Evaluierungsmethode für Klimaschutzmaßnahmen im Verkehr

Auftraggeber:

Klima- und Energiefonds des Bundes
Projekt Nr. A760655

Verfasser:

Gerd Sammer, o. Univ.Prof. DI. Dr.
Gerald Röschel, DI. Dr.
Christian Gruber, DI.
ZIS+P *Verkehrsplanung,*
Sammer und Partner ZT GmbH

Stefan Hausberger, Univ.Prof. DI. Dr.
Martin Rexeis, DI. Dr.
Michael Zallinger, DI. Dr.
Jürgen Blassnegger, DI. Dr.
Michael Schwingshackl, DI.
TU Graz, Institut für Institut für
Verbrennungskraftmaschinen
und Thermodynamik

Bernhard Zach,
Bernhard Zach Softwareentwicklung

ZIS+P Projekt Nr. 2008-16

Endbericht

**Eine Studie im Auftrag des
Österreichischen Klima- und Energiefonds**

Graz-Wien 2010

Auftraggeber:
Klima- und Energiefonds des Bundes

Verfasser:
Gerd Sammer, o. Univ.Prof. DI. Dr.
Gerald Röschel, DI. Dr.
Christian Gruber, DI.
ZIS+P Verkehrsplanung
Sammer&Partner, Ziviltechnikergesellschaft m.b.H.
Leonhardstraße 12, 8010 Graz
Tel.: (0316) 38-20-21
e-mail: office@zis-p.at
www.zis-p.at

Stefan Hausberger, Univ.Prof. DI. Dr.
Martin Rexeis, DI. Dr.
Michael Zallinger, DI. Dr.
Jürgen Blassnegger, DI. Dr.
Michael Schwingshackl, DI.
TU Graz, Institut für Institut für
Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik
Inffeldgasse 21 A, A-8010 Graz
Tel.: +43/(0)316/873-7200
Fax: +43/(0)316/873-7700
office@fvt.at
http://vkm-thd.tugraz.at

Bernhard Zach,
Bernhard Zach Softwareentwicklung
Mühlenweg 36, 8046 Graz Stattegg
e-mail: bzach@gmx.net

Projekt Nr. 2008-16
Graz – Wien, Dezember 2010

Teilnehmer der projektbegleitenden Arbeitsgruppe für das Forschungsprojekt Evaluierung für Klimaschutzmaßnahmen Verkehr, Mitglieder der Arbeitsgruppe (ohne Titel):

- **Herry Max, Herry Consulting**, Wien;
- **Ibesich Nikolaus**, Umweltbundesamt, Wien;
- **Klementschitz Roman**, Boku Wien, Wien;
- **Molitor Romain**, Komobile, Wien;
- **Rexeis Martin**, TU Graz, Institut für Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik, Graz;
- **Röschel Gerald**, ZIS+P, Graz;
- **Sammer Gerd**, ZIS+P, Graz;
- **Schwingshackl Michael**, TU Graz, Institut für Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik, Graz;
- **Sebastnik Rudolf** , SCHIG, Wien.
- **Wiederkehr Peter**, Umweltbundesamt, Wien.

Die Funktion der projektbegleitenden Arbeitsgruppe bestand darin, den Bearbeitern während des Projektes Rückkoppelung und kritische Kommentare zu geben. Dieses Feedback wurde, so weit ein Konsens vorhanden war, eingearbeitet. Die Verfasser danken den Mitgliedern der Arbeitsgruppe für die konstruktive und wertvolle Zusammenarbeit. Es ist aber festzuhalten, dass die Mitglieder der projektbegleitenden Arbeitsgruppe keine Verantwortung für den Inhalt des Berichtes tragen. Diese liegt bei den Verfassern des Berichtes.

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung und Problemstellung 6

1.1 Problemstellung 6
1.2 Arbeitschritte 6
1.3 Rückkoppelung durch die projektbegleitende Arbeitsgruppe 7
1.4 Projektergebnisse 8

2 Ziele des Projektes 8

3 Systemabgrenzung und Definitionen 9

3.1 Zeitliche Systemabgrenzung 9
3.2 Räumliche Systemabgrenzung 9
3.3 Inhaltliche Systemabgrenzung 9
3.3.1 Evaluierung der Auswirkungen 9
3.3.2 Emissionsrechnung Abgas und CO_2 10
3.4 Begriffsbestimmungen 11

4 Literatur-, Projekt- und Maßnahmenrecherche 13

4.1 Literaturanalyse 13
4.2 Maßnahmenrecherche 15

5 Standardisiertes Evaluierungsverfahren (SEV) für Klimaschutzmaßnahmen im Verkehr 17

5.1 Methodische Überlegungen 17
5.2 Verkehrsnachfrageermittlung (Mengengerüst 1) 18
5.3 Fahrzeugdaten, Umweltauswirkungsermittlung (Mengengerüst 2) 22
5.3.1 Datenbankstruktur 22
5.3.2 Datenherkunft für die Emissionsrechnung 29
5.3.3 Die Berechnungslogik der Emissionsrechnung 31
5.3.4 Weitere Hinweise zur Berechnung 36
5.4 Beschreibung der Kosten- und Nutzenkomponenten und ihrer quantitativen Vorgaben und Berechnung (Mengen- und Wertgerüst) 36
5.4.1 Investitionskosten Infrastruktur (Indikator 1.1) 36
5.4.2 Laufende Betriebskosten der Infrastruktur, Mobilitätsmanagement etc. (Indikator 1.2) 36
5.4.3 Fahrzeugbetriebskostengrundwerte ÖV (Indikator 1.3a) 37
5.4.4 Fahrzeugbetriebskostengrundwerte IV (Indikator 1.3b) 37
5.4.5 Fahrpersonalkosten ÖV (Indikator 1.4a) 37
5.4.6 Fahrpersonalkosten IV (Indikator 1.4b) 37
5.4.7 Energiekosten ÖV (Indikator 1.5a) 37
5.4.8 Energiekosten IV (Indikator 1.5b) 37
5.4.9 Reisezeitkosten / Transportzeitkosten (Indikator 1.6) 37
5.4.10 Unfallkosten (Indikator 1.7) 37
5.4.11 Gesundheitskosten (Indikator 1.8) 38
5.4.12 Lärmkosten (Indikator 1.9) 38
5.4.13 Schadstoffkosten (Indikator 1.10) 38
5.4.14 Klimakosten (Indikator 1.11) 38
5.4.15 Konsumentenrente Neuverkehr (Indikator 1.12) 38
5.4.16 Diskontierung der Ergebnisse 39
5.5 Ergebniskriterien 40

6 Software-Tool SEV 43

7 Testdurchläufe des SEV und Ergebnisse 44

7.1 Testfall 1: Anwendungsfall Ersatz von 5 Diesel-PKW durch 5 Elektro-PKW, Installation einer Photovoltaik-Anlage mit Elektrotankstelle 44
7.2 Testfall 2: Verlängerung eines Linienbuskurses zu einer Schule 47
7.3 Testfall 3: Einführung von Mobilitätsmanagement für das Fahrradfahren in einem Betrieb 49
7.4 Testfall 4: Mobilitätsmanagement und Fahrradförderung für ein großes Landeskrankenhaus einer Landeshauptstadt 52
7.5 Testfall 5: Einführung eines Gemeinde-Bussystems in einer mittleren Gemeinde 57
7.6 Testfall 6: Anschaffung eines Elektro-Fahrrades einer Person 61

8 Zusammenfassung 64

9 Richtlinien, Normen und Literatur 65

9.1 Verwendete Abkürzungen 68

10 Anhang: User Manual für das Softwaretool SEV 70

1 Einleitung und Problemstellung

1.1 Problemstellung

Auf Grund der Aktualität der Klimafragen in Forschung und Beratung werden einerseits im Rahmen verschiedener Projekte eine Vielzahl von Maßnahmen zum Klimaschutz konzipiert und ihre Auswirkungen ermittelt und teilweise auch evaluiert. Meistens werden hiefür sehr unterschiedliche Bewertungsverfahren verwendet. Hiezu zählen zum Beispiel nicht formalisierte Verfahren wie die Wirkungsanalyse, bei der in der Regel nur die Reduktionsmaßnahmen der Treibhausgase und anderer Emissionen berücksichtigt werden oder formalisierte Verfahren mit nicht monetären Auswirkungen wie z.B. die Nutzwertanalyse oder die Nachhaltige Entwicklungsanalyse oder mit monetären Auswirkungen die Kosten-Nutzenanalyse und Kostenwirksamkeitsanalyse. Alle diese Verfahren haben etwas gemeinsam: Sie sind nicht miteinander vergleichbar, weil die Kostenansätze für die Emissionskomponentenbewertung, die Zeitbewertung, die Unfallbewertung, Investitionskosten und Betriebskosten für Verkehr und Infrastruktur usw. unterschiedlich angenommen wurden, die Behandlung der zeitlichen Einflussfaktoren wie Diskontierung und Abschreibung unterschiedlich ist oder die berücksichtigten Wirkungen, wie z.B. der induzierte bzw. deduzierte Verkehr, bezüglich der Ermittlungsmethode nicht übereinstimmen. Die meisten dieser Anwendung von Evaluierungsverfahren sind nicht transparent und nachvollziehbar dargestellt. Es fehlt daher ein standardisiertes Bewertungsverfahren für Klimaschutzmaßnahmen, welches von allen Projektbetreibern in standardisierter Form angewendet und dargestellt wird, um die Qualität der Aussagen zu steigern und vor allem vergleichbar zu machen.

1.2 Arbeitschritte

Für die Umsetzung der Zielsetzung des Projektes wurden folgende Arbeitsschritte durchgeführt:

AS1 – Literatur-, Projekt- und Maßnahmenrecherche
Anhand von Literatur und Forschungsarbeiten wurde der aktuelle Wissensstand zum Thema Evaluierungsmaßnahmen für Klimaschutzmaßnahmen für den Verkehrssektor recherchiert. Insbesondere wurden die bestehenden Projekte des Klimafonds und des Umweltministeriums auf ihre Anforderungen bezüglich einer Evaluierung bzw. die vorhandenen Wirkungen sowie deren Einbeziehung in das Bewertungsverfahren analysiert.

AS2 – Erstellung einer konsolidierten Maßnahmenliste und der Anforderungen der Maßnahmen an ein standardisiertes Evaluierungsverfahrens (SEV)

- In der begleitenden Arbeitsgruppe wurde eine generelle Maßnahmenliste definiert, für die das Verfahren in einer Testanwendung durchgeführt werden soll. Darüber hinaus soll das Verfahren möglichst allgemein anwendbar entwickelt werden, um über die Testanwendungen hinaus eine Beurteilung einer möglichst großen Bandbreite von Maßnahmen zu ermöglichen.
- Auch die für die einzelnen Maßnahmen zu ermittelnden Einzelwirkungen (sowie die Beschreibung durch Indikatoren) wurden definiert.
  Für die betriebswirtschaftliche Bewertung ist eine Unterteilung insbesondere der Investitions- und Betriebskosten der Maßnahme nach dem auszuwertenden „Betrieb“ erforderlich.
  Die genaue Auswahl der Verfahren sowie der Indikatoren erfolgte gemeinsam in der begleitenden Arbeitsgruppe. Möglichst viele der Input-Daten zur Fahrzeugtechnik wurden aus den Modellen des Projektpartners Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik übernommen, zusätzlich wurden ergänzende Datenberechnungen durchgeführt.

AS3 - Entwicklung eines ersten Konzepts und Entwurfes für ein standardisiertes Evaluierungsverfahren (SEV) für Klimaschutzmaßnahmen
In Arbeitsschritt 3 wurde ein Konzept für die standardisierten Evaluierungsverfahren entwickelt. Es werden folgende Verfahren ausgearbeitet, die eine möglichst umfassende (monetäre) Bewertung ermöglichen:

- Gesamtwirtschaftliche Nutzen-Kostenanalyse;
- Betriebswirtschaftliche Kosten-Nutzenanalyse aus der Sicht der beauftragenden Gebietskörperschaft (Bund, Land, Gemeinde bzw. von Verkehrsbetreibern)

Dazu gehört auch eine Vorgabe für die Ermittlung der Indikatorwerte der einzelnen festgelegten Wirkungen sowie Vorgaben für Diskontierung, Wertsynthese sowie die standardisierte Ergebnisdarstellung.

AS4 – Testdurchlauf des SEV mit der Maßnahmenliste
In diesem Arbeitsschritt erfolgte die Quantifizierung des Mengengerüstes unter Verwendung der vorhandenen Auswirkungen, Ergänzung fehlender Auswirkungen, Durchrechnung des „SEV“ für die festgelegten Testmaßnahmen, Ergebnisdarstellung des Testdurchlaufs.

AS5 – Kritische Analyse der Ergebnisse des SEV für die getesteten Maßnahmen und finale Bearbeitung des SEV
In einem Workshop mit der begleitenden Arbeitsgruppe wurden die Ergebnisse des Testdurchlaufs kritisch hinterleuchtet und Stärken sowie Schwächen identifiziert. Für die Schwachstellen wurden Verbesserungen durchgeführt (wenn möglich und wenn z.B. nicht durch fehlende exakte Datengrundlagen bedingt).

AS6 – Herstellung des Software-Tools für das SEV
Die Verfahren zur standardisierten Bewertung werden in Form eines Softwaretools bereitgestellt werden. Eindeutig definierte Input-Daten werden in diesem Softwaretool verarbeitet, bewertet, Output ist eine einheitliche und vergleichbare Ergebnisauflistung.
Als Ergänzung zum Softwaretool wird ein Benutzerhandbuch bereitgestellt (siehe Anhang).

AS7 – Dokumentation und Verbreitung der Ergebnisse
Die Ergebnisse werden in Berichten dokumentiert und präsentiert. Zur Verbreitung der Ergebnisse sind Vorträge bei nationalen oder internationalen Konferenzen, Fachbeiträge zu wissenschaftlichen Veranstaltungen und Artikel in Fachzeitschriften geplant.

AS8 - Projektmanagement
Dieser Arbeitsschritt wurde von ZIS+P geleitet. Dazu zählte die Ausarbeitung und laufende zeitliche Überprüfung eines detaillierten Arbeitsplans, die laufende Koordination der verschiedenen Arbeitspakete, das Qualitätsmanagement des Projektes sowie die Zusammenstellung der begleitenden Arbeitsgruppe und deren Management.

Die Projektleitung und die gesamtwirtschaftliche Bewertung sowie betriebswirtschaftliche Bewertung lag im Verantwortungsbereich von ZIS+P Verkehrsplanung. Die Bereich der Fahrzeugtechnik inkl. der Abgas- und CO_2-Emissionen sowie Energieverbrauch wurde im Verantwortungsbereich des Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik der TU Graz durchgeführt. Für die softwaremäßigen Umsetzung wurde Bernhard Zach Softwareentwicklung beauftragt.

1.3 Rückkoppelung durch die projektbegleitende Arbeitsgruppe

Zur fachlichen Begleitung des Projektes wurde eine Arbeitsgruppe aus Vertretern des Verkehrsministeriums, des Umweltministeriums, des Umweltbundesamtes und anderen Fachleuten eingerichtet. Es wurden insgesamt 4 Treffen der projektbegleitenden Arbeitsgruppe in Wien durchgeführt mit entsprechender Vorbereitung und Vorstellung der Ergebnisse, Rückkoppelung und Diskussion sowie Abstimmung der weiteren Vorgangsweise. Folgende Personen waren Teilnehmer der projektbegleitenden Arbeitsgruppe (in alphabetischer Reihenfolge):

- **Max Herry,** Herry Consulting, Wien;
- **Nikolaus Ibesich**, Umweltbundesamt, Wien;
- **Roman Klementschitz**, Boku Wien, Wien;
- **Romain Molitor**, Komobile, Wien;
- **Martin Rexeis**, TU Graz, Institut für Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik, Graz;
- **Gerald Röschel**, ZIS+P, Graz;
- **Gerd Sammer**, ZIS+P, Graz;
- **Michael Schwingshackl**, TU Graz, Institut für Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik, Graz;
- **Rudolf Sebastnik**, SCHIG, Wien;
- **Thomas Spiegel**, BMVIT;
- **Peter Wiederkehr**, BMLFUW, Wien.

Die projektbegleitende Arbeitsgruppe gab wesentliche Inputs und Rückkoppelungen zum Projekt, die Verfasser danken den Teilnehmern für die intensive und konstruktive Zusammenarbeit und das Interesse.

1.4 Projektergebnisse

Als Ergebnis des Projektes liegen folgende Unterlagen vor:
- **Endbericht** Evaluierungsmethode für Klimaschutzmaßnahmen im Verkehr
- **Software SEV-Tool** zur standardisierten Evaluierung von Klimaschutzmaßnahmen im Verkehr;
- **SEV-Tool Benutzerhandbuch** zur Software (siehe Anhang)

Mit der Software SEV-Tool liegt als Ergebnis eine Software vor, mit der Klimaschutzprojekte im Verkehr hinsichtlich folgender Auswirkungen untersucht werden können:
- Gesamtwirtschaftliche Auswirkungen und Nutzen-Kosten-Faktor sowie Nutzen-Kosten-Differenz
- Betriebswirtschaftliche Auswirkungen auf den vom Benutzer festgelegten Betrieb oder die Gebietskörperschaft
- Auswirkungen auf die Abgasemissionen sowie CO_2-Emissionen

2 Ziele des Projektes

Ziel des Forschungsprojektes „Evaluierungsmethode für Klimaschutzmaßnehmen im Verkehr“ war es, ein standardisiertes Evaluierungsverfahren für die Bewertung von Klimaschutzmassnahmen im Bereich des Verkehrs zu entwickeln, insbesondere:
- In Zusammenarbeit mit einer das Projekt begleitenden Arbeitsgruppe die Anforderungen an dieses standardisierte Evaluierungsverfahren zu definieren;
- Für das Evaluierungsverfahren standardisierte Qualitätskriterien sowie einheitliche Darstellungsmodalitäten zu entwickeln;
- Die Dokumentation der Eingangsdaten standardisiert zu dokumentieren und transparent darzustellen;
- Das Verfahren an vorhandenen und auszuwählenden Klimaschutzmaßnamen auf seine Anwendbarkeit zu testen;
- Ein Software-Tool für das standardisierte Bewertungsverfahren zu entwickeln, welches von Klimafond, den Bundesministerien und Projektbearbeitern einfach zu benutzen ist;
- Bereitstellung einer anerkannten und getesteten Entscheidungsgrundlage für Klimaschutzmaßnahmen im Bereich Verkehr.

3 Systemabgrenzung und Definitionen

3.1 Zeitliche Systemabgrenzung

Die Betrachtung der Auswirkungen der untersuchten Maßnahmen erfolgt über 20 Jahre, beginnend mit dem vom Benutzer eingegebenen Umsetzungsjahr der Maßnahme. Das heißt, alle Auswirkungen werden über 20 Jahre berechnet und für die Evaluierung über diesen 20-Jahreszeitraum summiert.
Infrastrukturinvestitionen werden über die Lebensdauer diskontiert – ist die Lebensdauer länger als die betrachteten 20 Jahre, wird nur jener Anteil berücksichtigt, der innerhalb der betrachteten 20 Jahre anfällt – nicht der Restwert am Ende der 20 Jahre. Ist die Lebensdauer der Infrastrukturinvestition kürzer als 20 Jahre, wird eine Re-Investition angenommen.
Die Kostenbewertungen wurden über die betrachteten 20 Jahre als konstant angenommen. Dies ist eine auf Grund fehlender Daten erforderliche Vereinfachung. In der Realität ist z.B. bei den CO_2-Kosten anzunehmen, dass durch zunehmende Informationen über die Folgekosten des Klimawandels die CO_2-Kosten pro emittierter Tonne tendenziell steigen.

Die berücksichtigten Kostenbewertungen, aber auch z.B. die derzeitigen und zukünftigen Flottenzusammensetzungen entsprechen dem fachlich abgestimmten Wissensstand von heute bzw. den aus heutiger Sicht zu erwartenden Entwicklungen. Aus diesem Grund ist das entwickelte Software Tool in regelmäßigen Abständen hinsichtlich der tatsächlichen Entwicklung und der Entwicklung der Kostenbewertungen in der Fachwelt zu kontrollieren und gegebenenfalls anzupassen. Es wird empfohlen, spätestens nach 1 bis 2 Jahren eine Kontrolle der Kostenansätze und der Ansätze für die Flottenzusammensetzungen vorzunehmen und gegebenenfalls eine Überarbeitung/Aktualisierung durchzuführen.

3.2 Räumliche Systemabgrenzung

- Dateninput durch den Benutzer:
  Der Dateninput der verkehrsplanerischen Daten über die Auswirkungen der Maßnahme ist vom Benutzer einzugeben – die räumliche Systemabgrenzung erfolgt hier durch den Benutzer – es sind die Auswirkungen so weit einzugeben, wie sich Veränderungen des Verkehrsverhaltens ergeben.
- Berechnung durch das Softwaretool:
  Das Softwaretool berechnet die Auswirkungen für die vom Anwender eingegebenen verkehrsplanerischen Daten und räumlichen Abgrenzungen.
  Interne Daten des Software-Tools beziehen sich auf Österreich, z.B. die im Programm hinterlegte Fahrzeugflotte und verkehrsplanerischen Daten.

3.3 Inhaltliche Systemabgrenzung

3.3.1 Evaluierung der Auswirkungen

Die Evaluierung der Auswirkungen erfolgt nach folgenden Methoden:

- Gesamtwirtschaftliche Auswirkungen der Maßnahme
  Unter gesamtwirtschaftlicher Betrachtung werden die gesamtwirtschaftliche Kosten-Wirksamkeit (NKV – Nutzen-Kosten-Verhältnis) und die gesamtwirtschaftliche Nutzen-Kosten-Differenz der untersuchten Maßnahmen ermittelt. Darunter wird die gesamtwirtschaftliche Effizienz des Verfahrens verstanden: In diesem Falle umfassen die Kosten alle aus gesamtwirtschaftlicher Sicht anfallenden, monetär bewertbaren Aufwände, wie zum Beispiel ein vermehrt anfallender Zeitaufwand beim Umstieg auf den öffentlichen Verkehr, entfallende Treibstoff- und Betriebskosten für das Auto etc. Die gesamtwirtschaftliche Nutzen-Kosten-Differenz gibt den Gewinn bzw. Verlust unter Einrechnung des monetären Effektes der eingesparten Treibhausgase an.

- Betriebswirtschaftliche Auswirkungen der Maßnahme auf den Betreiber (Betrieb oder Gebietskörperschaft).
  Unter betriebswirtschaftlicher Evaluierung (Systemabgrenzung nach Budgetregeln der beauftragenden Organisation) wird die Kosten-Wirksamkeit aus der Sicht der die Maßnahmen bezahlenden Stelle bzw. betroffenen Betriebe über einen definierten Zeitraum betrachtet. Die Wirkungen enthalten die über den Betrachtungszeitraum eingesparten Treibhausgase, die Kosten umfassen alle für die Maßnahme über den Betrachtungszeitraum anfallenden monetären Aufwände der durchführenden Organisation. Die monetären Beträge werden diskontiert und aufsummiert. Als Ergebnis erhält man einen Quotienten, der den betriebswirtschaftlichen Effekt der Kosten-Wirksamkeit je eingesparter Menge von Treibhausgas aus der Sicht der die Maßnahme beauftragenden Stelle repräsentiert.

3.3.2 Emissionsrechnung Abgas und CO_2

Dieser Abschnitt beschreibt die der Emissionsrechnung zugrunde liegenden Systemabgrenzungen. Die Betrachtung folgender Emissionskomponenten wurde vorgenommen:

- CO_2 tailpipe
- CH_4
- N_2O
- NO_x
- NMHC
- CO
- PM exhaust (PM2.5)
- PM non-exhaust (PM10)

Energieverbrauch
Der berechnete Energieverbrauch bezieht sich nur auf die verbrauchte Menge an Kraftstoff und Strom der Fahrzeuge. Nicht berücksichtigt sind die vorgelagerten Mengen an Kraftstoff für die Herstellung der Energien bzw. der Fahrzeuge selbst.

Kraftstoffe
Folgende Kraftstoffe wurden in der Berechnung der Umweltauswirkungen berücksichtigt:

- Benzin handelsüblich (E5)
- Bio Ethanol E85
- Diesel handelsüblich (B7)
- Diesel B20
- Biodiesel (RME)
- Pflanzenöl (Rapsöl)
- H_2-gasförmig
- LPG
- CNG

Strom
Der Strommix für Österreich setzt sich aus folgenden Kraftwerken zusammen:

- Wasserkraftwerk
- Steinkohlekraftwerk
- Ölkraftwerk
- Gas-und-Dampf-Kombikraftwerk
- Wind Park
- Kleines Holzkraftwerk
- Photovoltaik

3.4 Begriffsbestimmungen

Zu den verkehrsplanerischen Grundlagen und zur Bewertung der Maßnahmen:

MIV-L ..... Motorisierter Individualverkehr als Lenker (Motorrad, Moped, PKW, Kombi als Lenker)

MIV-M ..... Motorisierter Individualverkehr als Mitfahrer (Motorrad, Moped, PKW, Kombi als Mitfahrer)

Modal Split ..... Aufteilung des Verkehrsaufkommens nach Verkehrsmitteln in Prozent der Wege aller Verkehrsmittel

NKV Nutzen-Kosten-Verhältnis: Quotient aus der Summe der gesamtwirtschaftlichen Nutzenkomponenten durch die Summe der Kostenkomponenten (€/€); Er drückt aus, wie viele „Nutzen" pro Ausgaben für Infrastrukturinvestitionen sowie den Betrieb des öffentlichen Verkehrs erforderlich sind. Ein Nutzen-Kosten-Verhältnis von 1,0 bedeutet, dass die Nutzen einer Maßnahme gleich groß wie die Kosten sind. Eine Maßnahme mit einem Nutzen-Kosten-Verhältnis deutlich über 1,0 ist im Sinne der gesamtwirtschaftlichen Bewertung positiv. Je größer der Wert ist, desto besser. Liegt das Nutzen-Kosten-Verhältnis unter 1,0 sind die Kosten der Maßnahme größer als die Nutzen, die Maßnahme ist als im Sinne der gesamtwirtschaftlichen Bewertung negativ zu beurteilen. Je kleiner der Wert unter 1,0 ist, desto schlechter schneidet die Maßnahme ab. Wenn die Summe der Kostenkomponenten „Null" ist, kann das Nutzen-Kosten-Verhältnis nicht berechnet werden (Division durch „Null").

Nutzen-Kosten-Differenz: Die Nutzen-Kosten-Differenz summiert gesamtwirtschaftliche Nutzen- und Kostenkomponenten auf und stellt sie mit negativem Vorzeichen dar. Eine positive Nutzen-Kosten-Differenz bedeutet, dass die Nutzen die Kosten überwiegen. Je größer der Wert ist, desto besser. Eine negative Nutzen-Kosten-Differenz bedeutete, dass die Kosten höher sind als die Nutzen. Je stärker der Wert unter „Null" wird, desto schlechter schneidet die Maßnahme ab.

ÖPNV..... Öffentlicher Personennahverkehr

ÖV..... Öffentlicher Verkehr

ÖV-F ..... Öffentlicher Verkehr – Fahrzeuge: in der Eingabe der verkehrsplanerischen Daten werden als ÖV-F die Fahrzeuge des öffentlichen Verkehrs verstanden (Linienbusse, Straßenbahn, Bahn etc.).

ÖV-N..... Öffentlicher Verkehr – Nachfrage Personen: in der Eingabe der verkehrsplanerischen Daten der Maßnahmen wird als ÖV-N die Personenverkehrsnachfrage eingegeben (im Gegensatz zum Fahrzeug, das als ÖV-F eingegeben wird).

Verkehrsleistung..... Verkehrsnachfrage in zurückgelegten Kilometern pro Zeiteinheit

Verkehrsaufkommen: Verkehrsnachfrage in Wegen pro Zeiteinheit

Verkehrsdauer..... Verkehrsnachfrage in zurückgelegten Stunden pro Zeiteinheit

Zur Emissionsrechnung:

Kohlendioxid CO_2

Für Kohlendioxid gelten für verschiedene Betrachtungsweisen unterschiedliche Systemgrenzen.

CO_2 tailpipe bezeichnet die Kohlendioxidemissionen im motorischen Abgas. Davon wird ein regenerativer Anteil abgezogen, in der Höhe des im Kraftstoff befindlichen Anteils an regenerativen Kraftstoffen. Damit ergibt sich für CO_2 _nicht regenerativ:

CO_2 _nicht regenerativ *[t/a]* = CO_2 tailpipe * CO_2_ Anteil nicht regenerativ [%]

Vorgelagerte CO_2 Emissionen werden anschließend zum CO_2 _nicht regenerativ addiert. Berücksichtigt werden die CO_2 Emissionen, die bei der Herstellung von Kraftstoff und Strom bis zur Betankung des Fahrzeugs (WTT) entstehen, und die CO_2 Emissionen der Fahrzeugherstellung.

Die Emissionsrechung wird getrennt für die Fahrsituation „Innerorts“ (I.O.), „Außerorts“ (A.O.) und „Autobahn“ (A.B.) durchgeführt, da sich Kraftstoffverbrauch und Fahrzeug-Emissionen in diesen Einsatzbedingungen deutlich unterscheiden.

CO_2 Summe =	Σ I.O., A.O., A.B.	CO_2 nicht regenerativ + CO_2 Kraftstoff_WTT + CO_2 Strom_WTT + CO_2 Fahrzeugherstellung

Als Endergebnis wird im SEV- Tool eine CO_2 Emission ausgegeben mit der Bezeichnung CO_2 Summe. Die CO_2 Summe setzt sich aus einem CO_2 Anteil der Innerorts, Außerorts oder auf der Autobahn emittiert wurde zusammen, welcher aufsummiert dann die CO_2 Summe ergibt.

CO_2–Äquivalent

Das CO_2–Äquivalent (CO_2-e) berücksichtigt nicht nur das Treibhauspotenzial von CO_2 sondern inkludiert auch das Treibhauspotenzial von CH_4 mit dem Faktor 25 und N_2O mit dem Faktor 298. Die Faktoren wurden gemäß dem vierten Sachstandsbericht des IPCC aus dem Jahr 2007 entnommen (bei einem Zeithorizont von 100 Jahren). [6]

$CO_2\text{-e} = CO_2 + 25 * CH_4 + 298 * N_2O$

Die CO_2 Emissionen der Infrastruktur werden gesondert ausgewiesen und nach der Emissionsrechnung für Kostenberechnungen im Excel Ergebnis File der CO_2 Summe addiert.

4 Literatur-, Projekt- und Maßnahmenrecherche

4.1 Literaturanalyse

Bereich Evaluierungsmethoden, Monetarisierung der Auswirkungen

Nutzen-Kosten-Untersuchungen weisen eine lange Tradition im Verkehrswesen auf, die in der Vergangenheit aber stärker auf Anwendungen für große Infrastukturprojekte von Straße und Bahn ausgerichtet sind. In Österreich liegt mit der RVS [25] (siehe unten) eine aktuelle Richtlinie für die Anwendung von Nutzen-Kosten-Untersuchungen vor, die auftragsgemäß für das vorliegende Forschungsprojekt verwendet wurde. Da mit der RVS eine aktuelle Grundlage bereitsteht, wurde zusätzlich vertieft in jenen Bereichen Literatur analysiert, die in der geltenden RVS (für das vorliegende Forschungsprojekt) zu wenig abgedeckt sind. Dies betrifft insbesondere Fußgänger und Radfahrer, die Gesundheitskosten und –nutzen der Verkehrsteilnehmer etc. Insbesondere im Bereich der Gesundheitskosten und –nutzen der Verkehrsteilnehmer bestehen stark unterschiedliche Angaben und Werte – hier besteht noch großer Forschungsbedarf.

Für die Evaluierung der Auswirkungen wurde folgende Literatur verwendet:

- RVS 02.01.22 Nutzen-Kosten-Untersuchungen im Verkehrswesen (Oktober 2010) [25]:
  Die RVS fasst die Grundlagen für die Nutzen-Kosten-Untersuchungen im Bereich des Verkehrswesens zusammen und definiert zu verwendende Wirkungsbereiche, Indikatoren und Kostensätze für die monetäre Bewertung. Die RVS ist eine wesentliche Grundlage für das vorliegende Forschungsprojekt. Sie ist stark für die Anwendung an traditionellen Groß-Verkehrswegeinvestitionen orientiert (Straße, Schiene). In einzelnen Bereichen zeigt die RVS aber für die Anwendung für das vorliegende Forschungsvorhaben, z.B. im Bereich der Gesundheitsnutzen der einzelnen Verkehrsmittelnutzer, im Bereich der Kostenbewertung der CO_2-Emissionen, im Bereich des Fußgänger- und Fahrradverkehrs etc.
  Hinweis: zwei Verfasser des SEV waren Mitglieder im Arbeitsausschuss der FSV, die die RVS verfasst hat.

- Kurzstudie Wirtschaftsfaktor Radfahren [20]; die volkswirtschaftlichen Auswirkungen des Radverkehrs in Österreich, im Auftrag des BMLFUW; Miglbauer, P. C. Pfaffenbichler. W. Feilmayr 2009

- Thomas Krag: Kosten und Nutzen des Radverkehrs [18]; eine volkswirtschaftliche Analyse; Präsentation im Rahmen des 1. Steirischen Radfahrgipfels, 2008

- COWI [3]: Economic evaluation of cycle projects – methodology and unit prices, working paper, summary, City of Copenhagen, Copenhagen 2009
  In dieser Studie wurde eine Methode für die Nutzen-Kosten-Untersuchung von Fahrradprojekten erarbeitet und an Beispielen angewandt.

- Lars Bo Andersen, Peter Schnohr, Marianne Schroll, Hand Ole Hein: All-Cause Mortality associated with phisical Activity during Leisure Time, Work, Sports und Cycling to Work; Arch Intern Med, Vol. 160, June 12 2000 [1]
  In dieser dänischen Studie wurden die Auswirkungen von physischer Freizeit-Aktivität auf die Mortalität untersucht. Das Ergebnis zeigt, dass physische Aktivität zu einer Verringerung der Mortalität gegenüber den Kontrollgruppen führt.

- Kjartan Saelensminde: Cost-Benefit-Analysis of walking and cycling Track Networks taking into account insecurity, health effects and external costs of motorized traffic; Transport Research Part A 38 (2004) 593-606, Oslo 2003 [26]

- Harry Rutter, Nick Cavill, Hywell Dinsdell, Sonja Kahlmeier, Francesca Racioppi, Pekka Oja: Health economic assessment tool for cycling (HEAT for cycling), WHO, 2008 [23]
  Studie und Berechnungstool für die Bewertung der Gesundheitsnutzen für Radfahrer. Für Radfahrer wird ein Gesundheitsnutzen von 0,86 Euro pro mit dem Fahrrad zurückgelegtem km ausgewiesen. Hinweis: zu diesem Berechnungstool existiert auch eine deutsche Übersetzung im Auftrag des BMLUW, als originale Quelle wird hier aber die WHO zitiert.

- Harry Rutter, Nick Cavill, Hywell Dinsdell, Sonja Kahlmeier, Francesca Racioppi, Pekka Oja: Economic analysis of transport Infrastructure and policies including health effects related to cycling and walking: a systematic review; Transport policy, Vol. 15 (2008), 291-304 [24]

- Projekt effizient mobil Aktionsprogramm Mobilitätsmanagement und Online-Tool zur Evaluierung der CO_2-Einsparungen [21]
  (http://www1.isb.rwth-aachen.de/co2_abschaetzungstool/)
  Das Projekt bietet eine Online-Evaluierungsmöglichkeit der durch Mobilitätsmanagement erreichbaren CO_2-Einsparungen. Die verkehrlichen Wirkungen der Maßnahmen werden automatisiert errechnet, was eine sehr starke Vereinfachung der Wirkungszusammenhänge darstellt.

Bereich Fahrzeugtechnik, Abgas- und CO_2-Emissionen

Für den Bereich Umweltauswirkungsermittlung wurden folgende Recherchen begleitend zur Datenaufbereitung durchgeführt:

- CO_2 Reduktionspotentiale in
  Cost-Effectiveness Of Greenhouse Gases Emission Reductions In Various Sectors [17]
- Die CO2 Minderung durch Tempolimits in
  Klimaschutz und PKW-Verkehr. Einordnung aktuell diskutierter Ansätze [27]
- Potentiale zur Reduktion von THG-Emissionen durch Veränderung im Mobilitätsverhalten in
  Möglichkeiten zur Reduzierung des Energieverbrauches und der Stoffströme unterschiedlicher Mobilitätsstile durch zielgruppenspezifische Mobilitätsleistungen [14]
- Indikatoren für Verkehrsmaßnahmen und Klimaproblematik in
  TERM 2007: indicators tracking transport and environment in the European Union [5]
- Prognosen im Energieverbrauch in
  Green Power for Electric Cars, Development of policy recommendations to harvest the potential of electric vehicles [16]
- THG Emissionen pro km im Vergleich für Biotreibstoffe in
  Ökobilanz von Energieprodukten [36]
- Emissionen Biodiesel - Bioethanol - B20
  Bioethanol aus Zucker und Stärke - die kurzfristige umweltfreundliche Kraftstoffalternative Arbeitspaket: Bioethanolbeimengung zu Dieselkraftstoffen [2]

4.2 Maßnahmenrecherche

Grundlage für das Projekt und die Entwicklung des SEV-Softwaretools war auch eine Maßnahmenliste, für die die entwickelte Methode und das Tool anwendbar sein soll. Als Grundlage wurden die im Klimafond eingereichten Projekte sowie Projekte des Umweltbundesamtes „Klimaaktiv“ aufgelistet und verwendet. Einzelne Projekt sind Grundlagenforschung, eine Bewertung macht daher keinen Sinn, einzelne Projekte wurden im Rahmen der begleitenden Arbeitsgruppe als nicht relevant für das SEV-Softwaretool eingestuft. Im Folgenden ist eine Auflistung der Projekte enthalten (Stand Mitte 2010), die als Grundlage für das SEV-Softwaretool verwendet wurde:

(1) Fahrzeugtyp und Energieversorgung

- Gasbusse, Elektroroller, Elektromoped, Elektrofahrrad, Elektro-PKW, Lieferwagen
  + Photovoltaikanlagen
  + Elektrotankstellen
- Erdgas-, Ethanol-, Biodieselfahrzeuge etc. inkl. innerbetriebliche Distribution und Tankanlagen
- Einzelnutzer, auch Betriebe, Institutionen
- Plug-In Hybrid für KFZ (Magna)
- Biogasanlage, GVB-Nutzung im Busbetrieb
- Fahrradverleihsystem (Tourismus, Hotels)
- E-Bikes für Tourismusregionen
- Elektro-Shuttle für Hotel
- Postbus-Anhängerbetrieb und Reduktion Km-Fahrleistung

(2) Fahrradverkehrsinfrastruktur

- Radwege und Radwegenetz
- Geh- und Radwege
- Rad-Abstellanlagen
- Radservicestationen (mit Radabstellanlage bei Betrieb)
- E-Bike-Abstellanlagen mit Ladestation
- Bauträger – Schaffung optimaler Bedingungen für Fußgänger und Radfahrer – ist hinten bei organisatorische auch drin

(3) ÖV - Angebotsverbesserung

- Bahntakt (Rheintal, Salzburg, Steiermark, Badener Bahn)
- Landbus (Graz Umgebung, Unterland, St. Pölten)
- Anrufsammeltaxi
- Einzelbusverbindungen (Waldorf Schule)
- Anschlusssicherung ÖV (Studie)
- ÖV – Attraktivierung Orte, Gebiete (Tälerbus/Wanderbus)
- Nachtbusangebot (z.B. Nightline Oberes Rheintal)
- Bauträger – idealer Anschluß ÖV für Bauvorhaben
- *Anschlussbahnen (Lokal) bzw. deren Verbesserung für Betriebe (inkl. Kapazitätssteigerung durch neue Lok) – Hinweis: diese Maßnahme wurde als Einzelfall eingestuft, eine Bewertung im Rahmen des SEV-Tool ist nicht vorgesehen).*

(4) Öffentlichkeitsarbeit, Marketing ÖV, Fahrrad

- Gemeinden, Naturfreunde – wandern, Region
- Mobilitätsberatung für Mitarbeiter Firmen/Verwaltung
- Mobilitätsberatung – Willkommensmappe für Neubürger
- Mobilitätsberatung für Schulen, Eltern, Kinder
- Fahrgemeinschafts-Plattformen für Mitarbeiter
- Spritspartrainings betrieblich sowie für Mitarbeiter
- Aktionen für Radler – Süßes Danke für Winterradler etc.
- ÖV-Schnupperticket

(5) Raumplanung

- Visionen für eine energieoptimierte Raumplanung
- Energetische Langzeitanalysen für Siedlungsstrukturen
- Förderung der Nahversorgung

(6) Allgemein (inkl. Forschung)

Hinweis: die Forschungsprojekte sind zur Vollständigkeit aufgelistet, eine Bewertung der Forschungsprojekte im Rahmen des SEV-Tools ist nicht vorgesehen.

