

BE-144

BERICHTE

**EINSATZ VON BOKRAFTSTOFFEN UND  
DEREN EINFLUSS AUF DIE  
TREIBHAUSGAS-EMISSIONEN IN  
ÖSTERREICH**



# **EINSATZ VON BIOKRAFTSTOFFEN UND DEREN EINFLUSS AUF DIE TREIBHAUSGAS-EMISSIONEN IN ÖSTERREICH**

DI Agnes Kurzweil

DI Günther Lichtblau

DI Werner Pölz

**BE-144**

Wien, September 2003

Recherchearbeit im Auftrag der

**OMV AG**

Lassallestraße 3

1020 Wien

Weitere Informationen zu Publikationen des Umweltbundesamtes finden Sie unter: <http://www.ubavie.gv.at>

### **Impressum**

Medieninhaber und Herausgeber: Umweltbundesamt GmbH, Spittelauer Lände 5, A-1090 Wien  
Eigenvervielfältigung

© Umweltbundesamt GmbH, Wien, September 2003  
Alle Rechte vorbehalten (all rights reserved)  
ISBN 3-85457-488-6

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>AUFGABESTELLUNG</b> .....	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>METHODIK</b> .....	<b>5</b>
2.1	Verwendete Datengrundlagen .....	5
2.2	Handbuch der Emissionsfaktoren.....	6
2.3	<b>GEMIS – Globales Emissionsmodell Integrierter Systeme</b> .....	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>BIOKRAFTSTOFFE</b> .....	<b>11</b>
3.1	Gesetzliche Rahmenbedingungen .....	11
3.2	Definition von Biokraftstoffen .....	11
3.3	Betrachtete Biokraftstoffe .....	11
3.4	Technische Entwicklung.....	13
<b>4</b>	<b>KRAFTSTOFFE IM STRAßENVERKEHR</b> .....	<b>14</b>
4.1	Fahrzeugentwicklung 1970 - 2010.....	14
4.2	Entwicklung des Kraftstoffverbrauchs im Straßenverkehr.....	15
4.3	Fahrleistungsentwicklung 1970 - 2010 .....	16
<b>5</b>	<b>BEDARFSERMITTLUNG VON BIOKRAFTSTOFFEN</b> .....	<b>17</b>
5.1	<b>Beimischbare Biokraftstoffe</b> .....	<b>17</b>
5.1.1	Hohe Beimischraten .....	17
5.2	<b>Unvermischte Biokraftstoffe</b> .....	<b>18</b>
5.2.1	Technisches Potenzial der österreichischen Straßenverkehrsflotte für Biodiesel .....	18
5.2.2	Szenario „maximal absetzbare Höchstmenge unvermischter Biokraftstoffe - Straßenverkehr“ .....	22
5.2.3	Technisches Potenzial der österreichischen Off-Road Flotte für Biokraftstoffe .....	23
5.3	<b>Biokraftstoffmengen</b> .....	<b>24</b>
<b>6</b>	<b>TREIBHAUSGASEMISSIONEN</b> .....	<b>26</b>
6.1	Treibhausgasemissionen der Szenarien .....	26
6.2	<b>Zusammenfassung „Treibhausgasbilanz von Verkehrssystemen“ (Joanneum Research, TU Graz)</b> .....	<b>29</b>
6.2.1	Zielsetzung .....	29
6.2.2	Methodik.....	29
6.2.3	Ergebnisse und Schlussfolgerungen .....	30
6.2.4	Wirtschaftliche Betrachtungen.....	34
6.2.5	Auswirkungen der Biokraftstoff-Richtliche in Österreich .....	34

<b>7</b>	<b>SCHLUSSFOLGERUNGEN.....</b>	<b>35</b>
<b>8</b>	<b>LITERATUR .....</b>	<b>36</b>
<b>9</b>	<b>ANHANG I: DATENBLATT KRAFTSTOFFE .....</b>	<b>37</b>
<b>10</b>	<b>ANHANG II: BERECHNUNG DES MENGENBEDARFS AN BIOKRAFTSTOFFEN NACH SZENARIEN.....</b>	<b>38</b>
<b>11</b>	<b>ANHANG III: BERECHNUNG DES ENERGETISCHEN ANTEILS DER BIOKRAFTSTOFFE NACH SZENARIEN .....</b>	<b>41</b>

# 1 AUFGABESTELLUNG

Durch die Biokraftstoffrichtlinie (Richtlinie 2003/30/EG) wurden Anfang Mai 2003 die rechtlichen Rahmenbedingungen für die vermehrte Verwendung von Biokraftstoffen in der Europäischen Gemeinschaft geschaffen. Ziel der Richtlinie ist die Substitution von 2% der für Transportzwecke verwendeten Otto- und Dieselmotorkraftstoffen durch Biokraftstoffe und andere erneuerbare Kraftstoffe bis zum Jahr 2005. Dieser Anteil soll sich bis Ende 2010 auf 5,75 % erhöhen.

Die vorliegende Arbeit liefert einen Beitrag zur Beantwortung der Frage, wie die Ziele der Richtlinie in Österreich umgesetzt werden sollen bzw. können. Aufbauend auf einer Analyse der österreichischen Verkehrsflotte (Zusammensetzung, Fahrleistung, Verkehrssituationen) wird der gesamte Kraftstoffverbrauch für das Jahr 2010 abgeschätzt.

Diese Mengenabschätzung dient als Grundlage für die Ermittlung der zur Erfüllung notwendigen Biokraftstoffmenge in Österreich. Hierbei wird zwischen der Möglichkeit des Beimischens von Biokraftstoffen einerseits bzw. der Verwendung unvermischter Biokraftstoffe andererseits unterschieden. Der theoretisch mögliche Höchstbedarf an Biokraftstoffen in unvermischter Form wird auf Basis einer Analyse der Biodieseltauglichkeit der österreichischen Flotte ermittelt.

Aufbauend auf den Ergebnissen der Analyse der Einsatzmöglichkeit für Biokraftstoffe wird das Potential zur Reduktion der Treibhausgasemissionen berechnet. Neben den direkten CO<sub>2</sub>- und Treibhausgasemissionen (CH<sub>4</sub> – Methan; N<sub>2</sub>O – Lachgas) werden hierbei mittels der Durchführung einer Lebenszyklusanalyse ebenfalls vorgelagerte Prozessemissionen bei Gewinnung, Weiterverarbeitung sowie Transport der Kraftstoffalternativen bilanziert. Diese Betrachtungsweise gestattet eine umfassende Beurteilung der Treibhausgasemissionen verschiedener Kraftstoffalternativen.

## 2 METHODIK

### 2.1 Verwendete Datengrundlagen

Den Ermittlungen der Einsetzbarkeit von Biokraftstoffen in der Österreichischen Flotte liegen folgende Daten zugrunde:

- Daten der Österreichischen Luftschadstoffinventur, Datenstand 2001:
  - Fahrzeugbestand
  - Fahrleistung der Fahrzeuge (Kfz\*km)
  - Energieeinsatz
- Erstzulassungen in Österreich 2001 – nach Hersteller und Type von der Statistik Austria.
- Energieprognose 2010 (Umweltbilanz Verkehr; eigene Berechnungen)

Als Ausgangsbasis für die Berechnungen werden die Grundlagendaten der Österreichischen Luftschadstoffinventur herangezogen. Diese basieren auf Berechnungen des GLOBEMI-Modells<sup>1</sup> bezüglich der Emissionen des Verkehrssektors Österreichs. Das Modell umfasst

---

<sup>1</sup> Hausberger, St.: Globale Modellbildung für Emissions- und Verbrauchsszenarien im Verkehrssektor

eine detaillierte Analyse der Zusammensetzung der österreichischen Gesamtflotte (PKW, SNF, LNF, Motorräder/Mofas) sowie der jährlich erbrachten Fahrleistung. Diese Daten werden mit Emissions- und Verbrauchsfaktoren aus dem Handbuch der Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (siehe Kap. 2.2) verschnitten.

Diese Vorgehensweise ermöglicht eine exakte Berechnung der Emissionen sowie des Energieeinsatzes der Gesamtflotte in Abhängigkeit von Straßenkategorie sowie im Verkehrsfluss auftretenden Fahrsituationen. Um eine möglichst exakte Abbildung des Gesamtenergieeinsatzes zu ermöglichen, werden die Ergebnisse der Berechnungen mit den Verkaufsstatistiken für Erdölprodukte abgeglichen und das Modell an diesen Ergebnissen justiert.

Neben dem Energieverbrauch werden mit dem Handbuch der Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs die klimarelevanten Gase CH<sub>4</sub> (Methan) und N<sub>2</sub>O (Lachgas) bilanziert. Diese werden gemeinsam mit den CO<sub>2</sub> Emissionen zu den CO<sub>2</sub>-äquivalent Emissionen aufsummiert, welche als Maßzahl für das Treibhausgaspotential dienen.

Die Prognose des zukünftigen Energieverbrauchs wird mittels Trendfortschreibung ermittelt. Die Prognosen für den Energieverbrauch des Verkehrssektors der letzten Jahre zeigten eine deutliche Unterschätzung des tatsächlichen Kraftstoffkonsums. Während die Verkehrsleistung auf Österreichs Straßen eine jährliche Zuwachsrate von 2,5 – 3% bewegt, ist der Kraftstoffkonsum in Österreich speziell in den letzten Jahren überproportional stark angewachsen. So ist etwa von 2001 bis 2002 der Dieselkraftstoffkonsum um 10%, der Ottokraftstoffkonsum um 7% gestiegen. Um dieser Entwicklung gerecht zu werden, wurde eine Kraftstoffprognose für 2010 erstellt worden. Hierfür wurde die Kraftstoffentwicklung von 1995 bis 2010 fortgeschrieben. Die Daten wurden mit internen Abschätzungen der OMV bezüglich der Entwicklung des Kraftstoffverbrauchs bis 2005 abgeglichen.

## 2.2 Handbuch der Emissionsfaktoren

Die österreichische Gesamtflotte wurde nach den Fahrzeug-Schichten des Handbuches der Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs in Österreich eingeteilt. Das Handbuch ist ein Modell zur Ermittlung der Emissionen von Straßenverkehrsfahrzeugen. Das Modell wird in Kooperation mit Deutschland, der Schweiz und den Niederlanden entwickelt und stellt das genaueste Verkehrsemissionsmodell in Europa dar. Die Entwicklung des Handbuchs wird in Kooperation von BMVIT, BMLFUW und Umweltbundesamt erstellt, das Umweltbundesamt ist die zuständige Stelle für die nationale Koordination der Arbeiten.

Grundlage für die Modellentwicklung stellt die Messung von Emissionen an Fahrzeug am Rollenprüfstand bzw. Motorprüfstand dar. Die ermittelten Emissionen werden in Emissionsfaktoren für reale Fahrsituationen umgelegt, um eine realitätsnahe Abbildung des Schadstoffausstoßes zu erhalten.

Das Handbuch gestattet die Berechnung der Emissionen für folgende Fahrzeuggruppen:

- PKW
- Leichte Nutzfahrzeuge
- Schwere Nutzfahrzeuge (LKW, Sattelschlepper, Lastzüge)
- Busse (Linien- bzw. Reisebusse)
- Zweiräder (Mofas bzw. Motorräder)

Diese Fahrzeugklassen können weiter unterteilt werden (nach Antriebsart, Abgasstandard, Baujahr, Größenklasse), um möglichst exakte Angaben bezüglich der Emissionen eines Einzelfahrzeuges zu erhalten. Das Handbuch bietet weiters die Möglichkeit, bei fehlenden Angaben hinsichtlich der genauen Flottenzusammensetzung durchschnittliche Emissionsfaktoren gewichtet nach der österreichischen Flottenzusammensetzung und



spezifischen Fahrleistungen zu ermitteln.

Die Emissionsfaktoren können getrennt nach Fahrsituationen und Streckenneigung ermittelt werden, da dies wesentliche Einflussfaktoren für den Schadstoffausstoß darstellen. So ist es möglich, Emissionsfaktoren für verschiedene Straßenkategorien (Autobahn, Innerorts- und Außerortsstraßen) und Fahrzustände („Stop and Go“, leichte Störungen im Verkehrsgeschehen, Beschleunigungsphasen etc.) zu ermitteln. Im Handbuch sind Emissionsfaktoren unterschieden nach etwa 50 Fahrsituationen ermittelbar.

Neben den Emissionen in betriebswarmen Zustand bietet das Handbuch die Möglichkeit, Kaltstart- und Verdampfungsemissionen abzubilden. Damit präsentiert sich das Handbuch als umfassende Grundlage für die Berechnung von Straßenverkehrsemissionen in Österreich.

Die Fahrzeugkategorien werden im Handbuch für Emissionsfaktoren folgendermaßen definiert:

**PKW:** Kraftwagen für die Personenbeförderung mit einem höchst zulässigem Gesamtgewicht < 3,5t

**LNF:** Lieferwagen/leichte Nutzfahrzeuge für die Güterbeförderung mit einem höchst zulässigem Gesamtgewicht < 3,5t.

**LKW:** Fahrzeuge für die Güterbeförderung mit einem höchst zulässigem Gesamtgewicht >3,5t.

*Tabelle 1: Einteilung der Fahrzeugkategorien „PKW mit Benzinmotor“ und „PKW mit Dieselmotor“ lt. Handbuch der Emissionsfaktoren*

PKW mit Benzinmotor		PKW mit Dieselmotor	
GKat vor 1987	differenziert nach 3 Größenklassen < 1,4L, 1,4-2 L und > 2L Hubraum	konventionell vor 1986	differenziert nach 2 Größenklassen < 2 L > 2L Hubraum
GKat 1988-1990		konventionell 1986-1988	
GKat 1991-1996		Anlage XXIII	
EURO2 (ab 1997)		EURO2 (ab 1997)	
EURO3 (ab 2001)		EURO3 (ab 2001)	
EURO4 (ab 2006)		EURO4 (ab 2006)	

Tabelle 2: Einteilung der Fahrzeugkategorie „Lieferwagen/Leichte Nutzfahrzeuge mit Benzinmotor“ bzw. „mit Dieselmotor“ lt. Handbuch der Emissionsfaktoren

Lieferwagen / Leichte Nutzfahrzeuge mit Benzinmotor	Lieferwagen / Leichte Nutzfahrzeuge mit Dieselmotor
konventionell vor 1981	konventionell vor 1986
konventionell ab 1981	konventionell nach 1986 bzw. Anlage XXIII
GKat	
EURO1 (ab 1995)	EURO1 (ab 1995)
EURO2 (ab 1999)	EURO2 (ab 1997)
EURO3 (ab 2002)	EURO3 (ab 2001)
EURO4 (ab 2006)	EURO4 (ab 2006)

Tabelle 3: Einteilung der Fahrzeugkategorie „Lastkraftwagen“ lt. Handbuch der Emissionsfaktoren

LKW	
LKW 80erJr	differenziert nach Gewichtsklassen:
LKW EURO1	
LKW EURO2	
LKW EURO3	
	< 7,5 t
	7,5 – 14 t
	14 – 20 t
	20 – 28 t

## 2.3 GEMIS – Globales Emissionsmodell Integrierter Systeme

Das GEMIS Modell (Globales Emissionsmodell Integrierter Systeme) umfasst Grunddaten zu

- Bereitstellung von Energieträgern (Prozessketten- und Brennstoffdaten). Neben fossilen Energieträgern (Stein- und Braunkohle, Erdöl und Erdgas), regenerativen Energien, Hausmüll und Uran sind auch sog. nachwachsende Rohstoffe (schnellwachsende Hölzer, Chinagrass, Raps, Zuckerhirse) sowie Wasserstoff enthalten;
- Technologien zur Bereitstellung von Wärme- und Strom (Heizungen, Warmwasser, Kraftwerke aller Größen und Brennstoffe, Heizkraftwerke, BHKW...);
- Stoffen (vor allem Grundstoffe und Baumaterialien), inklusive deren vorgelagerten Prozessketten (bei Importen auch im Ausland);
- Transportprozessen, d.h. Daten für Personenkraftwagen (für Benzin, Diesel, Strom, Biokraftstoffe), Öffentliche Verkehrsmittel (Bus, Bahn) und Flugzeuge sowie über Prozesse zum Gütertransport (Lastkraftwagen, Bahn, Schiffe und Pipelines).

GEMIS berücksichtigt von der Primärenergie- bzw. Rohstoffgewinnung bis zur Nutzenergie bzw. Stoffbereitstellung alle Schritte und bezieht auch den Hilfsenergie- und Materialaufwand zur Herstellung von Energieanlagen und Transportsystemen mit ein.

Die Datenbasis enthält für alle diese Prozesse Angaben bezüglich:

- Nutzungsgrad, Leistung, Auslastung, Lebensdauer;
- Direkte Luftschadstoffemissionen (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, Halogene, Staub, CO);

- Treibhausgasemissionen (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O sowie alle FCKW/FKW);
- Feste Reststoffe (Asche, Entschwefelungsprodukte, Klärschlamm, Produktionsabfall, Abraum);
- Flüssige Reststoffe (z. B. anorganische Salze);
- Flächenbedarf;
- Kumulierte Energieaufwendungen.

Der Kumulierte-Energie-Aufwand (KEA; DRAKE 1996) ist die Summe aller Primärenergieinputs (inklusive der zur Materialherstellung), die für ein Produkt oder eine Dienstleistung aufgewendet wird. Primärenergien sind Ressourcen wie Erdöl, Sonnen- und Windenergie oder auch Uran, aus denen nutzbare Energieträger wie Heizöl, Benzin, Strom oder Fernwärme erzeugt werden. Der KEA wird bestimmt, indem für ein bestimmtes Produkt (z. B. Stahl) oder eine Dienstleistung (z. B. Raumwärme, Transport von Gütern) die gesamte Vorkette untersucht und die jeweilige Energiemenge ermittelt wird. Die Vorketten der Stromerzeugung z. B. sind die Stromtrassen, die Kraftwerke sowie die Aktivitäten (Prozesse), die zum Betrieb der Kraftwerke notwendig sind (Bergbau, Raffinerien usw.). Auch der Aufwand zur Herstellung der jeweiligen Prozesse wird im KEA erfasst.

