrische Energie aus einer Fahrleitung, verkehrt auf öffentlichen Strassen.
	Tram	Schienengebunden; entnimmt elektrische Energie aus einer Fahrleitung, verkehrt häufig auf öffentlichen Strassen; müssen freien Netzzugang nicht gewähren.
	Personenschiff	Wasserfahrzeug für den Personentransport.
	Autofähre	Wasserfahrzeug, das Autos und Personen transportiert.
	Standseilbahn	Schienenbahn, deren Wagen an einem Stahlseil befestigt ist. Das über einen Motor (meist in der Bergstation) angetriebene Seil bewegt das Fahrzeug.
	Luftseilbahn	An Seilen über dem Boden aufgehängte Kabinen oder Sessel.
Verkehrsobjekt	Personenverkehr	Beförderung von Personen, inklusive Autoverlad (wie in der öV-Statistik)

Verkehrsfunktion	Güterverkehr	Beförderung von Gütern, inklusive Post und Gepäck (darunter fällt auch die Rollende Landstrasse, s. öV-Statistik).
	Ortsverkehr	Angebote, die zur Feinerschliessung einzelner Ortschaften dienen und demzufolge gemäss ADFV Art. 4 nicht abgeltungsberechtigt sind.
	Regionalverkehr	Überörtlicher Verkehr innerhalb einer Region zur Erschliessung mindestens zweier Ortschaften inkl. grenzüberschreitender Regionalverkehr von/zu Nachbarregionen (abgeltungsberechtigter regionaler Personenverkehr gemäss ADFV).
	Fernverkehr	überregionaler nationaler Verkehr; grenzüberschreitender Internationaler Verkehr (nicht abgeltungsberechtigt).
	Ausflugsverkehr	Regionale/örtliche Angebote, die keine Erschliessungsfunktion für Ortschaften haben und demzufolge gemäss ADFV Art. 4 nicht abgeltungsberechtigt sind.
Energieträger	Diesel	Aus Erdöl hergestellter, flüssiger Kraftstoff mit charakteristischer Zusammensetzung an Kohlenwasserstoffen.
	Heizöl extraleicht	Aus Erdöl hergestellter, flüssiger Kraftstoff. „Extraleicht“ bezieht sich auf dessen Dichte.
	Biodiesel	Aus pflanzlichen Ölen hergestellter Diesel.
	Benzin	Aus Erdöl hergestellter, flüssiger Kraftstoff mit charakteristischer Zusammensetzung an Kohlenwasserstoffen.
	Bioethanol	Aus biologischen Substraten (Biomasse) gewonnenes Ethanol.
	CNG	„compressed natural gas“, unter hohem Druck komprimierte Form von Erdgas.
	Biogas	Brennbares Gas, das durch Vergärung von Biomasse entsteht.
	Elektrizität	Elektrischer Strom.
Elektrizität: Produktionsart (Aufschlüsselung gemäss <a href="http://www.stromkennzeichnung.ch">www.stromkennzeichnung.ch</a> - enthält die Strommixe aller Lieferanten)	Wasserkraft	Aus der Strömung von fliessendem Wasser gewonnene Energie.
	Sonnenenergie	Energie der auf der Erde ankommenden Sonnenstrahlung.
	Windenergie	Aus Luftströmungen gewonnene Energie.
	Biomasse	Aus Biomasse (z. B. Holz oder Gülle) gewonnene Energie.
	Geothermie	Durch Nutzung von Erdwärme gewonnene Energie.
	Geförderter Strom KEV	Durch die kostendeckende Einspeisevergütung (KEV) geförderte Stromproduktion aus erneuerbaren Energien (Mix 2016, gemäss BFE: 45.3% Wasserkraft, 20% Sonnenenergie, 3.2% Windenergie, 31.5% Biomasse und Abfälle aus Biomasse, 0% Geothermie).
	Kernenergie	Durch Kernspaltung gewonnene Energie.

