

ifeu -
Institut für Energie-
und Umweltforschung
Heidelberg GmbH



FahrSpar-Rechner Dokumentation der Datengrundlagen

Im Auftrag des

verbraucherzentrale

Bundesverband

ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH
Wilckensstr. 3, D – 69120 Heidelberg
Tel.: +49/(0)6221/4767-0, Fax: +49/(0)6221/4767-19
E-mail: ifeu@ifeu.de, Website: www.ifeu.de

Heidelberg, 27. August 2010

Impressum

Die Verantwortung für den Inhalt dieses Arbeitsberichtes liegt bei den Autoren. Die hier dargestellten Ansichten müssen nicht mit denjenigen des Auftraggebers übereinstimmen.

Bearbeiter des Berichtes: Frank Kutzner

ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH,

Wilckensstr. 3, D-69120 Heidelberg; Tel. 06221-4767-0 (Zentrale); -60 (direkt); Fax -4767-19

E-Mail: frank.kutzner@ifeu.de; Internet: www.ifeu.de

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	4
2	Aufbau und Funktionsweise des FahrSpar-Rechners	5
2.1	Nutzereingaben	5
2.2	Berechnungsmethodik	6
3	Datengrundlagen	9
3.1	CO ₂ -Emissionen	9
3.2	Kosten	10
3.2.1	Pkw	10
3.2.2	ÖPNV	13
3.2.3	Kleinkraftrad	14
3.2.4	Fahrrad	14
3.2.5	Elektrofahrrad	15
3.2.6	Zu Fuß	15
4	Beispiele	16
4.1	Beispiel: Berufspendler	16
4.2	Beispiel: Taxi Mama	18
5	Literaturverzeichnis	21
6	Abbildungen	22
7	Tabellen	22

1 Einführung

Über drei Viertel der CO₂-Emissionen des motorisierten Personenverkehrs in Deutschland werden durch Pkw verursacht /TREMOD/. Dabei werden allein durch regelmäßige Fahrten zwischen Wohnung und Arbeits- bzw. Ausbildungsstätte – zum Großteil durch Pendler - etwa 30 Prozent der Pkw-Fahrleistung erbracht /MID 2008/. Hauptsächlich für diese Pendler - aber auch alle anderen Personen, die regelmäßige Fahrten mit dem Pkw zurücklegen (z.B. Einkauf) - bietet der Verbraucherzentrale Bundesverband (vzbv) einen FahrSpar-Rechner auf den Internetseiten www.verbraucherfuersklima.de und www.fahrsparechner.de an. Mit dieser Anwendung sollen Personen, die regelmäßig Fahrten mit dem Pkw zurücklegen über die Kosten und die Treibhausgasemissionen bei der Nutzung der Pkw und verschiedener alternativer Verkehrsmittel informiert werden.

Das IFEU wurde vom Verbraucherzentrale Bundesverband (vzbv) beauftragt, Datengrundlagen für den FahrSpar-Rechner bereitzustellen. Von IFEU wurden dazu

- Kosten, Kraftstoffverbrauch und Treibhausgasemissionen
- für verschiedene Pkw-Klassen (klein, mittel, groß; Diesel und Otto-Pkw),
- die Nutzung des Öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV),
- für Kleinkrafträder und Fahrrad (konventionell oder mit Unterstützung durch einen Elektromotor)

ermittelt. Darüber hinaus hat IFEU den vzbv auch bei der Entwicklung der Berechnungsmethodik des Rechners beraten.

In Kapitel 1 werden der Aufbau und die Funktionsweise des FahrSpar-Rechners als auch zentrale Annahmen erläutert. Die Datengrundlagen, die dem Rechner zugrunde liegen, werden anschließend im zweiten Kapitel beschrieben. Abschließend werden die Funktionsweise und die Ergebnisdarstellung anhand zweier Beispiele dargestellt und diskutiert.

2 Aufbau und Funktionsweise des FahrSpar-Rechners

Der FahrSpar-Rechner wendet sich primär an Personen, die regelmäßig Wege mit dem Pkw zurücklegen (z. B. Pendler). Ihnen sollen Alternativen zur Nutzung des eigenen Pkw (z.B. Öffentlicher Verkehr) sowie Reduktionspotenziale sowohl bei den Kosten als auch bei den CO₂-Emissionen angezeigt werden. Grundlage für diese Darstellung von Alternativen ist die Beschreibung der aktuellen Situation des Nutzers. In diesem Kapitel werden die vom User einzugebenden Daten und deren Verwendung bzw. Aufbereitung durch den FahrSpar-Rechner erläutert.

2.1 Nutzereingaben

Für die Berechnung der Kosten und CO₂-Emissionen sowie dem Vorschlag von Alternativen werden Informationen **zum aktuell genutzten Pkw** sowie der **Fahrten** benötigt:

Angaben zum genutzten Pkw

Größenklasse, Antriebsart und jährliche Fahrleistung des Pkw

Mit Hilfe der Größenklasse, der Antriebsart und der jährlichen Fahrleistung können spezifische Kosten der Pkw-Nutzung ermittelt werden. Es kann zwischen Kleinwagen, Mittelklassewagen und Oberklassewagen, sowie Diesel- und Ottokraftstoff gewählt werden. Die jährliche Fahrleistung bezieht sich auf die in einem Jahr mit dem Pkw insgesamt zurückgelegte Strecke (alle Fahrten).

Kraftstoffverbrauch

Beim voreingestellten Kraftstoffverbrauch handelt es sich um einen mittleren Wert, der durch den Nutzer auf Basis von Erfahrungswerten angepasst werden kann. Über den Kraftstoffverbrauch werden die spezifischen CO₂-Emissionen des oben definierten Pkw und die Kraftstoffkosten berechnet.

Besetzung

Bei den mitfahrenden Personen kann zwischen Erwachsenen, Kindern (< sechs Jahre) und Personen in Ausbildung (Azubis, Schüler, Studenten) gewählt werden. Diese Angaben dienen zum einen der Ermittlung personengruppenspezifischer Ticketpreise im ÖPNV. Zum anderen bestimmt die Anzahl der mitfahrenden Kinder bei einigen Verkehrsmitteln, ob sie überhaupt als Alternative in Frage kommen. Mit Hilfe der Gesamtpersonenzahl werden die Kosten und Emissionen je mitfahrender Person ermittelt.

Optionale Eingabe spezifischer Kosten

Im Anschluss an die Eingabe der obigen Daten können die Nutzer entscheiden, ob sie weitere detaillierte Angaben zu den eigenen Pkw-Kosten machen wollen. In dieser Detailauswahl werden Fixkosten (Steuern und Versicherung), Betriebskosten (Reparatur, Öl, Reifen, Wartung ...) als auch Informationen zum Wertverlust des Pkw abgefragt. Für die Berechnung des Wertverlustes sind Kaufpreis, Jahr des Kaufes, Baujahr und anzunehmender Wiederverkaufswert einzutragen. Mit Hilfe dieser Zahlen können für den eigenen Pkw spezifische Kostenberechnungen durchgeführt werden.

Angaben zur Fahrt

Anlass der Fahrt

Der Nutzer kann zwischen Arbeit, Ausbildung, Einkauf/Erledigungen und Freizeit wählen. Bei einer Wegekette (erst zur Schule, dann weiter zur Arbeit), sollte der Anlass mit dem größten Anteil an der Wegstrecke gewählt werden. Bei „Ausbildung“ wird im ÖPNV ein Ausbildungstarif angesetzt.

Häufigkeit und Streckenlänge

Die Nutzer geben den Rhythmus ihrer Fahrten an. Sie können zwischen monatlichem und wöchentlichem Rhythmus wählen. Dabei werden Hin- und Rückfahrt immer als eine Fahrt gezählt (z. B.: fünf Mal wöchentlich zur Arbeit und NICHT pro Woche fünf Mal zur Arbeit und fünf Mal zurück). Die Streckenlänge (in Kilometern) bezieht sich ebenfalls auf Hin- und Rückfahrt zusammen. Mit Hilfe der Streckenlänge und der Häufigkeit werden die jährlichen Kosten und Emissionen berechnet.

Parkgebühren

Die Nutzer können ihre Parkgebühren, die am Zielort anfallen eintragen. Diese werden zur Ermittlung der Betriebskosten der Pkw verwendet.

2.2 Berechnungsmethodik

Alternativen zum bisher genutzten Pkw

Als Alternativen zum aktuell genutzten Pkw wurden zusammen mit dem vzbv die in Tabelle 1 dargestellten Verkehrsmittel festgelegt. Bei den Pkw wird je Größenklasse auch ein Spritsparmodell (Ecomodell) als Alternative angeboten.