Während etwa ein Solarkollektor die Sonne als direkte Primärenergiequelle nutzt, benötigt er zur Bereitstellung von Warmwasser noch Hilfsstrom. Darüber hinaus waren bei der Herstellung (Bau, Montage, Wartung) wiederum Aufwendungen zur Erzeugung und Verarbeitung von Aluminium, Kupfer usw. notwendig. Bei diesen Materialaufwendungen wird Energie (Strom, Prozesswärme, Treibstoffe) benötigt, zu deren Herstellung ebenfalls entsprechende Prozesse in Vorketten erforderlich sind (Kraftwerke usw.). Zur KEA-Berechnung muss der gesamte Lebensweg berücksichtigt und die hierfür nötigen Primärenergieaufwendungen erfasst werden.

Der KEA wird schon seit den 70er Jahren weltweit als Kennzahl für Energiesysteme verwendet, hat also schon einige Tradition. Anfang der 90er Jahre entwarfen Experten des Vereins Deutscher Ingenieure (VDI) mit Beteiligung des Umweltbundesamts eine Regel zur Bestimmung des KEA, die VDI-Richtlinie 4600. Darin finden sich Erklärungen, Rechenmethoden und Beispiele für KEA-Anwendungen. Sie ist Grundstein für alle heutigen KEA-Arbeiten und präzisiert den Begriff kumulierter Energieaufwand.

Eine wichtige Rolle spielt der KEA bei der Diskussion um die energetische Amortisationsdauer [VDI 1997]. Diese entspricht jener Zeit, die ein Energiesystem benötigt, um die für seine Herstellung investierte Energie durch die eigene Erzeugung wieder zu produzieren.

Die KEA-Richtlinie stellte erstmals deutlich heraus, dass der Primärenergieaufwand auch unter Umweltgesichtspunkten eine wichtige Größe ist. Auch Ökobilanzen basieren auf KEA-Daten, wobei Stoff- und Energieströme die Basis von Sachbilanzen bilden.

Kraftwerke und Heizungen, Verkehr und Industrie bewirken eine große Zahl von Umweltwirkungen. Ein erheblicher Teil der Umweltprobleme ist ursächlich mit Energie verbunden. Der Energieaufwand, den ein Produkt oder eine Dienstleistung erfordert, lässt sich relativ genau bestimmen. Die Vielzahl von Umweltwirkungen führt bei Ökobilanzen zu hohem Aufwand bei der Datenermittlung und komplexen Methoden bei der Bewertung. Da ein Großteil der Umwelteffekte aus der Energiebereitstellung und -nutzung resultiert, kann der KEA als Anhaltspunkte zur ökologischen Bewertung verwendet werden. Die erforderlichen Energiedaten können gut ermittelt und standardisiert werden.

Die Bereitstellungsemissionen sind im GEMIS 4.13 mit Länderherkunft versehen und sind somit regional zuordenbar. Dadurch ergibt sich eine genaue Aufteilung in Bereitstellungsemissionen und Emissionen, welche durch den Energieeinsatz vor Ort entstehen.

GEMIS 4.13 unterscheidet zwischen nichterneuerbaren und erneuerbaren kumulierten Energieaufwendungen und bildet daraus die Summe. Somit können auf einem Blick die Bereitstellungsemissionen für verschiedenste Systeme (z.B. Gasheizung, Holzheizung, etc.) analysiert werden.

### GEMIS 4.13 – Österreich [UBA 2002]

GEMIS-Österreich beinhaltet im Vergleich zum Basismodell GEMIS eine Weiterentwicklung der Datenbasis, insbesondere Österreichspezifische Datensätze, die eine Anwendung des Computermodells für Fragestellungen in Österreich ermöglichen. GEMIS-Österreich kann zudem Kosten analysieren – die entsprechenden Kenndaten der Brenn- und Treibstoffe sowie der Energie- und Transportprozesse (Investitions- und Betriebskosten) sind in der Datenbasis enthalten.

Mit GEMIS-Österreich können die Ergebnisse von Umwelt- und Kostenanalysen auch bewertet werden. Hierbei erfolgt eine Aggregation von klimarelevanten Schadstoffen zu so genannten CO<sub>2</sub>-Äquivalenten und die Ermittlung externer Umweltkosten, die zusammen mit den betriebswirtschaftlichen („internen“) Kosten zur Bestimmung der volkswirtschaftlichen Gesamtkosten dienen.

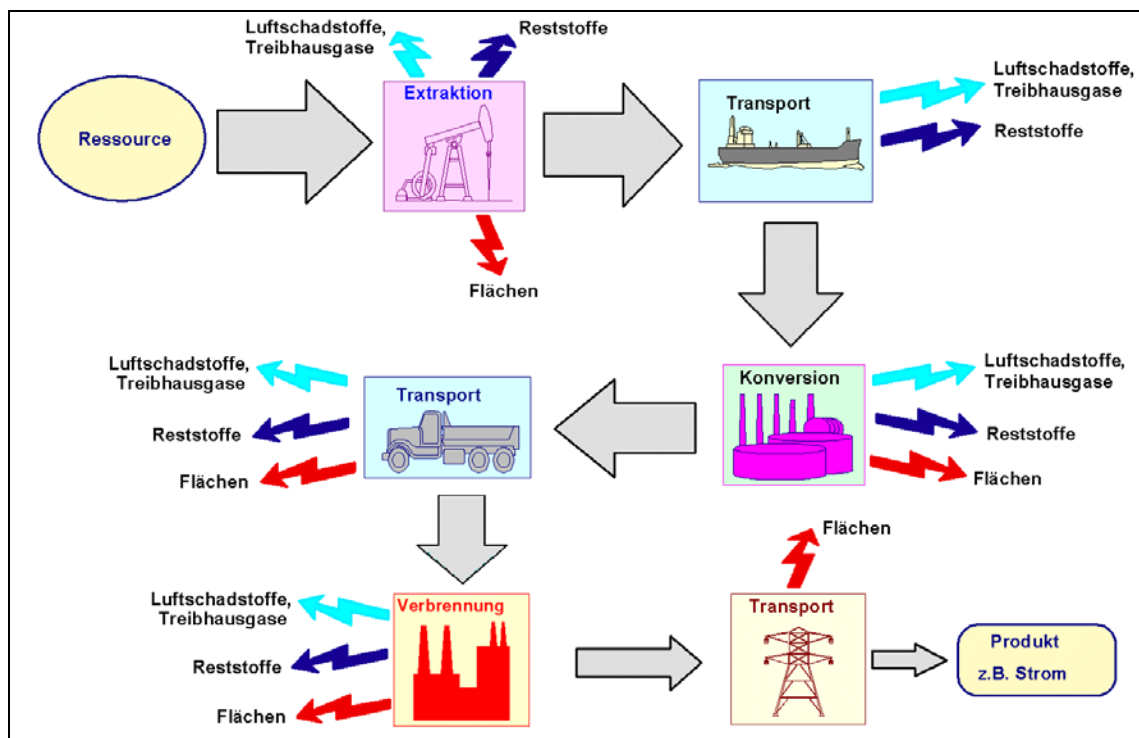


Abbildung 1: Funktionsübersicht des Computerprogramms GEMIS 4.13

### 3 BOKRAFTSTOFFE

#### 3.1 Gesetzliche Rahmenbedingungen

Durch die **Biokraftstoffrichtlinie** (Richtlinie 2003/30/EG) wurden Anfang Mai 2003 die rechtlichen Rahmenbedingungen für die vermehrte Verwendung von Biokraftstoffen geschaffen.

Zielsetzung der Richtlinie ist es, dass bis Ende 2005 ein Mindestanteil von 2% an Biokraftstoffen und anderen erneuerbaren Kraftstoffen an den gesamten für Transportzwecke verwendeten Otto- und Dieselmotoren eingesetzt wird, bis Ende 2010 soll sich dieser Anteil auf 5,75 % erhöhen.

Die Richtlinie ist bis 31.12.2004 in nationales Recht umzusetzen.

#### 3.2 Definition von Biokraftstoffen

„**Biokraftstoffe**“ sind flüssige oder gasförmige Kraftstoffe, die aus Biomasse hergestellt werden, wobei „Biomasse“ als der biologisch abbaubare Anteil von Erzeugnissen, Abfällen und Rückständen der Landwirtschaft (einschließlich pflanzlicher und tierischer Stoffe), der Forstwirtschaft und damit verbundener Wirtschaftszweige sowie der biologisch abbaubare Anteil von Abfällen aus Gewerbe und Haushalten definiert ist. (Definition lt. Biokraftstoffrichtlinie, Richtlinie 2003/30/EG)

Biokraftstoffe können in folgenden Formen bereitgestellt werden:

- (a) als reine Biokraftstoffe oder in hoher Konzentration in Mineralölderivaten,
- (b) als Biokraftstoffe, die Mineralölderivaten beigemischt wurden (gem. EN228 und EN590),
- (c) als Flüssigkeiten, die Derivate von Biokraftstoffen sind (z.B. ETBE).

#### 3.3 Betrachtete Biokraftstoffe

Folgende Kraftstoffe werden in die vorliegende Untersuchung mit einbezogen:

- FAME
- Bio-ETBE
- Bio-Ethanol

„FAME“: FAME (Fatty Acid Methyl Ester - Fettsäuremethylester) wird als Bezeichnung für Diesel aus ölhaltigen Früchten verwendet. Hierzu zählt Biodiesel aus Rohstoffen wie Raps oder Sonnenblume. Diese Ölf Früchte stellen auch den wichtigsten Rohstoff für FAME in Österreich dar. Den größten Anteil hat mit etwa 65% RME, Biodiesel aus Raps.

FAME kann als Beimischkomponente Dieselmotoren beigefügt werden. Daneben bietet sich die pure Verwendung in geeigneten Dieselmotoren an.

Bio-Ethanol: Alkohol aus stärkehaltigen Produkten, hierzu zählen etwa Rohstoffe wie Weizen oder Zuckerrübe. Bio-Ethanol kann Ottomotoren als Beimischkomponente beigefügt werden. Bis zu einem Ausmaß von 5% ist eine Beimischung aus technischer Sicht problemlos möglich, bei höherer Beimischung besteht eine Kennzeichnungspflicht der entsprechenden Kraftstoffe. Eine höhere Beimischung würde somit eigene Vertriebsinfrastruktur erfordern.

Bio-ETBE: Ethanol wird in einem industriellen Prozess zu Ethyl Tertiär Butyl Ether weiterverarbeitet. Bio-ETBE kann in Ottokraftstoffen als Ersatzprodukt für MTBE, einem Erdölprodukt zur Erhöhung der Oktanzahl, eingesetzt werden. Gemäß Biokraftstoffrichtlinie können 47% des ETBE als Biokraftstoff angerechnet werden.

Wie im Kapitel 2.3 beschrieben, werden die vorgelagerten Prozesse und die Verbrennungsemissionen in der Ökobilanz berücksichtigt. Für die Koppelprodukte, die bei der Produktion von Biotreibstoffen entstehen, werden keine Substitutionseffekte geltend gemacht. Diese Vorgangsweise wurde deshalb gewählt, da es nicht abschätzbar erscheint, ob Koppelprodukte, wie z. B. Glycerin aus der FAME-Produktion, einen geeigneten Absatzmarkt finden. Die Treibhausgasemissions-Reduktionspotentiale in den Szenarien können somit als „worst case“-Abschätzung hinsichtlich der Treibhausgasreduktion bezeichnet werden.

In den letzten Jahren ist verstärkt **Pflanzenöl** als Kraftstoff diskutiert worden. Pflanzenöl (aus den gleichen Rohstoffen wie FAME) als Kraftstoff weist gegenüber veresterten Biokraftstoffen den Vorteil auf, aufgrund des Entfalls der Weiterverarbeitung eine deutlich bessere Energiebilanz aufzuweisen als FAME. Des Weiteren wirkt Pflanzenöl im Gegensatz zu FAME nicht als Lösungsmittel.

Dem Gegenüber steht im Wesentlichen der Nachteil der hohen Viskosität von Pflanzenöl. Dies führt zu einer deutlichen Erhöhung der Drücke im Einspritzsystem und zu Schwierigkeiten insbesondere bei niedrigen Temperaturen. Der Einsatz von Pflanzenöl ist daher mit Umbauarbeiten am Motor verbunden. Der Einsatz bietet sich speziell bei Dieselmotoren mit älterer Motorentechnologie (Vorkammernmotor, Wirbelkammernmotor) an, da die zum Einsatz gelangenden Betriebsdrücke geringer sind und daher die Belastungen für Einspritzpumpe und -düsen geringer sind. Moderne Dieselmotoren mit Direkteinspritzung und hohen Betriebsdrücken erfordern einen deutlich aufwändigeren Umbau, was auch mit deutlich höheren Kosten verbunden ist.

Grundsätzlich erfordert der Einsatz von Pflanzenöl die Vorwärmung des Kraftstoffs (über 60°C), um die Fließfähigkeit des Pflanzenöls zu verbessern. Daher kommt bei den meisten Umbauten ein Zwei-Tank-System zum Einsatz, d.h. es wird Pflanzenöl und Diesel getrennt untergebracht. Vor Erreichen der notwendigen Temperatur des Pflanzenöls wird das Fahrzeug mit Diesel betrieben, anschließend kann auf Pflanzenölbetrieb umgestellt werden. Es befinden sich jedoch auch Ein-Tank-Systeme am Markt, welche mit elektrischen Zusatzheizungen und Wärmetauschern arbeiten. Der Einsatz dieser Technologie erfolgt nur bei Motoren älterer Bauart und ist nicht für Direkteinspritzer geeignet. Neben diesen Umbauten ist weiters der Einbau von gedämmten Kraftstoffleitungen, speziellen Kraftstoffpumpen sowie Kraftstoffleitungen mit größeren Querschnitten erforderlich.

Aufgrund dieser Adaptierungen beträgt der Umbaupreis für einen Dieselmotor ca. € 5.000.-. Neben diesen Kosten entsteht beim Fahrzeug aufgrund des zweiten Tanks ein Platz- und Komfortverlust, weshalb von einer weiten Verbreitung der Technologie im Straßenverkehrssektor bis 2010 nicht zu rechnen ist. Höheres Potential bietet der Off Road Sektor, speziell bei Traktoren, Baumaschinen etc. wäre ein Einsatz aufgrund der Motorentechnologie möglich. Auch hier ist jedoch mit Einschränkungen hinsichtlich der Wintertauglichkeit zu rechnen. Aus diesen Gründen ist davon auszugehen, dass Pflanzenöl in absehbarer Zeit keinen höheren Anteil an der Gesamtenergieversorgung des Verkehrssektors erringt, sondern eher in Nischenanwendungen wie stationären Arbeitsmaschinen Anwendung finden.

### 3.4 Technische Entwicklung

Der Einsatz von Biokraftstoffen in modernen Verbrennungskraftmaschinen ist weitgehend problemlos möglich. Eine Beimischmenge von 5% FAME zu Dieselkraftstoffen bzw. 5% Ethanol zu Ottokraftstoffen führt zu keiner wesentlichen Veränderung der verbrennungstechnischen Qualitäten der Kraftstoffe sowie zu keinem negativen Einfluss auf den Fahrzeugmotor.

Neben den verbrennungstechnischen Qualitäten sind jedoch einige Einflüsse der Biokraftstoffe zu beachten. Generell führt die Beimischung von Biokomponenten zu einer Verminderung der Lagerungsfähigkeit von Kraftstoffen.

Ethanol hat eine hohe Affinität zu Wasser. Ein höherer Wassergehalt erhöht die Gefahr der Korrosion an Leitungen und Lagerbehältern. Des Weiteren kann es durch das höhere spezifische Gewicht von Wasser zu einer Anreicherung des Wasser-Ethanol-Gemisches am Boden von Lagerbehältern kommen. Bei einem höheren Wassergehalt kommt es weiters zu einer Trübung des Kraftstoffs. Zur Vermeidung solcher Effekte kann es erforderlich sein, den Kraftstoffen Lösungsvermittler beizufügen. Um den Effekt der Entmischung zu vermeiden, ist die Einhaltung entsprechender Umschlagzeiten der Lagerbehälter erforderlich.

Ethanol hat weiters einen negativen Einfluss auf den Dampfdruck. Dieser erhöht sich bei einer Beimischung zu Ottokraftstoffen. Bei einer Beimischung in Höhe von 5 % ist die Erhöhung des Dampfdrucks beherrschbar. Dem gegenüber steht als positiver Effekt die Erhöhung der Oktanzahl und somit der Klopfestigkeit des Kraftstoffs.

Beim Einsatz von FAME-Produkten kommt es ebenfalls zu einer Verminderung der Lagerfähigkeit. Aufgrund einer mikrobiologischen Angreifbarkeit des Kraftstoffes ist auch beim Einsatz von Biodiesel die Häufigkeit des Lagerumschlags zu beachten. Auch diese Effekte werden bei einer Beimischung von 5 % weitgehend minimiert.

Generell ist anzumerken, dass in vielen Ländern seit Jahren sowohl Ethanol- wie auch FAME-Beimischungen (und dies im Ausmaß weit über 5 %) jahrelang erprobt sind und die Beimischung unter Beachtung einiger logistischer Vorgaben generell keine wesentlichen Probleme verursacht.

