

## Kurzfassung der 2. Studie Vergleichende Umweltbilanz des Reisebusses Analyse der Umwelteinwirkungen verschiedener Reiseverkehrsmittel 2009



## Kurzfassung der 2. Studie

# Vergleichende Umweltbilanz des Reisebusses

## Analyse der Umwelteinwirkungen verschiedener Reiseverkehrsmittel 2009

Die erste Studie des Jahres 2004 hatte gezeigt, dass der Reisebus in den wichtigsten Bereichen des nachhaltigen Umweltschutzes – effiziente Energieverwendung und geringer CO<sub>2</sub>-Ausstoß – von den untersuchten Verkehrsmitteln am besten abschneidet, sogar noch besser als die Bahn. Diese besonders guten Umwelteigenschaften eines modernen Reisebusses waren zwar schon lange vermutet worden, das eindeutige Ergebnis überraschte aber auch den RDA.

Aufgrund der nun wissenschaftlich belegten Ergebnisse wurden durch den RDA mehrere Imagekampagnen durchgeführt, die auch unmittelbaren Erfolg in der öffentlichen Klimaschutz- und Energiedebatte hatten. Meinungsführende Medien, wie z. B. der Focus aber auch der weltweit tätige Umweltverband WWF, griffen die Ergebnisse auf und empfahlen ausdrücklich die Busreise als die klimafreundlichste Reisemöglichkeit. Auch Bundesumweltminister Sigmar Gabriel sieht das so und unterstützt den Reisebus seit letztem Herbst mit dem Slogan „Der Bundesumweltminister empfiehlt: Fahren Sie Bus!“.

Die Themen Klimaschutz und Verringerung des Energieverbrauchs werden seit 2004 noch intensiver diskutiert, denn die Folgen der Klimaerwärmung werden inzwischen schon spürbar. Die Bemühungen zur Reduktion des CO<sub>2</sub>-Ausstosses wurden weltweit verstärkt, die Reisekunden sind noch stärker sensibilisiert. Der RDA hat Ende des Jahres 2008 erneut das ifeu-Institut beauftragt, in einer Folgestudie einen aktuellen Vergleich durchzuführen. Die inzwischen erfolgten vielfältigen Entwicklungen sowie die veränderten Parameter und verfeinerten Methoden der Berechnungen wurden berücksichtigt.

Wie umweltfreundlich ist der Reisebus? Diese Frage ist bei mehr als 6 Mio. Urlaubs- und 15 Mio. Kurzreisen mit dem Bus sowie mehr als 100 Mio. Teilnehmern von Busfahrten im Jahr 2008 nicht nur für die Branche sondern auch verkehrs- und umweltpolitisch von großem Interesse. Gerade auch in der aktuellen Diskussion um die Umweltzonen in vielen Städten zeigt sich die Aktualität der Problematik.

### **Welche Verkehrsträger werden verglichen?**

Auch in der Folge-Studie wird der Reisebus mit den Verkehrsträgern Bahn, Pkw mit Otto- bzw. Dieselmotor und dem Flugzeug verglichen. Dafür wurden die neuesten verfügbaren Daten zu allen Verkehrsträgern verwendet und die technischen und sonstigen relevante Änderungen und Aktualisierungen berücksichtigt. Dabei ist zu beachten, dass ein direkter Vergleich mit den Berechnungen aus dem Jahr 2004 nicht immer im Detail möglich ist, weil sich auch die Berechnungsmethoden und Grundlagen in Teilbereichen etwas geändert haben.

## Was ist die Umweltbilanz?

Die Studie befasst sich mit den Umweltwirkungen, die aus heutiger Sicht für Verkehrsmittel relevant sind. Die Vergleichsgrundlage bilden dabei unterschiedliche typische Reiseentfernungen. In der Untersuchung wird der Vergleich der ökologischen Wirkungen von Schadstoffen mittels verschiedener so genannter Umweltwirkungskategorien vorgenommen, die die bisherigen Betrachtungen von einzelnen Schadstoffen oder Schadstoffgruppen ablöst. Neu ist die Aufteilung der Belastungsindikatoren.

Die unterschiedlichen Umweltaspekte und Umweltwirkungskategorien weisen in ihrer Relevanz für die Umwelt große Unterschiede auf.

## Der Primärenergieverbrauch

Direkt mit der CO<sub>2</sub>-Emission gekoppelt, ist der Primärenergieverbrauch, als Faktor für den energetischen Ressourcenverbrauch. Die fossilen Energie-Ressourcen sind auf der Erde nicht unendlich verfügbar und müssen deshalb zunehmend „geschont“ werden. Um die sehr unterschiedlichen einzelnen Energieträger Dieselkraftstoff, Benzin bzw. Superbenzin, elektrischen Strom und Kerosin vergleichen zu können, wird eine einheitliche Bezugsbasis erforderlich – die Primärenergie. Denn die Energieträger der einzelnen Verkehrsmittel haben einerseits einen unterschiedlichen Energiegehalt je Liter oder Kilogramm, andererseits unterscheidet sich auch schon der energetische Aufwand für die Förderung, den Transport, die Herstellung (Kraftstoffe in der Raffinerie, Strom im Kraftwerk) und die Verteilung erheblich.

Die Primärenergie wird üblicherweise in Megajoule angegeben. Zur besseren Übersichtlichkeit werden im Folgenden diese Primärenergienmengen in Liter Dieselaquivalente umgerechnet.

