



Universität für Bodenkultur Wien

Department für Nachhaltige Agrarsysteme  
**Institut für Landtechnik**

**BIOKRAFTSTOFFPRODUKTION UND  
KRAFTSTOFFEINSPARPOTENZIAL BEI  
AUTARKER LEBENSMITTELVERSORGUNG  
IN ÖSTERREICH IM JAHR 2020**

**KRAFTSTOFFNACHFRAGE ♦ ENERGIEFLÄCHENBERECHNUNG ♦  
KRAFTSTOFFSUBSTITUTIONS- UND CO<sub>2</sub>-EINSPARPOTENZIAL**

Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades  
an der Universität für Bodenkultur Wien

Betreuer: o. Univ.-Prof. DI Dr. Josef Ch. Boxberger  
Univ.-Ass. DI Dr. Gerhard Moitzi

Eingereicht von  
Dipl.-Ing. Georg KONRAD

Wien, Oktober 2008



## Danksagung

Hohen Respekt zolle ich Herrn o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Dr. habil. Josef Christian Walter Boxberger, der immer Zeit fand, auf alle meine Fragen ausführliche Antworten zu geben. Auch die Diskussionen über die Zukunft der Weltwirtschaft waren für mich sehr bereichernd.

Ebenso bedanke ich mich bei Herrn Univ.-Ass. Dipl.-Ing. Dr. Gerhard Moitzi für seine freundschaftliche Unterstützung meiner Dissertation auch außerhalb des universitären Bereiches. Ich bedanke mich bei beiden Herren für die Lebenszeit, die Sie mir im Zuge dieser Arbeit schenkten.

Weiters möchte ich mich sehr herzlich bei Herrn o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Gerd Sammer für seine sehr konstruktive Unterstützung, vor allem im Bereich Verkehrswesen, bedanken.

Ich danke Herrn o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Hermann Knoflacher für seine interessante Einschätzung des Energie- und Kraftstoffverbrauchs zukünftiger Generationen frei nach dem Motto: "Mit Vollgas in der Einbahn gegen die Wand!".

Sehr aufschlussreich war für mich das Gespräch mit Herrn Dipl.-Ing. Dr. Franz Fischler, Bundesminister für Land- und Forstwirtschaft von 1989 bis 1994 und Agrar-EU-Kommissar von 1995 bis 2004, aktuell Präsident des Ökosozialen Forums Österreich, und seine Feststellung, dass Biokraftstoffbeimengung nur unter Zwang vorgenommen werden kann.

Herrn em. o. Univ. -Prof. Dipl.-Ing. Dr. Hans-Peter Lenz danke ich für seine Auffassung, dass Biokraftstoffe in Zukunft als Kraftstoffe der ersten Generation (z.B. als RME oder Ethanol) eine untergeordnete Rolle spielen, ihre Hauptbedeutung hingegen als Kraftstoffe der zweiten Generation (BtL) erhalten werden.



## Kurzfassung

Die Problemstellung zu dieser Arbeit lautete: „Ist eine 100%ige Versorgung des österreichischen Individualverkehrs mit Biokraftstoffen bei autarker Lebensmittelversorgung im Jahr 2020 möglich?“

Diese Arbeit beginnt mit der Darstellung der aktuellen Situation im Bereich Erdöl- und Erdgasvorkommen, sowie Kraftstoffverbrauch und Biokraftstoffproduktion. Danach werden Verkehrs- und Kfz-Statistiken, sowie bestehende Prognosen und Biokraftstoffpotenziale näher erläutert. Der Fokus liegt dabei auf der starken Abhängigkeit des Verkehrs von Benzin und Diesel. Besonders in Österreich ist der Individualverkehr sehr diesellastig. Die historischen Entwicklungen, vor allem der rasante Anstieg des Verkehrs und den damit verbundenen Emissionen, werden ebenso dargestellt. Diese erhobenen Daten, unter anderem von EICHLSEDER und HAUSBERGER (2005 [59] und 2006 [60]), bilden die Basis für die Berechnungen im SubszENARIO „*prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage*“. Hierbei wurden fünf Kraftstoffnachfrageszenarien simuliert. Diese entsprechen „Business as Usual“ („BAU“), „5-Liter-Auto“, „3-Liter-Auto“, „Gasfahrzeug“ und „10 % Fahrleistung durch Elektrofahrzeuge“, die wiederum anhand von vier Fahrleistungsprognosen („With Measures“ („WM“), „With Measures low“ („WM low“), „With Measures high“ („WM high“) und „With Additional Measures“ („WAM“)) für das Jahr 2020 simuliert werden. Der Schwerpunkt liegt bei der Berechnung der prognostizierten fossilen Kraftstoffnachfrage bzw. dem Kraftstoffeinsparpotenzial der unterschiedlichen Kraftstoffnachfrageszenarien.

Das zweite SubszENARIO dieser Arbeit beschreibt das „*Biokraftstoffproduktionsszenario*“ in Österreich auf theoretischen Energieflächen. Grundlage für diese Berechnungen sind theoretische Flächenansprüche für die Ernährung von 1.500 m<sup>2</sup> bis 2.000 m<sup>2</sup> pro Person und Jahr, welche mittels Literaturstudium erhoben und durch eigene Berechnungen untermauert wurden. Daraus lässt sich ein theoretischer Flächenanspruch für eine autarke Lebensmittelversorgung der österreichischen Bevölkerung bei gleichzeitig steigender Bevölkerungsanzahl im Jahr 2020 berechnen. Der Flächenanspruch für die Ernährung wird wiederum von der potenziellen landwirtschaftlichen Nutzfläche subtrahiert und ergibt somit die theoretische landwirtschaftliche Energiefläche. Mittels dieser theoretischen Energiefläche, unterteilt in Acker- und Grünland, wird je ein Biokraftstoffproduktionsszenario berechnet. Dazu werden auf dem Ackerland drei Fruchtfolgenmodelle („ökologisch optimierte Fruchtfolge“, „Biokraftstoff ertragsmaximierte Fruchtfolge“ sowie „Biomethan ertragsmaximierte Fruchtfolge“) entwickelt und deren Produktionsszenario im Jahr 2020 prognostiziert. Zusätzlich zum Biokraftstoffproduktionsszenario auf Acker- und Grünland werden 25 % von biogenen Reststoffe, wie z.B. Altspeiseöl und -fett, etc. sowie Biomethan aus tierischen Exkrementen hinzugerechnet.

Die Ergebnisse der Berechnungen des Biokraftstoffproduktionsszenarios (abhängig der drei unterschiedlichen Fruchtfolgenmodelle und dem theoretischen Flächenbedarf für die Ernährung) werden mit den Ergebnissen der prognostizierten fossilen Kraftstoffnachfrage (unterschiedlicher Kraftstoffnachfrageszenarien sowie Fahrleistungsprognosen) zusammengeführt. Diese Synthese ergibt das prognostizierte fossile Kraftstoffsubstitutionspotenzial von Biokraftstoffen, sowie das daraus resultierende CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial im österreichischen Individualverkehr im Jahr 2020.

Die Berechnungen ergeben ein minimales prognostiziertes fossiles Kraftstoffsubstitutionspotenzial von 24 % in der Fahrleistungsprognose „WM high“ mittels „Gasfahrzeugen“ und dem Biokraftstoffproduktionsszenario mittels „Biomethan ertragsmaximierter Fruchtfolge“. Das maximale prognostizierte fossile Kraftstoffsubstitutionspotenzial von 111 % wird in der Fahrleistungsprognose „WAM“ mittels „3-Liter-Auto“ und „Biokraftstoff ertragsmaximierter Fruchtfolge“ erreicht. Das minimale prognostizierte CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial von 17 % ergibt sich aus der Fahrleistungsprognose „WM high“ mit dem Kraftstoffnachfrageszenario „BAU“ und „Biomethan ertragsmaximierte Fruchtfolge“. Das maximale prognos-

tizierte CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial von 86 % setzt sich aus der Fahrleistungsprognose „WAM“ mit dem prognostizierten fossilen Kraftstoffnachfrageszenario „3-Liter-Auto“ und „Biotreibstoff ertragsmaximierter Fruchtfolge“ zusammen. Folglich kann mit dem „3-Liter-Auto“ und der geringsten Fahrleistung („WAM“) jedes beliebige, prognostizierte fossile Kraftstoffsubstitutionspotenzial erreicht werden. Für die Umwelt- und Verkehrspolitik bedeutet dies eine verpflichtende flächendeckende Einführung des „3-Liter-Autos“ mit maximalem CO<sub>2</sub>-Ausstoß von 90 g pro km.

**Abschließend ist festzuhalten, dass eine 100 %ige Biotreibstoffversorgung des österreichischen Individualverkehrs nur bei einem theoretischen Flächenbedarf für die Ernährung von 1.500 m<sup>2</sup> pro Person und Jahr, der geringsten Fahrleistungsprognose „WAM“ und des geringsten fossilen Kraftstoffnachfrageszenarios mittels „3-Liter-Autos“ im Jahr 2020 erreicht werden kann.**

## Abstract

The objective of this study was to investigate if biofuel can substitute 100% of fossil fuel in the Austrian individual traffic by 2020 assuming an autarkic production of food.

This paper begins with the actual description of the fossil oil and gas situation. Also the Austrian fossil fuel demand and statistics according to the Austrian traffic are given. For years, we have observed a vast dependence of traffic on gas and diesel. Especially in Austria, diesel plays a major role in individual traffic. The chapters of the first part discuss the development of traffic in general as well as the increase of CO<sub>2</sub>-emissions. Further, an overview of Austria's current production of biofuels is given. Also forecasts concerning the production potential of biofuels are discussed. Based on road performance forecasts and data from EICHLSEDER and HAUSBERGER (2005 [59] and 2006 [60]), five models for the forecasted demand for fossil fuel in the individual traffic were simulated. These subscenario for the demand of fossil fuel are: "Business as Usual" ("BAU"), "5-liter-car", "3-liter-car", "natural gas vehicles with 120 g CO<sub>2</sub>/km" and "10 % of the road performance done by the use of electric vehicles". These five scenarios are again combined with four road performance forecasts "With Measures" („WM“), „With Measures low“ („WM low“), „With Measures high“ („WM high“) and „With Additional Measures“ („WAM“) in order to calculate the total forecasted demand for fossil fuel by the year 2020.

The second subscenario of the study describes the production of biofuels in Austria. The calculation is based on the theoretical need for agricultural area for nutrition of 1.500 to 2.000 m<sup>2</sup> per person and year. These figures for the theoretical need for agricultural area were partly found in literature and partly self-calculated. Based on the figures for the needed area, it is possible to calculate the theoretical need of agricultural area for self-sufficient food production for the Austrian population also taking into account the growth of population till 2020. In a next step, the need for agricultural area for food production is subtracted from the agricultural area, which again refers to the theoretical area used for energy production. With this theoretical energy area - divided into arable and grassland - a production scenario of biofuels can be calculated. Three different systems of crop rotation ("ecologically optimised crop rotation", "maximized production of biofuels", and "maximized production of biomethan") are used for the production scenario of biofuels for 2020. Additionally, the scenario of the production of biofuels from grassland and of 25 % of biogenous residual material (as for example used oil or matured forest) is included. Finally, these scenarios of the production of biofuels are summed up.

In a next step, the results for the production of biofuels (depending on different crop rotating systems) are merged with the results of the forecasted demand for fossil fuel. This combination refers to the scenario of substitution of fossil fuel, including the reduction of CO<sub>2</sub>-emissions in the Austrian individual traffic by 2020. These calculations are showing a minimal potential of substituting of 24 % of fossil fuels based on the road performance forecast "WM high" using "CNG-cars", and the crop rotating system "maximized production of biomethan". By contrast, the maximum scenario of substitution amounts to 111 % is based on the road performance forecast "WAM", "3-liter-cars" and "maximized production of biofuels". The lowest reduction of CO<sub>2</sub>-emissions (17 %) is achieved in the road performance forecast "WM high" with the forecasted demand of fossil fuel „BAU“. The highest reduction of CO<sub>2</sub>-emissions (86 %), on the other hand, is achieved by "WAM" as a forecast for road performance, with a forecasted demand of fossil fuel by the model "3-liter-cars" and "maximized production of biofuels". To conclude, using "3-liter-cars" as a model for the demand for fossil fuel and the minimal road performance "WAM" allows for a maximum substitution of fossil fuels. Concerning environmental issues and traffic policy the "3-liter-car" should thus be binding throughout the European Union at a maximum of 90 g CO<sub>2</sub>-emission per kilometre.

**To conclude, a full substitution of fossil fuels by biofuels in 2020 is based on three factors for the Austrian individual traffic: First, an agricultural area for food production of 1.500 m<sup>2</sup> per person and year; second, the least road performance forecast “WAM”; and third, a minimum demand of fossil fuel with “3-liter-cars”.**

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>Stand des Wissens und Problemstellung</b>	<b>15</b>
2.1	Status quo der Erdöl- und Erdgasvorkommen	15
2.1.1	Erdölvorkommen	15
2.1.2	Erdgasvorkommen	24
2.1.3	Entwicklung des Erdöl- und Erdgaspreises	25
2.2	Energieverbrauch und Kraftstoffpreise in Österreich	26
2.2.1	Energieverbrauch	26
2.2.2	Kraftstoffverbrauch	30
2.2.2.1	Fossile Kraftstoffe	30
2.2.2.2	Biokraftstoffe – Rohstoffherkunft	32
2.2.2.3	Entwicklung fossiler Kraftstoffpreise	36
2.2.2.4	Entwicklung der Biokraftstoffpreise	37
2.3	Biokraftstoffproduktion in Österreich	39
2.3.1	Pflanzenöl	40
2.3.2	Biodiesel	40
2.3.3	Bioethanol	43
2.3.4	Biogas - Biomethan	44
2.3.4.1	Biogas-Netzeinspeisung	46
2.3.5	BioSNG - BioFIT	47
2.4	Rechtliche und politische Vorgaben im österreichischen Verkehr	48
2.4.1	Energie-, Mineralöl- und Kraftstoffsteuern und -abgaben	48
2.4.2	Treibhausgasemissionen und Umweltschutz im Verkehr	49
2.4.2.1	Treibhauseffekt und Kyoto-Protokoll	50
2.4.2.2	EU-Strategien im Verkehr	53
2.4.2.3	Treibhausgasemissionen Gesamt	61
2.4.2.4	Treibhausgasemissionen Verkehr	63
2.4.2.5	Treibhausgasreduktion im Straßenverkehr	67
2.5	Verkehrs- und Kfz-Statistik	68
2.5.1	Kraftfahrzeugbestand 1948 - 2006	68
2.5.2	Motorisierungsgrad	71
2.5.3	Verkehrsmittelaufteilung (Modal Split)	72
2.5.4	Verkehrs- und Fahrleistung	73
2.5.5	Energieverbrauch im Verkehrssektor	75
2.6	Kraftstoffeinsparpotenziale	77
2.6.1	Fahrzeugtechnologische Reduktionspotenziale	78

2.6.1.1	Wirkungsgrade verschiedener Antriebskonzepte _____	81
2.6.1.2	Zero-Emission-Vehicles _____	82
2.6.1.3	1-Liter Auto _____	83
2.6.1.4	1,5-Liter Auto _____	83
2.6.1.5	3-Liter Auto _____	83
2.6.1.6	Flex-Fuel-Vehicles, Gas- und Hybridfahrzeuge _____	83
2.6.1.7	Fuel Economy Maßnahmen _____	84
2.6.2	Benutzerbezogene Reduktionspotenziale - Mobilitätsmanagement _____	87
2.6.2.1	Kraftstoffsparendes Fahrverhalten _____	87
2.7	Flächenverteilung und Bevölkerungsentwicklung _____	88
2.7.1	Entwicklung der österreichischen Agrar- und Forstflächen _____	88
2.7.2	Aktuelle Agrarflächennutzung _____	89
2.7.2.1	Nachwachsende Rohstoffe _____	92
2.7.3	Aktuelle Forstflächennutzung _____	93
2.7.4	Bau- und Verkehrsflächen _____	94
2.7.5	Bevölkerungsentwicklung _____	95
2.8	Vorhandene Prognosen _____	95
2.8.1	Bevölkerungsentwicklung _____	95
2.8.2	Mobilitätsentwicklung _____	96
2.8.3	Kfz-Bestandsentwicklung _____	96
2.8.4	Alternative Kraftstoffszenarienentwicklung _____	98
2.8.5	Kraftstoffstrategien der Automobil- und Mineralölwirtschaft _____	99
2.8.6	Kfz-Fahrleistungsentwicklung _____	100
2.8.7	Personenkilometerleistungsentwicklung _____	103
2.8.8	Energieverbrauchs- und Kraftstoffnachfrageentwicklung _____	105
2.8.9	Emissionsentwicklung und -prognosen _____	113
2.8.10	Prognosen des Flächenbedarfs für die Biokraftstoffproduktion _____	117
2.8.11	Biokraftstoffpotenziale _____	122
2.8.11.1	Prognosen des Biogaspotenzials _____	122
2.8.11.2	Prognosen des Biodieselpotenzials _____	126
2.8.11.3	Prognosen des Bioethanolpotenzials _____	127
2.8.11.4	Prognose des Potenzials fester Biomasse _____	128
2.8.11.5	Prognosen der Deponie- und Klärgaspotenziale _____	129
2.8.12	Theoretische Erträge aus Energiepflanzen _____	130
2.9	Vorhandene Forderungen _____	132
<b>3</b>	<b>Zielsetzung _____</b>	<b>136</b>
<b>4</b>	<b>Methoden und Modell _____</b>	<b>137</b>
4.1	Modellbeschreibung _____	137

4.2	Theoretischer Flächenbedarf für die Ernährung _____	139
4.3	Biokraftstoffproduktionsszenarien für Österreich _____	149
4.3.1	Biokraftstoffproduktionsszenario auf Energieflächen _____	149
4.3.1.1	Grün- und Ackerland _____	152
4.3.1.1.1	Fruchtfolgemodelle für die Biokraftstoffproduktion am Ackerland _____	152
4.3.1.1.2	Ökologisch optimierte Fruchtfolge _____	156
4.3.1.1.3	Biokraftstoff- und Biomethan ertragsmaximierte Fruchtfolgen _____	157
4.3.1.1.4	Biomethanertrag auf dem Grünland _____	158
4.3.2	Biokraftstoffproduktionsszenario aus biogenen Reststoffen (exkl. Energiepflanzen) _____	158
4.3.2.1	Biogene Abfällen und Altholz _____	158
4.3.2.2	Deponie- und Klärgase _____	159
4.3.2.3	Biomethanertrag aus tierischen Exkrementen _____	159
4.3.2.4	Gesamtes Biokraftstoffproduktionsszenario biogener Reststoffe _____	161
4.4	Theoretischer Kraftstoffverbrauch in Österreich _____	162
4.4.1	Theoretischer Kraftstoffverbrauch nach Fahrzeugtyp _____	162
4.4.2	Kraftstoffverbrauch im Jahr 2005 _____	163
4.4.3	Fahrleistungsprognosen für das Jahr 2020 _____	165
4.4.4	Kraftstoffnachfrageszenarien _____	166
<b>5</b>	<b>Ergebnisse und Diskussion _____</b>	<b>168</b>
5.1	Biokraftstoffproduktionsszenarien _____	168
5.1.1	Ökologisch optimierte Fruchtfolge _____	168
5.1.2	Biokraftstoff- und Biomethan ertragsmaximierte Fruchtfolge _____	168
5.2	Prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage im Individualverkehr im Jahr 2020 _____	169
5.2.1	Prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage je Fahrleistungsprognose _____	170
5.2.1.1	Fahrleistungsprognose „With Measures“ („WM“) _____	171
5.2.1.2	Fahrleistungsprognose „With Measures low“ („WM low“) _____	172
5.2.1.3	Fahrleistungsprognose „With Measures high“ („WM high“) _____	173
5.2.1.4	Fahrleistungsprognose „With Additional Measures“ („WAM“) _____	174
5.2.2	CO <sub>2</sub> -Einsparungen in Abhängigkeit von der Fahrleistungsprognose _____	175
5.3	Prognostiziertes fossiles Kraftstoffsubstitutions- und CO <sub>2</sub> -Einsparpotenzial _____	176
5.3.1	Flächenbedarf für die Ernährung von 1.500 m <sup>2</sup> /Person _____	176
5.3.1.1	Ökologisch optimierte Fruchtfolge _____	177
5.3.1.2	Biokraftstoff ertragsmaximierte Fruchtfolge _____	178
5.3.1.3	Biomethan ertragsmaximierte Fruchtfolge _____	179
5.3.2	Flächenbedarf für die Ernährung von 2.000 m <sup>2</sup> /Person _____	180
5.3.2.1	Ökologisch optimierte Fruchtfolge _____	180
5.3.2.2	Biokraftstoff ertragsmaximierte Fruchtfolge _____	181

5.3.2.3	Biomethan ertragsmaximierte Fruchtfolge	182
5.3.3	Zusammenfassung der prognostizierten fossilen Kraftstoffsubstitutions- und CO <sub>2</sub> -Einsparpotenziale	183
<b>6</b>	<b>Schlussfolgerungen</b>	<b>185</b>
<b>7</b>	<b>Weiterführende Arbeiten</b>	<b>188</b>
<b>8</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>189</b>
<b>9</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>192</b>
<b>10</b>	<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>211</b>
<b>11</b>	<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>215</b>
<b>12</b>	<b>Anhang</b>	<b>222</b>
<b>13</b>	<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>294</b>
<b>14</b>	<b>Curriculum Vitae</b>	<b>295</b>

# 1 Einleitung

"Errare humanum est",

frei nach Hieronymus, könnte man sagen, wenn man die Geschichte der großindustriellen Kraftstoffproduktion im Verkehrswesen betrachtet. Wie Rudolf Diesel, Erfinder des Dieselmotors, in seiner Patentschrift von 1912 schrieb: "Der Gebrauch von Pflanzenöl als Kraftstoff mag heute unbedeutend sein. Aber derartige Produkte werden im Laufe der Zeit ebenso wichtig wie Petroleum und diese Kohle-Teer-Produkte von heute werden." Ähnlich dazu Nikolaus August Otto, Erfinder des Ottomotors der seinen ersten Motor mit reinem Ethanol betrieb. Auch Henry Ford plante ursprünglich das erste Ford T-Modell von 1908 mit Ethanol zu betreiben und entwarf es auf Basis der Nutzung von diesem Kraftstoff, weil er bereits Visionen von der nachhaltigen Einbeziehung der Landwirtschaft als Kraftstofflieferant hatte (ROSENITSCH ET AL. 2005 [167]). Dieses Modell konnte mit Benzin, Alkohol oder jedem beliebigen Mischungsverhältnis davon fahren (URBAN nach MAUTNER-MARKHOF 1982 [138]).

Biosprit<sup>1</sup>, Biotreibstoff - die naturwissenschaftlich und technisch korrekte Bezeichnung lautet Biokraftstoff - ist „in“. Der laut der Zeitschrift „Forbes“ reichste Mann der Welt 2006, Microsoft-Gründer Bill Gates, investierte im April 2006 84 Mio. Dollar in den Biokraftstoffhersteller Pacific Ethanol (DIE PRESSE 2006 [53]). Die gesamte Energie-, Verkehrs- und Automobilwirtschaft befindet sich gerade in einem Umbruch. Und das Verkehrssystem verändert wiederum unser Sozialsystem. Aber wie schon im Rechnungshofbericht zum Biomasseheizkraftwerk Wien Simmering steht: „Bei der Brennstofflogistik wäre verstärkt auf die ökologischen Aspekte Bedacht zu nehmen“ (RH 2006 [165]). Zukünftig muss die ökologische Komponente einer nachhaltigen Energie- und Verkehrswirtschaft sehr stark ausgeprägt sein.

Gemäß Weißbuch „Die Europäische Verkehrspolitik bis 2010: Weichenstellungen für die Zukunft“ der EU-Kommission ist eine Erdölabhängigkeit im Verkehrswesen von 98 % gegeben. Dieses „an der Nadel hängen“ schreit förmlich nach alternativen bzw. erneuerbaren Kraftstoffen. Die Unterscheidung „alternative“ und „erneuerbare“ bzw. „biogene“ Kraftstoffe erscheint sinnvoll, da als alternative Kraftstoffe auch Erdgas<sup>2</sup> oder neuerdings z.B. Fischer-Tropsch-Diesel aus Kunststoffabfällen gemeint ist.

Der Kraftstoff der Zukunft wurde jedoch noch nicht definiert. BMW und Opel favorisieren Wasserstoff, DaimlerChrysler Methanol und Wasserstoff, VW hingegen kurzfristig SYN-FUEL (z.B. SDMS – Shell Middle Distillate Synthesis) und langfristig SUN-FUEL (KOCHENDÖRFER ET AL. 2003 [123]). PSA Citroën Peugeot will Biodiesel aus Soja-, Rizinus- und Palmöl forcieren und Volvo gab bekannt, dass die Produktion der Erdgasflotte eingestellt werden soll (ÖKONEWS 2006 [150]).