Die alternativen Verkehrsmittel werden in Abhängigkeit von der Streckenlänge angeboten, Elektrofahrräder zum Beispiel nur bis zu einer einfachen Strecke von 15 Kilometern (Tabelle 1 zeigt eine Übersicht).

Weiterhin wird eine maximale Besetzung pro Verkehrsmittel angesetzt. So werden bei Elektrofahrrädern und Fahrrädern maximal ein Erwachsener und ein Kind (im Kindersitz oder Kinderanhänger) angenommen.

Tabelle 1 Alternative Verkehrsmittel zum genutzten Pkw sowie deren Einsatzspektrum

Verkehrsmittel	Beschreibung	Einsatzbereich (einfach)	Besetzung
Pkw	Kleinwagen, Mittelklasse, Oberklasse jeweils in Diesel und Otto, jeweils in Normal und Eco-Modell	Alle Strecken	wie vom Nutzer angegeben
Öffentlicher Personennahverkehr (ÖPNV)	Berücksichtigt den durchschnittlichen deutschen ÖPNV (Linienbus-, Regional-, S-, U- und Straßenbahnverkehr)	bis 100 km	Durchschnitt
Kleinkraftrad	Kleinkrafträder bis 50 ccm	bis 20 km	1 Erwachsener je Fzg.; keine Kindermitnahme
Elektrofahrrad	Fahrrad mit Elektromotor zur Unterstützung (Pedelec)	bis 15 km	max. 1 Erwachsener + 1 Kind je Fahrrad
Fahrrad		bis 10 km	
zu Fuß gehen		bis 3 km	

IFEU 2010

Berechnung der CO₂-Emissionen

Die CO₂-Emissionen für die Fahrten werden für jedes Verkehrsmittel folgendermaßen berechnet:

$$\begin{array}{c}
 \text{Spezifischer Kraftstoffverbrauch} \\
 \text{[Liter bzw. kWh je Kilometer]} \\
 \\
 \times \\
 \\
 \text{Spezifische CO}_2\text{-Emissionen} \\
 \text{[Gramm CO}_2\text{-Äquivalente je Liter bzw. kWh]} \\
 \\
 \times \\
 \\
 \text{Streckenlänge} \\
 \text{[Kilometer pro Monat bzw. Jahr]}
 \end{array}$$

Als Ergebnis wird für jede Alternative die Differenz zu den Emissionen des aktuellen Pkw je mitfahrender Person und Zeiteinheit (Monat, Jahr) ausgewiesen. Wege zu Fuß oder mit dem Fahrrad verursachen keine Emissionen.

Berechnung der Kosten

Für die Nutzung der verschiedenen Verkehrsmittel fallen Kosten an.

- Bei Pkw, Kleinkraftrad und Fahrrad bzw. Elektrofahrrad werden fixe und Betriebskosten unterschieden /Hunsicker 2009/. Fixe Kosten (z. B. Steuern) fallen weitestgehend unabhängig von der Nutzung des Verkehrsmittels an. Dagegen sind Betriebskosten (z.B. Werkstatt- oder Kraftstoffkosten) direkt von der Fahrleistung abhängig.
- Bei der Nutzung des öffentlichen Nahverkehrs wird vom Gebrauch einer Jahresfahrkarte ausgegangen. Kinder (< sechs Jahre) fahren dabei kostenlos. Auszubildende bzw. Personen mit dem Anlass „Ausbildung“ bekommen ein günstigeres Jahresticket angerechnet.

- Für Wege zu Fuß werden keine Kosten angesetzt.

Für Pkw liegen die jährlichen Gesamtkosten (fixe + Betriebskosten) für die vom Nutzer angegebene Jahresfahrleistung vor. Diese werden der Fahrt in der Höhe des Anteils an der Jahresfahrleistung angerechnet. Folgendes Beispiel veranschaulicht den Zusammenhang:

Eine Person gibt an, 20 Mal monatlich eine Strecke von 30 Kilometern (Hin- und Rückfahrt) zu pendeln. Die Jahresfahrleistung des Pkw wird mit 15.000 Kilometern angegeben. Die jährliche Pendelstrecke beträgt demnach 20 x 30 Kilometer x 12 Monate = 7.200 Kilometer. Die für 15.000 Kilometer vorliegenden Pkw-Kosten werden der Pendelstrecke also nur zu 48 Prozent angerechnet. Je kleiner der Anteil der regelmäßigen Fahrten an der jährlichen Pkw-Fahrleistung, desto geringer sind auch die dadurch verursachten Kosten.

Trägt der Nutzer selbst Pkw-Kosten ein (Detailauswahl), so werden diese statt der im FahrSpar-Rechner hinterlegten Standardwerte verwendet. Dabei wird der jährliche Wertverlust aus der Differenz von Wiederverkaufswert und Einkaufspreis, dividiert durch die Haltedauer (Differenz aus aktuellem Jahr und dem Jahr des Pkw-Kaufes) gebildet. Bei Kleinkrafttrad, Elektrofahrrad und Fahrrad werden – außer beim Kraftstoffverbrauch – immer die gleichen Kosten, unabhängig von der Streckenlänge, angerechnet.

Zu den oben genannten Kosten werden die Kosten für Kraftstoff bzw. Strom addiert. Diese werden direkt über den Verbrauch des Pkw, Kleinkrafttrads oder Elektrofahrrads berechnet. Die angesetzten Strom- und Kraftstoffpreise sind in der nachfolgenden Tabelle aufgelistet:

Tabelle 2 Preise für Benzin, Diesel und Strom

Energie	Preis	Quelle
Benzin	1,40 €/l	/ADAC 2010a/
Diesel	1,20 €/l	/ADAC 2010a/
Strom	0,22 €/kWh	/Verivox 2010/
IFEU 2010		

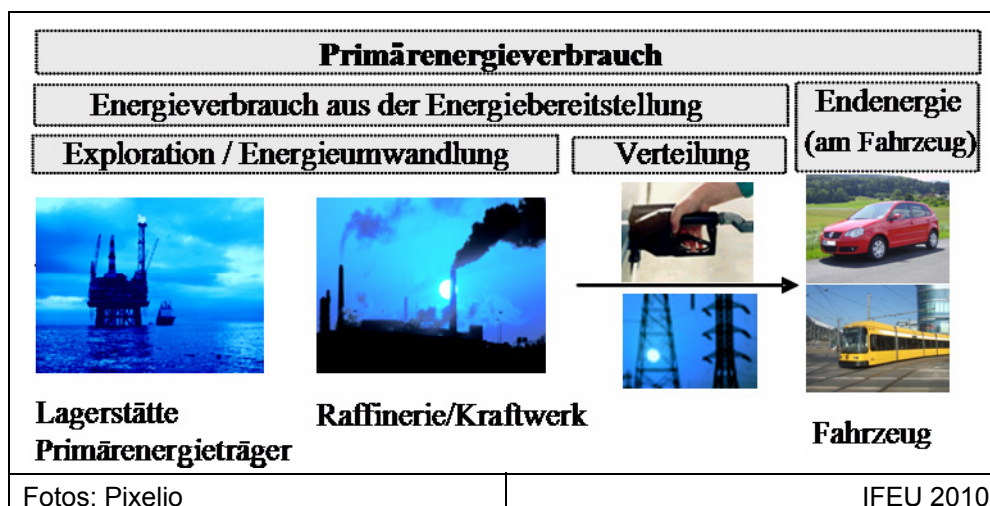
Bei der Ergebnisdarstellung werden für den aktuell genutzten Pkw die variablen und die Gesamtkosten pro Person (inklusive Kinder) und Zeiteinheit für die Pendelstrecke ausgewiesen. Für die Alternativen wird die Differenz der Gesamtkosten (Betriebskosten + fixe Kosten) zu den aktuellen Betriebs- und Gesamtkosten angezeigt. Es werden nur Alternativen angezeigt, deren Wahl zu einer Kostenreduktion führt. Um die Anzahl der Ergebnisse einzuschränken, wurde in Absprache mit dem vzbv festgelegt, nur Pkw mit der gleichen Antriebsart wie der aktuell genutzte Pkw als Alternativen darzustellen.