- Telematik-, Flottenmanagementsystem Betriebe
- Veranstaltungen mit klimafreundlicher Mobilität (Angebot ÖV und Rad, sowie Marketing)
- Sanft-mobiler Tourismus sowie autofreier Tourismus
- Bauträger:
  - Umweltfreundliche Bauabwicklung (Reduktion LKW-km)
  - Umsetzung Mobilitäts- und Erschließungskonzepte
  - Schaffung optimaler Bedingungen für Fuß und Rad
  - Autofreies Wohnen
  - Parkraummanagement (zur Chancengleichheit ÖV und MIV)
- Fahrradfreundliche Rahmenbedingungen für institutionalisierte Wegeketten
- Unternehmensübergreifende Kommunikation für den unbegleiteten kombinierten Verkehr
- Möglichkeiten und Auswirkungen eines EU-weiten CO_2-Zertifikathandels für den Straßenverkehr in Österreich
- Energieeffizienz (eher auf Bauen)
- Powerdown - Diskussion von Szenarien und Entwicklung von Handlungsoptionen
- Energiemanagement Österreich

5 Standardisiertes Evaluierungsverfahren (SEV) für Klimaschutzmaßnahmen im Verkehr

5.1 Methodische Überlegungen

Aus methodischer Sicht sind folgende Punkte bei diesem Forschungsvorhaben von Interesse:

- **Entwicklung eines geeigneten Verfahrens zur Evaluierung der klimarelevanten Auswirkungen unter Einbeziehung der betriebswirtschaftlichen und gesamtwirtschaftlichen Effekte**;
  Insbesondere ist die Kosten-Wirksamkeit für Maßnahmen des Klimaschutzes bezüglich Kurz- und Langzeitwirkung über den Betrachtungszeitraum von 20 Jahren zu analysieren, um Maßnahmen untereinander beurteilen zu können. Unter betriebswirtschaftlicher Evaluierung (Systemabgrenzung nach Budgetregeln der beauftragenden Organisation) wird die Kosten-Wirksamkeit einerseits aus der Sicht der beauftragenden Stelle bzw. der betroffenen Betriebe über 20 Jahre betrachtet. Unter gesamtwirtschaftlicher Betrachtung werden die gesamtwirtschaftliche Kosten-Wirksamkeit und das gesamtwirtschaftliche Kostensummen-Kriterium (Gewinn/Verlust) der untersuchten Maßnahmen ermittelt. Darunter wird die gesamtwirtschaftliche Effizienz des Verfahrens verstanden: In diesem Falle umfassen die Kosten alle aus gesamtwirtschaftlicher Sicht anfallenden, monetär bewertbaren Aufwände, wie zum Beispiel ein vermehrt anfallender Zeitaufwand beim Umstieg auf den öffentlichen Verkehr, entfallende Treibstoff- und Betriebskosten für das Auto etc. Das gesamtwirtschaftliche Kostensummen-Kriterium gibt den Gewinn bzw. Verlust unter Einrechnung des monetären Effektes der eingesparten Treibhausgase an.

- **Schnittstelle zu Emissionsmodellen GLOBEMI und NEMO**
  Am Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik der Technischen Universität Graz wurden drei Programmpakete entwickelt, die derzeit den aktuellsten Stand zur Berechnung des Emissionsausstoßes im Verkehrssektor auf Mikro-, Meso-, bzw. Makro-Ebene darstellen.
  Das Modell „PHEM“ (Passenger car and Heavy duty Emission Model) dient zur zeitaufgelösten detaillierten Simulation von Kraftstoffverbrauch und Emissionen von Einzelfahrzeugen (Mikro-Ebene). PHEM wurde und wird im Rahmen von mehreren internationalen und nationalen Projekten entwickelt und z.B. zur Berechnung der Emissionsfaktoren für Schwere Nutzfahrzeuge im Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs herangezogen.
  Das Modell „NEMO“ wurde speziell für die Emissionsberechnung auf Straßennetzwerken (Meso-Ebene) entwickelt. NEMO verknüpft eine detaillierte Berechnung der Flottenzusammensetzung mit fahrzeugfeiner Emissionssimulation. Typische Anwendungen für NEMO stellen z.B. die Berechnung der räumlichen Verteilung des Schadstoffausstoßes für Luftgüte-Gutachten oder die Evaluierung von Verkehrsmaßnahmen im Straßenverkehr dar. So wurden mit NEMO bereits Studien im Auftrag verschiedener Ministerien bzw. Landesregierungen durchgeführt.
  Das Emissionsinventurmodell „GLOBEMI“ dient zur automatisierten Bilanzierung von Verbrauchs-, Emissions- und Verkehrsdaten in größeren Gebieten (Makro-Ebene). GLOBEMI berechnet die Fahr-, Verkehrs- und Transportleistungen sowie die Abgasemissionen und den Energieverbrauch des Verkehrs. Die Berechnung erfolgt in Form von Verkehrs- und Emissionsbilanzen, wobei die Berechnungszeiträume frei gewählt werden können. Mit GLOBEMI erfolgen z.B. die jährliche Erstellung der Österreichischen Luftschadstoffinventur sowie der Österreichischen Umweltbilanz.
  Im Rahmen des vorliegenden Projektes wurden nun die Funktionalitäten dieser drei Modelle zu einem integrierten, anwendungsspezifischem und benutzerfreundlichen Berechnungstool für eine Bewertung von Klimaschutzmaßnahmen gemäß aktuellstem internationalen Wissensstand zusammengefasst. Dieses Programmpaket ermöglicht eine

konsistente Bewertung von Maßnahmen in allen Einflussebenen des Verkehrssektors. Abgebildet werden können z.B. Veränderungen im Bereich der Verkehrsmengen, des Modal-Split, technologische Szenarien (z.B. Veränderungen der Fahrzeugspezifikationen).

- **Sonstige Eingangsdaten**
  Die Eingangsdaten zum Mobilitätsverhalten sowie die erforderlichen Verkehrs-Kennwerte wie Verkehrsleistung, Verkehrsaufkommen, Verkehrsdauer etc. wurden von vorhandenen Daten (z.B. Daten des BMVIT wie z.B. Verkehrsmodell des BMVIT etc.) übernommen bzw. aus eigenen Berechnungen ergänzt.
  Die Eingangsdaten zu den Kostensätzen zur Monetarisierung der einzelnen Indikatoren wurden aus vorhandenen Untersuchungen wie der RVS [25] sowie nationalen und internationalen Untersuchungen übernommen. Dabei ist anzumerken, dass insbesondere die Kostenbewertungen für die CO_2-Emissionen sowie die Zeitkosten erhebliche Schwankungen aufweisen. Dafür wurden in der begleitenden Arbeitsgruppe aus den vorhandenen Kostensätzen der Literatur jene Kostensätze festgelegt, die in das Bewertungsmodell eingehen sollen.

- **Ergebnisdarstellung**
  Es wurde eine standardisierte, leicht lesbare und vergleichbare Ergebnisdarstellung entwickelt.

5.2 Verkehrsnachfrageermittlung (Mengengerüst 1)

Zur Evaluierung der Auswirkungen von Maßnahmen sind Informationen über die Verkehrsnachfrage für den Plannullfall ohne Maßnahmen und den Planfall mit den Maßnahmen erforderlich. Insbesondere sind folgende Daten für die betrachteten Personen vom Anwender einzugeben:

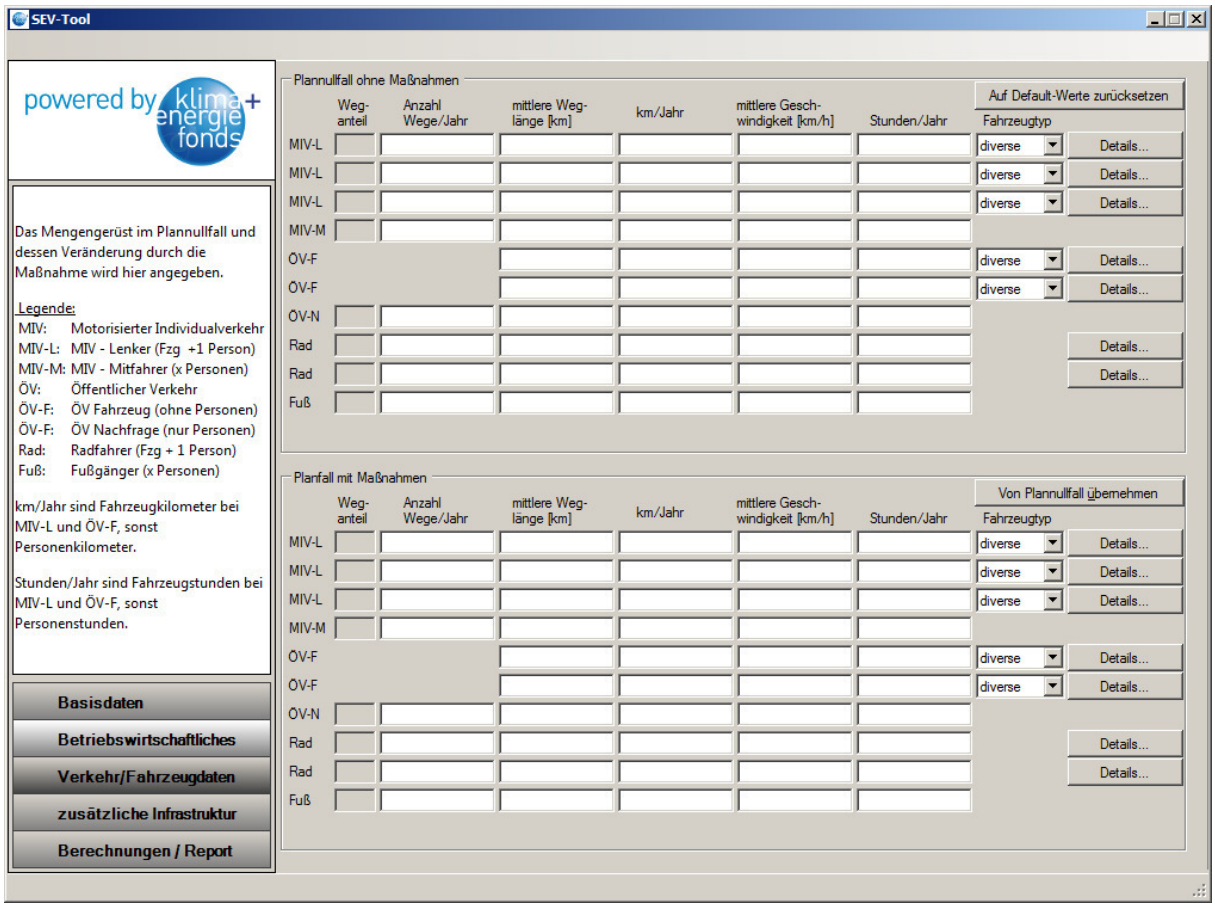
- Verkehrsaufkommen in Wegen pro Jahr für alle Verkehrsmittel
- Verkehrsleistung in km pro Jahr für alle Verkehrsmittel
- Verkehrsdauer in Stunden pro Jahr für alle Verkehrsmittel

Als Alternative kann die mittlere Weglänge bzw. mittlere Wegdauer der Verkehrsmittel angegeben werden (damit erfolgt in diesem Fall die Berechnung der Verkehrsleistung und Verkehrsdauer).

Überlegung zur „Systemabgrenzung“ der Verkehrsnachfrage:
Es soll zumindest jener Verkehr enthalten sein, der von der Maßnahme betroffen ist. Als Beispiel soll für eine untersuchte Maßnahme des Mobilitätsmanagement in einem Betrieb das Verkehrsaufkommen des Betriebes (Beschäftigte und Kunden) enthalten sein. Für folgende beiden Fälle ist das Verkehrsaufkommen abzuschätzen und einzugeben:

- **Plannullfall:** dies ist jener Fall ohne Maßnahmen – entspricht dem Bestand ohne weitere Maßnahmen. Diese Daten sind in der oberen Hälfte der Eingabemaske einzugeben.
- **Planfall mit Maßnahmen:** dies ist der Fall mit den vorgesehenen Maßnahmen, deren Auswirkungen berechnet werden sollen. Diese Daten sind in der unteren Hälfte der Eingabemaske einzugeben.

Abbildung 1: Eingabe der verkehrsplanerischen Angaben und Fahrzeugdaten im Eingabefenster „Verkehr/Fahrzeugdaten“



Die Eingabe erfolgt für beide Planfälle unterschieden nach folgenden Verkehrsmitteln (siehe Abbildung 1):

- MIV-L (MIV als Lenker): Für MIV-L sind max. 3 Zeilen zur Eingabe unterschiedlicher Fahrzeugarten vorgesehen. Sollen unterschiedliche Fahrzeugarten eingegeben werden, müssen pro Zeile alle Verkehrsnachfragewerte für die unterschiedlichen Fahrzeuge eingegeben werden. Für den Verkehr der Beschäftigten eines Betriebes wird z.B. für MIV-Lenker die Eingabe in der ersten Zeile „MIV-L“ die Eingabe der Verkehrsnachfrage der Beschäftigten und die Auswahl eines Standardfahrzeugs (diverse) sinnvoll sein. Verfügt der Betrieb zusätzlich über eine Flotte von Dienstfahrzeugen, die ausdrücklich nur eine bestimmte Fahrzeugart (z.B. größere Lieferwagen mit Dieselantrieb) aufweisen, sind diese in der zweiten Zeile MIV-L getrennt einzutragen – mit ihrer Verkehrsnachfrage und mit der Auswahl des Fahrzeugtyps.
- MIV-M (MIV als Mitfahrer): Für MIV-Mitfahrer steht eine Zeile für die Eingabe der Verkehrsnachfrage zur Verfügung. Diese Zeile mit der Personennachfrage der MIV-Mitfahrer wird für die Berechnung der von Personen zurückgelegten Km und h und die verkehrsplanerischen Auswirkungen verwendet.
- ÖV-F (ÖV-Fahrzeug): Zwei Zeilen stehen für die getrennte Angabe der Fahrleistungen von Fahrzeugen des öffentlichen Verkehrs zur Verfügung (nicht die Fahrgastnachfrage, diese wird getrennt in der Zeile ÖV-N eingegeben). Hier unter „ÖV-F“ ist z.B. die Verkehrsleistung der Fahrzeuge Linienbusse bzw. der Fahrzeuge Straßenbahn einzugeben, wenn die Maßnahme den verstärkten Einsatz von Linienbussen und Straßenbahn enthält. Diese Zeile ÖV-F wird z.B. für die Berechnung der Fahrzeugemissionen und Fahrzeugkosten verwendet.
- ÖV-N (ÖV-Nachfrage): In der Zeile ÖV-N wird die Nachfrage (Fahrgäste, Personen) im öffentlichen Verkehr eingetragen. Diese Zeile mit der ÖV-Personennachfrage wird für die Berechnung der von Personen zurückgelegten Km und h und die verkehrsplanerischen Auswirkungen verwendet.

- Rad (Fahrradverkehr): Für die Eingabe der Nachfrage des Fahrradverkehrs sind 2 Zeilen vorgesehen, insbesondere für die getrennte Eingabe des Verkehrsaufkommens von Standardrädern und Elektrofahrrädern. Das Elektrofahrrad kann durch die Auswahl des Fahrzeugtyps spezifiziert werden (siehe unten).
- Fuß (Fußgängerverkehr): Diese Zeile steht für die Eingabe der Nachfrage des Fußgängerverkehrs zur Verfügung.

Bei der Annahme für die Veränderung durch die Maßnahme sind besonderes Augenmerk auf die Veränderung der mittleren Fahrtweiten und der mittleren Geschwindigkeiten zu legen. Es reicht z.B. nicht, dass bei einer Maßnahme für den Fahrradverkehr „einfach“ nur Wege vom MIV als Lenker zum Fahrradverkehr verlagert werden und die mittleren Geschwindigkeiten und Wegentfernungen gleich gelassen werden. Dadurch würden Wege der MIV-Lenker mit (relativ) langen Fahrtweiten und großen mittleren Geschwindigkeiten zum Fahrrad mit (in der Regel) kürzeren Fahrtweiten und geringeren Geschwindigkeiten verlagert. Der Effekt wäre eine starke Abnahme der gefahrenen Km und eine starke Zunahme der im Verkehr verbrachten Stunden. Diese falschen Annahmen hätten starke Auswirkungen auf die gesamtwirtschaftlichen Kosten und würden das Ergebnis verfälschen.
Richtig wäre in diesem Fall, dass verstärkt kurze Wege der MIV-Lenker mit geringerer Geschwindigkeit auf den Fahrradverkehr verlagert werden können. Dadurch steigt aber die mittlere Fahrtweite und die mittlere Geschwindigkeit der „verbleibenden“ MIV-Lenker. Diese Wirkungen sind in der Eingabe der Tabelle entsprechend zu berücksichtigen. Eine „Daumenregel“ für die Anwender ist, dass sich die Summe der Verkehrsdauer aller Verkehrsmittel im Regelfall nicht stark ändern sollte.

Für jede eingegebene Zeile der Verkehrsnachfrage mit Fahrzeugen ist eine Spezifizierung des Fahrzeugtyps und eine Aufteilung der Verkehrsleistung in innerorts-, außerorts- und Autobahnverkehr möglich (Details siehe unten)

Auswahl des Fahrzeugtyps

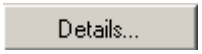
Die Auswahl des Fahrzeugtyps legt Verbrauch und Emissionen einer Eingabezeile fest. Die Eingabe ist standardmäßig auf diverse gesetzt.

Folgende Auswahlmöglichkeiten sind vorgegeben:

- Zeilen MIV-L -> diverse, PKW, Kleinbus, Motorrad, Mofa
- Zeile ÖV-F -> diverse, Linienbus, Eisenbahn, O-Bus, ÖPNV-Schiene, Kleinbusse, Reisebusse
- Zeile Rad -> diverse, Elektro (=Pedelec), Konventionell

Wird *diverse* ausgewählt kommt die Durchschnittsrechnung über alle Fahrzeugkategorien der jeweiligen Zeile zum tragen. Kleinbus und Reisebus sind generell nicht als ÖV zu betrachten und somit nicht an der Durchschnittsbildung beteiligt.

Detaileingabe Fahrzeug

Durch einen Klick auf den *Details…* 

Button kann das Eingabefenster für die Detailspezifikationen geöffnet werden.

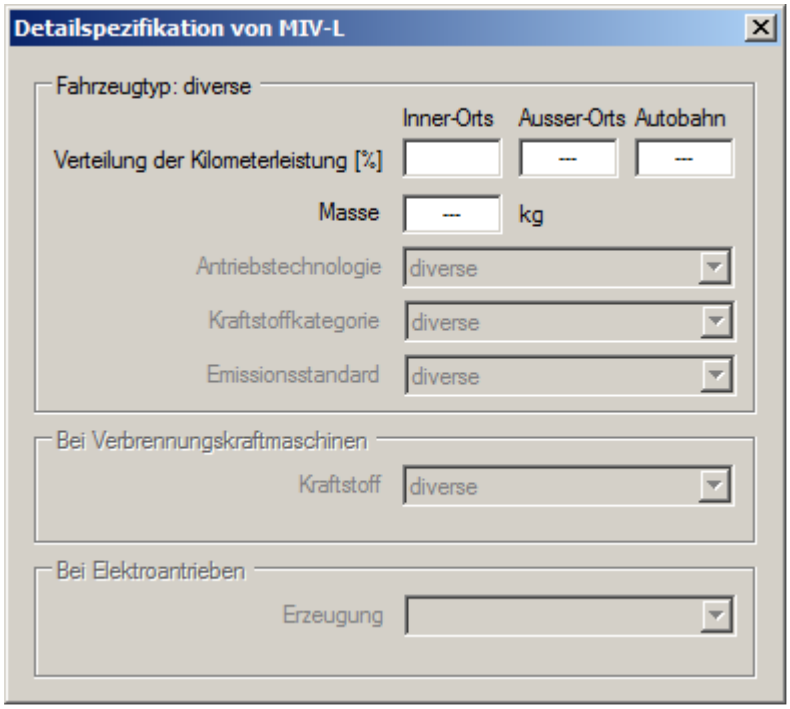
Die Detaileingabe ermöglicht die genauere Spezifikation der Fahrzeuge und ihres Einsatzes:

- Verteilung der Kilometerleistung [%]
- Masse [kg]

- Antriebstechnologie des gewählten Fahrzeugtyps
- Kraftstoffkategorie des gewählten Fahrzeugtyps
- Emissionsstandard des gewählten Fahrzeugtyps
- Spezifischer Kraftstoff
- Spezifischer Strom

Eingabe Fahrzeug für den Plannullfall ohne Maßnahmen (Abbildung 2)

Abbildung 2: Detailspezifikationen für Fahrzeuge im Plannullfall



Für die Eingabe im Plannullfall ohne Maßnahme wird aus Gründen der Standardisierung nur die Verteilung der Kilometerleistung [%] auf innerorts-, außerorts- und Autobahnverkehr und die Fahrzeugmasse [kg] zur Eingabe freigegeben.
Die Bewertung von emissionsrelevanten Maßnahmen über einen Betrachtungszeitraum von 20 Jahren kann in sinnvoller Weise nur im Vergleich zum österreichischen Flottenmix (für den ausgewählten Fahrzeugtyp, z.B. PKW) erfolgen. Eine genauere Spezifikation des Fahrzeuges im Plannullfall (z.B. Diesel-PKW) erscheint unplausibel, da dieses Fahrzeug als Referenz im Betrachtungsreitraum mindestens noch einmal angeschafft werden müsste. Durch die Maßnahmenbewertung in Vergleich zum Flottenmix wird auch unterbunden, dass durch die Auswahl eines besonders stark emittierenden Fahrzeugs im Plannullfall (z.B. Ankauf eines billigen Altfahrzeuges) ein Vorteil bei der Maßnahmeneinreichung erreicht werden kann.

Mit der Verteilung der Kilometerleistung werden nicht nur Verbrauch und Emissionen anteilig festgelegt sondern auch verteilungsabhängige Emissionen in der Kostenrechnung definiert (z.B. sind Emissionskosten von PM10-Emissionen innerorts höher bewertet als außerorts).

Die Eingabe der Fahrzeugmasse ist besonders wichtig, wenn sich die Fahrzeugmasse durch ihren speziellen Einsatz oder den außergewöhnlichen Fahrzeugtyp von konventionellen Fahrzeugen maßgeblich unterscheidet. Sollte es sich in der Maßnahme um konventionelle Fahrzeuge handeln, wird empfohlen, auf die Eingabe zu verzichten. Durch keine Eingabe wird auf vergleichbare Defaultmassen aus der Datenbank zurückgegriffen.

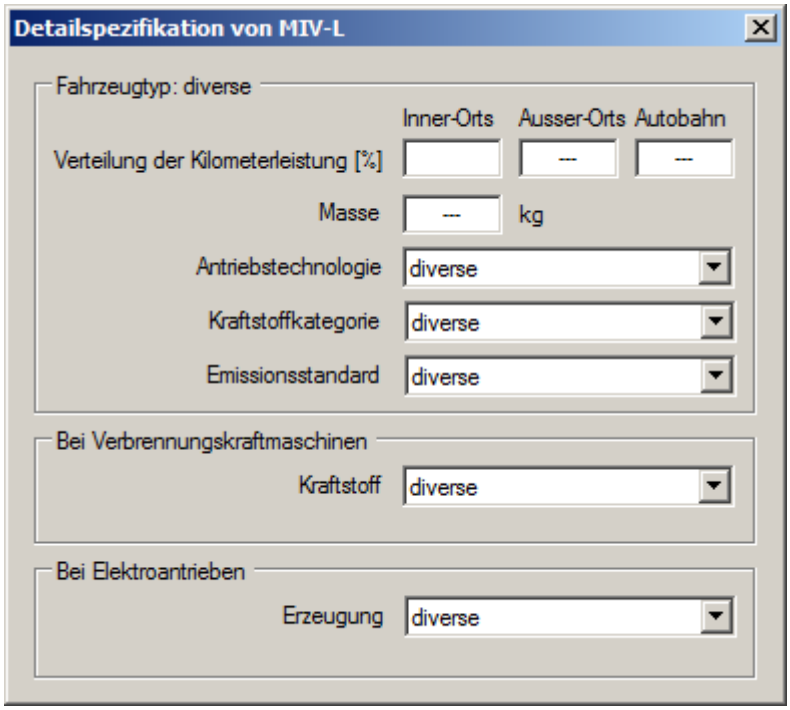
Eingabe für den Planfall mit Maßnahmen

Hier kann das Fahrzeug im Vergleich zum Plannullfall ohne Maßnahme vollständig vordefiniert werden.

Jede zusätzliche Spezifizierung bringt einen zielgenaueren Zugriff auf die hinterlegte Datenbank der Fahrzeuge. Alle Kombinationsmöglichkeiten (Auswahl als diverse bzw. einer Spezifizierung) führen zu einem Ergebnis. Je nach Auswahl werden die Durchschnittswerte gebildet.

Ist es möglich, das Fahrzeug der Maßnahme vollständig einzugeben, sollte diese Eingabe auch durchgeführt werden. Nur bei der Eingabe eines vollständig definierten Fahrzeugs wird auf die in der Datenbank hinterlegten Emissions- und Verbrauchswerte direkt zugegriffen. Dies führt zu erhöhter Genauigkeit im Ergebnis.

Abbildung 3: Detailspezifikationen für Fahrzeuge im Planfall mit Maßnahmen



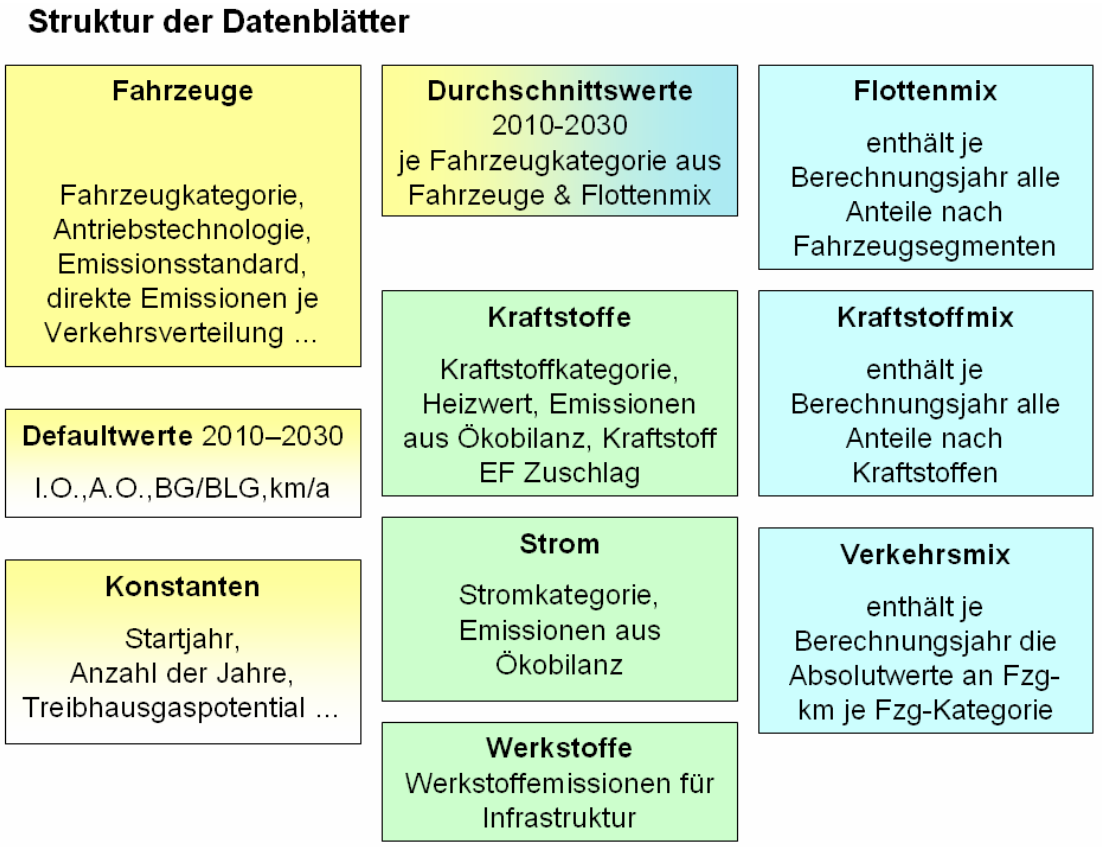
5.3 Fahrzeugdaten, Umweltauswirkungsermittlung (Mengengerüst 2)

Die Ermittlung der Umweltauswirkung einer Maßnahme erfolgt mittels Energieverbrauch und Emissionsbelastung und wurde durch Daten und Berechnungsmethoden am IVT der TU-Graz durchgeführt. Folgendes Kapitel soll einen Überblick über die Datenbankstruktur, die Datenherkunft und die Berechnungslogik geben.

5.3.1 Datenbankstruktur

Die Datenbank wurde im Excel erarbeitet und besteht in ihrer Ausgangsform aus mehreren Registerblättern. Abbildung 4 gibt einen Überblick über die Datenblätter. Anschließend werden einige Datenblätter näher erläutert.

Abbildung 4: Struktur der Datenblätter der Emissionsrechnung



5.3.1.1 Fahrzeuge

Die Grundstruktur der Datenbank ergibt sich aus den Fahrzeugkategorien, welche weiter unterteilt werden in Antriebstechnologie und die Emissionsstandards. Somit hat beispielsweise ein Pkw Diesel mit Hybridtechnologie jeweils Daten für den Emissionsstandard Euro-4, Euro-5 und die Euro-6.

Tabelle 1 zeigt einen Auszug aus der Fahrzeuge Gesamtdatenbank.

Tabelle 1: Exemplarischer Datenbankaufbau am Beispiel von Diesel und alternative Kraftstoffe für PKW.

Fahrzeug-Kategorie	Antriebstechnologie	Kraftstoff	Emissions-Standard
PKW	konventionell	Diesel	Euro-0
PKW	konventionell	Diesel	Euro-1
PKW	konventionell	Diesel	Euro-2
PKW	konventionell	Diesel	Euro-3
PKW	konventionell	Diesel	Euro-4
PKW	konventionell	Diesel	Euro-5
PKW	konventionell	Diesel	Euro-6
PKW	Hybrid	Diesel	Euro-4
PKW	Hybrid	Diesel	Euro-5
PKW	Hybrid	Diesel	Euro-6
PKW	Plug-in Hybrid	Diesel	Euro-4
PKW	Plug-in Hybrid	Diesel	Euro-5
PKW	Plug-in Hybrid	Diesel	Euro-6
PKW	konventionell	Wasserstoff	Euro-4
PKW	konventionell	Wasserstoff	Euro-5
PKW	konventionell	Wasserstoff	Euro-6
PKW	Brennstoffzelle	Wasserstoff	---
PKW	Elektro	Elektro	---

Für folgende Fahrzeuge wurde diese Struktur angewendet:

Personenverkehr

Pkw
Kleinbusse
Motorrad
Mofa
E-Rad
Bus (Reisebus, Stadtbus)

Die Unterteilung in Emissionsstandards entfällt bei folgenden Kategorien:

Personenverkehr

Bahn (Elektrisch, Diesel)
O-Bus
OPNV Schiene
Rad
Fuß

Generell wurden jeder Zeile einer Fahrzeugkategorie folgende Detaildaten hinterlegt:

- CO_2-e Emissionen bei Herstellung pro Fahrzeug
- Fahrleistung pro Jahr
- Lebensdauer in Jahren (bei Fahrleistung pro Fahrzeuglebensdauer)
- CO_2-e Emissionen bei Herstellung pro Kilometer
- Beladung
- Default Masse

Für Innerorts, Außerorts, Autobahn Fahrten jeweils:

- Mittlere Geschwindigkeit [km/h]
- Verbrauch [g/km oder kWh/km]
- Emissionen [g/km]:
    - CO_2 tailpipe
    - CH_4
    - N_2O
    - NO_x
    - NMHC
    - CO
    - PM exhaust (PM2.5)
    - PM non-exhaust (PM10)

Für die Berechnung der Lärmemissionen der einzelnen Fahrzeuge wurde auf Daten der Studie *Ermittlung der Geräuschemission von Kfz im Straßenverkehr* [31] zurückgegriffen. Daraus wurden die Leq-Emissionen für die in SEV verwendeten Fahrzeugarten übernommen und die Daten für Straßenbahn und Eisenbahnen hinsichtlich ihrer Lärmemission ergänzt. Die Lärmemissionen der Elektrofahrzeuge wurden durch Analogieschlüsse aus dem veränderten Motorlärm-Anteil abgeschätzt.

Fahrzeugbetriebskosten
Die Fahrzeugbetriebskosten wurden, unterschieden nach fahrzeit- und entfernungsabhängigen Anteilen aus der geltenden RVS 02.01.22 Nutzen-Kosten-Untersuchungen im Verkehrswesen [25] übernommen. Darin sind Daten für die Fahrzeugbetriebskosten von Fahrrädern, PKW und LKW enthalten. Für Elektro-Fahrzeuge wurden höhere Betriebskosten in Folge von ca. 50% höheren Anschaffungskosten gegenüber vorwiegend fossilen Fahrzeugen angenommen. Dadurch ergeben sich z.B. für PKW ausgehend von Betriebskosten für fossile PKW von 0,119 €/km und 5,8 €/h für Elektro-PKW Betriebskosten von 0,159€/km und 6,8€/h.

Die in der RVS enthaltenen Werte basieren für fossile PKW auf einer Schätzung auf Grund von Kostendaten des ÖAMTC für 20 meistverkaufte PKW in Österreich. Die in Tabelle 2 dargestellten Werte beziehen sich auf ein Jahr und wurden als Basis für die Fahrzeugbetriebskosten der RVS zwischen kilometer- und zeitabhängigen Kosten aufgeteilt.

Tabelle 2: Basis der RVS für die Ansätze der Fahrzeugbetriebskosten fossiler PKW, Preisbasis 2005, für die RVS in der Folge valorisiert Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.

	Km-abhängige Kosten	Zeitabhängige Kosten	Anmerkungen
Wertverlust	913,85	913,85	Aufteilung 50:50, 10 % NoVA und 20 % USt abgezogen
Fixkosten	0,00	1.248,80	227,20 € f. Motorbezogene Vers.-Steuer bei 66kw
Kraftstoff	0,00	0,00	Kraftstoff wird separat berechnet (ansonsten € 600,00 p.a.)
Wartung	230,00	230,00	Aufteilung 50:50, 20 % USt. abgezogen
Reifen	200,00	0,00	20 % USt. abgezogen
Nebenkosten	0,00	189,50	Vignette (72,60 abgezogen, vom Rest 20 % USt.)
Summe p.a.	**1.343,85**	**2.582,15**	

Ebenso wurde der Ansatz der RVS [25] für normale Fahrräder von 0,048€/km und 0,81€/h für Elektrofahrräder um 67% erhöht auf 0,080€/km und 1,35€/h. Dabei sind höhere Investitionskosten und Betriebskosten des Elektrofahrrades berücksichtigt und 20% mehr KM-Fahrleistung des Elektrofahrrades angenommen.

Insbesondere hinsichtlich der Technik der Elektrofahrzeuge und der Batterietechnik sind in den nächsten Jahren deutliche Veränderungen zu erwarten, aber nicht exakt vorhersehbar. Deshalb sind die Eingangsdaten des SEV hinsichtlich der Fahrzeugtechnik und Fahrzeugbetriebskosten bei stärkeren Änderungen der Fahrzeugtechnik als hier angenommen zu aktualisieren.

5.3.1.2 Kraftstoffe

Kraftstoffe gehen mit ihrer Ökobilanz in die Emissionsrechnung ein. Dazu wurde ein Datenblatt mit den im SEV-Tool vorgesehenen Kraftstoffen hinterlegt. Tabelle 3 zeigt die Struktur und ausgewählte Kraftstoffwerte.

Weitere Detaildaten der Kraftstoffe sind:

- Emissionen (siehe Fahrzeuge) sind gefüllt mit Ökobilanzwerten [7] des jeweiligen Kraftstoffs
- Für alternative Kraftstoffe, die bei Benzin- oder Dieselfahrzeugen eingesetzt werden können: Korrekturfaktoren für Kraftstoffverbrauch und „tailpipe Emissionen“ im Vergleich zu konventionellem Kraftstoff
- Kosten der Treibstoffe

Tabelle 3: Struktur der Kraftstofftabelle

		kWh/kg	kg/l	kg/Nm³	%	%
Kraftstoff	**Antriebs-Technologie**	**Heizwert**	**Dichte**	**Dichte**	**C-Anteil massebezogen**	**CO_2 nicht regenerativ**
Benzin handelsüblich (E5)	Benzin	11.85	0.75	---	86%	95%
Bio Ethanol E85	Benzin	7.44	0.78	---	57%	0%
Diesel handelsüblich (B7)	Diesel	11.78	0.84	---	86%	93%
Diesel B20	Diesel	11.58	0.85	---	84%	80%
Biodiesel (RME)	Diesel	10.33	0.89	---	78%	0%
Pflanzenöl (Rapsöl)	Diesel	10.33	0.92	---	78%	0%
H2-gasförmig	Wasserstoff	33.33	---	0.09	---	0%
LPG	LPG	12.90	0.51	510.00	---	100%
CNG	CNG	13.25	---	---	---	100%

Verbrauchsänderungen durch die Kombinationen aus konventioneller Antriebstechnologie und einem alternativen Kraftstoff werden über die Unterschiede der Heizwerte berücksichtigt. Die CO2 Emissionen werden aus dem Kraftstoffverbrauch und den massebezogenen C-Anteilen errechnet.