	Erdöl	Aus Erdöl gewonnene Energie.
	Erdgas	Aus Erdgas gewonnene Energie.
	Kohle	Aus Kohle gewonnene Energie
	Abfälle	Aus der Verbrennung von Abfällen gewonnene Energie.
	Nicht überprüfbare Energieträger	Elektrizität, zu der kein Nachweis vorliegt oder deren Produktionsart und Herkunft nicht eindeutig zu ermitteln sind (Definition gemäss dem Leitfaden Stromkennzeichnung, BFE 2012).
Eigenverbrauch/Einspeisung	Eigenverbrauch	Jener Stromanteil, der von den TU selbst verbraucht wird.
	Einspeisung	Jener Stromanteil, der von den TU nicht selbst verbraucht, sondern in das Stromnetz eingespiesen wird.
TTW/WWT	TTW	Endenergieverbrauch bzw. direkte Emissionen aus dem Betrieb von Fahrzeugen («tank-to-wheel»).
	WWT	Zusätzlich zum Endenergieverbrauch bzw. den direkten Emissionen aus dem Betrieb von Fahrzeugen werden der Primärenergieverbrauch bzw. die indirekten Emissionen aus der Bereitstellung des Energieträgers einbezogen («well-to-wheel»)
Unternehmensbereiche	Transportbetrieb	Alle Bereiche einer TU, die zum reinen Transportbetrieb gehören.
Herkunft	Schweiz	In der Schweiz hergestellter Strom.
	Ausland	Im Ausland hergestellter Strom

Tabelle INFRAS. Quelle: eigene Darstellung

## A5. Fragebogenentwürfe

### Abbildung 5: Fragebogen öV Schiene

#### Erhebung Personenverkehr <VEMI (öV Schiene - EB oder ZR)>

Seite [x]: Energieverbrauch Transportbetrieb Eisenbahn

	Einheit	Vorjahr	Erhebungsjahr	Eingabe	Erhebungsjahr	Erfassungseinheit
<b>Energieverbrauch Transport</b>						
(inkl. Infrastrukturbetrieb, ab Unterwerk)	Gigajoule	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>		1000 kWh
<b>Energieverbrauch Transport (nur Fahrzeuge), nach Verkehrsfunktion:</b>						
Ortsverkehr	Gigajoule	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>		1000 kWh
Fernverkehr	Gigajoule	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>		1000 kWh
Regionalverkehr <sup>1)</sup>	Gigajoule	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>		1000 kWh
Ausflugsverkehr <sup>2)</sup>	Gigajoule	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>		1000 kWh
<b>TOTAL (nur Fahrzeuge)</b>	Gigajoule	<input type="text"/>	<input type="text"/>			

Bemerkungen:

<sup>1)</sup> Regionalverkehr mit Erschliessungsfunktion, von Bund/Kantonen bestellt und abgegolten

<sup>2)</sup> Regionalverkehr ohne Erschliessungsfunktion, von Abgeltung ausgenommene touristische Angebote

Grafik INFRAS. Quelle: eigene Darstellung

### Abbildung 6: Fragebogen Güterverkehr Eisenbahn

#### Erhebung Güterverkehr Eisenbahn

Seite [x]: Energieverbrauch Transportbetrieb

	Einheit	Vorjahr	Erhebungsjahr	Eingabe	Erhebungsjahr	Erfassungseinheit
Elektrizität	Gigajoule	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>		1000 kWh

Bemerkungen:

Grafik INFRAS. Quelle: eigene Darstellung

## Abbildung 7: Fragebogen öV Strasse

## Erhebung Personenverkehr

&lt;VEMI (öV Strasse - AB, TB oder TR)&gt;

Seite [x]: Energieverbrauch Transportbetrieb

## Ortsverkehr

Energieverbrauch nach Energieträger	Einheit	Vorjahr	Erhebungsjahr	Eingabe	Erhebungsjahr	
Diesel	Gigajoule	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>		Liter Diesel
Biodiesel	Gigajoule	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>		Liter Biodiesel
CNG	Gigajoule	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>		kg CNG
Biogas	Gigajoule	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>		kg Biogas
Elektrizität	Gigajoule	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>		1000 kWh
andere	Gigajoule	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>		Gigajoule
<b>Energieverbrauch Ortsverkehr TOTAL</b>	Gigajoule	<input type="text"/>	<input type="text"/>			

Regionalverkehr <sup>1)</sup>

Energieverbrauch nach Energieträger	Einheit	Vorjahr	Erhebungsjahr	Eingabe	Erhebungsjahr	
Diesel	Gigajoule	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>		Liter Diesel
Biodiesel	Gigajoule	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>		Liter Biodiesel
CNG	Gigajoule	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>		kg CNG
Biogas	Gigajoule	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>		kg Biogas
Elektrizität	Gigajoule	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>		1000 kWh
andere	Gigajoule	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>		Gigajoule
<b>Energieverbrauch Regionalverkehr TOTAL</b>	Gigajoule	<input type="text"/>	<input type="text"/>			