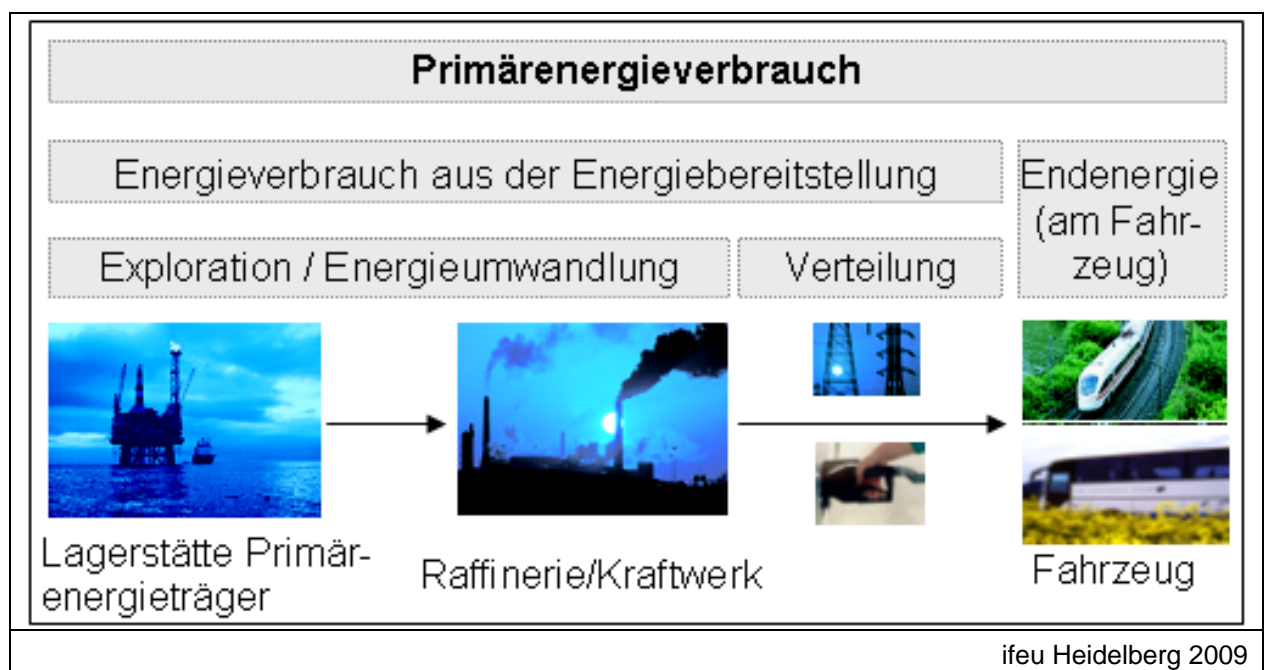


Abb. 1: Primärenergieverbrauch nach „Fahrzeug“ und „Energiebereitstellung“.

## Der Treibhauseffekt

An erster Stelle der Wirkungen steht der Treibhauseffekt, der direkt mit dem Energieverbrauch gekoppelt ist. Vor allem durch das bei der Verbrennung fossiler Brennstoffe entstehende Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ) wird indirekt eine zunehmende Erwärmung der Erdatmosphäre verursacht, die das gesamte Weltklima verändert. Der Treibhauseffekt wird bei der Energienutzung hauptsächlich durch das emittierte Kohlendioxid  $\text{CO}_2$  bewirkt, aber auch andere Stoffe wie Methan und Distickstoffoxid spielen eine gewichtige Rolle.

Die für die Verkehrsmittel relevanten Treibhausgas-Emissionen werden als  $\text{CO}_2$ -Äquivalente – ausgedrückt als Gramm  $\text{CO}_2$ -Äquivalente (g  $\text{CO}_2$ -Äquivalente) – zusammengefasst und im Vergleich betrachtet. Die untersuchten Reiseverkehrsmittel werden in der Regel überwiegend mit fossilen Energieträgern betrieben, die in den Motoren bzw. zur Stromerzeugung (Bahn) verbrannt werden, so dass ein direkter Zusammenhang zwischen dem Primärenergieverbrauch und dem verursachten Treibhauseffekt besteht. Selbst der Energieverbrauch der Bahn erfolgt in Deutschland zu mehr als 80 % aus diesen Energieträgern.

Der Treibhauseffekt führt nach heutigen wissenschaftlichen Einschätzungen durch die unabsehbaren Änderungen auf das Weltklima auch zu Auswirkungen auf die Lebensbereiche aller Lebewesen und damit der Lebensgrundlagen der Menschen, die heute schon beginnen spürbar zu werden.

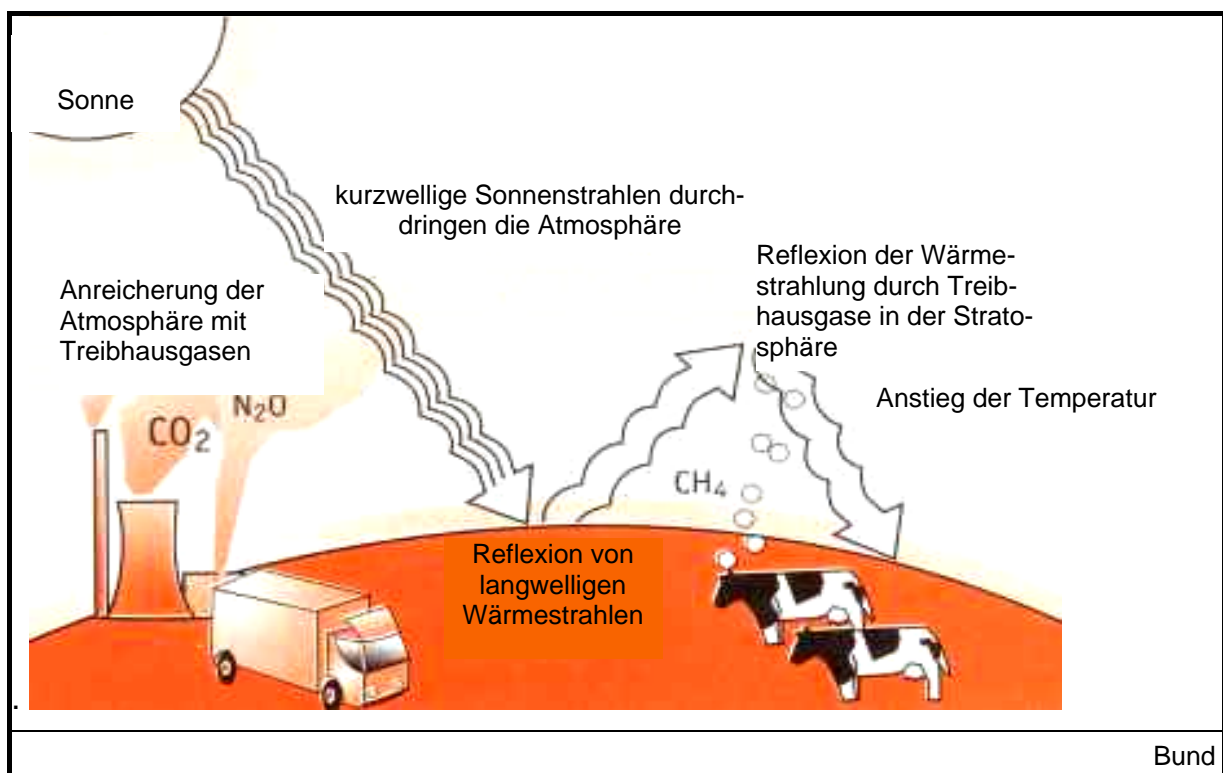


Abb. 2: Wirkungsweise des Treibhauseffektes.