Das EU-Grünbuch „Hin zu einer europäischen Strategie für Energieversorgungssicherheit“ (Europäische Kommission 2002 [68]) legt eine 20%ige Substitution konventioneller Kraftstoffe durch alternative Kraftstoffe im Bereich des Straßenverkehrs für die Europäische Union und damit auch für Österreich fest.

Auch die USA, der weltgrößte CO<sub>2</sub>-Emittent, reagiert auf die sinkenden Ölvorkommen durch steigende Kraftstoffpreise. Präsident George W. Bush erklärte am 31. Jänner 2006, dass die USA sich von der Erdölabhängigkeit lösen müssten und fordert bis 2025 eine Substitution des importierten Erdöls von 75 %. Die USA reagieren auch direkt gegen

<sup>1</sup> Der Begriff „Biosprit“ ist nach MAUTNER-MARKHOF (1982 [138]) von der Agrarindustrie markenrechtlich geschützt.

<sup>2</sup> „Grünbuch über Energieeffizienz oder weniger ist mehr“ (EUROPÄISCHE KOMMISSION 2005c [71]).

fossile Kraftstoffe. Im US Energy Policy Act 2005 wurde ein landesweiter Standard von erneuerbaren Energien (RFS – Renewable Fuel Standard) eingeführt, durch den der Einsatz von Bioethanol und Biodiesel bis 2012 verdoppelt werden soll. Umso mehr verwundert es, dass es im Jahr 1981 im Nordwesten der USA rund 1.350 Tankstellen gab, welche ein Biokraftstoffgemisch mit 10 % Ethanol verkauften (BLOCHBERGER nach MAUTNER-MARKHOF 1982 [138]).

Auf EU-Ebene ist interessant, dass jede wirtschaftliche Strategie zur Verringerung der Erdölabhängigkeit und der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Verkehrswesen der Kraftstoffeffizienz höchste Priorität eingeräumt werden soll. Und die Realität? Die Wirtschaftlichkeitsberechnungen für die angebliche Unwirtschaftlichkeit der Biokraftstoffe ist angesichts dessen, dass diese Berechnungen oft Werte von 20 – 30 US \$ pro Barrel Erdöl verwenden, mehr als fraglich (EUROPÄISCHE KOMMISSION 2001 [67]).

Und die Diskussion um die Konkurrenzbeziehung zwischen Lebensmittel- und Biokraftstoffproduktion ist nachweislich nicht gegeben. So werden weltweit 73,5 % der Palmölproduktion für Nahrungszwecke, 21,5 % zur Herstellung von Konsumartikel und nur 5 % für energetische Zwecke verwendet (WIDMANN, REMMELE 2008 [229]). Ebenso nutzt die Europäische Union weniger als 1 % der Getreideproduktion zur Ethanolherstellung. Es werden weiters rund zwei Drittel der Rapsernte zur Produktion von Biodiesel genutzt, jedoch beträgt die europäische Rapsproduktion nur ca. 2 % der weltweiten Nachfrage nach Rapsöl. Demgegenüber stehen rund 21 Mio. ha an Fläche, welche seit der Zerschlagung der Sowjetunion nicht mehr für die Getreideproduktion verwendet werden (können). Gemäß Daten der FAO könnte daher Russland die Getreideproduktion um 45 %, Kasachstan um 60 % und die Ukraine um 70 % erhöhen (FISCHER-BOEL 2008 [87]).

## 2 Stand des Wissens und Problemstellung

In diesem Kapitel werden zuerst die globalen Erdöl- und Erdgasvorkommen, und danach deren Fördertechnologien überblicksmäßig beschrieben. In den Kapiteln Energieverbrauch und Biokraftstoffproduktion wird ein Überblick über die österreichische fossile und biogene Kraftstoffsituation gegeben.

### 2.1 Status quo der Erdöl- und Erdgasvorkommen

Erdöl ist ein bequemer Rohstoff. Er hat eine hohe Energiedichte, ist leicht zu transportieren, zu fördern und zu verarbeiten. Die Nachteile jedoch sind endliche Verfügbarkeit, Abhängigkeit und alle Aspekte des Umwelt- und Klimaschutzes sowie deren Politik. Eine naturwissenschaftliche Sicht der Endlichkeit von Erdöl und Erdgas, in der Literatur als „Peak Oil“ und „Peak Gas“ bezeichnet, beinhalten die Kapitel 2.1.1 und 2.1.2. In den darauf folgenden Kapiteln wird näher auf die Preisentwicklung der fossilen und erneuerbaren Kraftstoffe eingegangen.

#### 2.1.1 Erdölvorkommen

Unter dem Begriff Erdöl werden meist konventionelles und unkonventionelles Erdöl zusammengefasst. Unter konventionellem Erdöl versteht man Leichtöl und die bei der Erdgasgewinnung anfallenden Flüssigkeiten. Unter unkonventionellem Erdöl versteht man Schweröl, Schwerstöl, Ölsande<sup>3</sup>, Ölschiefer<sup>4</sup> und synthetische Erdöle (GERLING 2005a [99]). Diese Unterscheidung in konventionelles und unkonventionelles Erdöl ist jedoch nicht eindeutig, wie in Tabelle 1 dargestellt (ZITTEL, SCHINDLER 2000 [243] und CAMPBELL ET AL. 2003 [44]). Die vom American Petroleum Institute eingeführte Messgröße °API (Grad API) hat sich zur Einteilung der Erdöldichte hierbei durchgesetzt. Je größer dieser Wert ist, desto leichter und höherwertiger ist das Erdöl. Je geringer der °API, desto zäher und niederwertiger ist es (CAMPBELL ET AL. 2003 [44]). CAMPBELL ET AL. (2003 [44]) unterscheiden weiters polares und Tiefseeöl. Kondensate und Flüssiggase werden wiederum zu den unkonventionellen Erdölen gerechnet (ZITTEL, SCHINDLER 2000 [243]).

**Tabelle 1:** Klassifizierung von Erdöl (ZITTEL, SCHINDLER 2000 [243] und CAMPBELL ET AL. 2003 [44])

Bezeichnung	Einheit	nach Campbell	nach Hiller
konventionelles Erdöl	°API	> 17,5° - 20°	> 20 - 25°
Schweröl		10° - 17,5°	> 10°
extra schweres Erdöl		1° - 10°	
Öl- bzw. Teersande		< 10°	

Erdölfelder selbst entstehen nur in seltenen Kombinationen geologischer Faktoren und daher nicht überall. Ebenso entsteht Erdöl nur in einer gewissen Tiefe bei bestimmten Temperatur- und Druckbedingungen. In zu geringer Tiefe ist es dafür zu kalt und zu tief ist es zu heiß und es wird vollständig zu Erdgas umgewandelt. Daher besteht auch keine

<sup>3</sup> Ölsande sind Sandsteine, welche sehr zähflüssige Kohlenwasserstoffe enthalten. Auch als Teersand bezeichnet (CAMPBELL ET AL. 2003 [44]).

geologische und geochemische Begründung für die Theorie, in sehr tiefen Meeresregionen noch viel neues Erdöl zu finden (CAMPBELL ET AL. 2003 [44]).

Seit dem Jahr 2000 kann die Ölförderung Europas nicht mehr ausgeweitet werden, sondern ist bereits um mehr als 20 % zurückgegangen. Auch weltweit werden die Förderbedingungen für Erdöl und Erdgas zunehmend schwieriger. Daher stammen die Bezeichnungen „Peak Oil“ und „Peak Gas“. Sie bedeuten nicht, dass kein Erdöl mehr vorhanden ist oder sehr bald keines mehr vorhanden sein wird, sondern, dass das Wachstum der Ölförderung zu Ende ist und damit die Endlichkeit naht.

Die idealtypische Glockenkurve, eine graphische Darstellung des „Peak Oil“, wurde von Marion King Hubbert entwickelt und wird deshalb auch als „Hubbert-Kurve“ bezeichnet (Abbildung 1). Sie beschreibt den Moment, ab dem das Erdölfördermaximum erreicht wird bzw. wurde. Die Fläche unter der Kurve entspricht dem Volumen des Rohstoffs. Der Kurvenverlauf mit einem exponentiellen Anstieg und Abfall wird durch einen Punkt bzw. eine Phase maximaler Förderung unterbrochen. Im Idealfall fällt die maximale Förderung („peak production“; pp) mit der 50%igen Rohstofferschöpfung zusammen, dem so genannten „depletion mid-point (dmp)“ (Erdölfördergipfel). Dieses von Hubbert im Jahr 1956 für die Erdölproduktion der USA entwickelte Modell sagte seinerzeit für das Jahr 1968 den dmp vorher, welcher auch eintrat (GERLING 2005a [99]).

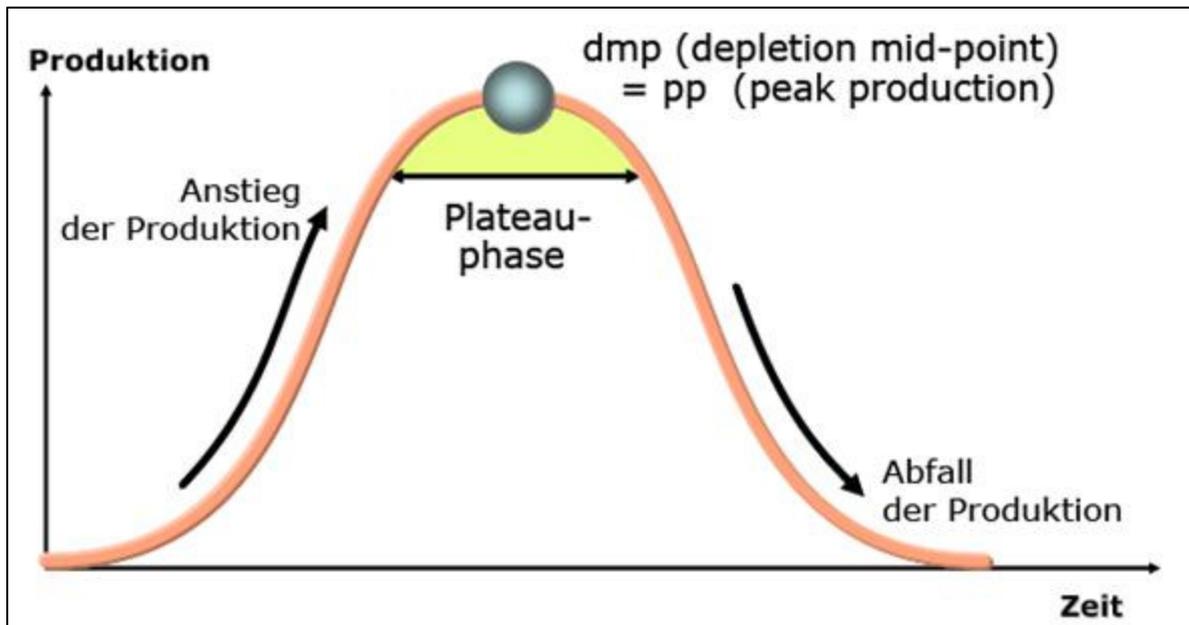


Abbildung 1: Hubbert-Kurve (GERLING 2005a [99])

Wie sieht nun die weitere Entwicklung aus? Die steigende Nachfrage nach Erdöl und dessen Endlichkeit sind der wesentliche Grund für den stetigen Preisanstieg von 10 \$ pro Fass Erdöl im Jahr 1999 auf fast 80 \$ im Jahr 2006. Mit großer Wahrscheinlichkeit befindet sich die Welt gerade am weltweiten Ölfördermaximum. Ebenso übersteigt seit 1984 die Ölproduktion die Neuentdeckung von Ölvorkommen. Die Endlichkeit des Erdöls zeigt auch die Endlichkeit von Erdgas und Atomenergie auf. Im globalen energiewirtschaftlichen Zusammenhang ist der Beitrag der Kernenergie mit etwa 2 % nur unbedeutend. Diese Energieformen sind ebenso für eine nachhaltige Energieversorgung bzw. -politik nicht verwendbar (ZITTEL 2006 [246]).

Nach ZITTEL (2006 [246]) wird das weltweite Erdölmaximum um das Jahr 2010 prognostiziert (Abbildung 2). Auch werden hier die Produktionsmengen der verschiedenen Erdölvorkommen (NGLs = Nature Gas Liquids (Flüssiggas), Polar Oil (v.a. Alaskaöl, Deep Water = Hochsee, Heavy = Schweröl, Conventional = Öl aus der Erde)) aufgezeigt.

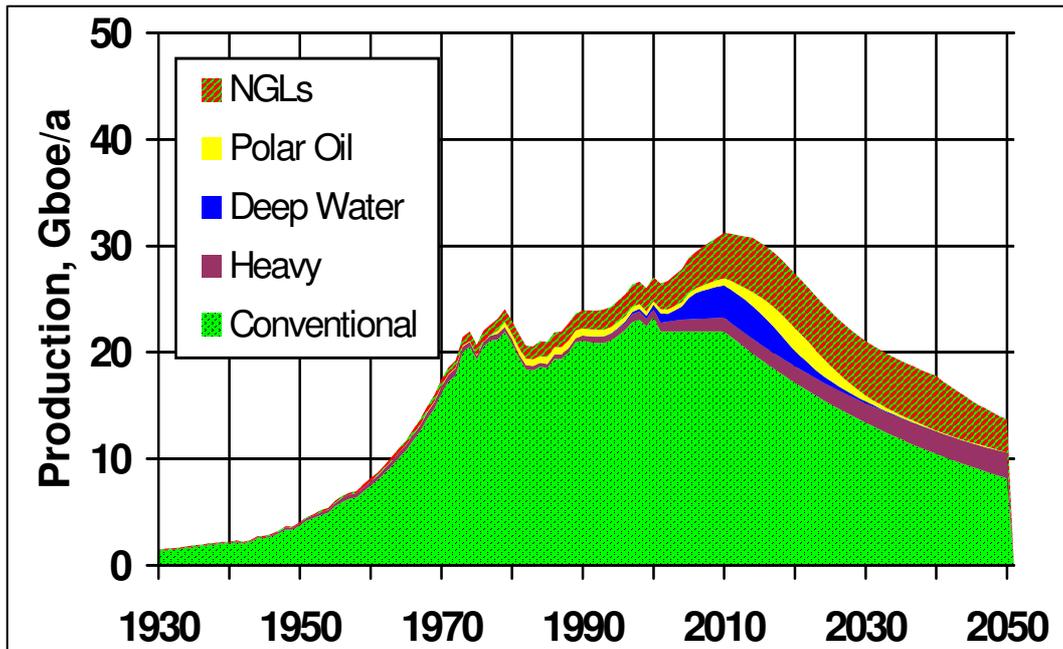


Abbildung 2: Welölförderung (Analyse und Prognose) [Gigabarrel Öl/a] (ZITTEL 2006a [246])

Das Fördermaximum um 2010 bedeutet einen Rückgang der Verfügbarkeit und Preiserhöhungen. Etwa 50 % des weltweit vorhandenen Erdöls waren im Jahre 2002 bereits verbraucht.

Die wichtigste Energiequelle der kommenden 20 bis 30 Jahre wird das Energiesparen sein. Dies beinhaltet die erzwungene Verbrauchseinschränkung ebenso wie die intelligentere Nutzung der Energie durch neue verbrauchsarme Technologien. Heute muss man davon ausgehen, dass mindestens in den kommenden 20 bis 30 Jahren die Energieversorgung eher durch eine Unterversorgung als durch ein Überangebot geprägt sein wird (ZITTEL 2006 [246]).

Wie bereits erwähnt, wird seit etwa 25 Jahren jährlich mehr Erdöl verbraucht als neu entdeckt. Die Ölfunde des Jahres 2005 lagen bei ungefähr 5,5 Gigabarrel (= Mrd. Fass Öl). Der Erdölverbrauch hingegen war fast sechsmal höher und betrug rund 30 Gigabarrel (Gb). Hinzu kommt, dass der Aufwand für die Exploration und Förderung von Erdöl stetig größer und teurer wird.

Des Weiteren werden große Erdölfunde zunehmend seltener. Die bisher größten Erdölfelder wurden vor 50 bis 60 Jahren gefunden (die beiden größten Erdölfelder belaufen sich auf ca. 20 % des insgesamt gefundenen Öls). Insgesamt kennt man etwa 42.000 Erdölfelder mit einem förderbaren Ölgehalt von ungefähr 2.000 Gigabarrel. Bereits in 320 Feldern sind 75 % allen Erdöls enthalten. Es gibt nur wenige Ausnahmen, so zum Beispiel „offshore“ Funde vor Brasilien und Angola. In 20 Jahren fand man bisher etwa 30 Gb in mehr als 300 Feldern - dies entspricht einer Weltjahresproduktion. Zum Vergleich: 1948 wurden 120 Gb in einem Feld gefunden (ZITTEL 2001 [244]).

Diese Felder sind heute alle in Produktion. Weltweit befinden sich nur etwa 10 bis 20 % der Erdölreserven in Feldern, die noch nicht erschlossen sind. Dieser Aspekt ist deshalb von Bedeutung, weil Erdölreserven, die in bereits erschlossenen Feldern liegen, nicht zur Erhöhung der Förderrate dienen können. So haben die meisten Regionen bereits den Höhepunkt der Erdölförderung überschritten. Es ist absehbar, dass diese Regionen bis 2015 um etwa 10 bis 15 Mio. Fass Erdöl pro Tag weniger als heute fördern werden. Damit dieses Defizit ausgeglichen wird, müssten die verbleibenden Regionen im Mittleren Osten sowie in Russland, Kasachstan und Aserbaidschan, die heute zusammen etwa 50 % zur Weltförderung beitragen, ihre Förderung um fast 40 % innerhalb der kommenden

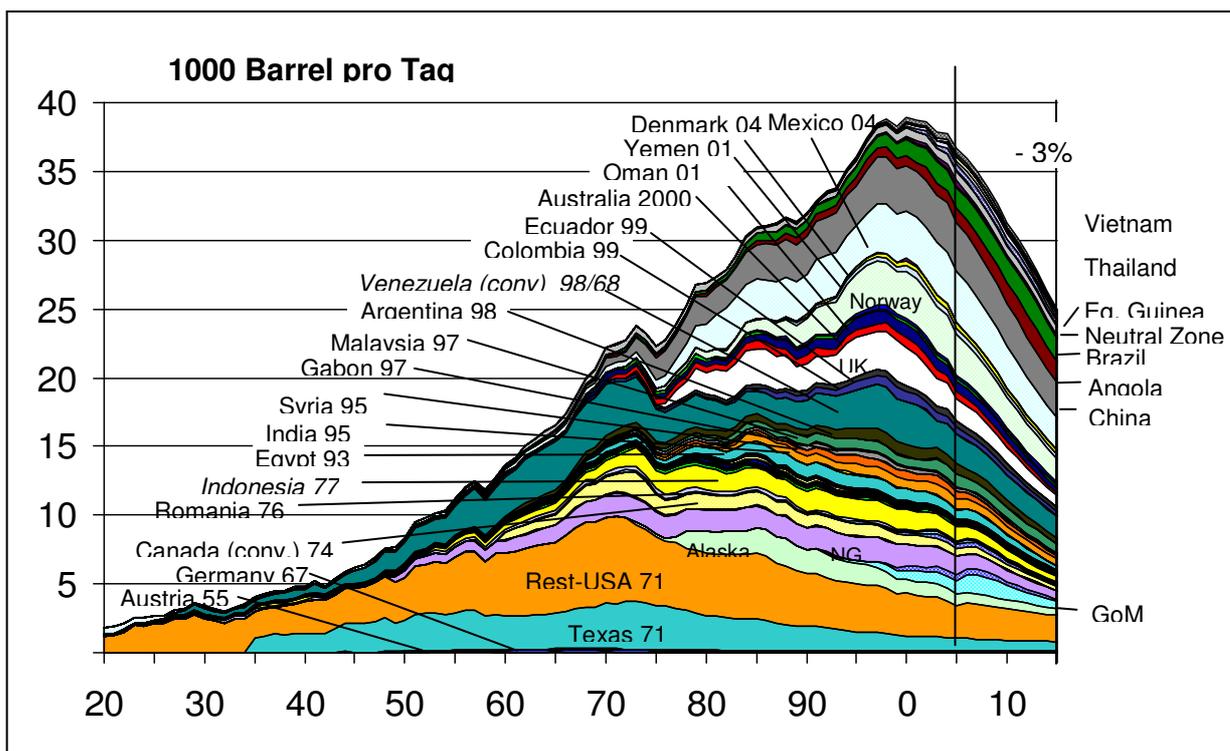
10 Jahre ausweiten. Sollte die Erdölförderung bis dahin noch weiter gesteigert werden, dann müssten diese Staaten um 50 % oder mehr ausweiten. Das aber würde Investitionen und Aktivitäten erfordern, die heute nicht absehbar sind (ZITTEL 2006a [246]).

Bereits 1955 war in Österreich dieses regionale Erdölfördermaximum erreicht, und 1968 auch in Deutschland. Kurz darauf wurde im Jahr 1970 der Höhepunkt der Ölförderung in den USA überschritten. In Kanada geht die konventionelle Ölförderung seit mehr als 30 Jahren stetig zurück, wenn man die Ausweitung der Ölsandförderung an dieser Stelle noch ausklammert, die seit 1967 zunehmend erfolgt. Auch die Mineralölwirtschaft weist bei deren Erschließung auf die erheblichen Eingriffe in die Landschaft bei der Förderung hin (FELDMANN 2005 [85]). Im Jahr 1999 erreichte die Ölförderung in der Nordsee ihren Höhepunkt. Seither ist sie um etwa 30 % gefallen. Seit vier Jahren hat auch Norwegen sein Maximum überschritten. Aber auch Staaten wie Indonesien (Maximum 1977), Syrien (1995) oder Oman (2001), dargestellt in Abbildung 3, reihen sich hier ein (ZITTEL 2005 [245]). Die Staaten, die ihr Fördermaximum überschritten haben, werden immer mehr, und die Anzahl jener Staaten, die dieses steigende Defizit ausgleichen können, immer geringer. Es genügt nicht, dass diese Staaten jedes Jahr konstant die Förderrate ausweiten, sondern mit jeder neuen Region jenseits des Fördermaximums müssen weniger Staaten mehr fördern, um diesen Förderrückgang zu kompensieren.

Die folgende Abbildung 3 zeigt die historische Entwicklung der Ölförderung aller Staaten außerhalb der OPEC<sup>5</sup>-Staaten (mit Ausnahme von Indonesien) und außerhalb der ehemaligen Sowjetunion sowie eine Prognose der Förderung für die folgenden zehn Jahre. Die Staaten sind in der Reihenfolge des Überschreitens des regionalen Fördermaximums eingetragen. Für die USA sind Texas, Alaska, die Tiefseeförderung im Golf von Mexiko (GoM) sowie die Förderung von Flüssiggasen (NGL = Natural Gas Liquids) explizit dargestellt. Am rechten Bildrand sind jene Staaten dargestellt, die ihre Förderung noch ausweiten können. Selbst wenn, wie hier unterstellt, Angola seine Förderrate bis 2015 verdreifacht und Brasilien selbige um 50 % anhebt, so wird die Summe dieser Staaten bis 2015 einen Förderrückgang von fast 15 Megabarrel pro Tag (Mb/d) haben. Dies entspricht 20 % der heutigen Weltförderung von etwa 80 Mb/d. Diesen Beitrag müssen dann die verbleibenden Regionen ausgleichen. Anders ausgedrückt, müssen diese ihre Förderung um etwa 35 % bis zum Jahr 2015 ausweiten, nur um das Defizit auszugleichen. Sollte, wie von der Internationalen Energie Agentur (IEA) erwartet, der gesamte Weltölbedarf bis 2015 auf etwa 100 Mb/d ansteigen, so bedürfte dies einer Förderausweitung dieser Regionen um über 70 % bzw. von mindestens 35 Mb/d innerhalb von zehn Jahren.

---

<sup>5</sup> OPEC = Organization of the Petroleum Exporting Countries.



**Abbildung 3:** Ölförderung der Staaten außerhalb der OPEC (Analyse und Prognose) (ZITTEL 2006a [246])

Nach CAMPBELL ET AL. (2003 [44]) haben die Staaten außerhalb der OPEC das Maximum der Onshore-Produktion ebenso bereits vor 10 Jahren überschritten. Dieser Produktionsrückgang wird aber durch steigende Offshore-Produktion ausgeglichen. Es wird jedoch keine weitere Ausweitung der Förderung erwartet, da sich rund 80 % der Funde auf dem Festland befinden und rund ein Drittel der Offshore-Förderung aus der Nordsee stammt, welche wiederum bereits das Fördermaximum überschritten hat.