Ausflugsverkehr <sup>2)</sup>

Energieverbrauch nach Energieträger	Einheit	Vorjahr	Erhebungsjahr	Eingabe	Erhebungsjahr	
Diesel	Gigajoule	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>		Liter Diesel
Biodiesel	Gigajoule	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>		Liter Biodiesel
CNG	Gigajoule	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>		kg CNG
Biogas	Gigajoule	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>		kg Biogas
Elektrizität	Gigajoule	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>		1000 kWh
andere	Gigajoule	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>		Gigajoule
<b>Energieverbrauch Ausflugsverkehr TOTAL</b>	Gigajoule	<input type="text"/>	<input type="text"/>			

## Energieverbrauch Transport TOTAL

Gigajoule  

Bemerkungen:

<sup>1)</sup> Regionalverkehr mit Erschliessungsfunktion, von Bund/Kantonen bestellt und abgegolten

<sup>2)</sup> Regionalverkehr ohne Erschliessungsfunktion, von Abgeltung ausgenommene touristische Angebote

## Abbildung 8: Fragebogen Seilbahnen

## Erhebung Personenverkehr

## &lt;VEMI (Seilbahnen - Luftseilbahnen oder Standseilbahnen)&gt;

Seite [x]: Stromverbrauch

Die gelieferten Daten beziehen sich auf:

- das Kalenderjahr 2016  
 das Geschäftsjahr \_\_\_\_\_ von \_\_\_\_\_ bis \_\_\_\_\_ (TT.MM.JJJJ)

	Einheit	Vorjahr	Erhebungsjahr	Eingabe	Erhebungsjahr	
<b>Gesamtstromverbrauch Unternehmen:</b>	Gigajoule	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>		1000 kWh

*Falls vorhanden:*

Transportanlagen	Einheit	Vorjahr	Erhebungsjahr	Eingabe	Erhebungsjahr	
Elektrizität	Gigajoule	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>		1000 kWh

Beschneigung	Einheit	Vorjahr	Erhebungsjahr	Eingabe	Erhebungsjahr	
Elektrizität	Gigajoule	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>		1000 kWh

Übriges	Einheit	Vorjahr	Erhebungsjahr	Eingabe	Erhebungsjahr	
Elektrizität	Gigajoule	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>		1000 kWh

## Angaben pro Anlage

Jahresenergieverbrauch Transport	Einheit	Vorjahr	Erhebungsjahr	Eingabe	Erhebungsjahr	
Anlage 1 (Anlage-Nr.)	Gigajoule	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>		1000 kWh
Anlage 2 (Anlage-Nr.)	Gigajoule	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>		1000 kWh
Anlage 3 (Anlage-Nr.)	Gigajoule	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>		1000 kWh
...						

Bemerkungen:

Grafik INFRAS. Quelle: eigene Darstellung

Abbildung 9: Fragebogen Schiffe oder Autofähren

## Erhebung Personenverkehr

## &lt;VEMI (Schiffe oder Autofähren)&gt;

Seite [x]: Energieverbrauch Transportbetrieb

Energieverbrauch nach Energieträger	Einheit	Vorjahr	Erhebungsjahr	Eingabe	Erhebungsjahr
Diesel	Gigajoule	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Liter Diesel
Heizöl extraleicht	Gigajoule	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Liter Heizöl
Biodiesel	Gigajoule	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Liter Biodiesel
andere	Gigajoule	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Gigajoule
<b>Energieverbrauch Transport TOTAL</b>		<input type="text"/>	<input type="text"/>		

Bemerkungen:

Grafik INFRAS. Quelle: eigene Darstellung

Abbildung 10: Fragebogen Strommix

## Erhebung Transportunternehmen

Seite [x]: Strommix eingekaufte Elektrizität

<b>Strommix 1:</b> <input type="text" value="(Name)"/>	Einheit	<b>Vorjahr</b>	<b>Eingabe Erhebungsjahr</b>	<b>Anmerkung TU</b>
Menge	1000 kWh	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Lieferant	Name	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Falls spezifisches Produkt oder kundenspezifischer Strommix angerechnet werden soll:

	Einheit	Vorjahr	Erhebungsjahr	Eingabe Erhebungsjahr
<b>+ Herkunft Schweiz</b>	1000 kWh	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
Wasserkraft	%	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Sonnenenergie	%	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Windenergie	%	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Biomasse	%	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Geothermie	%	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Geförderter Strom KEV	%	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Kernenergie	%	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Erdöl	%	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Erdgas	%	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Kohle	%	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Abfälle	%	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Nicht überprüfbare Energieträger	%	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

	Einheit	Vorjahr	Erhebungsjahr	Eingabe Erhebungsjahr
<b>+ Herkunft Ausland</b>	1000 kWh	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
Wasserkraft	%	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Sonnenenergie	%	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Windenergie	%	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Biomasse	%	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Geothermie	%	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Geförderter Strom KEV	%	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Kernenergie	%	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Erdöl	%	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Erdgas	%	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Kohle	%	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Abfälle	%	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Nicht überprüfbare Energieträger	%	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

**TOTAL Herkunft CH und Ausland (bzgl. angegebener Menge ganz oben)**

Grafik INFRAS. Quelle: eigene Darstellung

Abbildung 11: Fragebogen Eigenproduktion von erneuerbaren Energien

## Erhebung Transportunternehmen

Seite [x]: Strommix selbst produzierte Elektrizität

	Einheit	Vorjahr	Erhebungsjahr	Eingabe Erhebungsjahr	Anmerkung TU
Menge	1000 kWh	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Anteil Eigengebrauch	%	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
Anteil Einspeisung	%	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	

---

	Einheit	Vorjahr	Erhebungsjahr	Eingabe Erhebungsjahr
<b>Energieträger</b>	1000 kWh	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Elektrizität	%	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Biodiesel	%	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Bioethanol	%	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Biogas	%	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
andere	%	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

---

	Einheit	Vorjahr	Erhebungsjahr	Eingabe Erhebungsjahr
<b>Produktionsart Elektrizität</b>	1000 kWh	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Wasserkraft	%	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Hausmüll	%	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Windenergie	%	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Sonnenenergie	%	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Geothermie	%	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Biomasse	%	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Sonstige erneuerbare	%	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Grafik INFRAS. Quelle: &lt;bitte hier eingeben&gt;

## A6. Energie- und Treibhausgasemissionsfaktoren

**Tabelle 15: In Gesamtenergiestatistik und nationalem Treibhausgasinventar der Schweiz verwendete Energie- und CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren.**

	<b>Emissionsfaktor t CO<sub>2</sub> / t</b>	<b>Heizwert TJ / t</b>	<b>EF t CO<sub>2</sub> / TJ</b>	<b>Dichte t / m<sup>3</sup></b>	<b>EF t CO<sub>2</sub> / m<sup>3</sup></b>
<b>Benzin</b>	3.15	0.0426	73.8	0.737	2.32
<b>Diesel</b>	3.15	0.0430	73.3	0.830	2.62
<b>Flugpetrol</b>	3.14	0.0432	72.8	0.799	2.51
<b>Heizöl extraleicht</b>	3.16	0.0429	73.7	0.839	2.65
<b>Schweröl</b>	3.17	0.0412	77.0	0.960	3.04
<b>Erdgas</b>	2.58	0.0457	56.4	0.000795	0.002
<b>LPG<sup>§</sup></b>	3.01	0.0460	65.5	0.540 <sup>+</sup>	1.63
<b>Petrolkoks</b>	2.90	0.0318	91.4		
<b>Steinkohle</b>	2.36	0.0255	92.7		
<b>Braunkohle</b>	2.26	0.0236	96.1		

<sup>§</sup> Zusammensetzung LPG: 50% Propan, 50% Butan

<sup>+</sup> Dichte des verflüssigten Gases

Quelle: BAFU 2016

## A7. Vergleich mit dem benachbarten Ausland

Das folgende Kapitel enthält einen kurzen Überblick über regelmässig erhobene Energiedaten in den Nachbarländern der Schweiz. Eine Zusammenstellung inklusive der jeweiligen Datenquellen und dem Vorgehen zur Datenverwaltung findet sich in Tabelle 16. Der Fokus liegt dabei auf Daten, die regelmässig von staatlichen bzw. staatsnahen Institutionen nachgeführt werden. Darüber hinaus werden detaillierter aufgelöste Daten zu ausgewählten Themen im Rahmen von Studien erhoben und ausgewiesen. Dabei handelt es sich um Analysen zu spezifischen Fragestellungen, häufig auch prognostischer Art, die fallspezifisch erstellt und in der Regel bei Bedarf aktualisiert werden.