Bei einem reinen Einsatz von FAME müssen weiters einige technische Voraussetzungen erfüllt sein. Biodiesel wirkt als starkes Lösungsmittel, weshalb Dichtungen mit Kraftstoffkontakt sowie Kraftstoffleitungen aus FAME-tauglichen Materialien hergestellt werden müssen. Diese Ausrüstung wird bei einigen Herstellern bereits standardmäßig angeboten. Einige Fahrzeughersteller erteilen eine Freigabe von FAME bis zu einer Beimischmenge von 5%. Manche Hersteller weisen ihre Fahrzeuge aus Gewährleistungsgründen nicht als biodieseltauglich aus, da in Österreich gemäß Kraftstoffverordnung seit 2000 eine Beimischung von 3% FAME zu Dieselkraftstoffen gestattet ist, müssen die Fahrzeughersteller mit dem Einsatz beigemischter Biokraftstoffe im Dieselkraftstoff rechnen.

Ein wichtiger Aspekt beim Einsatz von Biokraftstoffen ist die Kraftstoffqualität. Die Qualität von FAME wird in der ÖNORM C 1190 geregelt (Anforderungen als Mischkomponente finden sich in der prEN 14214). Wesentlich ist der Verunreinigungsgrad, der Wassergehalt sowie die Kältefestigkeit von FAME. Diese Aspekte sind speziell bei der reinen Verwendung von Bedeutung, da mangelnde Biokraftstoffqualität zu motorischen Problemen führen kann. Dies betrifft speziell Schäden an der Einspritzpumpe sowie den Einspritzdüsen.

Dem gegenüber beschränken sich die Qualitätsanforderungen an Ethanol im Wesentlichen auf die Reinheit und den Wassergehalt. Diese Parameter sind in der großtechnischen Produktion problemlos zu beherrschen. Bei der Beimischung von Ethanol ist jedoch der Sauerstoffgehalt der Ottokraftstoffe zu beachten. Dieser ist mit 2,7% beschränkt. In den Ottokraftstoffsorten Normal und Super ist eine 5%ige Beimischung möglich, da den

Kraftstoffen wenig MTBE (sauerstoffhaltige Komponente) zur Erhöhung der Oktanzahl beigemischt wird. Bei der Sorte Super Plus wird MTBE im Ausmaß von etwa 13% beigemischt (max. 15% gemäß Kraftstoffverordnung), hier würde eine höhere Beimischung zu einer Überschreitung des Grenzwertes für den Sauerstoffgehalt führen. In der vorliegenden Studie wurde eine Beimischung von Ethanol zu Super Plus Kraftstoff daher nicht vorgesehen.

Auch eine reine Verwendung von Ethanol in Fahrzeugmotoren ist möglich, erfordert jedoch speziell adaptierte Motoren. Darüber hinaus wäre auch in diesem Fall der Aufbau einer eigenen Infrastruktur notwendig. Die Option wurde daher nicht weiter untersucht.

## 4 KRAFTSTOFFE IM STRAßENVERKEHR

### 4.1 Fahrzeugentwicklung 1970 – 2010

In den vergangenen Jahren ist die Zahl der Fahrzeuge im Straßenverkehr kontinuierlich gestiegen. Im Jahr 1990 betrug die Zahl der Fahrzeuge mit rund 4 Mio. Fahrzeugen bereits doppelt so viel wie im Jahr 1970, in den darauf folgenden 10 Jahren stieg die Fahrzeugzahl um eine weitere Million an und erreicht im Jahr 2001 rund 5 Mio. Fahrzeuge.

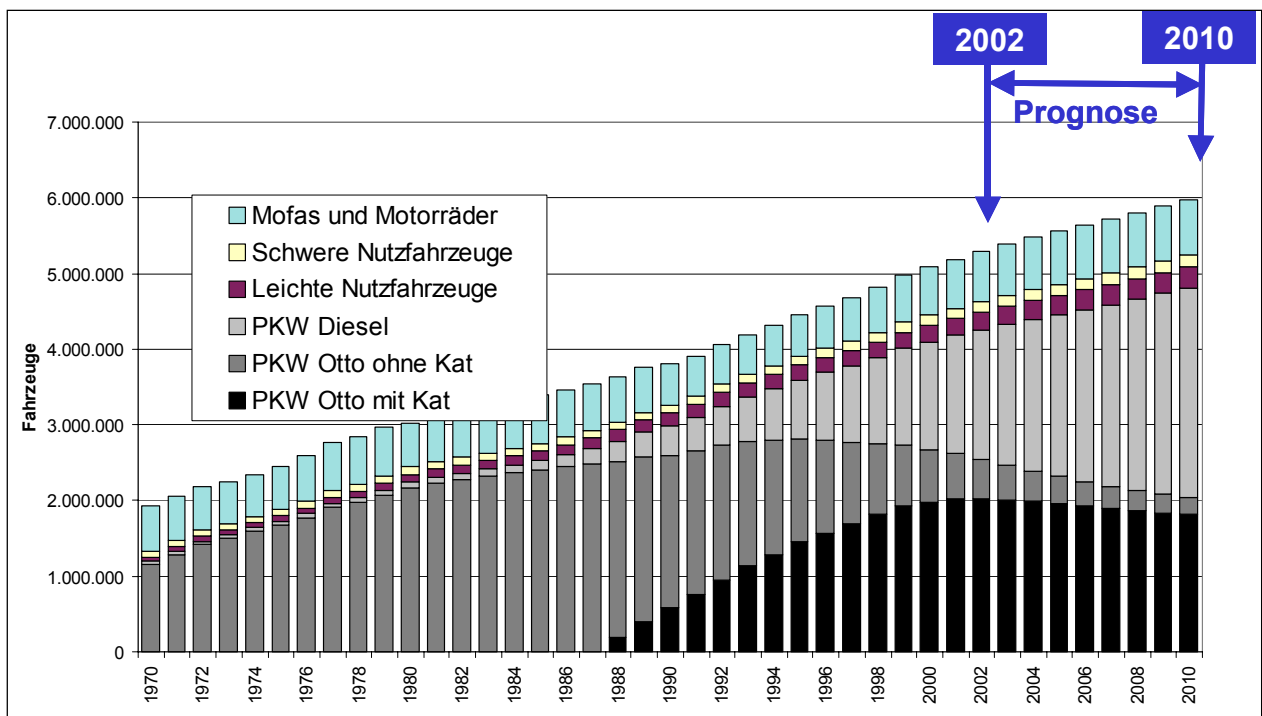


Abbildung 2: Fahrzeugentwicklung 1970 – 2010

Seit einigen Jahren ist der Trend zum Dieselfahrzeug erkennbar. Im Jahr 2002 waren bereits 70 % der neu zugelassenen Fahrzeuge dieseltreibend. Es wird somit gerechnet, dass bis zum Prognosejahr 2010 bereits mehr als die Hälfte der Fahrzeuge in Österreich dieseltreibend sind (vgl. Abbildung 2).



## 4.2 Entwicklung des Kraftstoffverbrauchs im Straßenverkehr

Entsprechend dem Trend zum Dieselfahrzeug konnte in erster Linie eine Steigerung des Dieserverbrauchs verzeichnet werden. Auch für die kommenden Jahre wird mit einem weiteren Anstieg des Dieserverbrauchs gerechnet. Im Gegensatz zu Benzin – dieser wird in erster Linie im Straßenverkehr genutzt – ist bis zu rund 20 % des Dieserverbrauchs auf den Off-Road-Bereich (Land- und Forstwirtschaft, Industrie, Haushalte, Bahn, Schifffahrt und Militär) zurückzuführen.

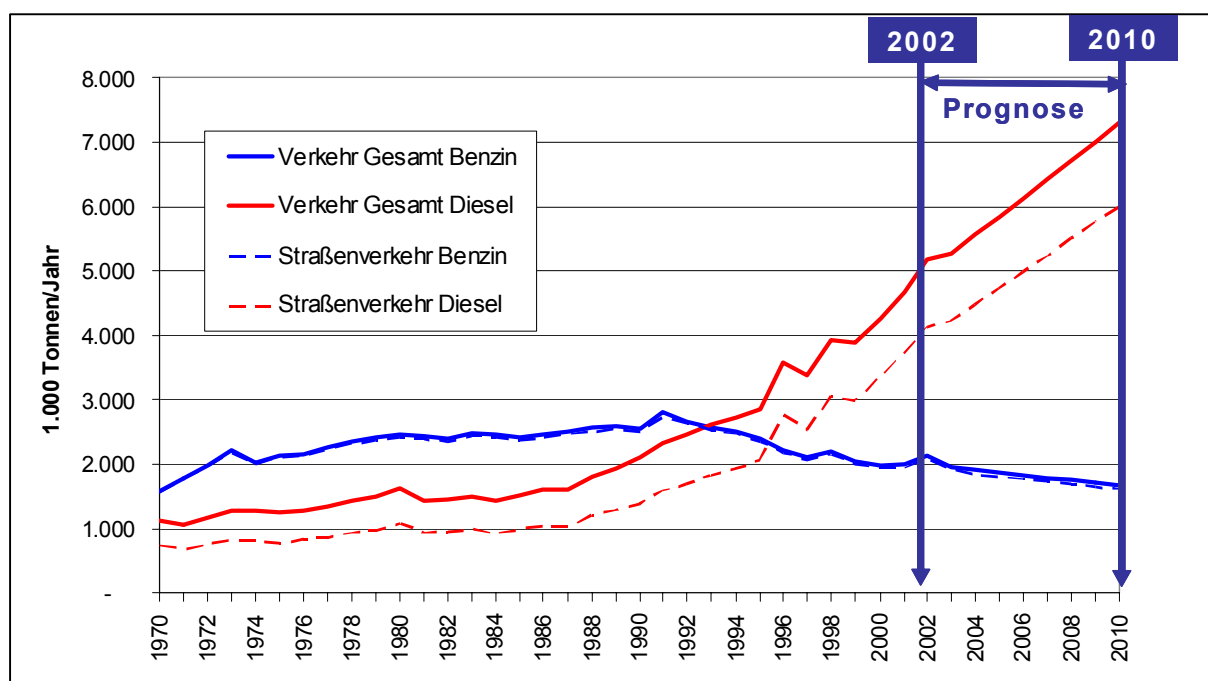


Abbildung 3: Kraftstoffverbrauch 1970 - 2010

Im Jahr 2002 lag der Benzinverbrauch durch den Verkehrssektor bei rund 2 Mio. t/Jahr, der Dieserverbrauch lag mit rund 5,2 Mio. t/Jahr bereits mehr als doppelt so hoch. Rund 4 Mio. t Diesel wurden im Straßenverkehr verbraucht. Der Hauptverbrauch ist auf PKW zurückzuführen, gefolgt von Schweren Nutzfahrzeugen.

Für das Jahr 2010 wird eine Steigerung im Dieserverbrauch im Straßenverkehr um rund 60 % auf rund 6 Mio. t/Jahr erwartet. Neben einem Anstieg im PKW-Verkehr wird besonders mit einem weiteren Anstieg im Bereich der Schweren Nutzfahrzeuge gerechnet.

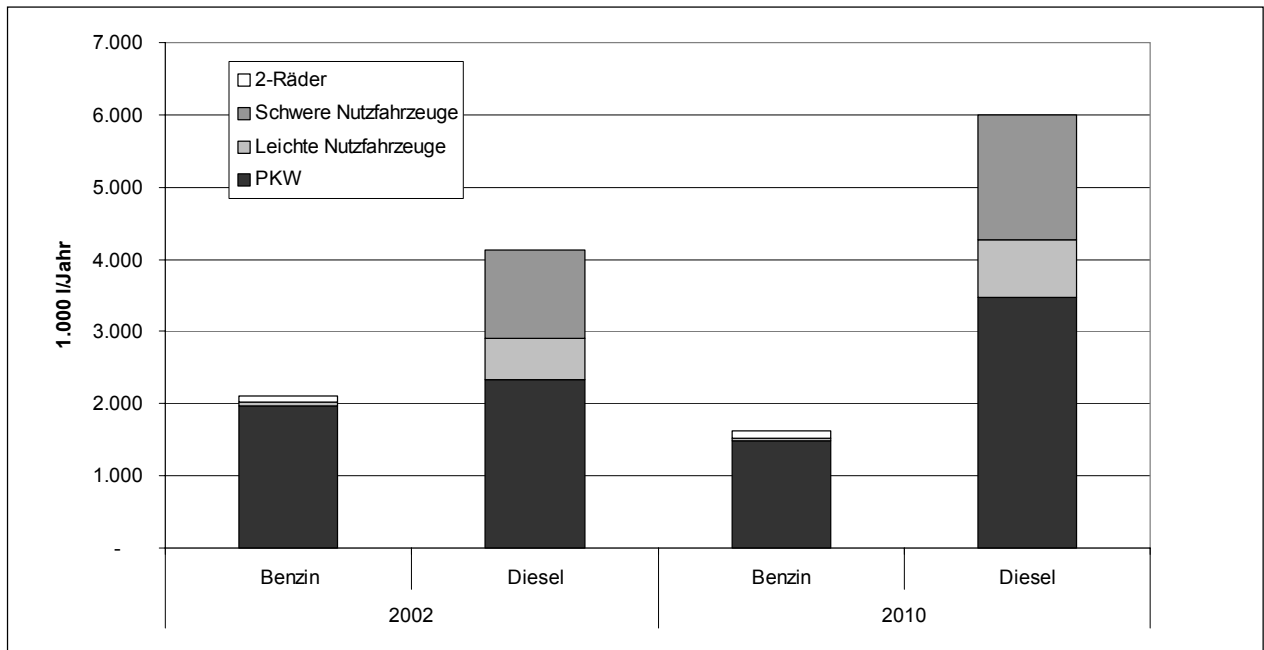


Abbildung 4: Kraftstoffverbrauch 2001 und 2010 nach Verkehrsart

### 4.3 Fahrleistungsentwicklung 1970 - 2010

Für die Berechnung und Zuordnung des Kraftstoffverbrauchs wird die Fahrleistung aus Fahrzeugbestand und Kilometerleistung ermittelt. Analog zum Fahrzeugbestand ergibt auch die Fahrleistung (KFZ\*km) einen eindeutigen Trend zum Dieselantrieb.

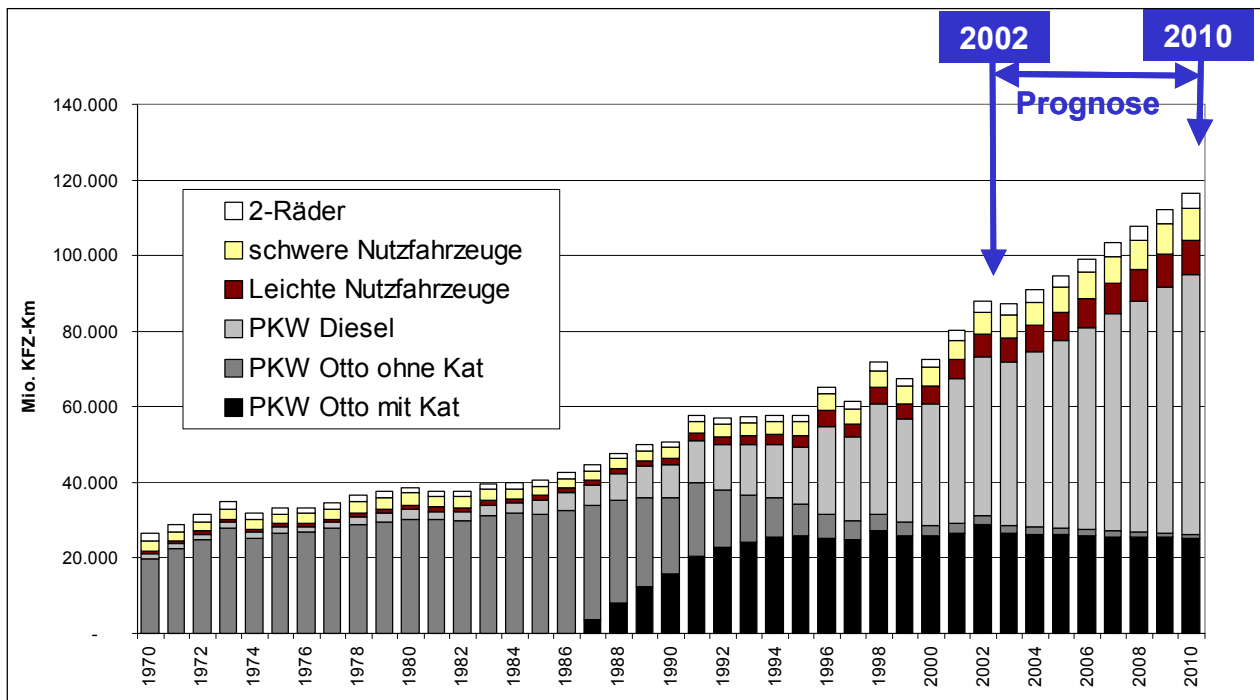


Abbildung 5: Fahrleistung 1970 – 2010

Im Jahr 2001 wurde die Fahrleistung mit rund 80.000 Mio. KFZ\*km abgeschätzt, diese wurden zu rund 85 % durch PKW verursacht. Mit rund 56 % war bereits mehr als die Hälfte der PKW-Verkehrsleistung auf dieselbetriebene PKW zurückzuführen.

Für das Jahr 2010 wird eine Verkehrsleistung von rund 118.000 Mio. KFZ\*km prognostiziert, als Hauptverursacher wird weiterhin der PKW verantwortlich sein. Folgend dem Trend zu Dieselfahrzeugen soll – entsprechend der Prognose - im Jahr 2010 rund 72 % der PKW – Verkehrsleistungen auf dieselbetriebene PKW zurückzuführen sein.