Die voraussichtlich dramatischen Folgen der Klimaerwärmung haben dazu geführt, dass der Klimaschutz weltweit das Umweltschutzthema Nummer 1 ist und somit selbstverständlich auch oberste Priorität bei den Betrachtungen in dieser Studie hat.

Die Umweltverträglichkeit der o. g. Kategorien wurde bei den Untersuchungen in drei Stufen analysiert:

### 1. Potenzialbetrachtung

Hierbei wurden Durchschnittsfahrzeuge der jeweiligen Fahrzeugflotten – Stand 2007 – bei vollständiger Platzbesetzung betrachtet.

### 2. Durchschnittliche Auslastungsgrade

Es wurden die Umweltwirkungen durch die unter 1 genannten Fahrzeuge bei durchschnittlicher Platzbesetzung und Nutzung betrachtet.

### 3. Beispielreisen

Die Umweltwirkungen typischer Reisebeispiele (ausgewählte Einzelfahrzeuge) wurden untersucht.

## Ergebnisse

### 1. Potenzialbetrachtung

**1.1. Der Primärenergieverbrauch** und die dadurch verursachten Emissionen werden auf das Platzangebot und die Fahrkilometer bezogen (entspricht näherungsweise der Betrachtung je Personen-Kilometer bei 100 % Auslastung). Ausgedrückt wird der Wert grundsätzlich in Megajoule (MJ), zur besseren Darstellung wird er aber umgerechnet in Dieseläquivalente als Liter Diesekraftstoff/Kilometer (l Diesel/km).

Der Reisebus ist hier unschlagbar: Mit nur 0,7 l Dieseläquivalenten/Platz-km liegt er vor allen Konkurrenten (Pkw [Otto] 2,0 l, Pkw [Diesel] 1,8 l, Flugzeug 4,7 l), sogar auch vor der Bahn mit 0,9 Litern.

Fahrzeug	Primärenergieverbrauch	
	l Dieseläquivalent / 100 Platz-km	MJ / Platz-km
Bus	0,7	0,23
Pkw (Otto)	2,0	0,70
Pkw (Diesel)	1,8	0,65
Bahn (< 200 km/h)	0,9	0,34
Bahn (> 200 km/h)	1,2	0,44
Flugzeug	4,7	1,68

**Tab. 1: Primärenergieverbrauch im Fernverkehr in Liter Dieseläquivalenten/100 Platz-km bzw. MJ/Platz-km**

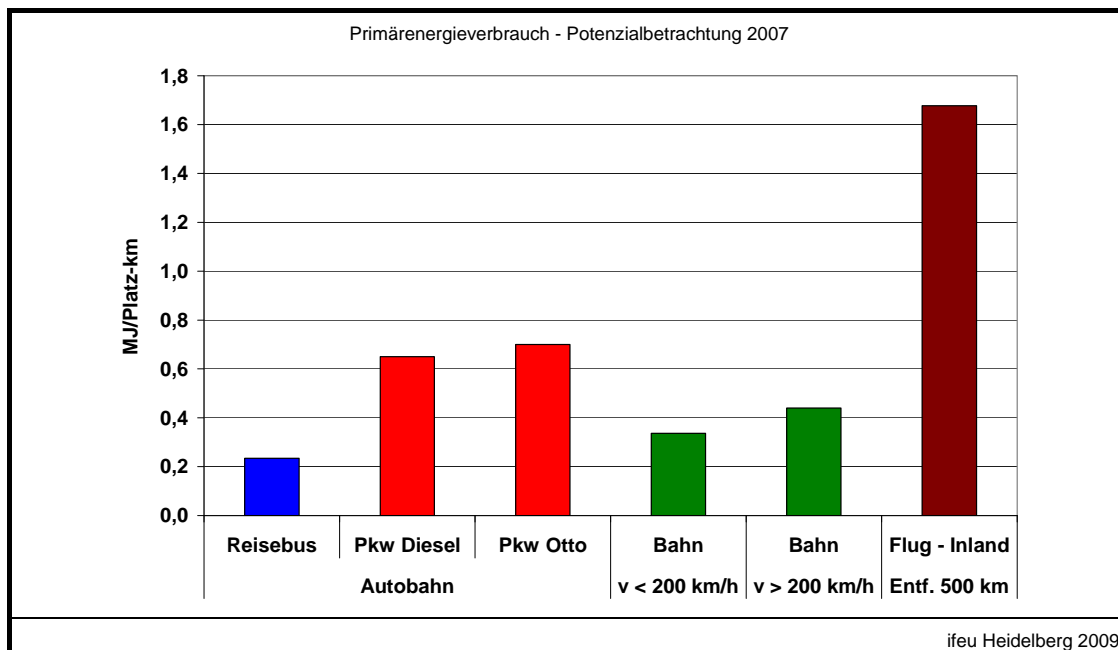


Abb. 3: Potenzialbetrachtung 2007 – Primärenergieverbrauch.

### 1.2. Treibhauseffekt

Auch hier ist der Reisebus unschlagbar – mit einer Emission von ca. 16 g CO<sub>2</sub>-Äquivalenten zu 19/23 (IC/ICE) bei der Bahn und mehr als 40 bei den verschiedenen Pkw-Typen. Das Flugzeug ist wiederum das Schlusslicht mit mehr als 100 g emittierten CO<sub>2</sub>-Äquivalenten.