5.3.1.3 Strom

Jede verbrauchte Kilowattstunde Strom geht in die Emissionsrechnung mit den Österreichischen Ökobilanzdaten (inklusive Importe) ein. Für die Auswahlmöglichkeit einzelner Stromarten wurde der Strommix für Österreich (El-KW-Park+Importe) aufgeteilt in einzelne Stromarten (Tabelle 4).

Ein default Kraftwerks-Mix (Tabelle 5) wurde aus einer Literaturrecherche [4] abgeschätzt und auf die CO2 Emissionen der GEMIS Daten abgestimmt. Durch die Aufteilung der

Stromimporte auf die gewählten Stromarten ergibt sich eine Abweichung vom realen Kraftwerksmix in Österreich. Die Abweichung der CO2 Emissionen zum GEMIS Gesamtwert für CO2 beträgt 0.5 %.

Tabelle 4: Datenblatt Strom inklusive Ökobilanzemissionen pro kWh (Gemis 2007 [7])

	g/kWh	g/kWh	g/kWh	g/kWh	g/kWh	g/kWh	g/kWh	g/kWh	€/kWh
Stromart	**CO_2**	**CH_4**	**N_2O**	NO_x	**NMHC**	**CO**	**PM exhaust (PM2.5)**	**PM non-exhaust (PM10)**	**Kosten**
Wasser-KW groß	24.85	0.00	0.00	0.05	0.00	0.08	0.00	0.00	0.13
Stk-KW	912.28	3.42	0.01	0.49	0.02	0.31	0.00	0.10	0.13
Öl-KW	804.95	0.26	0.01	1.13	0.14	0.40	0.00	0.17	0.13
Gas-GuD	415.06	2.52	0.02	0.82	0.08	0.72	0.00	0.02	0.13
Wind Park mittel	11.18	0.03	0.00	0.03	0.00	0.11	0.00	0.01	0.13
Holz-KW klein	31.80	0.08	0.02	2.14	0.22	0.74	0.00	0.12	0.13
PV-A	25.53	0.03	0.00	0.06	0.01	0.03	0.00	0.01	0.13

Tabelle 5: Kraftwerksmix für SEV-Tool

Stromart	Anteil
Wasser-KW groß	54.10%
Stk-KW	17.97%
Öl-KW	11.00%
Gas-GuD	12.83%
Wind Park mittel	2.30%
Holz-KW klein	0.50%
PV-A	1.30%
Checksumme	100.00%

Die Gesamtemissionen für den Österreichischen Strommix sind in Tabelle 6 dargestellt:

Tabelle 6: Gesamtemissionen des SEV – Tools pro kWh Strom für den Österreich Mix (inklusive Importe)

	g/kWh	g/kWh	g/kWh	g/kWh	g/kWh	g/kWh	g/kWh	g/kWh
Stromart	**CO_2**	**CH_4**	**N_2O**	**NOx**	**NMHC**	**CO**	**PM exhaust (PM2.5)**	**PM non-exhaust (PM10)**
El-kW-Park+Importe	319.93	0.97	0.01	0.36	0.03	0.24	0.00	0.04

Für die Berechnungen der Bahn, O-Bussen und ÖPNV- Schiene wird standardisiert der österreichische Strommix verwendet.

5.3.1.4 Werkstoffe

Für die Berechnung von unterschiedlichsten Infrastrukturänderungen, wird im SEV-Tool die Möglichkeit der Emissionsberechnung über auswählbare Werkstoffe angeboten. Aus den in Tabelle 7 dargestellten Werkstoffen können vorgelagerte Emissionen mitberücksichtigt werden.
Die Emissionen und der direkte Energieverbrauch der Errichtung der Infrastruktur (Herstell- bzw. Transportaufwand) werden dadurch nicht berücksichtigt.

Tabelle 7: Werkstoffarten des SEV-Tools und ihre Ökobilanzemissionen aus GEMIS [7]

	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg
Werkstoffe	**CO_2**	**CH_4**	**N_2O**	**NOx**	**NMHC**	**CO**	**PM exhaust (PM2.5)**	**Staub ("PM10")**
Stahl	971.03	4.48	0.01	2.01	0.10	13.25	keine Werte	0.96
Aluminium	13507.13	52.52	0.38	29.31	1.68	146.37	keine Werte	35.91
Kupfer	3733.66	10.70	0.17	16.46	0.40	8.71	keine Werte	2.01
Holz	552.06	1.55	0.06	2.13	0.57	1.65	keine Werte	0.11
Beton	127.95	0.11	0.00	0.34	0.02	0.07	keine Werte	0.05
Asphalt	100.87	0.13	0.00	0.33	0.10	0.14	keine Werte	0.03
Kunststoff	1600.00	4.00	0.10	10.87	0.29	4.45	keine Werte	1.22
Glas	1318.61	1.47	0.02	2.72	0.11	1.77	keine Werte	0.55

5.3.1.5 Zukunfts-Szenarien Kraftstoffmix, Flottenmix und Verkehrsmix für 20 Jahre

Für die Prognose über 20 Jahre wurden drei unterschiedliche Datenbanken miteinander kombiniert. Als Datengrundlage wurden Ergebnisse aus dem Standardszenario der aktuellen österreichischen Umweltbilanz für das Umweltbundesamt [13] herangezogen, die mittels GLOBEMI berechnet wurden.

Kombinierte Datenbanken:

- Kraftstoffmix - enthält je Berechnungsjahr alle Anteile nach Kraftstoffen
- Flottenmix - enthält je Berechnungsjahr alle (Fahrleistungs-) Anteile nach Fahrzeugsegmenten (Summe je Fahrzeugkategorie = 100%)
- Verkehrsmix - enthält die Absolutwerte der Kategorie in Fahrzeugkilometer

Bemerkung zum Flottenmix:

Die Flottenmix Datenbank einiger Fahrzeugkategorien konnten hinsichtlich (Fahrleistungs-) Anteilen mit heutigem Wissensstand nicht vollständig über 20 Jahre befüllt werden. D.h. es wurde beispielsweise für Linienbusse ein Anteil für Elektroantriebe oder Wasserstoffantriebe vorgesehen, ohne einen nennenswerten Anteil in der heutigen Flotte und keinerlei gesicherter Informationen über zukünftige Entwicklungen. Die Datenbankstruktur wurde dennoch auf zukünftige Möglichkeiten der Datenbefüllung vorbereitet und bei zu großer Unsicherheit der Prognose über 20 Jahre mit dem Wert Null belegt. Dadurch werden diese Fahrzeugkategorien in der Durchschnittsberechnung noch nicht berücksichtigt.

5.3.1.6 Defaultwerte

Als Defaultwerte sind die Verteilung der Kilometerleistung in Prozent für I.O., A.O., und A.B. sowie die Fahrzeugmasse hinterlegt.

Je nach Eingabe im SEV-Tool können weitere Defaultwerte generiert werden. Diese eingabeabhängigen Defaultwerte werden nicht aus der Datenbank entnommen, sondern aus der jeweiligen Eingabe neu berechnet. Aus Kraftstoffmix, Flottenmix und Verkehrsmix ergeben sich dadurch Defaultwerte hinsichtlich Verbrauch und Emissionen für nicht spezifizierte Fahrzeuge in der Eingabe. (Details siehe unten)

5.3.2 Datenherkunft für die Emissionsrechnung

Die Daten für die Emissionsrechnung, die immer auch den Energieverbrauch mit berücksichtigt, wurden aus mehreren Quellen entnommen und in der Berechnung kombiniert.

Für die Datengrundlage waren folgende Quellen maßgebend:

- **N**etwork **E**mission **Mo**del Version 1.8 (NEMO)
- **H**and**b**uch **E**missions**fa**ktoren des Straßenverkehrs Version 3.1 (HBEFA)
- **P**assenger car and **H**eavy duty vehicle **E**mission **M**odel (Version 10.3.2) (PHEM)
- **G**esamt-**E**missions-**M**odell **i**ntegrierter **S**ysteme Version 4.5 (GEMIS)
- **Glob**ale Modellbildung für **Emi**ssionsszenarios (GLOBEMI)

Dabei handelt es sich: bei NEMO um ein Emissionsmodell für Fahrzeuge in bestimmten Straßennetzwerken, HBEFA ist eine Datenbank von Emissionsfaktoren, PHEM ein Fahrzeuglängsdynamikmodell mit Erweiterung zur Simulation von Verbrauch und Emissionen, GEMIS ein Modell zur Ermittlung von Lebenszyklusemissionen, GLOBEMI dient zur Berechnung der vergangenen sowie der unter verschiedenen Randbedingungen in Zukunft zu erwartenden Fahr- und Verkehrsleistungen sowie des Energieverbrauches und der Abgasemissionen des Verkehrssektors in größeren Gebieten wie z.B. gesamt Österreich.

<u>Die Quellen wurden für folgende Detaildaten verwendet:</u>

- **N**etwork **E**mission **Mo**del (NEMO) [22]

  Emissionsfaktoren und Energieverbrauch für:

  konventionelle PKW
  konventionelle LNF (Kleinbus)
  Reisebusse
  Linienbusse

- **H**and**b**uch **E**missions**fa**ktoren des Straßenverkehrs (HBEFA) [8]

  Emissionsfaktoren und Energieverbrauch für:

  PKW CNG
  PKW LPG
  LNF CNG (Kleinbus)
  LNF LPG (Kleinbus)
  Linienbusse CNG
  Mofas
  Motorräder

- **P**assenger car and **H**eavy duty vehicle **E**mission **M**odel (Version 10.3.2) (PHEM) [11]

  Aus PHEM wurden für PKW Hybrid und PHEV Änderungs-Faktoren ermittelt. Somit ergeben sich durch den Faktor Emissions- und Verbrauchsänderungen ausgehend von Fahrzeugen mit konventionellem Verbrennungsmotor. Die Vergleichbarkeit mit NEMO Werten ist für die Standardisierung somit gegeben.

  Die Berechnung für HEV und PHEV wurde bei folgenden Kategorien durchgeführt:

PKW LPG, CNG, Diesel & Benzin
LNF Diesel & Benzin (Kleinbus)

Bei folgenden Kategorien wurde das Reduktionspotential für Energieverbrauch und Emissionen durch eine Anwendung der Hybridtechnologie aus Literaturwerten abgeschätzt (z.B.: [29][35])
Reisebus
Linienbus

- **G**esamt-**E**missions-**M**odell **i**ntegrierter **S**ysteme (GEMIS) [7]

  Die CO_2-e für die Herstellung eines Fahrzeugs sowie sämtliche Werkstoffdaten wurden aus GEMIS Daten bzw. aus einer Arbeit des Joanneum und der TU-Graz entnommen [15]. Bei veralterten oder zu ungenauen Datensätzen für die konkrete Fahrzeugkategorie wurden die Emissionen aus aktuellen Materialangaben abgeschätzt oder von anderen Fahrzeugen und ihren Massen abgeleitet.

- **Glob**ale Modellbildung für **Emi**ssionsszenarios (GLOBEMI) [10]

  Durchschnittliche Fahrleistung pro Fahrzeugkategorie wurden aus GLOBEMI entnommen, sowie die hinterlegten Defaultwerte (Innerort-, Außerorts-Autobahnanteil, Besetzungs- bzw. Beladungsgrad, Jahresfahrleistung) für den Zeitraum von 2010 bis 2030. Für O-Bus und ÖPNV Schiene wurde der durchschnittliche Verbrauch aus GEORG (Grazer Emissionsmodell für Off Road Geräte - berechnet Emissionsfaktoren sowie Emissionsinventuren für mobile Maschinen und Geräte) entnommen. Durchschnittliche Eisenbahn Emissionen wurden ebenfalls aus GLOBEMI Werten errechnet.

Weitere Bemerkungen zur Datenherkunft:

Wasserstoff

Aufgrund von Abwesenheit genauerer Messwerte wurden bei Fahrzeugen mit Wasserstoffmotoren die NO_x und N_2O Emissionen wie bei Benzinfahrzeugen der jeweiligen Euroklasse angenommen. Die Einhaltung der jeweiligen Grenzwerte muss auch bei Wasserstoffmotoren durch entsprechende Maßnahmen bei der Verbrennung oder der Abgasnachbehandlung sichergestellt werden. Alle weiteren Emissionskomponenten im motorischen Abgas sind mit Null angenommen.

Brennstoffzelle

In der Datenbank werden nur Brennstoffzellenfahrzeuge mit Wasserstoff als Kraftstoff berücksichtigt (ohne Reformation im Fahrzeug).
Die direkten Emissionen einer Brennstoffzelle wurden mit Null festgelegt.

Elektromobilität

Für die PKW Verbrauchswerte von Elektrofahrzeugen wurden Durchschnittsfahrzeuge im IATS-Fahrzyklus mittels PHEM simuliert. [37]

Kleinbus und Linienbus wurden im Verhältnis der Verbrauchsänderung PKW zu LNF (Kleinbus) mit dem Stromverbrauch der PKW skaliert.

Elektromofa: wurde mittels Angaben von beziehbaren Produkten aus der Literatur mit 0,025 kWh/km angenommen. [34]

Elektromotorrad: wurde mittel Angaben von beziehbaren Produkten aus der Literatur mit 0,076 kWh/km angenommen. [33]

Elektrofahrrad: wurde mit einem Verbrauch von 0,015kWh/km angenommen.

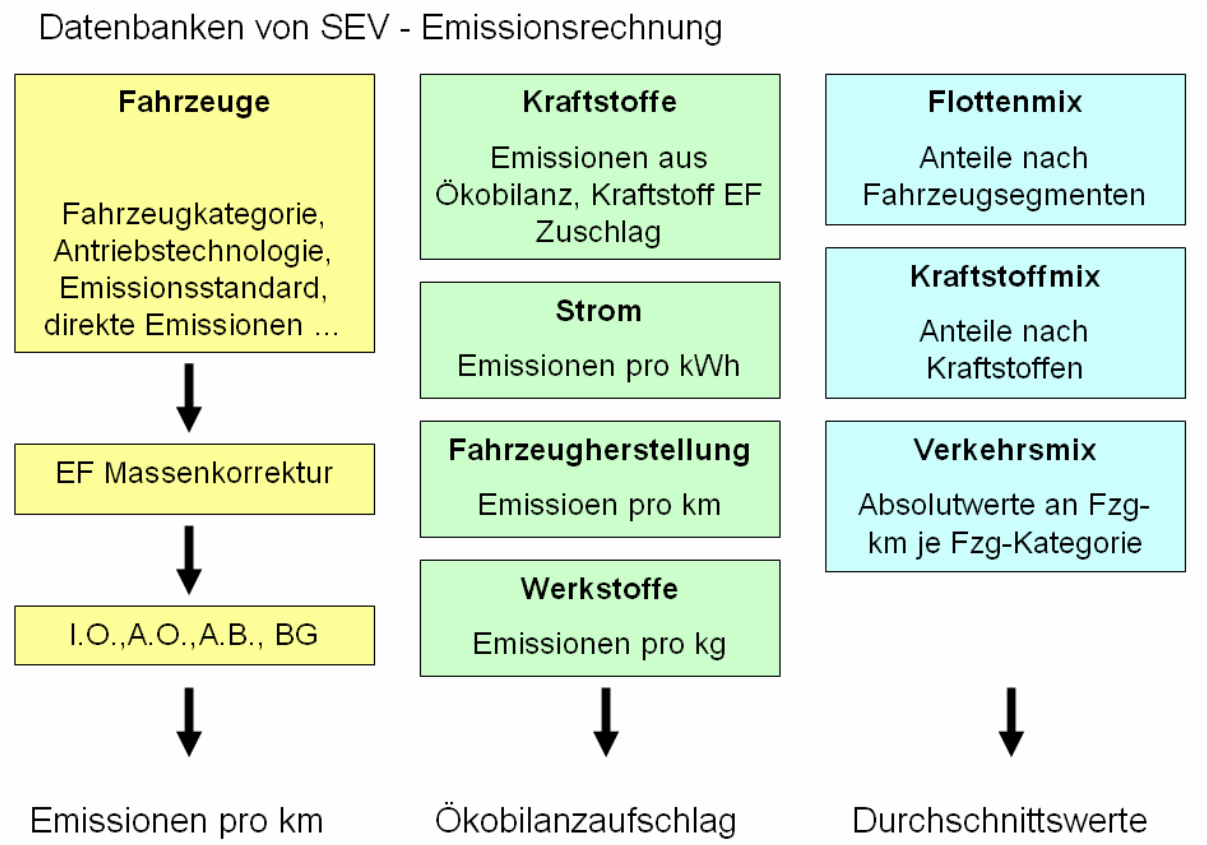
Für alle batteriebetriebenen E-Fahrzeuge mit Netzladung wird ein konstanter Ladewirkungsgrad von 0,85 (langsame Ladung mittels einer üblichen Steckdose) angenommen.

5.3.3 Die Berechnungslogik der Emissionsrechnung

Die Berechnungslogik der Emissionsrechnung wurde am Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik der TU-Graz entwickelt. Es wurden für die Berechnung der Gesamtemissionen zusätzlich zu den Emissionen direkt am Fahrzeug (im motorischen Abgas) auch Herstellemissionen der Fahrzeuge, vorgelagerte Ökobilanzemissionen von Kraftstoff und Strom sowie sich aus Infrastrukturänderungen ergebende Werkstoffemissionen berücksichtigt.

Dieses Kapitel dient einer besseren Interpretierbarkeit der Ergebnisse für Anwender des SEV-Softwaretools. Die Hintergründe der Emissionsberechungen werden in diesem Sinne näher beleuchtet und sind vorab in Abbildung 5 übersichtlich dargestellt.

Abbildung 5: Datenbankschema von SEV



Folgende Beschreibung soll zum besseren Verständnis der Berechnungslogik dienen und nicht den vollständig programmierten Ablauf der Berechnung wiedergeben.

Die Berechnungen beziehen sich auf alle Verkehrsmittel, die im Kapitel 5.3.1.1 angeführt wurden. Für die Schifffahrt, den Flugverkehr sowie den Güterverkehr sind Datensätze vorbereitet, derzeit in den Maßnahmenberechnungen jedoch nicht vorgesehen.

Folgende Ausführungen zur Berechnung gelten für die Eingabezeilen vom Planfallnullfall ohne Maßnahme und Planfall mit Maßnahme:

(1) Berechnung der Emissionen im Betrieb

Verwendung der Emissionsfaktoren

Nach vollständiger Eingabe der relevanten Daten für ein spezielles Fahrzeug einer Maßnahme, wird auf die eingelesenen Datenbanken und die hinterlegten Emissionsfaktoren zugegriffen. Die entnommenen Emissionen werden gegebenenfalls korrigiert (siehe unten) und anschließend für die Berechnung verwendet. Erfolgt keine vollständige Eingabe, weil die entsprechenden Werte für die Maßnahme nicht bekannt oder für die Maßnahme nicht relevant sind, wird auf hinterlegte „Defaultwerte“ zurückgegriffen.

Betrifft die Eingabe z.B. die gesamte PKW Kategorie ohne weitere Spezifikationen, wird, aus den im Datensatz hinterlegten Fahrzeugen, ein Durchschnittsfahrzeug über alle PKW errechnet. Das Durchschnittsfahrzeug bekommt dadurch einen durchschnittlichen Verbrauch und durchschnittliche Emissionen zugewiesen.

Diese Durchschnittsrechnung berücksichtigt neben den Fahrzeugen und ihren Emissionsfaktoren den Flottenmix, Kraftstoffmix sowie den Verkehrsmix.
Je genauer jedoch das konkrete Fahrzeug im Planfall mit Maßnahme in der Eingabe beschrieben wird, desto genauer kann auch die Emissionsrechnung die Situation der Maßnahme errechnen.

Die Berechnung wird je nach Verteilung der Kilometerleistung (Innerorts, Außerorts und Autobahn) durchgeführt, wobei die Summe der Verteilung immer 100% ergeben muss.

Die Eingabe wird im Planfall ohne Maßnahme limitiert, um den standardisierten Vergleich mit der Durchschnittsflotte zu gewährleisten. Dadurch wird die Höhe der Änderung zum Planfall mit Maßnahme nicht durch eine individuelle Ausgangslage, sondern auf den realen Zustand bezogen. Der Vergleich mit einem Euro 0 Fahrzeug, das in wenigen Jahren ohnehin nicht mehr in der Flotte vorhanden wäre, wird somit verhindert und die Verbesserung durch die Maßnahme standardisiert auf die Flotte bezogen. Somit kann eine Maßnahme nur eine Emissions- und Verbrauchseinsparung bewirken, wenn diese auch in 20 Jahren noch besser als das Durchschnittsfahrzeug mit derzeit erwarteter Flottenerneuerung ist.

Einfluss der Fahrzeugmasse

Der Kraftstoffverbrauch und damit auch der CO_2 Ausstoß in der Fahrzeuge Datenbank beziehen sich auf eine hinterlegte Durchschnittsmasse. Weicht die eingegebene Masse davon ab wird der Verbrauch von konventionellen oder mit Strom betriebenen Fahrzeugen korrigiert.
Die Trendlinien für Kraftstoffverbrauch über Fahrzeugmasse der Neuzulassungen PKW mit Dieselmotor bzw. Ottomotor (nur Benzin) wurde für Österreich im Jahr 2008 in [12] ermittelt. Durch die Steigung dieser Trendlinie und der Massendifferenz zur Defaultmasse ergibt sich die Verbrauchsänderung. Neben der Verbrauchsänderung ergibt sich auch eine Änderung der CO_2 Emissionen, alle weiteren Emissionskomponenten werden aufgrund von teilweise gegenläufigen Effekten und der Abwesenheit von genauen Korrekturwerten nicht verändert.

Für Kleinbus und PKW mit Verbrennungsmotor werden folgende Korrekturformeln angewendet:

für Benzin

*Verbrauch_korr [g/km] = Verbrauch_default + 0.00075 * (Masse_korr - Masse_default)*

für Diesel

*Verbrauch_korr [g/km] = Verbrauch_default + 0.00089 * (Masse_korr - Masse_default)*

mit Steigung für CNG

*Verbrauch_korr [g/km] = Verbrauch_ default + 0.00064 * (Masse_korr - Masse_default)*

mit Steigung für LPG

*Verbrauch_korr [g/km] = Verbrauch_ default + 0.00072 * (Masse_korr - Masse_default)*

Für Kleinbus und PKW mit Elektromotor wurde folgende Korrekturformel am Institut ermittelt:

*Verbrauch_korr [kWh/km] = Verbrauch_ default + 0.00066 * (Masse_korr - Masse_default)*

In der Berechnung von Energieverbrauch und Emissionen des ÖV wird der Einfluss des Besetzungsgrades vernachlässigt.

Einfluss der Kraftstoffsorte auf Verbrauch- und Emissionswerte

Bei einer Kombination aus konventioneller Antriebstechnologie und einem alternativen Kraftstoff werden Verbrauch und Emissionen mit einem entsprechenden Korrekturfaktor multipliziert. Dieser Faktor wird angewendet, wenn z.B. beim Betreiben eines Dieselmotors Biodiesel verwendet wird. Der Faktor wird mit den im Fahrzeuge Datenblatt eingetragenen Werten oder den bereits massenkorrigierten Werten multipliziert. Der Verbrauch ändert sich im Verhältnis der Heizwerte. Für die Berechnung der CO_2-Emissionen müssen auch die C-Anteile der Kraftstoffe berücksichtigt werden.

Beispielhaft: Kraftstoff Bioethanol E85 wird in Benzinmotor verbrannt

Korrekturfaktor_Verbrauch = Heizwert_Benzin / Heizwert_E85 = 1.59
*Korrekturfaktor_CO_2 = Korrekturfaktor_Verbrauch / C-Anteil_Benzin * C-Anteil_E85 = 1.06*

*Verbrauch_korr [kWh/km] = Verbrauch_Benzin * 1.59*
*CO_2 _korr [g/km] = CO_2 _Benzin * 1.06*

Daraus errechnen sich die Emissions- bzw. Verbrauchswerte der Maßnahme im motorischen Abgas pro Kilometer. Diese werden nach Berücksichtigung der vorgelagerten Emissionen mit den gefahrenen Kilometern der Maßnahme bezogen auf ein Jahr multipliziert und führen zum Gesamtergebnis an Verbrauch und Emissionen pro Jahr.

(2) Berechnung der vorgelagerten Emissionen

Folgende vorgelagerte Emissionen werden zu den Fahrzeugemissionen im motorischen Abgas addiert:

- vorgelagerte Emissionen der Fahrzeugherstellung
- vorgelagerte Emissionen von Kraftstoff & Strom
- vorgelagerte Emissionen der Infrastruktur

Der im Ergebnis ausgewiesene Energieverbrauch über 20 Jahre enthält die gesamte verbrauchte Energiemenge der in der Maßnahme eingesetzten Fahrzeuge. Der vorgelagerte Energieverbrauch für die Herstellung der Kraftstoffe bzw. der Fahrzeuge wird dabei nicht berücksichtigt.

Vorgelagerte Emissionen der Fahrzeugherstellung

Die Fahrzeugherstellung wird mit einem CO_2-e Wert in kg pro Fahrzeugtype aus der Literatur mit berücksichtigt. [15] [7]
Die Werte pro Fahrzeug werden mittels Fahrleistung pro Lebensdauer in CO_2-e pro Kilometer umgerechnet. Jeder gefahrene Kilometer beinhaltet somit auch einen Aufschlag von einer bestimmten Menge an CO_2-e/km für die Fahrzeugherstellung.

*VE_Herstellung [gCO2-e/km] = VE_CO_2-e_Herstellung [kg] / Fahrleistung_LD [km] * 1000*

Der CO_2-e Wert wird in weiterer Folge auch wie ein CO_2 Wert behandelt, um im Gesamtergebnis eine sinnvolle CO_2 Bilanz zu erhalten. Der Anteil von CH_4 und N_2O am CO_2-e der Herstellung wird, aufgrund fehlender Angaben in der Literatur, vernachlässigt. Alle weiteren Emissionskomponenten werden durch die Fahrzeugherstellung aufgrund Abwesenheit von genauen Werten nicht verändert.

Vorgelagerte Emissionen von Kraftstoff & Strom

Pro im Fahrzeug verbrauchter Kilowattstunde Kraftstoff oder Strom werden vorgelagerte Ökobilanzemissionen der Herstellung berücksichtigt. Die Emissionswerte [g/kWh] aus der Kraftstoff oder Strom Datenbank werden mit dem Verbrauch [kWh/km] multipliziert und ergeben somit die vorgelagerten Emissionen.

*VE_Kraftstoff&Strom [g/km] = VE_Emissionen [g/kWh] * Verbrauch [kWh/km]*

Vorgelagerte Emissionen der Infrastruktur

Jede Maßnahme bietet auch die Möglichkeit, die verwendeten Materialien und deren Massen einer Infrastruktur einzugeben. Die Massenangaben beziehen sich auf die gesamte neu errichtete Infrastruktur, die von der Maßnahme genützt wird.
Diese Massen [kg] werden mit den Emissionswerten der Werkstoffe Datenbank [g/kg] multipliziert.
Daraus ergibt sich eine gesamte Emissionsmenge pro Maßnahme.

*VE_Infrastruktur [g/Maßnahme] = VE_Werkstoffe [g/kg] * Massen [kg]*

(3) Weitere Berechnungen

Eigene Energieerzeugung

Für Maßnahmen mit eigener Energieversorgung ist die Berücksichtigung dieser Kosten und Auswirkungen möglich. Bei eigener Energieversorgung ist wegen der getrennten Behandlung von ÖV und MIV in der gesamtwirtschaftlichen Betrachtung die Information erforderlich, ob die durch die eigene Energieversorgung gewonnene Energie für den ÖV oder den MIV verwendet wird. Für Anwendungsfälle, in denen die eigene Energieerzeugung den Energieverbrauch der Fahrzeuge unterschreitet, wird die restliche erforderliche Energiemenge zu normalen Energiepreisen „zugekauft". Überschreitet die in eigener Energieerzeugung produzierte Energiemenge den Energieverbrauch der Fahrzeuge, wird die produzierte Energiemenge „verkauft" (nach üblichen Einspeisetarifen etc.).

Eigene Energie wird nur von Fahrzeugen verbraucht die auch dieselben Energiearten aufweisen. Sollte als Energieart in der Fahrzeugeingabe *diverse* ausgewählt sein, wird nur der Anteil dieser Energieart am österreichischen Durchschnitt mit eigener Energieerzeugung berechnet.

Durchschnittsrechnung

Die Durchschnittsrechnung berücksichtigt neben den Fahrzeugen und ihren Emissionsfaktoren den Flottenmix, Kraftstoffmix sowie den Verkehrsmix. Aus dieser Kombination von Anteilen an der gewählten Überkategorie (z.B. alle PKW, gesamter ÖV, alle Diesel PKW ect.) werden sämtliche Durchschnittswerte für Verbrauch und Emissionen ermittelt.

Durchschnittsrechnung am Beispiel gesamter ÖV:

Wird in der Eingabezeile ÖV-F der Fahrzeugtyp nicht gewählt (diverse) kommt in der Berechnung die Durchschnittsrechnung über alle relevanten ÖV Fahrzeuge zum Einsatz. Die beteiligten ÖV Fahrzeuge sind:

- Linienbus
- Eisenbahn-Personen
- O-Bus
- ÖPNV-Schiene

Nicht berücksichtigt werden Reisebusse und Kleinbusse, welche jedoch für eine konkrete Maßnahme als ÖV Fahrzeug ausgewählt werden können.

Fahrzeugbezogene Kostenrechnung

Die Ermittlung der Fahrzeugbetriebskosten erfolgt mit den fahrzeugspezifischen Kostensätzen (pro Entfernung und pro Zeit) und den km-Fahrleistungen und h-Fahrdauern der einzelnen Fahrzeuge. Der Treibstoffverbrauch wird getrennt von den Fahrzeugbetriebskosten berechnet.

Fahrzeugbezogene Lärmrechnung

Die Lärmemission der Fahrzeuge wird für die eingegebenen Km-Fahrleistungen des Plannullfalles und des Planfalles mit den spezifischen Lärmemissionen der Fahrzeuge logarithmisch aufsummiert und auf die Veränderung der Lärmemissionen von ganz Österreich umgerechnet (über Gesamtemissionen und Fahrleistungsanteile etc.). Zur Ermittlung der Lärmkosten erfolgt eine Umrechnung der Veränderung der österreichweiten Lärmemissionen auf die Anzahl der gestörten Personen und Kostenansätzen für die Kosten einer zusätzlich durch Lärm gestörten Person.

5.3.4 Weitere Hinweise zur Berechnung

Das Ergebnis wird ungenauer wenn der Maßnahmenfall stark von den hinterlegten Durchschnittswerten abweicht. Die Genauigkeit der Emissionsrechung kann bei Verbrauch und CO_2 Emissionen mit +- 5% und für weitere Emissionen mit +-20% eingeschätzt werden. In der Simulation über 20 Jahre sind Annahmen enthalten, die vor allem bei alternativen Technologien zu noch höheren Unsicherheiten führen können.

Die Emissionen im Ergebnis beziehen sich nicht auf die restlichen Monate des Einreichjahres, sondern auf das gesamte Kalenderjahr.

5.4 Beschreibung der Kosten- und Nutzenkomponenten und ihrer quantitativen Vorgaben und Berechnung (Mengen- und Wertgerüst)

5.4.1 Investitionskosten Infrastruktur (Indikator 1.1)

Die Investitionskosten für die Infrastruktur enthalten Kosten für immobile Infrastruktur, z.B. für die bauliche Installation von neuen Haltestellen des öffentlichen Verkehrs, Fahrradabstellplätze, Elektro-Tankstellen etc. Die Investition in Fahrzeuge (PKW, Fahrrad, Linienbusse, Straßenbahn etc.) sind dezidiert nicht in den Investitionskosten Infrastruktur enthalten, sondern in den Fahrzeugbetriebskostengrundwerten (Indikator 1.3a und b).
Die gesamten Investitionsausgaben für die Infrastruktur sind vom Anwender einzugeben und werden entsprechend den Vorgaben der geltenden RVS über Lebensdauer und mit einem angenommenen Zinssatz von 3% in jährliche Investitionskosten Infrastruktur umgerechnet.
Analog werden auch die Investitionskosten Infrastruktur für die optional eingebbare eigene Energieversorgung behandelt.
Hinweis zur Abgrenzung des Kostenbegriffs: Im Sinne der gesamtwirtschaftlichen Bewertung sind die Kosten ohne Steuern und Förderungen etc. einzutragen. Für die betriebswirtschaftliche Analyse sind die Steuersätze und Förderungen getrennt anzugeben (SEV-Softwaretool Eingabemasken).

Investitions**ausgaben** (IA) ⇔ Investitions**kosten** pro Jahr (Annuitäten) (IK)

IA [EUR] ⇔ IK = IA · af [EUR/a]

Annuitätenfaktor

$$af = \frac{\frac{p}{100} \cdot \left(1+\frac{p}{100}\right)^d}{\left(1+\frac{p}{100}\right)^d - 1} \quad [1/a]$$

mit: p ... Zinssatz [%/a]
d ... Nutzungsdauer, Abschreibungszeitraum [a]

5.4.2 Laufende Betriebskosten der Infrastruktur, Mobilitätsmanagement etc. (Indikator 1.2)

Die laufenden Erhaltungskosten der Infrastruktur sowie Betriebskosten des Mobilitätsmanagement sind als jährliche Kosten vom Benutzer einzugeben und werden als jährliche Kosten für die gesamtwirtschaftliche Bewertung übernommen. Im Indikator 1.2 ausdrücklich nicht enthalten sind die Fahrzeugbetriebskosten – diese werden in Indikator 1.3a und 1.3b getrennt behandelt.

5.4.3 Fahrzeugbetriebskostengrundwerte ÖV (Indikator 1.3a)

Die Fahrzeugbetriebskostengrundwerte des öffentlichen Verkehrs werden aus den Fahrleistungen der Fahrzeuge in Fzg-km und Fzg-h und vorgegebenen Kostensätzen für die Fahrzeuge ermittelt (siehe auch Kap. 5.3 zu den hinterlegten Fahrzeugdaten).
In den Fahrzeugbetriebskostengrundwerten ÖV sind die Fahrzeuganschaffung und –erhaltung enthalten, nicht aber die Energiekosten für den Fahrbetrieb (Indikator 1.5a).

5.4.4 Fahrzeugbetriebskostengrundwerte IV (Indikator 1.3b)

Die Fahrzeugbetriebskostengrundwerte des Individualverkehrs werden aus den Fahrleistungen der Fahrzeuge in Fzg-km und Fzg-h und vorgegebenen Kostensätzen für die Fahrzeuge ermittelt (siehe auch Kap. 5.3 zu den hinterlegten Fahrzeugdaten).
In den Fahrzeugbetriebskostengrundwerten IV sind die Fahrzeuganschaffung und –erhaltung enthalten, nicht aber die Energiekosten für den Fahrbetrieb.

5.4.5 Fahrpersonalkosten ÖV (Indikator 1.4a)

Die Fahrpersonalkosten für den öffentlichen Verkehr sind entsprechend RVS mit 20,48 Euro pro Stunde angesetzt

5.4.6 Fahrpersonalkosten IV (Indikator 1.4b)

Die Fahrpersonalkosten im Individualverkehr werden unter Indikator 1,6 – Reisezeitkosten behandelt. Der Indikator 1.4b ist nur der Vollständigkeit halber und wegen der Kompatibilität zur Nummerierung der RVS enthalten, in den Anwendungsfällen des SEV-Projektes aber in der Regel „Null“.

5.4.7 Energiekosten ÖV (Indikator 1.5a)

Die Energiekosten des Öffentlichen Verkehrs werden aus den Fahrleistungen der Fahrzeuge in Fzg-km mit Hilfe der vom Projektpartner IVT ermittelten Fahrzeugdaten und des hinterlegten Emissions- und Verbrauchsmodells ermittelt.

5.4.8 Energiekosten IV (Indikator 1.5b)

Die Energiekosten des Individualverkehrs werden aus den Fahrleistungen der Fahrzeuge in Fzg-km mit Hilfe der vom Projektpartner IVT ermittelten Fahrzeugdaten und des hinterlegten Emissions- und Verbrauchsmodells ermittelt.

5.4.9 Reisezeitkosten / Transportzeitkosten (Indikator 1.6)

Die Reisezeitkosten werden über die eingegebenen verkehrsplanerischen Kennwerte Verkehrsdauer der Planfälle und einem Kostensatz von 5 Euro pro Stunde Reisezeitkosten berechnet. Hinweis: der Ansatz von 5€ pro Stunde Reisezeitkosten ist als relativ gering anzusehen und wurde in Hinblick auf die Stabilität der Rechenergebnisse so gewählt. Änderungen der Verkehrsmittelwahl führen bei ungenügender Berücksichtigung der Änderungen der mittleren Fahrtweiten und Geschwindigkeiten sonst zu unplausiblen Ergebnissen (z.B. bei Umstieg vom MIV auf den ÖV etc.). Im Bewertungstool kann dieser Kostensatz bei Bedarf verändert werden.

5.4.10 Unfallkosten (Indikator 1.7)

Da die Angaben der RVS zu den Unfallkosten nur für den KFZ-Verkehr vorliegen, wurden die Unfallkosten für den ÖV, den Fußgänger- und Fahrradverkehr im Rahmen des SEV-Projektes ergänzt. Dabei wurden mit Daten der Verkehrsleistung und Unfalldaten für ganz Österreich Unfallkosten pro mit den jeweiligen Verkehrsmitteln zurückgelegtem Kilometer abgeschätzt. Für den MIV werden 0,12 €/KFZ-km angenommen, für den ÖV 0,007 €/Personenkilometer, für Radfahrer und Fußgänger 0,3€/KFZ-km. Dabei wurde aus Erfahrungen in Graz davon ausgegangen, dass mit zunehmendem Radverkehr die relative Verkehrssicherheit für Radfahrer deutlich steigt.

5.4.11 Gesundheitskosten (Indikator 1.8)

Das Thema der Gesundheitskosten (bzw. Gesundheitsnutzen) der einzelnen Verkehrsmittel ist heute noch stark in Diskussion und Gegenstand vertiefter Forschungen. Aus vorhandenen Studien kann für Fußgänger und Radfahrer ein großer Gesundheitsnutzen pro zurückgelegtem km abgeleitet werden. Deshalb wurde dieser Indikator gegenüber der vorliegenden RVS ergänzt (ist derzeit noch nicht in der RVS enthalten).
Ausgehend von vorhandenen Untersuchungen der WHO sowie aus Skandinavien werden für Radfahrer und Fußgänger Gesundheitskosten von -0,43€/Personen-km angenommen, für Nutzer des ÖV -0,043€/Personen-km (Hinweis: das negative Vorzeichen bedeutet, dass dies gesamtwirtschaftlich einem „Nutzen“ entspricht).
Es ist anzumerken, dass diese Werte als grobe Schätzung zu verstehen sind, die ungefähr einem Mittelwert der derzeit in der Literatur angegebenen Werte entsprechen. Im Bewertungstool können die Kostenansätze für die Gesundheitskosten bei Bedarf verändert werden, wenn neue Forschungsergebnisse vorliegen.