3 Datengrundlagen

3.1 CO₂-Emissionen

Motorisierte Verkehrsmittel werden mit Kraftstoffen (Benzin, Diesel) und Strom betrieben. Bei der Verbrennung der Kraftstoffe im Motor werden Treibhausgase, hauptsächlich Kohlendioxid, freigesetzt. Auch bei der Förderung der Energieträger (Öl, Kohle u.a.), deren Umwandlung (Raffinerie, Kraftwerk) und Transport wird Energie verbraucht bzw. werden Treibhausgasemissionen verursacht. Für einen Vergleich der Verkehrsmittel werden somit die Treibhausgasemissionen von der Förderung bis zur Fahrzeugnutzung berücksichtigt. Dieser so genannte primärenergetische Ansatz ist in der folgenden Grafik veranschaulicht:

Abbildung 1 Primärenergieverbrauch nach „Fahrzeugnutzung“ und „Energiebereitstellung“



Die dargestellten Prozesse verursachen neben Kohlendioxid (CO₂) auch Distickstoffoxid (N₂O) und Methan (CH₄). Diese zwei Verbindungen tragen ebenfalls zum Treibhauseffekt bei und werden über so genannte CO₂-Äquivalente berücksichtigt. Dabei werden die Wirkungen und Mengen von N₂O und CH₄ auf CO₂ bezogen. Die verwendeten Äquivalenzfaktoren basieren auf Zahlen des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) /IPCC 2007/. In der folgenden Tabelle sind die im FahrSpar-Rechner verwendeten spezifischen Treibhausgasemissionen für Diesel- und Otto-Kraftstoff als auch Strom angegeben:

Tabelle 3 Spezifische Treibhausgasemissionen für Diesel, Benzin und Strom im Jahr 2009

Kraftstoff	CO ₂ -Äquivalente*
Otto	2.770 g/l
Diesel	2.930 g/l
Strom	590 g/kWh
*inkl. energetische Vorkette Quellen: /TREMOD/; eigene Annahmen IFEU 2010	

Die Faktoren für Diesel- und Otto-Kraftstoff berücksichtigen den durchschnittlichen Anteil von Biokraftstoffen (Biodiesel, Bioethanol) im Jahr 2009. Bei der Stromherstellung wurde der Energieträgermix des öffentlichen Stromes (2009) angesetzt.

Für den ÖPNV wurde ein CO₂-Faktor von 77 g CO₂-Äquivalenten je Person und Kilometer mit /TREMODO/ ermittelt. Dieser Wert repräsentiert den Durchschnitt aus dem Verkehr mit S-, U-, Straßen- und Regionalbahnen sowie mit Linienbussen im Jahr 2009. Für Fahrrad fahren und zu Fuß gehen werden keine Treibhausgasemissionen angesetzt.

3.2 Kosten

3.2.1 Pkw

Die Versicherungskosten, Kfz-Steuer, Reparaturkosten als auch der Wertverlust der Pkw sind sehr individuell. Sie variieren zwischen den Pkw-Modellen. Bei gleichen Pkw-Typen hängen die Kosten zudem u. a. vom Nutzungsverhalten (Jahresfahrleistung), dem gewählten Versicherer oder Wartungsintervallen ab. Verallgemeinerte Angaben für eine große Auswahl von Pkw hat z.B. der ADAC zusammengestellt /ADAC 2010a/. Diese Auswahl umfasst über 7.500 Neuwagen. Für diese Fahrzeuge werden Kosten für unterschiedliche Haltedauern (zwei bis fünf Jahre) und Fahrleistungen (5.000 km, 10.000 km, ... 60.000 km) vom ADAC angegeben.

Zur Ermittlung typischer Kosten für die hier definierten Segmente Kleinwagen, Mittelklasse, Oberklasse wurden die - laut Statistik des Kraftfahrtbundesamtes - häufigsten Fahrzeugmodellreihen ausgewählt. Diese sind in Tabelle 4 dargestellt:

Tabelle 4 Pkw-Marken und –Modellreihen mit den höchsten Anteilen an Bestand und Neuzulassungen

Segment	Marke	Modellreihe	Bestand zum 01.01.2010		Neuzulassungen Jan-Apr 2010	
			Anteil am Bestand		Anteil an den Neuzulassungen	
Kleinwagen	VW	Polo	18%		18%	
	Opel	Corsa	17%	45%	10%	38%
	Ford	Fiesta	10%		10%	
Mittelklasse	VW	Golf, Jetta	19%		24%	
	Opel	Astra	9%		6%	
	BMW	3er	7%	47%	5%	46%
	VW	Passat	6%		6%	
	Audi	A4	6%		5%	
Oberklasse	Mercedes	E-Klasse	30%		35%	
	BMW	5er	23%	72%	25%	79%
	Audi	A6	19%		19%	

Quelle: /KBA 2010/

IFEU 2010

Auf Basis der ADAC-Kostenrechnung und des Anteils der Modellreihen an Neuzulassungen und Bestand wurden typische Kostendaten für die Segmente ermittelt. Diese sind - differenziert nach Betriebs- und Fixkosten - für vier Jahre Haltedauer und 15.000 km Jahresfahrleistung in Tabelle 5 dargestellt. Für den FahrSpar-Rechner wird das Alter des Pkw standardmäßig auf vier Jahre gesetzt. Die Kosten der bilanzierten Strecke werden nach ihrem Anteil an der Jahresfahrleistung (in der Tabelle 15.000 km) errechnet.

Tabelle 5 Pkw-Kosten pro Jahr für verschiedene Segmente und Antriebsarten*

Segment/Typ	Antrieb	Kraftstoffverbrauch ¹ [l/100km]	Fixkosten ²	Betriebskosten		Gesamtkosten
				Kraftstoff	sonstige ³	
Kleinwagen	Benzin	6,7	2.550 €	1.410 €	720 €	4.680 €
Kleinwagen Ecomodell	Benzin	6,2	2.620 €	1.310 €	700 €	4.630 €
Kleinwagen	Diesel	4,6	2.970 €	830 €	770 €	4.570 €
Kleinwagen Ecomodell	Diesel	4,1	3.080 €	730 €	750 €	4.560 €
Mittelklasse	Benzin	8,2	4.490 €	1.710 €	850 €	7.050 €
Mittelklasse Ecomodell	Benzin	6,6	3.880 €	1.380 €	780 €	6.040 €
Mittelklasse	Diesel	5,5	4.830 €	990 €	840 €	6.660 €
Mittelklasse Ecomodell	Diesel	4,6	4.680 €	830 €	800 €	6.310 €
Oberklasse	Benzin	9,5	8.540 €	1.990 €	1.290 €	11.820 €
Oberklasse Ecomodell	Benzin	8,3	6.870 €	1.730 €	1.040 €	9.640 €
Oberklasse	Diesel	7,2	9.380 €	1.300 €	1.370 €	12.050 €
Oberklasse Ecomodell	Diesel	5,4	7.140 €	960 €	1.050 €	9.150 €

* 4 Jahre Haltedauer, 15.000 km Jahresfahrleistung
¹ Normverbrauch nach Prüfzyklus (NEFZ) mit Aufschlagsfaktor (Real/Norm)
² Steuern, Versicherung, Wertverlust
³ Werkstatt und Betriebsstoffe (ohne Parkgebühren)

IFEU 2010

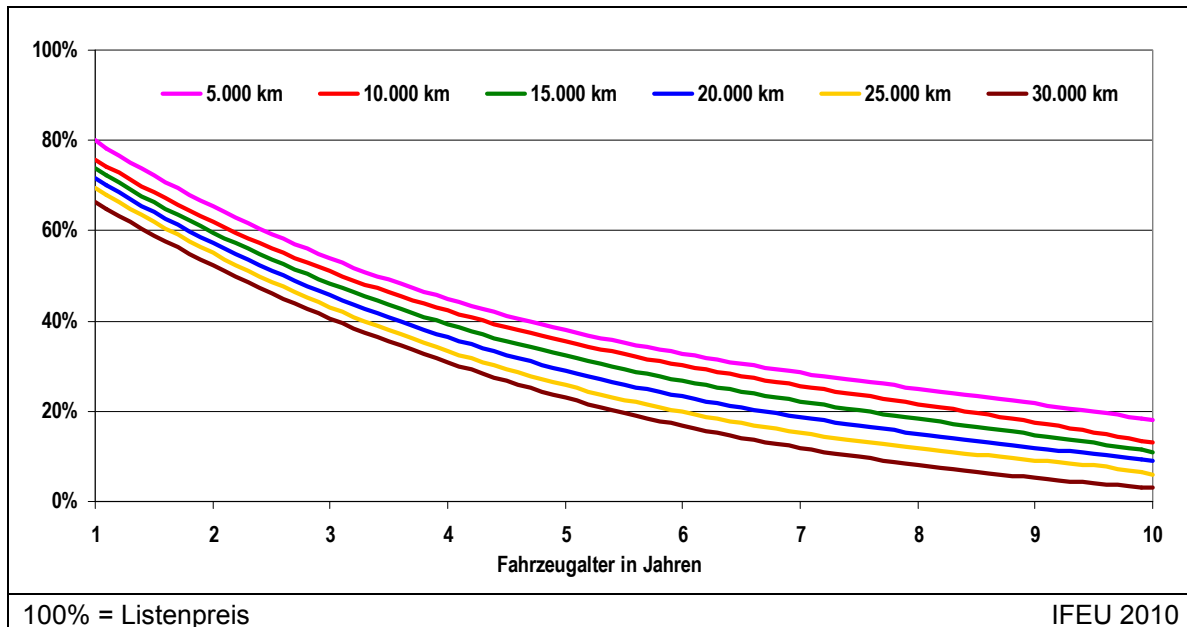
Verschiedene Untersuchungen (u. a. ADAC Eco-Test) zeigen, dass der Realverbrauch von Neufahrzeugen teilweise deutlich höher liegt als der im Testzyklus (NEFZ – Neuer Europäischer Fahrzyklus) ermittelte Wert /ADAC 2010b/. Bei den Verbrauchswerten in Tabelle 5 ist diese Abweichung berücksichtigt. Die Abweichungsraten wurden im Rahmen der Studie /IFEU 2009/ ermittelt. Diese Abweichungen sind im Folgenden dargestellt:

Tabelle 6 Abweichung der realen gegenüber den Normverbrauchswerten bei Pkw

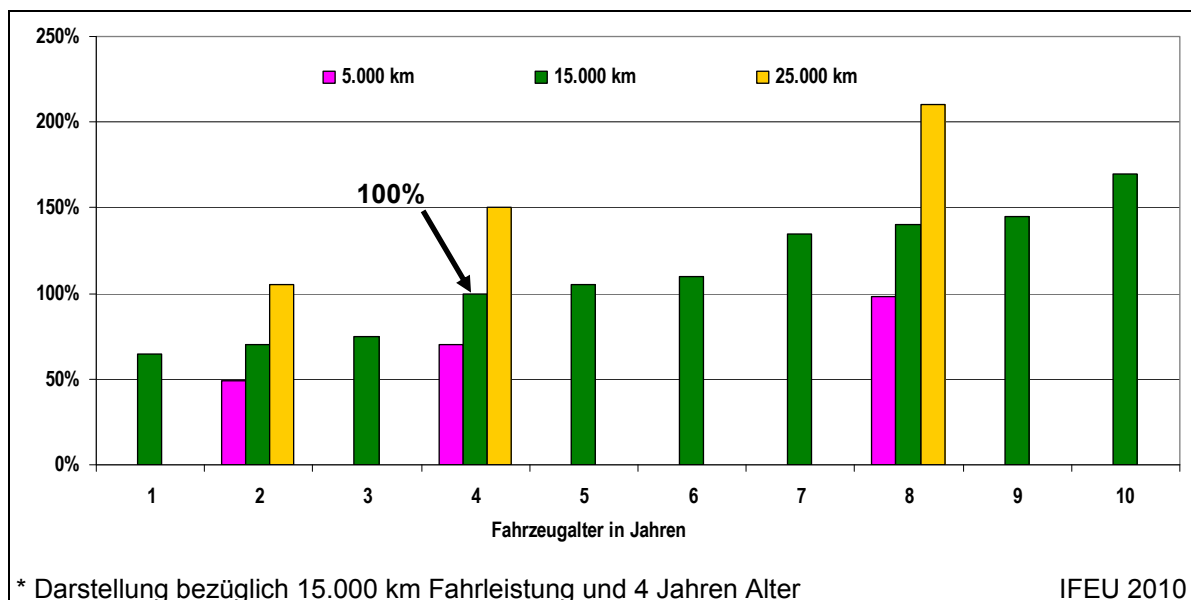
Real- vs. Normverbrauch	Benzin	Diesel
Kleinwagen	20%	10%
Mittelklasse	15%	8%
Oberklasse	10%	5%

Quelle: /IFEU 2009/ IFEU 2010

Auf der Basis der ADAC-Werte und weiterer Quellen /Schwacke 2003, DAT 2010/ wurde der Restwert der Fahrzeuge für ein Alter von ein bis zehn Jahren für verschiedene Jahresfahrleistungen abgeleitet. Die in Abbildung 2 dargestellten Zusammenhänge wurden für alle hier berücksichtigten Fahrzeugtypen angewandt.

Abbildung 2 Restwert von Pkw in Abhängigkeit von Alter und jährlicher Fahrleistung

Steuern und Versicherung wurden als unabhängig vom Alter der Fahrzeuge angenommen. Es wurden eine höhere Schadensanfälligkeit und damit höhere Reparaturkosten bei älteren Fahrzeugen angenommen. Die daraus resultierende Entwicklung der Werkstattkosten für unterschiedliche Jahresfahrleistungen und Alter der Fahrzeuge ist in Abbildung 3 veranschaulicht:

Abbildung 3 Werkstattkosten von Pkw in Abhängigkeit von Alter und jährl. Fahrleistung*

3.2.2 ÖPNV

Bei der Nutzung des ÖPNV für regelmäßige Fahrten (Pendler) ist die günstigste Alternative im Regelfall die Jahreskarte. Die Preise der Jahreskarten unterscheiden sich stark zwischen den einzelnen Verkehrsverbänden. Detaillierte Informationen können auf den Internetseiten der Verkehrsverbände abgerufen werden, teilweise besteht sogar die Möglichkeit, eine differenzierte Internetabfrage der Kosten auf Basis der Angaben von Heim- und Arbeitsadresse durchzuführen/VVS 2010b, VGN 2010/.

Diese detaillierten Daten können und sollen hier nicht abgebildet werden. Als Basisdaten für den FahrSpar-Rechner wurden die Kosten in Entfernungsklassen eingeteilt und auf Basis der Jahreskartenpreise folgender großer Verkehrsverbände ermittelt:

- Verkehrsverbund Berlin-Brandenburg /VBB 2010/
- Hamburger Verkehrsverbund /HVV 2010/
- Münchener Verkehrsverbund /MVV 2010/
- Rhein-Main-Verkehrsverbund /RMV 2010/
- Verkehrsverbund Rhein-Ruhr /VRR 2010/
- Verkehrsverbundes Stuttgart /VVS 2010a/

In den Einzugsgebieten dieser Verkehrsverbände lebt circa ein Drittel der deutschen Bevölkerung.

Zur Ermittlung der Jahreskartenpreise wurde eine Gewichtung nach Einwohnerzahlen der Einzugsgebiete vorgenommen. Der VRR hat demnach das stärkste Gewicht, gefolgt vom VBB. In Tabelle 7 sind die im FahrSpar-Rechner hinterlegten ÖPNV-Kosten dargestellt:

Tabelle 7 Kosten für eine Jahreskarte im Öffentlichen Personennahverkehr

von	bis	Anlass der Fahrt	
		Arbeit, Einkauf/Erledigungen, Freizeit	Ausbildung
0 km	10 km	630 €	560 €
> 10 km	20 km	770 €	690 €
> 20 km	30 km	950 €	850 €
> 30 km	50 km	1.260 €	1.110 €
> 50 km	100 km	1.560 €	1.340 €
Entfernungsintervalle beziehen sich auf die einfache Strecke. Quellen: /VBB 2010, HVV 2010, MVV 2010, RMV 2010, VRR 2010, VVS 2010a/; eigene Annahmen			
			IFEU 2010

Im Fokus stehen vor allem Pendler, die ihren Arbeitsplatz oder ihre Ausbildungsstätte mit dem Auto erreichen. Für den Fahrtzweck Arbeit wird eine normale Jahreskarte angesetzt. Jobtickets, die (ohne Arbeitgeberzuschuss) in den oben genannten Verkehrsverbänden um circa fünf bis zehn Prozent günstiger sind als normale Jahreskarten werden nicht abgebildet. Für Personen mit dem Ziel Ausbildungsstätte (Auszubildende, Studenten oder Schüler) wird eine Jahreskarte mit „Ausbildungstarif“ angerechnet. Dabei werden keine im Einzelfall vom Bildungsträger ausgehandelten, zum Teil streckenbezogenen Tarife (Semesterticket, Ticket für Schulweg u.ä.) berücksichtigt.

Weitere Anlässe für regelmäßige Fahrten sind Einkauf bzw. Erledigungen oder Freizeit. Für diese beiden Kategorien wird ebenfalls eine normale Jahreskarte angesetzt. Zudem wird angenommen, dass alle Kinder unter 6 Jahren kostenfrei fahren.