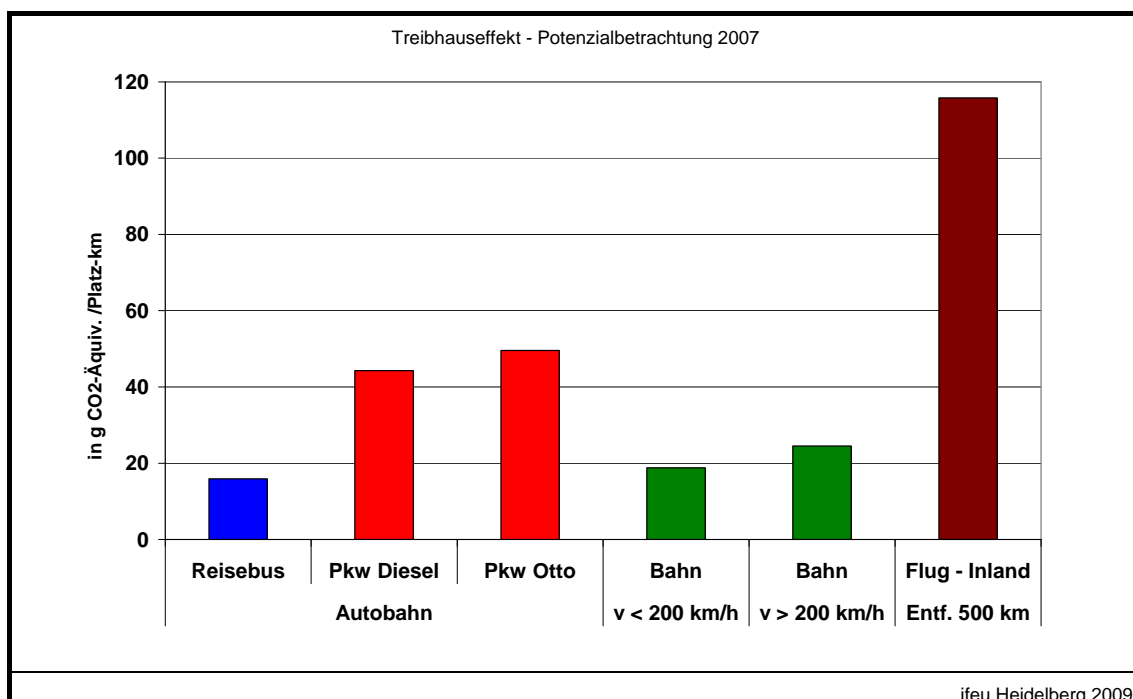


Abb. 4: Potenzialbetrachtung 2007 – Treibhauseffekt

## 2. Durchschnittliche Auslastung

Für eine Näherung an die tatsächlichen Verhältnisse wurden die Umweltwirkungen auf die durchschnittlichen Auslastungsgrade je Verkehrsmittel bezogen. Die Auslastungsgrade wurden aufgrund verschiedener Annahmen so festgelegt:

Für den Reisebus wurde ein Auslastungsgrad von 70 %, für die Pkws von 28%, für die Bahn wurden Auslastungsgrade von 40 und 48 % (IC und ICE) und bei dem Flugzeug von 60 % festgelegt. Die Angaben beziehen sich somit auf die Personenkilometer (Pkm).

### 2.1. Primärenergieverbrauch

Aufgrund der Auslastungsgrade bleibt die Reihenfolge erhalten, der Reisebus liegt klar vorn. Wegen der guten Auslastungsgrade im Vergleich zur Bahn erhöht sich sogar noch der Abstand (Abb. 5).

Umgerechnet in Dieseläquivalente verbraucht ein Reisebus je 100 Personen-km im Fernverkehr durchschnittlich nur 0,9 l Dieseläquivalente, während ein Diesel-Pkw 6,1 l, ein Otto-Pkw 6,5 l, die Bahn je nach Geschwindigkeitsbereich 2,0 l bzw. 2,7 l und ein Flugzeug 6,7 l benötigt.

### 2.2. Treibhauseffekt

Auch hier ist der Reisebus mit Vorsprung das umweltfreundlichste Reisemittel – auch hier deutlich vor allen anderen Konkurrenten.

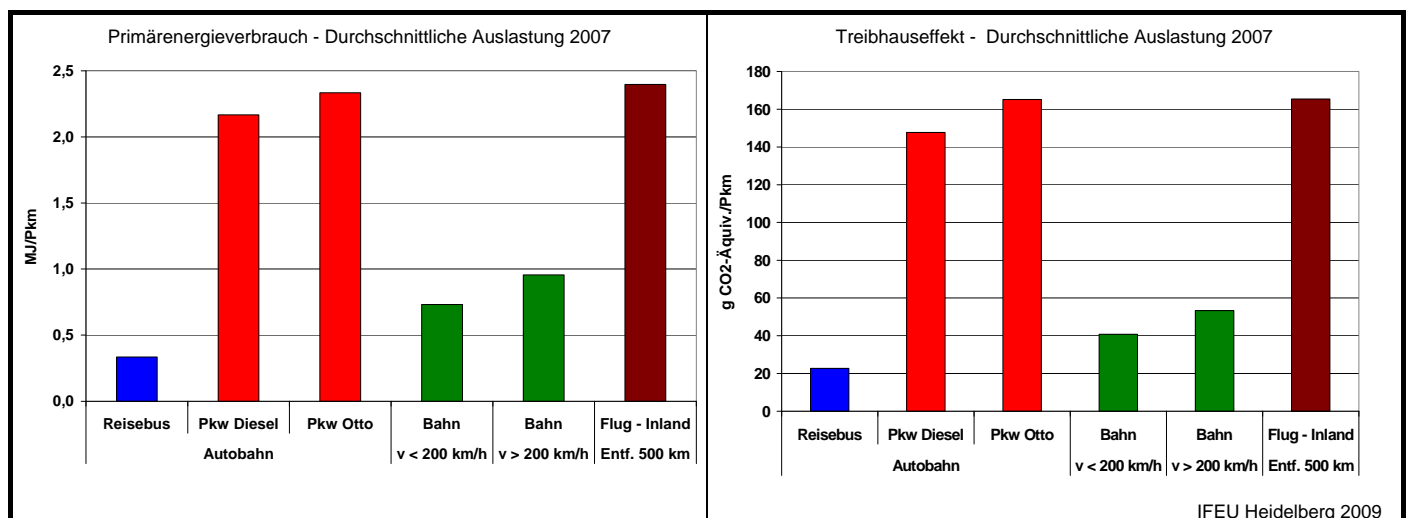


Abb. 5: Durchschnittliche Auslastung 2007, Vergleich der Umweltwirkungen Primärenergieverbrauch und Treibhauseffekt bei bundesdurchschnittlichem Auslastungsgrad.