**Tabelle 16: Kurzüberblick Datenerhebungen und -verwaltung zum Energieverbrauch/ -effizienz in Nachbarländern der Schweiz**

Stelle	Daten	Quellen	Verwaltung
<b>Deutschland</b>			
Destatis (Statistisches Bundesamt)	Energieverbrauch nach Sektoren (Total Verkehr) und Energieträger	Div. Quellen: Energieproduzenten, Import/Export, Erhebung der Liefermengen an Verbrauchergruppen (Schiene, Strasse)	Jährliche Aktualisierung mit neuen Daten
AG Energiebilanzen	Primär-, und Endenergieverbrauch sowie Energieeffizienz [MJ/pkm] nach Sektoren und Energieträger	wie oben	Jährliche Publikation von Energiestatistiken im Auftrag des Bundes
Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI)	Endenergieverbrauch nach Verkehrsbereichen (u.a. ÖV), CO <sub>2</sub> -Emissionen des Verkehrs	AG Energiebilanzen, Verbände, eigene Berechnungen	Jährliche Aktualisierung; Bearbeitung durch DIW (Deut. Institut für Wirtschaftsforschung)

<b>Österreich</b>			
Ministerien für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft sowie für Verkehr, Innovation und Technologie	Endenergieverbrauch nach Verkehrsträger, Energieeffizienz von Pkws	Verbraucherzahlen aus den Bundesländern, Energiedaten aus div. Quellen (ähnlich Deutschland)	Jährliche Aktualisierung mit neuen Daten
<b>Frankreich</b>			
Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie	Endenergieverbrauch nach Energieträger und Sektor	div. Quellen: Stromproduzenten, Hersteller/Vertreiber (Erdölprodukte), Verbraucherdaten von Grosskunden	Datenverwaltung bei den Datenlieferanten, jährliche Energiebilanzen publiziert vom Ministerium
<b>Italien</b>			
Instituto nazionale di statistica	Energieverbrauch nach Sektor, Verkehrsträger und Energieträger	div. Quellen aus den jeweiligen Fachämter, Befragungen	Jährliche Aktualisierung und Konsolidierung der Datenbank

Tabelle INFRAS. Quelle: Div. Webseiten der nationalen Energie-, und Umweltfachämter. Eigene Darstellung.

Die in diesem Rahmen erhobenen und publizierten Daten zu Energieverbrauch und CO<sub>2</sub>-Ausstoss der Nachbarländer der Schweiz sind relativ grob aufgelöst – meist wird unterschieden nach den klassischen Wirtschaftssektoren (Haushalte, Industrie, Dienstleistungen, Verkehr) und im Sektor Verkehr weiter nach Verkehrsträger (Strasse, Schiene, Luftfahrt, Schifffahrt), sowie Energieträger (fossil, erneuerbar, etc.). Der öffentliche Verkehr als eigenständiges Merkmal findet sich in diesen übergeordneten Kennzahlen meist nicht. Zusammengeführt und verwaltet werden diese Daten von den jeweiligen nationalen Fach-, oder Statistikämtern. Zusätzlich werden Teile davon von den EU-Mitgliedstaaten jährlich an die europäische Statistikbehörde (EUROSTAT) übermittelt, wo sie konsolidiert und harmonisiert werden. Sowohl auf nationaler als auch auf EU-Ebene werden die Daten hauptsächlich für folgende Zwecke verwendet: Monitoring von nationalen Energiestrategien, Erkennen von Trends im Energieverbrauch, Identifizieren von Steigerungspotentialen bezüglich Energieeffizienz und Vergleich mit anderen Ländern.