5.4.12 Lärmkosten (Indikator 1.9)

Für die KM-Verkehrsleistungen der einzelnen Fahrzeugtypen werden die Leq-Lärmemissionen logarithmisch aufsummiert und für den Plannullfall und den Planfall mit Maßnahmen für ganz Österreich ermittelt. Unter Annahme des Zusammenhangs zwischen Veränderungen des Leq und der Anzahl der durch Lärm gestörten Personen erfolgt die Umrechnung der Leq-Veränderung auf die Veränderung der Anzahl der durch Lärm gestörten Personen. Pro durch Lärm gestörte Person und Jahr werden Kosten von 1000 Euro angesetzt [27].

5.4.13 Schadstoffkosten (Indikator 1.10)

Zur Monetarisierung der Auswirkungen dieser Emissionen wurden die Schadstoffkostensätze der geltenden RVS verwendet (Tabelle 8).

Tabelle 8: Schadstoffkostensätze (EUR/t) [25]

	Außerorts	Innerorts
NOx	10200	10200
NMVOC	2000	2000
PM10 (Abrieb)	30000	100000
PM2,5 (Ruß)	80000	300000

5.4.14 Klimakosten (Indikator 1.11)

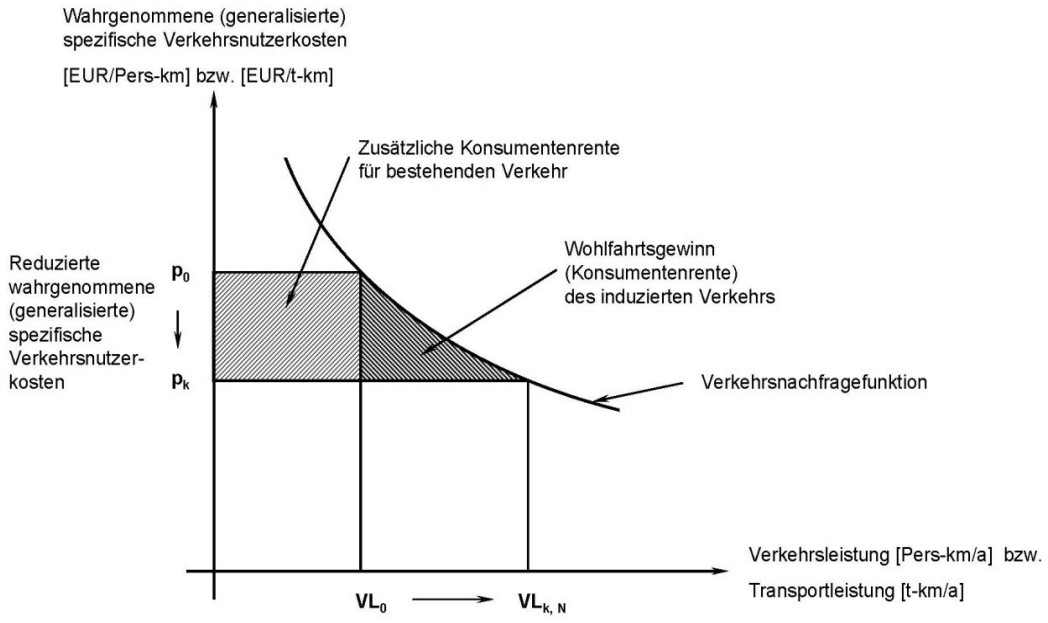
Als Kostensatz für die Monetarisierung der CO2-Emissionen werden 250€/t CO2-Äquivalent verwendet. In der Literatur lässt sich eine große Bandbreite der Kostenbewertung der CO2-Emissionen zwischen ca. 20€/t und 280€/t finden [19], [30], [32]. Im vorliegenden Projekt SEV und vom Klimafond wird starker Wert auf die Klimafolgen gelegt. Deshalb wurde nach intensiven Diskussionen in der begleitenden Arbeitsgruppe ein Wert von 250€/t CO2-e gewählt, um die Klimafolgen ausreichend zu berücksichtigen. Ein zusätzliches Argument in dieser Diskussion in der Arbeitsgruppe für diese Festlegung war die Einschätzung, dass die Kostenbewertung der CO2-Emissionen mit zunehmender Tiefe der Klimafolgenuntersuchungen zu steigenden Werten führen wird. Zur Vollständigkeit sei erwähnt, dass in der begleitenden Arbeitsgruppe einzelne Vertreter auch für einen Wert deutlich unter 100€ /t CO2 argumentiert haben.

5.4.15 Konsumentenrente Neuverkehr (Indikator 1.12)

Bei der Betrachtung der Konsumentenrente des Neuverkehrs werden jene Nutzen (Wohlfahrtsgewinn) berücksichtigt, die durch eine Verbilligung des Verkehrssystems für den Benutzer und eine Zunahme der Verkehrsnachfrage (=induzierter Verkehr) verursacht

werden. Analog wird in Fällen mit einer Verteuerung des Verkehrssystems für den Benutzer eine Abnahme der Verkehrsnachfrage (= deduzierter Verkehr) vorgegangen.
Die Berechnung erfolgt durch eine Ermittlung der Verkehrskosten für den Benutzer pro km (Fahrzeugbetriebskosten, Energiekosten und Zeitkosten) für die insgesamt von allen Nutzern gefahrenem Kilometer. Mit diesen veränderten Nutzerkosten pro km und der veränderten gesamten Personenverkehrsleistung in km kann die Konsumentenrente des Neuverkehrs ermittelt werden (siehe Abbildung 6).
Hinweis: die untersuchten Maßnahmen weisen sehr geringe Veränderungen beim Neuverkehr auf – die Konsumentenrente Neuverkehr wurde aber der Vollständigkeit halber in die Berechnung integriert, obwohl sie in den meisten Fällen nur sehr geringe Werte aufweist.

Abbildung 6: Verkehrsnachfragefunktion, Wohlfahrtsgewinn (Konsumentenrente) als Folge von induziertem Verkehr bei reduzierten wahrgenommenen spezifischen Verkehrsnutzerkosten [25]



5.4.16 Diskontierung der Ergebnisse

Die ermittelten Indikatorwerte werden auf das erste Jahr des Bezugszeitraums diskontiert (abgezinst) und ergeben damit aufsummiert über die 20 Jahre des Bezugszeitraums die Barwerte der Indikatoren für die Nutzen-Kosten-Analyse. Für die Diskontierung wird ein Zinssatz von 3% pro Jahr angenommen.

Im Ergebnisfile (EXCEL) werden auch die nicht diskontierten Werte in einer eigenen Tabelle als Zwischenschritt dargestellt. Im Gesamtergebnis sind die diskontierten Werte enthalten.

5.5 Ergebniskriterien

Für folgende Bereiche werden Ergebnisse der Evaluierung angegeben. Jedes Ergebnis betrachtet (evaluiert) die untersuchten Maßnahmen aus einem unterschiedlichen Blickwinkel mit unterschiedlichen Methoden:

- Ergebnis der gesamtwirtschaftlichen Bewertung
- Ergebnis der Veränderung der CO_2-Emissionen und Abgasemissionen
- Ergebnis der Betrachtung aus betriebswirtschaftlicher Sicht

Aus der Summe der einzelnen Betrachtungen aus gesamtwirtschaftlicher, betriebswirtschaftlicher Sicht sowie aus der Sicht der veränderten CO_2- und Abgasemissionen soll sich ein umfassendes Bild der Auswirkung der Maßnahmen ergeben.

Ergebnis der gesamtwirtschaftlichen Bewertung

Aus der Summe der Nutzenkomponenten und Kostenkomponenten werden die in der Nutzen-Kosten-Analyse üblichen Beurteilungskriterien ermittelt:

NKV Nutzen-Kosten-Verhältnis (€/€): Das Nutzen-Kosten-Verhältnis ist der Quotient aus der Summe der Nutzenkomponenten durch die Summe der Kostenkomponenten und drückt aus, wie viele „Nutzen“ pro Ausgaben für Infrastrukturinvestitionen sowie den Betrieb des öffentlichen Verkehrs erforderlich sind. Ein Nutzen-Kosten-Verhältnis von 1,0 bedeutet, dass die Nutzen einer Maßnahme gleich groß wie die Kosten sind. Eine Maßnahme mit einem Nutzen-Kosten-Verhältnis deutlich über 1,0 ist im Sinne der gesamtwirtschaftlichen Bewertung positiv. Je größer der Wert ist, desto besser. Liegt das Nutzen-Kosten-Verhältnis unter 1,0 sind die Kosten der Maßnahme größer als die Nutzen, die Maßnahme ist als im Sinne der gesamtwirtschaftlichen Bewertung negativ zu beurteilen. Je kleiner der Wert unter 1,0 ist, desto schlechter schneidet die Maßnahme ab. Wenn die Summe der Kostenkomponenten „Null“ ist, kann das Nutzen-Kosten-Verhältnis nicht berechnet werden (Division durch „Null“).

Nutzen-Kosten-Differenz in €: Die Nutzen-Kosten-Differenz summiert Kosten- und Nutzenkomponenten auf und stellt sie mit negativem Vorzeichen dar. Eine positive Nutzen-Kosten-Differenz bedeutet, dass die Nutzen die Kosten überwiegen. Je größer der Wert ist, desto besser. Eine negative Nutzen-Kosten-Differenz bedeutete, dass die Kosten höher sind als die Nutzen. Je stärker der Wert unter „Null“ wird, desto schlechter schneidet die Maßnahme ab.

Das Ergebnis der gesamtwirtschaftlichen Bewertung ist als Beispiel für einen Testfall in Abbildung 7 enthalten. Darin sind die Kosten und Nutzen aller betrachteten Indikatoren in einer Tabelle und in einem Diagramm dargestellt. Die Kosten und Nutzen sind über 20 Jahre aufsummiert und diskontiert (auf den Beginn des Betrachtungszeitraums abgezinst). Kostenkomponenten sind orange hinterlegt, Nutzenkomponenten im Sinne der üblichen Einteilung in Nutzen-Kosten-Analysen blau hinterlegt. Investitionskosten, Betriebskosten für Infrastruktur sowie Betriebs-, Personal- und Energiekosten für den öffentlichen Verkehr sind Kostenkomponenten (orange hinterlegt) im Sinne der Nutzen-Kosten-Analyse, die anderen Indikatoren sind Nutzenkomponenten (blau hinterlegt).
Positive Werte stellen Ausgaben dar (Kosten bzw. negative Nutzen), negative Werte stellen Einnahmen dar (Nutzen bzw. negative Kosten) – dies ist bei der Interpretation zu beachten.

Abbildung 7: Beispiel Ergebnisdarstellung Gesamtwirtschaftliche Kosten und Nutzen des Planfalles mit Maßnahmen im Vergleich zum Plannullfall im Excel-Ergebnisfile (Excel-Ergebnisdarstellung, Blatt „Ergebnis“)

SEV

Standardisierte Evaluierung von Klimaschutz-maßnahmen im Verkehrsbereich Personen

powered by klima+ energie fonds

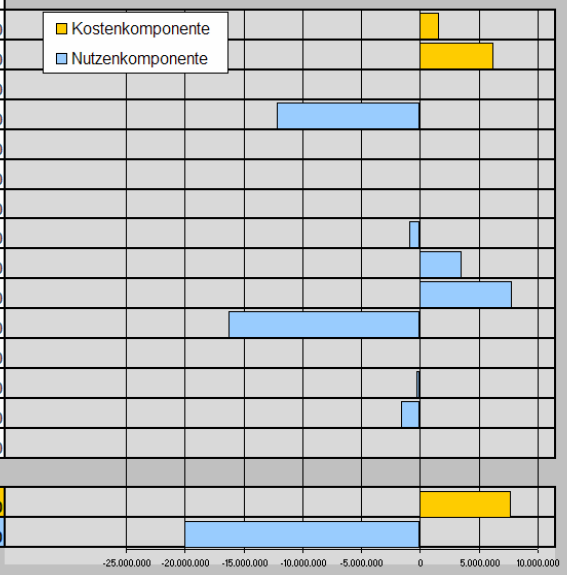
Gesamtdarstellung Kosten diskontiert

Veränderung durch Planfall mit Maßnahmen gegenüber Plannullfall (ohne Maßnahmen)
Diskontierte Barwerte über 20 Jahre, Preisbasis 2010, Werte abgezinst für 2010

Testfall 4 LKH-Mobilitätsmanagement Fahrradverkehr

Gesamtwirtschaftliche Kosten und Nutzen des Planfalles mit Maßnahmen im Vergleich zum Plannullfall

	Indikator; Kosten des Planfalles abzüglich der Kosten des Plannullfalls	Euro / 20 Jahre
1.1	Investitionskosten Infrastruktur	1.494.000
1.2	Laufende Kosten der Infrastruktur, Betriebskosten, Mobil.management etc.	6.130.000
1.3a	Fahrzeugbetriebskostengrundwerte ÖV	0
1.3b	Fahrzeugbetriebskostengrundwerte IV	-12.150.000
1.4a	Fahrpersonalkosten ÖV	0
1.4b	Fahrpersonalkosten IV	0
1.5a	Energiekosten ÖV	0
1.5b	Energiekosten IV	-950.000
1.6	Reisezeitkosten / Transportzeitkosten	3.499.000
1.7	Unfallkosten	7.806.000
1.8	Gesundheitskosten	-16.273.000
1.9	Lärmkosten	0
1.10	Schadstoffkosten	-311.000
1.11	Klimakosten	-1.611.000
1.12	Konsumentenrente Neuverkehr	0
	Summe Kosten, Ind. 1.1, 1.2, 1.3a, 1.4a, 1.5a	**7.623.000**
	Summe neg. Nutzen, 1.3b, 1.4b, 1.5b, 1.6 bis 1.12	**-19.989.000**



Kosten in Euro pro 20 Jahren

Achtung: Achsenmaßstab ändert sich automatisch je nach Anwendungsfall!
< negative Kosten, Nutzen (Einnahmen) Kosten, negative Nutzen (Ausgaben) >

NKV Nutzen-Kosten-Verhältnis (€/€)	**2,6**	Hinweis: Ein NKV über 1,0 bedeutet, dass die Nutzen die Kosten überwiegen; je höher der Wert, desto besser
Nutzen-Kosten-Differenz in €	**12.366.000**	Hinweis: Ein positiver Wert der Nutzen-Kosten-Differenz bedeutet, dass die Nutzen die Kosten überwiegen. Je höher der Wert, desto besser

Ergebnis: Veränderung der CO_2-Emissionen und Abgasemissionen

Die gesamtwirtschaftlichen Kosten der CO_2-Emissionen und Abgasemissionen sind auch in der Darstellung der gesamtwirtschaftlichen Kosten und Nutzen enthalten. Zusätzlich werden auch die Veränderung der Massen an CO_2-Emissionen sowie Abgasemissionen über den Betrachtungszeitraum von 20 Jahren getrennt angegeben (Beispiel siehe Abbildung 8). Als Zusatzinformation werden auch die pro eingesparter Tonne CO_2 erforderlichen Kosten (Summe der Kostenkomponenten der gesamtwirtschaftlichen Analyse) und die pro eingesparter Tonne CO_2 erforderlichen/anfallenden Kosten und Nutzen (ohne CO_2-Kosten) der gesamtwirtschaftlichen Analyse berechnet. Im Beispiel sind z.B. 861 Euro pro eingesparter Tonne an Kosten (Kostenkomponenten) erforderlich. Je kleiner der Wert ist, desto günstiger.

Abbildung 8: Beispiel Ergebnisdarstellung für den SEV_Testfall 4 Mobilitätsmanagement Fahrradverkehr, Veränderung der CO_2-Emissionen und Abgasemissionen des Planfalles im Vergleich zum Plannullfall (Excel-Ergebnisdarstellung, Blatt „Ergebnis“)

Veränderung der CO2-Emissionen und Abgasemissionen im Vergleich zum Plannullfall

Veränderung der CO2-Emissionen in Tonnen pro 20 Jahren (CO2-Äquivalent errechnet)	-8.849	
Summe Investitions-, Betriebs- und Erhaltungskosten pro eingesparter Masse CO2 in Euro pro Tonne	**861**	Hinweis: dieser Wert zeigt, wie viel Investitions-, Betriebskosten erforderlich sind, um eine Tonne CO2 euinzusparen. Je geringer der Wert ist, desto besser. Bei einem Mehrverbrauch von CO2 wird der Wert nicht berechnet
Summe Kosten (ohne Klimakosten) pro eingesparter Masse CO2 in Euro pro Tonne	**-1215**	Hinweis: dieser Wert zeigt, wie viel gesamtwirftschaftliche Kosten (ohne Klimakosten) pro eingesparter Tonne CO2 anfallen. Je geringer der Wert ist, desto besser. Bei einem Mehrverbrauch an CO2 wird der Wert nicht berechnet

Veränderung der CH4-Emissionen in Tonnen pro 20 Jahren	-3,406
Veränderung der N2O-Emissionen in Tonnen pro 20 Jahren	-1,332
Veränderung der NOx-Emissionen in Tonnen pro 20 Jahren	-13,725
Veränderung der NMHC-Emissionen in Tonnen pro 20 Jahren	-11,078
Veränderung der CO-Emissionen in Tonnen pro 20 Jahren	-24,047
Veränderung der PM exhaust (PM2.5)-Emissionen in Tonnen pro 20 Jahren	-24,047
Veränderung der PM non-exhaust (PM10)-Emissionen in Tonnen pro 20 Jahren	-2,069

Ergebnis: Veränderung der betriebswirtschaftlichen Kosten durch die Maßnahme

Zusätzlich zu den oben beschriebenen gesamtwirtschaftlichen Kosten und Abgasemissionen wird auch die Veränderung der betriebswirtschaftlichen Kosten für den vom Benutzer zu definierenden Betrieb errechnet.
Das Ergebnis dokumentiert für den vom Benutzer eingegebenen Betrieb, aus dessen Sicht die Bewertung durchgeführt wurde, die wesentlichen Ausgaben und Einnahmen sowie Förderungen. Als Indikatoren für die Veränderung der betriebswirtschaftlichen Kosten dienen der Saldo aus Ausgaben und Einnahmen inkl. Förderungen sowie der Quotient aus Einnahmen durch Ausgaben (Beispiel siehe Abbildung 9).
Hinweis: Kosten sind hier als positive Zahl enthalten, Einnahmen bzw. die Förderung als negative Zahl. Für den Einnahmen/Ausgaben-Quotienten werden die Einnahmen mit -1 multipliziert.
Ein positiver „Saldo mit Förderungen“ bedeutet, dass die Ausgaben höher sind als die Einnahmen.
Ein Einnahmen/Ausgaben-Quotient über 1,0 bedeutet, dass die Einnahmen höher sind als die Ausgaben.

Abbildung 9: Beispiel Ergebnisdarstellung betriebswirtschaftliche Kosten des Planfalles mit Maßnahmen im Vergleich zum Plannullfall im Excel-Ergebnisfile

Betriebswirtschaftlicher Erfolg des Planfalls mit Maßnahmen im Vergleich zum Plannullfall

Betriebswirtschaftliche Berechnung für den Betrieb:	Firma 1

	Veränderung des Planfalls mit Maßnahmen im Vergleich zum Plannullfall in [pro 20 Jahren
Investition und Erhaltung	6.577.570
Finanzierungskosten	1.532.380
Betriebskosten ÖV	0
Betriebskosten IV	0
Summe Ausgaben	8.109.950
Laufende Einnahmen	0
Saldo ohne Förderungen	8.109.950
Förderung	-1.608.999
Summe Einnahmen mit Förderungen	-1.608.999
Saldo mit Förderungen	**6.500.951**
Einnahmen/Ausgaben	**0,20** [/]

6 Software-Tool SEV

Als verwendete Softwaretechnologie wurde C# aus dem Microsoft .Net-Framework eingesetzt. Es wurde bewusst die Version 2.0 verwendet, weil dies auf den meisten Computern bereits installiert ist.

Auf ein Installationsprogramm wurde verzichtet, da dies eine Verwendung des Tools auf Rechnern ohne Administratorrechte ermöglicht.

Generell wurde ein Model-View-Controller-Konzept implementiert, d.h die Daten, die Berechnungslogik und die Eingabelogik wurden getrennt implementiert.

Der von der TU-Graz erarbeitete Datensatz aller Fahrzeuge und Emissions-Daten (in Form einer Excel-Datei) wurde einmal in ein internes Format konvertiert um die darauf basierenden Berechnung zu beschleunigen. Diese Daten sind in der Datei <SEV-Tool-Ordner>\intern\SEV-EmissionsDaten.bin hinterlegt und können unabhängig vom Tool upgedated werden.

Aus organisatorischen Gründen wurde der Ansatz gewählt, dass nicht die gesamte Funktionalität in C# programmiert wurde sondern dass Teile der Berechnungen in Excel implementiert wurden.

Folgende Teile wurden in C# implementiert:
- Alle Benutzereingaben und deren Validierung
- Berechnung der Emissionen, der Fahrzeugspezifischen Kosten und des Lärms

Folgende Teile wurden in Excel implementiert:
- Wirtschaftliche Berechnungen
- Der Maßnahmen-Ergebnisbericht

7 Testdurchläufe des SEV und Ergebnisse

Im Rahmen des Projektes zur Erarbeitung eines Software-Tools SEV wurde eine Vielzahl von Testdurchläufen für Projekte durchgeführt. Im Folgenden sind die Ergebnisse für 6 ausgewählte Testfälle dargestellt:
- **Testfall 1:** Anwendungsfall Ersatz von 5 Diesel-PKW durch 5 Elektro-PKW, Installation einer Photovoltaik-Anlage mit Elektrotankstelle
- **Testfall 2:** Verlängerung eines Linienbuskurses zu einer Schule
- **Testfall 3:** Einführung von Mobilitätsmanagement für das Fahrradfahren in einem Betrieb
- **Testfall 4:** Mobilitätsmanagement und Fahrradförderung für ein großes Landeskrankenhaus einer Landeshauptstadt
- **Testfall 5:** Einführung eines Gemeinde-Bussystems in einer mittleren Gemeinde
- **Testfall 6:** Anschaffung eines Elektro-Fahrrades einer Person

Diese Testfälle wurden an Hand hypothetischer Werte für den detaillierten Umfang und die Kosten der Maßnahmen sowie die verkehrsplanerischen Eingabewerte untersucht. Sie bilden also nicht tatsächlich in der Natur vorhandene Projekte ab.
Für alle Testfälle wurde die gesamtwirtschaftliche Bewertung dargestellt, die betriebswirtschaftliche Bewertung für den Testfall 4.

7.1 Testfall 1: Anwendungsfall Ersatz von 5 Diesel-PKW durch 5 Elektro-PKW, Installation einer Photovoltaik-Anlage mit Elektrotankstelle

Im Testfall 1 werden folgende Rahmenbedingungen angenommen: ein Betrieb möchte 5 Betriebsfahrzeuge (PKW mit fossilem Antrieb) durch Elektro-PKW ersetzen. Zur Energieversorgung wird eine eigene Photovoltaikanlage und eine Stromtankstelle errichtet werden. Das angenommene verkehrsplanerische Mengengerüst und die Daten der erforderlichen Investitionen wurden für den Testfall grob geschätzt und sind in Abbildung 10 und Abbildung 11 enthalten. Als Pkw-Fahrzeuggewicht für diese Anwendung wurden 1200 kg angenommen und für die Fahrleistungsverteilung innerorts, außerorts, Autobahn 70/20/10%.
Die Ergebnisse der Berechnung mit dem SEV-Softwaretool sind in Abbildung 12 und Abbildung 13 enthalten. Die gesamtwirtschaftliche Betrachtung zeigt durch die hohen Fahrzeugbetriebskosten der Elektrofahrzeuge ein ungünstiges Bild:
- Das NKV- Nutzen-Kosten-Verhältnis weist einen Wert von 0,4 auf. Das heißt, dass nur ca. 40% der anfallenden Kosten durch Nutzen wieder „hereingebracht“ werden.
- Die Nutzen-Kosten-Differenz ist mit -55.000 Euro für den Betrachtungszeitraum von 20 Jahren ebenfalls negativ. Das heißt, die volkswirtschaftlichen Kosten sind größer als die die Nutzen.

Durch die Maßnahme werden im Betrachtungszeitraum über 20 Jahre ca. 277 Tonnen CO2-Emissionen eingespart. Pro Tonne eingespartem CO2 müssen Investitions- und Betriebskosten von ca. 310 Euro aufgebracht werden.

Abbildung 10: Testfall 1: Eingabemaske verkehrsplanerische Daten (verkehrliches Mengengerüst)

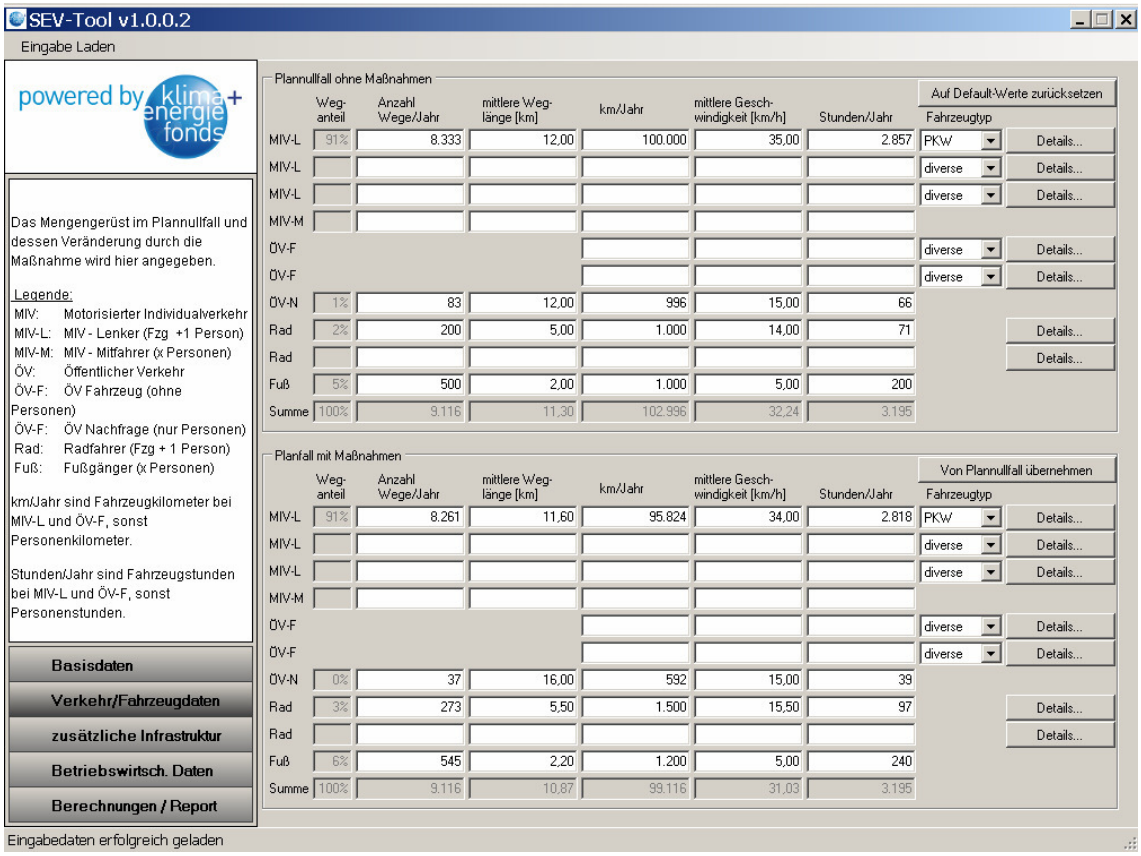


Abbildung 11: Testfall 1: Eingabemaske Maßnahmen, Investitionskosten Infrastruktur Photovoltaik und Elektrotankstelle

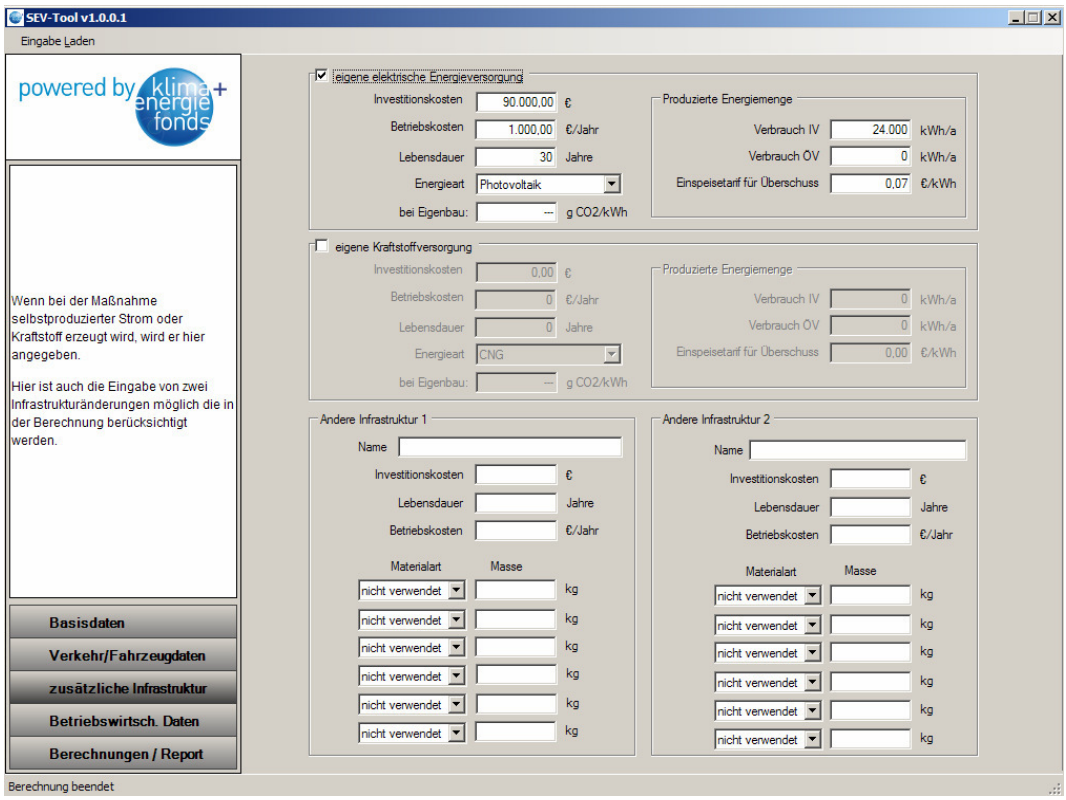


Abbildung 12: Testfall 1: Ergebnisdarstellung Gesamtwirtschaftliche Kosten und Nutzen des Planfalls mit Maßnahmen im Vergleich zum Plannullfall im Excel-Ergebnisfile (Excel-Ergebnisdarstellung, Blatt „Ergebnis“)

SEV

Standardisierte Evaluierung von Klimaschutz-maßnahmen im Verkehrsbereich Personen

powered by klima+ energie fonds

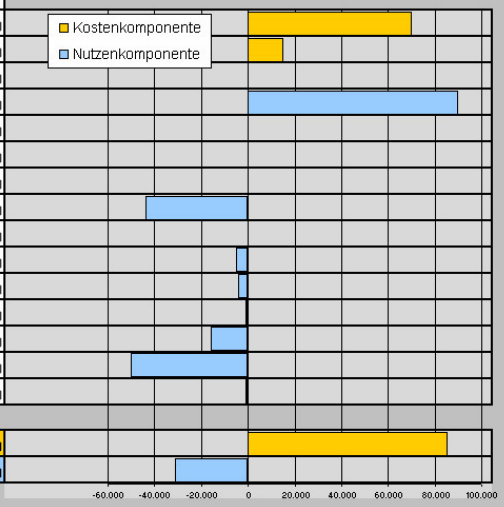
Gesamtdarstellung Kosten diskontiert

Veränderung durch Planfall mit Maßnahmen gegenüber Plannullfall (ohne Maßnahmen)
Diskontierte Barwerte über 20 Jahre, Preisbasis 2010, Werte abgezinst für 2010

Maßnahme_1_5 Diesel-KFZ_versus_E-KFZ_mit_PV

Gesamtwirtschaftliche Kosten und Nutzen des Planfalles mit Maßnahmen im Vergleich zum Plannullfall

	Indikator; Kosten des Planfalles abzüglich der Kosten des Plannullfalls	Euro / 20 Jahre
1.1	Investitionskosten Infrastruktur	70.000
1.2	Laufende Betriebskosten der Infrastruktur, Mobilmanagement...	15.000
1.3a	Fahrzeugbetriebskostengrundwerte ÖV	0
1.3b	Fahrzeugbetriebskostengrundwerte IV	90.000
1.4a	Fahrpersonalkosten ÖV	0
1.4b	Fahrpersonalkosten IV	0
1.5a	Energiekosten ÖV	0
1.5b	Energiekosten IV	-44.000
1.6	Reisezeitkosten / Transportzeitkosten	0
1.7	Unfallkosten	-5.000
1.8	Gesundheitskosten	-4.000
1.9	Lärmkosten	-1.000
1.10	Schadstoffkosten	-16.000
1.11	Klimakosten	-50.000
1.12	Konsumentenrente Neuverkehr	-1.000
	Summe Kosten, Ind. 1.1, 1.2, 1.3a, 1.4a, 1.5a	86.000
	Summe neg. Nutzen, 1.3b,1.4b,1.5b,1.6 bis 1.12	-31.000



Achtung: Achsenmaßstab ändert sich automatisch je nach Anwendungsfall!
< negative Kosten, Nutzen (Einnahmen) Kosten, negative Nutzen (Ausgaben) >

NKV Nutzen-Kosten-Verhältnis (€/€)	0,4	Hinweis: Ein NKV über 1,0 bedeutet, dass die Nutzen die Kosten überwiegen; je höher der Wert, desto besser
Nutzen-Kosten-Differenz in €	-55.000	Hinweis: Ein positiver Wert der Nutzen-Kosten-Differenz bedeutet, dass die Nutzen die Kosten überwiegen. Je höher der Wert, desto besser

Abbildung 13: Beispiel Ergebnisdarstellung für den SEV_Testfall 1, Veränderung der CO_2-Emissionen und Abgasemissionen des Planfalles im Vergleich zum Plannullfall (Excel-Ergebnisdarstellung, Blatt „Ergebnis“)

Veränderung der CO2-Emissionen und Abgasemissionen im Vergleich zum Plannullfall

Veränderung der Emissionen an CO2-Äquivalent in Tonnen pro 20 Jahren	-277	
Erhaltungskosten pro eingesparter Masse CO2-Äquivalent in Euro pro Tonne	**310**	Hinweis: dieser Wert zeigt, wie viel Investitions-, Betriebskosten erforderlich sind, um eine Tonne CO2 euinzusparen. Je geringer der Wert ist, desto besser. Bei einem Mehrverbrauch von CO2 wird der Wert nicht berechnet
Summe Kosten (ohne Klimakosten) pro eingesparter Masse CO2-Äquivalent in Euro pro Tonne	**375**	Hinweis: dieser Wert zeigt, wie viel gesamtwirtschaftliche Kosten (ohne Klimakosten) pro eingesparter Tonne CO2 anfallen. Je geringer der Wert ist, desto besser. Bei einem Mehrverbrauch an CO2 wird der Wert nicht berechnet

Veränderung der CH4-Emissionen in Tonnen pro 20 Jahren	-0,141
Veränderung der N2O-Emissionen in Tonnen pro 20 Jahren	-0,056
Veränderung der NOx-Emissionen in Tonnen pro 20 Jahren	-0,650
Veränderung der NMHC-Emissionen in Tonnen pro 20 Jahren	-0,545
Veränderung der CO-Emissionen in Tonnen pro 20 Jahren	-1,333
Veränderung der PM exhaust (PM2.5)-Emissionen in Tonnen pro 20 Jahren	-1,333
Veränderung der PM non-exhaust (PM10)-Emissionen in Tonnen pro 20 Jahren	-0,105

7.2 Testfall 2: Verlängerung eines Linienbuskurses zu einer Schule

Im Testfall 2 werden folgende Rahmenbedingungen angenommen: ein Schule (z.B. Waldorfschule) möchte für ihre Schüler und Lehrer einen Linienbus installieren. Dieser soll als Zusatzkurs bzw. -route einer bestehenden Buslinie geführt werden. Es ist geplant das KFZ-Verkehrsaufkommen des Schüleranlieferverkehrs mit dieser Maßnahme deutlich zu reduzieren. Das angenommene verkehrsplanerische Mengengerüst und die Daten der erforderlichen Investitionen wurden für den Testfall grob geschätzt und sind in Abbildung 14 enthalten. Als PKW-Fahrzeuggewicht für diese Anwendung wurden 1200 kg angenommen und für die Fahrleistungsverteilung innerorts, außerorts, Autobahn 80/20/0%.
Die Ergebnisse der Berechnung mit dem SEV-Softwaretool sind in Abbildung 14 und Abbildung 15 enthalten. Die gesamtwirtschaftliche Betrachtung zeigt durch einen hohen Einspareffekt der KFZ-Verkehrsleistung ein positives Bild:

- Das NKV- Nutzen-Kosten-Verhältnis weist einen Wert von 3,9 auf. Das heißt, dass ca. ein Vierfaches der anfallenden Kosten durch Nutzen wieder „hereingebracht“ werden.
- Die Nutzen-Kosten-Differenz ist mit ca. 72.000 Euro für den Betrachtungszeitraum von 20 Jahren sehr positiv. Das heißt, diese Maßnahme stellt einen volkswirtschaftlichen Gewinn (Nutzen größer als Kosten) dar.

Durch die Maßnahme werden im Betrachtungszeitraum über 20 Jahre ca. 21 Tonnen CO2-Emissionen eingespart. Pro Tonne eingespartem CO2 müssen jedoch Investitions- und Betriebskosten von ca. 1213 Euro aufgebracht werden.