## 3. Beispielreisen

Was bedeutet das für die konkreten Reisen? Dies war die Fragestellung, die anhand mehrerer typischer Reisen, von der längeren Urlaubsreise in den Süden über Städte-reisen bis zu Klassenfahrten, betrachtet und berechnet wurden.

Im Gegensatz zu der Durchschnittsbetrachtung werden hier für bestimmte Strecken typische Auslastungen angenommen. Neben der eigentlichen Reise spielen auch die An- und Abfahrt des Reisenden zum Start- bzw. vom Zielort des Haupttransportprozesses eine Rolle (so genannter Vor- und Nachlauf). Dies kann z. B. die Bus- oder Taxifahrt des Reisenden zum oder vom Bahnhof oder Flughafen sein. Weitere Einflussgrößen auf die Umweltwirkungen sind die z. T. unterschiedlichen, tatsächlich zurückgelegten Entfernungen der Verkehrsmittel und länderspezifische Besonder-

heiten in der Stromherstellung. Als ein Beispiel dafür wurden hier 2004 die Reisen Mannheim – Paris und Mannheim – Prag ausgewählt. Um neue Beispiele zu zeigen wurden in der neuen Studie auch teilweise andere Reisen untersucht. Für eine längere Strecke werden die Beispiele Frankfurt/Main – Paris und Berlin – Warschau vorgestellt.

Die beiden Ziele weisen jedes Mal Fahrtanteile im benachbarten Ausland auf. Damit werden bewusst die ökologischen Unterschiede deutlich gemacht, die in einer verschiedenartigen Stromerzeugung liegen können:

In Polen werden überwiegend konventionelle Kohlekraftwerke und in Frankreich vor allem **Kernkraftwerke** zur Stromerzeugung eingesetzt. Die Kohlekraftwerke Polens entsprechen häufig nicht dem Stand der Technik und verfügen über geringere Wirkungsgrade und nicht – wie in Deutschland üblich – über effiziente Schadstoffminderungstechnologien. Infolgedessen kommt es selbst bei gleichen strombetriebenen Fahrzeugen zu einem erhöhten Primärenergiebedarf und zur vermehrten Emission von Luftschadstoffen. Dieser Umstand hat, obwohl nur etwa 40 % der Gesamtstrecke von Berlin nach Warschau auf polnischem Territorium verläuft, einen stark negativen Einfluss auf das Ergebnis der Bahnen.

Umgekehrt ist der in Frankreich bezogene Strom infolge der **Kernenergienutzung** mit relativ geringen Emissionen an Kohlendioxid und den herkömmlichen Schadstoffen beaufschlagt, was zu einer deutlich günstigeren Bilanz als bei Verwendung von bundesdeutschem Strom führt. Dabei sind die Risiken und Langzeitfolgen der Kernenergienutzung und der Endlagerung etc., zu berücksichtigen.

### 3.1 Beispiele Frankfurt – Paris 2009 und Berlin – Warschau

Die ausgewählten Strecken Frankfurt – Paris und Berlin – Warschau sind ungefähr gleich weit. Für beide Beispiele werden, bis auf die erwähnte landesspezifische Stromerzeugung, die Fahrzeugauswahl der Pkws (Otto- vs. Diesel-Pkw) und die Streckenführung gleiche Annahmen getroffen. So erfüllen die Fahrzeuge des Straßenverkehrs die seit dem Jahr 2000 obligatorische Grenzwertstufe Euro 3.

Für den Reisebus wird in beiden Beispielen ein Fahrzeug mit einem zulässigen Gesamtgewicht von über 18 t angenommen. Die Busse verkehren ohne Sammel- und Leerfahrten mit 51 Personen direkt vom Start- zum Zielort.

Die Pkw-Fahrt erfolgt durch zwei Personen in einem Mittelklassewagen mit Diesel- bzw. Ottomotor (jeweils Euro 4). In dem Beispiel soll der Diesel-Pkw zwischen Frankfurt und Paris, der Otto-Pkw zwischen Berlin und Warschau verkehren. Diese Zuordnung wird lediglich zur Darstellung der unterschiedlichen Umweltwirkungen von aktuellen Otto- bzw. Diesel-Pkws vorgenommen.

Sowohl von Frankfurt nach Paris als auch von Berlin nach Warschau wird für das Beispiel ein konventioneller Eurocity angesetzt, mit einem über die gesamte Strecke und Hin- und Rückfahrt gemittelten Auslastungsgrad von 70 %.

Bei den Flügen werden die Flugverbindung Frankfurt – Paris bzw. Berlin – Warschau ausgewählt. Es wird ein Flugzeug angenommen, das dem Durchschnittswert verschiedener Flugzeugtypen entspricht. Für die reine Flugverbindung wird für beide Relationen aufgrund der ausgewählten Städte und ihrer Wichtigkeit und Lage in Europa eine hohe Auslastung von 80 % angenommen.



### 3.2. Ergebnisse für das Beispiel Frankfurt – Paris 2009 und Berlin – Warschau

Das wichtigste Ergebnis dieses Vergleiches ist: Die Rangfolge zwischen den Verkehrsmittel gestaltet sich im Grundsatz gleich wie bei den Potenzial- oder Durchschnittsbetrachtungen: Bus und Bahn deutlich besser als der Pkw und weitaus besser als das Flugzeug.

Wie erwartet ist die Umweltbilanz der Bahn auf der Strecke Frankfurt – Paris um einiges besser als auf der Strecke Berlin – Warschau. Die Umweltbilanz des Reisebusses ist – den Annahmen entsprechend – auf beiden Strecken gleich gut.