3.2.3 Kleinkraftrad

Für Kleinkrafträder wurde ein durchschnittlicher Verbrauch von 3,1 Liter Benzin pro 100 Kilometer auf Basis von /TREMODO/ ermittelt. Bei einem Benzinpreis von 1,40 € je Liter ergeben sich bei einer Jahresfahrleistung von 4.000 Kilometern somit Kraftstoffkosten von etwa 170 Euro.

Die Kosten der Kleinkraftrad-Nutzung sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt:

Tabelle 8 Kosten Kleinkraftrad-Nutzung

Bezeichnung	Kosten	Nutzungsdauer
Anschaffung Kleinkraftrad	2.000 €	8 Jahre
Anschaffung Helm	100 €	4 Jahre
Anschaffung Regenkleidung	160 €	8 Jahre
Versicherung	100 €	1 Jahr
Reparatur/Wartung	100 €	1 Jahr
Gesamt	638 €	pro Jahr
hinzu kommen die Kraftstoffkosten (bei 4.000 km Jahresfahrleistung ca. 170 €)		
Quellen: eigene Annahmen; /TREMODO/		IFEU 2010

Prinzipiell können zwei Personen auf einem Kleinkraftrad mitfahren, wenn es dafür ausgerichtet ist. Zur Vereinfachung wird jedoch angenommen, dass die Kleinkraftrad fahrende Person generell allein fährt. Auch Kinder (< sechs Jahre) können nicht mitgenommen werden. Wenn bei der bilanzierten Strecke Kinder mit im Pkw sitzen, wird das Kleinkraftrad deshalb nicht als Alternative angezeigt.

3.2.4 Fahrrad

Radfahren wird bis zu einer Entfernung von zehn Kilometern berücksichtigt. In Deutschland liegen über 90 Prozent der mit dem Fahrrad zurückgelegten Wege innerhalb dieser Entfernung /MID 2008, VIP 2010/. Fast jede zehnte Fahrradfahrt ist heute zwischen fünf und zehn Kilometern lang.

In Deutschland besitzt nahezu jede Person ein Fahrrad /MID 2008/. Wenn Personen, die sonst regelmäßig mit dem Pkw unterwegs sind, auf das Fahrrad umsteigen ist jedoch davon auszugehen, dass erst ein adäquates Fahrrad gekauft werden muss. Hinzu kommen weitere Beschaffungen wie Helm, Schloss etc. Diese Kosten fallen unabhängig davon an, wie weit die Person fährt. Die Kosten für die Fahrradnutzung sind in Tabelle 9 angegeben.

Tabelle 9 Kosten Fahrradnutzung

Bezeichnung	Kosten	Nutzungsdauer
Anschaffung Fahrrad	800 €	8 Jahre
Anschaffung Schloss	65 €	8 Jahre
Anschaffung Helm	60 €	4 Jahre
Anschaffung Regenkleidung	160 €	8 Jahre
Versicherung	50 €	1 Jahr
Reparatur/Wartung	50 €	1 Jahr
Gesamt	243 €	pro Jahr
Quelle: eigene Annahmen		IFEU 2010

Laut Stiftung Warentest kann ein qualitativ durchschnittlicher Kindersitz schon ab 50 Euro gekauft werden /Test 2007/. Bei einer Nutzungsdauer von mindestens fünf Jahren würde der jährliche Wertverlust damit bei höchstens zehn Euro liegen. Die zusätzlichen Kosten für die Mitnahme eines Kindes werden im FahrSpar-Rechner deshalb nicht gesondert berücksichtigt. Je Erwachsenen ist die Mitnahme eines Kindes möglich (Fahrradanhänger bleiben also unberücksichtigt).

3.2.5 Elektrofahrrad

Auf Kurzstrecken steht neben dem Fahrrad auch das Elektrofahrrad als Alternative zum Pkw zur Verfügung. Bei einem Elektrofahrrad kann die Tretkraft durch den Motor unterstützt werden. Deshalb wird davon ausgegangen, dass Fahrradfahrer mit einem Elektrofahrrad etwas weiter fahren als mit einem „normalen“ Fahrrad. Die maximale Streckenlänge (einfache Richtung) wird für das Elektrofahrrad auf 15 Kilometer gesetzt.

Elektrofahrräder sind in der Anschaffung etwas teurer als qualitativ gleichwertige, konventionelle Fahrräder, was vor allem auf den Akku zurückzuführen ist. Hinzu kommen die Kosten der Akkunutzung: der Stromverbrauch. Der durchschnittliche Stromverbrauch bei der Nutzung eines Elektrofahrrads wird auf eine Kilowattstunde je 100 Kilometer festgesetzt /Leuenberger 2010/. Daraus ergeben sich unter Verwendung eines Strompreises für Privathaushalte von 0,22 Euro je Kilowattstunde /Verivox 2010/ für 3.000 Kilometer etwa sieben Euro Stromkosten. In Tabelle 10 sind die Kosten für die Elektrofahrrad-Nutzung aufgelistet:

Tabelle 10 Kosten Elektrofahrrad-Nutzung

Bezeichnung	Kosten	Nutzungsdauer
Anschaffung Elektrofahrrad	1.500 €	8 Jahre
Anschaffung Akku	500 €	4 Jahre
Anschaffung Schloss	65 €	8 Jahre
Anschaffung Helm	60 €	4 Jahre
Anschaffung Regenkleidung	160 €	8 Jahre
Versicherung	50 €	1 Jahr
Reparatur/Wartung	50 €	1 Jahr
Gesamt	456 €	pro Jahr
hinzu kommen die Stromkosten (bei 3.000 km Jahresfahrleistung ca. 7 €)		
Quellen: eigene Annahmen; /Leuenberger 2010/		IFEU 2010

Für die Mitnahme von Personen gelten die gleichen Annahmen wie beim Fahrrad, dass heißt lediglich ein Kind (< sechs Jahre) kann von einem Erwachsenen mitgenommen werden.

3.2.6 Zu Fuß

In den bundesweiten Mobilitätserhebungen „Mobilität in Deutschland – MID“ und „Mobilität in Städten – SrV“ wurde festgestellt, dass knapp 90 Prozent der Fußwege maximal drei Kilometer lang sind /MID 2008, VIP 2010/. Der FahrSpar-Rechner zeigt zu Fuß gehen deshalb nur für Strecken bis zu drei Kilometern (einfache Richtung) als Alternative zur Pkw-Nutzung an. Weiterhin wird zu Fuß gehen als kosten- und emissionsfrei eingeordnet.

4 Beispiele

Zur Verdeutlichung der Funktionsweise des FahrSpar-Rechners werden in diesem Kapitel zwei Beispiele erläutert.

- Berufspendler mit regelmäßigen Pkw-Fahrten,
- Elternteil, welches sein Kind regelmäßig mit dem Pkw zur Betreuungseinrichtung bringt.

In den Beispielen werden die notwendigen Eingaben für die aktuelle Verkehrsmittelnutzung und die aus der Wahl von alternativen Verkehrsmitteln resultierenden Kosten- und CO₂-Reduktionspotenziale dargestellt. Bei beiden Optionen wird der bisher genutzte Pkw für die eingegebene Strecke nicht weiter genutzt. Statt dessen wird der Pkw entweder einfach stehen gelassen oder abgeschafft bzw. ersetzt.

4.1 Beispiel: Berufspendler

In diesem Beispiel werden für die Fahrten eines klassischen Berufspendlers (werktags von zu Hause zur Arbeit und zurück) gezeigt, wie viel Kosten und CO₂-Emissionen er einsparen kann. Die Nutzereingaben sind in Tabelle 11 dargestellt. Da in einfacher Richtung eine Strecke von 25 Kilometern zurückgelegt wird, werden als Alternative zum aktuellen Pkw nur andere Pkw und der ÖPNV vom FahrSpar-Rechner angegeben.