Abbildung 14: Testfall 2: Eingabemaske verkehrsplanerische Daten (verkehrliches Mengengerüst)

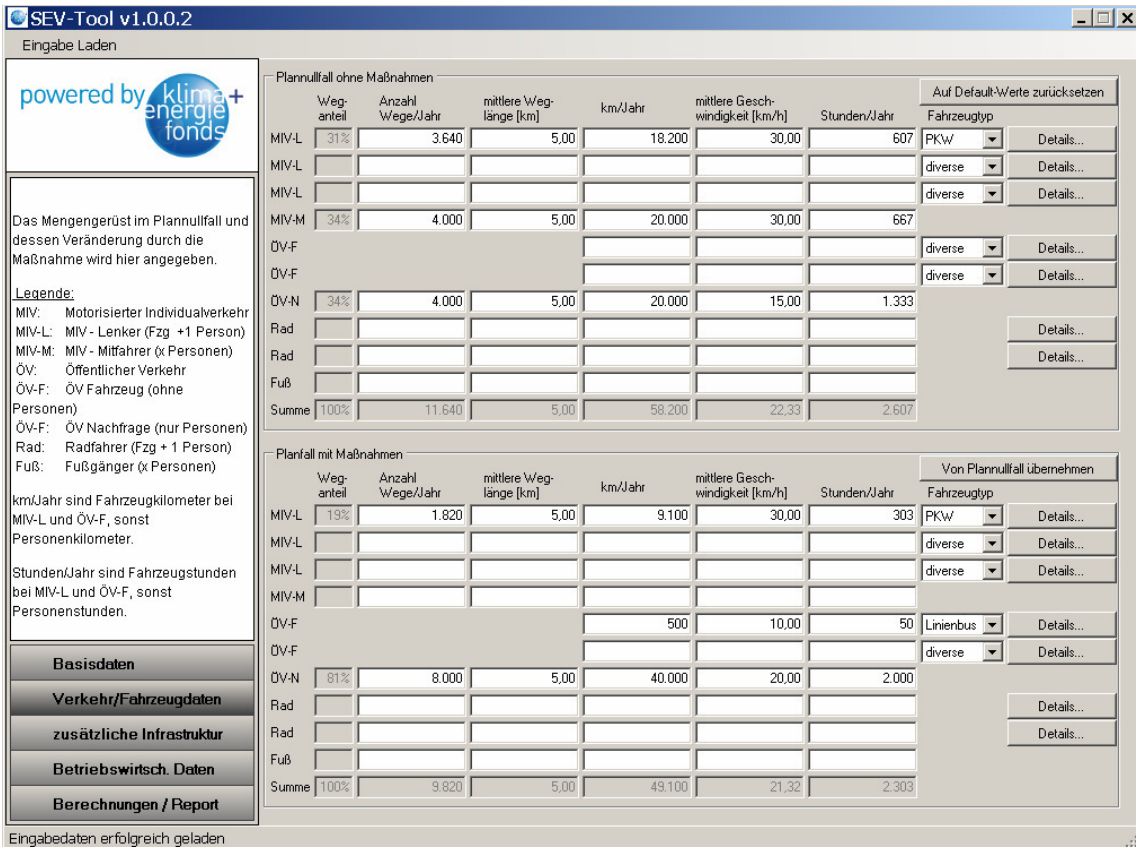


Abbildung 15: Testfall 2: Ergebnisdarstellung Gesamtwirtschaftliche Kosten und Nutzen des Planfalls mit Maßnahmen im Vergleich zum Plannullfall im Excel-Ergebnisfile (Excel-Ergebnisdarstellung, Blatt „Ergebnis“)

SEV

Standardisierte Evaluierung von Klimaschutzmaßnahmen im Verkehrsbereich Personen

powered by klima+ energie fonds

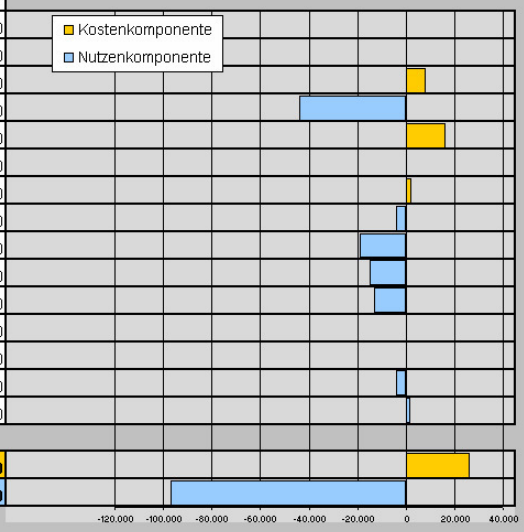
Gesamtdarstellung Kosten diskontiert

Veränderung durch Planfall mit Maßnahmen gegenüber Plannullfall (ohne Maßnahmen)
Diskontierte Barwerte über 20 Jahre, Preisbasis 2010, Werte abgezinst für 2010

Maßnahme 2 Schulbus Waldorfschule

Gesamtwirtschaftliche Kosten und Nutzen des Planfalles mit Maßnahmen im Vergleich zum Plannullfall

	Indikator; Kosten des Planfalles abzüglich der Kosten des Plannullfalls	Euro / 20 Jahre
1.1	Investitionskosten Infrastruktur	0
1.2	Laufende Betriebskosten der Infrastruktur, Mobil.management...	0
1.3a	Fahrzeugbetriebskostengrundwerte ÖV	8.000
1.3b	Fahrzeugbetriebskostengrundwerte IV	-44.000
1.4a	Fahrpersonalkosten ÖV	16.000
1.4b	Fahrpersonalkosten IV	0
1.5a	Energiekosten ÖV	2.000
1.5b	Energiekosten IV	-4.000
1.6	Reisezeitkosten / Transportzeitkosten	-19.000
1.7	Unfallkosten	-15.000
1.8	Gesundheitskosten	-13.000
1.9	Lärmkosten	0
1.10	Schadstoffkosten	0
1.11	Klimakosten	-4.000
1.12	Konsumentenrente Neuverkehr	2.000
	Summe Kosten, Ind. 1.1, 1.2, 1.3a, 1.4a, 1.5a	25.000
	Summe neg. Nutzen, 1.3b,1.4b,1.5b,1.6 bis 1.12	-97.000



Kosten in Euro pro 20 Jahren

Achtung: Achsenmaßstab ändert sich automatisch je nach Anwendungsfall!
< negative Kosten, Nutzen (Einnahmen) Kosten, negative Nutzen (Ausgaben) >

NKV Nutzen-Kosten-Verhältnis (€/€)	3,9	Hinweis: Ein NKV über 1,0 bedeutet, dass die Nutzen die Kosten überwiegen; je höher der Wert, desto besser
Nutzen-Kosten-Differenz in €	72.000	Hinweis: Ein positiver Wert der Nutzen-Kosten-Differenz bedeutet, dass die Nutzen die Kosten überwiegen. Je höher der Wert, desto besser

Abbildung 16: Beispiel Ergebnisdarstellung für den SEV_Testfall 2, Veränderung der CO_2-Emissionen und Abgasemissionen des Planfalles im Vergleich zum Plannullfall (Excel-Ergebnisdarstellung, Blatt „Ergebnis“)

Veränderung der CO2-Emissionen und Abgasemissionen im Vergleich zum Plannullfall

Veränderung der Emissionen an CO2-Äquivalent in Tonnen pro 20 Jahren	-21	
Erhaltungskosten pro eingesparter Masse CO2-Äquivalent in Euro pro Tonne	**1213**	Hinweis: dieser Wert zeigt, wie viel Investitions-, Betriebskosten erforderlich sind, um eine Tonne CO2 euinzusparen. Je geringer der Wert ist, desto besser. Bei einem Mehrverbrauch von CO2 wird der Wert nicht berechnet
Summe Kosten (ohne Klimakosten) pro eingesparter Masse CO2-Äquivalent in Euro pro Tonne	**-3250**	Hinweis: dieser Wert zeigt, wie viel gesamtwirtschaftliche Kosten (ohne Klimakosten) pro eingesparter Tonne CO2 anfallen. Je geringer der Wert ist, desto besser. Bei einem Mehrverbrauch an CO2 wird der Wert nicht berechnet

Veränderung der CH4-Emissionen in Tonnen pro 20 Jahren	-0,010
Veränderung der N2O-Emissionen in Tonnen pro 20 Jahren	-0,003
Veränderung der NOx-Emissionen in Tonnen pro 20 Jahren	0,003
Veränderung der NMHC-Emissionen in Tonnen pro 20 Jahren	-0,047
Veränderung der CO-Emissionen in Tonnen pro 20 Jahren	-0,118
Veränderung der PM exhaust (PM2.5)-Emissionen in Tonnen pro 20 Jahren	-0,118
Veränderung der PM non-exhaust (PM10)-Emissionen in Tonnen pro 20 Jahren	-0,006

7.3 Testfall 3: Einführung von Mobilitätsmanagement für das Fahrradfahren in einem Betrieb

Im Testfall 3 werden folgende Rahmenbedingungen angenommen: Durch starke Förderungen sollen die Mitarbeiter eines Betriebes motiviert werden, mit dem Fahrrad zur Arbeitsstätte zu fahren. Dadurch wird der Anteil der Radfahrer (Arbeitspendler) erhöht, die Anteile des MIV, der MIV-Mitfahrer aber auch der ÖV und Fußgänger werden reduziert. Das angenommene verkehrsplanerische Mengengerüst (Abbildung 17) für den Testfall wurde geschätzt, die Daten der erforderlichen Investitionen sind in Abbildung 18 enthalten. Als PKW-Fahrzeuggewicht für diese Anwendung wurden 1200 kg angenommen und für die Fahrleistungsverteilung innerorts, außerorts, Autobahn 70/20/10%.
Die Ergebnisse der Berechnung mit dem SEV-Softwaretool sind in Abbildung 19 und Abbildung 20 dargestellt. Die gesamtwirtschaftliche Betrachtung zeigt durch einen hohen Einspareffekt der KFZ-Verkehrsleistung ein positives Bild:

- Das NKV- Nutzen-Kosten-Verhältnis weist einen Wert von 1,8 auf. Das heißt, dass ca. ein Zweifaches der anfallenden Kosten durch Nutzen wieder „hereingebracht“ werden.
- Die Nutzen-Kosten-Differenz ist mit ca. 146.000 Euro für den Betrachtungszeitraum von 20 Jahren sehr positiv. Das heißt, diese Maßnahme stellt einen volkswirtschaftlichen Gewinn (Nutzen größer als Kosten) dar.

Durch die Maßnahme werden im Betrachtungszeitraum über 20 Jahre ca. 163 Tonnen CO2-Emissionen eingespart. Pro Tonne eingespartem CO2 müssen jedoch Investitions- und Betriebskosten von ca. 1126 Euro aufgebracht werden.

Abbildung 17: Testfall 3: Eingabemaske verkehrsplanerische Daten (verkehrliches Mengengerüst)

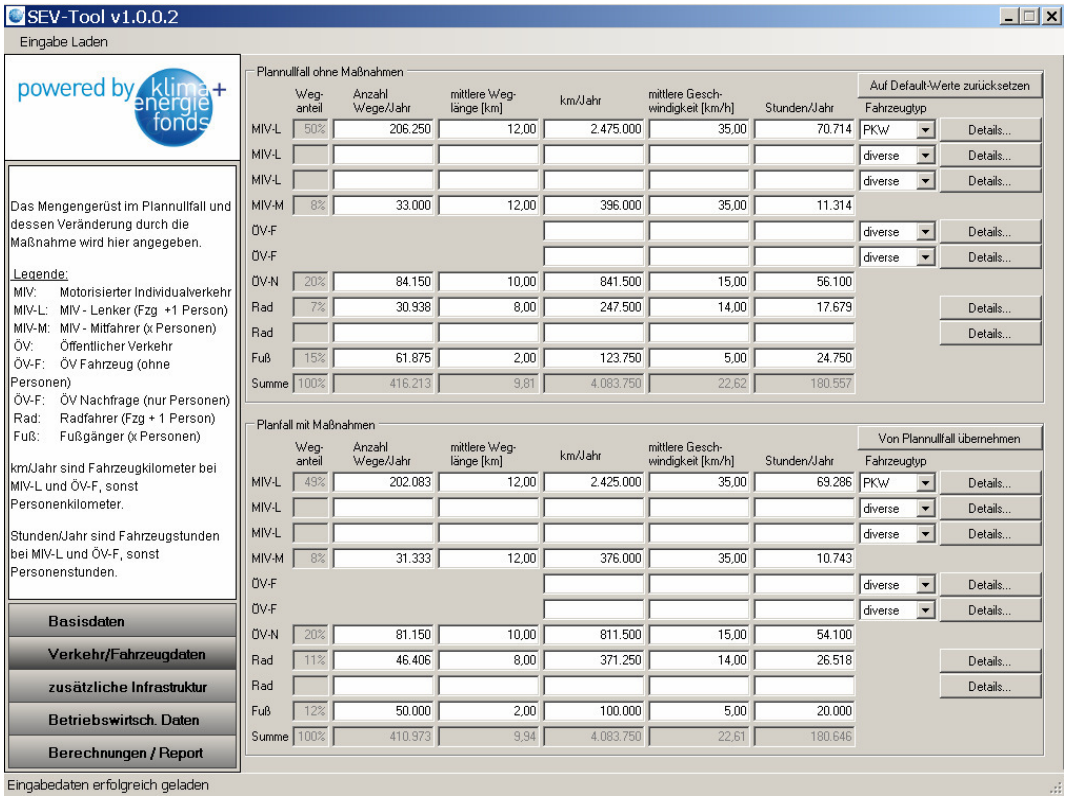


Abbildung 18: Testfall 3: Eingabemaske Maßnahmen, Investitionskosten Infrastruktur

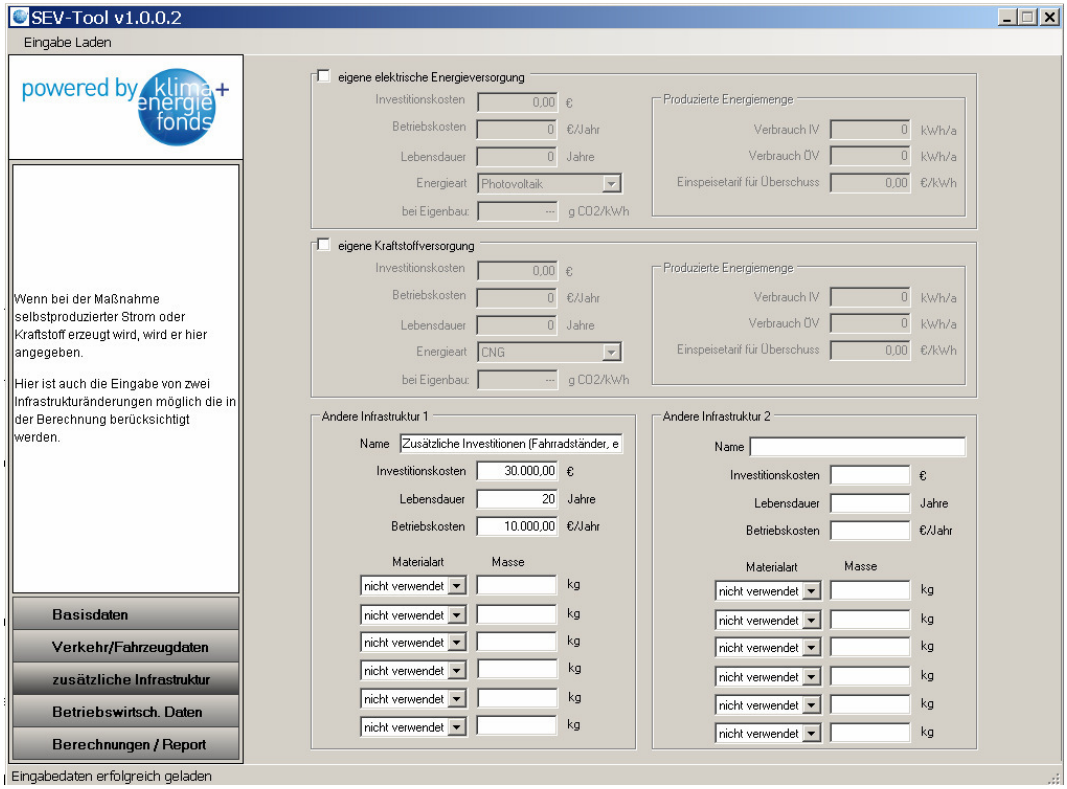


Abbildung 19: Testfall 3: Ergebnisdarstellung Gesamtwirtschaftliche Kosten und Nutzen des Planfalls mit Maßnahmen im Vergleich zum Plannullfall im Excel-Ergebnisfile (Excel-Ergebnisdarstellung, Blatt „Ergebnis“)

SEV

Standardisierte Evaluierung von Klimaschutzmaßnahmen im Verkehrsbereich Personen

powered by klima+ energie fonds

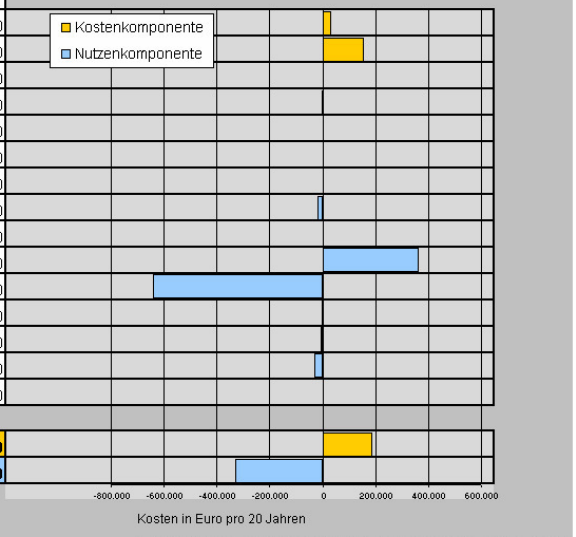
Gesamtdarstellung Kosten diskontiert

Veränderung durch Planfall mit Maßnahmen gegenüber Plannullfall (ohne Maßnahmen)
Diskontierte Barwerte über 20 Jahre, Preisbasis 2010, Werte abgezinst für 2010

Maßnahme 3 - Mobiman Fahrrad

Gesamtwirtschaftliche Kosten und Nutzen des Planfalles mit Maßnahmen im Vergleich zum Plannullfall

	Indikator; Kosten des Planfalles abzüglich der Kosten des Plannullfalls	Euro / 20 Jahre
1.1	Investitionskosten Infrastruktur	31.000
1.2	Laufende Betriebskosten der Infrastruktur, Mobilmanagement...	153.000
1.3a	Fahrzeugbetriebskostengrundwerte ÖV	0
1.3b	Fahrzeugbetriebskostengrundwerte IV	-2.000
1.4a	Fahrpersonalkosten ÖV	0
1.4b	Fahrpersonalkosten IV	0
1.5a	Energiekosten ÖV	0
1.5b	Energiekosten IV	-20.000
1.6	Reisezeitkosten / Transportzeitkosten	7.000
1.7	Unfallkosten	365.000
1.8	Gesundheitskosten	-639.000
1.9	Lärmkosten	-2.000
1.10	Schadstoffkosten	-8.000
1.11	Klimakosten	-30.000
1.12	Konsumentenrente Neuverkehr	0
	Summe Kosten, Ind. 1.1, 1.2, 1.3a, 1.4a, 1.5a	184.000
	Summe neg. Nutzen, 1.3b,1.4b,1.5b,1.6 bis 1.12	-330.000



NKV Nutzen-Kosten-Verhältnis (€/€)	1,8	Hinweis: Ein NKV über 1,0 bedeutet, dass die Nutzen die Kosten überwiegen; je höher der Wert, desto besser
Nutzen-Kosten-Differenz in €	146.000	Hinweis: Ein positiver Wert der Nutzen-Kosten-Differenz bedeutet, dass die Nutzen die Kosten überwiegen. Je höher der Wert, desto besser

Abbildung 20: Testfall 3: Beispiel Ergebnisdarstellung der Veränderung der CO_2-Emissionen und Abgasemissionen des Planfalles im Vergleich zum Plannullfall (Excel-Ergebnisdarstellung, Blatt „Ergebnis“)

Veränderung der CO2-Emissionen und Abgasemissionen im Vergleich zum Plannullfall

Veränderung der Emissionen an CO2-Äquivalent in Tonnen pro 20 Jahren	-163	
Erhaltungskosten pro eingesparter Masse CO2-Äquivalent in Euro pro Tonne	**1126**	Hinweis: dieser Wert zeigt, wie viel Investitions-, Betriebskosten erforderlich sind, um eine Tonne CO2 euinzusparen. Je geringer der Wert ist, desto besser. Bei einem Mehrverbrauch von CO2 wird der Wert nicht berechnet
Summe Kosten (ohne Klimakosten) pro eingesparter Masse CO2-Äquivalent in Euro pro Tonne	**-704**	Hinweis: dieser Wert zeigt, wie viel gesamtwirtschaftliche Kosten (ohne Klimakosten) pro eingesparter Tonne CO2 anfallen. Je geringer der Wert ist, desto besser. Bei einem Mehrverbrauch an CO2 wird der Wert nicht berechnet

Veränderung der CH4-Emissionen in Tonnen pro 20 Jahren	-0,073
Veränderung der N2O-Emissionen in Tonnen pro 20 Jahren	-0,028
Veränderung der NOx-Emissionen in Tonnen pro 20 Jahren	-0,335
Veränderung der NMHC-Emissionen in Tonnen pro 20 Jahren	-0,275
Veränderung der CO-Emissionen in Tonnen pro 20 Jahren	-0,672
Veränderung der PM exhaust (PM2.5)-Emissionen in Tonnen pro 20 Jahren	-0,672
Veränderung der PM non-exhaust (PM10)-Emissionen in Tonnen pro 20 Jahren	-0,054

7.4 Testfall 4: Mobilitätsmanagement und Fahrradförderung für ein großes Landeskrankenhaus einer Landeshauptstadt

Im Testfall 4 werden folgende Rahmenbedingungen angenommen: Durch exzessives Mobilitätsmanagement für den Fahrradverkehr und ergänzende infrastrukturelle Maßnahmen für Radfahrer sollen die Mitarbeiter aber auch die Besucher eines Landeskrankenhauses einer Landeshauptstadt motiviert werden mit dem Fahrrad die Arbeitsstätte aufzusuchen. Dadurch wird der Anteil der Radfahrer aber auch der Fußgänger (Arbeitspendler) erhöht, die Anteile der MIV-Lenker, MIV-Mitfahrer und ÖV-Nutzer reduziert. Das angenommene verkehrsplanerische Mengengerüst (Abbildung 21) für den Testfall wurde geschätzt, die Daten der erforderlichen Investitionen sind in Abbildung 22 enthalten. Als PKW-Fahrzeuggewicht dient für diese Anwendung die hinterlegte Defaultmasse und für die Fahrleistungsverteilung innerorts, außerorts und Autobahn wurden 60/30/10% angenommen. Die Ergebnisse der Berechnung mit dem SEV-Softwaretool sind in Abbildung 23 und Abbildung 24 dargestellt. Die gesamtwirtschaftliche Betrachtung zeigt durch einen hohen Einspareffekt der KFZ-Verkehrsleistung ein positives Bild:

- Das NKV- Nutzen-Kosten-Verhältnis weist einen Wert von 2,6 auf. Das heißt, dass ca. die anfallenden Kosten deutlich durch Nutzen wieder „hereingebracht“ werden.
- Die Nutzen-Kosten-Differenz ist mit ca. 12.292.000 Euro für den Betrachtungszeitraum von 20 Jahren sehr positiv. Das heißt, diese Maßnahme stellt einen volkswirtschaftlichen Gewinn (Nutzen größer als Kosten) dar.

Durch die Maßnahme werden im Betrachtungszeitraum über 20 Jahre ca. 7911 Tonnen CO2-Emissionen eingespart. Pro Tonne eingespartem CO2 müssen jedoch Investitions- und Betriebskosten von ca. 964 Euro aufgebracht werden.

Für den Testfall 4 wurde auch die betriebswirtschaftliche Analyse aus der Sicht des Betriebes Krankenhauses X durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen im Beispiel (mit den getroffenen Annahmen zu Anteil des Krankenhauses X an den Kosten sowie Förderungen) einen Kostendeckungsgrad von 0,64. Das heißt, die Ausgaben des Betriebs werden nur zu 64% durch Einnahmen gedeckt. Über die betrachteten 20 Jahre entsteht ein Zuschussbedarf von 36% bzw. ca. 900.000 Euro (siehe Abbildung 25).

Abbildung 21: Testfall 4: Eingabemaske verkehrsplanerische Daten (verkehrliches Mengengerüst)

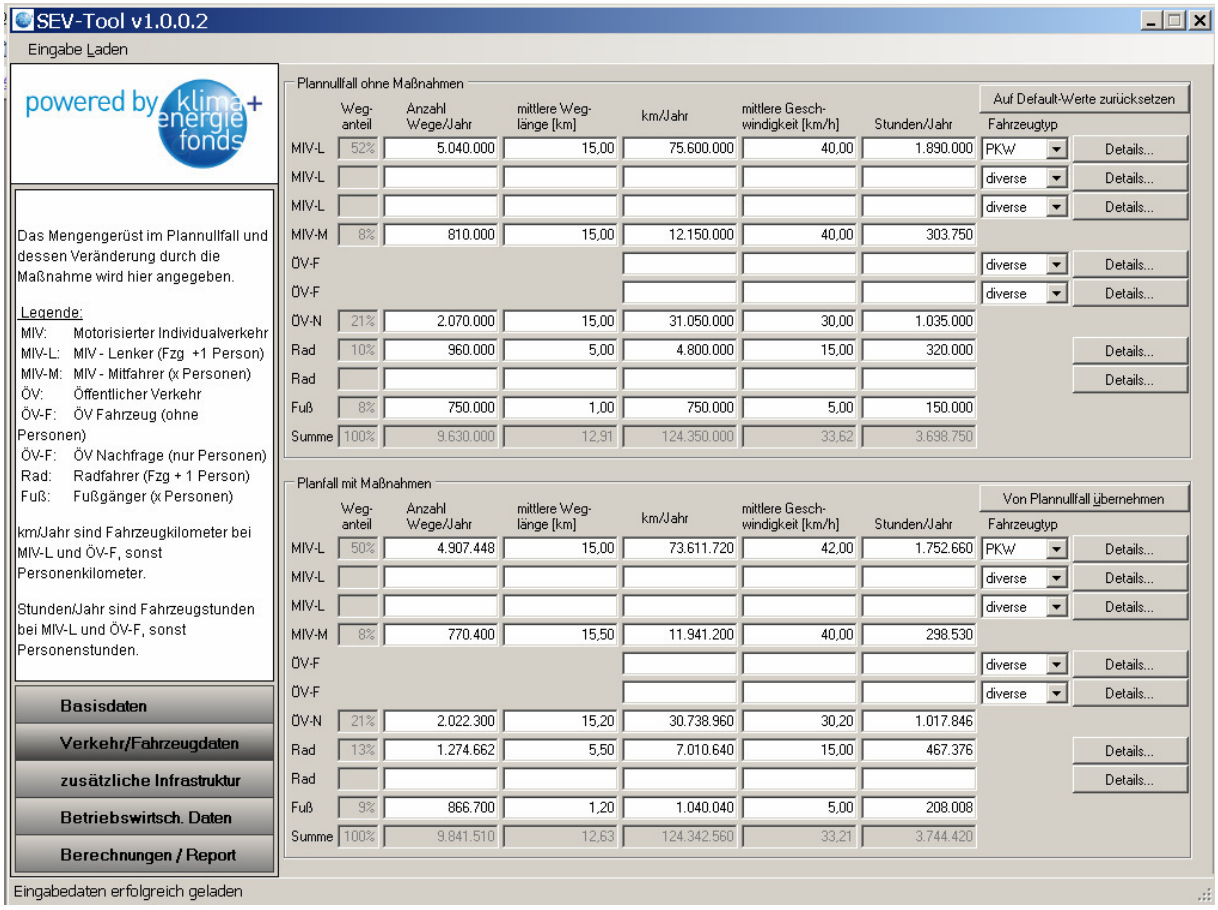


Abbildung 22: Testfall 4: Eingabemaske Maßnahmen, Investitionskosten Infrastruktur sowie Betriebskosten Infrastruktur, Mobilitätsberatung

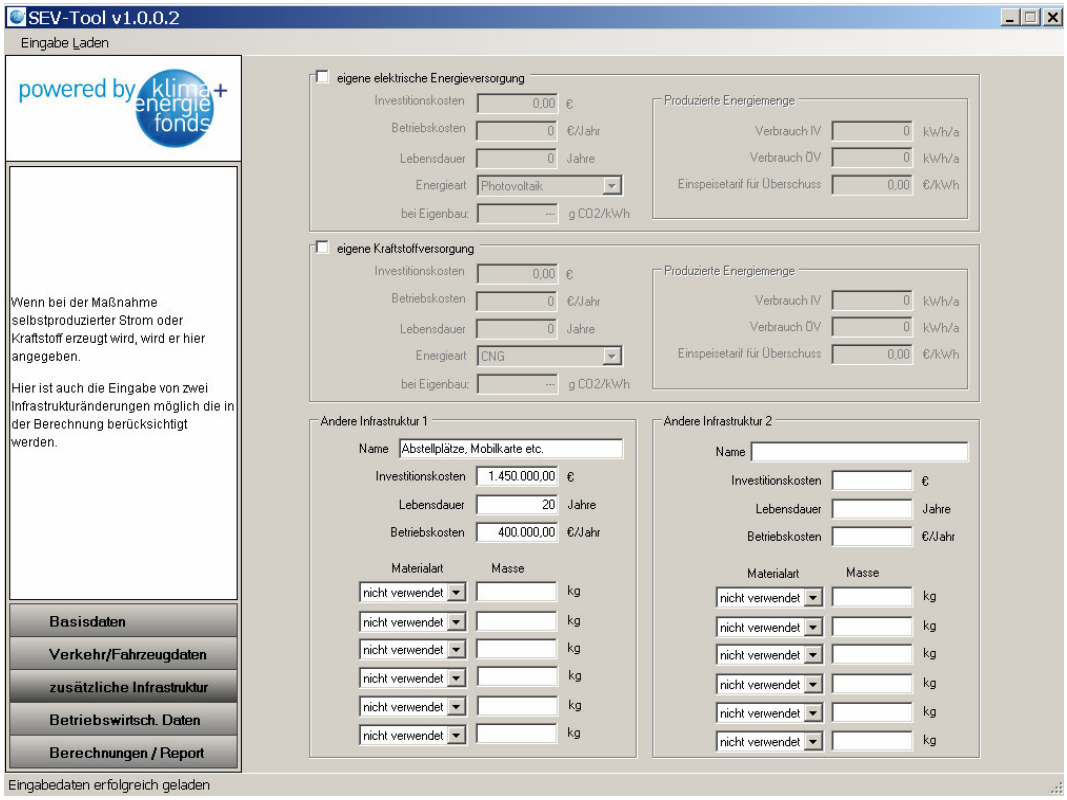


Abbildung 23: Testfall 4: Ergebnisdarstellung Gesamtwirtschaftliche Kosten und Nutzen des Planfalls mit Maßnahmen im Vergleich zum Plannullfall im Excel-Ergebnisfile (Excel-Ergebnisdarstellung, Blatt „Ergebnis“)

SEV

Standardisierte Evaluierung von Klimaschutzmaßnahmen im Verkehrsbereich Personen

powered by klima+ energie fonds

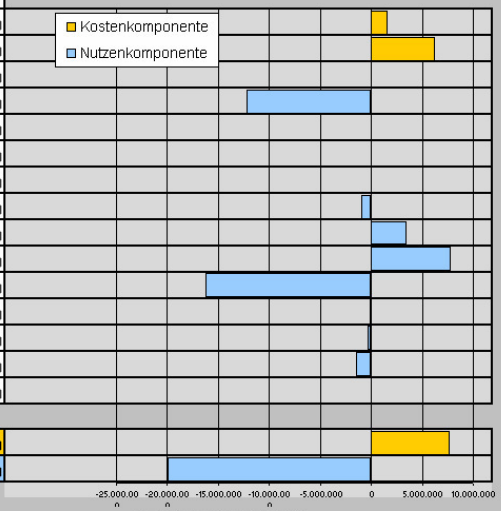
Gesamtdarstellung Kosten diskontiert

Veränderung durch Planfall mit Maßnahmen gegenüber Plannullfall (ohne Maßnahmen)
Diskontierte Barwerte über 20 Jahre, Preisbasis 2010, Werte abgezinst für 2010

Testfall_004_LKH_aehnlich

Gesamtwirtschaftliche Kosten und Nutzen des Planfalles mit Maßnahmen im Vergleich zum Plannullfall

	Indikator; Kosten des Planfalles abzüglich der Kosten des Plannullfalls	Euro / 20 Jahre
1.1	Investitionskosten Infrastruktur	1.494.000
1.2	Laufende Betriebskosten der Infrastruktur, Mobilmanagement...	6.130.000
1.3a	Fahrzeugbetriebskostengrundwerte ÖV	0
1.3b	Fahrzeugbetriebskostengrundwerte IV	-12.150.000
1.4a	Fahrpersonalkosten ÖV	0
1.4b	Fahrpersonalkosten IV	0
1.5a	Energiekosten ÖV	0
1.5b	Energiekosten IV	-950.000
1.6	Reisezeitkosten / Transportzeitkosten	3.499.000
1.7	Unfallkosten	7.806.000
1.8	Gesundheitskosten	-16.273.000
1.9	Lärmkosten	-103.000
1.10	Schadstoffkosten	-311.000
1.11	Klimakosten	-1.435.000
1.12	Konsumentenrente Neuverkehr	0
	Summe Kosten, Ind. 1.1, 1.2, 1.3a, 1.4a, 1.5a	**7.623.000**
	Summe neg. Nutzen, 1.3b,1.4b,1.5b,1.6 bis 1.12	**-19.915.000**



Achtung: Achsenmaßstab ändert sich automatisch je nach Anwendungsfall!
< negative Kosten, Nutzen (Einnahmen) Kosten, negative Nutzen (Ausgaben) >

NKV Nutzen-Kosten-Verhältnis (€/€)	**2,6**	Hinweis: Ein NKV über 1,0 bedeutet, dass die Nutzen die Kosten überwiegen; je höher der Wert, desto besser
Nutzen-Kosten-Differenz in €	**12.292.000**	Hinweis: Ein positiver Wert der Nutzen-Kosten-Differenz bedeutet, dass die Nutzen die Kosten überwiegen. Je höher der Wert, desto besser

Abbildung 24: Testfall 4: Beispiel Ergebnisdarstellung der Veränderung der CO_2-Emissionen und Abgasemissionen des Planfalles im Vergleich zum Plannullfall (Excel-Ergebnisdarstellung, Blatt „Ergebnis“)

Veränderung der CO2-Emissionen und Abgasemissionen im Vergleich zum Plannullfall

Veränderung der Emissionen an CO2-Äquivalent in Tonnen pro 20 Jahren	-7.911	
Erhaltungskosten pro eingesparter Masse CO2-Äquivalent in Euro pro Tonne	**964**	Hinweis: dieser Wert zeigt, wie viel Investitions-, Betriebskosten erforderlich sind, um eine Tonne CO2 euinzusparen. Je geringer der Wert ist, desto besser. Bei einem Mehrverbrauch von CO2 wird der Wert nicht berechnet
Summe Kosten (ohne Klimakosten) pro eingesparter Masse CO2-Äquivalent in Euro pro Tonne	**-1372**	Hinweis: dieser Wert zeigt, wie viel gesamtwirtschaftliche Kosten (ohne Klimakosten) pro eingesparter Tonne CO2 anfallen. Je geringer der Wert ist, desto besser. Bei einem Mehrverbrauch an CO2 wird der Wert nicht berechnet

Veränderung der CH4-Emissionen in Tonnen pro 20 Jahren	-3,406
Veränderung der N2O-Emissionen in Tonnen pro 20 Jahren	-1,332
Veränderung der NOx-Emissionen in Tonnen pro 20 Jahren	-13,725
Veränderung der NMHC-Emissionen in Tonnen pro 20 Jahren	-11,078
Veränderung der CO-Emissionen in Tonnen pro 20 Jahren	-24,047
Veränderung der PM exhaust (PM2.5)-Emissionen in Tonnen pro 20 Jahren	-24,047
Veränderung der PM non-exhaust (PM10)-Emissionen in Tonnen pro 20 Jahren	-2,069

Abbildung 25: Testfall 4: Beispiel Ergebnisdarstellung betriebswirtschaftlicher Erfolg

Betriebswirtschaftlicher Erfolg des Planfalls mit Maßnahmen im Vergleich zum Plannullfall

Betriebswirtschaftliche Berechnung für den Betrieb:	LKH

Veränderung des Planfalls mit Maßnahmen im Vergleich zum Plannullfall in € pro 20 Jahren

Investition und Erhaltung	2.515.596
Finanzierungskosten	0
Betriebskosten ÖV	0
Betriebskosten IV	0
Summe Ausgaben	2.515.596
Laufende Einnahmen	0
Saldo ohne Förderungen	2.515.596
Förderung	-1.608.999
Summe Einnahmen mit Förderungen	-1.608.999
Saldo mit Förderungen	**906.598**
Einnahmen/Ausgaben	**0,64** €/€

7.5 Testfall 5: Einführung eines Gemeinde-Bussystems in einer mittleren Gemeinde

Im Testfall 5 wird in einer kleineren Ortschaft ein Gemeinde-Bussystem (1 Bus geführt als Ringlinie, welcher die Versorgungseinrichtungen der Gemeinde (Gemeindeamt, Arzt, Friedhof, Kaufhaus/häuser, etc.) anbindet, eingerichtet. Dadurch soll die Dorfstruktur gestärkt werden, und den Einwohnern die Möglichkeit geboten werden ihre Erledigungen zum Teil dorfintern und ohne KFZ zu absolvieren. Das für diesen Fall angenommene verkehrsplanerische Mengengerüst (Abbildung 26) wurde für den Testfall geschätzt, die Daten der erforderlichen Investitionen sind in Abbildung 27 enthalten. Als PKW-Fahrzeuggewicht dient für diese Anwendung die hinterlegte Defaultmasse und für die PKW-Fahrleistungsverteilung wurde innerorts, außerorts, Autobahn mit 60/30/10% und für den Linienbus mit 80/20/0% angenommen.
Die Ergebnisse der Berechnung mit dem SEV-Softwaretool sind in Abbildung 28 und Abbildung 29 dargestellt. Die gesamtwirtschaftliche Betrachtung zeigt durch die hohen ÖV-Kosten ein stark negatives Bild:

- Das NKV- Nutzen-Kosten-Verhältnis weist einen negativen Wert von -0,1 auf. Das heißt, dass die anfallenden Kosten bei weiten nicht durch die Nutzenkomponenten wieder „hereingebracht“ werden.
- Die Nutzen-Kosten-Differenz liegt mit ca. -1.679.000 Euro für den Betrachtungszeitraum von 20 Jahren deutlich im negativen Bereich. Das heißt, diese Maßnahme stellt leider keinen volkswirtschaftlichen Gewinn (Nutzen größer als Kosten) dar sondern einen volkswirtschaftlichen „Schaden“ dar.

Durch die Maßnahme werden auch im Betrachtungszeitraum von über 20 Jahre ca. 163 Tonnen CO2-Emissionen mehr produziert, d.h. es liegt kein Einsparpotential und somit auch keine Kostenangabe für die CO2-Einsparung vor.