In den OPEC Staaten werden drei Viertel aller weltweiten Erdölvorräte vermutet, davon wiederum mit ca. 65 % am höchsten konzentriert in der Golfregion (CAMPBELL ET AL. 2003 [44]). Innerhalb der OPEC-Staaten wird den Fördermöglichkeiten von Saudi-Arabien eine entscheidende Bedeutung zukommen. Heute trägt Saudi Arabien etwa 12 % bzw. 10 Mb/d zur Weltölförderung bei. Etwa die Hälfte hiervon stammt aus einem einzigen Ölfeld - dem 1948 gefundenen und seit 1951 fördernden weltgrößten Ölfeld Ghawar. Die Angaben über seine Größe schwanken zwischen 65 und 120 Gb Fördermenge<sup>6</sup>. Bis heute wurden etwa 47 Gb davon entnommen. Ghawar und Burgan zusammen beinhalten etwa 10 % der gesamten Erdölvorkommen (CAMPBELL ET AL. 2003 [44]). Der größte Teil der restlichen arabischen Ölförderung stammt ebenfalls aus sehr alten Feldern, die fast alle mittlerweile einen deutlichen Förderrückgang zeigen. Dieser kann jedoch noch durch den Anschluss neuer, kleinerer Felder ausgeglichen werden. Es wird hier entscheidend sein, wann das Ölfeld Ghawar in den Förderrückgang gehen wird und vor allem wie schnell dieser erfolgen wird. Sollte die Vermutung amerikanischer Experten zutreffen, dass die hohe Förderrate von Ghawar auf das übermäßige Einpressen von Wasser zurückzuführen ist, so steht zu erwarten, dass die Förderrate bald um mehr als 5 % zurückgehen wird. Eine Parallele zum größten Feld in Oman wird vermutet, das ähnlich aggressiv ausgebeutet wurde und seit dem Jahr 2002 mit mehr als 10 % pro Jahr in der Förderrate nachlässt. Aber auch im EU Grünbuch ist die Rede davon, dass die bekannten Erdölreserven nur

<sup>6</sup> Nach CAMPBELL ET AL. (2003 [44]) beinhaltet Ghawar rund 100 Gb Erdöl.

mehr für etwa 40 Jahre reichen werden. Für jede Million Tonnen (Mio. to) Erdölersatzprodukte könnten nach Experteneinschätzungen mehr als 2.000 Vollzeit Arbeitsplätze geschaffen werden (EUROPÄISCHE KOMMISSION 2005c [71]).

Dass Erdöl tatsächlich zu Ende geht, zeigen diverse Informationen aus aller Welt. So musste zum Beispiel Großbritannien im August 2005 den Einbruch in der Erdöl-, Erdgas- und Begleitgasförderung hinnehmen. Ebenso musste Kuwait erkennen, dass das zweitgrößte Erdölfeld der Welt „Burgan“ das Fördermaximum im November 2005 überschritt<sup>7</sup>. Auch musste im Dezember 2005 die staatliche Fördergesellschaft PEMEX in einer Presseerklärung mitteilen, dass die Förderrate ihres wichtigsten Ölfeldes „Cantarell“ in den kommenden Jahren bedeutend zurückgehen werde (FOSSILE NEWS GAZETTE 2006 [89]).

Bei vielen Beobachtern liegt daher die Hoffnung vor allem in der Ausweitung der Ölsandförderung in Kanada. Einen Überblick über die Ölsand- und Schwerölvorkommen gibt Abbildung 4. In Alberta (Kanada) werden pro Jahr bereits mehr als 50 Mio. to Bitumen aus Ölsanden gewonnen - eine Steigerung auf etwa 200 Millionen Tonnen (Mt) bis 2013 ist geplant. Auch Venezuela hat sehr große Vorkommen an Schwerstölen und das so genannte „cold production-Verfahren“ wird als „umweltfreundlich“ bezeichnet, ist aber nur eingeschränkt effizient (GERLING 2005b [100]).



**Abbildung 4:** Weltweite Ölsand- und Schwerstölvorkommen (GERLING 2005b [100])

Doch auch bei der Ausweitung der Erdölgewinnung aus Ölsanden zeigt die Erfahrung der letzten 40 Jahre, dass diese Ausweitung teuer ist und nur langsam vor sich geht. Aufgrund des hohen Investitionsbedarfs und der langen Vorlaufzeiten lässt sich gut abschätzen, dass bis zum Jahr 2015 höchstens etwa 1,5 - 2 Mb/d zusätzliches Erdöl aus diesem Bereich auf den Markt kommen werden. Das ist jedoch wesentlich weniger, als notwendig wäre (ZITTEL 2005 [245]). Die Abbaumethoden des unkonventionellen Erdöls ähneln eher dem Erz- und Mineralienabbau als der konventionellen Erdölförderung. So müssen z.B. für die Produktion einer Tonne synthetischen Rohöls 25 to Abraum, welche teilweise mit chemischen Lösungsmitteln kontaminiert sind, bewegt werden. Daher kann die Produktion auch nicht so schnell wie bei der konventionellen Erdölförderung erhöht werden. Nach Überschreitung des Fördermaximums der konventionellen Erdölförderung

<sup>7</sup> Nach CAMPBELL ET AL. (2003 [44]) beinhaltet Burgan rund 65 Gb Erdöl.

kann dieser Produktionsrückgang nicht durch eine entsprechende Erhöhung des Abbaus der unkonventionellen Erdölvorkommen kompensiert werden (CAMPBELL ET AL. 2003 [44]).

Ölschiefer, ein weiteres Hoffnungsprodukt der Mineralölindustrie, ist ebenso endlich wie andere Erdölvorkommen (Abbildung 5). Ölschiefer wiederum sind tonhaltige Sedimentgesteine, auch als unausgereiftes „Ölmuttergestein“ bzw. Kerogen bezeichnet, welches organisches Material enthält. Um daraus Öl zu gewinnen muss es erst auf rund 500 °C erhitzt werden (CAMPBELL ET AL. 2003 [44]). Dieser hohe Energie- und Wasserverbrauch, die starken Emissionen von SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, sowie Partikel- und die Volumszunahme um 20 bis 30 % sind daher eine Herausforderung für die Wirtschaftlichkeit. Deshalb werden sie zurzeit eher als „strategische Reserve“ betrachtet (GERLING 2005b [100]).

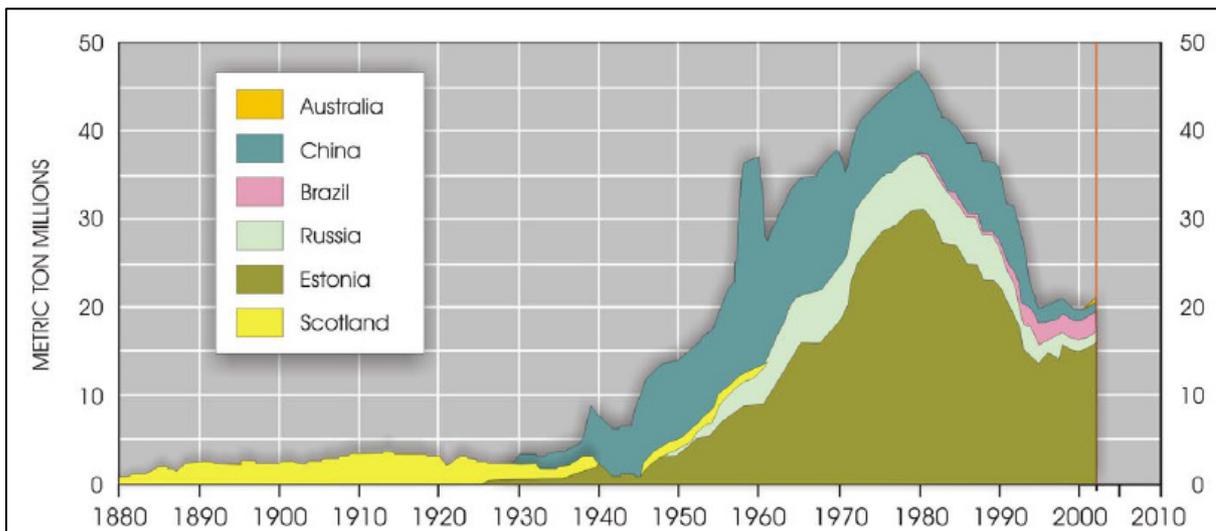


Abbildung 5: Abbau von Ölschiefer (GERLING 2005b [100])

Werden die Projektionen für jede Region aufsummiert, so wird sichtbar, dass die weltweite Ölförderung vermutlich spätestens 2010 das Maximum erreicht haben wird und danach mit einer Rate von mindestens 2 - 3 % pro Jahr zurückgehen wird, wie dies Abbildung 6 dargestellt (ZITTEL 2005 [245]).

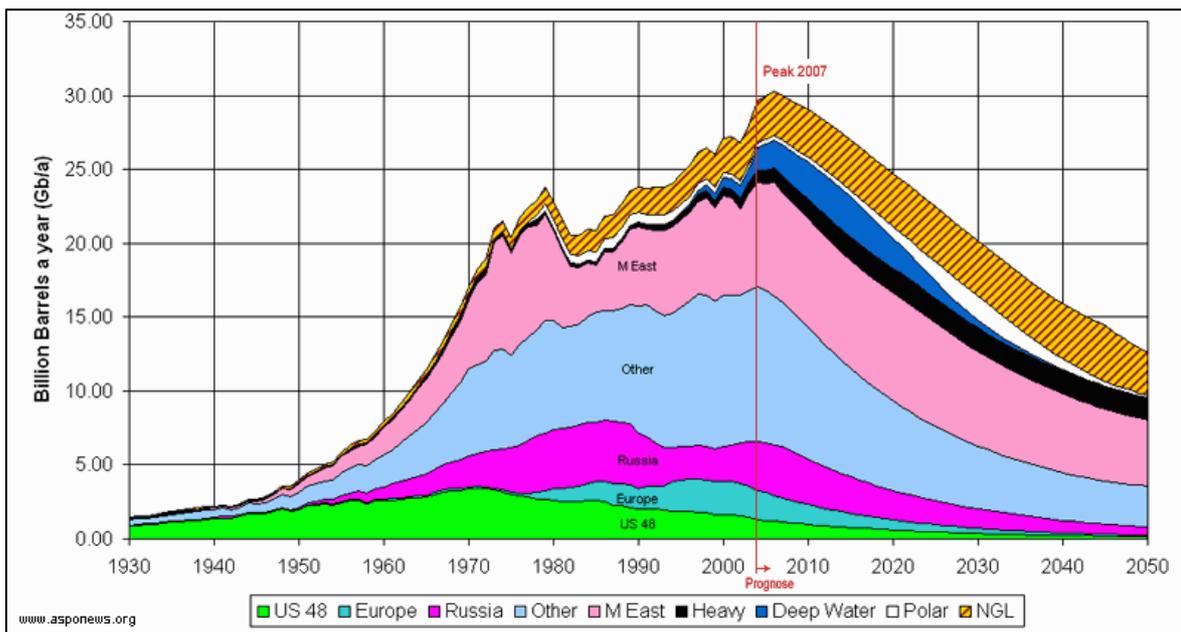
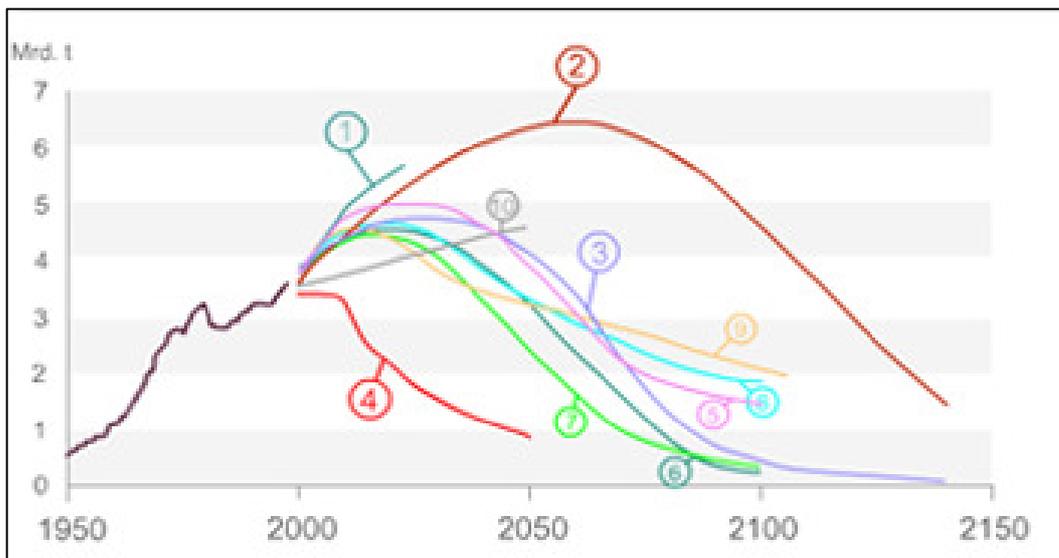


Abbildung 6: Weltweite Ölförderung im Jahr 2005 (ASPO 2006 [11])

Laut der DEUTSCHEN BP AG (2006a [49]) vertreten Ökonomen die Ansicht, dass Öl nie zu Ende gehen wird und dass das Vorhandensein nur vom Preis abhängt. Eine graphische Darstellung unterschiedlicher Meinungen zeigt Abbildung 7. Die so genannten "Pessimisten" (z.B. (1) und (4)), "Realisten" (z.B. (3)) und "Optimisten" (z.B. (2) und (10)) interpretieren die Kurven unterschiedlich. Die Pessimisten sagen das nahe Ende des Erdölzeitalters voraus, die Optimisten sehen das Ende noch in weiter Ferne und die Realisten bewegen sich dazwischen. Viele Meinungen basieren auf der "Peak Oil"-Theorie. Hiernach sind dies die Kurven nach: 1. US-DOE 1999, 2. und 3. ODELL 1998, 4. CAMPBELL 1997, 5. und 6. EDWARDS 1997, 7. und 8. HILLER 1999, 9. SHELL 1995 und 10. WEC 1999. Die noch vorhandenen Ressourcen können jedoch nur durch politische Beschränkungen erhalten werden, die sich jedoch nicht so leicht realisieren lassen (MEADOWS ET AL. 2007 [139]).



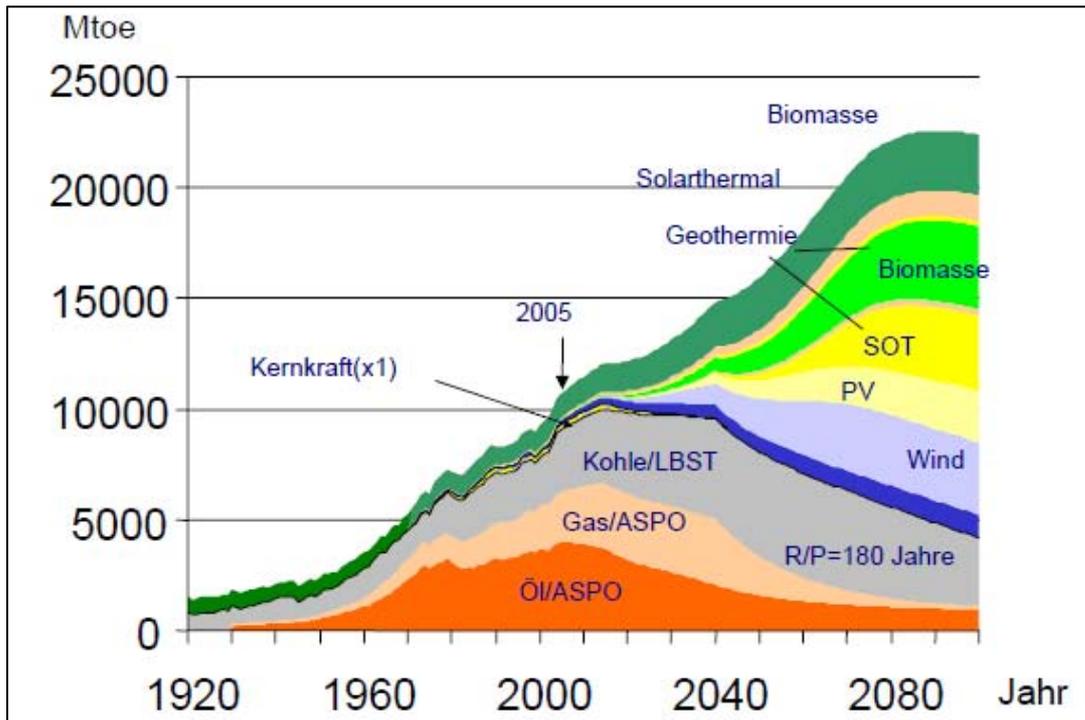
**Abbildung 7:** Mögliche Ölproduktions-Szenarien (DEUTSCHE BP (BP) 2006a [49])

Einen Überblick über die global förderbare Erdölmenge, im Englischen als „estimated ultimate recovery“ (EUR) bezeichnet, bisher bereits gefördert, noch vorhandene Reserven und vermutlich noch zu findendes und noch zu förderndes Erdöl gibt folgende Tabelle 2. 1.028 Gb ist hierbei die gesamte Summe der Reserven und des noch zu findenden Erdöls. Das bedeutet, dass weltweit fast die Hälfte der bekannten Vorräte bereits verbraucht wurde. Heute werden ca. 27 Gb pro Jahr Erdöl gefördert und nur rund 10 Gb jährlich gefunden (CAMPBELL ET AL. 2003 [44]).

**Tabelle 2:** Globale Erdölvorkommen und vermutete Reserven [Gb] (CAMPBELL ET AL. 2003 [44])

Region	EUR	geförderte Menge	Reserven	zu findende Menge	zu fördernde Menge
Mittlerer Osten	751	225	483	43	526
Ehem. Sowjetunion	333	176	126	31	157
Lateinamerika	203	102	84	18	102
Afrika	168	75	81	11	92
Nordamerika	223	187	28	7	35
Europa	76	40	30	6	36
Asien	74	40	28	5	33
Sonstige	56	27	22	6	28
Sicherheitszuschlag	17	-	-	17	17
<b>Welt</b>	<b>1900</b>	<b>873</b>	<b>884</b>	<b>144</b>	<b>1028</b>

Für die Zukunft bleiben der Weg der Verbrauchsreduktion und der verstärkte Einsatz von erneuerbaren Energien als Alternative zum Erdöl. Abbildung 8 zeigt ein entsprechendes Szenario, das neben den verfügbaren fossilen Ressourcen eine Trendfortschreibung der Markteinführung erneuerbarer Energien für die kommenden Jahre und eine stetige Abschwächung des Ausbaus bis zur Annäherung an die Potenzialgrenzen berücksichtigt. Der alternativen Weltenergieausblick, wie sich die Primärenergieversorgung entwickeln könnte ist eindeutig regenerativ (Abbildung 8) (ASPO = Szenario der Association for the study of peak oil, LBST = Szenario der LB-Systemtechnik GmbH, R/P = statische Reichweite, PV = Photovoltaikstrom, SOT= Strom aus solarthermischen Kraftwerken) (Zittel 2006a [246]).



**Abbildung 8:** Alternativer Weltenergieausblick (Analyse und Prognose) (ZITTEL 2006a [246])

Diese verschiedenen Verfügbarkeitszenarien, welche naturgemäß von der Mineralölwirtschaft immer nach hinten revidiert werden, lassen sich auf die allgemeine Erkenntnis der Endlichkeit von Erdöl zurückführen. Aufgrund dieser Endlichkeit muss einerseits der Energie- und Kraftstoffverbrauch gesenkt sowie auf Erdölsubstitute zurückgegriffen werden. Energieeffizienzmaßnahmen müssen in vielen Bereichen gesetzt werden, nicht nur im Kraftstoffbereich. Das Fazit der Erdölsituation lautet nach ZITTEL (2005 [245]):

- Das Maximum der Ölfördermenge wird vermutlich innerhalb der kommenden fünf Jahre zurückgehen.
- Der Einsatz von Erdgas kann derzeit noch ausgeweitet werden, wird aber spätestens um 2020 - 2040 zurückgehen. Es wird dennoch bereits etwa ab dem Jahr 2010 ein Defizit entstehen, das durch den verstärkten Einsatz von Kohle bis 2040 annähernd ausgeglichen werden könnte. Ein Nachteil davon wäre der deutliche Anstieg der CO<sub>2</sub>-Emissionen in der Atmosphäre.
- Langfristig werden erneuerbare Energieträger die gesamte Energieversorgung sichern. Der größte Teil wird allerdings in Form von Strom bereitgestellt werden, da die Potenziale größer und die Technologien hauptsächlich stromerzeugend sind. Hier wird vermutlich eher ein Überschuss an Strom generiert.

- Wärme und Kraftstoff werden auch langfristig eher knapp werden, und daher kommt der Erzeugung von Kraftstoffen aus Strom und Biomasse eine stetig größer werdende Rolle zu. Die Umwandlungsverluste werden jedoch etwa 30 % betragen. Die Rolle von Primär- und Sekundärenergieträger wird damit gegenüber heute vertauscht. Betrachten wir heute Strom als Sekundärenergieträger, der mit Umwandlungsverlusten erzeugt werden muss, so wird diese Rolle zunehmend den Kraftstoffen zufallen.
- Während der Übergangsphase von 2010 auf etwa 2040 könnten auch Kraftstoffe aus Kohle an Bedeutung gewinnen, allerdings sind hier größere Umwandlungsverluste von 40 - 45 % zu erwarten.
- Neben dem stetig zunehmenden Einsatz von erneuerbaren Energieträgern werden wesentlich stärkere Anstrengungen zur Energieeinsparung notwendig sein.
- Diese Umstrukturierung von 2010 auf etwa 2040 wird vermutlich Auswirkungen auf die gesamte Wirtschaft haben. Es ist noch keineswegs vorhersehbar, wie das Wirtschaftssystem, das auf jährlichen Zuwachsraten der wesentlichen Größen, wie z.B. Erdöl, fixiert ist, mit der stetigen Abnahme der fossilen Energieträger zurecht kommt.

### 2.1.2 Erdgasvorkommen

Wie Erdöl ist auch Erdgas endlich. Die maximale Verfügbarkeit von Erdgas wird voraussichtlich zwischen 2010 und 2030 erreicht sein. Die Ausweitung der Erdgasnutzung stößt bereits heute an Grenzen und wird sich nicht lange aufrechterhalten lassen. Im Unterschied zu Erdöl haben sich regional entkoppelte Märkte für Erdgas gebildet, die nur in geringem Austausch stehen. Die beiden größten Teilmärkte bilden Europa, mit Anschluss an nordafrikanische und westsibirische Gasfelder, und Nordamerika. In beiden Regionen hat die Gasförderung ihren Höhepunkt ebenfalls bereits überschritten. In Nordamerika konnte dieser Förderrückgang nur durch einen entsprechenden Minderverbrauch ausgeglichen werden.

In Europa haben die wichtigsten Förderregionen (Großbritannien und Holland) ebenfalls den Höhepunkt der Förderung bereits überschritten. Holland im Jahr 1975 und Großbritannien im Jahr 2000. Dieser Förderrückgang kann jedoch nicht durch eine entsprechende Ausweitung der norwegischen Förderung ausgeglichen werden. Dort wird vermutlich in etwa zehn Jahren ebenfalls der Höhepunkt der Gasförderung überschritten.