## 5 BEDARFSERMITTLUNG VON BOKRAFTSTOFFEN

### 5.1 Beimischbare Biokraftstoffe

Wie bereits ausgeführt (vgl. Kap. 3.3. und 3.4.) ergeben sich hinsichtlich der Verwendung von Biokraftstoffen einige Qualitätsanforderungen speziell hinsichtlich Reinheit, Wassergehalt und – im Fall von FAME – der Kältefestigkeit der Kraftstoffe. Eine Beimischung alternativer Kraftstoffe bis zu einem Ausmaß von 5% ist aus verbrennungstechnischer Sicht sowohl bei FAME wie auch Ethanol problemlos möglich. Darüber hinaus gestatten die einschlägigen Normen hinsichtlich der Qualität von Kraftstoffen eine 5%ige Beimischung ohne Kennzeichnungspflicht. Für die vorliegende Untersuchung wurden daher folgende Beimischoptionen gewählt:

- 5% FAME zu Dieselkraftstoff
- 5% Ethanol zu Ottokraftstoff
- Ersatz derzeitige Menge MTBE durch ETBE (2,75 %)
- maximaler Einsatz ETBE in Ottokraftstoff

Die beimischbare Menge ETBE wurde über eine Auswertung des derzeitigen MTBE Gehalts (Kraftstoffanalyseprotokolle Erdölinstitut) von Ottokraftstoffen ermittelt. Für den maximalen Einsatz von ETBE wird eine Beimischung von 15% ETBE zu sämtlichen Ottokraftstoffsorten angenommen.

Die entsprechenden Biokraftstoffmengen wurden über die hochgerechnete Gesamtmenge Kraftstoff für 2010 sowie über durchschnittliche Energieinhalte der Kraftstoffoptionen ermittelt. Angenommen wurde, dass die Fahrleistung 2010 bei sämtlichen Kraftstoffoptionen unverändert bleibt. Aufgrund der unterschiedlichen Energieinhalte der Kraftstoffe ergibt sich ein mengenmäßig leicht erhöhter Verbrauch gegenüber dem reinen Einsatz fossiler Kraftstoffe. Im Fall von ETBE wurde der Energieinhalt aus jenem für Ethanol und Isobutylen zusammengesetzt. Es wurde hierbei (gemäß Biokraftstoffrichtlinie) von einem Volumsprozentanteil von 47% Bio-Ethanol in ETBE ausgegangen.

#### 5.1.1 Hohe Beimischraten

Theoretisch lassen sich Biokraftstoffe in beliebigem Verhältnis zu herkömmlichen Kraftstoffen beimischen. Hierzu ist jedenfalls anzumerken, dass es bei einer Beimischung von Biokomponenten im Ausmaß von über 5 % generell einer Kennzeichnungspflicht unterliegen. Dies würde bedeuten, dass für den Vertrieb dieser Kraftstoffe eine eigene Infrastrukturschiene errichtet werden müsste. Weiters ergeben sich durch eine verstärkte Beimischung in Kraftstoffsorten für spezielle Einsatzzwecke keine Vorteile hinsichtlich Verbrennungstechnologie bzw. Umweltauswirkungen. Eine Beimischung von 5 % Biokraftstoffen ist gemäß Kraftstoffqualitätsnormen, welchen auch die Automobilhersteller

zugestimmt haben, gestattet. Somit kann es in Fällen von eventuell auftretenden Schäden (unter der Voraussetzung normgerechter Kraftstoffe) auch nicht zu Haftungsfragen betreffend der Kraftstoffqualität kommen.

Im Fall von Ethanol erfordert eine Beimischrate über etwa 10% eine Adaptierung der Motorentechnologie. Dies bedeutet höhere Kosten und somit eine geringere Wettbewerbsfähigkeit entsprechender Fahrzeuge. Die großflächige Einführung der Technologie erscheint aus diesem Grund zumindest bis 2010 als unrealistisch.

Dem gegenüber erfordert eine Beimischung von Biodiesel in höherem Ausmaß (in einigen Ländern wird FAME im Ausmaß von 30 % beigemischt) zumindest bei für den Einsatz freigegebenen Fahrzeugen keine weiteren Adaptierungen. Als Einsatzzweck für solche Kraftstoffmischungen würden sich somit jene Sektoren anbieten, in welchen eine hohe Rate biodieseltauglicher Fahrzeuge vorhanden ist – hierzu zählen speziell schwere Nutzfahrzeuge, Flotten sowie der Off Road Bereich. Eine Abschätzung der hierfür erforderlichen Mengen sowie des Beitrages zur Erfüllung der Biokraftstoffrichtlinienziele ebenso wie der Auswirkungen auf die Treibhausgasemissionen lässt sich aus der Berechnung der Auswirkungen der unvermischten Verwendung in diesem Bericht durchführen.

## 5.2 Unvermischte Biokraftstoffe

### 5.2.1 Technisches Potenzial der österreichischen Straßenverkehrsflotte für Biodiesel

Bei der Untersuchung des Potentials der Flotte für den Einsatz von unvermischten Biokraftstoffen wird nur der Einsatz von Biodiesel betrachtet. Dies deshalb, da eine Verwendung von reinem Ethanol als Kraftstoff eine umfangreiche Adaptierung des Motors erforderlich macht, was eine Einführung von Ethanol als Kraftstoff deutlich erschwert.

#### Personenkraftwagen

Zur Ermittlung des technischen Potenzials für Biokraftstoffe wurden die Hersteller jener Automarken mit dem höchsten Absatz in den vergangenen Jahren bzgl. der Biodieseltauglichkeit ihrer Fahrzeuge befragt. Weiters wurden Zusammenstellungen bzgl. der Freigabe der Fahrzeuge<sup>2</sup> herangezogen.

Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die Strategien der wichtigsten Fahrzeughersteller.

Tabelle 4: Garantierte Biodieseltauglichkeit – Strategien wichtiger PKW-Hersteller

(weitgehend) alle Dieselfahrzeuge biodieseltauglich	Audi, VW, Seat Peugeot (max. 30% RME-Mischung)
teilweise biodieseltaugliche Fahrzeuge freigegeben	Volvo, Mercedes
Biodieseltauglichkeit als Sonderausstattung möglich	BMW
bisher keine Freigabe	Opel, Renault, Ford, Toyota

<sup>2</sup> Internetrecherche: [www.biodiesel.at](http://www.biodiesel.at), [www.biodiesel.de](http://www.biodiesel.de), [www.ufop.de](http://www.ufop.de)

Stellt man diese Angaben den Neuzulassungen aus dem Jahr 2001<sup>3</sup> gegenüber, so ist ersichtlich, dass im Jahr 2001 mit rund 25 % rund ein Viertel der PKW-Neuzulassungen freigegeben waren, das sind rund 40 % der neu zugelassenen Dieselfahrzeuge.

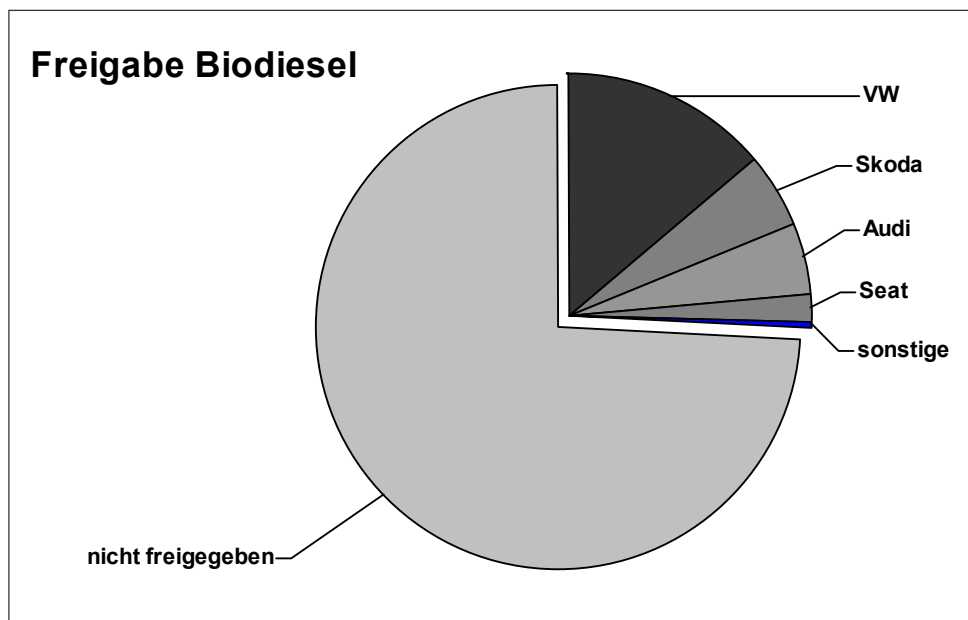


Abbildung 6: Freigabe für Biodiesel der Neuzulassungen 2001 (alle Fahrzeuge)

Für die Ermittlung der Biodieseltauglichkeit des Bestandes werden folgende Annahmen getroffen:

- 1996 - 1999: rund 30 % der neu zugelassenen Dieselfahrzeuge sind biodieseltauglich
- 2000 – 2005: rund 40 %
- 2006 – 2010: Erhöhung des Anteils auf rund 50 % der neu zugelassenen Fahrzeuge

Für das Jahr 2010 kann somit ein Potenzial von rund 670.000 PKW, die garantiert biodieseltauglich sind, abgeschätzt werden, das sind rund ein Viertel der Dieselfahrzeuge zu diesem Zeitpunkt bzw. rund 15 % des für das Jahr 2010 abgeschätzten PKW-Bestandes (Benzin+Diesel).

Umgelegt auf die Fahrleistungen wird für das Jahr 2010 ein Maximum von rund 30.300 Mio. Fzg\*km erwartet, das sind rund 40 % der Fahrleistungen der Dieselfahrzeuge bzw. rund ein Drittel der Fahrleistung aller PKW.

<sup>3</sup> Statistik Austria, Statistik der Kraftfahrzeuge. Neuzulassungen Jahresübersicht 2001.

Tabelle 5: Fahrleistungen biodieseltauglicher PKW – Prognose 2010

2010	PKW		
	Gesamt		biodiesel- tauglich
	Otto	Diesel	
Pre ECE	82	80	-
ECE 15/00	45	43	-
ECE 15/01	66	32	-
ECE 15/02	66	37	-
ECE 15/03	148	49	-
ECE 15/04	445	345	-
US 83	1.115	1.472	-
Gesetz A	528	1.428	-
EURO 2	2.200	7.713	2.314
EURO 3	5.368	21.592	8.637
EURO 4	12.237	39.892	19.347
<b>Gesamt</b>	<b>22.301</b>	<b>72.682</b>	<b>30.298</b>

### Nutzfahrzeuge

Analog zur Ermittlung des Potenzials für PKW erfolgte die Abschätzung für die Fahrzeuggruppen „Leichte und Schwere Nutzfahrzeuge“.

Biodieseltaugliche Nutzfahrzeuge werden derzeit von DAF, Iveco, MAN, Mercedes und Steyer Nutzfahrzeuge AG auf dem Markt vertrieben.

Die „Biodieseltauglichkeit“ der **leichten Nutzfahrzeuge** liegt im Jahr 2001 bei rund 10 % der Neuzulassungen an Dieselfahrzeugen. Somit werden folgende Annahmen für die weiteren Berechnungen getroffen:

- 1996 - 1998: rund 5 % der neu zugelassenen Dieselfahrzeuge sind garantiert biodieseltauglich
- 1999 – 2005: rund 10 %
- 2006 – 2010: Erhöhung des Anteils auf rund 20 % der neu zugelassenen Fahrzeuge

Das Potenzial an biodieseltauglichen leichten Nutzfahrzeugen liegt bei rund 33.000 Fahrzeugen, d.s. rund 12 % aller Nutzfahrzeuge. Auf die Fahrleistung bezogen wird mit einem Potenzial von rund 6.000 Mio. KFZ\*km gerechnet.

Tabelle 6: Fahrleistungen biodieseltauglicher Leichter Nutzfahrzeuge – Prognose 2010

2010	LNF		
	Gesamt		biodieseltauglich
	Otto	Diesel	
Pre ECE	1	1	-
ECE 15/00	2	1	-
ECE 15/01	3	2	-
ECE 15/02	5	4	-
ECE 15/03	9	16	-
ECE 15/04	21	87	-
US 83	28	461	-
Gesetz A	15	278	-
EURO 2	33	1.016	67
EURO 3	50	2.704	270
EURO 4	66	4.377	5.639
<b>Gesamt</b>	<b>233</b>	<b>8.946</b>	<b>5.976</b>

Die Biodieseltauglichkeit **schwerer Nutzfahrzeuge** ist im Jahr 2001 mit rund 50 % gegeben. Lt. Angaben der Hersteller sind bereits ab 1990 (Steyer Nutzfahrzeuge AG) bzw. tw. ab 1988 (Mercedes) biodieseltaugliche Fahrzeuge auf dem Markt. Folgende Annahmen werden für Schwere Nutzfahrzeuge getroffen:

- 1988 - 1990: rund 5 % der neu zugelassenen Dieselfahrzeuge sind biodieseltauglich
- 1990 - 1997: rund 10 % der neu zugelassenen Dieselfahrzeuge sind biodieseltauglich
- 1998 – 2005: rund 50 %
- 2006 – 2010: Erhöhung des Anteils auf rund 60 % der neu zugelassenen Fahrzeuge

Tabelle 7: Fahrleistungen biodieseltauglicher Schwerer Nutzfahrzeuge – Prognose 2010

2010	Schwere Nutzfahrzeuge								
	Solo-LKW			SZ+LZ		Busse		gesamt	
	Gesamt		biodieseltauglich	gesamt	biodieseltauglich	gesamt	biodieseltauglich	gesamt	biodieseltauglich
	Otto	Diesel		Diesel		Diesel			
Pre Euro 1	0	202	11	158	9	74	3	434	23
Euro 1	0	81	8	71	7	28	3	180	18
Euro 2	0	511	200	515	206	162	64	1.188	470
Euro 3	-	785	392	963	482	160	80	1.909	954
Euro 4	-	834	475	1.292	739	145	82	2.272	1.297
Euro 5	-	817	490	1.448	869	125	75	2.390	1.434
<b>Gesamt</b>	<b>0</b>	<b>3.230</b>	<b>1.577</b>	<b>4.448</b>	<b>2.312</b>	<b>694</b>	<b>308</b>	<b>8.373</b>	<b>4.197</b>

Für das Jahr 2010 wird eine Biodieseltauglichkeit von rund 70.000 Schweren Nutzfahrzeugen erwartet. Bezogen auf die Fahrleistung wird mit rund 4.200 Mio. Fzg\*km gerechnet.

### Fahrleistung biodieseltauglicher Fahrzeuge im Straßenverkehr 2010

Die folgende Abbildung gibt einen Überblick über die Fahrleistungsanteile biodieseltauglicher Fahrzeuge in Österreich für 2010.

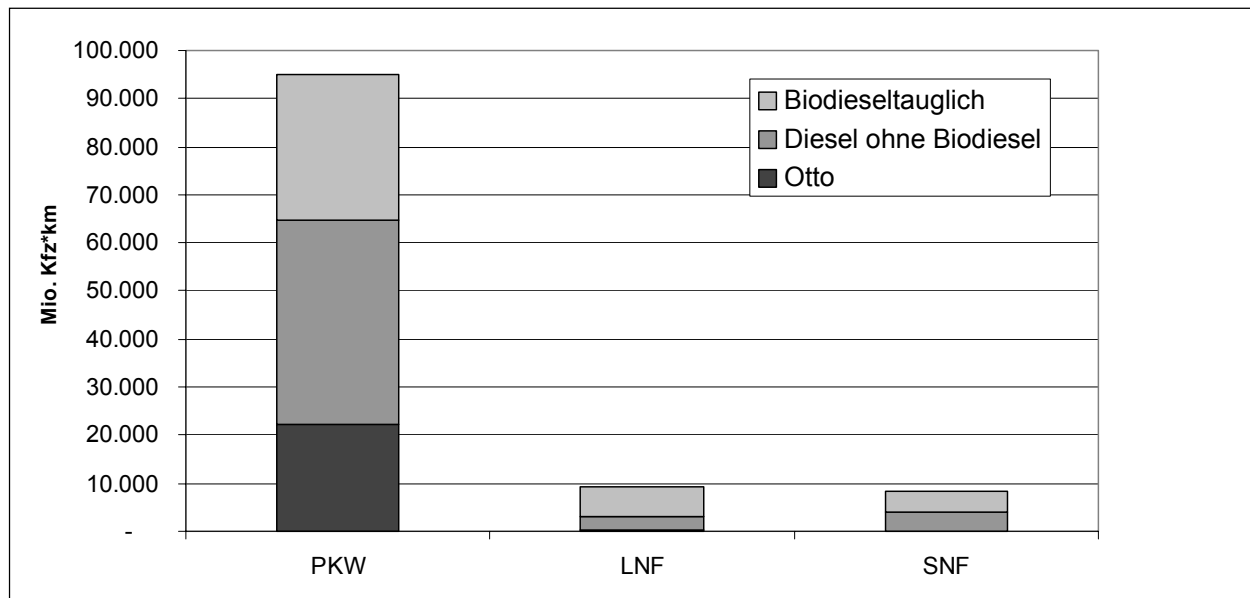


Abbildung 7: Fahrleistungen nach Fahrzeugtyp, Schätzung für 2010 (Mio. Fzg\*km)

Insgesamt wird mit einer Fahrleistung von rund 40.500 Mio. Fzg\*km gerechnet, die mit Biodiesel betrieben werden kann. Das ist rund ein Drittel der Gesamtfahrleistung in Straßenverkehr.

#### 5.2.2 Szenario „maximal absetzbare Höchstmenge unvermischter Biokraftstoffe - Straßenverkehr“

Aus den abgeschätzten Fahrleistungen lässt sich die benötigte Menge an Biokraftstoffen ableiten. Hierbei wird der Fahrleistungsanteil der einzelnen Fahrzeugkategorien betrachtet.