Die Energie- und Umweltfachämter (Umwelt-, Energieministerien bzw. –ämter) führen parallel dazu häufig spezifischere Daten. So betreibt beispielsweise das Umweltbundesamt in Deutschland – ähnlich wie das BAFU in der Schweiz – ein Modell zur Ermittlung der Emissionen und des Energieverbrauchs des Verkehrs (TREMODO). Mit diesem bottom-up-Modell lassen sich die Verbräuche detaillierter nach Verkehrsmittel (u.a. Bahn PV/GV, Busse) auflösen und damit der öffentliche Verkehr abgrenzen. Solche Modelle zielen aber insbesondere auf Szenarienrechnungen und Prognosen ab und sind daher nur bedingt für Monitoringzwecke geeignet. Ein weiterer Treiber für die Berechnung und Publikation von Energieverbräuchen bzw. Treibhausgasemissionen ist die Berichterstattung im Rahmen der internationalen Klimakonventionen

(„National Inventory Reports“ im Rahmen von UNFCCC und Kyoto Protocol). Dazu werden in den Ländern Statistiken ausgewertet, Modellierungen zum Energieverbrauch und zu den Treibhausgasemissionen des Verkehrssektors durchgeführt und aufgelöst nach Verkehrsträgern ausgewiesen (Bahn, Strasse, Flug- und Schiffsverkehr).

Länderübergreifende Statistiken, welche Teilbereiche des öffentlichen Verkehrs abdecken, sind ausserdem bei den entsprechenden Verbänden (z.B. UIC, UITP) verfügbar. Beispielsweise publiziert der internationale Eisenbahnverband (UIC) umfassende Statistiken zu Unternehmenskennwerten, Verkehrsaktivitäten und Sicherheit, welche auf Angaben seiner Mitglieder (Transportunternehmen) beruhen. Dabei erfasst der UIC auch Angaben zum Energieverbrauch, unterschieden nach Personen/Güterverkehr sowie nach Energie- bzw. Traktionsart. Seit ein paar Jahren erfasst und berechnet der UIC auch detailliertere Energieverbräuche (inkl. Energiebereitstellung) und CO<sub>2</sub>-Emissionen für den Bahnverkehr. Diese Daten beruhen auf Meldungen der Mitglieder, werden jährlich nachgeführt und sind kostenpflichtig öffentlich verfügbar.

## Glossar

<b>AA</b>	Stossrichtung der ESöV: Ausstieg aus der Kernenergie
<b>AB</b>	Autobusse (Verkehrsmittelkategorie in der bestehenden öV-Statistik)
<b>AF</b>	Autofahren (Verkehrsmittelkategorie in der bestehenden öV-Statistik)
<b>ADfV</b>	Verordnung über Abgeltungen, Darlehen und Finanzhilfen nach Eisenbahngesetz
<b>BAFU</b>	Bundesamt für Umwelt
<b>BAV</b>	Bundesamt für Verkehr
<b>BFE</b>	Bundesamt für Energie
<b>BFS</b>	Bundesamt für Statistik
<b>btkm</b>	Bruttotonnenkilometer
<b>CNG</b>	Compressed natural gas
<b>CO<sub>2</sub></b>	Kohlendioxid (wichtigstes Treibhausgas). Zusätzlich steht die Abkürzung für die Stossrichtung der ESöV «Senkung des Kohlendioxid-Ausstosses»
<b>CO<sub>2e</sub></b>	CO <sub>2</sub> -Äquivalente, Treibhausgasemissionen aller Treibhausgase (inkl. CO <sub>2</sub> ) ausgedrückt in der Klimawirkung von CO <sub>2</sub>
<b>EB</b>	Eisenbahn (Verkehrsmittelkategorie in der bestehenden öV-Statistik)
<b>EE</b>	Stossrichtung der ESöV: Steigerung der Energieeffizienz
<b>ER</b>	Stossrichtung der ESöV: Produktion erneuerbarer Energie
<b>ESöV</b>	Energiestrategie im öffentlichen Verkehr (des BAV)
<b>Fzkm</b>	Fahrzeugkilometer
<b>GHG</b>	Greenhouse Gas
<b>GJ</b>	Gigajoule
<b>GV</b>	Güterverkehr
<b>GWP</b>	Global Warming Potential. Klimaerwärmungspotential eines Treibhausgases bei einem bestimmten Zeithorizont
<b>Hz</b>	Hertz
<b>kWh</b>	Kilowattstunde
<b>LCA</b>	Life Cycle Assessment
<b>LCI</b>	Life Cycle Inventory (Datengrundlage für LCA)
<b>LS</b>	Luftseilbahnen (Verkehrsmittelkategorie in der bestehenden öV-Statistik)
<b>ÖPNV</b>	Öffentlicher Personennahverkehr
<b>pkm</b>	Personenkilometer
<b>PV</b>	Personenverkehr
<b>SC</b>	Personenschiffe (Verkehrsmittelkategorie in der bestehenden öV-Statistik)