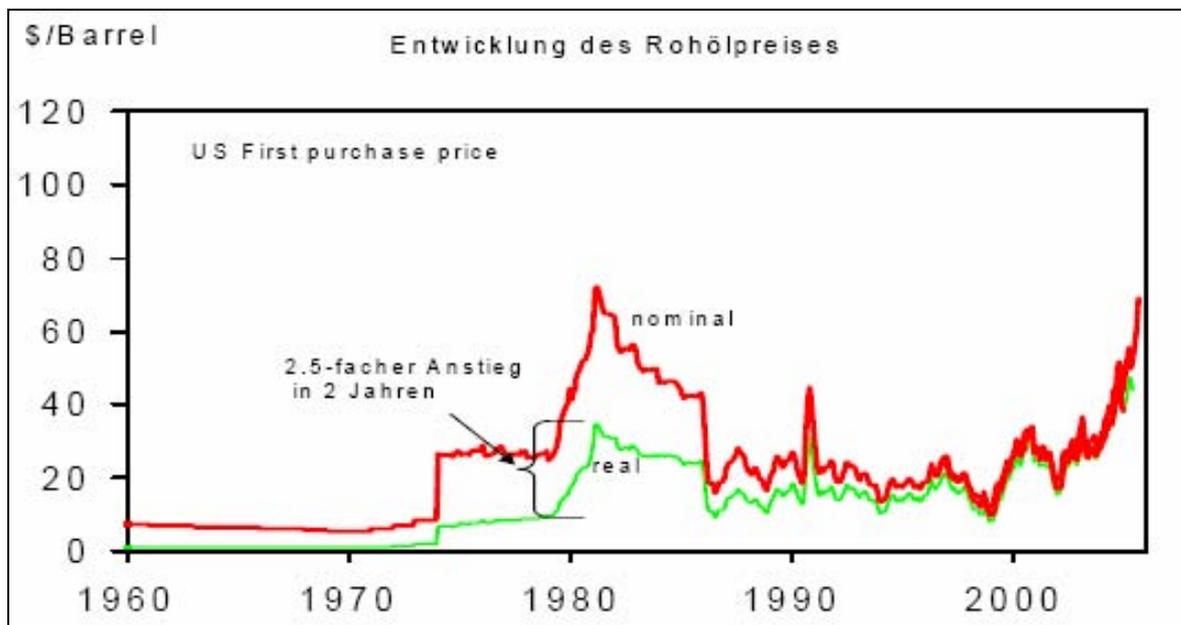
Es ist sehr unwahrscheinlich, dass der Mangel an Erdgas in ausreichendem Maß durch zusätzliche Gasimporte kompensiert werden kann. So sind die günstig erschließbaren russischen Gasfelder in Westsibirien bereits erschöpft und liefern von Jahr zu Jahr immer weniger Erdgas. Der Anschluss neuer Gasfelder erfolgt nicht in dem Maße, wie er notwendig wäre. Auch drängen zunehmend neue Verbraucher in Konkurrenz um Erdgas auf den Markt. Erdgas stellt heute in der Herstellung von Kunstdünger eine wichtige Rolle dar (CAMPBELL ET AL. 2003 [44]). Dass bereits heute die Erdgasversorgung Europas angespannt ist, ließ der Winter 2005/2006 erkennen, als Russland um 6 % weniger Gas als vereinbart nach Italien lieferte. Es bleibt zu spekulieren, ob der Lieferstopp in die Ukraine während der kältesten Tage des Winters 2005/2006 nicht auch den Hintergrund hatte, dass Russland dieses Gas zur Versorgung der eigenen Bevölkerung benötigte. Einiges deutet darauf hin, dass die russischen Erdgasreserven geringer sind als allgemein angenommen wird (ZITTEL 2006a [246]).

Gashydrate als Alternativen zu Erdgas werden keine großen Vorkommen zugeschrieben. Bisher blieb die Suche nach den theoretisch mehrere hundert Meter dicken Vorkommen von Gashydraten am Meeresgrund erfolglos (ZITTEL 2006b [247]).

### 2.1.3 Entwicklung des Erdöl- und Erdgaspreises

Die Entwicklungen am Erdölweltmarkt im Jahr 2006/2007 prognostizierten einen weiteren Anstieg des Erdölpreises und damit einhergehend nach etwa sechs Monaten einen Anstieg des Erdgaspreises. Hauptgründe für die labile Markt- und Preislage sind der Atomstreit mit dem Iran, die Lieferprobleme des Irak, die Unruhen im nigerianischen „Öl-Delta“, und auch die steigende Nachfrage in China.

Abbildung 9 gibt die nominale und reale (= inflationsbereinigte) Entwicklung des Rohölpreises wieder. Es zeigt, dass der Rohölpreis während der Erdölkrise 1979/80 real um das 2,5-fache angestiegen ist (ZITTEL 2005 [245]). Als Ölkrise werden Phasen starker Ölpreisanstiege mit gravierenden wirtschaftlichen Auswirkungen bezeichnet - wie in den Jahren 1973 und 1979/1980. Ursache für eine Ölkrise ist, wenn deutlich mehr Öl nachgefragt als angeboten wird. Am 16. Oktober 1973 wurde der Ölpreis der US-Sorte Crude Light von rund 3 \$ pro Barrel auf über 5 \$ angehoben. Dies entsprach einem Anstieg um ca. 70 %. Gleichzeitig wurde ein Ölembargo gegen die Vereinigten Staaten von Amerika und die Niederlande verhängt. Als Vorwand diente deren Unterstützung Israels im Jom-Kippur-Krieg. Im Verlauf des darauf folgenden Jahres stieg der Weltölpreis auf über 12 \$, also um etwa 300 %.



**Abbildung 9:** Entwicklung des Erdölpreises am Weltmarkt (ZITTEL 2005 [245])

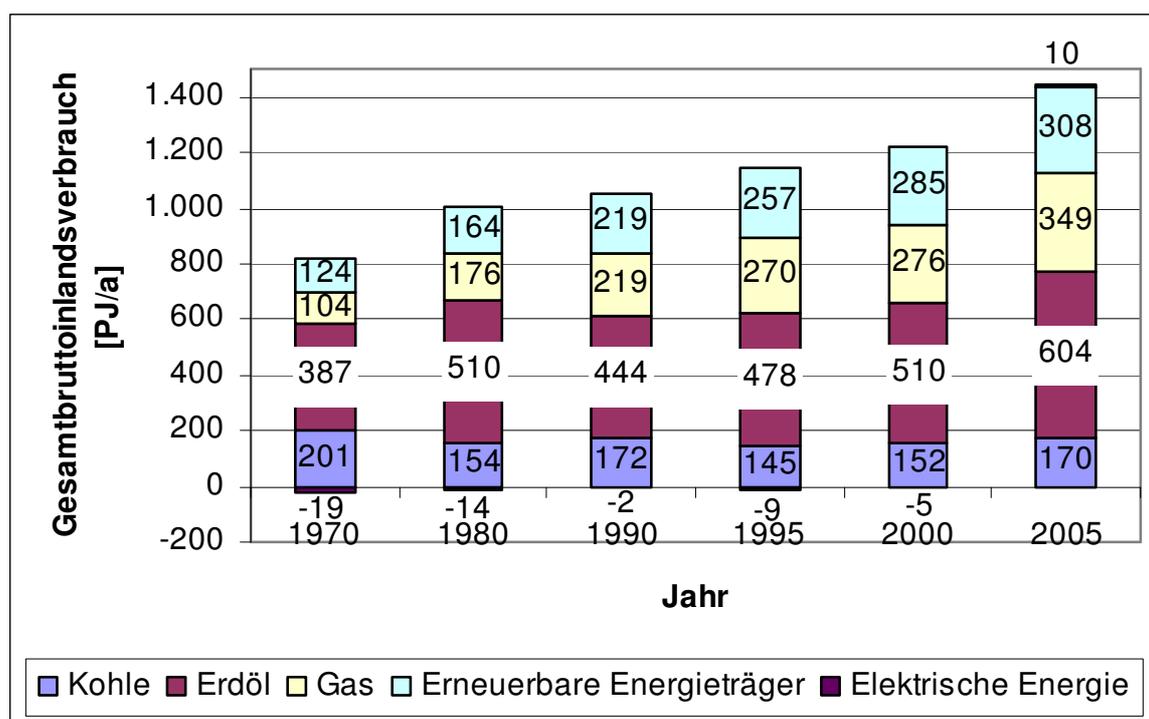
Der Grund für die zweite Ölkrise in den Jahren 1979 und 1980 war der Angriff des Irak auf den Iran (1. Golfkrieg), was zu großen Förderausfällen führte. Es ist sehr wahrscheinlich, dass es beim Eintreten der „finalen Ölkrise“, besser bekannt unter der Bezeichnung „Peak Oil“, zu einem massiven Preisanstieg kommen wird. Der Preis für die in Europa bzw. Österreich wichtige Erdölsorte „Brent Crude Oil“ erreichte im Juli 2008 mit 145,16 \$ pro Barrel den nominal höchsten Wert (wallstreet-online.de 2008 [241]). Dies kommt wiederum einem Anstieg von über 1.450 % (!) in den Jahren 1999 bis 2008 gleich. Ein hoher Ölpreis bedeutet jedoch, dass verstärkt in Explorationstätigkeiten und in Technologien zur Kohleverflüssigung investiert wird. Erst danach wird verstärkt in erneuerbare Energien investiert (EDENHOFER 2008 [57]). Nach MEADOWS ET AL. (2007 [139]) haben aber nicht jene Mengen an Erdöl, welche als Ressourcen noch unter der Erdoberfläche vorhanden sind, den größeren Einfluss auf den Erdölpreis, sondern jene, die in großen Tanklagern gespeichert sind.

## 2.2 Energieverbrauch und Kraftstoffpreise in Österreich

Benzin und Diesel sind die Hauptkraftstoffe des Verkehrs in Österreich. In diesem Kapitel werden zuerst die Verbrauchssituation in Österreich und daran anschließend die Preis- bzw. Kostensituation dargestellt. Abschließend wird die aktuelle Biokraftstoffproduktions-situation in Österreich aufgezeigt.

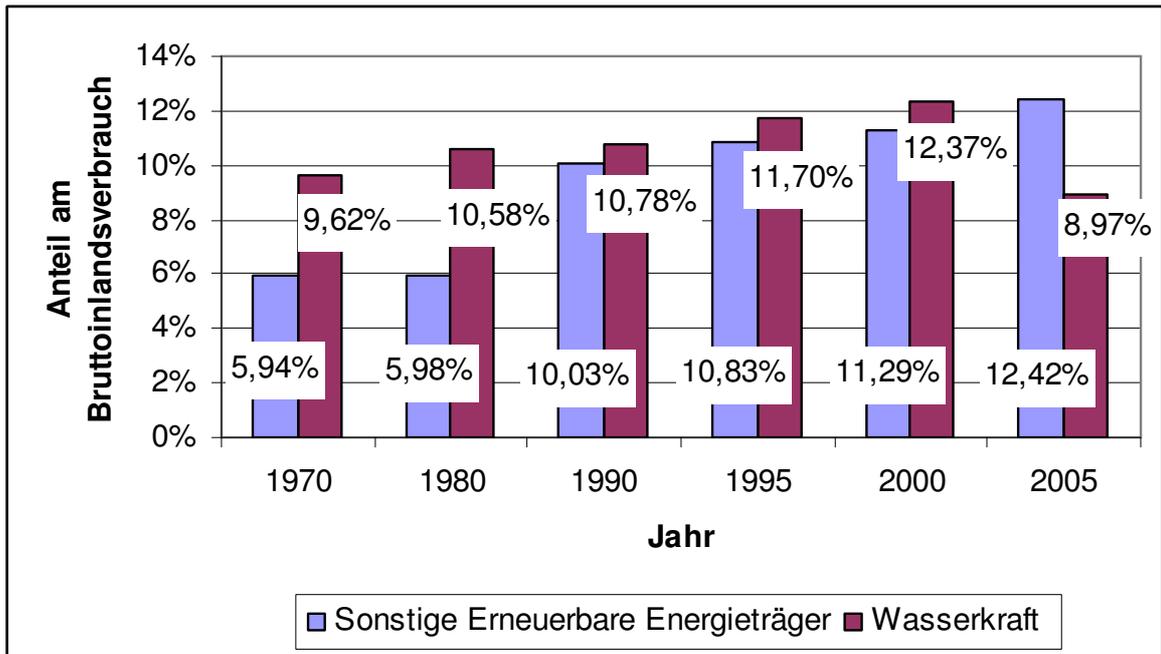
### 2.2.1 Energieverbrauch

Die Abhängigkeit von fossiler Energie ist gerade im Verkehrssektor am höchsten. Nicht nur im Verkehrssektor (hier natürlich sehr stark) bräuchte eine von den Erdölstaaten unabhängige Energieversorgung wirtschaftliche Impulse, erhöhte Wertschöpfung und Arbeitsplätze in lokalen und regionalen Märkten (HEINDLER ET AL. 1997 [109]). Der österreichische Gesamtbruttoinlandsverbrauch von 1.440 Petajoule (PJ) bestand 2005 zu ca. 78 % aus Erdöl, Gas und Kohle (dargestellt in Abbildung 10). Die prozentuelle Zusammensetzung des Energieverbrauchs hat sich bei steigendem Gesamtenergieverbrauch stabilisiert. Der Anteil erneuerbarer Energieträger liegt in den letzten Jahren bei ca. 21 - 23 %. (Negative Werte in der Abbildung bedeuten, dass Strom nach Österreich importiert wurde) (STATISTIK AUSTRIA 2006d [192] und STATISTIK AUSTRIA 2007a [193]).



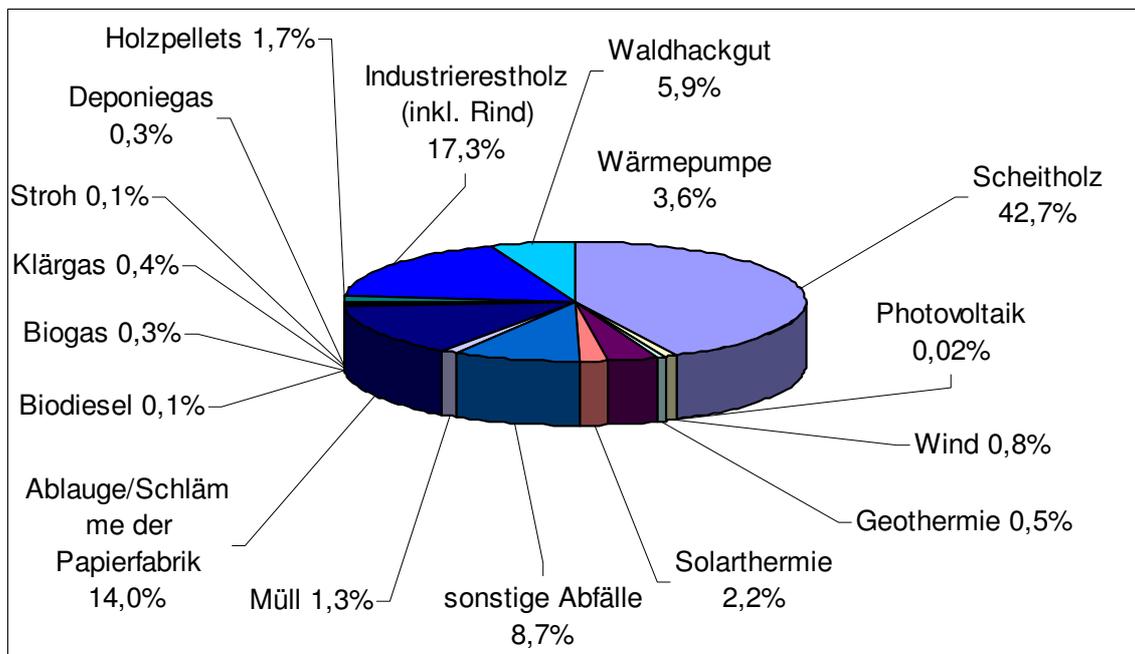
**Abbildung 10:** Gesamtbruttoinlandsverbrauch in Österreich (eigene Darstellung, Daten: STATISTIK AUSTRIA 2006d [192] und STATISTIK AUSTRIA 2007a [193])

Die erneuerbaren Energieträger in Österreich sind von einer Dominanz der Wasserkraft geprägt (Abbildung 11). Der Anteil an „sonstigen“ erneuerbaren Energieträgern steigt jedoch in Österreich stetig an und übertraf die Wasserkraft erstmals im Jahr 2005 (Abbildung 12). 1970 betrug der Bruttoinlandsverbrauch insgesamt 797 PJ (=100 %); davon waren 47 PJ (5,94 %) sonstige erneuerbare Energieträger und 77 PJ (9,62 %) Wasserkraft. 2005 hingegen betrug der gesamte Bruttoinlandsverbrauch 1.440 PJ (=100 %), der Anteil an sonstigen erneuerbaren Energieträgern 179 PJ (12,42 %) und der Wasserkraft 129 PJ (8,97 %).



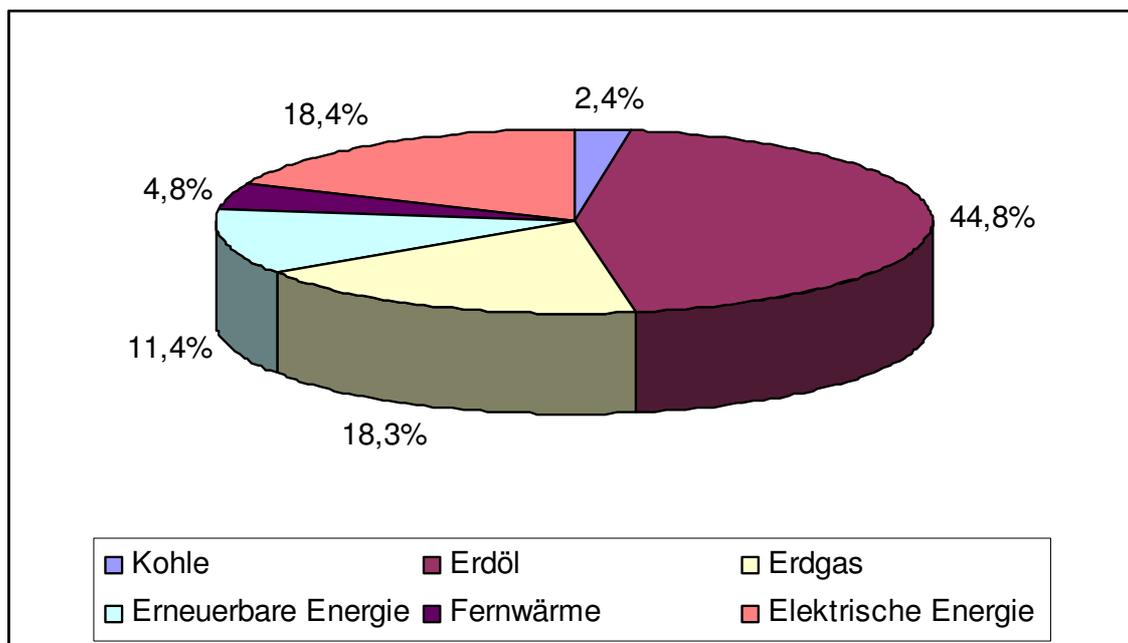
**Abbildung 11:** Anteil erneuerbarer Energieträger am Bruttoinlandsverbrauch (eigene Darstellung, Daten: STATISTIK AUSTRIA 2007a [193])

Als mögliche Biokraftstoffe in Österreich kommen Biodiesel, Deponie-, Klär- und Biogas in Frage. Die erste Bioethanolproduktion sollte im Herbst 2007 in Pischelsdorf (Nieder-österreich) in Betrieb gehen. Jedoch wurde dessen Regelbetrieb aufgrund der hohen Rohstoffpreise auf Juni 2008 verschoben (AGRANA 2008 [2]). Der Anteil an Biodiesel, Deponie-, Klär- und Biogas belief sich im Jahr 2003 auf nur 1,1 % des gesamten Bruttoinlandsverbrauchs (SIMADER, NEMESTOTHY 2006 [183]).



**Abbildung 12:** Bruttoinlandsverbrauch „sonstiger“ erneuerbarer Energieträger 2003 (eigene Darstellung, Daten: SIMADER, NEMESTOTHY 2006 [183])

Der energetische Endverbrauch Österreichs betrug im Jahr 2005 1.105,190 PJ (Petajoule). Dieser teilte sich folgendermaßen auf die Energieträger auf: Mit 44,8 % (494,989 PJ) lag Erdöl an erster Stelle, gefolgt von elektrischer Energie mit 18,4 % (202,989 PJ) und Gas mit 18,3 % (201,893 PJ). Der Anteil an erneuerbarer Energie belief sich auf 11,4 % (126,496 PJ), jener an Fernwärme auf 4,8 % (52,763 PJ) und der von Kohle auf 2,4 % (26,060 PJ), wie in Abbildung 13 dargestellt (STATISTIK AUSTRIA 2006d [191]). Das Rohöl für Österreich wird heute zu über 80 % aus fünf Staaten importiert: Kasachstan (22,85 %), Saudi-Arabien (19,90 %), Russland (17,46 %), Libyen (12,51 %) und Nigeria (8,48 %) (WKÖ 2004 [237]).



**Abbildung 13:** Energetischer Endverbrauch Österreichs 2005 (eigene Darstellung, Daten: STATISTIK AUSTRIA 2006c [191])

Der energetische Endverbrauch - eingeteilt nach Sektoren - ergibt ein ähnliches Bild. „Spitzenreiter“, mit fast 32 % des Endenergieverbrauchs, ist der Verkehr. Raumheizung, Klimaanlage und Warmwasser benötigen ebenso rund 30 % der Endenergie in Österreich. Eine genaue Übersicht dazu bietet Tabelle 3 (STATISTIK AUSTRIA 2006c [191]).

**Tabelle 3:** Energetischer Endverbrauch nach Sektoren (STATISTIK AUSTRIA 2006c [191])

Endenergieverbrauch Österreich 2005	[PJ]	[%]
<b>Verkehr</b>	<b>353,529</b>	<b>31,99%</b>
Raumheizung, Klimaanlage, Warmwasser	330,831	29,93%
Beleuchtung & EDV	35,168	3,18%
Dampferzeugung	78,170	7,07%
Industrieöfen	144,462	13,07%
Standmotoren	161,228	14,59%
Elektrochemische Zwecke	1,802	0,16%
<b>Energetischer Endverbrauch</b>	<b>1.105,190</b>	<b>100,00%</b>

Die Dominanz des Verkehrs bei der Verwendung fossiler Energie findet sich ebenso in der Erdölbilanz der STATISTIK AUSTRIA (2006c [191]) wieder. Zwei Drittel des Erdöls werden in Österreich durch den Verkehr verbraucht (Tabelle 4). Etwa 97 % (96,47 %)

werden von fossiler Energie - Erdöl, Erdgas und Kohle - gespeist. Der Anteil an Erdöl beläuft sich dabei auf 93,69 % (Tabelle 5).

**Tabelle 4:** Energetischer Endverbrauch Erdöl 2005 (STATISTIK AUSTRIA 2006c [191])

<b>Erdölbilanz 2005</b>	<b>[PJ]</b>	<b>[%]</b>
<b>Verkehr</b>	<b>331,205</b>	<b>66,91%</b>
Raumheizung, Klimaanlage, Warmwasser	92,063	18,60%
Beleuchtung & EDV	0	0,00%
Dampferzeugung	4,270	0,86%
Industrieöfen	13,071	2,64%
Standmotoren	54,380	10,99%
Elektrochemische Zwecke	0	0,00%
<b>Energetischer Endverbrauch Erdöl</b>	<b>494,989</b>	<b>100,00%</b>

**Tabelle 5:** Energetischer Endverbrauch Verkehr 2005 (STATISTIK AUSTRIA 2006c [191])

<b>Verkehr 2005</b>	<b>[PJ]</b>	<b>[%]</b>
<b>Erdöl</b>	<b>331,205</b>	<b>93,69%</b>
Erdgas	9,827	2,78%
Erneuerbare Energie	0,538	0,15%
Elektrische Energie	11,954	3,38%
Kohle	0,006	0,00%
<b>Energetischer Endverbrauch Verkehr</b>	<b>353,529</b>	<b>100,00%</b>

Ein weiteres Problem des Verkehrs ist der hohe Anteil der Verlustenergie. Abbildung 14 zeigt, dass nur etwa ein Drittel (33 %) der Endenergie im Verkehrssektor in Nutzenergie, also letztlich für den „Kunden“ verwertbare Energie, umgesetzt wird. Der Rest geht in Form von Verlustenergie aufgrund von Umwandlungsprozessen verloren (E.V.A.<sup>8</sup> 2003a [61]).

<sup>8</sup> E.V.A = Österreichischen Energieverwertungsagentur. Heute: Austrian Energy Agency.