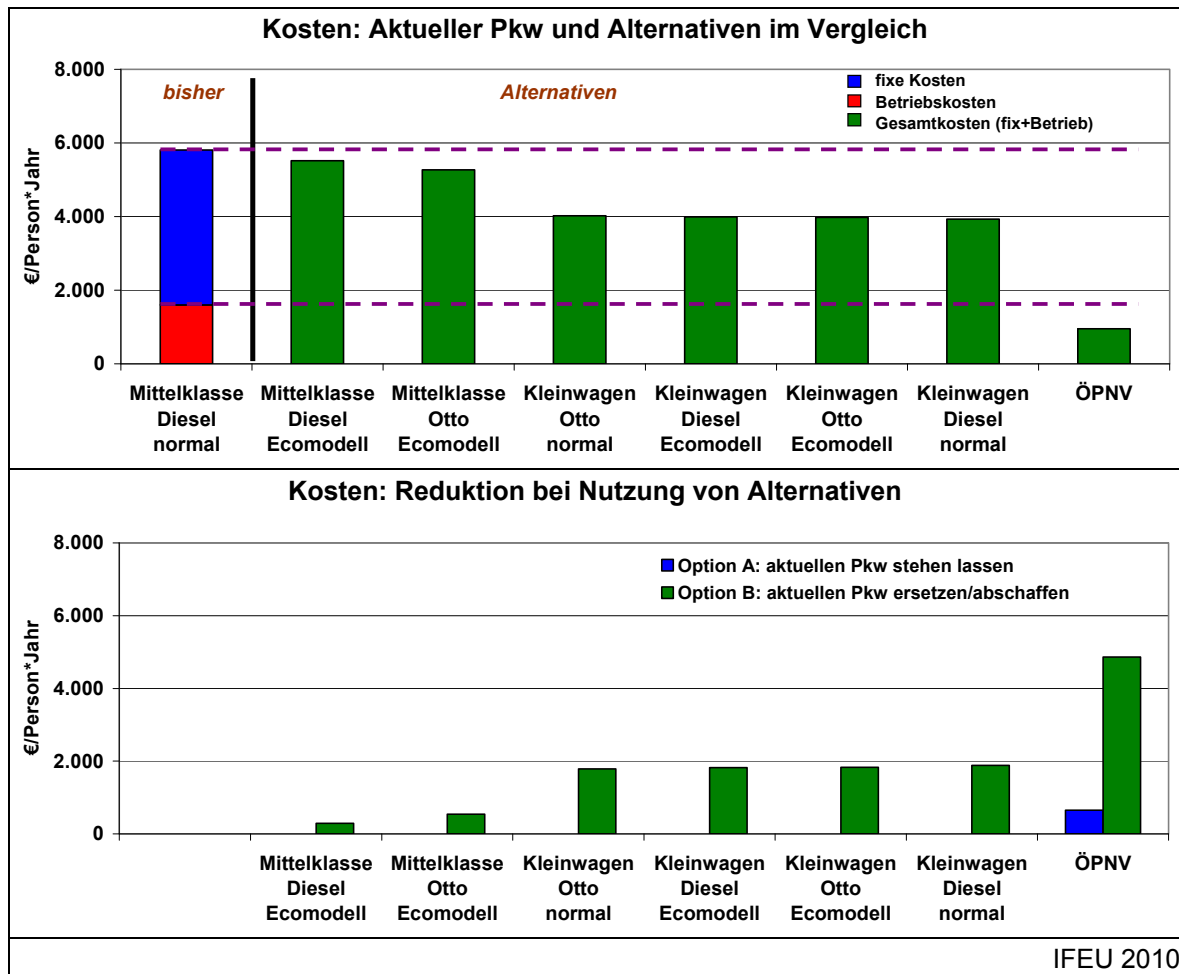
Tabelle 11 Beispiel Berufspendler: Nutzereingaben

Pkw		Fahrt	
<i>Größenklasse:</i>	Mittelklassewagen	<i>Anlass:</i>	Arbeit
<i>Kraftstoffverbrauch:</i>	5,6 l/100km	<i>Häufigkeit:</i>	5 x wöchentlich
<i>Antriebsart:</i>	Diesel	<i>Streckenlänge (Hin+Rück):</i>	50 km
<i>Jährliche Fahrleistung:</i>	15.000	<i>Parkgebühren:</i>	0,00 €
<i>Besetzung:</i>	1 Erwachsener		

Standardmäßig ist das Pkw-Alter im FahrSpar-Rechner auf 4 Jahre eingestellt. IFEU 2010

Die absoluten Kosten und die möglichen Einsparungen durch einen Verkehrsmittelwechsel sind in Abbildung 4 dargestellt. Beim Verkauf des Pkw und dem Wechsel auf den ÖPNV würden die Kosten für die Fahrt um über 4.800 Euro pro Jahr reduziert werden (Option B in der unteren Grafik). Aber auch schon der Ersatz durch einen Kleinwagen mindert die Kosten um bis zu 1.900 Euro jährlich. Wird der Pkw behalten (Option A), könnten die Kosten nur durch die Fahrt mit dem ÖPNV verringert werden (650 Euro pro Jahr).

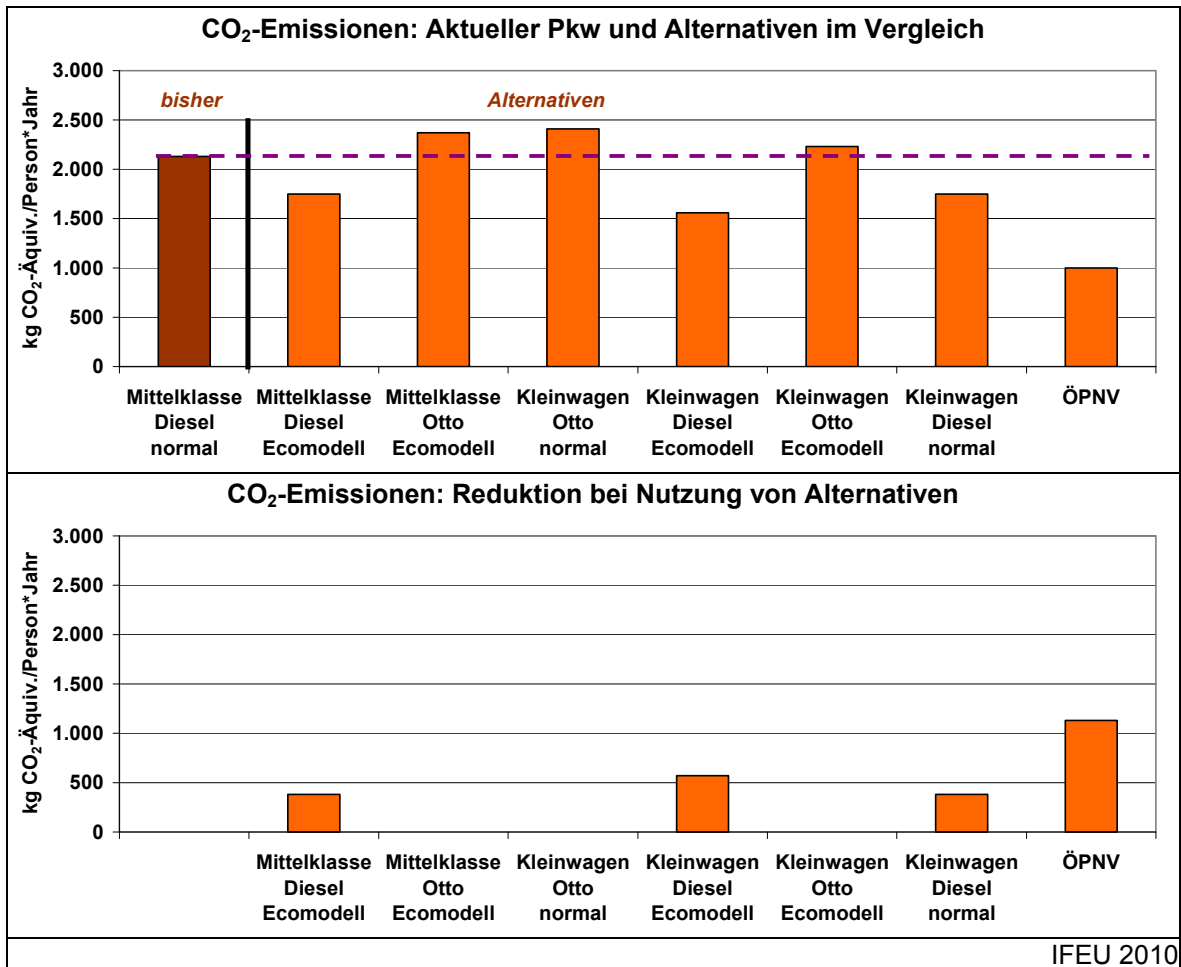
Abbildung 4 Beispiel Berufspendler: Kosten



Bei dem Wechsel auf ein anderes Verkehrsmittel können auch die verursachten Treibhausgasemissionen reduziert werden. In Abbildung 5 ist zu sehen, dass folgende Pkw niedrigere Treibhausgasemissionen aufweisen als der aktuelle Pkw:

- Spritsparversion der aktuellen Pkw-Größenklasse,
- normaler Kleinwagen, Diesel,
- Ecomodell Kleinwagen, Diesel.