<b>ST</b>	Standseilbahnen (Verkehrsmittelkategorie in der bestehenden öV-Statistik)
<b>TB</b>	Trolleybusse (Verkehrsmittelkategorie in der bestehenden öV-Statistik)
<b>tkm</b>	Tonnenkilometer
<b>TR</b>	Trams (Verkehrsmittelkategorie in der bestehenden öV-Statistik)
<b>TU</b>	Transportunternehmen
<b>TTW</b>	«Tank-to-wheel», Energieverbrauch oder Emissionen im Fahrzeugbetrieb
<b>WTW</b>	«Well-to-wheel», Energieverbrauch oder Emissionen im Fahrzeugbetrieb und der Energiebereitstellung
<b>WTW</b>	«Well-to-tank», Energieverbrauch oder Emissionen der Energiebereitstellung
<b>ZR</b>	Zahnradbahn (Verkehrsmittelkategorie in der bestehenden öV-Statistik)
<b>Zugkm</b>	Zugkilometer

## Literatur

- Amstein + Walther [in Bearbeitung]:** Potentialanalyse Energieproduktion TU. Bundesamt für Verkehr (BAV).
- BAFU 2016:** Faktenblatt CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren des Treibhausgasinventars der Schweiz. Bundesamt für Umwelt (BAFU), Ittigen. [[http://www.bafu.admin.ch/klima/09608/index.html?lang=de&download=NHZLp-Zeg7t,Inp6l0NTU042l2Z6ln1acy4Zn4Z2qZpnO2Yuuq2Z6gpJCEe3t3gGym162epYbg2c\\_JjKbNoKSn6A--](http://www.bafu.admin.ch/klima/09608/index.html?lang=de&download=NHZLp-Zeg7t,Inp6l0NTU042l2Z6ln1acy4Zn4Z2qZpnO2Yuuq2Z6gpJCEe3t3gGym162epYbg2c_JjKbNoKSn6A--)].
- BAV 2008:** Leitfaden Kennzahlen RPV. Bundesamt für Verkehr (BAV). [<https://www.bav.admin.ch/bav/de/home/das-bav/aufgaben-des-amtes/finanzierung/finanzierung-verkehr/personenverkehr/rpv-mit-erschliessungsfunktion/rpv-kennzahlen.html>].
- BFE 2012:** Leitfaden Stromkennzeichnung. Bundesamt für Energie (BFE). [[https://www.google.ch/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjKmpfJjevOAhXFVxoKHY-EBEcQFggp-MAE&url=http%3A%2F%2Fwww.bfe.admin.ch%2Fphp%2Fmodules%2Fpublikationen%2Fstream.php%3Fextlang%3Dde%26name%3Dde\\_438429199.pdf&usg=AFQjCNEFEb0E67OC9dOQAum5hWxmAkj82g&bvm=bv.131286987,d.d2s](https://www.google.ch/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjKmpfJjevOAhXFVxoKHY-EBEcQFggp-MAE&url=http%3A%2F%2Fwww.bfe.admin.ch%2Fphp%2Fmodules%2Fpublikationen%2Fstream.php%3Fextlang%3Dde%26name%3Dde_438429199.pdf&usg=AFQjCNEFEb0E67OC9dOQAum5hWxmAkj82g&bvm=bv.131286987,d.d2s)].
- BFE 2015:** Analyse der des schweizerischen Energieverbrauchs 2000 – 2014 nach Verwendungszwecken. Bundesamt für Energie (BFE), Bern.
- BFE 2016:** Schweizerische Gesamtenergiestatistik 2015. [[http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?extlang=de&name=de\\_83041321.pdf](http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?extlang=de&name=de_83041321.pdf)].
- BFS 2015:** Exceldatei Planung Produktion ÖV-Daten 2015 (nicht publiziert). Bundesamt für Statistik (BFS), Neuchâtel.
- BFS 2016:** Erhebungen, Quellen – Statistik des öffentlichen Verkehrs (OeV). Bundesamt für Statistik (BFS), Neuchâtel. [[http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/infothek/erhebungen\\_\\_quellen/blank/blank/soev/03.html](http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/infothek/erhebungen__quellen/blank/blank/soev/03.html)].
- BMVDI 2014:** Berechnung des Energieverbrauchs und der Treibhausgasemissionen des ÖPNV - Leitfaden zur Anwendung der europäischen Norm EN 16258. [[http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/VerkehrUndMobilitaet/energieverbrauch-treibhausgasemission-oepnv.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/VerkehrUndMobilitaet/energieverbrauch-treibhausgasemission-oepnv.pdf?__blob=publicationFile)].
- CEN 2012:** Methodology for calculation and declaration of energy consumption and GHG emissions of transport services (freight and passengers). European Standard EN 16258. European Committee for Standardization (CEN), Brussels.
- Ecoinvent 2014:** Ecoinvent Database v3.1. Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf. [[www.ecoinvent.ch](http://www.ecoinvent.ch)].