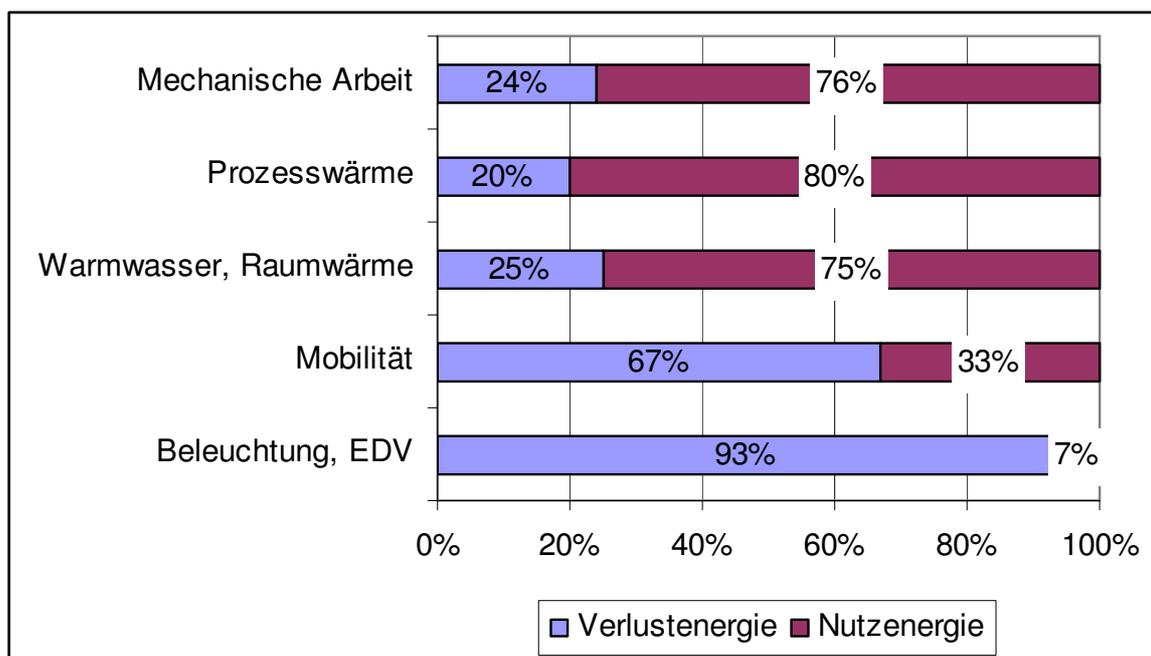


Abbildung 14: Verlust- und Nutzenergie 2000 (eigene Darstellung, Daten: E.V.A. 2003a [61])

## 2.2.2 Kraftstoffverbrauch

Die bestimmenden Einflussfaktoren für den Kraftstoffverbrauch im Verkehr sind der Kraftfahrzeugbestand, die gefahrenen Distanzen (Fahrleistung bzw. Kilometer), der spezifische Kraftstoffverbrauch der Kfz und die Kraftstoffpreise. Weiters ließen leistungsstärkere und schwerere Kraftfahrzeuge den gesamten Kraftstoffverbrauch stark ansteigen. Hiezu kommt der so genannte (prognostizierte) „Tanktourismus“. Dieser ist die Differenz von Otto- und Dieselmotoren nach der Energiestatistik Österreich und dem modellierten Inlandsverbrauch. Diese Differenz ist also die in Österreich verkaufte, aber nicht in Österreich verbrauchte Kraftstoffmenge. Der prognostizierte Tanktourismusanteil im Jahr 2003 betrug bei Diesel etwa 32 % und bei Benzin 23 % (BMLFUW 2004a [33]). Hauptverursacher des prognostizierten Tanktourismus ist der Schwerverkehr, der für ca. zwei Drittel der Kraftstoffexporte verantwortlich ist. Der PKW-Verkehr hingegen ist für ca. ein Drittel verantwortlich (UMWELTBUNDESAMT 2007 [215]).

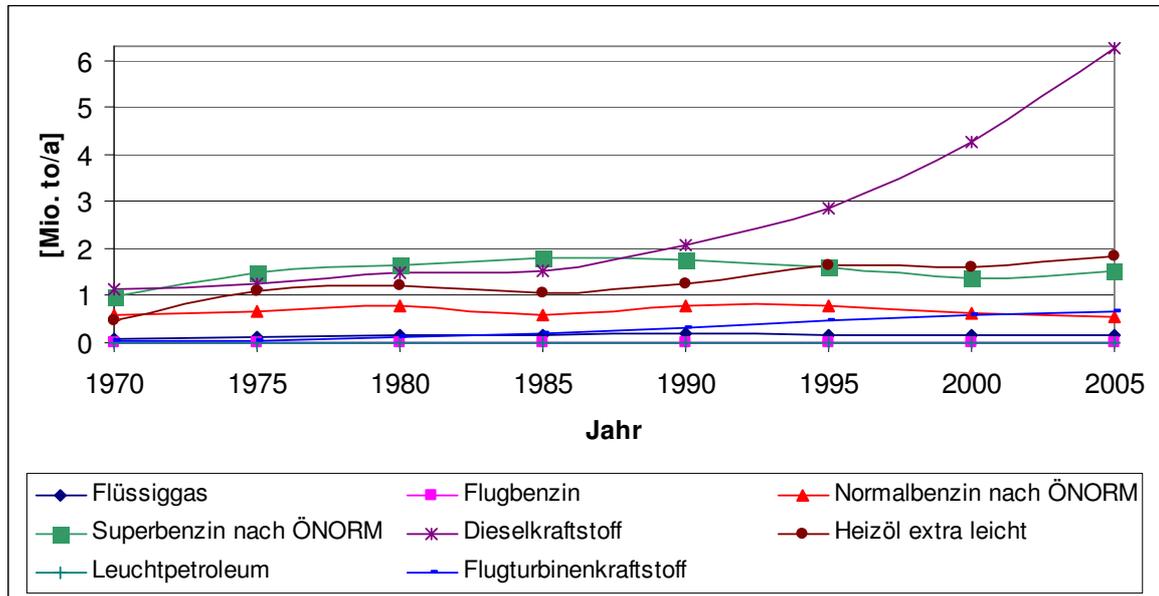
### 2.2.2.1 Fossile Kraftstoffe

Laut Statistischem Jahrbuch 2007 der STATISTIK AUSTRIA (2006d [192]) wurden im Jahr 2005 rund 11 Mio. to (11.018.677 to) an Mineralölprodukten in Österreich verbraucht. Davon entfallen 4,95 % (545.330,54 to) auf Normalbenzin, 13,87 % (1.528.108,34 to) auf Superbenzin, 56,88 % (6.267.778,01 to) auf Diesel<sup>9</sup> und 1,56 % (171.529,68 to) auf Flüssiggas. Flugbenzin (0,03 %), Heizöl extra leicht (16,78 %), Leuchtpetroleum (0,01 %) und Flugturbinenkraftstoff (5,92 %) bilden den Rest.

Der Kraftstoffverbrauch veränderte sich in den letzten 35 Jahren stark. Wie in Abbildung 15 dargestellt, stieg der Verbrauch an Superbenzin von 1970 bis zum Jahr 2005 um

<sup>9</sup> Seit 2005 inklusive 5 % Biodieselbeimischung. Nach UMWELTBUNDESAMT (2006e [214]) betrug die national verkaufte Menge im Berichtsjahr 2005 an Diesel gesamt 6.264.136 to, wovon wiederum 1.508.539 to (dies entspricht etwa 24,08 %) mit Biodieselanteil verkauft wurden.

55,25 % an, der Verbrauch an Normalbenzin sank um 7,50 %. Im selben Zeitraum stieg der Verbrauch von Dieselmotorkraftstoff um mehr als das Vierfache. Eine der Begründungen für diesen Anstieg ist wiederum der so genannte (prognostizierte) Tanktourismus, welcher sich auch auf die verkehrsbedingten Emissionen auswirkt.



**Abbildung 15:** Verbrauch an Mineralölprodukten in Österreich (eigene Darstellung, Daten: STATISTIK AUSTRIA 2006d [192])

Eine detaillierte Darstellung der national verkauften Kraftstoffe für den Straßenverkehrssektor der letzten sechs Jahre zeigt folgende Tabelle 6. Von 2001 bis 2006 stieg der gesamte Kraftstoffverbrauch um 22,08 %. Der gesamte Anteil der Ottokraftstoffe (d.h. unverbleites Normalbenzin (91 ROZ<95), unverbleites Benzin (95 ROZ<98) "Super" und unverbleites Benzin "Super Plus" (98 ROZ)) blieb in diesem Zeitraum nahezu konstant (99,69 %), wohingegen der gesamte Dieselaabsatz, mit und ohne Beimengung von Biodiesel, um 31,66 % angestiegen ist (UMWELTBUNDESAMT 2007c [217]).

**Tabelle 6:** National verkaufte Kraftstoffmengen 2001 - 2006 in Österreich (eigene Darstellung, Daten: UMWELTBUNDESAMT 2007c [217])

Kraftstoffsorte	Nationale Verkäufe insgesamt [to/a]					
	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Unverbleites Normalbenzin (91 ROZ<95)	599.831	603.783	597.989	563.869	545.331	512.703
Unverbleites Benzin "Super" (95 ROZ<98)	1.311.286	1.444.538	1.530.973	1.492.409	1.467.054	1.423.229
Unverbleites Benzin "Super Plus" (98 ROZ)	87.038	93.445	93.519	77.039	61.054	56.096
Dieselmotorkraftstoff ohne Bioanteil	4.674.751	5.175.368	5.741.610	5.935.601	4.755.597	353.169
Dieselmotorkraftstoff mit Bioanteil					1.508.539	5.801.416
<b>Summe</b>	<b>6.672.906</b>	<b>7.317.134</b>	<b>7.964.091</b>	<b>8.068.918</b>	<b>8.337.575</b>	<b>8.146.613</b>

Auch die Fahrleistung stieg stetig an, seit Ende der 90er Jahre um etwa 35 %. Der Kraftstoffabsatz erhöhte sich im selben Zeitraum um über 72 %. Der Benzinabsatz blieb in etwa konstant. Der Dieselabsatz jedoch stieg um ca. 175 % (BENKE, MOLITOR 2005 [14]). In Österreich ist auch so genannter „Agrardiesel“ erhältlich. Dieser ist gemäß Agrardieselverordnung (BGBl. 506/2004 [29]) fossiler Diesel, welcher von Landwirten bezogen wird und steuerlich begünstigt ist. Agrardiesel wurde im Jahr 2005 für insgesamt 5,61 Mio. ha beantragt, wofür rund 40,3 Mio. Euro ausbezahlt wurden (BUNDESANSTALT FÜR AGRARWIRTSCHAFT 2007 - AWI [25]). Erdgas, welches oft als „alternativer<sup>10</sup> Kraftstoff“ - alternativ zu Benzin und Diesel - bezeichnet wird, kann in folgenden Formen in Kraftfahrzeugen genutzt werden:

- **SNG** - Synthetic Natural Gas (synthetisches Gas mit Erdgaseigenschaften),
- **LNG** - Liquefied Natural Gas (durch Kühlung verflüssigtes Erdgas),
- **Cryogenics** - flüssig bei einer Temperatur unter -150 °C,
- **CNG** - Compressed Natural Gas<sup>11</sup> (z. B. für Erdgasfahrzeuge) und
- **LPG** - Liquefied Petrol Gas (Flüssiggas<sup>12</sup> = Propan, Butan bzw. deren Gemische).

#### 2.2.2.2 Biokraftstoffe – Rohstoffherkunft

Biokraftstoffe könnten aufgrund ihres Ursprungs eingeteilt werden in:

- landwirtschaftliche,
- forstwirtschaftliche und
- abfallwirtschaftliche (Bio-)Kraftstoffe.

Unter dem Terminus „landwirtschaftliche Biokraftstoffe“ - oder auch als Agrotreibstoffe bezeichnet - sind jene Biokraftstoffe zu verstehen, die durch landwirtschaftliche Produkte (z.B. Ölpflanzen für die Pflanzenkraftstoff- und Biodieselproduktion) und aus rechtlicher Sicht unter landwirtschaftlichen Bedingungen (z.B. Nutzung von Kurzumtrieb zur Zellulosebioethanolproduktion) nach dem Österreichischem Forstgesetz von 1975 (BGBl. I Nr. 440/1975) und Biomethan aus Biogas hergestellt werden.

„Forstwirtschaftliche Biokraftstoffe“ sind z.B. Zellulosebioethanole und Fischer-Tropsch-Diesel, bei denen keine landwirtschaftlichen, sondern forstwirtschaftliche biogene Reststoffe als Ausgangsmaterial für die Herstellung verwendet werden.

„Abfallwirtschaftliche Kraftstoffe“ lassen sich weiters in in „Abfallwirtschaftliche fossile Kraftstoffe“ und „Abfallwirtschaftliche Biokraftstoffe“ untergliedern. „Abfallwirtschaftliche Biokraftstoffe“ sind biogene Kraftstoffe, die Abfallprodukte – Einteilung nicht zwingend nach dem österreichischen Abfallwirtschaftsgesetz (AWG 2002) – als Rohstoff verwenden. Dies sind z.B. Biodiesel aus Alt Speiseölen und Alt Speisefetten (AME = Alt Speiseöl-Methyl-Ester bzw. FME = Fett-Methyl-Ester), Zellulosebioethanole aus Stroh oder auch Fischer-Tropsch-Diesel aus Altholz. Ebenso wären dies Kraftstoffe aus Klärgasen oder Bioethanol, produziert aus dem enzymatischen Aufschluss von Pflanzenabfällen. In Zukunft könnte Biodiesel aus Tiermehl bzw. Tierfett oder menschlichem Körperfett, aus Fettabsaugungen stammend, hergestellt werden. Hierbei ist jedoch der

---

<sup>10</sup> Die Bezeichnung von Erdgas (CNG) als „alternativer“ Kraftstoff versteht sich als „alternativ“ zu Otto- und Dieselmotorkraftstoff.

<sup>11</sup> CNG wird im Französischen als „Gaz Naturel pour Véhicule“ (GNV) bezeichnet.

<sup>12</sup> Flüssiggas wurde früher auch als Autogas bzw. wird im Französischen als „Gaz de Pétrole Liquéfié“ (GPL) bezeichnet.

Aspekt der Ethik vor der Kosten-Nutzen-Rechnung voranzustellen. Biokraftstoffe könnten somit auch als Teil der Abfall- bzw. Kreislaufwirtschaft betrachtet werden. „Abfallwirtschaftliche fossile Kraftstoffe“ sind Kraftstoffe fossilen Ursprungs, wie etwa aus Kunststoffabfällen. Laut Information des holländischen Unternehmens EnvoSmart können aus 10 kg Kunststoff etwa 9,5 Liter „Kunstdiesel“ gewonnen werden (EnvoSmart 2007 [64]).

Gemäß der EU-Strategie für Biokraftstoffe (EUROPÄISCHE KOMMISSION 2006b [74]) können Biokraftstoffe in Kraftstoffe der 1. Generation (Biodiesel, Bioethanol und Biogas) und der 2. Generation (Fischer-Tropsch-Diesel, Biomass to Liquid, SNG) differenziert werden. Als Biokraftstoff der 3. Generation wird meist Wasserstoff bezeichnet, welcher z.B. Brennstoffzellenantriebssysteme betreibt. Die Herkunft des Wasserstoffs, z.B. aus atomarer, fossiler, regenerativer Hydrolyse oder aus Algenproduktion, ist aber noch nicht gelöst.

Aus ethischer Sicht ist festzuhalten, dass Biokraftstoffe nur aus nicht für die Lebensmittelproduktion bestimmten landwirtschaftlichen Produkten hergestellt werden sollten. Dies ist auch in der Verordnung Nr. 2461/1999 „Nutzung stillgelegter Flächen für die Erzeugung von Ausgangserzeugnissen, die in der Gemeinschaft zur Herstellung von nicht unmittelbar zu Lebens- oder Futtermittelzwecken bestimmten Erzeugnissen“, und deren Novelierungen<sup>13</sup> geregelt. Diese agrarischen Flächen werden als „Non-Food-Flächen“ bezeichnet.

Es drängt sich hierbei die Frage auf, ob Bioethanol oder andere synthetische Kraftstoffe in Zukunft aus „überschüssiger“ zellulosehaltiger Biomasse hergestellt werden sollen. In Österreich wachsen jährlich rund 30 Mio. m<sup>3</sup> Holz, wovon derzeit nur etwa zwei Drittel genutzt werden. Eine andere Frage ist, ob Solarstrom zukünftig in großen Rahmen für die Mobilität genutzt werden kann. Marktstudien sagen nämlich Preissenkungen von Photovoltaikanlagen um bis zu 75 % in den nächsten 20 Jahren voraus (LEBENSWERT 2005 [132]).

Für Österreich gilt, dass es sich auf dem Europäischen „Biokraftstoff-Parkett“ sehr gut bewähren kann. Im Aktionsplan für Biomasse der EUROPÄISCHEN KOMMISSION (2005a [73]) beispielsweise erreicht Österreich hinter Schweden (3 %) den zweiten Platz für die Substitutionsverpflichtung (2,5 %). Die EU 25 zusammen erreichten nur 1,4 %.

Die Richtlinie 2003/30/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 8. Mai 2003 zur Förderung der Verwendung von Biokraftstoffen oder anderen erneuerbaren Kraftstoffen im Verkehrssektor (EU-Biokraftstoff-Richtlinie) regelt die Definition und Mindestbeimengung von Biokraftstoffen in der Europäischen Union (AMTSBLATT DER EUROPÄISCHEN UNION 2003b [7]). Diese Richtlinie wurde in Österreich mit der Novelle der Kraftstoffverordnung (BGBl. II, Nr. 417/2004 [30]) in nationales Gesetz umgesetzt, welche Auswirkungen auf das Mineralölsteuergesetz 1995, BGBl. Nr. 630/1994, zuletzt geändert durch das Bundesgesetz BGBl. I Nr. 57/2004, hatte. Nun sind auch im Mineralölsteuergesetz 1995 die Definitionen von Biokraftstoffen enthalten. Als „Substitutionsverpflichteter“ im Rahmen des Gesetzes sind hier primär Mineralölfirmen zu verstehen.

Entscheidend für die zukünftige Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen jeglicher Art (Holz, Energiepflanzen, etc.) ist, dass sie kaskadisch genutzt werden müssen. Dies ist unbedingt notwendig, um den gesellschaftlich höchsten Nutzen zu erfüllen. So muss Holz zuerst als Baustoff und letztendlich für die Energieproduktion Verwendung finden. Bei Ölpflanzen muss der ölhaltige Teil zuerst für die Humanernährung herangezogen werden und dann der nicht verwertbare Teil der restlichen Pflanze z.B. in Form von Biogas zur Verfügung stehen. Die nationale Umsetzung sieht mit der Novelle der Kraftstoff-

---

<sup>13</sup> Letzte Novelle: Verordnung (EG) Nr. 2555/2000 der Kommission vom 20. November 2000 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 2461/1999 mit Durchführungsbestimmungen zur Verordnung (EG) Nr. 1251/1999 des Rates in Bezug auf die Nutzung stillgelegter Flächen für die Erzeugung von Ausgangserzeugnissen, die in der Gemeinschaft zur Herstellung von nicht unmittelbar zu Lebens- oder Futtermittelzwecken bestimmten Erzeugnissen dienen.

verordnung das Inverkehrbringen von biogenen Kraftstoffen im Verkehrssektor wie folgt vor:

- Seit 1. Oktober 2005 müssen 2,5 % biogener Kraftstoffe (bezogen auf den Energieinhalt), gemessen am gesamten im Bundesgebiet in Verkehr gebrachten Otto- und Dieselmotorkraftstoff im Verkehrssektor, pro Jahr zugeführt werden.
- Ab dem 1. Oktober 2007 müssen 4,3 % biogener Kraftstoffe (bezogen auf den Energieinhalt) gemessen am gesamten im Bundesgebiet in Verkehr gebrachten Otto- und Dieselmotorkraftstoff im Verkehrssektor, pro Jahr eingesetzt werden. Dieser sich auf den Energieinhalt beziehende Wert entspricht einem Anteil von 5 Volumsprozent Biodiesel bzw. Bioethanol am gesamten in Verkehr gebrachten Diesel- bzw. Ottomotorkraftstoffen.
- Ab dem 1. Oktober 2008 müssen 5,75 % biogener Kraftstoffe (bezogen auf den Energieinhalt), gemessen am gesamten im Bundesgebiet in Verkehr gebrachten Otto- und Dieselmotorkraftstoffen im Verkehrssektor, pro Jahr eingesetzt werden.

Eine 5 Vol.-% Beimischung von Biodiesel zu fossilem Diesel führt laut Umweltbundesamt zu einer Substitution von nur 3,78 % des Energieverbrauchs des Verkehrssektors. Weitere Berechnungen zeigen, dass eine 5%ige Biodiesel-, 5%ige Ethanol- und eine 15%ige ETBE-Beimischung zu einer 4,66%igen Substitution führen. 1,09 % der geforderten 5,75 % des Gesamtenergiebedarfes wären also noch zu substituieren. Es werden jedoch höhere Beimischraten bzw. Reinverwendung gefordert (UMWELTBUNDESAMT 2004c [208]). Ein wichtiges Kriterium für eine nachhaltige Energiezukunft ist die im EU-Biomasseaktionsplan geforderte Mindestnorm für einen nachhaltigen Anbau von Energiepflanzen zur Biokraftstoffproduktion. Es darf zukünftig keine Deckelung für die Energiepflanzenerzeugung (derzeit gefördert mit € 45 pro Hektar) wie bisher auf 1,5 Mio. ha geben (EUROPÄISCHE KOMMISSION 2005 [69]).

Biodiesel<sup>14</sup> als Ersatz für fossilen Kraftstoff stammt vorwiegend aus der landwirtschaftlichen Produktion. Als Biodiesel gelten veresterte Pflanzenöle (z.B. von Raps, Sonnenblumen, etc.), aber auch Altspeisefette und tierische Altfette. Im Allgemeinen wird Biodiesel als Pflanzenmethylester (PME) nach der europaweit gültigen Norm DIN EN 14214 bezeichnet. Je nach Ursprung werden Rapsölmethylester (biogener Kraftstoffe), Sojablumenöl- oder Sonnenblumenölmethylester (SME) und Palm- oder Palmkernmethylester (PME), etc. unterschieden. Auf Fettbasis produzierte Methylester werden als Fettmethylester aus sonstigen Pflanzen- oder Tierstoffen (FAME) und Altfettmethylester (AME) bezeichnet.

Pflanzenöl wird aus Ölpflanzen gewonnen und dient als Ausgangsmaterial für die Biodieselproduktion. Es können dabei zwei Hauptgruppen unterteilt werden: Fruchtfleischölpflanzen (z.B. der Olivenbaum), wobei das Fett durch Pressen des fetthaltigen Fruchtfleisches gewonnen wird, und Samenölpflanzen (z.B. Soja, Raps und Sonnenblumen), aus deren Samen durch Pressung und Extraktion Fett entzogen wird. 65 verschiedene Pflanzenarten eignen sich zur Ölgewinnung, wie z.B. Erdnuss, Soja, Senf, Kürbis, Mohn, Leindotter, Raps, Sonnenblume, Rizinus, Haselnuss, Olive, Walnuss, Kokusnuss, Ölpalme, etc. Der weltweite Durchschnittsertrag an Pflanzenöl beträgt ca. 4 t/ha bzw. 400 t/km<sup>2</sup> (SERGIS-CHRISTIAN 2005 [180]).

Auf österreichischem Ackerland wurden zur Produktion von Speiseöl im Jahr 2006 auf 42.582 ha Raps und Rübsen, auf 18.151 ha Ölkürbisse und auf 34.621 ha Sonnenblumen angepflanzt (BUNDESANSTALT FÜR AGRARWIRTSCHAFT - AWI 2006 [24]). Pflanzenöl als

---

<sup>14</sup> Sämtliche Begriffsdefinitionen zum Thema „Biokraftstoffe“ gemäß EU-Biokraftstoff-Richtlinie befinden sich im Anhang.

Kraftstoff muss nicht nur auf „Non-Food-Flächen“ angebaut werden, sondern auch den Kriterien des „Qualitätsstandards für Rapsöl als Kraftstoff“ (RK-Qualitätsstandard) entsprechen. Eine to Raps entspricht ca. 330 kg Öl und ca. 670 kg Rapskuchen, welcher als eiweißhaltiger Futterzusatz für die Rinder- und Schweinemast verwendet werden kann.

Bioethanol kann entweder aus stärkehaltigen<sup>15</sup>, zellulosehaltigen<sup>16</sup> oder zuckerhaltigen<sup>17</sup> Pflanzen hergestellt werden. Die kanadische Firma „logen Corporation“ entwickelte ein Verfahren, mit dem Getreide- und Maisstroh für die Bioethanolproduktion verwendet werden kann. Dies wird als „Zellulose-Bioethanol“ bezeichnet. Dass internationale Mineralölkonzerne Interesse an Biokraftstoffen haben, zeigt sich am Beispiel der Royal Dutch/Shell-Gruppe. Das Unternehmen ist an den Forschungs- und Entwicklungsarbeiten von „logen“ mit 46 Mio. kanadischen Dollar (27,6 Mio. €) und die Petro-Canada mit 24,7 Mio. Dollar (14,8 Mio. €) beteiligt. Die in einem ehemaligen Hangar des Flughafens Ottawa befindliche Demonstrationsanlage hat einen Maximaloutput von einer Mio. Liter Ethanol pro Jahr.

Ethanol kann in Europa direkt oder als ETBE (Ethyl-Tertiär-Butylether) maximal zu 5 % Benzin beigemischt werden. In Nordamerika liegt der Anteil bei 10 %. Diese mögliche Beimischung wird von allen Automobilherstellern garantiert (VW 2006 [224]). Die Treibhausgasemissionen lassen sich somit laut logen Corporation um etwa 90 % reduzieren. logen plant in einer Großanlage aus 800.000 to Stroh ca. 220 Mio. Liter (1 to Stroh ~ 275 l) Bioethanol herzustellen (LOGEN 2004 [117]).