Die Emissionsminderung durch einen Wechsel auf den ÖPNV ist mindestens doppelt so hoch wie die Minderung durch die Nutzung eines alternativen Pkw (siehe Abbildung 5). Zur Eingrenzung der Ergebnisse wurde in Absprache mit dem vzbv festgelegt, Pkw als Alternative nur anzuzeigen, wenn sie die gleiche Antriebsart wie der aktuelle Pkw besitzen. Wenn der Berufspendler einen Otto-Pkw fahren würde, werden ihm demnach vom FahrSpar-Rechner keine Reduktionspotenziale durch den Wechsel auf einen Diesel-Pkw angeboten.

Abbildung 5 Beispiel Berufspendler: CO₂-Emissionen

4.2 Beispiel: Taxi Mama

In diesem Beispiel fährt ein Elternteil sein Kind mit dem Pkw viermal pro Woche in die Betreuungseinrichtung. Der Pkw hat eine niedrige Jahresfahrleistung, da es sich um einen Zweitwagen handelt. Die Nutzereingaben für das Beispiel sind in Tabelle 12 dargestellt. Da ein Kleinkind mitfährt, entfällt das Kleinkraftrad als Alternative zum Pkw.

Tabelle 12 Beispiel Taxi Mama: Nutzereingaben

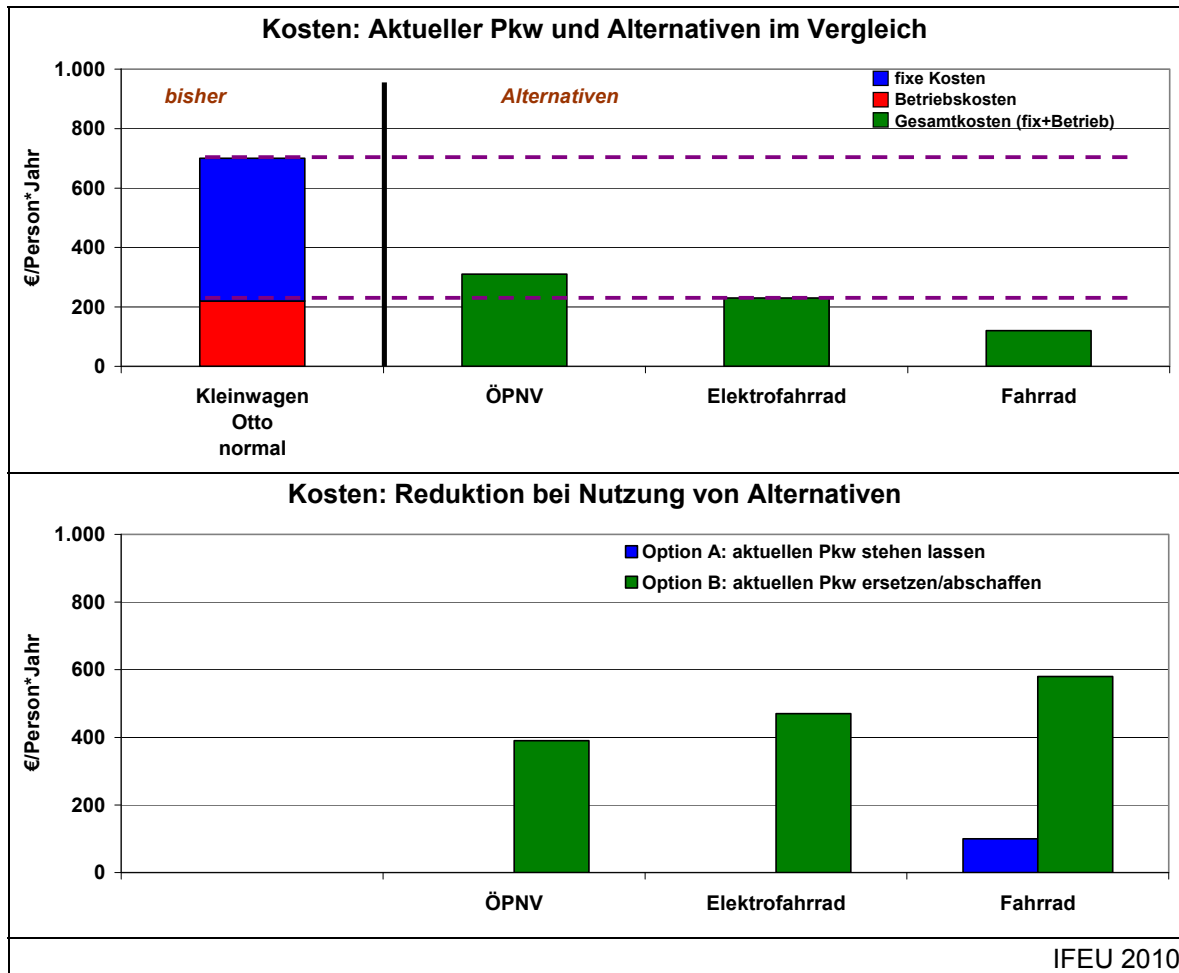
Pkw	Fahrt
Größenklasse:	Kleinwagen
Kraftstoffverbrauch:	6,7 l/100km
Antriebsart:	Benzin
Jährliche Fahrleistung:	5.000
Besetzung:	1 Erwachsener + 1 Kleinkind
Anlass:	Einkauf/Erledigungen
Häufigkeit:	4 x wöchentlich
Streckenlänge (Hin+Rück):	10 km
Parkgebühren:	0,00 €

In der Schnellversion ist das Pkw-Alter auf 4 Jahre voreingestellt. IFEU 2010

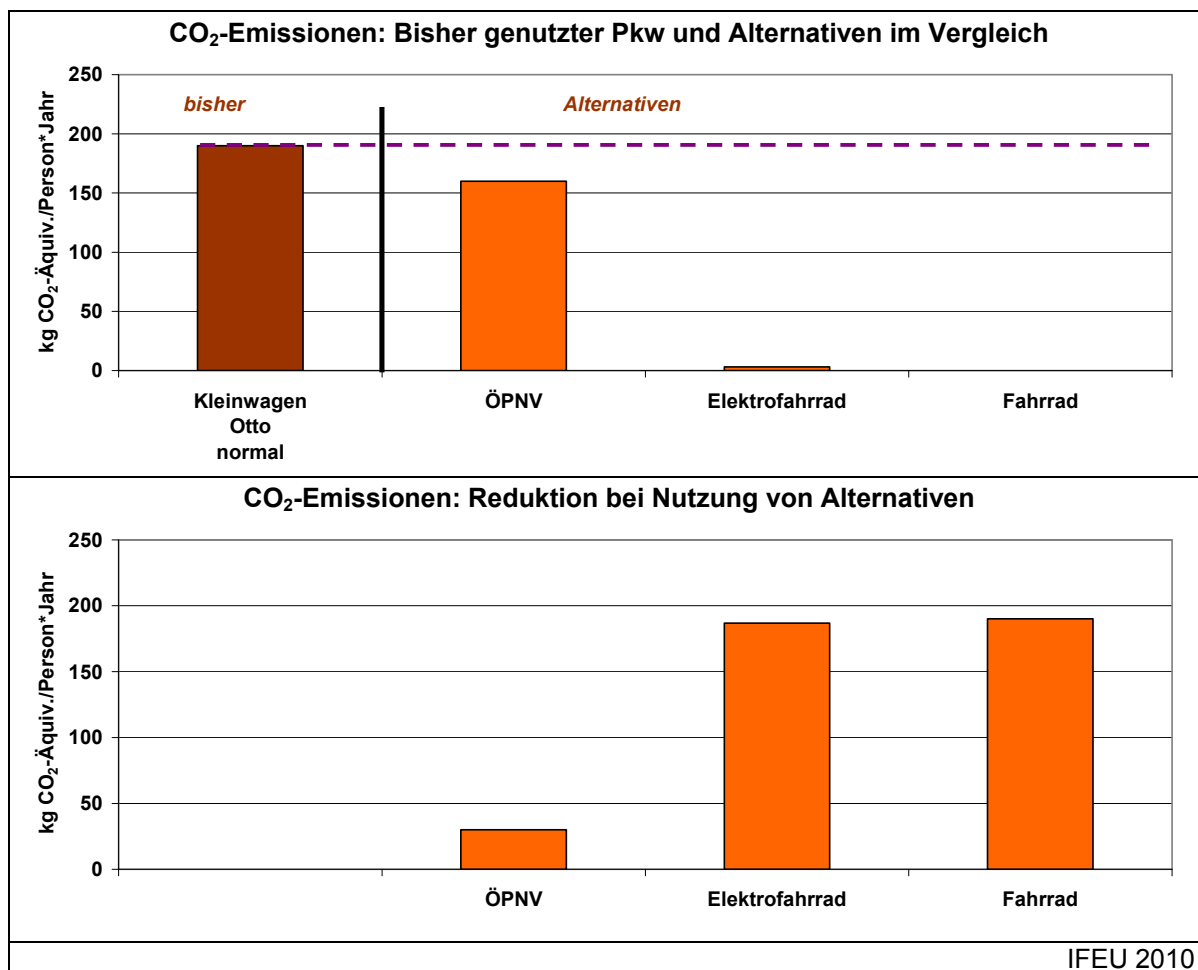
Die Fahrtkosten sind für die aktuelle Situation und mögliche Alternativen in Abbildung 6 veranschaulicht. Lässt die Mutter ihren Pkw stehen und nimmt ihr Kind stattdessen auf dem Fahrrad mit, reduzieren sich die Kosten für die Fahrt pro Jahr und Person um etwa 100 Euro (untere Grafik, Option A). Bei der Nutzung eines Elektrofahrrads sind die Kosten ähnlich (unter der Annahme, dass dieses nur für die angegebenen Fahrten verwendet wird). Schafft die Frau ihren Pkw ab (Option B), reduzieren sich die Kosten der Fahrt um