Bei der Berechnung der Biodieselmenge wird ein Zuschlag von +5 % angenommen, um Mehrverbräuche aufgrund des niedrigeren Energieinhaltes von FAME zu berücksichtigen.

Tabelle 8: Abschätzung der maximal absetzbaren Höchstmenge an Biodiesel

2010	Fahrleistung in Fzg*km		FAME in 1.000 t/Jahr
	Diesel	FAME-tauglich	
PKW	72.682	30.298	1.437
LNF	8.946	5.976	538
SNF	8.372	4.197	861
<b>gesamt</b>	<b>90.000</b>	<b>40.471</b>	<b>2.836</b>



Daraus ergibt sich eine theoretisch absetzbare Höchstmenge an FAME von ~ **2,8 Mio. Tonnen** im Jahr 2010.

### 5.2.3 Technisches Potenzial der österreichischen Off-Road Flotte für Biokraftstoffe

Rund 15 % des gesamten Treibstoffverbrauchs in Österreich können dem „Off-Road“-Sektor zugerechnet werden. Hierzu zählen neben Bahn, Schifffahrt u.a. der Transport in der Land- und Forstwirtschaft (Traktoren,...), in Industrie, Haushalt und Militär.

In der Prognose für das Jahr 2010 wird diesem Sektor ein Treibstoffverbrauch von rund 1,3 Mio. t / Jahr zugeordnet. Etwa 96% des Treibstoffverbrauchs des Off-Road Sektors entfallen auf Dieselkraftstoff.

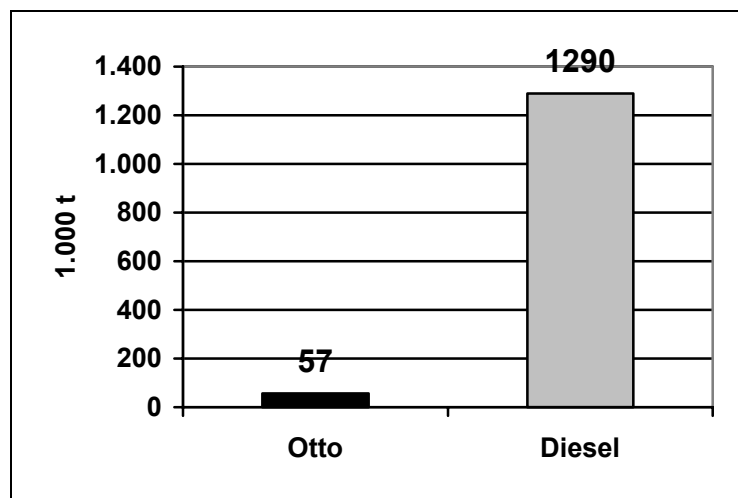


Abbildung 8: Verbrauch Off-Road 2010

Rund 55 % des Dieserverbrauchs im „Off-Road“-Sektor sind derzeit auf die Land- und Forstwirtschaft zurückzuführen. (Pischinger, 2000)

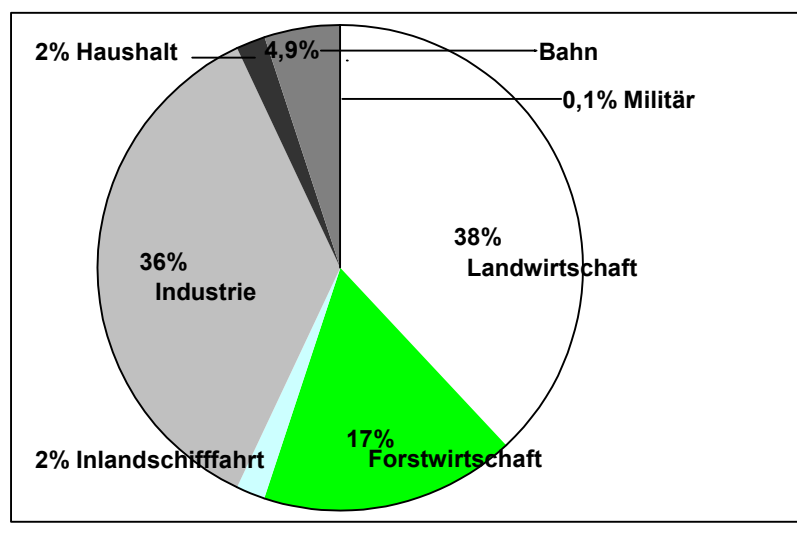


Abbildung 9: Prozentuelle Aufteilung des Dieserverbrauchs im Off-Road-Bereich nach Kategorien

Die weitaus größte Verbrauchergruppe im Off-Road Sektor stellen Traktoren dar: in der Landwirtschaft sind rund 92 % des Dieserverbrauchs auf Traktoren zurückzuführen, in der Forstwirtschaft liegt der entsprechende Anteil bei rund 98 %. Somit werden rund 52 % des gesamten Dieserkraftstoffverbrauchs im Off-Road Verkehr für Traktoren aufgewendet. Dies entspricht einer Menge von rund 666.000 t/Jahr.

Die Biodieseltauglichkeit liegt im Bereich der Traktoren deutlich höher als bei den PKW. Unter Verwendung des vorhandenen Datenmaterials der Statistik Austria bezüglich Neuzulassungen und der Angaben über die Biodieseltauglichkeit der Hersteller ([www.ufop.de](http://www.ufop.de)) wird abgeschätzt, dass 70 % der Flotte im Jahr 2010 biodieseltauglich ist.

Neben Traktoren im Land- und Forstwirtschaftssektor präsentiert sich der Industriesektor aufgrund des Anteils von 36 % am Gesamtdieserverbrauch im Off-Road Verkehr als potentieller Absatzmarkt. Der Verbrauch verteilt sich hauptsächlich auf Dieselmotoren mit einer Leistung > 80KW in der Industrie sowie der Bauwirtschaft. Eine weitere große Gruppe bilden die Motoren < 80 kW in der Bauwirtschaft.

Generell kann man auch in diesem Segment aufgrund der Bestandsstruktur und des hohen Anteils an Motoren mit einfacher Technologie und geringer Leistungsdichte von einer hohen Rate an biodieseltauglichen Motoren ausgegangen werden.

Auf Basis dieser Annahmen ergibt sich (unter Annahme einer Verbrauchserhöhung um 5%) ein mögliches Substitutionspotential von 70 % Dieserkraftstoff durch rund 490.000 t Biodiesel. Auf Basis der Berechnungen der vorliegenden Studie würde dies bedeuten, dass mit einer Umstellung der Traktorflotte im land- und forstwirtschaftlichen Bereich ca. 4,8% des Gesamtkraftstoffaufkommens in Österreich durch Biokraftstoffe abgedeckt werden kann. Dies verdeutlicht das hohe Potential des puren Biodieseleinsatzes in Flotten speziell im Off Road Sektor.

### **5.3 Biokraftstoffmengen**

Über die Prognose des Kraftstoffverbrauchs sowie die Analyse der österreichischen Fahrzeugflotte lässt sich eine Abschätzung der benötigten Biokraftstoffmengen für 2010 vornehmen. Errechnet wird die Menge über den Energieinhalt der Kraftstoffe. Es wurde angenommen, dass die Fahrleistung auch bei Einsatz der Biokraftstoffe konstant bleibt, was nur durch eine Beibehaltung der Gesamtenergiemenge abbildbar ist.

Kraftstoffverbrauchsschwankungen, welche sich durch unterschiedlich hohen Energieinhalt der Biokraftstoffe ergeben, wurden in der Berechnung berücksichtigt.

Die folgenden Abbildung geben einen Überblick über die benötigten Mengen an Biokraftstoffen im Jahr 2010 zur Erreichung der angegebenen Beimischmengen sowie des energetischen Anteils der Biokraftstoffe am Gesamtenergieverbrauch.

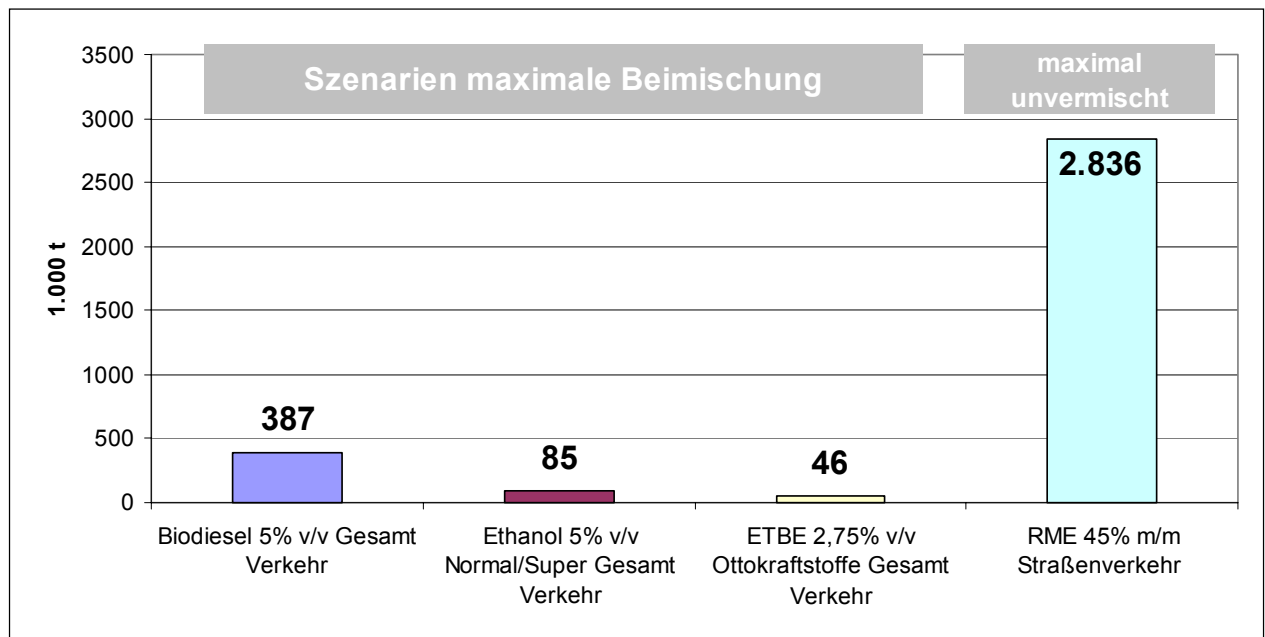


Abbildung 10: Bedarf an Biokraftstoffen 2010 nach Szenarien

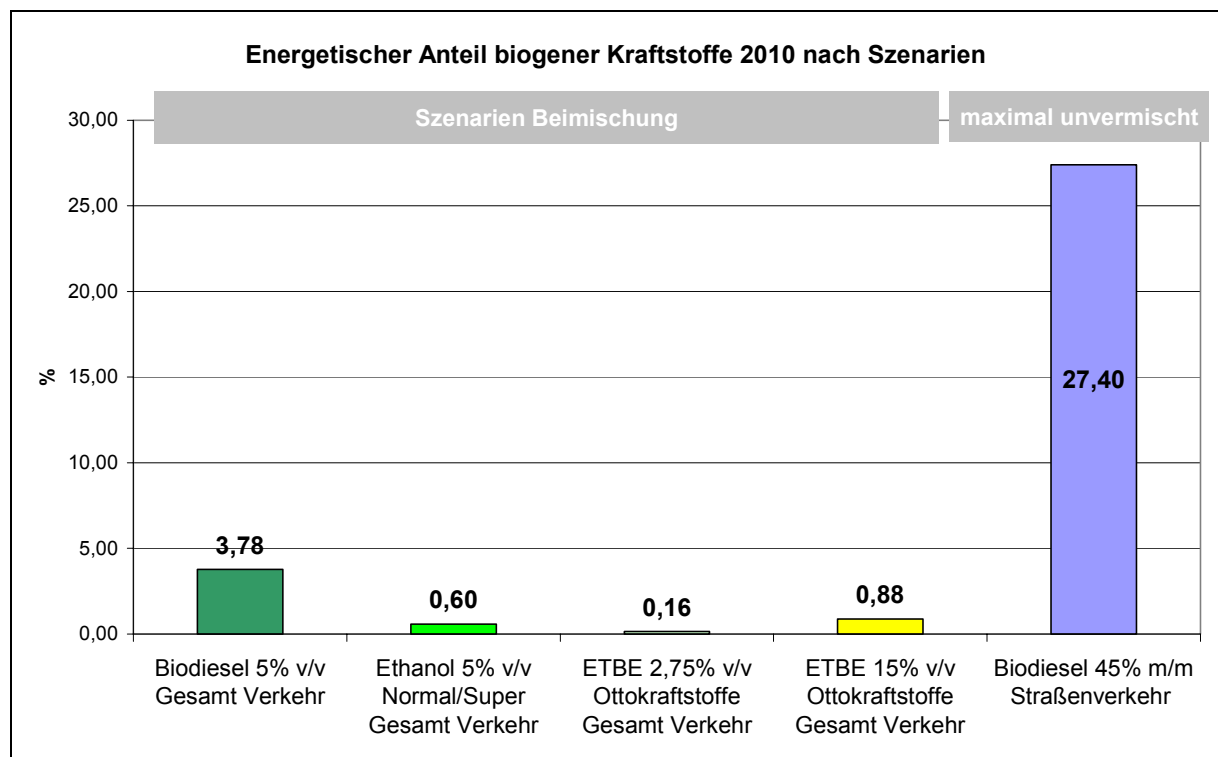


Abbildung 11: Energetischer Anteil an Biokraftstoffen am Gesamtenergieverbrauch 2010 nach Szenarien

Die Analyse führt zu dem Ergebnis, dass die Erreichung des Zieles der Biokraftstoffrichtlinie von 5,75 % für 2010 mit großen Anstrengungen verbunden sein wird. Die Beimischung von Ethanol bzw. ETBE leistet einen verhältnismäßig geringen Anteil an der Erreichung des Richtlinienziels. Der Grund hierfür liegt einerseits im schrumpfenden Markt für Ottokraftstoffe, andererseits am geringen Energieinhalt von Ethanol. Den höchsten Beitrag leistet der Ersatz von MTBE durch ETBE verbunden mit einer Steigerung des ETBE-Gehaltes sämtlicher Ottokraftstoffsorten auf 15%. Mit dieser Maßnahme lassen sich 0,88 % des Gesamtenergiebedarfs des Verkehrssektors durch Biokraftstoff substituieren. Weiters werden durch die Verarbeitung des Ethanols zu ETBE die produktspezifischen unerwünschten Eigenschaften von Ethanol (Wasserbindung, Trübungseffekte, Entmischungseffekte) minimieren.

Ein deutlich höheres Potential zur Erreichung der Ziele der Biokraftstoffrichtlinie weist demgegenüber Biodiesel auf. Dies beruht in erster Linie auf der starken Zunahme des Dieselabsatzes in Österreich sowie einem in Vergleich zu Ethanol höheren Energieinhalt von Biodiesel. Eine 5 %-ige Beimischung von Biodiesel zu Dieselmotoren führt zu einer Substitution von 3,78 % des Energieverbrauchs des Verkehrssektors durch Biokraftstoff.

Eine Beimischung von Biodiesel einerseits sowie Bio-Ethanol im Ausmaß von 5 % bzw. ETBE im Ausmaß von 15 % andererseits reicht jedoch nicht aus, das Biokraftstoffrichtlinienziel von 5,75 % zu erreichen. Die maximale Substitution fossiler Kraftstoffe erfolgt bei einer Beimischung von 5 % Biodiesel sowie zusätzlich 15 % ETBE. Die Kombination dieser Beimischvarianten führt zu einem energetischen Biokraftstoffanteil von 4,66 %.

Um eine Umsetzung der Biokraftstoffrichtlinie am Verkehrssektor zu erreichen wird es somit notwendig sein. Biokraftstoffe in höherem Ausmaß beizumischen bzw. in reiner Form auf den Markt zu bringen. Eine höhere Beimischrate erfordert die Errichtung einer eigenen Infrastrukturschiene, da Kraftstoffe mit Beimischraten über 5 % der Kennzeichnungspflicht unterliegen. Für höhere Beimischraten bzw. als unvermischten Biokraftstoff bietet sich Biodiesel an, da Ethanol (ab 10 % Beimischung) eine Umstellung der Motorentechnologie verlangt, während Biodiesel in bestehenden Flotten eingesetzt werden kann.

Für den Einsatz von Kraftstoffen mit hohen Beimischraten bzw. unvermischten Biokraftstoffen bieten sich in erster Linie Kraftfahrzeugflotten an. Eine Analyse zeigt, dass sowohl im Straßenverkehr wie auch am Off Road Sektor ein beträchtliches Potential für den Einsatz von Biodiesel zur Verfügung steht.