Biomethan aus Biogas kann entweder in reiner Form oder in jedem beliebigen Mischverhältnis Erdgas beigemischt werden. In Schweden wird z.B. Biogas in Containertankstellen, gefüllt in Hochdruckflaschen, angeboten. Biogas, mit einem CH<sub>4</sub>-Gehalt von 45 - 75 %, wird auf einen CH<sub>4</sub>-Gehalt von ca. 96 % aufbereitet und muss der Schwedischen Norm SS 15 54 38 entsprechen (TRETTER 2003 [200]). Mittels physikalischer, physikalisch-chemischer oder Membrantrennverfahren wird Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) entzogen. Ebenso muss Stickstoff, Schwefelwasserstoff (H<sub>2</sub>S) und Feuchtigkeit, vor allem bei Deponiegas, dem Gas entzogen werden. Die gängigsten Aufbereitungssysteme für Biogas sind Druckwasserwäsche (water scrubber system), Druckwechselverfahren (PSA - Pressure Swing Adsorption) und das LP Coaab-System (Low Pressure CO<sub>2</sub> Absorption). Biogas wird auf ca. 200 bar komprimiert und odorisiert, um eventuelles Austreten schnell erkennbar zu machen. Schweden hat rund 200 Biogastankstellen, wobei 60 % des Biogases aus Klärschlamm, 30 % aus Deponiegas und 10 % aus Abfallverwertungsanlagen stammen. Ca. 45 % des gesamten Gasverbrauchs für Fahrzeuge wird in Schweden in der Zwischenzeit über Biogas gedeckt. Dass Schweden in der Verkehrswirtschaft sehr fortschrittlich ist, zeigt, der seit Juni 2005 zwischen Linköping und Västervik verkehrende Zug, der mit Biogas betrieben wird. Weiters wird in Schweden der Kauf von Biogasautos mit Tankgutscheinen oder regionalen bzw. staatlichen Förderungen unterstützt. Zusätzlich gibt es Vergünstigungen für Parken im städtischen Gebiet.

Für die Zukunft von Biogas als Kraftstoff entscheidend sind hohe Biomasseerträge in standortangepassten, vielfältigen und gesunden Fruchtfolgesystemen, deren Nährstoffkreislauf weitgehend geschlossen ist. Auch der Wechsel von Kulturarten zur Erzeugung von Lebensmitteln, Stoffen und Energie „Food-Non-Food-Switch“ mit der gekoppelten Nutzung von vegetativen und generativen Teilen von ein und derselben Pflanze ist von Bedeutung. „Kaskadennutzung“, Maiskörner zur Stärkegewinnung und die Verwendung der Restpflanze zur Biogasproduktion ist ein weiterer, nachhaltiger Ansatz (AMON ET AL. 2006a [3]).

---

<sup>15</sup> z.B. Getreide (Weizen, Gerste), Kartoffel, Mais, etc.

<sup>16</sup> z.B. Pappeln, Weiden, Futtergräser, Stroh, etc.

<sup>17</sup> z.B. Zuckerrübe, Zuckerrohr, etc.

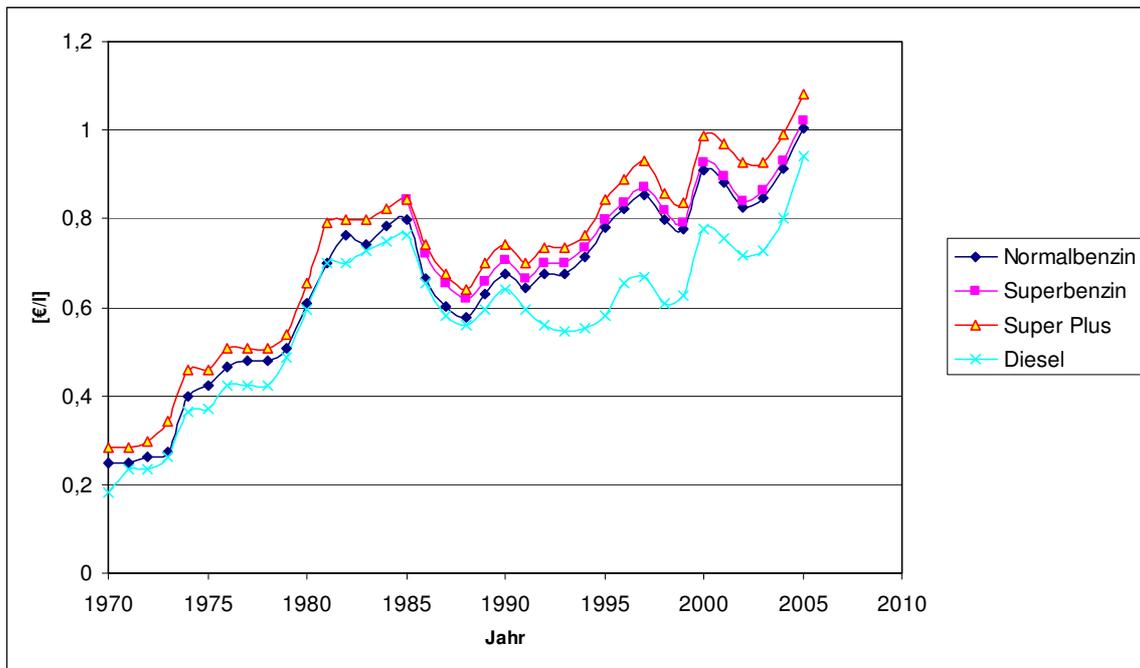
**2.2.2.3 Entwicklung fossiler Kraftstoffpreise**

Der Bruttopreis für fossile Kraftstoffe setzt sich in Österreich aus Nettopreis, Mineralölsteuer, Pflichtnotstandsreserve und Umsatzsteuer zusammen. Die Besteuerung der Kraftstoffe ist durch das Mineralölsteuergesetz 1995, zuletzt novelliert durch das Budgetbegleitgesetz 2003, geregelt. Seit 1. Jänner 2004 sind entschwefelter und schwefelhaltiger Kraftstoff unterschiedlich besteuert. Eine zeitliche Abfolge der Besteuerung fossiler Kraftstoffe in Österreich gibt Tabelle 7 (BMLFUW 2004a [33]) wieder.

**Tabelle 7:** Entwicklung der Mineralölsteuer in Österreich (BMLFUW 2004a [33])

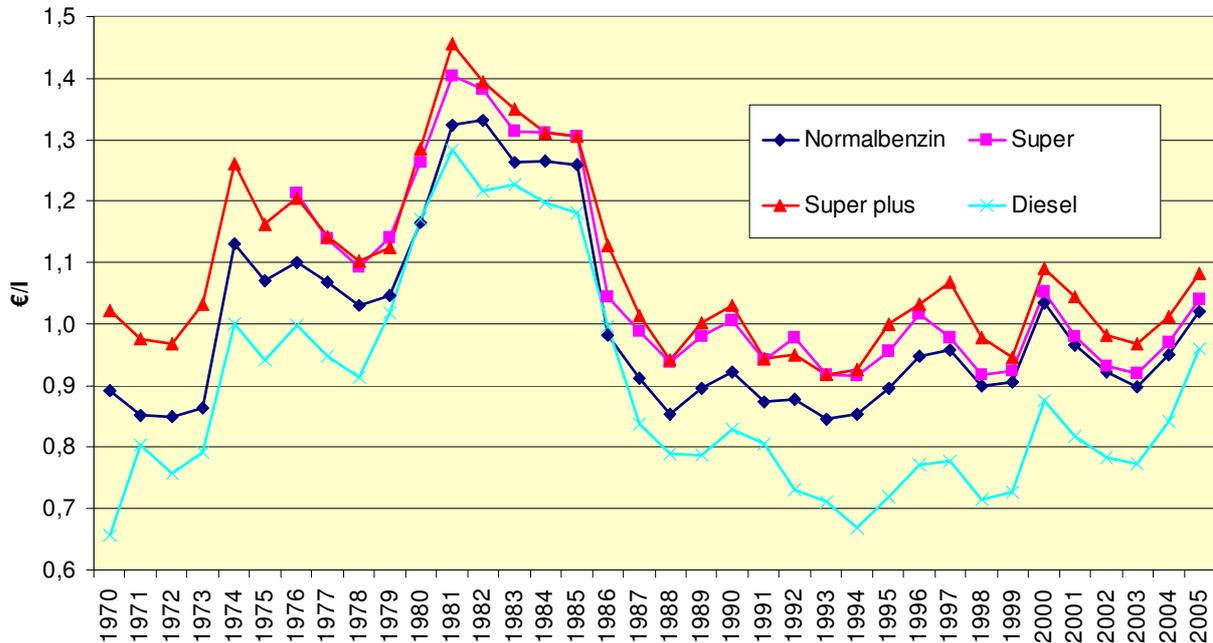
	MinStG	MinStG	MinStG	MinStG	MinStG	MinStG
	1981	1981	1981	1995	1996	1997
	vor	ab	ab	ab	ab	ab
	31.12.1991	01.01.1991	01.01.1994	01.01.1995	01.05.1995	01.01.2004
	[€ / 1.000 Liter]					
Normalbenzin	235	285	320	328	407	432
Normalbenzin schwefelfrei						417
Euro Super	241	291	328	328	407	432
Euro Super schwefelfrei						417
Diesekraftstoff	214	221	221	239	282	317
Diesekraftstoff schwefelfrei						302

Abbildung 16 stellt die Tankstellenkraftstoffpreise der in Österreich gängigen Kraftstoffe für den Verkehr dar. Kostete im Jahre 1970 ein Liter Normalbenzin durchschnittlich 0,247 €, an einer Tankstelle in Österreich, so sind dies im Jahr 2005 1,004 € (ÖAMTC 2006 [145]). Dies bedeutet einen nominellen Anstieg um etwa 400 %.



**Abbildung 16:** Entwicklung der fossilen Tankstellenpreise in Österreich (nominal) (eigene Darstellung, Daten: ÖAMTC 2006 [145])

Die in Abbildung 9 dargestellte Entwicklung des Erdölpreises spiegelt sich in Abbildung 17 wider. Abbildung 17 zeigt die realen, also inflationsbereinigten Kraftstoffpreise in Österreich von 1970 bis 2005 (WKÖ 2005 [238]). Ebenso wird deutlich, dass in der Phase der zweiten Ölkrise die Kraftstoffpreise in Österreich real um einiges höher lagen als dies 2005 der Fall war.

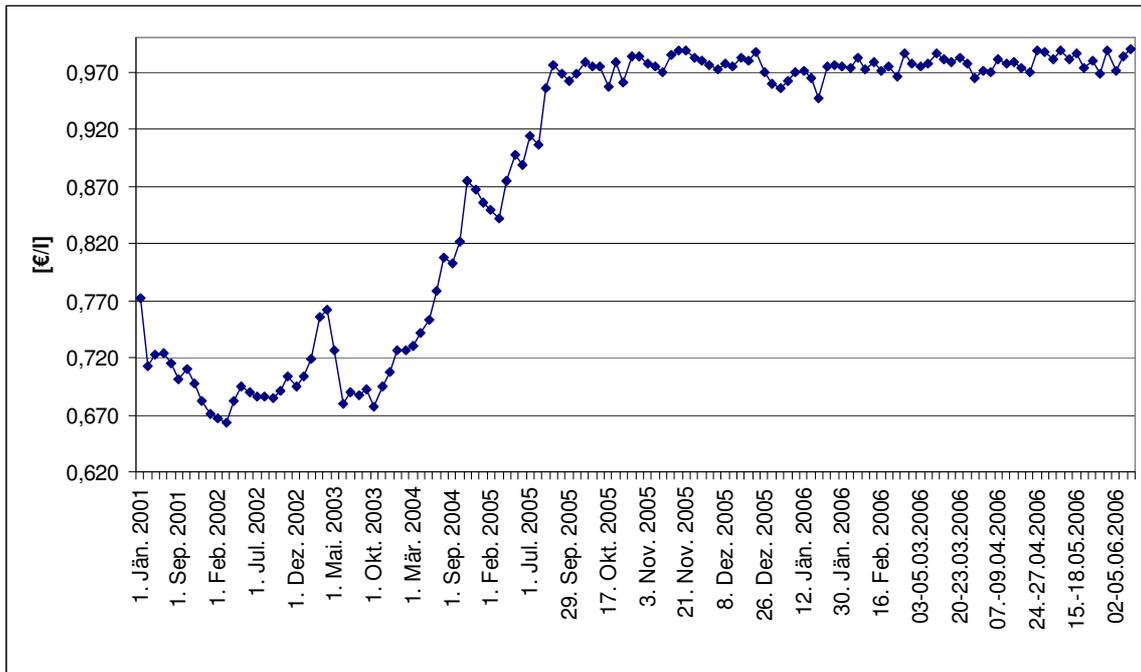


**Abbildung 17:** Entwicklung der fossilen Tankstellenpreise in Österreich (real) (WKÖ 2005 [238])

Wichtig für die zukünftige Entwicklung des Kraftstoffmarktes ist, dass Erdgas derzeit nicht mit der Mineralölsteuer belegt ist. Laut dem Mineralölsteuergesetz (BGBl. Nr. 630/1994 ST0197), § 4, Absatz 11, sind gasförmige Kohlenwasserstoffe, die bei der Verwertung von Abfällen aus der Verarbeitung landwirtschaftlicher Rohstoffe, bei der Tierhaltung, der Lagerung von Abfällen oder der Abwasserreinigung anfallen und als Kraftstoffe oder zum Verheizen verwendet werden, von der Mineralölsteuer befreit. Ferner sind reine Kraftstoffe biogenen Ursprungs von der Mineralölsteuer befreit.

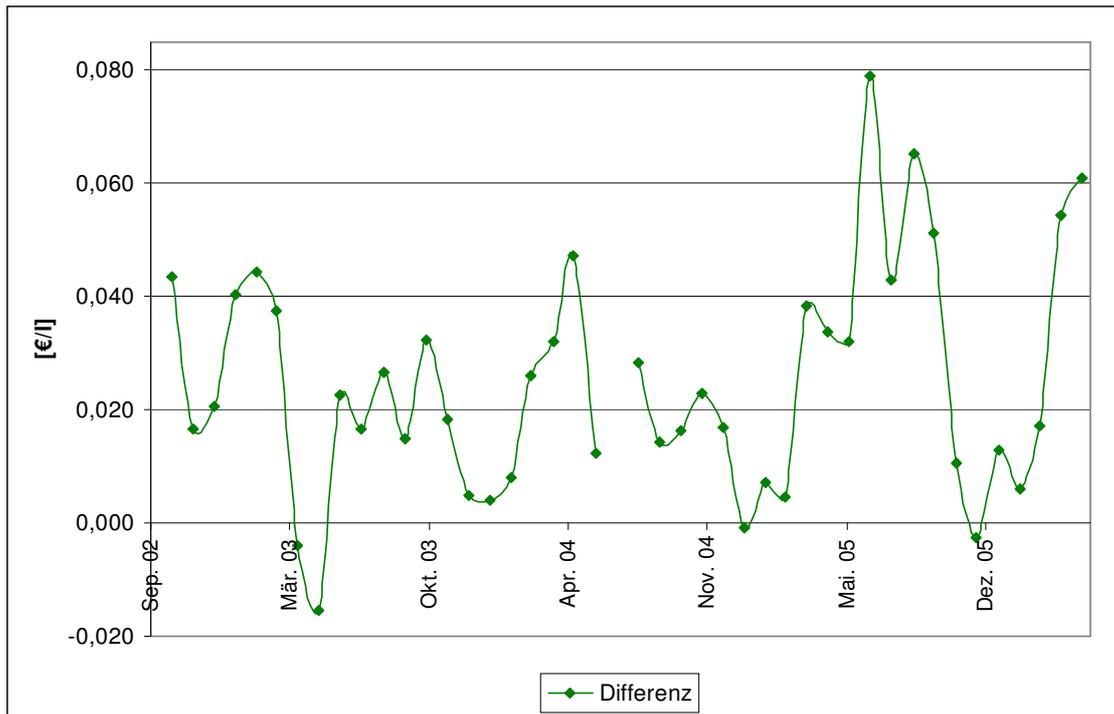
#### 2.2.2.4 Entwicklung der Biokraftstoffpreise

In Österreich sind derzeit nur Biodiesel und Pflanzenöl als Kraftstoff erhältlich. Ab Juni 2008 soll auch „Superethanol“ aus der Bioethanolanlage Pischelsdorf der AGRANA AG angeboten werden. Ebenso ist seit kurzem Bio-CNG (= mind. 20 % Biomethan und 80 % CNG) erhältlich. Abbildung 18 (ÖAMTC 2006 [145]) zeigt die Entwicklung der realen Biodieselpreise an österreichischen Tankstellen. Ein realer Preisanstieg von 0,772 €/l (2001) auf 0,990 €/l (2006), also ein Anstieg um 28,24 % innerhalb von nur fünf Jahren, ist festzustellen.



**Abbildung 18:** Entwicklung des Preises von Biodiesel an Tankstellen (eigene Darstellung, Daten: ÖAMTC 2006 [145])

Abbildung 19 zeigt die Differenz von Diesel- und Biodieselpreis an österreichischen Tankstellen im selben Zeitraum. Die Aussage: Biodiesel an österreichischen Tankstellen manchmal teurer als fossiler Diesel. In Deutschland hingegen wurde der Dieselpreis noch nicht vom Preis für Biodiesel überholt (UFOP 2006 [219]).

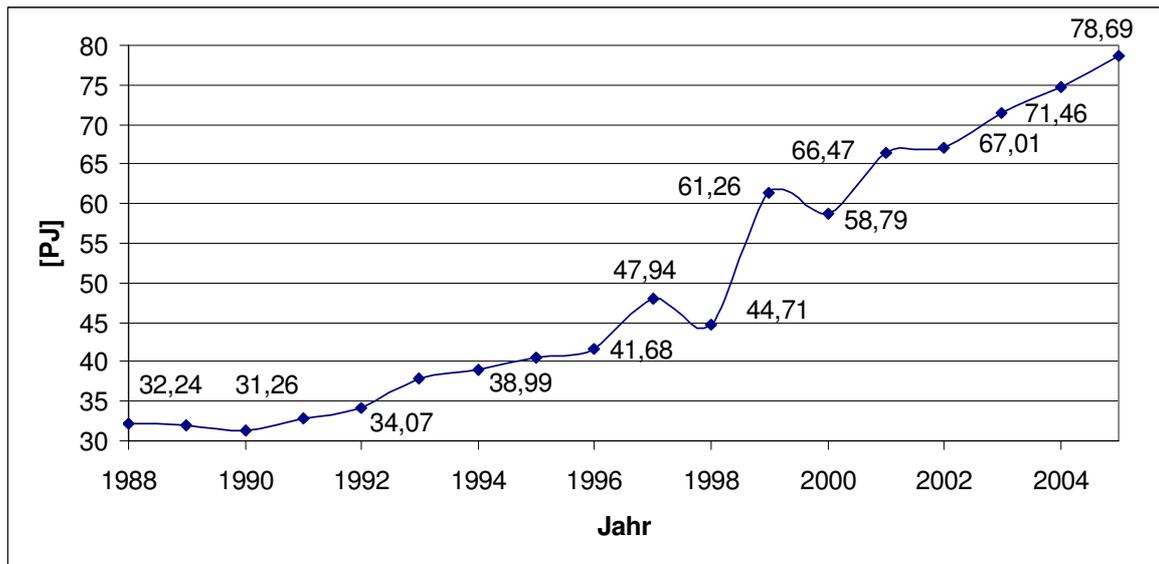


**Abbildung 19:** Differenz des nominellen Diesel- und Biodieselpreises an österreichischen Tankstellen (eigene Darstellung, Daten: BMWA 2006 [42] und ÖAMTC 2006 [145])

### 2.3 Biokraftstoffproduktion in Österreich

Dieses Kapitel beschreibt die „Biokraftstoffaktivitäten“ und die tatsächliche Biokraftstoffproduktion in Österreich. Biodiesel, und damit der Beginn der Biokraftstoffproduktion, hat in Österreich bereits eine lange Geschichte. Die weltweit erste Norm für Biodiesel war die ON C 1190 vom Februar 1991 für RME, später dann die ON C 1191 für FME, welche als Vornormen zur EN 14214 gesehen werden können (KRAUSE 2003 [126]). Zu den gängigsten und heute großtechnisch produzierten Biokraftstoffen zählen Biodiesel, Bioethanol und Pflanzenöl. Biomethan (d.h. in Erdgasqualität aufbereitetes Biogas) hingegen gewinnt zunehmend an Bedeutung.

Seit 1988, dem Beginn der „industriellen“ biogenen Brenn- und Kraftstoffproduktion in Österreich hat sich der Bruttoinlandsverbrauch von 32.242 TJ (1988) bis 2005 auf 78.694 TJ mehr als verdoppelt (Abbildung 20). Zu den biogenen Brenn- und Kraftstoffen gesamt zählen Hackschnitzel, Sägenebenprodukte, Waldhackgut, Rinde, Stroh, Bio-, Deponie- und Klärgas sowie RME und Ablaugen bzw. Schlämme der Papierindustrie (STATISTIK AUSTRIA 2007a [193]).



**Abbildung 20:** Bruttoinlandsverbrauch biogener Brenn- und Kraftstoffe in Österreich (eigene Darstellung, Daten: STATISTIK AUSTRIA 2007a [193])

### 2.3.1 Pflanzenöl

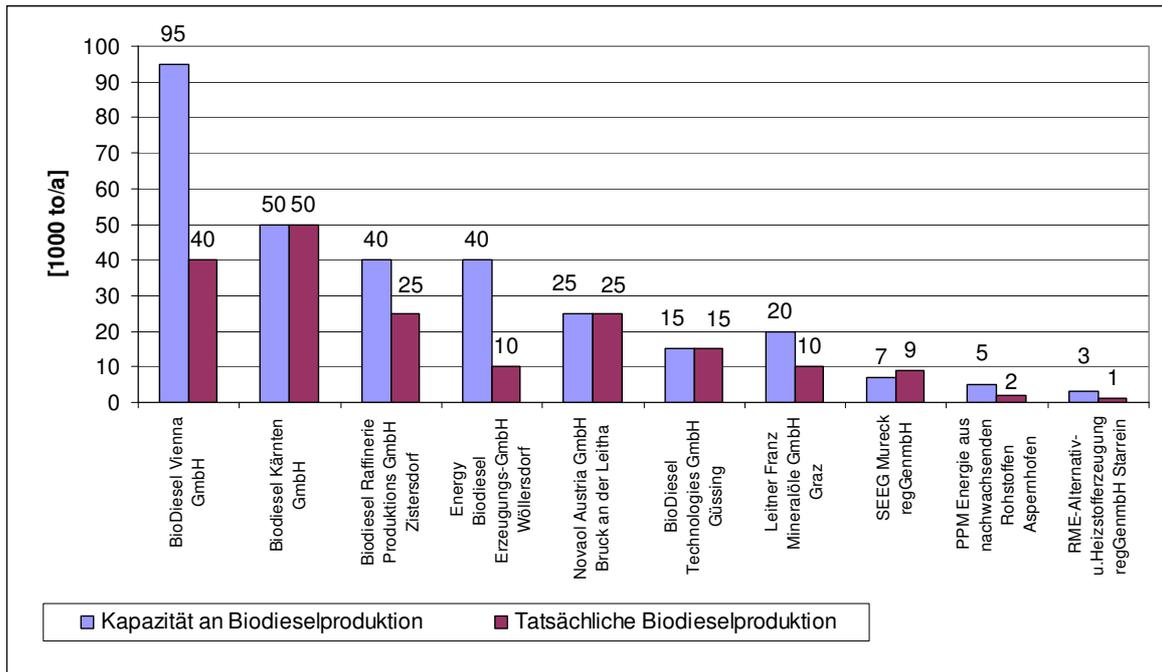
In Österreich existiert keine großindustrielle Pflanzenölproduktion, welche ausschließlich Pflanzenölkraftstoff herstellt. Es gibt aber eine Reihe von kleinindustriellen bzw. landwirtschaftlichen Pflanzenölanlagen. Die genaue Anzahl landwirtschaftlicher Pflanzenölanlagen ist nicht bekannt.