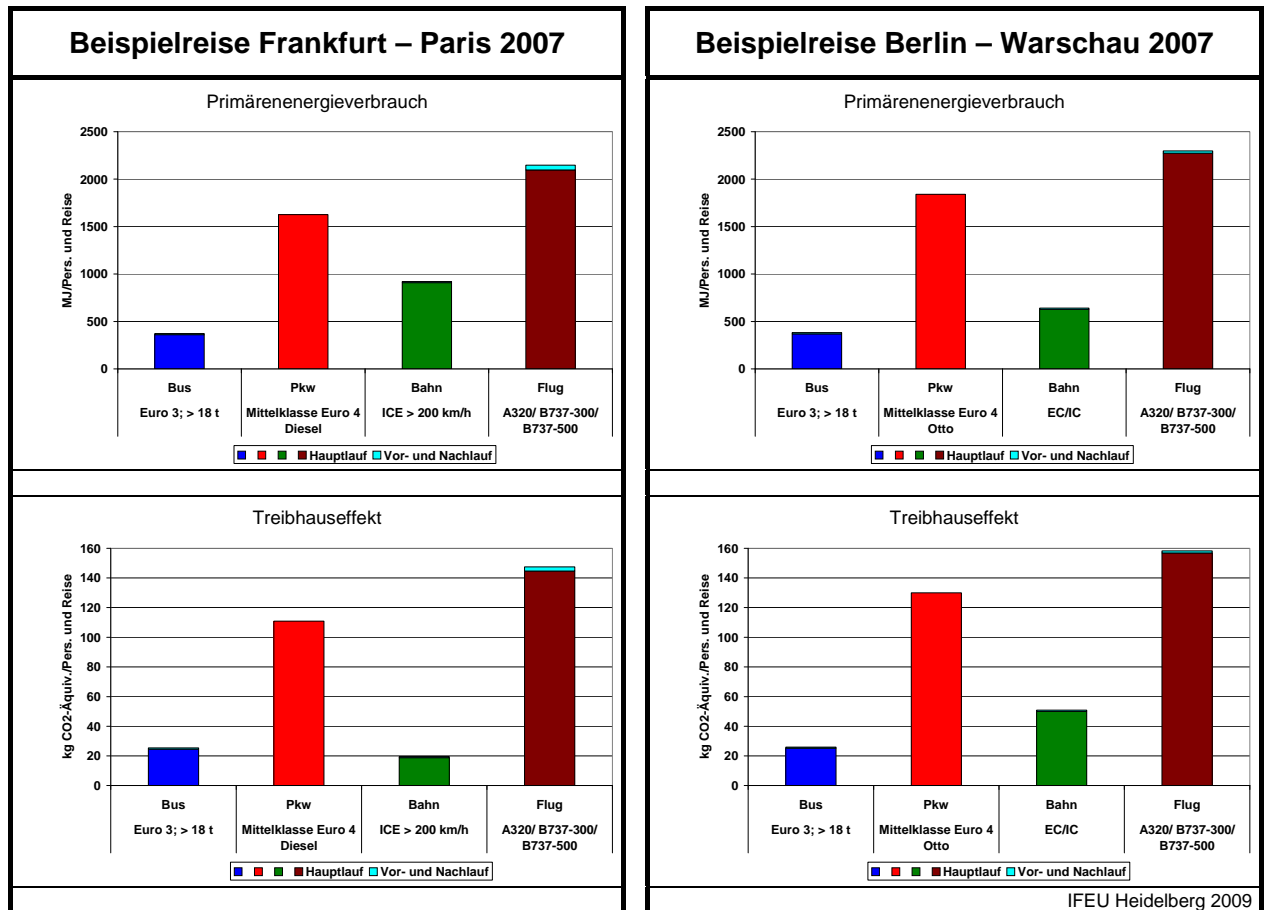


Abb. 6: Vergleich Primärenergieverbrauch und Treibhauseffekt anhand der Beispielreisen Frankfurt/M. – Paris und Berlin – Warschau.

Als Beispiele weiterer typischer Busreisen wurden u. a. eine Klassenfahrt von Düsseldorf nach Florenz und ein Tagesausflug von Frankfurt/M. nach Rüdesheim gewählt.

Klassenfahrten sind Gruppenreisen, die in der Vergangenheit nur vom Reisebus und der Bahn bedient werden konnten, da das Ziel oft in einer Entfernung von ca. 100-250 km lag. In jüngster Zeit werden aber auch Klassenfahrten per Flugzeug angeboten. Deshalb werden in dieser Studie zwei unterschiedliche Arten von Klassenfahrten untersucht. Dabei handelt es sich zum einen um eine Klassenfahrt nach traditionellem Muster und zum anderen um eine Klassenfahrt über eine große Entfernung (bspw. Abitur-Abschlussfahrt); hier werden die Ergebnisse der Kursfahrt von Düsseldorf nach Florenz gezeigt. Dabei wird davon ausgegangen, dass der Bus vor Ort für Ausflüge zur Verfügung steht und nicht leer zurückfährt.

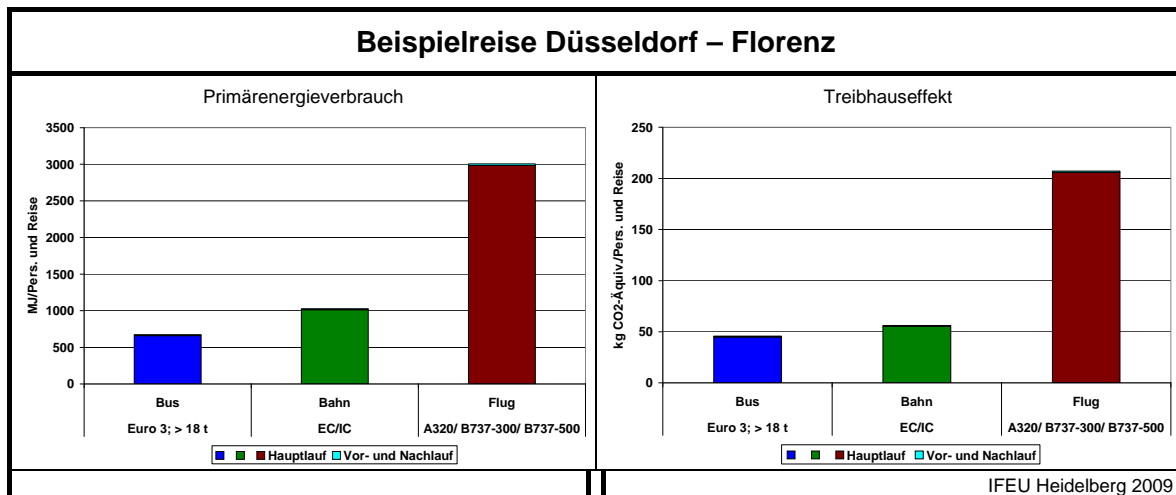


Abb. 7: Vergleich Primärenergieverbrauch und Treibhauseffekt anhand der Beispielreise Düsseldorf - Florenz.