Abbildung 26: Testfall 5: Eingabemaske verkehrsplanerische Daten (verkehrliches Mengengerüst)

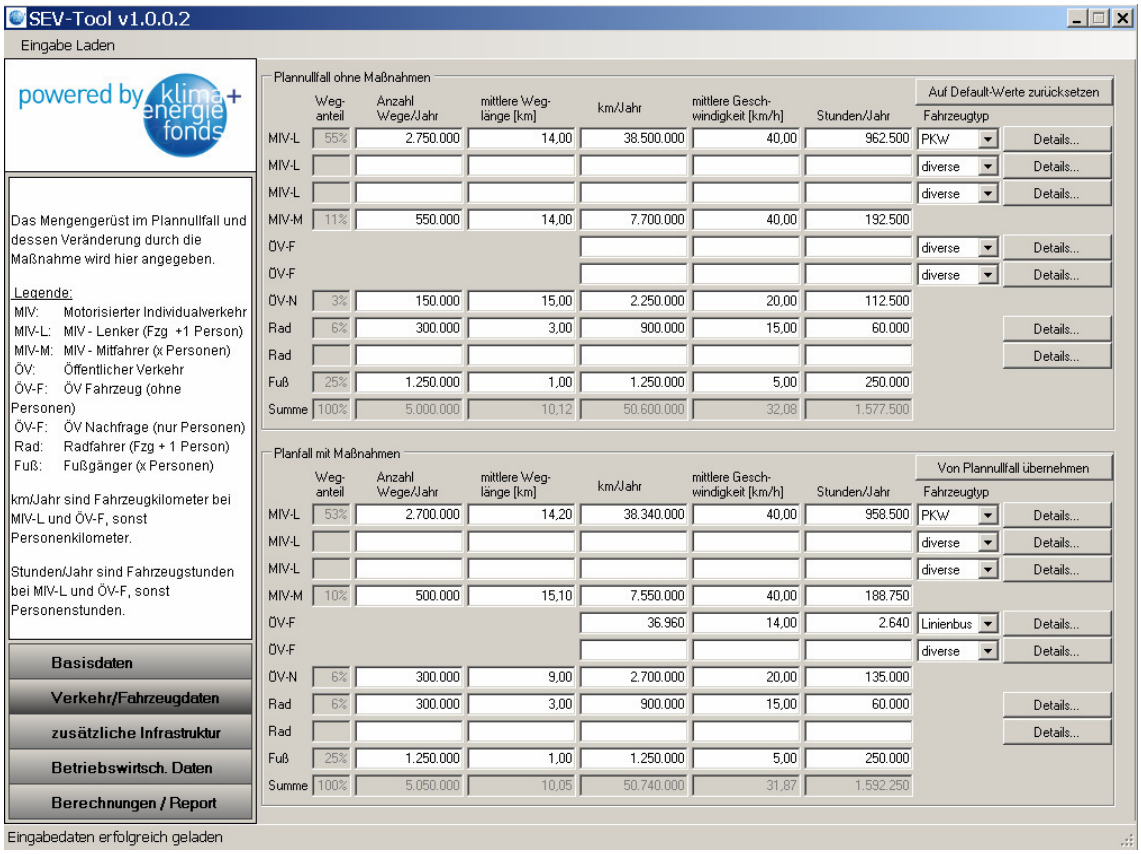


Abbildung 27: Testfall 5: Eingabemaske Maßnahmen, Investitionskosten Infrastruktur

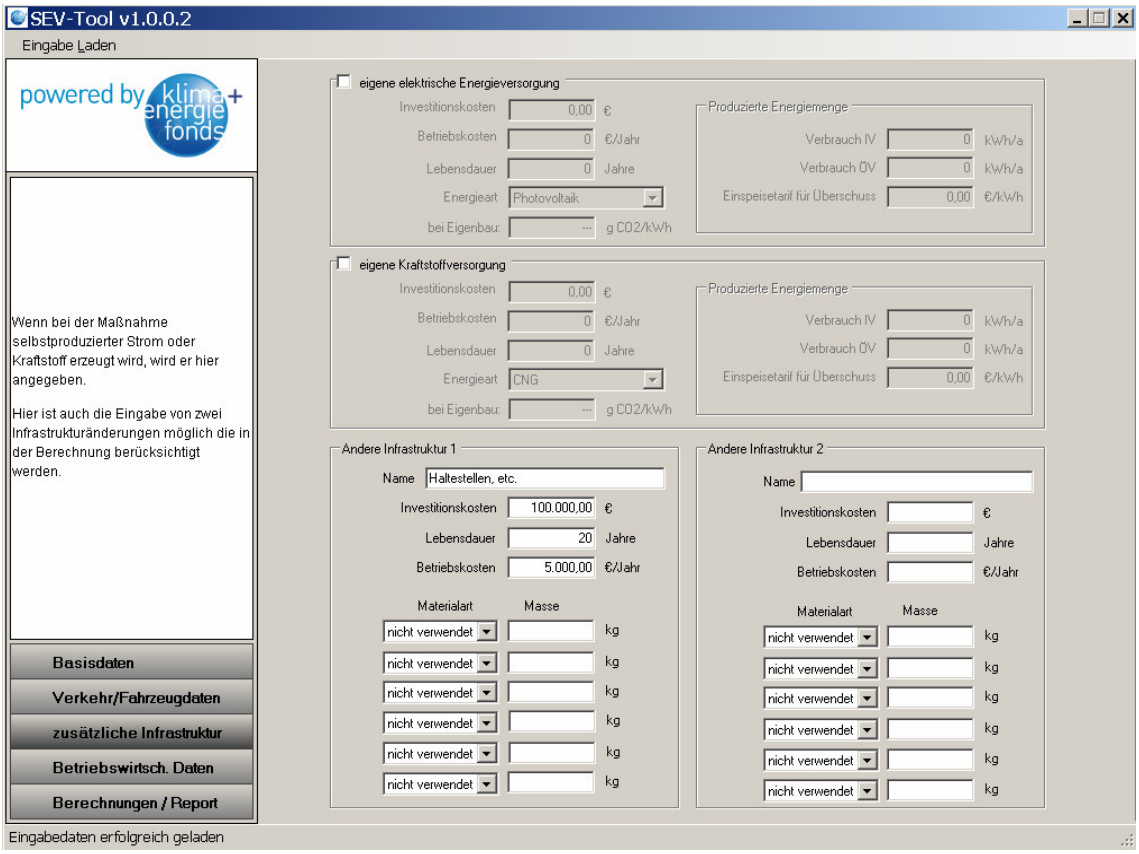


Abbildung 28: Testfall 5: Ergebnisdarstellung Gesamtwirtschaftliche Kosten und Nutzen des Planfalls mit Maßnahmen im Vergleich zum Plannullfall im Excel-Ergebnisfile (Excel-Ergebnisdarstellung, Blatt „Ergebnis“)

SEV

Standardisierte Evaluierung von Klimaschutzmaßnahmen im Verkehrsbereich Personen

powered by klima+ energie fonds

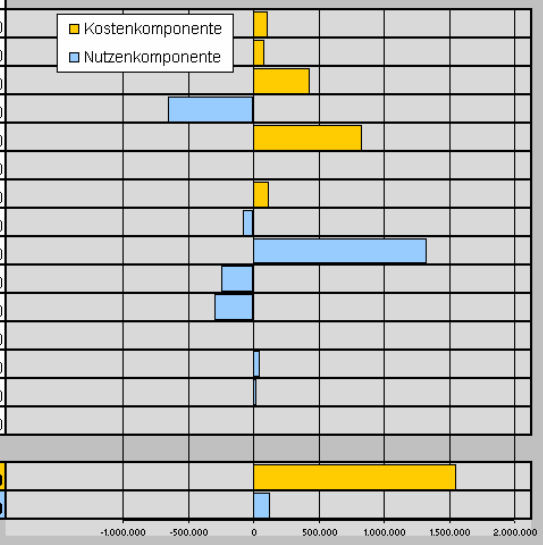
Gesamtdarstellung Kosten diskontiert

Veränderung durch Planfall mit Maßnahmen gegenüber Plannullfall (ohne Maßnahmen)
Diskontierte Barwerte über 20 Jahre, Preisbasis 2010, Werte abgezinst für 2010

Maßnahme 6 neuer Gemeindebus

Gesamtwirtschaftliche Kosten und Nutzen des Planfalles mit Maßnahmen im Vergleich zum Plannullfall

	Indikator; Kosten des Planfalles abzüglich der Kosten des Plannullfalls	Euro / 20 Jahre
1.1	Investitionskosten Infrastruktur	103.000
1.2	Laufende Betriebskosten der Infrastruktur, Mobil.management...	77.000
1.3a	Fahrzeugbetriebskostengrundwerte ÖV	429.000
1.3b	Fahrzeugbetriebskostengrundwerte IV	-649.000
1.4a	Fahrpersonalkosten ÖV	829.000
1.4b	Fahrpersonalkosten IV	0
1.5a	Energiekosten ÖV	109.000
1.5b	Energiekosten IV	-77.000
1.6	Reisezeitkosten / Transportzeitkosten	1.332.000
1.7	Unfallkosten	-246.000
1.8	Gesundheitskosten	-297.000
1.9	Lärmkosten	-4.000
1.10	Schadstoffkosten	49.000
1.11	Klimakosten	25.000
1.12	Konsumentenrente Neuverkehr	-1.000
	Summe Kosten, Ind. 1.1, 1.2, 1.3a, 1.4a, 1.5a	**1.546.000**
	Summe neg. Nutzen, 1.3b,1.4b,1.5b,1.6 bis 1.12	**133.000**



Kosten in Euro pro 20 Jahren

Achtung: Achsenmaßstab ändert sich automatisch je nach Anwendungsfall

< negative Kosten, Nutzen (Einnahmen) Kosten, negative Nutzen (Ausgaben) >

NKV Nutzen-Kosten-Verhältnis (€/€)	**-0,1**	Hinweis: Ein NKV über 1,0 bedeutet, dass die Nutzen die Kosten überwiegen; je höher der Wert, desto besser
Nutzen-Kosten-Differenz in €	**-1.679.000**	Hinweis: Ein positiver Wert der Nutzen-Kosten-Differenz bedeutet, dass die Nutzen die Kosten überwiegen. Je höher der Wert, desto besser

Abbildung 29: Testfall 5: Beispiel Ergebnisdarstellung der Veränderung der CO_2-Emissionen und Abgasemissionen des Planfalles im Vergleich zum Plannullfall (Excel-Ergebnisdarstellung, Blatt „Ergebnis“)

Veränderung der CO2-Emissionen und Abgasemissionen im Vergleich zum Plannullfall

Veränderung der Emissionen an CO2-Äquivalent in Tonnen pro 20 Jahren	163	
Erhaltungskosten pro eingesparter Masse CO2-Äquivalent in Euro pro Tonne	**Keine Angabe, Mehrverursachung CO2**	Hinweis: dieser Wert zeigt, wie viel Investitions-, Betriebskosten erforderlich sind, um eine Tonne CO2 euinzusparen. Je geringer der Wert ist, desto besser. Bei einem Mehrverbrauch von CO2 wird der Wert nicht berechnet
Summe Kosten (ohne Klimakosten) pro eingesparter Masse CO2-Äquivalent in Euro pro Tonne	**Keine Angabe, Mehrverursachung CO2**	Hinweis: dieser Wert zeigt, wie viel gesamtwirftschaftliche Kosten (ohne Klimakosten) pro eingesparter Tonne CO2 anfallen. Je geringer der Wert ist, desto besser. Bei einem Mehrverbrauch an CO2 wird der Wert nicht berechnet

Veränderung der CH4-Emissionen in Tonnen pro 20 Jahren	0,033
Veränderung der N2O-Emissionen in Tonnen pro 20 Jahren	0,079
Veränderung der NOx-Emissionen in Tonnen pro 20 Jahren	3,127
Veränderung der NMHC-Emissionen in Tonnen pro 20 Jahren	-0,477
Veränderung der CO-Emissionen in Tonnen pro 20 Jahren	-0,949
Veränderung der PM exhaust (PM2.5)-Emissionen in Tonnen pro 20 Jahren	-0,949
Veränderung der PM non-exhaust (PM10)-Emissionen in Tonnen pro 20 Jahren	0,145

7.6 Testfall 6: Anschaffung eines Elektro-Fahrrades einer Person

Im Testfall 6 werden folgende Rahmenbedingungen angenommen: Eine Person, bei der auch eine KFZ-Verfügbarkeit gegeben ist, ersetzt ein bestehendes Fahrrad durch ein Elektro-Fahrrad. Zusätzlich wird für das Elektrofahrrad eine eigene Radabstellbox mit Lademöglichkeit errichtet. Bedingt durch die Reichweitenerhöhung führt diese Maßnahme zu Verschiebungen des Modalsplits: Reduktion der MIV-Lenker Wege, ÖV-Wege aber auch zum Teil der Fußwege. Das angenommene verkehrsplanerische Mengengerüst wurde für den normalen Stadtverkehr (Abbildung 30) für den Testfall geschätzt, die Daten der erforderlichen Investitionen sind in Abbildung 31 enthalten. Als PKW-Fahrzeuggewicht dient für diese Anwendung die im Modell hinterlegte Defaultmasse und für die PKW-Fahrleistungsverteilung wurde innerorts, außerorts, Autobahn mit 60/30/10% angenommen.
Die Ergebnisse der Berechnung mit dem SEV-Softwaretool sind in Abbildung 32 und Abbildung 33 dargestellt. Die gesamtwirtschaftliche Betrachtung zeigt durch den Einspareffekt der KFZ-Verkehrsleistung und eine Erhöhung der Radverkehrsleistung ein positives Bild:

- Das NKV- Nutzen-Kosten-Verhältnis weist einen Wert von 1,3 auf.
- Die Nutzen-Kosten-Differenz ist mit ca. 1.000 Euro für den Betrachtungszeitraum von 20 Jahren positiv. Das heißt, diese Maßnahme stellt einen volkswirtschaftlichen Gewinn (Nutzen größer als Kosten) dar.

Durch die Maßnahme können im Betrachtungszeitraum von einer Person über 20 Jahre ca. 3 Tonnen CO2-Emissionen eingespart werden. Pro Tonne eingespartem CO2 müssen jedoch Investitions- und Betriebskosten von ca. 1000 Euro aufgebracht werden.

Abbildung 30: Testfall 6: Eingabemaske verkehrsplanerische Daten (verkehrliches Mengengerüst)

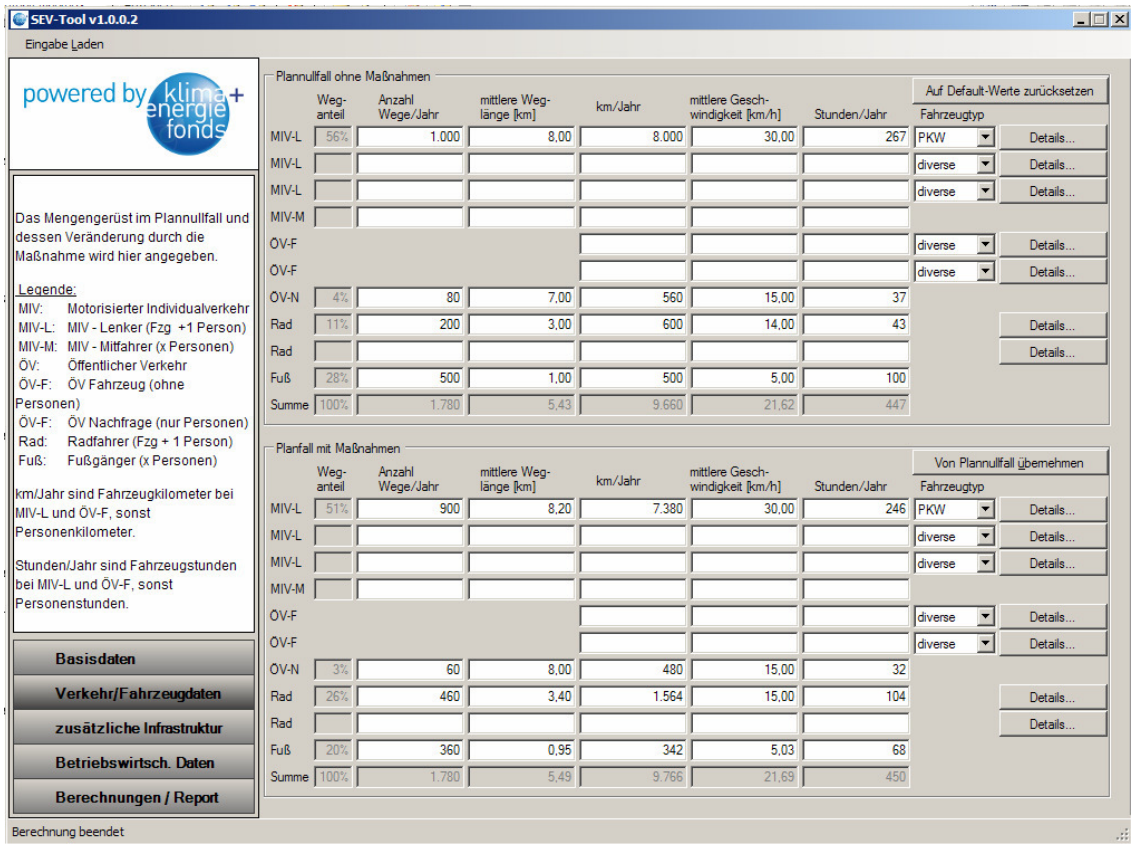


Abbildung 31: Testfall 6: Eingabemaske Maßnahmen, Investitionskosten Infrastruktur Photovoltaik und Elektrotankstelle

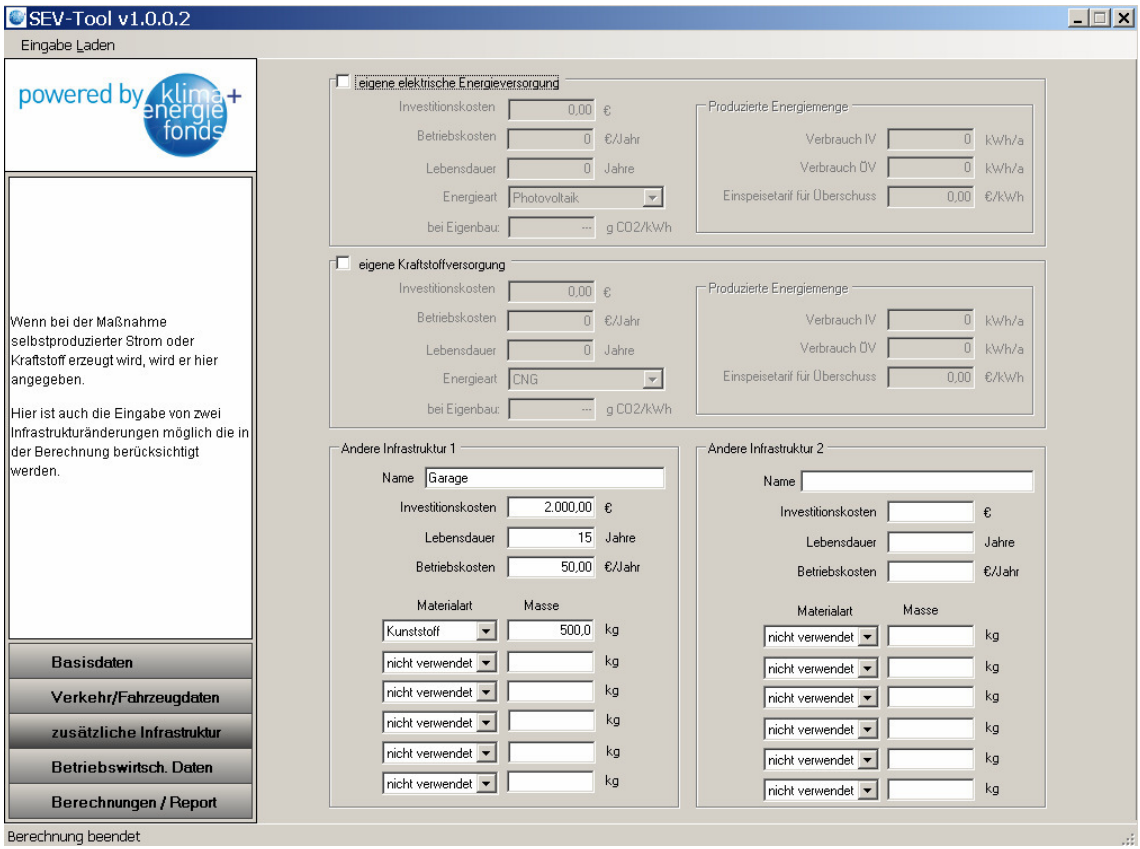
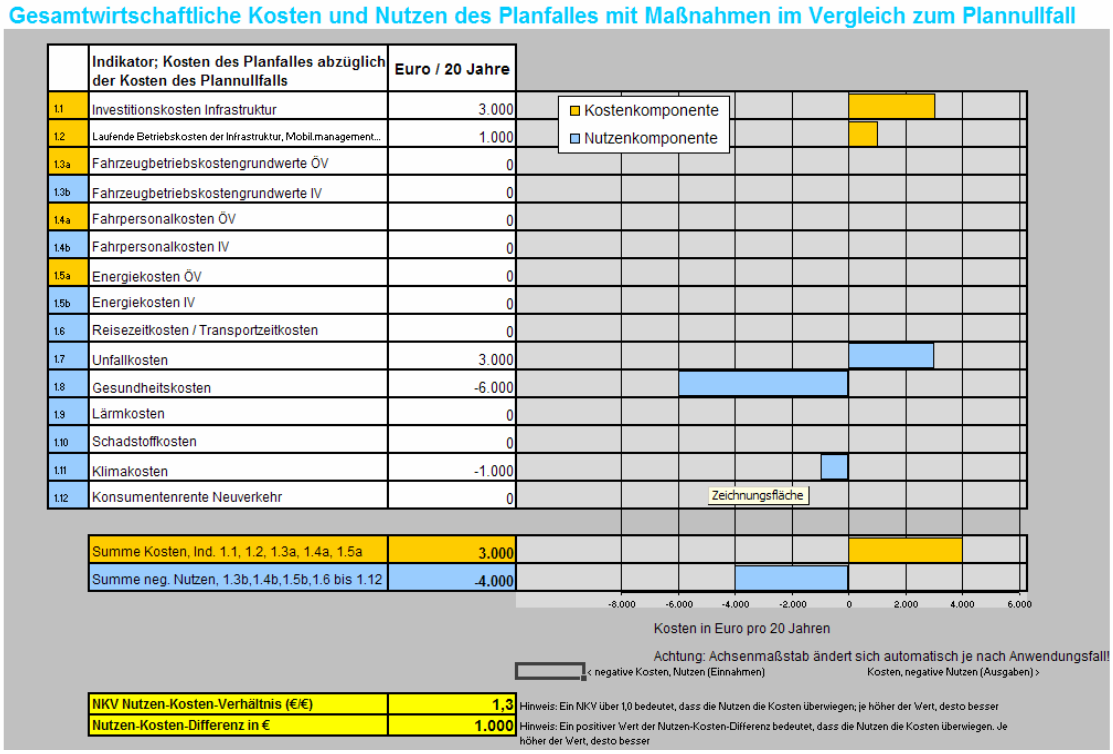


Abbildung 32: Testfall 6: Ergebnisdarstellung Gesamtwirtschaftliche Kosten und Nutzen des Planfalls mit Maßnahmen im Vergleich zum Plannullfall im Excel-Ergebnisfile (Excel-Ergebnisdarstellung, Blatt „Ergebnis“)



	Indikator; Kosten des Planfalles abzüglich der Kosten des Plannullfalls	Euro / 20 Jahre
1.1	Investitionskosten Infrastruktur	3.000
1.2	Laufende Betriebskosten der Infrastruktur, Mobil.management...	1.000
1.3a	Fahrzeugbetriebskostengrundwerte ÖV	0
1.3b	Fahrzeugbetriebskostengrundwerte IV	0
1.4a	Fahrpersonalkosten ÖV	0
1.4b	Fahrpersonalkosten IV	0
1.5a	Energiekosten ÖV	0
1.5b	Energiekosten IV	0
1.6	Reisezeitkosten / Transportzeitkosten	0
1.7	Unfallkosten	3.000
1.8	Gesundheitskosten	-6.000
1.9	Lärmkosten	0
1.10	Schadstoffkosten	0
1.11	Klimakosten	-1.000
1.12	Konsumentenrente Neuverkehr	0
	Summe Kosten, Ind. 1.1, 1.2, 1.3a, 1.4a, 1.5a	3.000
	Summe neg. Nutzen, 1.3b,1.4b,1.5b,1.6 bis 1.12	-4.000
	NKV Nutzen-Kosten-Verhältnis (€/€)	1,3
	Nutzen-Kosten-Differenz in €	1.000

Abbildung 33: Testfall 6: Beispiel Ergebnisdarstellung der Veränderung der CO_2-Emissionen und Abgasemissionen des Planfalles im Vergleich zum Plannullfall (Excel-Ergebnisdarstellung, Blatt „Ergebnis“)

Veränderung der CO2-Emissionen und Abgasemissionen im Vergleich zum Plannullfall

Veränderung der Emissionen an CO2-Äquivalent in Tonnen pro 20 Jahren	-3	
Erhaltungskosten pro eingesparter Masse CO2-Äquivalent in Euro pro Tonne	**1046**	Hinweis: dieser Wert zeigt, wie viel Investitions-, Betriebskosten erforderlich sind, um eine Tonne CO2 euinzusparen. Je geringer der Wert ist, desto besser. Bei einem Mehrverbrauch von CO2 wird der Wert nicht berechnet
Summe Kosten (ohne Klimakosten) pro eingesparter Masse CO2-Äquivalent in Euro pro Tonne	**349**	Hinweis: dieser Wert zeigt, wie viel gesamtwirtschaftliche Kosten (ohne Klimakosten) pro eingesparter Tonne CO2 anfallen. Je geringer der Wert ist, desto besser. Bei einem Mehrverbrauch an CO2 wird der Wert nicht berechnet

Veränderung der CH4-Emissionen in Tonnen pro 20 Jahren	-0,001
Veränderung der N2O-Emissionen in Tonnen pro 20 Jahren	-0,001
Veränderung der NOx-Emissionen in Tonnen pro 20 Jahren	-0,005
Veränderung der NMHC-Emissionen in Tonnen pro 20 Jahren	-0,004
Veränderung der CO-Emissionen in Tonnen pro 20 Jahren	-0,009
Veränderung der PM exhaust (PM2.5)-Emissionen in Tonnen pro 20 Jahren	-0,009
Veränderung der PM non-exhaust (PM10)-Emissionen in Tonnen pro 20 Jahren	-0,001

8 Zusammenfassung

Ziel des Forschungsprojektes war es, ein standardisiertes Evaluierungsverfahren für die Bewertung von Klimaschutzmassnahmen im Bereich des Verkehrs zu entwickeln, insbesondere:

- In Zusammenarbeit mit einer das Projekt begleitenden Arbeitsgruppe die Anforderungen an dieses standardisierte Evaluierungsverfahren zu definieren;
- Für das Evaluierungsverfahren standardisierte Qualitätskriterien sowie einheitliche Darstellungsmodalitäten zu entwickeln;
- Die Eingangsdaten standardisiert zu dokumentieren und transparent darzustellen;
- Das Verfahren an vorhandenen und auszuwählenden Klimaschutzmaßnamen auf seine Anwendbarkeit zu testen;
- Ein Softwaretool für das standardisierte Bewertungsverfahren zu entwickeln, welches vom Klimafond, den Bundesministerien und Projektbearbeitern einfach zu benutzen ist;
- Bereitstellung einer anerkannten und getesteten Entscheidungsgrundlage für Klimaschutzmaßnahmen im Bereich Verkehr.

Als Ergebnis des Projektes liegt nun neben dem Gesamtbericht, der Literatur- und Projektrecherche sowie den verwendeten bzw. entwickelten Bewertungsmodellen das Softwaretool SEV vor. Damit kann eine standardisierte Evaluierung von Klimaschutzmaßnahmen im Bereich des Verkehrs vorgenommen werden. Dabei sind folgende Arbeitsschritte durchzuführen:

- Eingabe von allgemeinen Kennwerten des Projektes, der Investitions- und Betriebskosten der Maßnahme usw. in die Eingabemasken des Softwaretools SEV. Es sind Eingaben als Grundlage für die gesamtwirtschaftliche Bewertung und die betriebswirtschaftliche Bewertung erforderlich.
- Eingabe der verkehrsplanerischen Daten des Verkehrsaufkommens, der Verkehrsleistung für den Plannullfall ohne Maßnahmen und den Planfall mit Maßnahmen in die Eingabemasken des Softwaretools SEV . Insbesondere dieser Schritt der Eingabe der verkehrsplanerischen Daten und Veränderungen durch die Maßnahmen erfordert verkehrsplanerische Spezialkenntnisse und sollte nur von Fachleuten durchgeführt werden (bzw. von diesen kontrolliert werden). Dies betrifft insbesondere die Abschätzung der Veränderungen des Modal Split, der mittleren Fahrtweiten der Verkehrsmittel, der Verkehrsleistungen etc.
- Eingabe der Daten zu den Fahrzeugen für den Plannullfall und Planfall mit Maßnahmen sowie einsetzten Fahrzeugtechnologien, Kraftstoffen bzw. Energiequellen sowie Infrastruktur für den Planfall mit Maßnahmen
- Evaluierung der Auswirkungen der untersuchten Maßnahme mit Hilfe des Softwaretools SEV.

Als Ergebnis der Anwendung des SEV-Softwaretools liegen eine gesamtwirtschaftliche und betriebswirtschaftliche Bewertung der untersuchten Maßnahme vor. Zusätzlich erfolgen Angaben zu den eingesparten Emissionen. Dabei werden sowohl die direkten Emissionen der Fahrzeuge als auch die vorgelagerten Emissionen bei der Erzeugung der Fahrzeuge und Infrastruktur als auch der Gewinnung der Kraftstoffe berücksichtigt. Die ermittelten Umweltauswirkungen der Maßnahme fließen dann über den Ansatz der Monetarisierung in die wirtschaftliche Bewertung ein.
Jedes Ergebnis betrachtet (evaluiert) die untersuchten Maßnahmen aus einem unterschiedlichen Blickwinkel mit verschiedenen Methoden:

- Ergebnis – Bewertung der Maßnahme der gesamtwirtschaftlichen Bewertung
- Ergebnis der Veränderung der CO_2-Emissionen und Abgasemissionen durch die Maßnahme
- Ergebnis – Betrachtung der Maßnahmen aus betriebswirtschaftlicher Sicht

Aus der Summe der einzelnen Betrachtungen aus gesamtwirtschaftlicher, betriebswirtschaftlicher Sicht sowie aus der Sicht der veränderten CO_2- und Abgasemissionen soll sich ein umfassendes Bild der Auswirkung der Maßnahmen ergeben.

9 Richtlinien, Normen und Literatur

[1] Andersen L. B., Schnohr P., Schroll M., Hein H.O. 2000: All-Cause Mortality associated with phisical Activity during Leisure Time, Work, Sports und Cycling to Work; Arch Intern Med, Vol. 160, June 12 2000

[2] Blassenegger J. 2008: Bioethanol aus Zucker und Stärke - die kurzfristige umweltfreundliche Kraftstoffalternative Arbeitspaket: Bioethanolbeimengung zu Dieselkraftstoffen, TU-Graz, Graz, 07.2008

[3] COWI: Economic evaluation of cycle projects – methodology and unit prices, working paper, summary, City of Copenhagen, Copenhagen 2009

[4] E-control 2009: Tabellen für das Jahr 2009, der Homepage: http://www.e-control.at/de/statistik/strom , Zugriff 10.2010

[5] EEA Report No 1/2008: Climate for a transport change - TERM 2007: indicators tracking transport and environment in the European Union, ISBN 978-92-9167-117-5, EEA, Copenhagen, 2008

[6] P. Forster, V. Ramaswamy et al. 2007: *Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing*. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge und New York 2007, S. 212

[7] GEMIS 2007: GEMIS - Gesamt-Emissions-Modell integrierter Systeme; Datensatz GEMIS-Österreich-4.42-2007, Umweltbundesamt Wien, gerechnet 04.2010 mit GEMIS Version 4.5

[8] Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA) Version 3.1 (30. Jänner 2010); http://www.hbefa.net/

[9] Hauger G., Klamer M., Nagl P. 2006: Übersicht Diskussionsstand Aktualisierung RVS 2.22, Stand: 26. November 2006, internes Konzept im Rahmen der RVS-Erstellung (im Internet abgerufen: info.tuwien.ac.at/ivs/.../fsv/Dokumentation%20zu%20RVS%202-22.doc

[10] Hausberger S. 1997: Dissertation - Globale Modellbildung für Emissions- und Verbrauchsszenarien im Verkehrssektor, Technische Universität Graz, Graz

[11] Hausberger S. 2003: Simulation of real world vehicle exhaust emissions, Mitteilungen des Institutes für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik, Technische Universitat Graz; Graz, 2003. ISBN 3-901351-74-4

[12] Hausberger S., Bognar R. 2009: CO_2 -Reduktionen von LNF und PKW, Teil 2: PKW; vom 20.11.2009

[13] Hausberger S., Schwingshackl M. 2010: Straßenverkehrsemissionen und Emissionen sonstiger mobiler Quellen Österreichs für die Jahre 1990 bis 2009, IVT TU-Graz, 20.12.2010

[14] M. Hunecke et al. 2008: Möglichkeiten zur Reduzierung des Energieverbrauches und der Stoffströme unterschiedlicher Mobilitätsstile durch zielgruppenspezifische Mobilitätsleistungen, Wuppertal, Juli 2008

[15] Jungmeier G., Hausberger S., Canella L. 2003: Treibhausgas-Emissionen von Transportsystemen – Vergleich von biogenen und fossilen Treibstoffen, Graz, 20.03.2003

[16] B. Kampman et al. 2010: Green Power for Electric Cars, Development of policy recommendations to harvest the potential of electric vehicles, Delft, CE Delft, January 2010

[17] M. Keller, U. Lambrecht, S. Hausberger, et al. 2006: Cost-Effectiveness Of Greenhouse Gases Emission Reductions In Various Sectors; Final Report; Framework Service Contract No Entr/05/18; Infras; Zurich/Bern, 30 November 2006

[18] Krag T. 2008: Kosten und Nutzen des Radverkehrs; eine volkswirtschaftliche Analyse; Präsentation im Rahmen des 1. Steirischen Radfahrgipfels, 2008

[19] Maibach M., Schreyer C., Sutter D., Van Essen H.P., Boon B.H., Smokers R., Schroten A., Doll C., Pawlowska B., Bak M. 2008: Handbook on estimation of external costs in the transport sector Internalisation Measures and Policies for All external Cost of Transport (IMPACT) Version 1.1, Delft, CE, 2008

[20] Miglbauer P., Pfaffenbichler C., Feilmayr W. 2009: Kurzstudie Wirtschaftsfaktor Radfahren; die volkswirtschaftlichen Auswirkungen des Radverkehrs in Österreich, im Auftrag des BMLFUW; 2009

[21] Projekt effizient mobil Aktionsprogramm Mobilitätsmanagement und Online-Tool zur Evaluierung der CO_2-Einsparungen (http://www1.isb.rwth-aachen.de/co2_abschaetzungstool/) Das Projekt bietet eine Online-Evaluierungsmöglichkeit der durch Mobilitätsmanagement erreichbaren CO_2-Einsparungen.