Pflanzenöl wird aufgrund verschiedener Nutzungseinschränkungen wie z.B. Wintertauglichkeit, Umrüstkosten, etc. in Zukunft eher eine Nischenanwendung für etwa stationäre Arbeitsmaschinen bleiben (UMWELTBUNDESAMT 2003 [205]). Derzeit sind in Österreich 43 Fahrzeuge (39 Kfz und Kleintransporter und 4 Traktoren) bekannt, die mit reinem Pflanzenöl betrieben werden. Die meisten davon - 15 PKW und ein Traktor - werden von der Firma Waldland GmbH betrieben (KRAMMER, PRANKL 2003 [127]). Weitere 35 Traktoren werden von der Firma AGRAR PLUS BeteiligungsgmbH auf ihre Praxistauglichkeit geprüft (BREINESBERGER 2006 [21]). Im Zusammenhang mit der Pflanzenölproduktion bzw. Biodieselproduktion weist WÖRGETTER (2006 [235]) darauf hin, dass eine Verdoppelung der Ölsaatenproduktion auch eine Verdoppelung der Eiweißfuttermittelproduktion mit sich bringt. Dies könnte zu Absatz- bzw. Entsorgungsproblemen führen. Der Autor sieht dieses Problem auch als Einschränkung der Biokraftstoffe erster Generation. Bei dem anhaltenden Rückgang des Viehbestandes in der EU bzw. Österreich wird dies noch problematischer. Im Jahr 2006 wurden rund 10.000 to an reinem Pflanzenöl als Biokraftstoff ausschließlich im landwirtschaftlichen Bereich eingesetzt (UMWELTBUNDESAMT 2007c [217]).

### 2.3.2 Biodiesel

Aktuell gibt es in Österreich neun Produktionsanlagen für Biodiesel, in welchen bis zu 365.000 to/a produziert werden könnten (Abbildung 21). Die größte Anlage ist mit 100.000 to/a die der Firma Biodiesel Enns GmbH & Co. KG und steht in Enns (BLT 2006 [28]). Tatsächlich wurde jedoch um einiges weniger produziert, wie Abbildung 21 dies zeigt. Dies hat viele Gründe, wie z.B. Rohstoffkosten und Rohstoffverfügbarkeiten (E.v.A. 2004a [62]). So wurden bei einer Gesamtkapazität von etwa 365.000 to/a nur rund 187.000 to an Biodiesel in Österreich produziert. Dies entspricht einer Auslastung von ca.

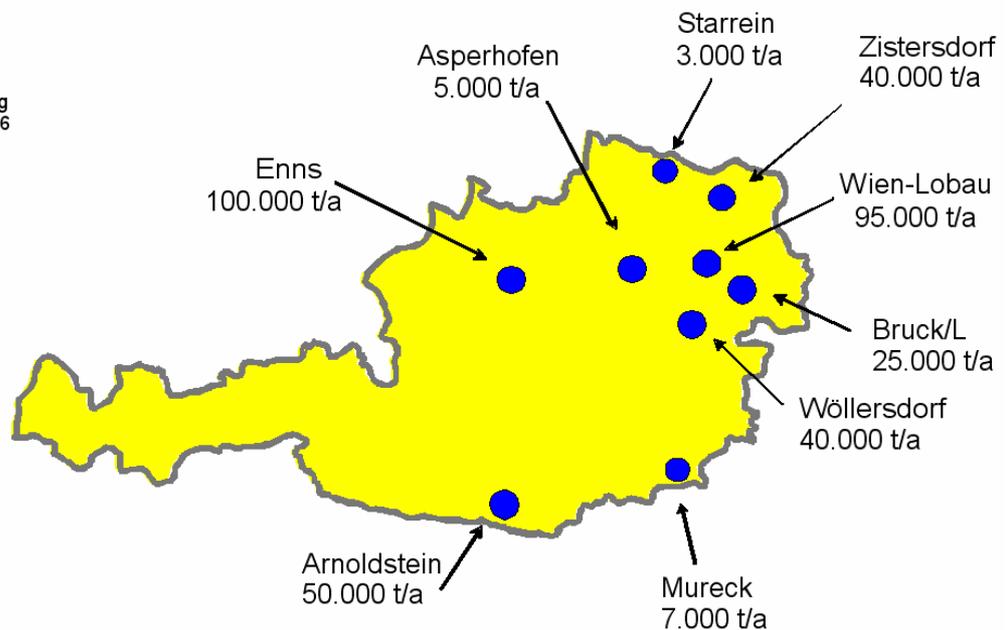
51 % im Jahr 2006. (Aufgrund fehlender tatsächlicher Produktionswerte für die Biodieselanlage in Enns wurden diese in der Abbildung nicht dargestellt.) Auffällig ist, dass sich der Großteil der Anlagen im Osten Österreichs befindet (Abbildung 22).



**Abbildung 21:** Kapazität und tatsächliche Produktion der Biodieselproduktionsanlagen in Österreich (eigene Darstellung, Daten: BLT 2006 [28] und aus PROIDL 2006 [157])



FJ-BLT, Wieselburg  
Stand: Oktober 2006



**Abbildung 22:** Lage der Biodieselproduktionsanlagen in Österreich (BLT 2006 [28])

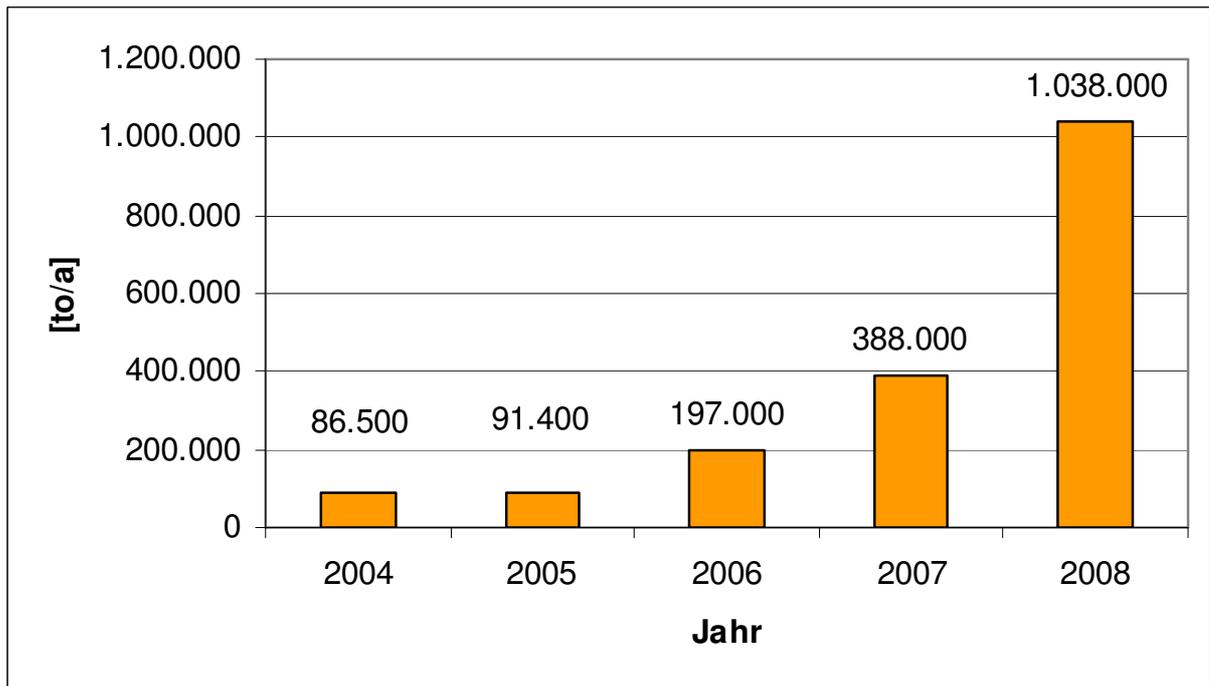
Primär wird in Österreich Biodiesel als Rapsölmethylester (RME) hergestellt. Die Produktion von Sonnenblumenölmethylester (SME) und Altfettmethylester (AME) erfolgt in Österreich nur in sehr geringen Mengen (E.V.A. 2004a [62]). AME wird großtechnisch ausschließlich von der Südsteirischen Energie- und Eiweißerzeugungsgenossenschaft (SEEG) hergestellt.

Gemäß Wirtschaftskammer Österreich (WKÖ 2006 [239]) ist mit einem deutlichen Ausbau der Biodieselproduktionskapazität in Österreich für 2007 und 2008 zu rechnen (Tabelle 8 und Abbildung 26). So werden die Abid Biotreibstoffe AG, die Biodiesel Krems GmbH und die SBU Biodieselanlagen-Betriebs-GmbH 2007 bzw. 2008 in Produktion gehen. Das UMWELTBUNDESAMT (2007c [217]) veröffentlichte für 2006, basierend auf einer Aufteilung der ARGE Biokraftstoffe, eine Gesamtkapazität von 199.000 to Biodiesel. Für 2007 werden 440.000 to prognostiziert.

Im Jahr 2005 wurden insgesamt 96.230 to Biodiesel in Österreich abgesetzt. Davon wurden 76.230 to dem fossilen Diesel beigemischt und 17.000 to reiner Biodiesel verkauft (EICHLSEDER und HAUSBERGER 2006 [60]). 2006 wurden 121.665 to Biodiesel hergestellt, wovon 11.693 to (9,61 %) exportiert wurden. 77.404 to (63,62 %) wurden fossilem Diesel beigemischt und 32.568 to (26,77 %) wurden als purer Biokraftstoff (B100) bzw. als Dieselmotorkraftstoff mit einem höheren, nicht normkonformen Biokraftstoffanteil, wie z.B. über Betriebstankstellen von Flottenbetreibern, abgesetzt. Dies entspricht einer gesamten Biodieselabsatzmenge, Beimischung und pure Verwendung, von ca. 321.000 to im Jahr 2006. Daraus ergibt sich - zuzüglich 10.000 to reines Pflanzenöl - eine Beimischung von 3,54 % im gesamten Verkehrssektor, bezogen auf den Energieinhalt. Bei einer gesamten Kraftstoffmenge von 95,6 Mio. kWh sind dies 3,4 Mio. kWh an Biokraftstoffen. 94 % des 2006 in Österreich verkauften Dieselmotorkraftstoffs wurde durchschnittlich 4,7 Vol-% B 100 beigemischt (UMWELTBUNDESAMT 2007c [217]).

**Tabelle 8:** Entwicklung der Biodieselproduktion in Österreich (inkl. Schätzung) (WKÖ 2006 [239])

Biokraftstoff-Produktionskapazitäten in Österreich [to/a]	Schätzung				
	2004	2005	2006	2007	2008
Biodiesel Enns GmbH	-	-	-	80.000	100.000
Biodiesel Kärnten GmbH	25.000	25.000	25.000	50.000	50.000
Bio-Diesel Raffinerie GmbH (Zistersdorf)	20.000	20.000	25.000	25.000	25.000
BioDiesel Technologies GmbH (Güssing)	500	2.400	15.000	15.000	15.000
Biodiesel Vienna GmbH (Lobau)	-	-	40.000	95.000	400.000
Bioenergy GesmbH (Wöllersdorf) Energy Biodiesel	7.000	7.000	20.000	40.000	40.000
F.Leitner Mineralöle GmbH (Graz)	-	-	10.000	10.000	10.000
Novaol Austria GmbH Ölmühle Bruck GmbH	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000
PPM (Asperhofen) Energie aus nachwachsenden Rohstoffen GmbH	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
RME reg GenmbH (Starrein)	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
SEEG Mureck reg. Gen.m.b.H.	6.000	9.000	9.000	20.000	20.000
Abid Biotreibstoffe AG	-	-	-	50.000	100.000
Biodiesel Krems GmbH	-	-	-	25.000	50.000
SBU Biodieselanlagen-Betriebs-GmbH (Donauhafen Krems)	-	-	-	-	200.000
<b>Biodieselproduktionskapazitäten ges.</b>	<b>86.500</b>	<b>91.400</b>	<b>172.000</b>	<b>438.000</b>	<b>1.038.000</b>



**Abbildung 23:** Entwicklung der Biodieselproduktionskapazität gesamt (inkl. Schätzung für 2007 und 2008) (eigene Darstellung, Daten: WKÖ 2006 [239])

### 2.3.3 Bioethanol

Die Agrana Bioethanol GmbH, die zu 75 % im Eigentum der Agrana Beteiligungs-AG und zu 25 % im Eigentum der Rübenproduzenten Beteiligungs GesmbH ist, errichtete in Pischelsdorf (Niederösterreich) eine Bioethanolanlage. Diese Anlage ist auf eine jährliche Verarbeitungsleistung von insgesamt rund 374.000 t Weizen, rund 99.000 t Nassmais und rund 46.000 t Zuckerrüben-Dicksaft, der aus der eigenen Zuckerproduktion stammt, ausgelegt. Auch die Verwendung anderer Rohstoffe, wie etwa Mais, Roggen und Triticale ist möglich. Es soll eine Tageskapazität von rund 571 m<sup>3</sup> Bioethanol erreicht und somit jährlich rund 200.000 m<sup>3</sup> Ethanol erzeugen werden. Ebenso sollen mittels dieser Anlage ca. 170.000 t Eiweißfuttermittel mit 30 % Protein („DDGS“ = „Dried Distillers Grains with Solubles“) pro Jahr erzeugt werden, die als Nebenprodukt bei der Bioethanol-Produktion anfallen und die künftig Importe im Ausmaß von rund 150.000 t Eiweißfuttermittel ersetzen werden (AGRANA 2006 [1] und ÖKOENERGIE [149]). Gemäß Berechnungen des UMWELTBUNDESAMTES (2004c [208]) liefert eine Substitution von MTBE (Methyl-Tertiär-Butylether) mittels (Bio)-ETBE (Ethyl-Tertiär-Butylether) mit einer gleichzeitigen Anhebung der Beimischung auf 15 % zu Ottokraftstoffen den höchsten Beitrag zur Bioethanol-Verwendung.

Zur Unterstützung der Verwendung von Bioethanol im Verkehrssektor wurde die Bioethanolgemischverordnung (BGBL. 378/2005 [31])<sup>18</sup> veröffentlicht. Damit soll der Einsatz von Ethanol als Kraftstoff, in der Mischung 85 % Ethanol und 15 % Benzin steuerlich begünstigt und sogenannte FFV (= Flex-Fuel-Vehicle) unterstützt werden. Diese Verordnung tritt aber voraussichtlich mit 31. Dezember 2010 außer Kraft. Für eine Beimischrate von (Bio-) Ethanol über 10 % ist eine Adaption der Motorentechnologie notwendig, was wiederum höhere Kosten und geringere Wettbewerbsfähigkeit verursacht.

<sup>18</sup> BGBL. 378/2005: Verordnung des Bundesministers für Finanzen über die Begünstigung von Gemischen von Bioethanol und Benzin.

Die großflächige Einführung bis 2010 wird daher als unrealistisch eingeschätzt (UMWELTBUNDESAMT 2003 [205]).

Die Bioethanolproduktion hat einen sehr hohen Energiebedarf und die Produktion von DDGS ist ebenso sehr energieintensiv. Ebenso sind die jährlichen Betriebskosten gleich hoch oder höher als die Gesamtinvestitionskosten (FRIEDL ET AL. 2005 [90]).

### 2.3.4 Biogas - Biomethan

Für Biogas als Kraftstoff, egal in welcher Form, gibt es noch keine eindeutig festgelegte Begriffsdefinition. KONRAD (2007 [125]) wies auf die Notwendigkeit einer Vereinheitlichung aus Gründen der Benutzerfreundlichkeit hin. Denn dies ist für eine zukünftige Akzeptanz von Biogas als Kraftstoff in der Bevölkerung wichtig. Aktuell werden folgende Begriffe und Abkürzungen bzw. Nomenklaturen im Zusammenhang mit Biogas als Kraftstoff verwendet:

- **Biomethan:** Gereinigtes Biogas mit einem CH<sub>4</sub>-Gehalt von über 90 %
- **CBG (Compressed Biogas):** CNG biogenen Ursprungs
- **CMG (Biogas):** Compressed Methan Gas aus Biogas
- **Bio-CNG:** CNG, welchem Biomethan beigemischt wurde
- **BioSNG:** SNG = Synthetic Natural Gas ~ „erneuerbares“ Erdgas
- **LBG (Liquified Biogas):** Verflüssigtes Biogas (CH<sub>4</sub>-Gehalt über 90 %)

Biomethan kann grundsätzlich auf zwei verschiedene Arten hergestellt werden: Einerseits über den Weg der Vergärung (in einer klassischen Biogasanlage) oder über den Weg der Vergasung und Synthese, dargestellt in Abbildung 24. Biogas in Erdgasqualität kann entweder beigemischt, z.B. als Bio-CNG, oder als Reinkraftstoff in Form von CBG (Compressed Biogas), als Kraftstoff verwendet werden.

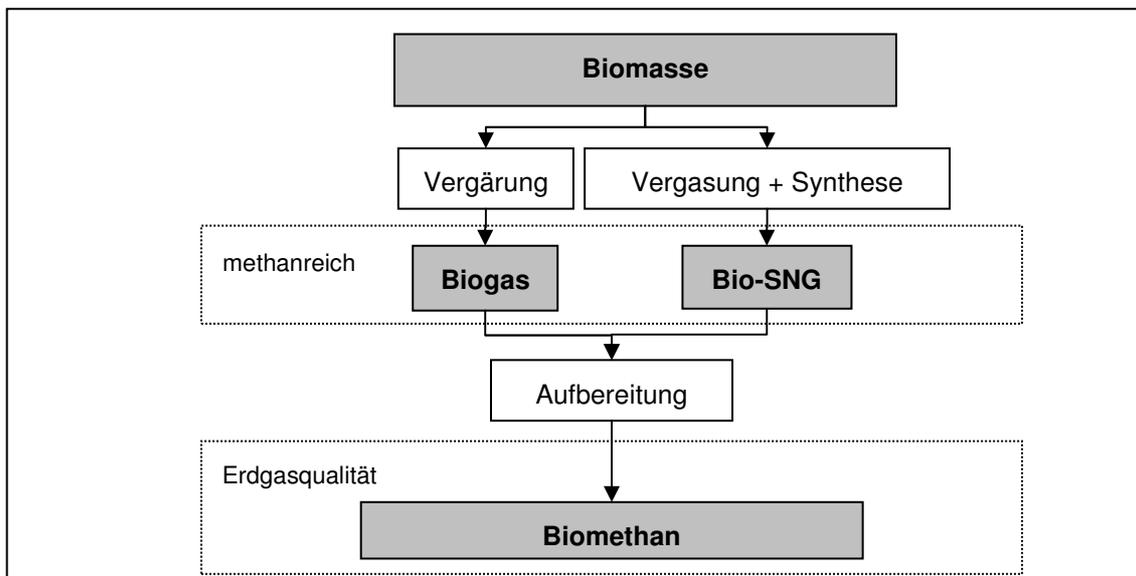


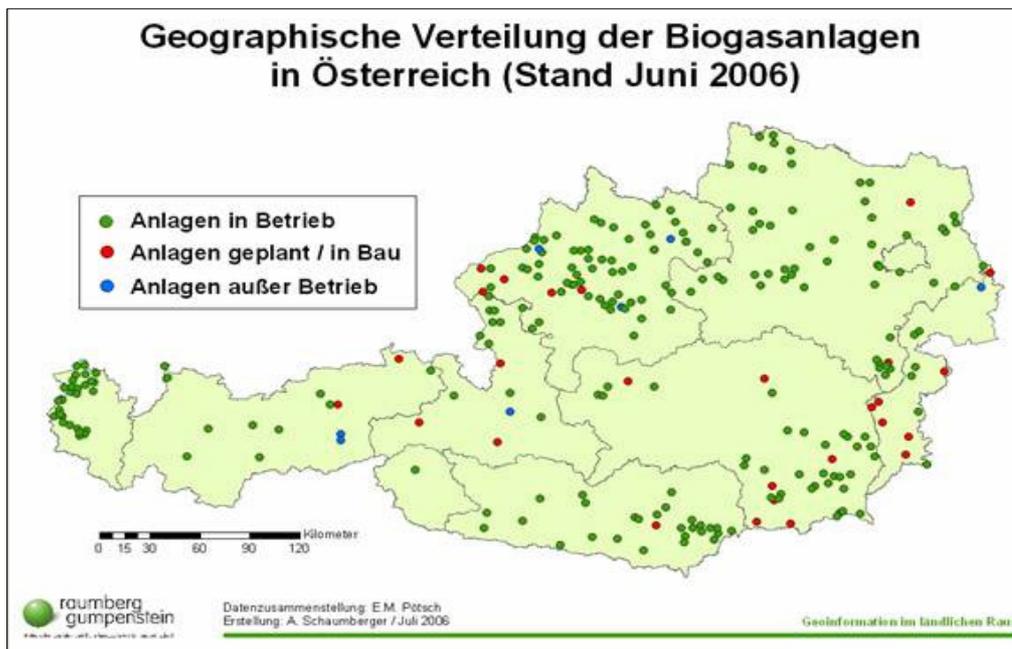
Abbildung 24: Möglichkeiten der Biomethanproduktion (THRÄN ET AL. 2007 [203])

Mit der Kraftstoffverordnung wurde die EU-Richtlinie 2003/17/EG<sup>19</sup> (AMTSBLATT DER EUROPÄISCHEN UNION 2003c [8]) in nationales Gesetz umgesetzt. Gemäß Novelle der Kraftstoffverordnung (BGBl. II, Nr. 417/2004 [30]) kann Biogas als Kraftstoff verwendet werden und muss hiezu folgende Spezifikationen beinhalten (siehe Tabelle 9):

**Tabelle 9:** Kraftstoffspezifikationen für Erdgas (CNG, Compressed Natural Gas) und Biogas und Mischprodukte aus Erdgas und Biogas (BGBl. II, Nr. 417/2004 [30])

Merkmal	Einheit	Grenzwerte <sup>20</sup>		Prüfverfahren	
		Mindestwert	Höchstwert	Verfahren	Veröffentlichung
Relative Dichte	[kg/Nm <sup>3</sup> ]	0,55	0,7	ISO 6976	1995
Brennwert <sup>21</sup>	[MJ/m <sup>3</sup> ]	30,2	47,2	ISO 6976	1995
Wobbe Index	[MJ/m <sup>3</sup> ]	46,1	56,6	ISO 6976	1995
Staub		technisch frei			

Im 1. Quartal 2006 waren 325 Biogasanlagen mit einer Gesamtleistung von 81,06 MW<sub>el</sub> in Österreich in Betrieb (E-CONTROL 2006a [55]). Die geographische Lage der Biogasanlagen ist in Abbildung 25 wiedergegeben (PÖTSCH 2006 [158]). Seit 1990 ist eine vermehrte Errichtung von Biogasanlagen festzustellen, was nicht zuletzt auch auf Förderungen, wie z.B. das Ökostromgesetz 2002, zurückzuführen ist. Die historische Entwicklung der Biogasanlagen ist in Abbildung 26 wiedergegeben.



**Abbildung 25:** Verteilung der Standorte der Biogasanlagen in Österreich (PÖTSCH 2006 [158])

<sup>19</sup> Richtlinie 2003/17/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 3. März 2003 zur Änderung der Richtlinie 98/70/EG über die Qualität von Otto- und Dieselmotorkraftstoffen.

<sup>20</sup> Die Spezifikationen in Anhang V der Novelle der Kraftstoffverordnung (BGBl. II, Nr. 417/2004 [30]) werden nach Vorliegen einer europäischen Standardisierung angepasst bzw. ergänzt.

<sup>21</sup> Brennwert und Wobbe-Index bei 1,01325 bar und 0 °C.