400 Euro jährlich, wenn der ÖPNV stattdessen genutzt wird. Wenn die Frau ihr Kind mit dem Fahrrad zur Kita bringt werden 580 Euro jährlich pro Person gespart.

Abbildung 6 Beispiel Taxi Mama: Kosten



Da Fahrrad und Elektrofahrrad keine bzw. sehr wenig CO₂-Emissionen verursachen, werden die Emissionen bei einem Wechsel vom Pkw auf diese Verkehrsmittel um etwa 100 Prozent reduziert. Bei der Nutzung des ÖPNV sind die CO₂-Emissionen lediglich 15 Prozent niedriger als bei der Nutzung des aktuellen Pkw, was vor allem auf den überdurchschnittlich hohen Besetzungsgrad des Pkw zurückzuführen ist. In Abbildung 7 sind die Ergebnisse veranschaulicht.

Abbildung 7 Beispiel Taxi Mama: CO₂-Emissionen

5 Literaturverzeichnis

- ADAC 2010a ADAC: Autokosten – Von Abschreibung bis Zapfsäule; www.adac.de/autokosten
- ADAC 2010b ADAC: Eco-Test – Fünf Sterne für die Umwelt; www.adac.de/infotestrat/tests/eco-test
- DAT 2010 Deutsche Automobil Treuhand: Gebrauchtfahrzeugwerte online, Version 1.35.00, www.dat.de/fzgwerte
- Hunsicker 2009 Hunsicker, F.; Sommer, C.: Mobilitätskosten 2030 – Autofahren und ÖPNV-Nutzung werden teurer, In: Internationales Verkehrswesen, Vol. 61, Nr. 10, 2009
- HVV 2010 Hamburger Verkehrsverbund: Tarifinformationen; abgerufen unter www.hvv.de, Juli 2010
- IFEU 2009 Höpfner, U.; Hanusch, J.; Lambrecht, U.: Abwrackprämie und Umwelt – eine erste Bilanz“, im Auftrag des Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), Heidelberg, August 2009
- IPCC 2007 Intergovernmental Panel of Climate Change (Hrsg.): Fourth Assessment Report - Working Group I Report “The Physical Science Basis” - Technical Summary; University Press; Cambridge; 2007; www.ipcc-wg1.unibe.ch
- Leuenberger 2010 Leuenberger, M.; Frischknecht, F.: Ökobilanzierung - Teil Elektromobilität, virtuelle Mobilität und Zweiräder. In: Tuchschnid, M.; Halder, M.: mobitool – Grundlagenbericht, Bern, Februar 2010; www.mobitool.ch
- MID 2008 Follmer, R.; Gruschwitz, D. (infas); Lenz, B. (DLR) et al.: Mobilität in Deutschland 2008 - Ergebnisbericht; im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (FE-Nr. 70.801/2006); Bonn und Berlin, Februar 2010; www.mobilitaet-in-deutschland.de
- MVV 2010 Münchener Verkehrsverbund: Tarifinformationen; abgerufen unter www.mvv-muenchen.de, Juli 2010
- RMV 2010 Rhein-Main-Verkehrsverbund: Tarifinformationen; abgerufen unter www.rmv.de, Juli 2010
- Schwacke 2003 Eurotax Schwacke: Partikel und Gebrauchtwagenrestwerte, Kurzexpertise für das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit; Maintal, Oktober 2003
- Test 2007 Stiftung Warentest: Fahrradkindersitze – So fährt ihr Kind sicher, In: test 04/2007; www.test.de
- TREMOD Daten- und Rechenmodell: Schadstoffemissionen aus dem motorisierten Verkehr in Deutschland 1960 - 2030“; im Auftrag des UBA (FZK 204 45 139); Version 5.03; Heidelberg, März 2010; www.ifeu.de/tremod
- VBB 2010 Verkehrsverbund Berlin-Brandenburg: Tarifinformationen; abgerufen unter www.vbbonline.de, Juli 2010
- Verivox 2010 Verivox: Strompreise sind gestiegen, Gaspreise noch stabil; Meldung vom 27.07.2010, Heidelberg; www.verivox.de/nachrichten
- VGN 2010 Verkehrsverbund Großraum Nürnberg: VGN Mobilitätsberater www.vgn.de/mobilitaetsberater
- VIP 2010 Ahrens, G.-A.; Aurich, T.; Böhmer, T. et al.: Interdependenzen zwischen Fahrrad- und ÖPNV-Nutzung – Analysen, Strategien und Maßnahmen einer integrierten Förderung in Städten; Forschungsvorhaben im Rahmen des Nationalen Radverkehrsplanes (VB28/2007); Dresden, Januar 2010; www.tu-dresden.de/srv
- VRR 2010 Verkehrsverbund Rhein-Ruhr: Tarifinformationen; abgerufen unter www.vrr.de, Juli 2010
- VVS 2010a Verkehrsverbundes Stuttgart: Tarifinformationen; abgerufen unter www.vvs.de, Juli 2010
- VVS 2010b Verkehrsverbundes Stuttgart: VVS Preisvergleichrechner www.vvs.de/no_cache/unterwegs-im-raum-stuttgart/preisvergleichsrechner

6 Abbildungen

Abbildung 1	Primärenergieverbrauch nach „Fahrzeugnutzung“ und „Energiebereitstellung“	9
Abbildung 2	Restwert von Pkw in Abhängigkeit von Alter und jährlicher Fahrleistung	12
Abbildung 3	Werkstattkosten von Pkw in Abhängigkeit von Alter und jährl. Fahrleistung*	12
Abbildung 4	Beispiel Berufspendler: Kosten.....	17
Abbildung 5	Beispiel Berufspendler: CO ₂ -Emissionen	18
Abbildung 6	Beispiel Taxi Mama: Kosten	19
Abbildung 7	Beispiel Taxi Mama: CO ₂ -Emissionen	20

7 Tabellen

Tabelle 1	Alternative Verkehrsmittel zum genutzten Pkw sowie deren Einsatzspektrum	7
Tabelle 2	Preise für Benzin, Diesel und Strom.....	8
Tabelle 3	Spezifische Treibhausgasemissionen für Diesel, Benzin und Strom im Jahr 2009	9
Tabelle 4	Pkw-Marken und –Modellreihen mit den höchsten Anteilen an Bestand und Neuzulassungen	10
Tabelle 5	Pkw-Kosten pro Jahr für verschiedene Segmente und Antriebsarten*	11
Tabelle 6	Abweichung der realen gegenüber den Normverbrauchswerten bei Pkw	11
Tabelle 7	Kosten für eine Jahreskarte im Öffentlichen Personennahverkehr	13
Tabelle 8	Kosten Kleinkraftrad-Nutzung	14
Tabelle 9	Kosten Fahrradnutzung	14
Tabelle 10	Kosten Elektrofahrrad-Nutzung	15
Tabelle 11	Beispiel Berufspendler: Nutzereingaben	16
Tabelle 12	Beispiel Taxi Mama: Nutzereingaben.....	18