- Frischknecht, R., Itten, R., Flury, K. 2012:** Treibhausgas-Emissionen der Schweizer Strommixe (v1.4). Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU). ESU services GmbH, Uster.
- Grandjean, N., Chrétien, R. 2014:** Energieeffizienz bei öV-Unternehmen: Bestandesaufnahme und Potenziale. Projekt P-003, Bundesamt für Verkehr (BAV). Bern.
- IINAS 2015:** GEMIS 4.94 – Gesamt-Emissions-Modell Integrierter Systeme. Umwelt- und Kostenanalyse von Energie-, Transport- und Stoffsystemen. EDV-Modell. Internationales Institut für Nachhaltigkeitsanalysen und -strategien (IINAS), Darmstadt/Berlin. [<http://www.iinas.org/gemis-docs-de.html>].
- INFRAS 2008:** Revision Statistik „Der öffentliche Verkehr“. Detailkonzept. Bundesamt für Statistik (BFS), Bern.
- INFRAS, IFEU 2011:** ÖV und Umwelt. Herausforderungen und Handlungsbedarf.
- ISO 2006:** ISO 14064-1:2006. Greenhouse gases - Part 1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals. International Organization for Standardization (ISO). [[http://www.iso.org/iso/catalogue\\_detail?csnumber=38381](http://www.iso.org/iso/catalogue_detail?csnumber=38381)].
- Knörr, W. 2015:** Ermittlung der CO<sub>2</sub>-Emissionen für grünen Strom – welche Methoden anzuwenden sind. Presentation at 6. Fachkonferenz “CO<sub>2</sub>-Emissionen in der Logistik”, 26.3.2015 in Duesseldorf, organized by Verkehrsrundschau, München.
- RBS 2014:** Klimabilanz RBS für das Jahr 2012. Technischer Bericht. Regionalverkehr Bern-Solothurn (RBS), Bern.
- Stolz, P., Frischknecht, R. 2015:** Umweltbilanz Strommix Schweiz 2011. Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU). treeze Ltd., Zürich. [[http://www.bafu.admin.ch/klima/09608/index.html?lang=de&download=NHZLp-Zeg7t,lnp6I0NTU042I2Z6ln1acy4Zn4Z2qZpnO2YUq2Z6gpJCHd4N2gmym162epYbg2c\\_JKbNoKSn6A--](http://www.bafu.admin.ch/klima/09608/index.html?lang=de&download=NHZLp-Zeg7t,lnp6I0NTU042I2Z6ln1acy4Zn4Z2qZpnO2YUq2Z6gpJCHd4N2gmym162epYbg2c_JKbNoKSn6A--)].
- Tuchschmid, M., Halder, M. 2010:** mobitool – Grundlagenbericht. Hintergrund, Methodik & Emissionsfaktoren. Schweizerische Bundesbahnen (SBB), swisscom, BKW, öbu.
- UIC, Sustainable Development Foundation 2014:** Zero Carbon Railways. Final Report. International Union of Railways (UIC) and Sustainable Development Foundation.
- WRI, WBSCD 2012:** Greenhouse Gas Protocol. [<http://www.ghgprotocol.org/>].
- Zegg, R., Küng, T., Grossrieder, R. 2010:** Energiemanagement Bergbahnen. Studie im Auftrag von Seilbahnen Schweiz SBS. SBS Schriften 05\_d. Seilbahnen Schweiz (SBS), Bern/Chur.