## 6 TREIBHAUSGASEMISSIONEN

### 6.1 Treibhausgasemissionen der Szenarien

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen bzw. die CO<sub>2</sub>-Äquivalent-Emissionen (jeweils mit und ohne vorgelagerte Emissionen) wurden für folgende Szenarien mit GEMIS-Österreich berechnet:

- Beimischung von max. 5 % FAME (Biodiesel) zu Dieselmotoren
- Beimischung von max. 5 % Bio-Ethanol zu Ottokraftstoffen
- Ersatz von derzeit eingesetztem MTBE durch Bio - ETBE (derzeitiger durchschnittlicher MTBE-Einsatz: 2,75 % v/v)
- Maximal möglicher Bio – ETBE Einsatz (15 % v/v)
- Unvermischter Einsatz von FAME – maximaler Einsatz von FAME laut Herstellerbefragung in der österreichischen Flotte

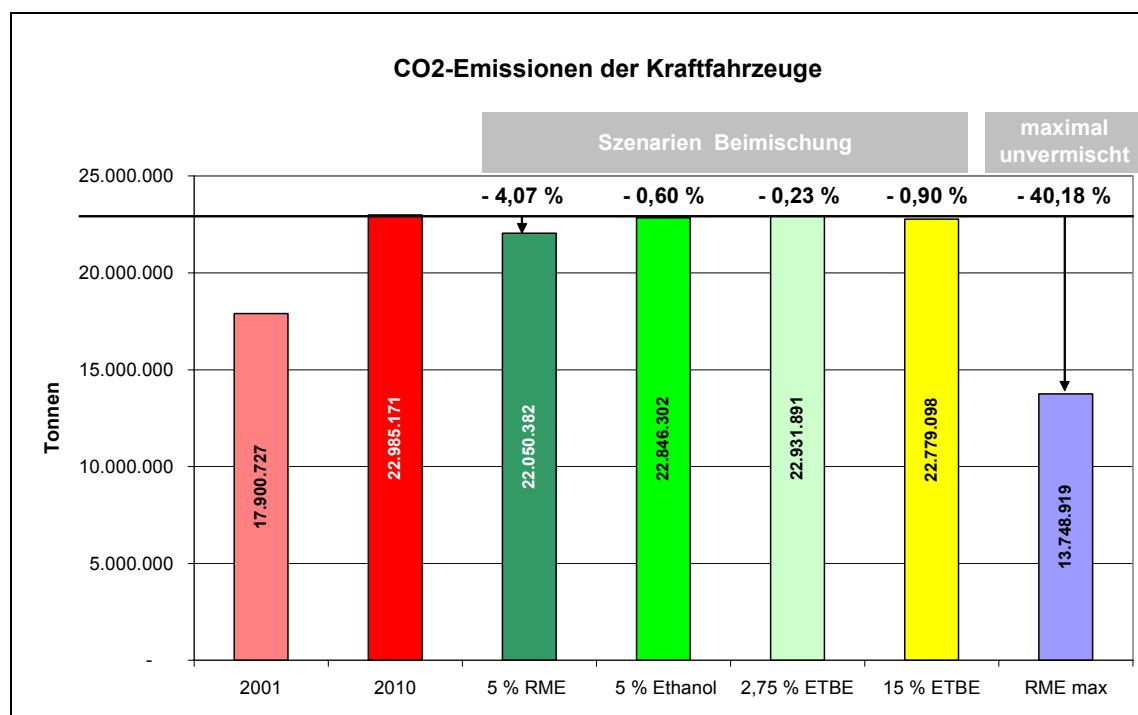


Abbildung 12: CO<sub>2</sub>-Emissionen der Kraftfahrzeuge 2001 und 2010 nach Szenarien

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen für das Jahr 2001 wurden mit GEMIS-Österreich berechnet und mit den Emissionswerten der OLI überprüft. Durch die große Anzahl an Dieselfahrzeugen im Jahr 2010 ergibt sich beim Szenario „5 % RME“ Reduktionen der CO<sub>2</sub>-Emissionen in Österreich von rund 4,1 %.

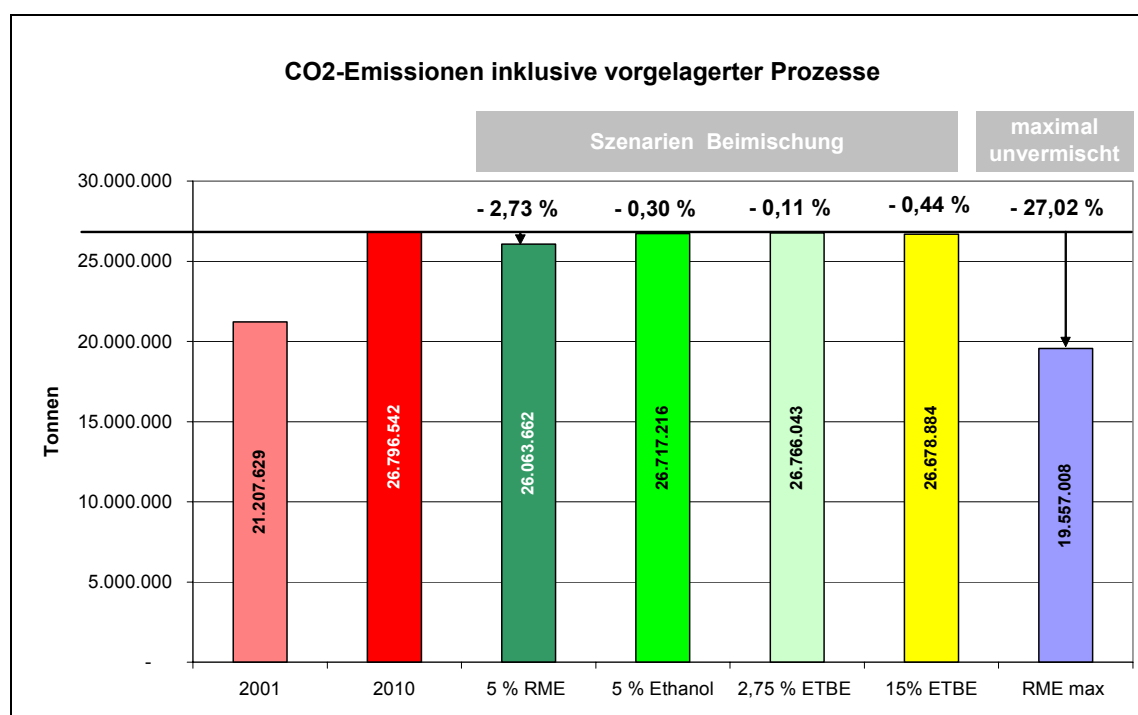


Abbildung 13: CO<sub>2</sub>-Emissionen inkl. Vorprozessen 2001 und 2010 nach Szenarien

Die Ermittlung der Treibhausgasemissionen zeigt, dass bei einer Beimischung von 5 % RME bereits rund 4 % der CO<sub>2</sub>-Emissionen eingespart werden können. Die stärkste Reduktion ergibt sich bei Ausschöpfung des maximalen Potenzials des Absatzes unvermischter Biokraftstoffe.

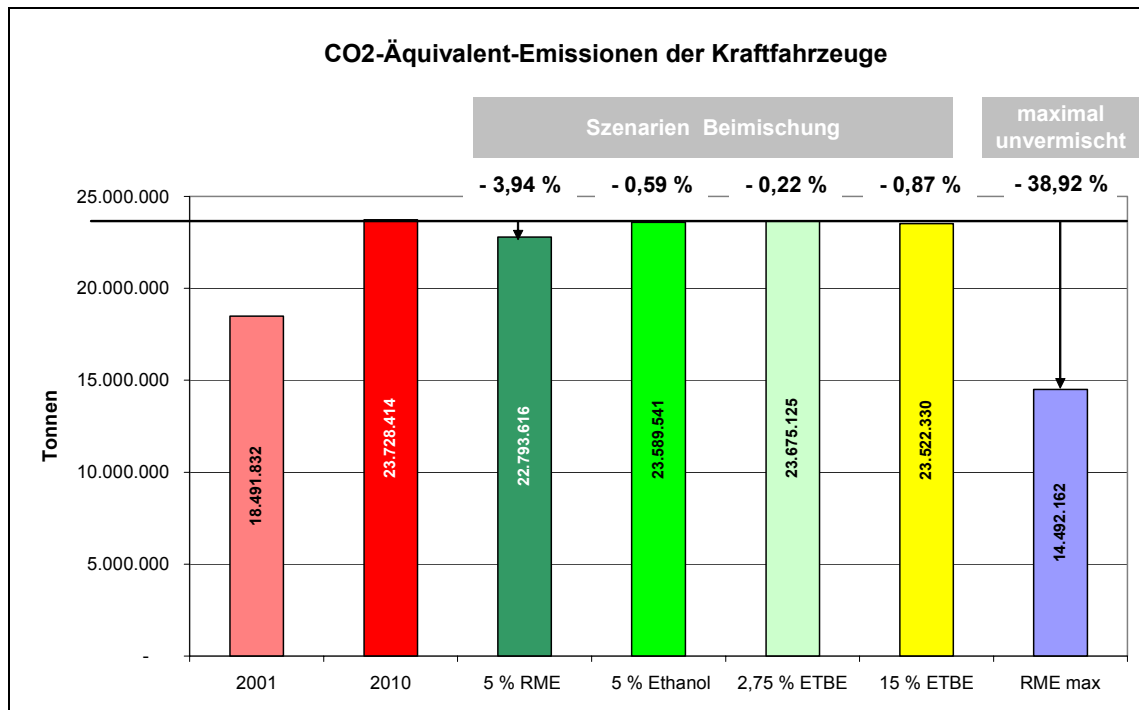


Abbildung 14: CO<sub>2</sub>-Äquivalent-Emissionen der Kraftfahrzeuge 2001 und 2010 nach Szenarien

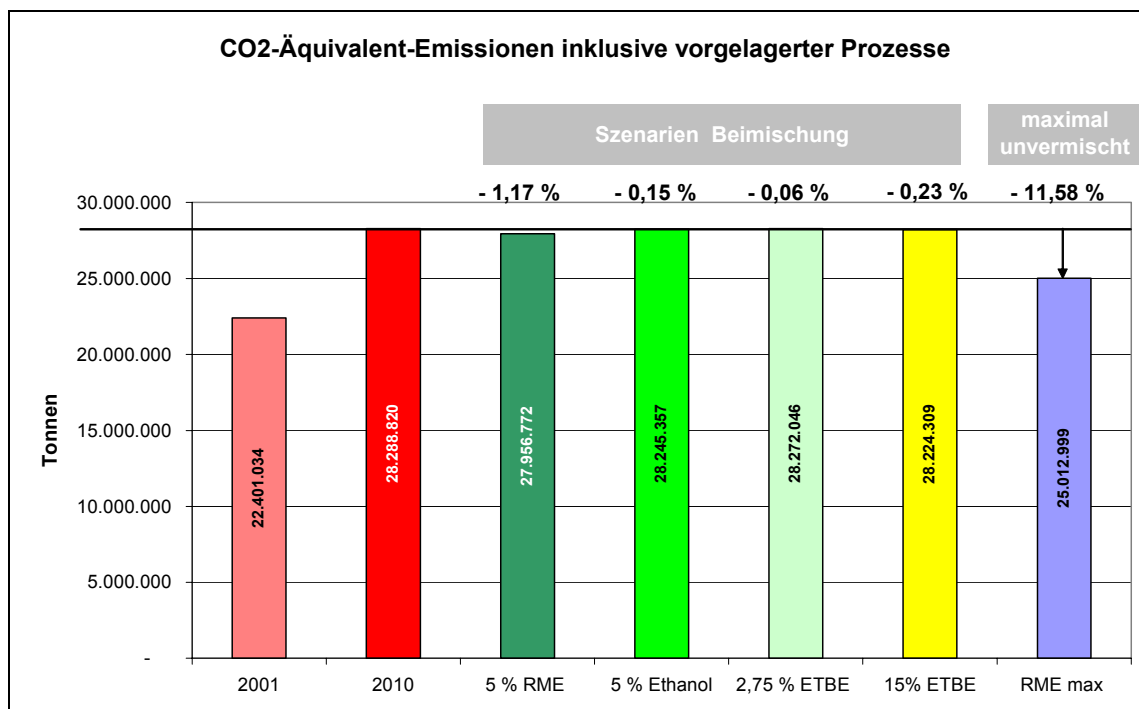


Abbildung 15: CO<sub>2</sub>-Äquivalent-Emissionen inkl. Vorprozessen 2001 und 2010 nach Szenarien

Die CO<sub>2</sub>-Äquivalent-Emissionen inkl. Der Vorprozesse berücksichtigt unter anderen auch die Ausgasung von N<sub>2</sub>O-Emissionen, die bei der Produktion von Raps entstehen. Daher weist das Szenario „RME max“ eine Reduktion der CO<sub>2</sub>-Äquivalent-Emissionen von max. 11,6 % aus.

## **6.2 Zusammenfassung „Treibhausgasbilanz von Verkehrssystemen“ (Joanneum Research, TU Graz)**

### **6.2.1 Zielsetzung**

Das Joanneum Research und die TU Graz haben im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, dem Bundesministeriums für Verkehr Innovation und Technologie und dem Land Steiermark, die Treibhausgasemissionen von Transportsystemen mit Biotreibstoffen und fossilen Treibstoffen untersucht.

Basierend auf den Anforderungen der EU-Richtlinie zu Biotreibstoffen und zukünftigen Entwicklungen des Verkehrssektors (wie Verkehrsaufkommen, Antriebssysteme) werden Zukunftsszenarien für Österreich entwickelt, für die die mögliche Reduktion der Treibhausgasemissionen und sowie die damit verbundenen Kosten ermittelt werden. Bei den Biotreibstoffen werden FAME, Bioethanol, Biogas, Wasserstoff sowie Methanol und bei den fossilen Treibstoffen Benzin, Diesel, Erdgas sowie Wasserstoff und Methanol aus Erdgas untersucht.

Als Antriebssysteme für zukünftige Fahrzeuge werden Verbrennungskraftmotor, Hybridantrieb mit Elektromotor und Verbrennungskraftmotor sowie Brennstoffzelle mit Elektromotor untersucht. Für den gegenwärtigen (2002) technischen Entwicklungsstand werden neben der Treibhausgas-Reduktion auch die Transportkosten mit Biotreibstoffen und fossilen Treibstoffen analysiert. Bei den Fahrzeugen werden Personenkraftwagen (PKW), Lastkraftwagen (LKW) und Busse (BUS) untersucht.

### **6.2.2 Methodik**

Auf Basis einer Lebenszyklusanalyse nach ISO 14 040 „Ökobilanz“ werden mit GEMIS-Österreich die Treibhausgasemissionen aus der Errichtung, dem Betrieb und der Entsorgung aller untersuchten Transportsysteme für Fahrzeuge mit Biotreibstoffen und fossilen Treibstoffen ermittelt. In einer Kostenanalyse werden die Transportkosten für die Transportsysteme ermittelt. Es wird auch der Einfluss der Verwertung von Nebenprodukten bei der Herstellung von Biotreibstoffen (z.B. Presskuchen bei der Herstellung von FAME) auf die Treibhausgasemissionen und die Transportkosten berücksichtigt.

In den Systemgrenzen werden somit alle treibhausgas- und kostenrelevanten Prozesse erfasst, die an der Bereitstellung von Transportdienstleistungen beteiligt sind, von der Rohstoffentnahme aus der Umwelt bis zur Rückführung von Stoffen und Energie an die Umwelt. Es werden die Treibhausgasemissionen - Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), Methan (CH<sub>4</sub>) und Lachgas (N<sub>2</sub>O) – pro PKW-, LKW- und BUS-Kilometer für insgesamt 141 unterschiedliche Kombinationen von Treibstoffen, Fahrzeugen und Antriebssystemen analysiert. Die Beiträge der Treibhausgase werden getrennt und als Vielfaches ("Äquivalenzfaktoren") der Treibhauswirkung von CO<sub>2</sub> angegeben und zu äquivalenten CO<sub>2</sub>-Emissionen aufsummiert, wie dies bei der Dokumentation der klimarelevanten Emissionen im Rahmen des Kyoto-Protokolls üblich ist.

### 6.2.3 Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Die vorliegende Arbeit liefert detaillierte Ergebnisse zum Vergleich der Treibhausgasemissionen und Transportkosten im Lebenszyklus von Transportsystemen mit fossilen und biogenen Kraftstoffen für unterschiedliche Kraftfahrzeuge und Antriebssysteme. Die folgenden Schlussfolgerungen lassen sich aus den Analysen ableiten:

Die untersuchten biogenen Kraftstoffe zeigen erwartungsgemäß generell geringere Treibhausgasemissionen als fossile Kraftstoffe. Im allgemeinen sind die Treibhausgasemissionen bei der Herstellung biogener Kraftstoffe (z.B. aus der Rohstoffproduktion durch direkte Lachgas-Emissionen aus der Stickstoff-Düngung) höher als bei fossilen Treibstoffen. Diese Emissionen werden jedoch durch die Vermeidung der fossilen CO<sub>2</sub>-Emissionen bei der Nutzung der Fahrzeuge überkompensiert.

Zwischen den betrachteten Biokraftstoffen ergeben sich erhebliche Unterschiede in der Treibhausgasbilanz:

- **Biodiesel aus Altspeiseöl/-fett und Biogas aus Gülle zeigen sehr geringe Treibhausgasemissionen** im Vergleich zu fossilen Treibstoffen wie Diesel und Erdgas. Diese Biotreibstoffe können auch vergleichsweise kostengünstig erzeugt werden. Die verfügbaren Rohstoffmengen sind allerdings naturgemäß limitiert, so dass sie nur einen kleinen Beitrag zur Erfüllung der EU-Treibstoffrichtlinie leisten können.
- **Biodiesel aus Raps und Sonnenblumen zeigt ebenfalls deutlich geringere Treibhausgasemissionen als fossiler Diesel** (ca. –45% bis –75%) und kann mit fossilem Diesel konkurrieren solange FAME von der Mineralölsteuer ausgenommen ist. Der Einsatz von FAME ist sowohl als Beimischung als auch als reiner Kraftstoff möglich, einige Besonderheiten im Betrieb sind jedoch zu beachten.
- **Bioethanol aus Zuckerrüben und Mais zeigt ebenfalls geringere Treibhausgasemissionen als Benzin**. Ausnahme ist Bioethanol aus Weizen, der bei heutiger Herstellungstechnologie etwas ungünstiger als Benzin abschneidet. Bei Bioethanol aus allen Rohstoffen sind zukünftig jedoch erhebliche Einsparpotenziale für Treibhausgasemissionen in verbesserten Herstellungsprozessen zu erwarten, dies betrifft insbesondere den Einsatz von erneuerbarer Energie für die Prozesswärme der Ethanolherzeugung. Bezüglich der Kosten ist Bioethanol derzeit weniger wettbewerbsfähig als FAME. Der Einsatz von Ethanol wäre aus motortechnischer Sicht derzeit als Beimischung zu Benzin zweckmäßig.
- **Biogas aus Gülle und aus Maissilage zeigt sehr niedere Treibhausgasemissionen hat jedoch höhere Kosten als Erdgas**. Problematisch ist auch die nicht vorhandene Infrastruktur an Tankstellen, was sich durch den Aufbau eines Erdgas-Tankstellennetzes ändern könnte.