Entfernungen, die für Tagesausflüge typisch sind, liegen im Bereich bis 200 km. Als Beispiel wird die Entfernung Frankfurt Main – Rüdeshheim gewählt. Dazu werden die Fahrten eines Kleinwagens (Ottomotor, Euro 4) mit 3 Personen, eines Reisebusses (15-18 t zulässiges Gesamtgewicht, Euro 3) mit 25 Personen und eine Regionalbahn, die aufgrund einer Wochenendverbindung eine etwas höhere Auslastung als im Durchschnitt aufweist, betrachtet.

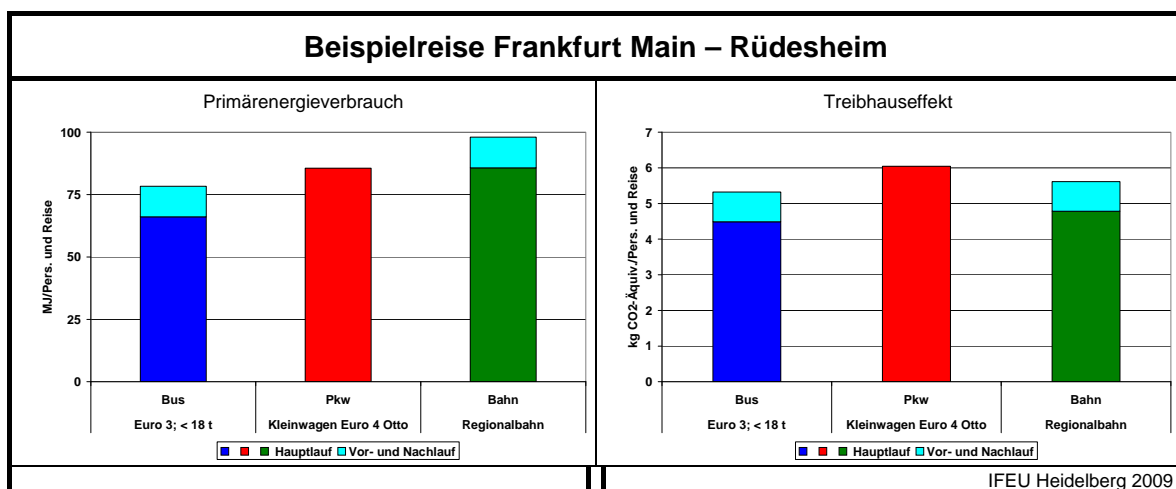


Abb. 8: Vergleich Primärenergieverbrauch und Treibhauseffekt anhand der Beispielreise Frankfurt/M. – Rüdeshheim.

Auch hier ist das Ergebnis: Der Reisebus ist hinsichtlich der bedeutendsten Umweltwirkungen das umweltfreundlichste Reisemittel.

#### 4. Weitere Umweltparameter

Als weitere Umweltwirkungen von Relevanz wurden die Belastung des Ökosystems (*bezeichnet die möglichen schädlichen Effekte, die durch chemische Verbindungen auf die verschiedenen Lebewesen, deren Population und deren natürliche Umgebung hervorgerufen werden*) und die Belastung der Gesundheit (*bezeichnet die möglichen Wirkungen von Sommersmog [Ozon] und Feinstäuben auf die menschliche Gesundheit*) verglichen. Auch hier schneidet der Reisebus bei den realitätsnahen durch-

schnittlichen Auslastungen sehr gut ab, wenngleich er systembedingt hinter der Bahn z. T. nur an zweiter Stelle in den verschiedenen Untersuchungen liegt.

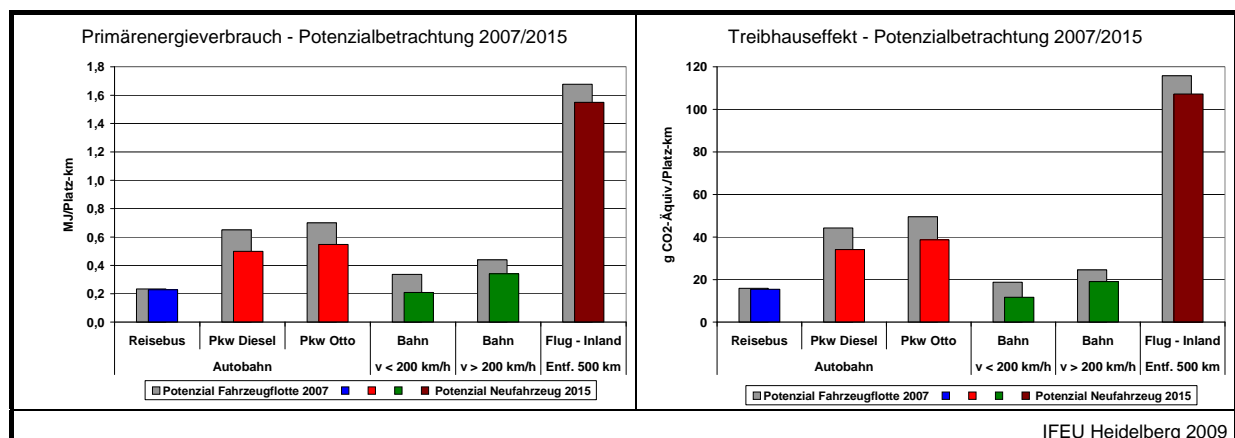
Auch wurden weitere relevante Umweltparameter wie *Lärm*, *Flächenverbrauch*, *Infrastruktur- und Fahrzeugbereitstellung* betrachtet und bewertet. Diese Parameter sind aber nur schwer quantifizierbar und werden dementsprechend in beschreibender Form bewertet. Aber auch hier ist der Reisebus Spitze und wird als sehr umweltverträglich eingestuft.

## 5. Überlegungen zur künftigen Entwicklung bis 2015

Um auch die zukünftigen Entwicklungen bis zum Jahr 2015 berücksichtigen zu können wurde eine entsprechende Prognose erstellt. Daraus ergibt sich, dass in Zukunft die Umwelteinwirkungen aller Verkehrsmittel geringer werden. Grundsätzlich bleiben die Verhältnisse untereinander aber erhalten. D. h. der Reisebus bleibt auch in Zukunft ein sehr klimaschonendes und umweltfreundliches Reiseverkehrsmittel.