[22] Rexeis M., Hausberger S. 2005: Calculation of Vehicle Emissions in Road Networks with the model "NEMO"; Transport&Airpollution Conference; ISBN: 3-902465-16-6, Graz

[23] Rutter H., Cavill N., Dinsdell H., Kahlmeier S., Racioppi F., Oja P. 2008: Health economic assessment tool for cycling (HEAT for cycling), WHO, 2008

[24] Rutter H., Cavill N., Dinsdell H., Kahlmeier S., Racioppi F., Oja P. 2008: Economic analysis of transport Infrastructure and policies including health effects related to cycling and walking: a systematic review; Transport policy, Vol. 15 (2008), 291-304

[25] RVS 02.01.22 Nutzen-Kosten-Untersuchungen im Verkehrswesen, Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen der Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr Wien, Wien Oktober 2010

[26] Saelensminde K. 2003: Cost-Benefit-Analysis of walking and cycling Track Networks taking into account insecurity, health effects and external costs of motorized traffic; Transport Research Part A 38 (2004) 593-606, Oslo 2003

[27] Sammer G., Röschel G., Raderbauer H.-J., Griesser B., Tischler G. 2006: Leitfaden zur Erstellung des Umweltberichtes im Rahmen der Strategischen Prüfung für Netzveränderungen hochrangiger Verkehrsinfrastruktur (SP-V-Leitfaden), Projektbericht im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie sowie der ASFINAG. Wien, 2006

[28] K. O. Schallaböck et al. 2007: Klimaschutz und PKW-Verkehr. Einordnung aktuell diskutierter Ansätze, Wuppertal, April 2007

[29] Schluckert M. 2009: Präsentation: Aligning "green" and "global" strategies – Fuel economy improvement of heavy-duty vehicles, Brüssel, 24. Juni.2009

[30] Stern-Review 2006: The Economics of Climate Change, Nicholas Stern – Cabinet Office – HM Treasury, UK, 2006

[31] Steven H. 2005: Ermittlung der Geräuschemission von Kfz im Straßenverkehr, Essen, Feb. 2005

[32] Umweltbundesamt 2007: Ökonomische Bewertung von Umweltschäden, Methodenkonvention zur Schätzung externer Umweltkosten, Dessau 2007

[33] URL: http://www.lupower.at , Zugriff 07.2010

[34] URL: http://www.scooterman.at , Zugriff 08.2010

[35] G. Wachtmeister et al. 2010: Konzept für Hybridfahrzeuge mit vereinfachten Dieselmotoren, ATZ, 24.02.2010

[36] R. Zah et al. 2007: ÖKOBILANZ VON ENERGIEPRODUKTEN, ÖKOLOGISCHE BEWERTUNG VON BIOTREIBSTOFFEN, Empa, St. Gallen. Mai 2007

[37] Zallinger M. 2010: Dissertation - Mikroskopische Simulation der Emissionen von Personenkraftfahrzeugen, Technische Universität Graz, Graz

9.1 Verwendete Abkürzungen

Folgende Abkürzungen werden im Text verwendet:

A.B. ..... Autobahn
A.O. ..... Außerorts
B20 ..... Diesel mit Biodieselbeimischung von 20%
B7 ..... Diesel (dzt. handelsüblich) mit Biodieselbeimischung von 7%
BG ..... Besetzungsgrad
BLG ..... Beladungsgrad
CH_4 ..... Methan
CNG ..... Erdgas
CO ..... Kohlenmonoxid
CO_2 ..... Kohlendioxid
CO_2 tailpipe ..... Kohlendioxid im motorischen Abgas
CO_2-e ..... CO_2 -Äquivalent (engl.: Global Warming Potential, Greenhouse Warming Potential oder GWP)
E5 ..... Benzin (dzt. handelsüblich) mit Bio-Ethanolbeimischung von 5%
E85 ..... Benzin mit Bio-Ethanolbeimischung von 15%
GEMIS ..... Gesamt-Emissions-Modell integrierter Systeme, erstellt vom Öko-Institut Freiburg
GLOBEMI ..... Globale Modellbildung für Emissionsszenarios, erstellt vom Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik
GuD ..... Gas-und-Dampf-Kombikraftwerk
H_2 ..... Wasserstoff
HBEFA ..... Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs
HC ..... Kohlenwasserstoff
HEV ..... Hybridfahrzeug (Hybrid Electrical Vehicle)
I.O. ..... Innerorts
IATS ..... Integrated Austrian Traffic Situations (Fahrzyklus für PKW erstellt am Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik)
Infra ..... Infrastruktur
Korr ..... korrigiert
Kv ..... Kraftstoffverbrauch
KW ..... Kraftwerk
LD ..... Lebensdauer [Jahre]
LNF ..... Leichtes Nutzfahrzeug (Entspricht emissionstechnisch einem Kleinbus)
LPG ..... Flüssiggas
MIV-L ..... Motorisierter Individualverkehr als Lenker (Motorrad, Moped, PKW, Kombi als Lenker)
MIV-M ..... Motorisierter Individualverkehr als Mitfahrer (Motorrad, Moped, PKW, Kombi als Mitfahrer)
N_2O ..... Distickstoffmonoxid (Lachgas)
NEMO ..... Network Emission Model, erstellt vom Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik
NMHC ..... Nichtmethan-Kohlenwasserstoffe
NO_x ..... Stockoxide (Summe aus NO und NO_2 im Abgas)
O-Bus ..... Oberleitungsbus
ÖPNV ..... Öffentlicher Personen Nahverkehr
ÖV ..... Öffentlicher Verkehr
ÖV-F ..... Öffentlicher Verkehr – Fahrzeuge: in der Eingabe der verkehrsplanerischen Daten werden als ÖV-F die Fahrzeuge des öffentlichen Verkehrs verstanden (Linienbusse, Straßenbahn, Bahn etc.).
ÖV-N ..... Öffentlicher Verkehr – Nachfrage Personen: in der Eingabe der verkehrsplanerischen Daten der Maßnahmen wird als ÖV-N die

Personennachfrage im öffentlichen Verkehr verstanden (im Gegensatz zu den in ÖV-F beschriebenen Fahrzeugen des öffentlichen Verkehrs)

PHEM..... Passenger car and Heavy duty vehicle Emission Model, erstellt vom Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik

PHEV ..... Plug In Hybrid (Plug-In Hybrid Electrical Vehicle)

Pkw ..... Personenkraftwagen

PM exhaust ..... Partikelemissionen im motorischen Abgas (PM2.5)

PM non-exhaust….. Partikelemissionen durch Aufwirbelungen und Abrieb (PM10)

PM ..... Particulate Matter (Partikelmasseemissionen)

PV ..... Photovoltaik

Stk..... Steinkohle

Tailpipe ..... Emissionsmengen im motorischen Abgas („am Auspuff“)

THG ..... Treibhausgas

VE ..... Vorgelagerte Emissionen

WTT ..... Well to Tank („Von der Quelle bis zum Tank“)

WTW..... Well to Wheel („Von der Quelle bis zum Rad“)

10 Anhang: User Manual für das Softwaretool SEV

Evaluierungsmethode für Klimaschutzmaßnahmen im Verkehr

Auftraggeber:

Klima- und Energiefonds des Bundes

Verfasser:

Gerd Sammer, o. Univ.Prof. DI. Dr.
Gerald Röschel, DI. Dr.
Christian Gruber, DI.
ZIS+P *Verkehrsplanung,*
Sammer und Partner ZT GmbH

Stefan Hausberger, Univ.Prof. DI. Dr.
Martin Rexeis, DI. Dr.
Michael Zallinger, DI. Dr.
Jürgen Blassnegger, DI. Dr.
Michael Schwingshackl, DI.
TU Graz, Institut für Institut für
Verbrennungskraftmaschinen
und Thermodynamik

Bernhard Zach,
Bernhard Zach Softwareentwicklung

Projekt Nr. 2008-16

SEV-Tool Benutzerhandbuch

Eine Studie im Auftrag des
Österreichischen Klima- und Energiefonds

Graz-Wien 2010

Auftraggeber:
Klima- und Energiefonds des Bundes

Verfasser:
Gerd Sammer, o. Univ.Prof. DI. Dr.
Gerald Röschel, DI. Dr.
Christian Gruber, DI.
ZIS+P *Verkehrsplanung*
Sammer&Partner, Ziviltechnikergesellschaft m.b.H.
Leonhardstraße 12, 8010 Graz
Tel.: (0316) 38-20-21
e-mail: office@zis-p.at
www.zis-p.at

Stefan Hausberger, Univ.Prof. DI. Dr.
Martin Rexeis, DI. Dr.
Michael Zallinger, DI. Dr.
Jürgen Blassnegger, DI. Dr.
Michael Schwingshackl, DI.
TU Graz, Institut für Verbrennungskraftmaschinen
und Thermodynamik
Inffeldgasse 21 A, A-8010 Graz
Tel.: +43/(0)316/873-7200
Fax: +43/(0)316/873-7700
office@fvt.at
http://vkm-thd.tugraz.at

Bernhard Zach,
Bernhard Zach Softwareentwicklung
Mühlenweg 36, 8046 Stattegg
e-mail: bzach@gmx.net

Projekt Nr. 2008-16
Graz, Dezember 2010

Inhaltsverzeichnis

Seite

1. **Vorbemerkungen** 4
2. **Software-Anforderungen** 4
3. **Installation** 4
4. **SEV-Tool starten** 5
5. **Eingabe** 6
6. **Datenvalidierung, Speichern und Ausführen einer Berechnung** 15
7. **Ergebnisdatei und Interpretation der Ergebnisse** 16
8. **Fehlerbehandlung** 20
9. **Support** 21
10. **Verwendete Abkürzungen** 21
11. **Literatur** 21

1. Vorbemerkungen

Das Projekt SEV beschäftigt sich mit der Erarbeitung einer **S**tandardisierten Methode zur **E**valuierung von Klimaschutzmaßnahmen im **V**erkehr (SEV). Dazu wurde eine Software (SEV-Tool) entwickelt, mit der Anwender diese Evaluierung durchführen können.
Das SEV-Tool dient zur Berechnung der im Bericht zum Projekt beschriebenen Methoden zur Evaluierung von Klimaschutzmaßnahmen im Verkehr. Es wird deshalb dringend empfohlen, zuerst den Bericht zu lesen, um sich einen Überblick über die Berechnungen des SEV-Tools zu beschaffen.

Übersicht der Implementierung des SEV-Tools:
Alle Eingaben werden mit dem SEV-Tool.exe gemacht. Die Eingaben können innerhalb von SEV-Tool.exe gespeichert werden.
Die Berechnung folgender Werte ist im SEV-Tool.exe implementiert:

- Berechnung der fahrzeugspezifischen Emissionen
- Berechnung der Emissionen der Herstellung der Infrastruktur
- Energiekosten der Fahrzeuge
- Betriebskosten der Fahrzeuge
- Lärmemissionen der Fahrzeuge (teilweise)

Mit diesen Berechnungsergebnissen wird eine Excel-Arbeitsmappe befüllt, die folgende Berechnungen ausführt und einen Bericht erstellt:

- Durchführung der gesamtwirtschaftlichen Bewertung
- Durchführung der betriebswirtschaftlichen Bewertung
- Übersichtliche Darstellung aller Ergebnisse

Die Excel-Arbeitsmappe kann gespeichert und ausgedruckt werden.
Die Eingabe kann im SEV-Tool.exe gespeichert werden, die Berechnungsergebnisse in der Excel-Arbeitsmappe. Pro berechnetem Projekt gibt es also einen File mit den gespeicherten Eingabedaten (um sich doppelte Eingabe bei kleinen Änderungen zu ersparen) und einen File mit den Berechnungsergebnissen (Excel).

2. Software-Anforderungen

- Unterstützte Betriebssysteme: Windows XP ab SP2, Windows Vista, Windows 7
- Microsoft .Net-Framework ab Version 2.0
  Dies ist in den allermeisten Fällen bereits auf dem Zielrechner installiert. Falls nicht kann es unter folgendem Link heruntergeladen werden:
  http://www.microsoft.com/downloads/details.aspx?displaylang=de&FamilyID=0856eacb-4362-4b0d-8edd-aab15c5e04f5
- Bildschirmauflösung mindestens 1024x768 Pixel
- Installiertes Microsoft Excel (Version 2003, 2007 oder 2010)
- Zum Entpacken: 7-Zip oder WinZip
  http://www.7-zip.org/download.html
  http://www.winzip.de

3. Installation

Das SEV-Tool benötigt keinerlei Installation, sondern kann ohne Administrator-Rechte in einem beliebigem Ordner entpackt und ausgeführt werden.

Ordnerstruktur:

In dem Ordner in dem das Tool entpackt wird befindet sich die Ordner „intern“ und „Ergebnisse“

Der Ordner „Ergebnisse“:

Wenn aus dem SEV-Tool eine Berechnung gestartet wird, wird ein neues Ergebnisfile (Eine Excel-Arbeitsmappe) in diesem Ordner erzeugt.

Der Ordner „intern“ enthält:

- Logging.config: Konfiguration der Logfiles
- MaßnahmenVorlage.xls: Vorlage der wirtschaftlichen Berechnungen und des Gesamt-Ergebnisses.
- SEV-EmissionsDaten.bin: Datensatz aller Fahrzeuge mit hinterlegten Emissionen.
- SEV-Tool.log: Wird zur Analysierung bei Fehlern des SEV-Tools benötigt.
- SEV-LetzteEingabedaten.bin: Benutzereingaben bei Start der letzten Berechnungen

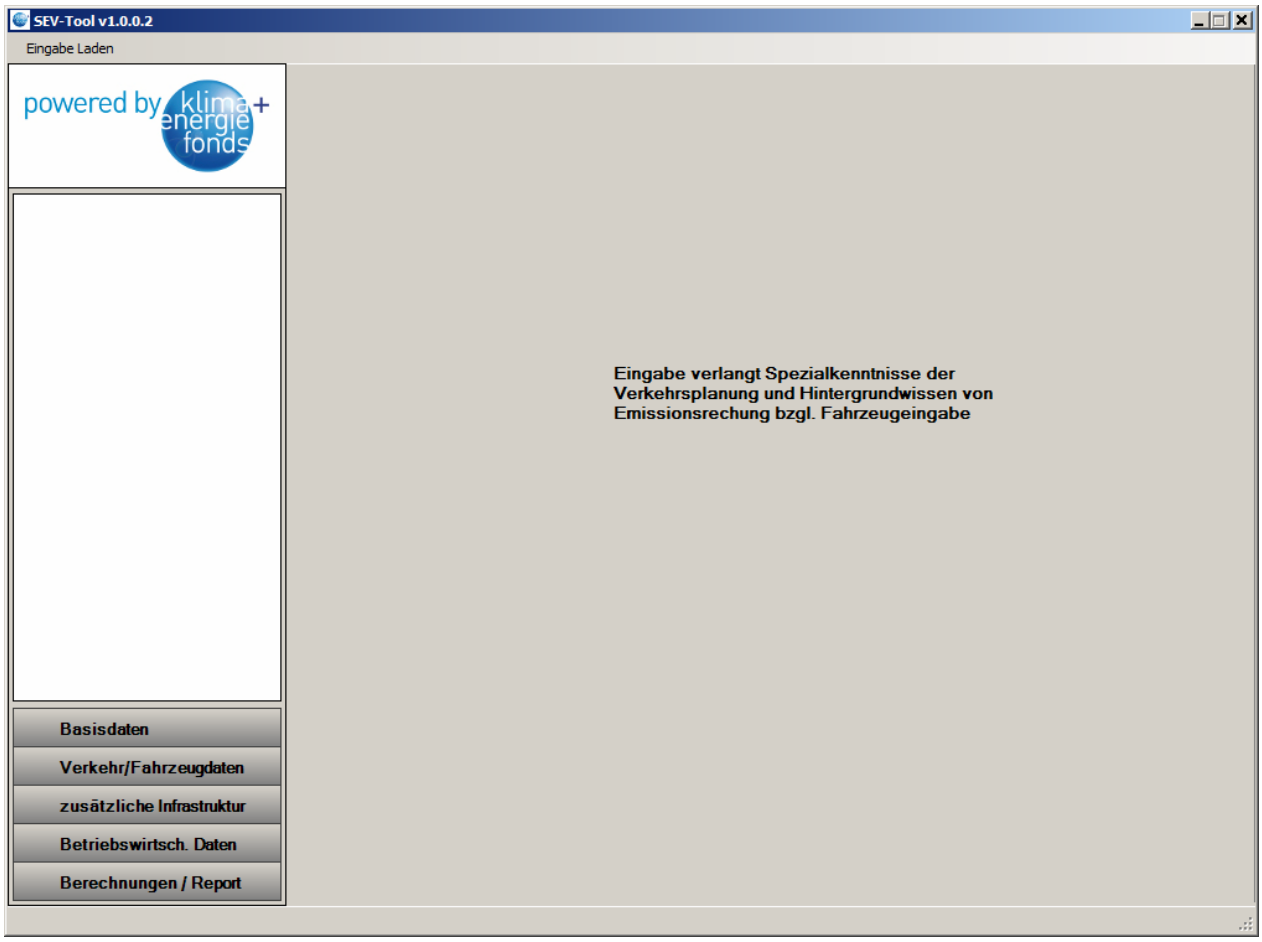
4. SEV-Tool starten

SEV-Tool.exe wird per Doppelklick gestartet. Daraufhin erscheint das Startfenster (Abb. 1). Durch Klick auf die links unten dargestellten Buttons

1. „Basisdaten“,
2. „Verkehr/Fahrzeugdaten“,
3. „zusätzliche Infrastruktur“,
4. „Betriebswirtschaftliche Berechnung“ sowie
5. „Berechnungen/Report“

werden die jeweiligen Fenster für weitere Eingaben/Berechnungen geöffnet.

Abb. 1: Startfenster nach Start des SEV-Tool.exe

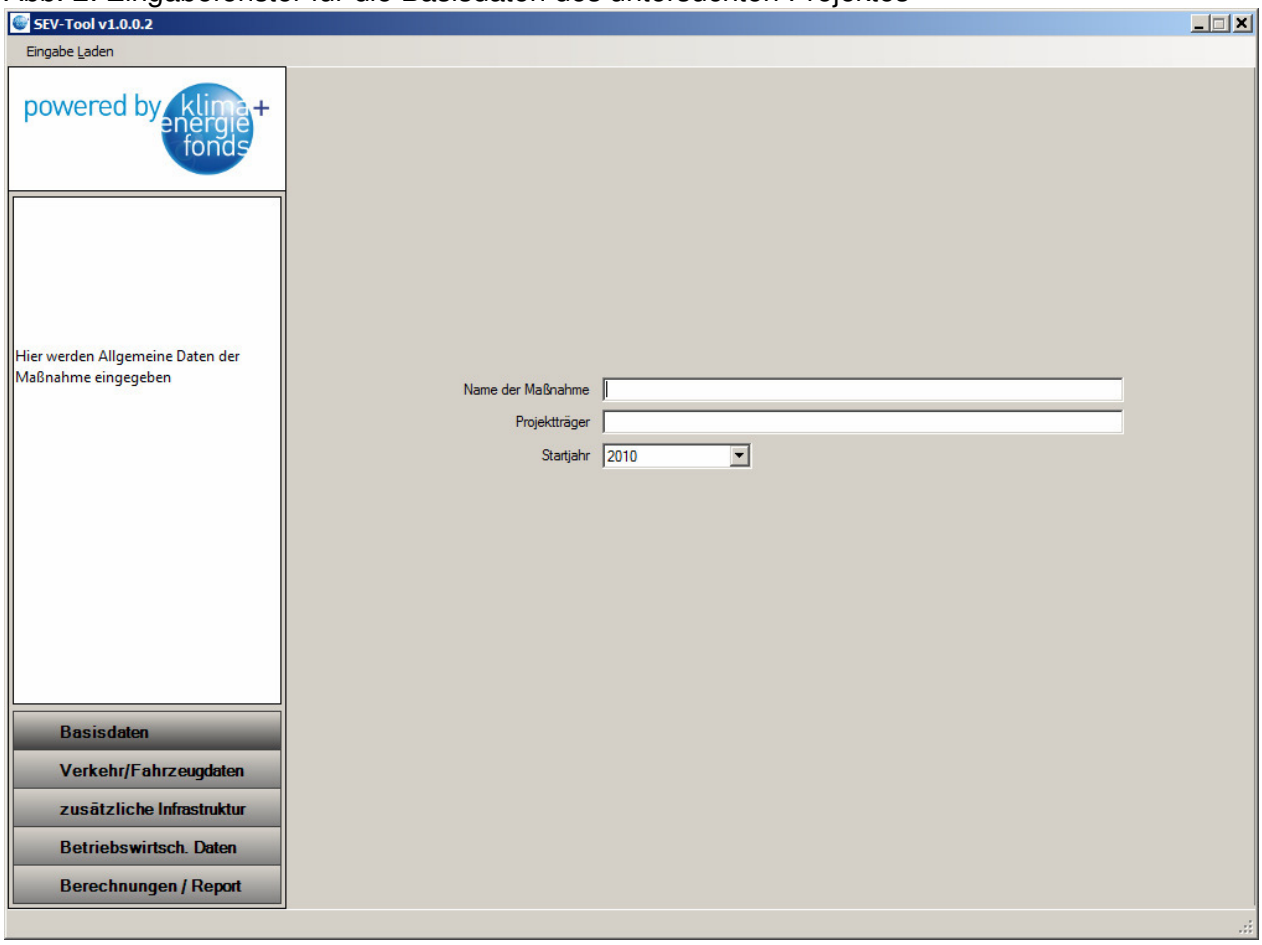


5. Eingabe

Um mit der Eingabe einer Maßnahme zu starten, muss „Basisdaten“ (Links unten) per Mausklick ausgewählt werden.

Eingabe der Basisdaten (siehe Abb. 2):
Die Basisdaten enthalten kurze Informationen zum Namen der untersuchten Maßnahme, dem Projektträger sowie dem geplanten Startjahr der Maßnahme. Mit dem Startjahr wird der Beginn des 20-Jahreszeitraums für die Berechnung der gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen definiert.

Abb. 2: Eingabefenster für die Basisdaten des untersuchten Projektes



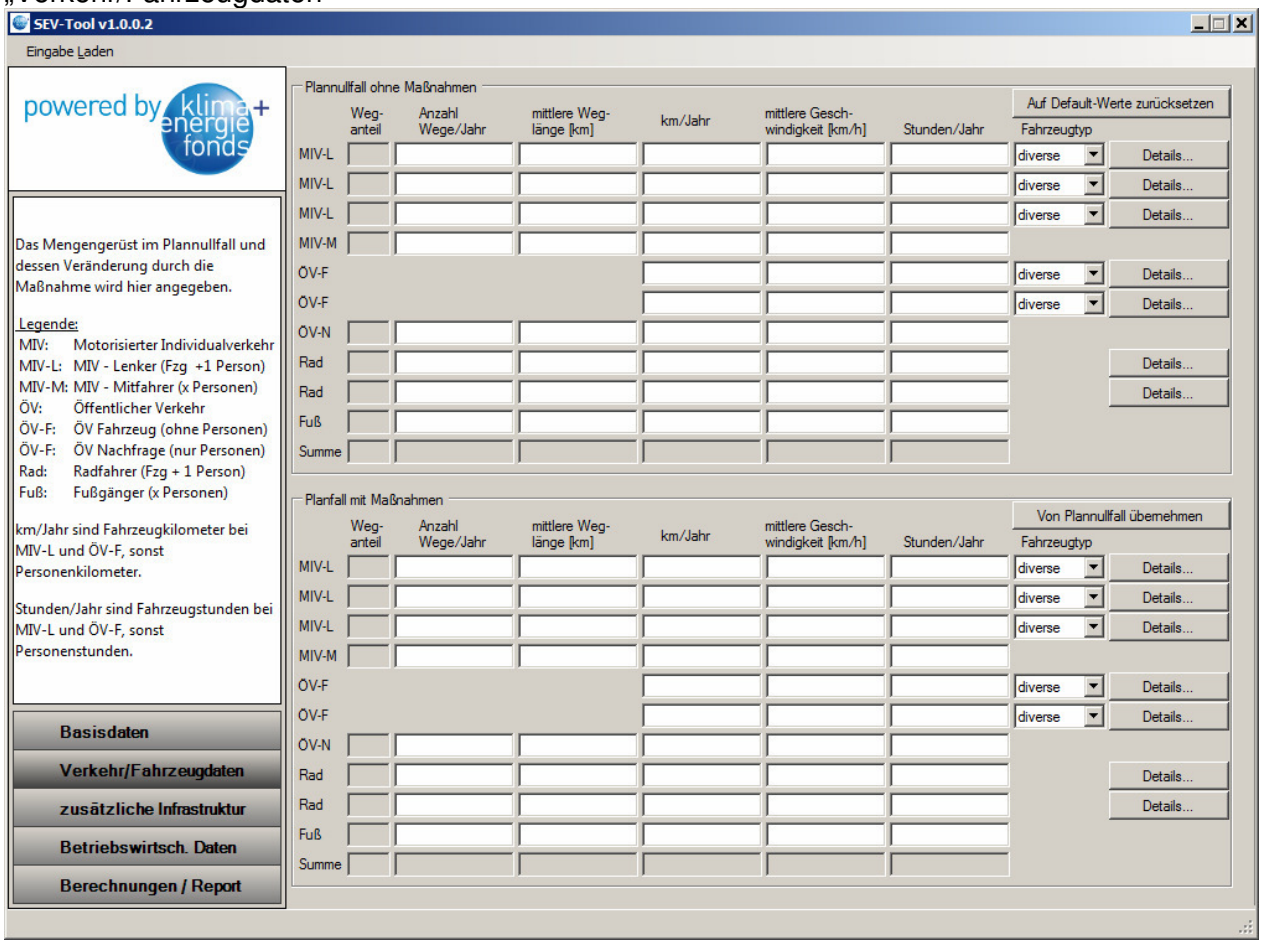
Eingabe der verkehrsplanerischen Angaben und Fahrzeugdaten im Eingabefenster „Verkehr/Fahrzeugdaten“ (siehe Abb. 3)

Um nach der Eingabe der Basisdaten mit der Eingabe einer Maßnahme fortzufahren, muss „Verkehr/Fahrzeugdaten“ angeklickt werden. Danach öffnet sich das Eingabefenster „Verkehr/Fahrzeugdaten“ (Abb. 3).

Die verkehrsplanerischen Eingaben über Verkehrsaufkommen (Wege/Jahr), Verkehrsleistung (km/Jahr), Verkehrsdauer (h/Jahr) sowie die verwendeten Fahrzeuge werden im Eingabefenster „Verkehr/Fahrzeugdaten“ eingegeben. Diese Werte sind vom Benutzer sowohl für den Plannullfall ohne Maßnahmen (obere Hälfte des Eingabefensters) als auch für den Planfall mit den Maßnahmen (untere Hälfte des Eingabefensters) einzutragen.

Es wird empfohlen, die Grundeingabe pro Zeile „von Links nach Rechts“ durchzuführen. Damit eine Zeile in den Berechnungen verwendet wird, müssen alle Text-Felder ausgefüllt sein. Das Programm unterstützt dabei durch die automatische Berechnung von berechenbaren Werten.

Abb. 3: Eingabe der verkehrsplanerischen Angaben und Fahrzeugdaten im Eingabefenster „Verkehr/Fahrzeugdaten“



Für die Berechnungen werden intern nur die Fahrzeugkilometer pro Jahr und die Betriebsstunden pro Jahr verwendet. Die übrigen Werte sollen bei der Eingabe der Maßnahme behilflich sein. Zusätzlich wird der Weganteil berechnet (nicht direkt eingebbar).

Die Werte werden automatisch so korrigiert/befüllt, dass die folgende Formel gültig ist:

*(Anzahl_Wege * mittlere_Weglänge) = **Kilometer** = (mittlere_Geschwindigkeit * Stunden)*

Die Eingabelogik versucht die Anzahl der Kilometer gleich zu lassen. D.h. sobald sich die Kilometer aus obiger Formel berechnen lassen, werden die anderen Werte so geändert das die Formel gültig ist.

Wichtig: Wenn die Zeile bereits voll spezifiziert ist und man die Kilometerleistung ändern möchte, muss man dies zuerst in der Spalte „km / Jahr“ ändern.

Schritt-für-Schritt-Hinweise zur Eingabe „Verkehr/Fahrzeugdaten“:
Die Füllung der Tabelle ist das „Herzstück“ für die Berechnung der Auswirkungen und erfordert verkehrsplanerische Grundkenntnisse und sollte gewissenhaft geprüft werden. Folgende Schritte sind durchzuführen:

1. Überlegung zur „Systemabgrenzung“ der Verkehrsnachfrage:
   Es soll zumindest jener Verkehr enthalten sein, der von der Maßnahme betroffen ist. Als Beispiel soll für eine untersuchte Maßnahme des Mobilitätsmanagement in einem Betrieb das Personen-Verkehrsaufkommen des Betriebes (Beschäftigte und Kunden) enthalten sein. Für folgende beiden Fälle ist das Verkehrsaufkommen abzuschätzen und einzugeben:
   - Plannullfall: dies ist jener Fall ohne Maßnahmen – entspricht als dem Bestand ohne weitere Maßnahmen. Diese Daten sind in der oberen Hälfte der Eingabemaske einzugeben.
   - Planfall mit Maßnahmen: dies ist der Fall mit den vorgesehenen Maßnahmen, deren Auswirkungen berechnet werden sollen. Diese Daten sind in der unteren Hälfte der Eingabemaske einzugeben.

2. Eingabe der Verkehrsnachfrage für alle Verkehrsmittel für den Plannullfall und den Planfall mit Maßnahmen:
   Die verkehrsplanerischen Eingaben über Verkehrsaufkommen (Wege/Jahr), mittlere Weglänge (km), Verkehrsleistung (km/Jahr), mittlere Geschwindigkeit (Km/h), Verkehrsdauer (h/Jahr) sowie die verwendeten Fahrzeuge werden im Eingabefenster „Verkehr/Fahrzeugdaten“ eingegeben. Diese Werte sind vom Benutzer sowohl für den Plannullfall ohne Maßnahmen (obere Hälfte des Eingabefensters) als auch für den Planfall mit den Maßnahmen (untere Hälfte des Eingabefensters) einzutragen.
   Die Eingabe erfolgt für beide Planfälle unterschieden nach folgenden Verkehrsmitteln:
   - MIV-L (MIV als Lenker): Für MIV-L sind max. 3 Zeilen zur Eingabe unterschiedlicher Fahrzeugarten vorgesehen. Sollen unterschiedliche Fahrzeugarten eingegeben werden, müssen pro Zeile alle Verkehrsnachfragewerte für die unterschiedlichen Fahrzeuge eingegeben werden. Für den Verkehr der Beschäftigten eines Betriebes wird für MIV-Lenker die Eingabe in der ersten Zeile „MIV-L“ die Eingabe der Verkehrsnachfrage der Beschäftigten und die Auswahl eines Standardfahrzeugs (diverse) sinnvoll sein. Verfügt der Betrieb zusätzlich über eine Flotte von Dienstfahrzeugen, die ausdrücklich nur eine bestimmte Fahrzeugart (z.B. größere Lieferwagen mit Dieselantrieb) aufweisen, sind diese in der zweiten Zeile MIV-L getrennt einzutragen – mit ihrer Verkehrsnachfrage und mit der Auswahl des Fahrzeugtyps.
   - MIV-M (MIV als Mitfahrer): Für MIV-Mitfahrer steht eine Zeile für die Eingabe der Verkehrsnachfrage zur Verfügung.
   - ÖV-F (ÖV-Fahrzeug): Zwei Zeilen stehen für die getrennte Angabe der Fahrleistungen von Fahrzeugen des öffentlichen Verkehrs zur Verfügung (nicht die Fahrgastnachfrage, diese wird getrennt in der Zeile ÖV-N eingegeben). Hier unter „ÖV-F“ ist z.B. die Verkehrsleistung der Fahrzeuge Linienbussen bzw. der Fahrzeuge Straßenbahn einzugeben, wenn die Maßnahme den verstärkten Einsatz von Linienbussen und Straßenbahn enthält. Diese Zeile ÖV-F wird z.B. für die Berechnung der Fahrzeugemissionen und Fahrzeugkosten verwendet.

- ÖV-N (ÖV-Nachfrage): In der Zeile ÖV-N wird die Nachfrage (Fahrgäste, Personen) im öffentlichen Verkehr eingetragen. Diese Zeile mit der ÖV-Personennachfrage wird für die Berechnung der von Personen zurückgelegten Km und h und die verkehrsplanerischen Auswirkungen verwendet.
- Rad (Fahrradverkehr): Für die Eingabe der Nachfrage des Fahrradverkehrs sind 2 Zeilen vorgesehen, insbesondere für die getrennte Eingabe des Verkehrsaufkommens von Standardrädern und Elektrofahrrädern. Das Elektrofahrrad kann durch die Auswahl des Fahrzeugtyps spezifiziert werden (siehe unten).
- Fuß (Fußgängerverkehr): Diese Zeile steht für die Eingabe der Nachfrage des Fußgängerverkehrs zur Verfügung.

Bei der Annahme für die Veränderung durch die Maßnahme sind besonderes Augenmerk auf die Veränderung der mittleren Fahrtweiten und der mittleren Geschwindigkeiten zu legen. Es reicht z.B. nicht, dass bei einer Maßnahme für den Fahrradverkehr „einfach“ nur Wege vom MIV als Lenker zum Fahrradverkehr verlagert werden und die mittleren Geschwindigkeiten und Wegentfernungen gleich gelassen werden. Dadurch würden Wege der MIV-Lenker mit (relativ) langen Fahrtweiten und großen mittleren Geschwindigkeiten zum Fahrrad mit (in der Regel) kürzeren Fahrtweiten und geringeren Geschwindigkeiten verlagert. Der Effekt wäre eine starke Abnahme der gefahrenen Km und eine starke Zunahme der im Verkehr verbrachten Stunden. Diese falschen Annahmen hätten starke Auswirkungen auf die gesamtwirtschaftlichen Kosten und würden das Ergebnis verfälschen.
Richtig wäre in diesem Fall, dass verstärkt kurze Wege der MIV-Lenker mit geringerer Geschwindigkeit auf den Fahrradverkehr verlagert werden können. Dadurch steigt aber die mittlere Fahrtweite und die mittlere Geschwindigkeit der „verbleibenden“ MIV-Lenker. Diese Wirkungen sind in der Eingabe der Tabelle entsprechend zu berücksichtigen. Eine „Daumenregel“ für die Anwender ist, dass sich die Summe der Verkehrsdauer aller Verkehrsmittel im Regelfall nicht stark ändern sollte.

3. Für jede eingegebene Zeile der Verkehrsnachfrage mit Fahrzeugen ist eine Spezifizierung des Fahrzeugtyps und eine Aufteilung der Verkehrsleistung in innerorts-, außerorts- und Autobahnverkehr möglich (Details siehe unten)

Auswahl des Fahrzeugtyps

Die Auswahl des Fahrzeugtyps legt Verbrauch und Emissionen einer Eingabezeile fest. Die Eingabe ist standardmäßig auf diverse gesetzt.

Folgende Auswahlmöglichkeiten sind vorgegeben:

- Zeilen MIV-L -> diverse, PKW, Kleinbus, Motorrad, Mofa
- Zeile ÖV-F -> diverse, Linienbus, Eisenbahn, O-Bus, ÖPNV-Schiene, Kleinbusse, Reisebusse
- Zeile Rad -> diverse, Elektro (=Pedelec), Konventionell

Wird *diverse* ausgewählt kommt die Durchschnittsrechnung über alle Fahrzeugkategorien der jeweiligen Zeile zum tragen. Kleinbus und Reisebus sind generell nicht als ÖV zu betrachten und somit nicht an der Durchschnittsbildung beteiligt (siehe Bericht).

Achtung! Um ungültige Fahrzeugdefinitionen zu vermeiden bewirkt eine Änderung des Fahrzeugstyps dass die jeweiligen Detail-Informationen auf Standardwerte zurückgesetzt werden.
Nach einem Wechsel des Fahrzeugtyps wird empfohlen die Detail-Informationen zu überprüfen.

Detaileingabe Fahrzeug

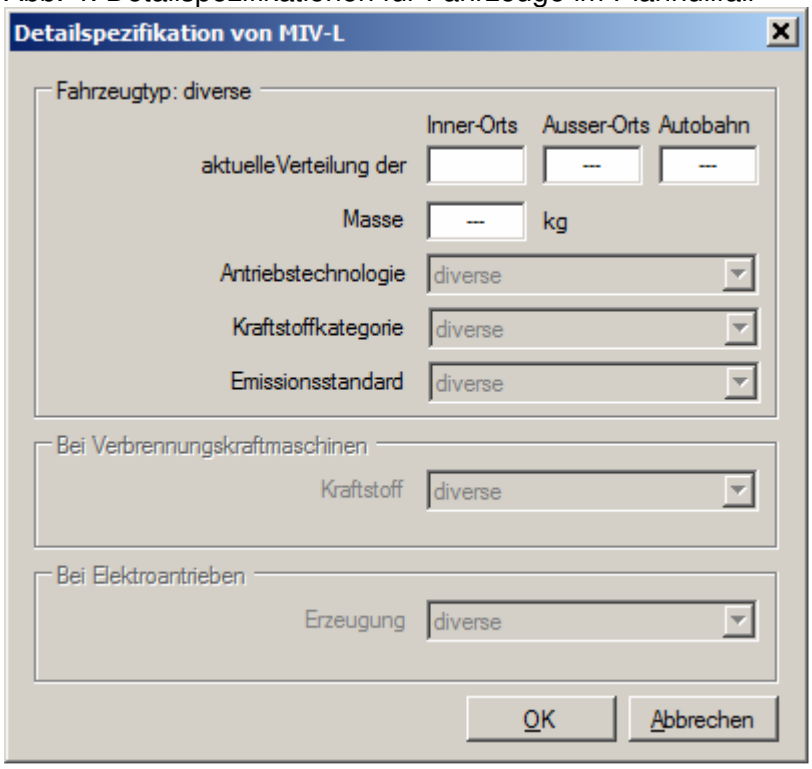
Durch einen Klick auf den *Details…* Details... Button kann das Eingabefenster für die Detailspezifikationen geöffnet werden.

Die Detaileingabe ermöglicht die genauere Spezifikation der Fahrzeuge und ihres Einsatzes:

- Verteilung der Kilometerleistung [%]
- Masse [kg]
- Antriebstechnologie des gewählten Fahrzeugtyps
- Kraftstoffkategorie des gewählten Fahrzeugtyps
- Emissionsstandard des gewählten Fahrzeugtyps
- Spezifischer Kraftstoff
- Spezifischer Strom

Eingabe Fahrzeug für den Plannullfall ohne Maßnahmen (Abb. 4)

Abb. 4: Detailspezifikationen für Fahrzeuge im Plannullfall



Für die Eingabe im Plannullfall ohne Maßnahme wird aus Gründen der Standardisierung nur die Verteilung der Kilometerleistung [%] auf innerorts-, außerorts- und Autobahnverkehr und die Fahrzeugmasse [kg] zur Eingabe freigegeben.

Mit der Verteilung der Kilometerleistung werden nicht nur Verbrauch und Emissionen anteilig festgelegt sondern auch verteilungsabhängige Emissionen in der Kostenrechnung definiert (z.B. sind Emissionskosten von PM10-Emissionen innerorts höher bewertet als außerorts).

Die Eingabe der Fahrzeugmasse ist besonders wichtig, wenn sich die Fahrzeugmasse durch ihren speziellen Einsatz oder den außergewöhnlichen Fahrzeugtyp von konventionellen Fahrzeugen maßgeblich unterscheidet. Sollte es sich in der Maßnahme um konventionelle

Fahrzeuge handeln, wird empfohlen, auf die Eingabe zu verzichten. Durch keine Eingabe wird auf vergleichbare Defaultmassen aus der Datenbank zurückgegriffen.

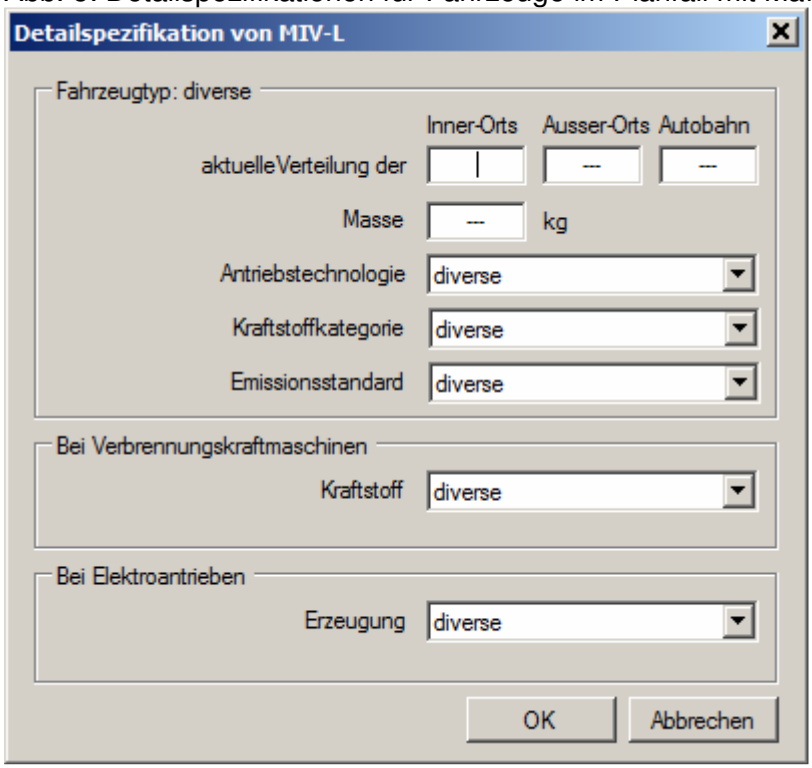
Eingabe Planfall mit Maßnahmen

Hier kann das Fahrzeug im Vergleich zum Plannullfall ohne Maßnahme vollständig vordefiniert werden.

Jede zusätzliche Spezifizierung bringt einen zielgenaueren Zugriff auf die hinterlegte Datenbank der Fahrzeuge. Alle Kombinationsmöglichkeiten (Auswahl als diverse bzw. einer Spezifizierung) führen zu einem Ergebnis. Je nach Auswahl werden die Durchschnittswerte gebildet.

Ist es möglich, das Fahrzeug der Maßnahme vollständig einzugeben, sollte diese Eingabe auch durchgeführt werden. Nur bei der Eingabe eines vollständig definierten Fahrzeugs wird auf die in der Datenbank hinterlegten Emissions- und Verbrauchswerte direkt zugegriffen. Dies führt zu erhöhter Genauigkeit im Ergebnis.