Zusammenfassend kann behauptet werden, dass derzeit **FAME für einen breiteren Einsatz im Verkehrssektor besonders geeignet** erscheint.

#### 6.2.3.1 FAME und Diesel

In der nachfolgenden Abbildung sind die Treibhausgasemissionen von Biodiesel und Diesel für einen Personenkraftwagen dargestellt. Das Fahrzeug mit Biodiesel verursacht in Abhängigkeit von biogenem Rohstoff mit gegenwärtiger Technologie Treibhausgasemissionen etwa minus 6,9 bis 110 g CO<sub>2</sub>-Äq/PKW-km, mit zukünftiger Technologie etwa 3,4 bis 66 g CO<sub>2</sub>-Äq/PKW-km. Da die Nebenprodukte aus der Erzeugung von Biodiesel andere gleichwertige Produkte ersetzen, werden deren Treibhausgasemissionen beim Bioenergie-System abgezogen, wodurch die Treibhausgasemissionen auch negativ sein können.



Die Treibhausgasemissionen von Biodiesel aus Raps werden maßgeblich durch die

- N<sub>2</sub>O-Emissionen aus der Stickstoffdüngung und die
- Nutzung der Nebenprodukte „Presskuchen“ und „Glycerin“ bestimmt.

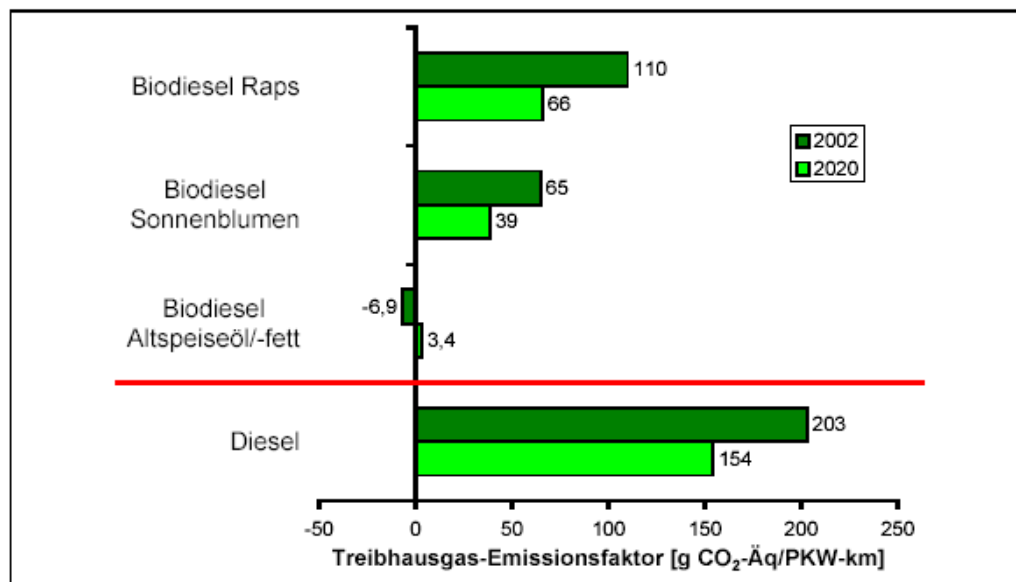


Abbildung 14: Treibhausgasemissionen von Personenkraftwagen mit Verbrennungsmotor betrieben mit Biodiesel und Diesel, Technologie 2002 und 2020

Sonnenblumen haben durch den geringeren Stickstoffdüngereinsatz auch wesentlich geringere N<sub>2</sub>O-Emissionen. Die Nutzung der Nebenprodukte Presskuchen (bei Raps und Sonnenblumen) und Glycerin hat einen signifikanten Einfluss auf die Treibhausgasemissionen. Die Treibhausgasemissionen werden durch die Nutzung des Presskuchen als Futtermittel anstelle von Futtermittel aus Soja und die Nutzung von Glycerin als Rohstoff für die chemische Industrie anstelle von synthetischem Glycerin ermittelt.

Die alternative Nutzung von Presskuchen als Düngemittel anstelle von mineralischem Dünger und die Nutzung des Glycerins als Energieträger anstelle von Heizöl, führt zu wesentlich höheren Treibhausgasemissionen des Biodiesel-Fahrzeuges z.B. bei Raps von 149 g CO<sub>2</sub>-Äq/PKW-km. Im Vergleich hierzu emittiert das Fahrzeug mit konventionellen Diesel mit gegenwärtiger Technologie etwa 203 g CO<sub>2</sub>-Äq/PKW-km und mit zukünftiger Technologie etwa 154 g CO<sub>2</sub>-Äq/PKW-km. Die Treibhausgasemissionen eines zukünftigen Diesel-PKW sind um etwa 25% geringer als die gegenwärtiger Fahrzeuge, was im wesentlichen durch den geringeren Treibstoffbedarf der zukünftigen Fahrzeuge bestimmt wird und nur zu einem geringen Teil durch technische Verbesserungen bei den Prozessen zur Bereitstellung von Diesel. Bei Biodiesel-PKW sind zukünftig Treibhausgas-Reduktionen bis zu etwa 40% zu erwarten, die aufgrund der zukünftig Verringerung des Treibstoffbedarfes, einer deutlichen Verbesserung der Bereitstellung von Biodiesel sowie der Verwertung der Nebenprodukten bestimmt werden können.

### 6.2.3.2 Bioethanol und Benzin

In der nachfolgenden Abbildung sind die Treibhausgasemissionen von Bioethanol und Benzin für einen Personenkraftwagen dargestellt. Das Fahrzeug mit Ethanol verursacht in Abhängigkeit vom biogenen Rohstoff mit gegenwärtiger Technologie Treibhausgasemissionen etwa 183 bis 279 g CO<sub>2</sub>-Äq/PKW-km, mit zukünftiger Technologie

etwa 42 bis 108 g CO<sub>2</sub>-Äq/PKW-km. Die Treibhausgasemissionen von Bioethanol werden maßgeblich durch die

- N<sub>2</sub>O-Emissionen aus der Stickstoffdüngung, die
- Wahl des Energieträgers für die Prozesswärme-Bereitstellung zur Ethanol-Erzeugung sowie die
- Nutzung des Nebenproduktes „Schlempe“ bestimmt.

Für die Berechnung der Treibhausgasemissionen wurde eine Nutzung der Schlempe als Futtermittel anstelle von Futtermittel aus Soja sowie bei gegenwärtiger Technologie die Erzeugung der Prozesswärme aus Heizöl angenommen.

Beim Einsatz von erneuerbarer Energie (z.B. Hackgut, Stroh) reduzieren sich die Treibhausgasemissionen bei allen Bioethanol-Varianten um etwa 100 g CO<sub>2</sub>-Äq/PKW-km. Zum Einsatz der Schlempe wurde angenommen, dass diese getrocknet wird, z.B. Schlempe aus der Bioethanol-Erzeugung aus Zuckerrüben wird auf den Rübenschnitzeln aufgebracht und getrocknet. Die alternative Nutzung der Schlempe als Düngemittel anstelle von mineralischem Dünger führt zu wesentlich höheren Treibhausgasemissionen des Bioethanol-Fahrzeuges z.B. bei Zuckerrüben von etwa 183 g CO<sub>2</sub>-Äq/PKW-km. Im Vergleich hierzu emittiert das Fahrzeug mit Benzin mit gegenwärtiger Technologie etwa 263 g CO<sub>2</sub>-Äq/PKW-km und mit zukünftiger Technologie etwa 184 g CO<sub>2</sub>-Äq/PKW-km.

Die Treibhausgasemissionen eines zukünftigen Benzin-PKW sind um etwa 30% geringer als die gegenwärtiger Fahrzeuge, was im wesentlichen durch den geringeren Treibstoffbedarf der zukünftigen Fahrzeuge bestimmt wird und nur zu einem geringen Teil durch technische Verbesserungen bei den Prozessen zur Bereitstellung von Benzin. Bei Bioethanol-PKW sind zukünftig Treibhausgas-Reduktionen bis zu etwa 70% zu erwarten, die neben der zukünftig Verringerung des spezifischen Treibstoffbedarfes der PKW insbesondere durch eine deutliche Verbesserung der Bereitstellung von Bioethanol vor allem durch verstärkten Einsatz von erneuerbarer Energie bei der Prozesswärmeerzeugung erreicht werden.

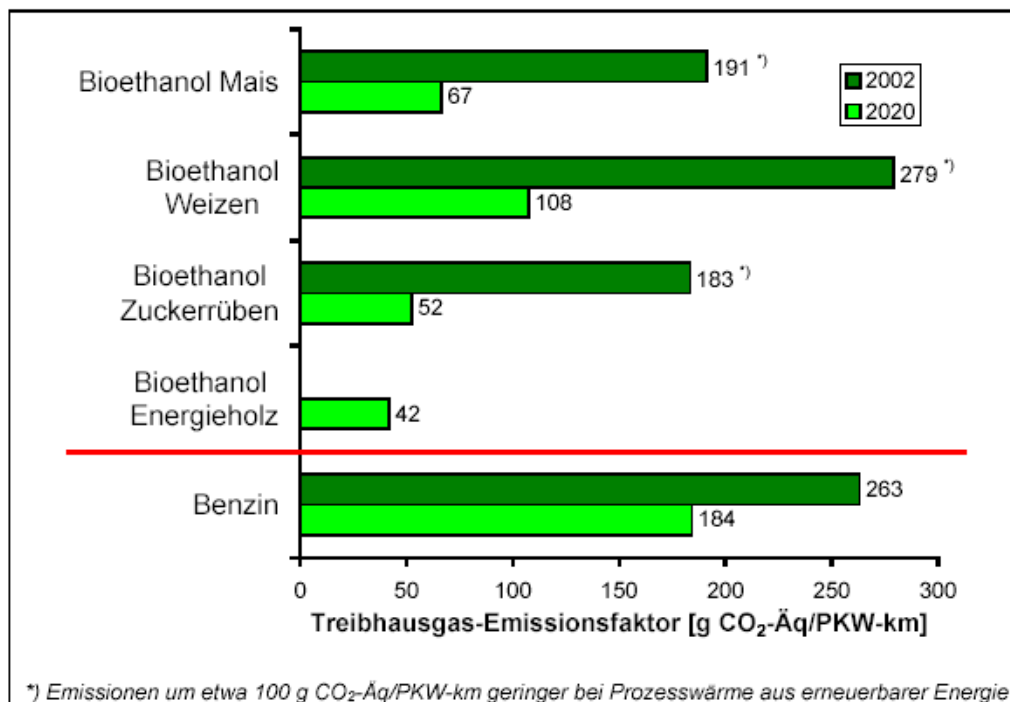


Abbildung 16: Treibhausgasemissionen von Personenkraftwagen mit Verbrennungskraftmotor betrieben mit Bioethanol und Benzin, Technologie 2002 und 2020

### 6.2.3.3 Bewertung vom Treibstoff „Wasserstoff“

Wasserstoff aus Holz über den Vergasungsprozess könnte in Zukunft ebenfalls deutliche Einsparungen der Treibhausgasemissionen bewirken. Die Treibhausgasemissionen liegen etwa auf dem Niveau, das in Zukunft auch für Biodiesel und Bioethanol in Kombination mit verbesserten konventionellen Fahrzeugantrieben erreicht werden könnte. Aus Sicht der Treibhausgasemissionen lassen sich daher für ein zukünftiges Bio-Wasserstoff-Energiesystem keine Präferenzen gegenüber Biodiesel und Bioethanol ableiten. Wasserstoff könnte jedoch aus fester Biomasse einer nachhaltigen Forstwirtschaft erzeugt werden, wobei hierfür das Potential in Österreich sehr interessant ist. Vorteil von Bio-Wasserstoff ist das nahezu schadstofffreie Verbrennungsgas der Fahrzeuge. Dieser Vorteil wird in Zukunft aber abnehmen, da die Emissionen an klassischen Schadstoffen von konventionellen Antrieben langfristig ebenfalls deutlich gesenkt werden können.

Ein Vergleich der untersuchten Antriebssysteme zeigt für PKW, dass der Kraftstoffverbrauch von Fahrzeugen mit Hybridantrieb etwa 20% geringer als von Fahrzeugen mit Verbrennungskraftmotor ist. Fahrzeuge mit Elektromotor-Brennstoffzelle mit Wasserstoff lassen einen etwa 30% geringeren Verbrauch erwarten als verbrennungskraftmotorisch betriebene PKW. Bei Verwendung von Methanol in Brennstoffzellenfahrzeugen trifft dies aufgrund der Verluste bei der notwendigen Reformierung des Methanols zu H<sub>2</sub> im Fahrzeug jedoch nicht zu.

Interessanterweise schneidet der Brennstoffzellenantrieb bei Bio-Wasserstoff gegenüber der direkten Verwendung des Wasserstoffs in Verbrennungskraftmaschinen in der Treibhausgasbilanz schlechter ab. Dies liegt an der aus heutiger Sicht noch sehr treibhausgasintensiven Herstellung der Brennstoffzellen, die die Ergebnisse der Lebenszyklusanalyse auch stark beeinflusst, wenn die Treibhausgasemissionen aus der Kraftstoffnutzung – wie bei Bio-Wasserstoff – sehr gering sind. Werden zukünftig auch in der Fahrzeugherstellung vorwiegend regenerative Energien eingesetzt, wäre dieser Effekt nicht mehr gegeben. Die potenziell geringeren spezifischen Verbrauchswerte von Brennstoffzellenantrieben sprechen jedenfalls für einen derartigen Antrieb, da die Energieeffizienz ein wichtiges umweltpolitisches Ziel ist. Aus heutiger Sicht sind aber die Kosten von Brennstoffzellenfahrzeugen sowie die fehlende Infrastruktur für eine Wasserstoffherzeugung aus erneuerbaren Quellen eine wesentliche Barriere für eine kurzfristig breite Marktdurchdringung.

Die Verwendung von Wasserstoff aus fossilen Energieträgern schneidet in der Treibhausgasbilanz durchwegs sehr ungünstig ab, so dass Wasserstoff aus fossilen Energieträgern - wenn überhaupt - nur für eine kurze Übergangsphase zu einer auf erneuerbaren Energieträgern basierenden Wasserstoff-Energiewirtschaft zweckmäßig erscheint.

### 6.2.3.4 Bewertung Hybridantriebe

Der Vergleich der Treibhausgasemissionen zwischen den Kraftstoffen fällt weitgehend unabhängig davon aus, ob die heutigen Antriebstechnologien mit Verbrennungsmotor oder zukünftige Varianten mit Hybridantrieb und Elektromotor-Brennstoffzelle betrachtet werden. Die Einsparpotenziale je Fahrzeugkilometer werden vom Rohstoff des Kraftstoffes und dem Kraftstoffherstellungsprozess viel deutlicher bestimmt als von der Antriebstechnologie. Entscheidungen für bestimmte Biokraftstoffe nach heutigem Stand der Fahrzeugtechnologie erscheinen daher auch mittelfristig gültig.

Wegen der kurz- und mittelfristig eher beschränkten Produktionsmenge von Biokraftstoffen ist aber eine verbesserte Fahrzeug- und Antriebstechnologie eine wesentliche Option zur Absenkung der Treibhausgasemissionen im Verkehrssektor. Optimierungen konventioneller

Fahrzeug-Antriebe können unabhängig von der Art des Kraftstoffes umgesetzt werden und erreichen damit die gesamte Fahrzeugflotte.

Bezüglich der Kosten zeigt sich, dass Transportdienstleistungen mit Biotreibstoffen meistens teurer sind als mit fossilen Treibstoffen. Es zeigt sich, dass die Transportkosten mit Biodiesel günstiger sind als mit Biogas und Bioethanol. Die Transportkosten mit Biodiesel ohne Mineralölsteuer sind etwa gleich hoch wie mit den fossilen Treibstoffen.

#### 6.2.4 Wirtschaftliche Betrachtungen

Die Treibhausgas-Reduktionskosten sind für Biodiesel (minus 120 bis plus 230 €/t CO<sub>2</sub>-Äq), geringer als bei Biogas (41 bis 390 €/t CO<sub>2</sub>-Äq) und Bioethanol (720 bis 5.900 €/t CO<sub>2</sub>-Äq). Negative Reduktionskosten bedeuten dabei, dass die Transportdienstleistung billiger als der fossile Vergleichsprozess ist und auch Treibhausgasemissionen einspart.

#### 6.2.5 Auswirkungen der Biokraftstoff-Richtlinie in Österreich

Die Umsetzung der vorgeschlagenen EU-Biokraftstoff-Richtlinie (Biotreibstoffe: 2% im Jahr 2005 und 5,75% im Jahr 2010) kann eine Reduktion der Treibhausgasemissionen um bis zu 1,0 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalent pro Jahr bewirken. Dies entspricht etwa 5% der gegenwärtigen Treibhausgasemissionen aus dem Verkehrssektor. Die Umsetzung würde je nach verwendeten Biokraftstoffen jährliche Mehrkosten zwischen 50 bis 550 Mio. € erfordern. Die Umsetzung bedeutet je nach eingesetzten Biokraftstoffen einen Biomasse-Rohstoffbedarf zwischen etwa 0,36 bis 3,7 Mio. t pro Jahr bzw. einen landwirtschaftlichen Flächenbedarf von etwa 40.000 bis 470.000 ha. Zum Vergleich: von den etwa 1,4 Mio. ha Agrarflächen in Österreich sind derzeit etwa 100.000 ha als Brache stillgelegt. Mit den Biotreibstoffen würde sich eine gekoppelte Produktion von Futtermitteln zwischen 0,04 bis 0,7 Mio. t pro Jahr ergeben. Die so produzierten Futtermittel müssten für eine günstige Treibhausgasbilanz importiertes Futtermittel (z.B. aus Soja) ersetzen.