Bezüglich der weiteren Entwicklung in der Zukunft wurden schon in der ersten Studie 2004 Überlegungen angestellt – projiziert in das Jahr 2010. In der neuen Studie wurden diese Ansätze auf das Jahr 2015 übertragen und verschiedene Grundlagen und Ausgangsannahmen diskutiert.

Mit der Berücksichtigung der dann absehbar neuesten Motoren und Filtertechniken für die untersuchten Verkehrsträger ergeben die Berechnungen, dass auch für Neufahrzeuge des Jahres 2015 die Rangfolge im Jahr 2007 grundsätzlich bestehen bleibt.



**Abb.9: Potenzialbetrachtung 2007/2015: Vergleich der Umweltwirkungen Primärenergieverbrauch und Treibhauseffekt (2007 Fahrzeugbestand, 2015 Neufahrzeug).**

Für schwere Nutzfahrzeuge und somit auch für Reisebusse sind in den nächsten Jahren mit Euro 5 und Euro 6 zwei weitere Grenzwertstufen für neu zugelassene Busse verpflichtend. Dadurch werden neue Busse im Jahr 2015 (Euro 6) bei den Schadstoffen, die für die Öko- und Humanbelastungen verantwortlich sind, 80% niedrigere spezifische Emissionen aufweisen als heutige Flottenmix.

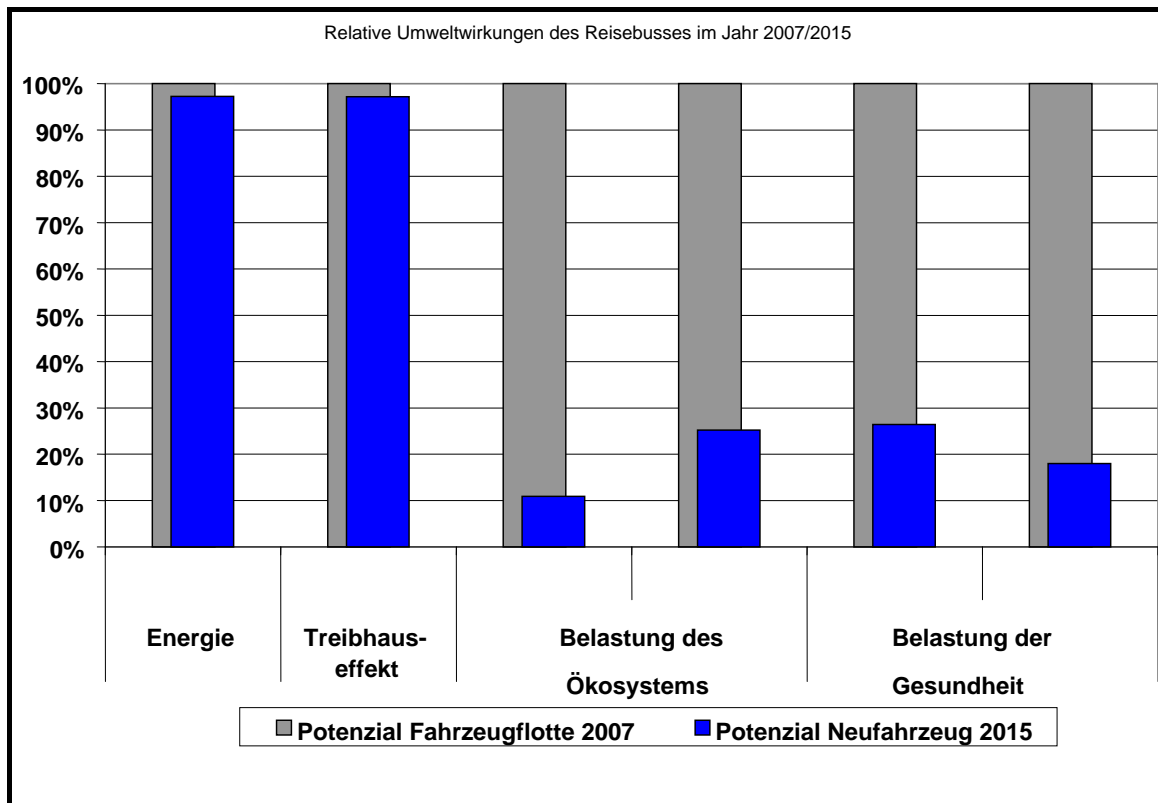


Abb. 10: Reisebus – Durchschnitt Flotte 2007 vs. Neufahrzeug 2015

## Fazit

Das IFEU-Institut konstatiert in der Zusammenfassung abschließend:

*„Insgesamt ist der Reisebus eines der umweltverträglichsten Verkehrsmittel. Dies nicht zuletzt deswegen, weil er bei dem heute vordringlichen Umweltproblem Treibhauseffekt besonders gut abschneidet.“*

Der Reisebus ist und bleibt also ein sehr umweltverträgliches, wenn nicht das umweltverträglichste Reisemittel, dass sogar die Bahn bei entscheidenden Emissionsparametern übertrifft. Auch in Zukunft wird diese hohe Umweltqualität des Reisebusses erhalten bleiben bzw. sich in Teilbereichen nochmals drastisch verbessern. Der Bus ist weiterhin Platz sparend und Ressourcen schonend. Alle diese Umweltqualitäten werden inzwischen besser wahrgenommen, sollten aber noch viel mehr Beachtung finden.

## **Impressum**

Titelfoto: RDA/NEOMAN/UNESCO Weltkulturerbe Kloster Maulbronn

Die Bearbeitung der Kurzversion erfolgte durch den RDA Internationaler Bustouristik Verband e.V. auf Grundlage der Studie des Ifeu-Institus, Heidelberg, Juli 2009.

Bearbeiter der Ifeu-Studie: Dipl. Wirtschafts-Ing. Wolfram Knörr und Dipl. Wirtschafts-Ing. Frank Kutzner

ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH, Wilckensstr. 3, DE-69120 Heidelberg, Tel.: +49 (0)6221-4767-0, Fax: -4767-19; E-Mail: ifeu@ifeu.de, Internet: www.ifeu.de

Herausgeber: RDA Internationaler Bustouristik Verband e.V., Hohenzollernring 86, DE-50672 Köln, Tel.: +49 (0)221 91 27 72 0, Fax: + 49 (0)221 12 47 88, E-Mail: info@rda.de; Internet: www.rda.de

**RDA Adresshinweis: Ab 01.12.2009 Hohenstaufenring 47-51, 50674 Köln**