Abb. 5: Detailspezifikationen für Fahrzeuge im Planfall mit Maßnahmen



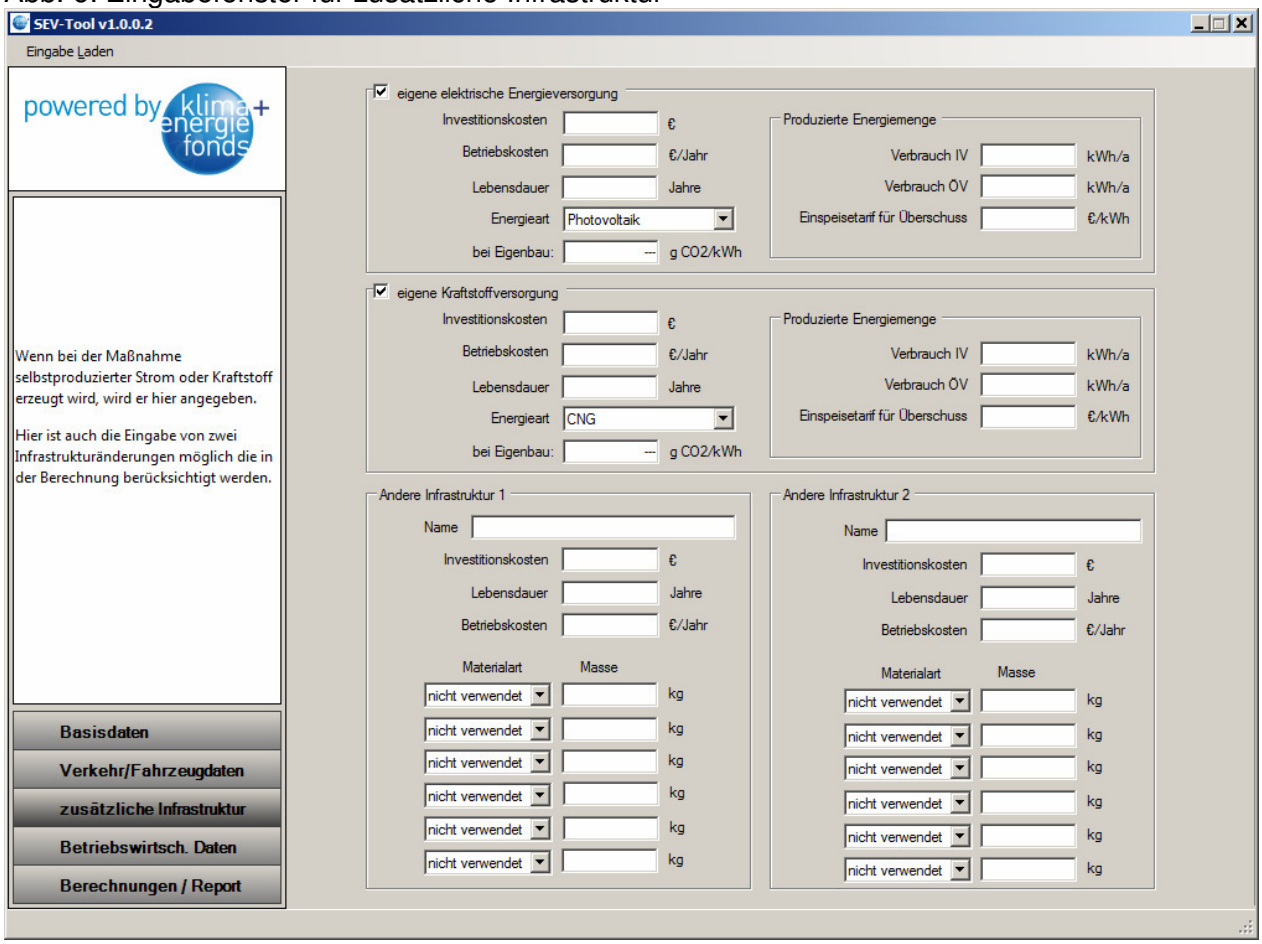
Eingabe zusätzliche Infrastruktur (siehe Abb. 6)

Die Software SEV-Tool.exe bietet die Möglichkeit der detaillierten Eingabe von zusätzlich errichteter Infrastruktur (gesamte maßnahmenrelevante Infrastrukturänderung) im Rahmen der untersuchten Maßnahme. Es können 2 getrennte Infrastrukturveränderungen eingegeben werden. Zusätzlich ist ist die Eingabemöglichkeit für eigene Kraftstoff- bzw. Stromproduktion vorgesehen.

<u>Eigene elektrische Energieversorgung</u>

Wird die Auswahlbox für eigene elektrische Energieversorgung ausgewählt, können die vorerst gesperrten Felder für die Spezifikation der eigenen elektrischen Energieversorgung befüllt werden. Die produzierte Energiemenge muss unterteilt werden in Energie, die von ÖV verbraucht wird und Energie, die von IV verbraucht wird, weil dies in der gesamtwirtschaftlichen Bewertung unterschiedlich betrachtet wird.

Abb. 6: Eingabefenster für zusätzliche Infrastruktur



Es besteht die Möglichkeit die konkrete Energieart der Eigenproduktion zu wählen. Über diese Definition werden vorgelagerte Emissionen der gewählten Stromart berücksichtigt. Folgende Auswahlmöglichkeiten dazu bestehen:

- Groß-Wasserkraftwerk
- Steinkohlekraftwerk
- Ölkraftwerk
- Gas- und Dampf-Kombikraftwerk
- Wind Park mittlerer Größe
- Kleines Holzkraftwerk

- Photovoltaik
- Eigenbau

Sollte keine dieser Kategorien auf die Art des selbst erzeugten Stroms zutreffen, kann *Eigenbau* gewählt werden. Dafür ist eine Eingabe der CO_2 Emissionen pro kWh notwendig. Sonstige Emissionen werden standardisiert mit dem österreichischen Strommix gerechnet.

Eigene Kraftstoffversorgung

Wird die Auswahlbox für eigene Kraftstoffversorgung ausgewählt, können die vorerst gesperrten Felder befüllt werden.

Es besteht die Möglichkeit, die konkrete Energieart der Eigenproduktion zu wählen. Über diese Definition werden vorgelagerte Emissionen des gewählten Kraftstoffs berücksichtigt. Folgende Auswahlmöglichkeiten dazu bestehen:

- Benzin handelsüblich (E5)
- Bio Ethanol E85
- Diesel handelsüblich (B7)
- Diesel B20
- Biodiesel (RME)
- Pflanzenöl (Rapsöl)
- H2-gasförmig
- LPG
- CNG
- Eigenbau

Sollte keiner dieser Kategorien auf die Art des selbst erzeugten Kraftstoffs zutreffen, kann *Eigenbau* gewählt werden. Dafür ist eine Eingabe der CO_2 Emissionen pro kWh notwendig. Sonstige Emissionen werden standardisiert mit dem österreichischen Strommix gerechnet.

Infrastrukturänderung

Generell können zwei Infrastrukturänderungen eingegeben werden. Eine Infrastrukturänderung wird nur dann erfasst wenn ein Name vergeben wurde.
Infrastrukturänderungen sind zu benennen, mit Investitionskosten und Abschreibungszeiträumen sowie Betriebskosten zu beziffern. Zusätzlich können zur Ermittlung der CO2-Emissionen der Investitionen 6 Materialarten mit Massen angegeben werden. Daraus werden aus standardisierten Angaben für die CO2-Emissionen der Gewinnung, Herstellung, Transport etc. der Materialien die CO2-Emissionen der zusätzlichen Infrastruktur ermittelt.

Fällt die Maßnahme nicht in die beiden Kategorien der elektrischen Energie- bzw. Kraftstoffversorgung, können die Emissionen der Maßnahme in Form ihrer Materialien mitberücksichtigt werden. Da die Auswahl der Materialarten begrenzt ist, müssen die Materialien gewählt werden mit dem insgesamt größten Anteil oder man verteilt die Infrastruktur auf beide Eingabemöglichkeiten.

Folgende Materialarten können ausgewählt werden:

- Stahl
- Aluminium
- Kupfer
- Holz
- Asphalt
- Kunststoff

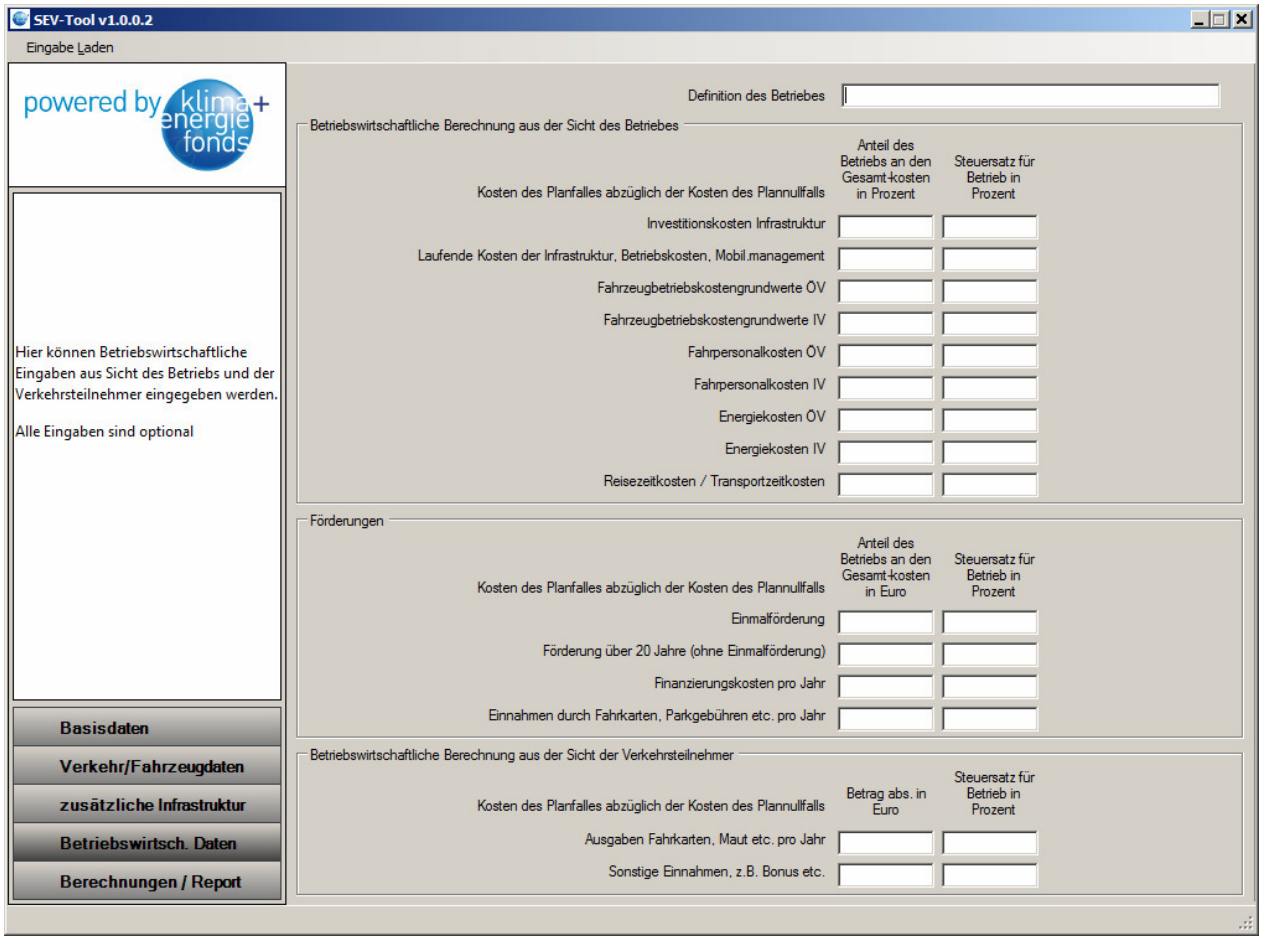
- Glas
- Beton

Die Massenangaben beziehen sich auf die gesamte neu errichtete Infrastruktur die von der Maßnahme genützt wird. Falls Materialien doppelt angegeben werden(z.B.: 2x Stahl) wird intern mit der Summe gerechnet. Diese Massen [kg] werden mit den Emissionswerten der Werkstoffe Datenbank [g/kg] multipliziert. Daraus ergibt sich eine gesamte Emissionsmenge pro Maßnahme.

Betriebswirtschaftliche Daten

Für die Berechnung der betriebswirtschaftlichen Daten sind zusätzliche Eingaben in einem Fenster erforderlich, das mit einem Klick auf „Betriebswirtschaftliche Daten“ links unten geöffnet werden kann.
Im ersten Block der Eingabe der betriebswirtschaftlichen Daten wird der Anteil eingegeben, der von den anfallenden Investitionskosten und Betriebskosten für den Betrieb anfallen. Zusätzlich müssen der Betrieb, aus dessen Sicht die betriebswirtschaftliche Analyse durchgeführt wird, sowie die Steuer- und Abgabensätze für diesen Betrieb genannt werden. Ist der Betrieb z.B. vorsteuerabzugsberechtigt, fällt keine MWST an. Für die öffentliche Hand fällt MWST an, dies ist ensprechend anzugeben.
In einem zweiten Block werden die Förderungen absolut angegeben sowie die Steuersätze, wenn sie anfallen.
In einem dritten Block werden Ausgaben der Verkehrsteilnehmer für Fahrkarten sowie Parkgebühren angegeben (Veränderung gegenüber dem Plannullfall).

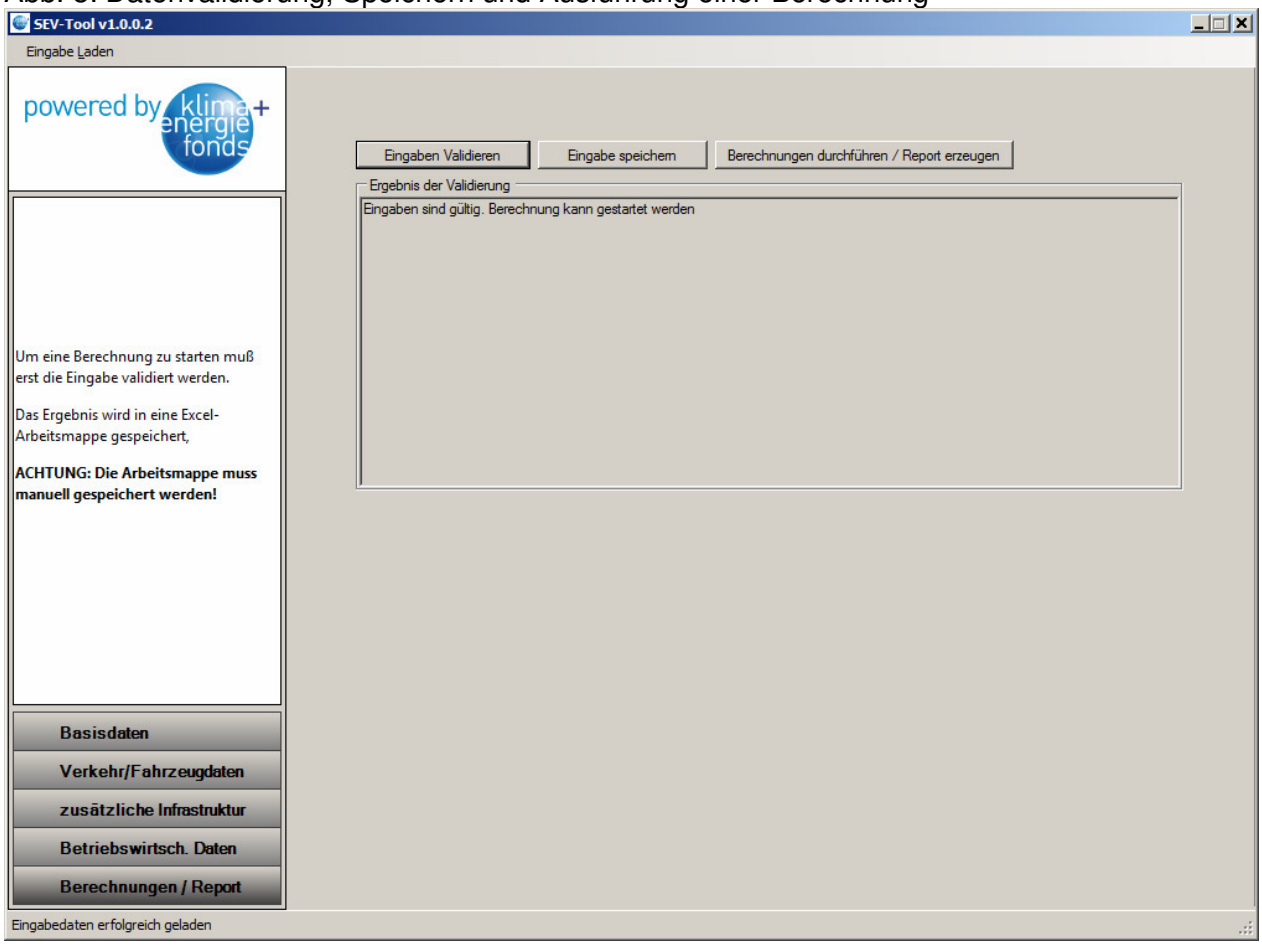
Abb. 7: Betriebswirtschaftliche Daten



6. Datenvalidierung, Speichern und Ausführen einer Berechnung

Mit einem Klick auf „Berechnung“ (links unten) wird das Fenster „Berechnung“ geöffnet (siehe Abb. 8). Um eine Berechnung starten zu können, müssen zuerst die Eingaben validiert werden. Sind nicht alle erforderlichen Daten eingegeben erscheinen Fehlermeldungen mit dem Hinweis, welche Daten zu ergänzen sind. In diesem Fall muss der Anwender diese Daten in den entsprechenden Eingabefenstern ergänzen.
Sind alle erforderlichen Datenfelder gefüllt und im Sinne der Software „gültig“, können die Eingabedaten innerhalb des SEV-Tool gespeichert werden. Bei Klick auf „Eingabe speichern“ erscheint ein Fenster zur Auswahl des Speicherorts und des Filenamens. Diese gespeicherten Daten können über „Eingabe Laden“ in der Menüleiste wieder gelesen werden.
Zur Durchführung der Berechnung der Standardisierten Bewertung muss auf „Berechnungen durchführen/Report erzeugen“ geklickt werden. Danach erfolgt die Berechnung. Dies kann etwas dauern. Danach öffnet sich automatisch das berechnete Excel-File mit der Ergebnisseite der standardisierten Bewertung.

Abb. 8: Datenvalidierung, Speichern und Ausführung einer Berechnung



7. Ergebnisdatei und Interpretation der Ergebnisse

Die vom SEV-Tool berechneten Ergebnisse werden im Unterverzeichnis …*Ergebnisse* abgelegt und automatisch geöffnet.
Der Filename dieses Files ist per Default der vom Benutzer im Eingabefenster „Basisdaten" eingegebene Name der Maßnahme, ergänzt um Datum und Uhrzeit der Berechnung. Der Filename des Excel-Ergebnisfiles für die Maßnahme „SEV_Testfall 4 Mobilitätsmanagement Fahrradverkehr", die am 23.12.2010 um 16:19:55 Uhr berechnet wurde, heißt also:

SEV_Testfall 4 Mobilitätsmanagement Fahrradverkehr_2010-12-23_16.19.55.xls

Dadurch soll die Übersichtlichkeit über die berechneten Planfälle und zeitlichen Versionen bei mehreren Berechnungsdurchläufen gewahrt bleiben. Erfolgen hintereinander mehrere Rechnungen mit demselben Maßnahmen-Namen, werden alte Files nicht überschrieben.
Die errechneten Werte müssen im Excel manuell gespeichert werden!

Automatisch öffnet sich der Excel-Ergebnisfile mit dem Blatt „Ergebnis", in dem eine Zusammenfassung der Ergebnisse dargestellt ist. Dieses Blatt „Ergebnis" enthält folgende Daten:

- Ergebnis der gesamtwirtschaftlichen Bewertung
- Ergebnis der Veränderung der CO2-Emissionen und Abgasemissionen
- Ergebnis der Betrachtung aus betriebswirtschaftlicher Sicht

Ergebnis der gesamtwirtschaftlichen Bewertung

Das Ergebnis der gesamtwirtschaftlichen Bewertung ist als Beispiel für einen Testfall in Abb. 9 enthalten. Darin sind die Kosten und Nutzen aller betrachteten Indikatoren in einer Liste und in einem Diagramm dargestellt. Die Kosten und Nutzen sind über 20 Jahre aufsummiert und diskontiert (auf den Beginn des Betrachtungszeitraums abgezinst). Kostenkomponenten sind orange hinterlegt, Nutzenkomponenten im Sinne der üblichen Einteilung in Nutzen-Kosten-Analysen blau hinterlegt. Investitionskosten, Betriebskosten für Infrastruktur sowie Betriebs-, Personal- und Energiekosten für den öffentlichen Verkehr sind Kostenkomponenten (orange hinterlegt) im Sinne der Nutzen-Kosten-Analyse, die anderen Indikatoren sind Nutzenkomponenten (blau hinterlegt).
Positive Werte stellen Ausgaben dar (Kosten bzw. negative Nutzen), negative Werte stellen Einnahmen dar (Nutzen bzw. negative Kosten) – dies ist bei der Interpretation zu beachten.
Aus der Summe der Nutzenkomponenten und Kostenkomponenten werden die in der Nutzen-Kosten-Analyse üblichen Beurteilungskriterien ermittelt (gelbe Felder):

NKV Nutzen-Kosten-Verhältnis (€/€): Das Nutzen-Kosten-Verhältnis ist der Quotient aus der Summe der Nutzenkomponenten durch die Summe der Kostenkomponenten und drückt aus, wie viele „Nutzen" pro Ausgaben für Infrastrukturinvestitionen sowie den Betrieb des öffentlichen Verkehrs erforderlich sind. Ein Nutzen-Kosten-Verhältnis von 1,0 bedeutet, dass die Nutzen einer Maßnahme gleich groß wie die Kosten sind. Eine Maßnahme mit einem Nutzen-Kosten-Verhältnis deutlich über 1,0 ist im Sinne der gesamtwirtschaftlichen Bewertung positiv. Je größer der Wert ist, desto besser. Liegt das Nutzen-Kosten-Verhältnis unter 1,0 sind die Kosten der Maßnahme größer als die Nutzen, die Maßnahme ist als im Sinne der gesamtwirtschaftlichen Bewertung negativ zu beurteilen. Je kleiner der Wert unter 1,0 ist, desto schlechter schneidet die Maßnahme ab. Wenn die Summe der Kostenkomponenten „Null" ist, kann das Nutzen-Kosten-Verhältnis nicht berechnet werden (Division durch „Null").

Nutzen-Kosten-Differenz in €: Die Nutzen-Kosten-Differenz summiert Kosten- und Nutzenkomponenten auf und stellt sie mit negativem Vorzeichen dar. Eine positive Nutzen-Kosten-Differenz bedeutet, dass die Nutzen die Kosten überwiegen. Je größer der Wert ist, desto besser. Eine negative Nutzen-Kosten-Differenz bedeutet, dass die Kosten höher als

die Nutzen sind. Je stärker der Wert unter „Null“ wird, desto schlechter schneidet die Maßnahme ab.

Abb. 9: Beispiel Ergebnisdarstellung Gesamtwirtschaftliche Kosten und Nutzen des Planfalles mit Maßnahmen im Vergleich zum Plannullfall im Excel-Ergebnisfile (Excel-Ergebnisdarstellung, Blatt „Ergebnis“)

SEV

Standardisierte Evaluierung von Klimaschutz-maßnahmen im Verkehrsbereich Personen

powered by klima+ energie fonds

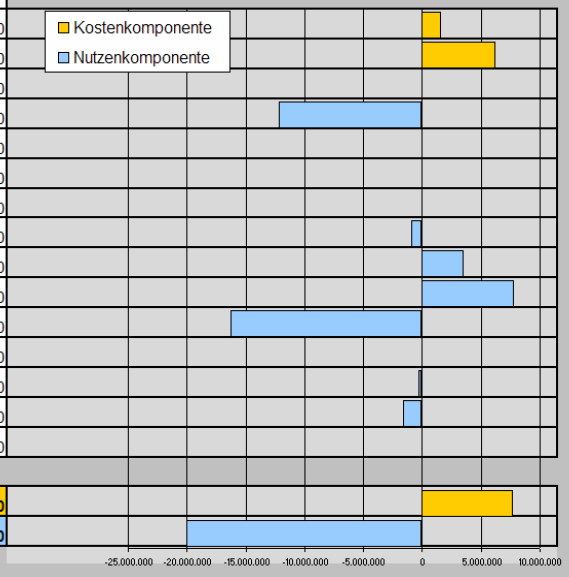
Gesamtdarstellung Kosten diskontiert

Veränderung durch Planfall mit Maßnahmen gegenüber Plannullfall (ohne Maßnahmen)
Diskontierte Barwerte über 20 Jahre, Preisbasis 2010, Werte abgezinst für 2010

Testfall 4 LKH-Mobilitätsmanagement Fahrradverkehr

Gesamtwirtschaftliche Kosten und Nutzen des Planfalles mit Maßnahmen im Vergleich zum Plannullfall

	Indikator; Kosten des Planfalles abzüglich der Kosten des Plannullfalls	Euro / 20 Jahre
1.1	Investitionskosten Infrastruktur	1.494.000
1.2	Laufende Kosten der Infrastruktur, Betriebskosten, Mobil.management etc.	6.130.000
1.3a	Fahrzeugbetriebskostengrundwerte ÖV	0
1.3b	Fahrzeugbetriebskostengrundwerte IV	-12.150.000
1.4a	Fahrpersonalkosten ÖV	0
1.4b	Fahrpersonalkosten IV	0
1.5a	Energiekosten ÖV	0
1.5b	Energiekosten IV	-950.000
1.6	Reisezeitkosten / Transportzeitkosten	3.499.000
1.7	Unfallkosten	7.806.000
1.8	Gesundheitskosten	-16.273.000
1.9	Lärmkosten	0
1.10	Schadstoffkosten	-311.000
1.11	Klimakosten	-1.611.000
1.12	Konsumentenrente Neuverkehr	0
	Summe Kosten, Ind. 1.1, 1.2, 1.3a, 1.4a, 1.5a	**7.623.000**
	Summe neg. Nutzen, 1.3b, 1.4b, 1.5b, 1.6 bis 1.12	**-19.989.000**



Kosten in Euro pro 20 Jahren

Achtung: Achsenmaßstab ändert sich automatisch je nach Anwendungsfall!
< negative Kosten, Nutzen (Einnahmen) Kosten, negative Nutzen (Ausgaben) >

NKV Nutzen-Kosten-Verhältnis (€/€)	**2,6**	Hinweis: Ein NKV über 1,0 bedeutet, dass die Nutzen die Kosten überwiegen; je höher der Wert, desto besser
Nutzen-Kosten-Differenz in €	**12.366.000**	Hinweis: Ein positiver Wert der Nutzen-Kosten-Differenz bedeutet, dass die Nutzen die Kosten überwiegen. Je höher der Wert, desto besser

Ergebnis: Veränderung der CO2-Emissionen und Abgasemissionen

Die gesamtwirtschaftlichen Kosten der CO2-Emissionen und Abgasemissionen sind auch in der Darstellung der gesamtwirtschaftlichen Kosten und Nutzen enthalten. Zusätzlich werden auch die Veränderung der Massen an CO2-Emissionen sowie Abgasemissionen über den Betrachtungszeitraum von 20 Jahren getrennt im Excel File Blatt „Ergebnis“ unterhalb des gesamtwirtschaftlichen Ergebnisses angegeben (siehe Abb. 10). Als Zusatzinformation werden auch die pro eingesparter Tonne CO2 erforderlichen Kosten (Summe der Kostenkomponenten der gesamtwirtschaftlichen Analyse) und die pro eingesparter Tonne CO2 erforderlichen/anfallenden Kosten und Nutzen (ohne CO2-Kosten) der gesamtwirtschaftlichen Analyse berechnet. Im Beispiel in Abb. 10 sind z.B. 861 Euro pro eingesparter Tonne an Kosten (Kostenkomponenten) erforderlich. Je kleiner der Wert ist, desto günstiger.

Abb. 10: Beispiel Ergebnisdarstellung für den SEV_Testfall 4 Mobilitätsmanagement Fahrradverkehr, Veränderung der CO2-Emissionen und Abgasemissionen des Planfalles im Vergleich zum Plannullfall (Excel-Ergebnisdarstellung, Blatt „Ergebnis“)

Veränderung der CO2-Emissionen und Abgasemissionen im Vergleich zum Plannullfall

Veränderung der CO2-Emissionen in Tonnen pro 20 Jahren (CO2-Äquivalent errechnet)	-8.849	
Summe Investitions-, Betriebs- und Erhaltungskosten pro eingesparter Masse CO2 in Euro pro Tonne	**861**	Hinweis: dieser Wert zeigt, wie viel Investitions-, Betriebskosten erforderlich sind, um eine Tonne CO2 euinzusparen. Je geringer der Wert ist, desto besser. Bei einem Mehrverbrauch von CO2 wird der Wert nicht berechnet
Summe Kosten (ohne Klimakosten) pro eingesparter Masse CO2 in Euro pro Tonne	**-1215**	Hinweis: dieser Wert zeigt, wie viel gesamtwirftschaftliche Kosten (ohne Klimakosten) pro eingesparter Tonne CO2 anfallen. Je geringer der Wert ist, desto besser. Bei einem Mehrverbrauch an CO2 wird der Wert nicht berechnet

Veränderung der CH4-Emissionen in Tonnen pro 20 Jahren	-3,406
Veränderung der N2O-Emissionen in Tonnen pro 20 Jahren	-1,332
Veränderung der NOx-Emissionen in Tonnen pro 20 Jahren	-13,725
Veränderung der NMHC-Emissionen in Tonnen pro 20 Jahren	-11,078
Veränderung der CO-Emissionen in Tonnen pro 20 Jahren	-24,047
Veränderung der PM exhaust (PM2.5)-Emissionen in Tonnen pro 20 Jahren	-24,047
Veränderung der PM non-exhaust (PM10)-Emissionen in Tonnen pro 20 Jahren	-2,069

Ergebnis: Veränderung der betriebswirtschaftlichen Kosten durch die Maßnahme

Zusätzlich zu den oben beschriebenen gesamtwirtschaftlichen Kosten und Abgasemissionen wird auch die Veränderung der betriebswirtschaftlichen Kosten für den definierten Betrieb errechnet. Die Eingabe des Betriebes und die Kostenanteile an den Gesamtkosten erfolgt in der Eingabemaske „Betriebliche Daten“ des SEV-Tool.exe. Wenn keine Daten eingegeben werden, erfolgt keine Berechnung der betriebswirtschaftlichen Kosten.

Das Ergebnis ist auf der Seite „Ergebnis“ des Excel-Ausgabefiles unter der gesamtwirtschaftlichen Bewertung und Veränderung der CO2- und Abgasemissionen dargestellt (nach unten scrollen!).
Das Ergebnis dokumentiert den vom Benutzer eingegebenen Betrieb, aus dessen Sicht die Bewertung durchgeführt wurde. Daran anschließend sind in Form einer Tabelle die wesentlichen Ausgaben und Einnahmen sowie Förderungen aufgelistet und gegenübergestellt. Als Indikatoren für die Veränderung der betriebswirtschaftlichen Kosten dienen der Saldo aus Ausgaben und Einnahmen inkl. Förderungen sowie der Quotient aus Einnahmen durch Ausgaben.
Hinweis: Kosten sind hier als positive Zahl enthalten, Einnahmen bzw. die Förderung als negative Zahl. Für den Einnahmen/Ausgaben-Quotienten werden die Einnahmen mit -1 multipliziert.
Ein positiver „Saldo mit Förderungen“ bedeutet, dass die Ausgaben höher sind als die Einnahmen.
Ein Einnahmen/Ausgaben-Quotient über 1,0 bedeutet, dass die Einnahmen höher sind als die Ausgaben.

Abb. 11: Beispiel Ergebnisdarstellung betriebswirtschaftliche Kosten des Planfalles mit Maßnahmen im Vergleich zum Plannullfall im Excel-Ergebnisfile

Betriebswirtschaftlicher Erfolg des Planfalls mit Maßnahmen im Vergleich zum Plannullfall

Betriebswirtschaftliche Berechnung für den Betrieb:	Firma 1

Veränderung des Planfalls mit Maßnahmen im Vergleich zum Plannullfall in | pro 20 Jahren

Investition und Erhaltung	6.577.570
Finanzierungskosten	1.532.380
Betriebskosten ÖV	0
Betriebskosten IV	0
Summe Ausgaben	8.109.950
Laufende Einnahmen	0
Saldo ohne Förderungen	8.109.950
Förderung	-1.608.999
Summe Einnahmen mit Förderungen	-1.608.999
Saldo mit Förderungen	**6.500.951**
Einnahmen/Ausgaben	**0,20**

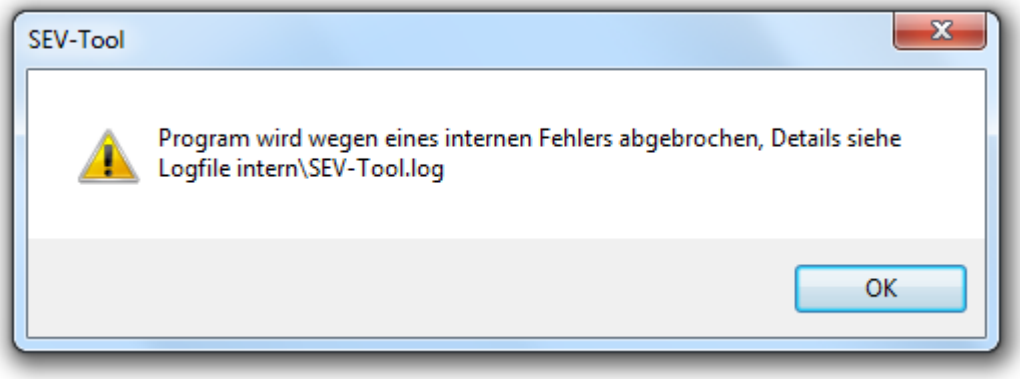
Ergebnis drucken

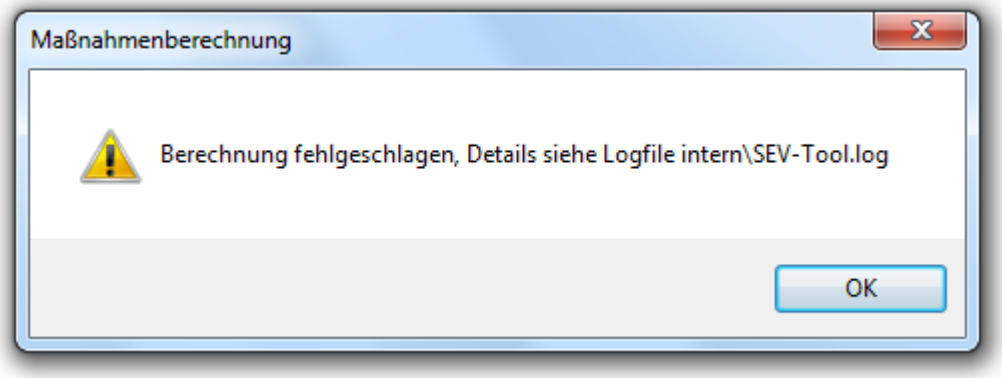
Hinweis: „Ergebnis Drucken“:

Am Ende des Ergebnis-Datenblattes steht ein Button „Ergebnis drucken“ zur Verfügung. Wird dieser angeklickt, werden die Ergebnisse „Gesamtwirtschaftliche Kosten und Nutzen“, die „Veränderung der CO2-Emissionen und Abgasemissionen“ und der „betriebswirtschaftliche Erfolg des Planfalles“ sowie die Dokumentation der Eingabe (Fahrzeugtechnisches Mengengerüst, Investitions- und Betriebskosten sowie die Eingabe für die betriebswirtschaftliche Berechnung) als jeweils eigene A4-Seite ausgedruckt. Druckeinstellungen können über die Standard-Druckeinstellungen im Excel vorgenommen werden.

8. Fehlerbehandlung

Bei einem Abbruch der Software mit einem der folgendem Fehlerbilder:





Um solche Fehler zu analysieren zu können bitten wir Sie aus dem Ordner <SEV-Tool-Ordner>\intern
Die folgenden Dateien :

- SEV-Tool.log
- SEV-LetzteEingabedaten.bin (falls vorhanden)

(gezipped) per Mail an bzach@gmx.net mit dem Betreff: „SEV-Tool: Bug“ zu senden.
Sehr hilfreich wären noch folgende Informationen:
Betriebsystem: (XP/Vista/Windows 7)
Version von Microsoft Excel

Mögliche Fehlerursachen:

Einige potenzielle Fehlerursachen und deren Behebung bei der Verwendung des Excel-Ergebnis-Files bzw. der Bedienung des SEV-Tools sind in der folgenden Tabelle aufgelistet.

Problem bzw. Fehlermeldung	Mögliche Ursache	Behebung
SEV-Tool.exe startet nicht	Das .Net-Framework ist nicht installiert	Siehe Kapitel Software-Requiremnets
Absturz nach der Berechnung	Kein Microsoft Excel installiert	Siehe Kapitel Software-Requiremnets

9. Support

Hilfestellung zum Programm SEV-Tool ist per Email bzw. per Telefon unter folgenden Koordinaten verfügbar:

Software-Absturz: bzach@gmx.net

Die inhaltliche Verantwortung für die Berechnung liegt bei ZIS+P Verkehrsplanung (Projektleitung Dr. Gerald Röschel), im Bereich der Abgasberechnung und Fahrzeugtechnik bei der TU Graz, Institut für Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik (Ansprechperson Dr. Martin Rexeis).

10. Verwendete Abkürzungen

MIV-L: Motorisierter Individualverkehr als Lenker (PKW, Kombi, Lieferwagen, Moped, Motorrad etc. als Lenker)

MIV-M: Motorisierter Individualverkehr als Mitfahrer (PKW, Kombi, Lieferwagen, Moped, Motorrad etc. als Mitfahrer)

ÖV: Öffentlicher Verkehr (Linienbus, Straßenbahn, Eisenbahn)

Rad: Fahrrad (inkl. Elektrofahrrad)

SEV: Standardisierte Evaluierung von Klimaschutzmaßnahmen im Verkehr

11. Literatur

Auf die Angabe eines detaillierten Literaturverzeichnisses wird verzichtet. Dieses und weiterführende Unterlagen und Grundlagen sind im ergänzenden Bericht zum Projekt SEV enthalten:

Evaluierungsmethode für Klimaschutzmaßnahmen im Verkehr, im Auftrag des Österreichischen Klima- und Energiefonds, Graz-Wien 2010 (Gerd Sammer, Gerald Röschel, Christian Gruber, Vinzenz Saurugger, Stefan Hausberger, Martin Rexeis, Michael Zallinger, Jürgen Blassnegger, Michael Schwingshackl, Bernhard Zach 2010)