Tabelle 9: Vergleich Treibhausgasemissionen und Transportkosten mit biogenen und fossilen Treibstoffen

PKW Technologie 2002	Treibhausgas-Emissionen			Transportkosten				
	g CO <sub>2</sub> -Äq/km	Benzin	Diesel	Erdgas	€/km	Benzin	Diesel	Erdgas
		263	203	245		0,285	0,276	0,299
Bioethanol Mais	191	-27%	-6%	-22%	0,338	19%	22%	13%
Bioethanol Weizen	279	6%	38%	14%	0,352	23%	27%	18%
Bioethanol Zuckerrübe	183	-30%	-10%	-25%	0,391	37%	42%	31%
Biodiesel Altspeiseöl/-fett 1)	-7	-103%	-103%	-103%	0,279	-2%	1%	-7%
Biodiesel Raps	110	-58%	-46%	-55%	0,298	5%	8%	0%
Biodiesel Sonnenblumen	65	-75%	-68%	-74%	0,304	6%	10%	1%
Biogas Rindergülle 2)	-290	-210%	-243%	-218%	0,321	13%	16%	7%
Biogas Schweinegülle 2)	-243	-192%	-220%	-199%	0,320	12%	16%	7%
Biogas Maissilage	89	-66%	-56%	-64%	0,318	11%	15%	6%

1) negative Emissionen wegen Nutzung des Nebenproduktes Glycerin  
2) negative Emissionen wegen Vermeidung der Gülle-Lagerung

## 7 SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die Studie kommt zu folgenden Schlussfolgerungen:

- Eine Beimischung der Biotreibstoffe FAME und Ethanol im Ausmaß von 5% zu den fossilen Treibstoffen ist aus motortechnischer Sicht problemlos möglich, erfordert jedoch eine angepasste Produktlogistik (Lagerfähigkeit etc.)
- Der Benzinzusatz MTBE kann durch Bio - ETBE vollständig substituiert werden
- Für den unvermischten Einsatz von Biotreibstoffen erscheint FAME als beste Option, da die österreichische Fahrzeugflotte bis zum Jahr 2010 bis zu 45 % FAME-tauglich sein wird und der Absatz von Dieselmotorkraftstoffen weiterhin zunehmen wird
- Die durch die Normierung mit 5 % begrenzte Beimischung von Biotreibstoffen wird nicht ausreichen, die Ziele der Biokraftstoff-Richtlinie bei prognostiziertem Treibstoffverbrauch bis 2010 zu erreichen
- Der Einsatz von unvermischten Biokraftstoffen erscheint in Flottenbetrieben aus Gründen der Vertriebslogistik sowie der Fuhrparkcharakteristik am sinnvollsten
- Der Einsatz von Biotreibstoffen, ob vermischt oder unvermischt, führt zu Reduktionen der Treibhausgasemissionen sowohl in Österreich als auch entlang der gesamten vorgelagerten Prozesskette
- Zur Umsetzung der Ziele der Biokraftstoffrichtlinie kann empfohlen werden, derzeit eingesetztes MTBE durch Bio-ETBE zu ersetzen und dieses sämtlichen Otto-Kraftstoffsorten beizumischen. Zusätzlich wird der Einsatz von Biodiesel erforderlich sein. Hierfür bietet sich sowohl eine Beimischung im Ausmaß von 5 % wie auch eine unvermischte Verwendung speziell in großen Straßenverkehrs- und Off Road Flotten an.

## 8 LITERATUR

Richtlinie 2003/30/EG vom 8. Mai 2003 zur Förderung der Verwendung von Biokraftstoffen im Verkehrssektor. ABI. Nr. L123 vom 17.5.2003.

DRAKE F. Kumulierte Treibhausgasemissionen zukünftiger Energiesysteme, S 7 – 28, Springer Verlag, Hannover 1996.

HAUSBERGER, St.: Globale Modellbildung für Emissions- und Verbrauchsszenarien im Verkehrssektor; Dissertationsschrift an der TU Graz; Graz 1997.

VDI 1997, VDI – Verein Deutscher Ingenieure, VDI-Bericht 1328 „Ganzheitliche Bilanzierung von Energiesystemen“ S. 13 – 15, VDI-Verlag, 1997

## 9 ANHANG I: DATENBLATT KRAFTSTOFFE

Dichte kg/l	
Diesel Dichte	0,832
Benzin Dichte	0,742
Biodiesel Dichte	0,883
Ethanol Dichte	0,794
ETBE Dichte	0,744
Methanol	0,797

Energieinhalt	
	kWh/kg
Diesel Heizwert	11,78
Biodiesel Heizwert	10,25
Benzin Energieinhalt	11,59
ETBE	10,08
MTBE	9,70
Ethanol	7,41
Methanol	5,42

Sauerstoff %m/m	
ETBE	15,7
MTBE	18,2
Methanol	49,9
Ethanol	34,8

## 10 ANHANG II: BERECHNUNG DES MENGENBEDARFS AN BOKRAFTSTOFFEN NACH SZENARIEN

Kraftstoffbedarf 2010:

Jahr	Menge				Energie		
	Verkehr Gesamt		Straßenverkehr		Verkehr Gesamt		
	[1000t/Jahr]	[1000t/Jahr]	[1000t/Jahr]	[1000t/Jahr]	GWh/Jahr	GWh/Jahr	GWh/Jahr
	Benzin	Diesel	Benzin	Diesel	Benzin	Diesel	Gesamt
2000	1980,4	4261,8	1936,9	3321,8	22953	50203	73157
2001	1998,2	4674,8	1951,1	3723,7	23159	55068	78227
2002	2141,8	5175,4	2089,6	4129,1	24824	60965	85788
2003	1952,1	5270,5	1901,6	4227,6	22626	62085	84710
2004	1911,0	5559,4	1858,5	4477,6	22149	65488	87638
2005	1869,9	5848,3	1816,2	4729,1	21673	68892	90565
2006	1828,8	6137,2	1774,2	4987,9	21197	72295	93492
2007	1787,7	6426,1	1732,3	5244,1	20720	75699	96419
2008	1746,6	6715,1	1690,7	5500,0	20244	79102	99346
2009	1705,5	7004,0	1649,3	5752,2	19768	82505	102273
2010	1664,5	7292,9	1607,9	6003,0	19291	85909	105200

Szenarien:

Jahr	RME 5% v/v					
	Verkehr Gesamt		Anteile			
	[1000t/Jahr]	Mio. l	Mio. l	Mio. l	[1000t/Jahr]	[1000t/Jahr]
	Diesel gesamt	Diesel gesamt	95% v/v - Diesel	5% v/v - Biodiesel	Diesel	Biodiesel
2000	4261,8	5122,4	4866,3	256,1	4048,7	226,0
2001	4674,8	5618,7	5337,8	280,9	4441,0	247,9
2002	5175,4	6220,4	5909,4	311,0	4916,6	274,5
2003	5270,5	6334,7	6018,0	316,7	5006,9	279,5
2004	5559,4	6682,0	6347,9	334,1	5281,4	294,8
2005	5848,3	7029,2	6677,8	351,5	5555,9	310,2
2006	6137,2	7376,5	7007,6	368,8	5830,4	325,5
2007	6426,1	7723,7	7337,5	386,2	6104,8	340,8
2008	6715,1	8071,0	7667,4	403,5	6379,3	356,1
2009	7004,0	8418,2	7997,3	420,9	6653,8	371,5
2010	7292,9	8765,5	8327,2	438,3	6928,2	386,8



Ethanol 5% v/v Ottokraftstoff Normal/Super						
Jahr	Verkehr Gesamt		Anteile		[1000t/Jahr]	[1000t/Jahr]
	[1000t/Jahr]	Mio. l	Mio. l	Mio. l		
	Benzin	Benzin	Normal / Super	davon 5% v/v Bioethanol Normal / Super	Benzin	Bioethanol
2000	1980,4	2669,0	2551,5	127,6	1980,4	100,9
2001	1998,2	2692,9	2574,4	128,7	1998,2	101,8
2002	2141,8	2886,5	2759,5	138,0	2141,8	109,1
2003	1952,1	2630,9	2515,1	125,8	1952,1	99,4
2004	1911,0	2575,5	2462,2	123,1	1911,0	97,3
2005	1869,9	2520,1	2409,2	120,5	1869,9	95,3
2006	1828,8	2464,7	2356,3	117,8	1828,8	93,2
2007	1787,7	2409,3	2303,3	115,2	1787,7	91,1
2008	1746,6	2354,0	2250,4	112,5	1746,6	89,0
2009	1705,5	2298,6	2197,4	109,9	1705,5	86,9
2010	1664,5	2243,2	2144,5	107,2	1664,5	84,8

ETBE 2,75% v/v									
Jahr	Verkehr Gesamt								
	[1000t/Jahr]	Mio. l	Mio. l		1000 t	1000 t	1000 t	GWh/a	GWh/a
	Benzin	Benzin	15% v/v ETBE	davon Ethanol	1000t Ethanol	1000t ETBE	1000 t Isobutnylen	Benzin	davon Ethanol
2000	1980,4	2669	73	34	27	55	27	22953	203
2001	1998,2	2693	74	35	28	55	27	23159	205
2002	2141,8	2886	79	37	30	59	29	24824	219
2003	1952,1	2631	72	34	27	54	27	22626	200
2004	1911,0	2575	71	33	26	53	26	22149	196
2005	1869,9	2520	69	33	26	52	26	21673	192
2006	1828,8	2465	68	32	25	50	25	21197	187
2007	1787,7	2409	66	31	25	49	25	20720	183
2008	1746,6	2354	65	30	24	48	24	20244	179
2009	1705,5	2299	63	30	24	47	23	19768	175
2010	1664,5	2243	62	29	23	46	23	19291	171

Energieanteil Ethanol am Benzin: 0,884 (2000 – 2010)

ETBE 15% v/v									
Jahr	Verkehr Gesamt								
	1000t/Jahr	Mio. l	Mio. l		1000 t	1000 t	1000 t	GWh/a	GWh/a
	Benzin	Benzin	15% v/v ETBE	davon Ethanol	1000t Ethanol	1000t ETBE	1000 t Isobuthylen	Benzin	davon Ethanol
2000	1980,4	2669	400	188	149	298	149	22953	1107
2001	1998,2	2693	404	190	151	301	150	23159	1117
2002	2141,8	2886	433	203	162	322	161	24824	1197
2003	1952,1	2631	395	185	147	294	146	22626	1091
2004	1911,0	2575	386	182	144	287	143	22149	1068
2005	1869,9	2520	378	178	141	281	140	21673	1045
2006	1828,8	2465	370	174	138	275	137	21197	1022
2007	1787,7	2409	361	170	135	269	134	20720	999
2008	1746,6	2354	353	166	132	263	131	20244	976
2009	1705,5	2299	345	162	129	257	128	19768	953
2010	1664,5	2243	336	158	126	250	125	19291	930

Energieanteil Ethanol am Benzin: 4,823 (2000 – 2010)

RME 45% m/m Straßenverkehr						
Jahr	Verkehr		Verkehr Gesamt		Straßenverkehr	
	1000t/Jahr	1000t/Jahr	1000t/Jahr	1000t/Jahr	1000t/Jahr	1000t/Jahr
	Diesel	Diesel	Diesel	Biodiesel 45% m/m Straßenverkehr (Mehrverbrauch: 5%)	Diesel	Biodiesel 45% m/m Straßenverkehr (Mehrverbrauch: 5%)
2000	4261,8	3321,8	2933,1	1569,5	1993,1	1569,5
2001	4674,8	3723,7	3185,3	1759,5	2234,2	1759,5
2002	5175,4	4129,1	3523,7	1951,0	2477,5	1951,0
2003	5270,5	4227,6	3579,4	1997,5	2536,5	1997,5
2004	5559,4	4477,6	3768,3	2115,7	2686,6	2115,7
2005	5848,3	4729,1	3956,7	2234,5	2837,5	2234,5
2006	6137,2	4987,9	4142,1	2356,8	2992,7	2356,8
2007	6426,1	5244,1	4328,5	2477,8	3146,5	2477,8
2008	6715,1	5500,0	4515,1	2598,7	3300,0	2598,7
2009	7004,0	5752,2	4703,1	2717,9	3451,3	2717,9
2010	7292,9	6003,0	4891,7	2836,4	3601,8	2836,4

## 11 ANHANG III: BERECHNUNG DES ENERGETISCHEN ANTEILS DER BOKRAFTSTOFFE NACH SZENARIEN

RME 5% v/v					
Jahr	Verkehr Gesamt				Anteil [%]
	GWh/Jahr	GWh/Jahr	GWh/Jahr	GWh/Jahr	
	Benzin	Diesel	Biodiesel	Gesamtenergiebedarf	Energetischer Anteil Biokraftstoff
2000	22953	47693	2317	72963	3,175
2001	23159	52314	2541	78015	3,257
2002	24824	57916	2813	85554	3,288
2003	22626	58981	2865	84471	3,392
2004	22149	62214	3022	87385	3,458
2005	21673	65447	3179	90299	3,521
2006	21197	68680	3336	93213	3,579
2007	20720	71914	3493	96127	3,634
2008	20244	75147	3650	99041	3,686
2009	19768	78380	3807	101955	3,734
2010	19291	81613	3964	104869	3,780

Ethanol 5% v/v Ottokraftstoff Normal/Super					
Jahr	Verkehr Gesamt				Anteil [%]
	GWh/Jahr	GWh/Jahr	GWh/Jahr	GWh/Jahr	
	Diesel	Benzin	davon Bioethanol	Gesamtenergiebedarf	Energetischer Anteil Biokraftstoff
2000	50203	22953	748	73157	1,022
2001	55068	23159	754	78227	0,964
2002	60965	24824	809	85788	0,943
2003	62085	22626	737	84710	0,870
2004	65488	22149	722	87638	0,823
2005	68892	21673	706	90565	0,780
2006	72295	21197	690	93492	0,739
2007	75699	20720	675	96419	0,700
2008	79102	20244	659	99346	0,664
2009	82505	19768	644	102273	0,630
2010	85909	19291	628	105200	0,597

<b>ETBE 2,75% v/v</b>					
<b>Jahr</b>	<b>Verkehr Gesamt</b>				<b>Anteil [%]</b>
	GWh/Jahr	GWh/Jahr	GWh/Jahr	GWh/Jahr	
	Diesel	Benzin	davon 15% v/v Bio-ETBE (anrechenbare 47%)	Gesamtenergiebedarf	Energetischer Anteil Biokraftstoff
2000	50203	22953	203	73157	<b>0,277</b>
2001	55068	23159	205	78227	<b>0,262</b>
2002	60965	24824	219	85788	<b>0,256</b>
2003	62085	22626	200	84710	<b>0,236</b>
2004	65488	22149	196	87638	<b>0,223</b>
2005	68892	21673	192	90565	<b>0,212</b>
2006	72295	21197	187	93492	<b>0,200</b>
2007	75699	20720	183	96419	<b>0,190</b>
2008	79102	20244	179	99346	<b>0,180</b>
2009	82505	19768	175	102273	<b>0,171</b>
2010	85909	19291	171	105200	<b>0,162</b>

<b>ETBE 15% v/v</b>					
<b>Jahr</b>	<b>Verkehr Gesamt</b>				<b>Anteil [%]</b>
	GWh/Jahr	GWh/Jahr	GWh/Jahr	GWh/Jahr	
	Diesel	Benzin	davon 15% v/v Bio-ETBE (anrechenbare 47%)	Gesamtenergiebedarf	Energetischer Anteil Biokraftstoff
2000	50203	22953	1107	73157	<b>1,513</b>
2001	55068	23159	1117	78227	<b>1,428</b>
2002	60965	24824	1197	85788	<b>1,395</b>
2003	62085	22626	1091	84710	<b>1,288</b>
2004	65488	22149	1068	87638	<b>1,219</b>
2005	68892	21673	1045	90565	<b>1,154</b>
2006	72295	21197	1022	93492	<b>1,093</b>
2007	75699	20720	999	96419	<b>1,036</b>
2008	79102	20244	976	99346	<b>0,983</b>
2009	82505	19768	953	102273	<b>0,932</b>
2010	85909	19291	930	105200	<b>0,884</b>

<b>RME 45% m/m Straßenverkehr</b>					
<b>Jahr</b>	<b>Verkehr Gesamt</b>				<b>Anteil [%]</b>
	GWh/Jahr	GWh/Jahr	GWh/Jahr	GWh/Jahr	
	Benzin	Diesel	Biodiesel	Gesamtenergiebedarf	Energetischer Anteil Biokraftstoff
2000	22953	34551	16088	73592	<b>21,861</b>
2001	23159	37522	18034	78715	<b>22,911</b>
2002	24824	41509	19998	86330	<b>23,164</b>
2003	22626	42165	20475	85265	<b>24,013</b>
2004	22149	44390	21686	88225	<b>24,580</b>
2005	21673	46609	22904	91185	<b>25,118</b>
2006	21197	48793	24157	94146	<b>25,659</b>
2007	20720	50989	25398	97107	<b>26,154</b>
2008	20244	53187	26637	100068	<b>26,619</b>
2009	19768	55401	27859	103028	<b>27,040</b>
2010	19291	57623	29073	105988	<b>27,431</b>