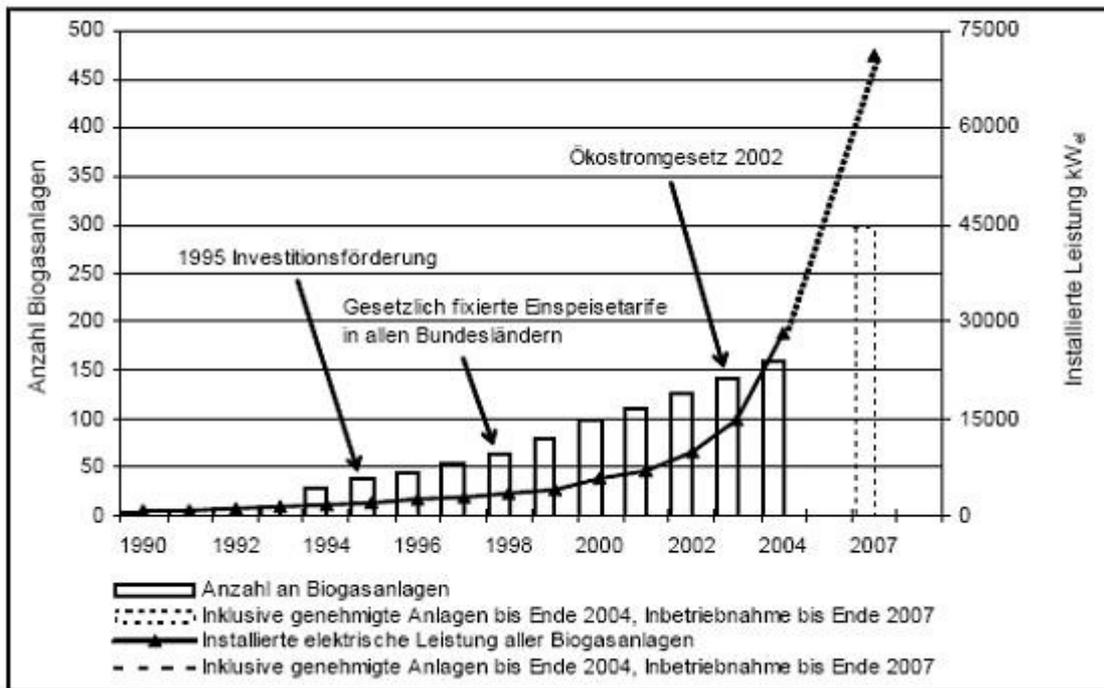


Abbildung 26: Entwicklung der Biogasanlagen in Österreich (WALLA 2006 [226])

### 2.3.4.1 Biogas-Netzeinspeisung

Die Biogas-Netzeinspeisung erlebt in Österreich und Deutschland derzeit einen Aufschwung. Biogas auf Erdgasqualität zu reinigen und zu komprimieren und danach ins bestehende Erdgasnetz einzuspeisen, ist die Idee dahinter. Die Erdgas OÖ und die OÖ Ferngas AG nahmen 2005 in Pucking (OÖ) die erste Biogasanlage Österreichs in Betrieb, die gereinigtes Biogas in das Erdgasleitungsnetz einspeist. 6 m<sup>3</sup> pro Stunde gereinigtes und in Erdgasqualität veredeltes Biogas werden hier eingespeist - jährlich bis zu 400.000 kWh. Die jährliche Gesamtmenge des eingespeisten Biogases von etwa 38.500 m<sup>3</sup> bringt eine Reduktion von etwa 108 t CO<sub>2</sub> pro Jahr, gegenüber der Versorgung mittels Erdgas (ERDGAS OÖ 2007 [65]).

Eine weitere Biogas-Netzeinspeisungsanlage, welche Mitte 2007 den Betrieb aufgenommen hat, befindet sich in Bruck an der Leitha. In Tabelle 10 sind österreichische Biogas-netzeinspeisungsanlagen zum Vergleich mit der ersten deutschen Biogasnetzeinspeisungsanlage in Pliening (Bayern) dargestellt. Letztere verfügt über eine jährliche Biomethaneinspeisung von etwa 490 m<sup>3</sup>/h. Dies ist etwa fünfmal so hoch wie Österreichs größte Anlage in Bruck an der Leitha mit einer Kapazität von etwa 100 m<sup>3</sup>/h. In Pliening wird Biomethan in das bestehende Erdgasnetz der Stadtwerke München eingespeist um es in den zwei nahe gelegenen Blockheizkraftwerken (BHKW) in Poing und Puchheim der Firma E.ON Bayern zu verstromen. Der Strom wird in das öffentliche Stromnetz und gleichzeitig die anfallende Wärme ganzjährig in ein Fernwärmenetz eingespeist ([www.biogas-netzeinspeisung.at](http://www.biogas-netzeinspeisung.at) 2007 [240]).

**Tabelle 10:** Biogas-Netzeinspeisungsanlagen in Österreich im Vergleich zu Pliening (eigene Darstellung, Daten: www.biogas-netzeinspeisung.at 2007 [240])

Anlage	Pucking	Bruck/Leitha	Pliening/D	Leoben	Utzenaich	Weitendorf
Baubeginn	Mai 2004	2006	Juni 2006	2006	in Planung	2007
Inbetriebnahme	Juni 2005	Juli 2007	Dezember 2006	2007		2007
Rohbiogas	10 m <sup>3</sup> /h	180 m <sup>3</sup> /h	920 m <sup>3</sup> /h	140 m <sup>3</sup> /h		250 m <sup>3</sup> /h
	80.000 m <sup>3</sup> /a	1,44 Mio m <sup>3</sup> /a	7,4 Mio. m <sup>3</sup> /a	1,12 Mio. m <sup>3</sup> /a		2,0 Mio. m <sup>3</sup> /a
Biomethan	6 m <sup>3</sup> /h	100 m <sup>3</sup> /h	485 m <sup>3</sup> /h	80 m <sup>3</sup> /h		120 m <sup>3</sup> /h
	50.000 m <sup>3</sup> /a	800.000 m <sup>3</sup> /a	3,9 Mio. m <sup>3</sup> /a	640.000 m <sup>3</sup> /a		960.000 m <sup>3</sup> /a
Aufbereitungs-/ Reinigungsverfahren	Druckwechsel- adsorption	Gas- permeation	Druckwechsel- adsorption	k.A.		k.A.

Biogas bzw. Biomethan kann, wie bereits erwähnt, in das bestehende Erdgasnetz eingespeist und zukünftig vielleicht auch an Tankstellen entnommen werden. Ein wesentlicher Unterschied ist die Differenzierung zwischen Austauschgas und Zusatzgas. In skandinavischen Ländern und in der Schweiz kann Biogas mit natürlichem CH<sub>4</sub>-Gehalt von bis zu 5-Vol% ins Gasnetz eingespeist werden. In Schweden und Dänemark muss, im Unterschied zu Österreich, die Qualitätsanforderung erst im (Erd-)Gasnetz und nicht am Einspeisepunkt erfüllt werden (HORNBACHNER ET AL. 2005 [115]).

Die erste Biogastankstelle in Deutschland wurde am 22. Juni 2006 offiziell eröffnet. Die dazugehörige Biogasanlage produziert ca. 140 m<sup>3</sup>/h Biogas mit einem CH<sub>4</sub>-Gehalt von ca. 52 - 56 %. In der angeschlossenen Biogasaufbereitung wird dies zu „Wendländer-Biogas“ mit ca. 94 - 96 % CH<sub>4</sub>-Gehalt und einem Output von ca. 65 - 70 m<sup>3</sup>/h veredelt. Eine etwa 100 m lange Gasleitung mit einem Vordruck von ungefähr 300 mbar führt von der Biogasanlage zur Biogastankstelle, die ein Speichervolumen von ca. 1920 l besitzt. Das eingesetzte Biogas wird aus ca. 250 ha Mais und 120 ha Getreide hergestellt (WEGAS 2006 [228]). In Österreich sind zwei Biogas-Tankstellen, in Margarethen am Moos (NÖ) und in Eugendorf-Reitbach (Salzburg) in Betrieb. Zwei weitere Biogas-Tankstellen in Böhemkirchen sowie Japons, jeweils Niederösterreich, sind bereits genehmigt (METHAPUR 2008 [140] und ÖKONEWS 2008 [144]).

### 2.3.5 BioSNG - BioFIT

Derzeit werden in Güssing, Burgenland, Substitute für fossile Kraftstoffe in diversen Forschungsprojekten entwickelt. Das Projekt untersucht die Möglichkeit der Produktion von BioSNG und BioFIT. Wobei BioSNG oder Bio-SNG (=Synthetic Natural Gas) als „erneuerbares“ Erdgas, also auf Erdgasqualität gereinigtes und mit Biogas angereichertes Gas bezeichnet werden kann. BioFIT wiederum ist Fischer-Tropsch-Diesel biogenen Ursprungs. Aus ca. 5 kg Holz können hierbei ca. 1 Liter BioFIT bzw. aus ca. 3 kg Holz etwa 1 m<sup>3</sup> BioSNG hergestellt werden. Diese Anlage ist dargestellt in Abbildung 27 (HOFBAUER 2005 [112]). BioSNG und BioFIT können auch als „Synthetische Biokraftstoffe“ oder Bio-Designerkraftstoffe, bezeichnet werden. Die Produktionsverfahren werden je nach Ausgangsmaterial auch als BtL (= Biomass to Liquid) oder GtL (=Gas to Liquid) bezeichnet. Aufgrund der zurzeit nicht wirklich vorhandenen BtL-Produktion in Österreich und der hohen energetischen Verluste wird dies hier nicht näher erläutert. Die DENA BtL-Studie (2006 [48]) beziffert hiezu einen Wirkungsgrad der BtL-Produktion von 42 %. Für die Produktion von 1 to BtL sind nach RUDLOFF (2006 [168]) 5 to Biomasse notwendig. BtL wäre jedoch ein Kraftstoff, welcher in der Luftfahrtindustrie das fossile Kerosin ersetzen könnte (DENA 2006 [48]). Die GtL-Produktion ist ebenfalls sehr energieaufwändig. Es müssen zwischen 40 und 50 % energetische Verluste in Kauf genommen werden (ZITTEL 2006b [247]). Eine Produktion von Biomethanol, Bio-MTBE und Bio-ETBE, Bio-DME (=Biodimethylether), HTU-Biokraftstoffen (=Hydrothermische Umwandlung) und Bio-

Wasserstoff ist zurzeit nicht in Planung. Damit befindet sich die Biokraftstoffen der sogenannten 2. Generation noch in keiner großtechnischen Produktion in Österreich.

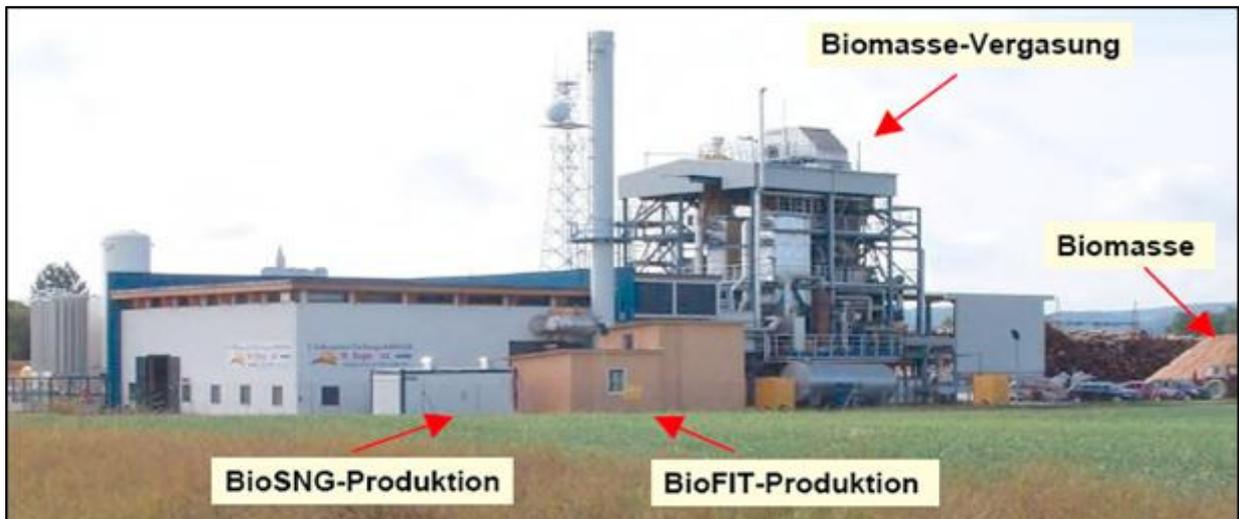


Abbildung 27: Versuchsanlage Güssing (HOFBAUER 2005 [112])

Nach GERINGER ET AL. (2004 [98]) sind bei GtL-Kraftstoffen, im Vergleich zu Diesel und Kerosin, jedoch enorme Reduktionspotenziale von Emissionen möglich: bei HC-Emissionen sind dies bis zu 80 %, bei CO bis zu 40 %, bei NO<sub>x</sub> 30 %, bei Ruß bis zu 20 % und bei CO<sub>2</sub> bis zu 10 %. Der Heizwert für Diesel wird mit 42,6 MJ/kg, für Kerosin mit 43,0 MJ/kg und für GtL mit 43,5 MJ/kg angegeben. Für den Brennwert sind dies bei Diesel 45,5 MJ/kg, Kerosin 46,0 MJ/kg und für GtL 46,7 MJ/kg. Das bedeutet also, dass der Brennwert<sup>22</sup> um 2,11 % (0,9 MJ/kg) bei GtL höher ist als bei Diesel und der Heizwert um 2,64 % (1,2 MJ/kg) höher ist.

## 2.4 Rechtliche und politische Vorgaben im österreichischen Verkehr

Im folgenden Kapitel wird zunächst auf Steuern und Abgaben im österreichischen Verkehr eingegangen. Danach folgt eine Darstellung der Entwicklung der Treibhausgase im Zusammenhang mit dem Verkehr.

### 2.4.1 Energie-, Mineralöl- und Kraftstoffsteuern und -abgaben

Mit dem Abgabenänderungsgesetz 2004 (AbgÄG 2004), BGBl. 180/2004, wurde auch das Mineralölsteuergesetz novelliert. Damit wurde eine steuerliche Begünstigung aller Kraftstoffe, welche mehr als 4,4 Vol-% biogenen Anteils und weniger als 10 mg/kg Schwefel enthalten, eingeführt. Diese steuerliche Begünstigung sieht für Dieselmotorkraftstoff eine Reduktion um 2,8 ct/l (von 32,5 ct/l auf 29,7 ct/l) seit dem 1. Oktober 2005 vor. Die

<sup>22</sup> Der Brennwert  $H_o$  und der Heizwert  $H_u$  werden in der internationalen Normung mit  $H_s$  und  $H_i$  zur Bezeichnung des Energieinhaltes von Brennstoffen verwendet. Der Brennwert gibt die bei vollständiger Verbrennung einer bestimmten Brennstoffmenge freigesetzte Reaktionswärme an, wobei das bei der Verbrennung gebildete Wasser in flüssigem Zustand anfällt. Bei festen und flüssigen Brennstoffen wird der Brennwert auf 1 kg Brennstoff, bei gasförmigen auf 1 m<sup>3</sup> Gas unter Normbedingungen (0 °C; 1013,2 mbar) bezogen. Der Heizwert gibt die Reaktionswärme bei vollständiger Verbrennung an, sofern das bei der Verbrennung gebildete Wasser in gasförmigem Zustand anfällt. Die Differenz zwischen Brennwert und Heizwert entspricht (siehe auch DIN 9499) der Verdampfungsenthalpie des entsprechenden Wasserdampfes bei 25 °C (2442 kJ/kg). (VDI Richtlinie 4661: Energiekenngrößen. Definitionen – Begriffe – Methodik).

Begünstigung liegt bei Benzin bei 3,3 ct/l. Das entspricht einer Reduktion von 44,5 ct/l auf 41,2 ct/l, die jedoch erst seit 01. Oktober 2007 in Kraft ist (Tabelle 11). Reine Biokraftstoffe sind wie bisher gänzlich von der Mineralölsteuer befreit. Gemäß Novellierung des Mineralölsteuergesetzes durch das Bundesbudgetbegleitgesetz (BBG 2007) wurde mit 01. Juli 2007 die Mineralölsteuer auf Benzin um 3 ct/l und bei Diesel um 5 ct/l angehoben (UMWELTBUNDESAMT 2007c [217]).

**Tabelle 11:** Steuererleichterung für Biokraftstoffe (BGBl. 180/2004)

	<b>schwefelfreier Kraftstoff mit mind. 4,4 % Biokraftstoffanteil</b>	<b>herkömmlicher Kraftstoff</b>
<b>Benzin</b>	-0,5 Cent pro Liter (41,2 Cent pro Liter) ab 1.10.2007	+1,3 Cent pro Liter (44,5 Cent pro Liter) ab 1.10.2007
<b>Diesel</b>	-0,5 Cent pro Liter (29,7 Cent pro Liter) ab 1.10.2005	+0,8 Cent pro Liter (32,5 Cent pro Liter) ab 1.10.2005

In diesem Zusammenhang gilt es hervorzuheben, dass in Österreich länderspezifische Förderungen für alternative Konzepte und Antriebe existieren. So gibt es z.B. Förderungen für Erdgasfahrzeuge für Privatpersonen und Gewerbetreibende in der Höhe von € 500.- bis € 3.000.-. In Vorarlberg wird die Umstellung von Taxen auf Erdgasbetrieb unterstützt und in Kärnten können Tankgutscheine angefordert werden. Die TIGAS Erdgas GmbH unterstützt in Tirol ebenso alternative Kraftstoffkonzepte wie Wien Energie, welche in den Aufbau von Infrastruktur investiert. Auch die Kommunalkredit Austria AG unterstützt Betriebe dahingehend, dass Förderungen für die Umstellung des Fuhrparks auf Erdgas gewährt werden.

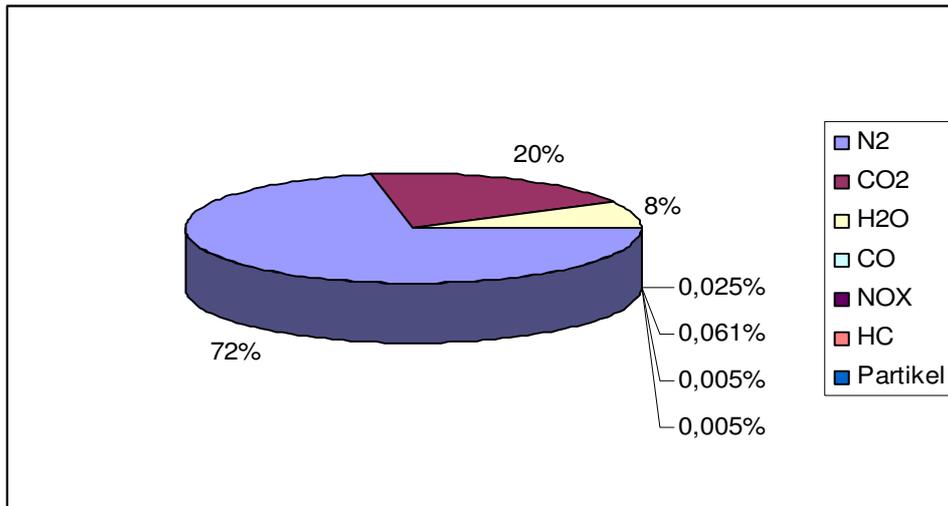
#### 2.4.2 Treibhausgasemissionen und Umweltschutz im Verkehr

Im folgenden Kapitel werden die Schadstoffemissionen des Verkehrs dargestellt. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen verschiedener Verkehrsträger sind jedoch sehr unterschiedlich, wie folgende Tabelle 12 übersichtlich darstellt. Fußgänger und Radfahrer sind demnach am „klimafreundlichsten“ (BMUJF 1997 [40]).

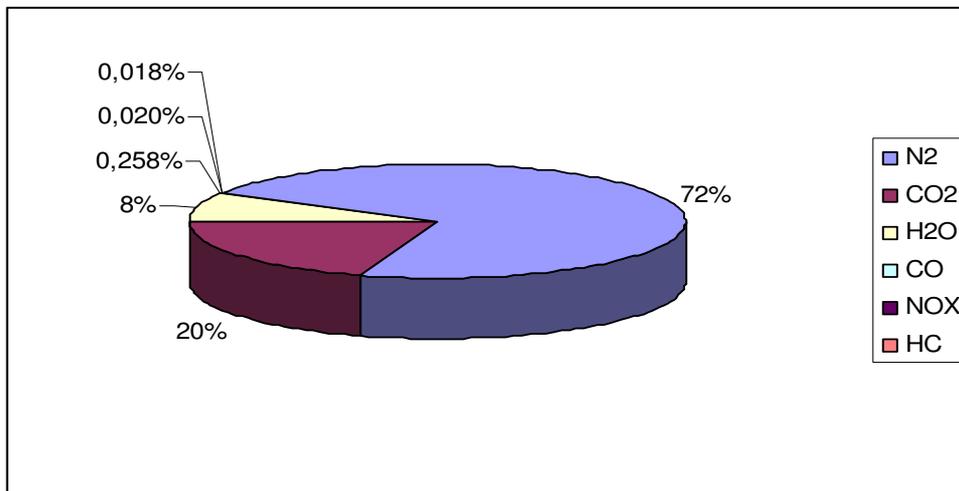
**Tabelle 12:** CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Fortbewegungsart (BMUJF 1997 [40])

<b>Vekehrsmittel</b>	<b>CO<sub>2</sub>-Emissionen [g/km]</b>	
	<b>Je Personenkilometer</b>	<b>Je Tonnenkilometer</b>
Fußgänger & Radfahrer	0	
Bahn (Schiff)	15 - 16	40
Bus	30	
PKW	135	300
Flugzeug	194	1.400

In heutigen Verbrennungsmotoren werden die Verbrennungskraftstoffe Benzin und Diesel immer in einem bestimmten Kraftstoff-Luft-Gemisch eingesetzt. Bei der Verbrennung von 1 kg Benzin und 14,7 kg Luft bzw. 1 kg Diesel und 25 kg Luft entstehen Emissionen. Die realen Emissionen der benzin- und dieselpetriebenen Kfz sind in Abbildung 28 und Abbildung 29 dargestellt. Die Abbildungen zeigen deutlich, dass jeweils 20 % der Emissionen Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) und etwa 8 % Wasser(dampf) sind. Bei einer idealen Verbrennung würden hingegen 72 % CO<sub>2</sub> und 28 % Wasser(dampf) entstehen (LENZ 2006 [134]).



**Abbildung 28:** Mittlere Abgaszusammensetzung der wichtigsten Komponenten von Dieselmotoren beim heutigen Stand der Technik (in Gewichtsprozent) (eigene Darstellung, Daten: LENZ 2006 [134])



**Abbildung 29:** Mittlere Abgaszusammensetzung der wichtigsten Komponenten von Ottomotoren beim heutigen Stand der Technik (in Gewichtsprozent) (eigene Darstellung, Daten: LENZ 2006 [134])

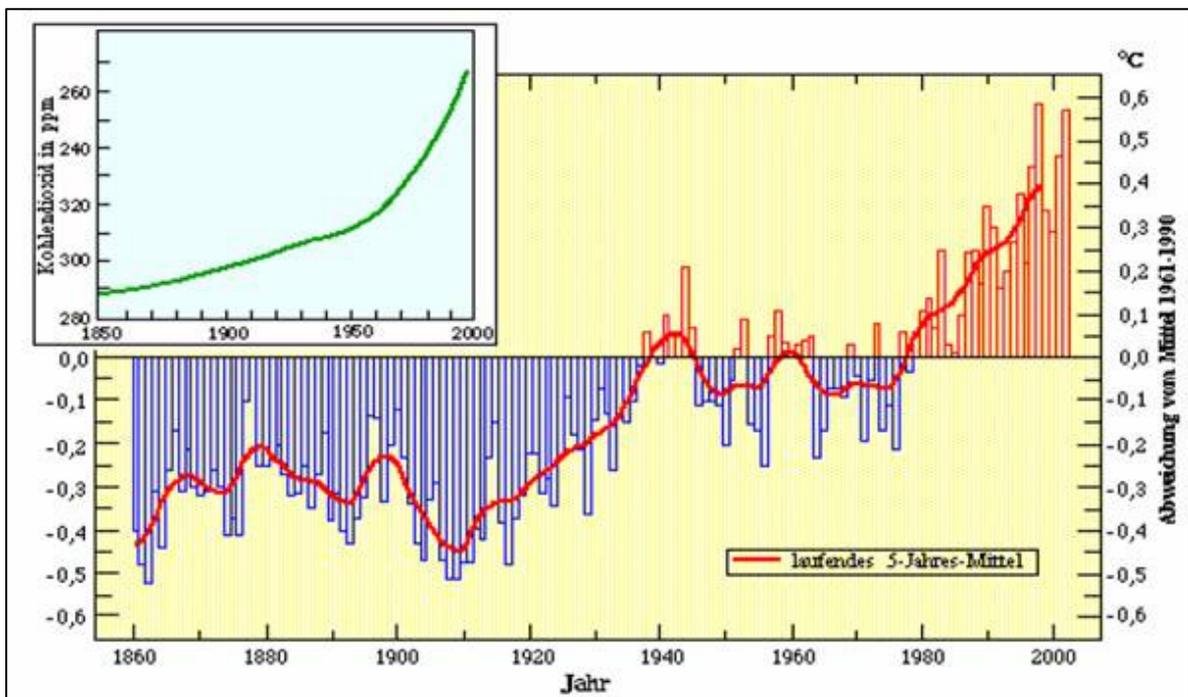
#### 2.4.2.1 Treibhauseffekt und Kyoto-Protokoll

Die globalen Klimaveränderungen haben weltweite Auswirkungen auf die Umwelt, die Natur und den Menschen. Österreich hat sich mit dem Kyoto-Protokoll zu einer Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen innerhalb des Zeitraums 2008 - 2012 in der EU um 13 %, bezogen auf das Bezugsjahr 1990, verpflichtet. Im Allgemeinen wird davon ausgegangen, dass anthropogen verursachte globale Klimaveränderungen zu einer Verstärkung der Treibhauseffekte führen und es damit zu einer globalen Erwärmung kommt. FUCHS (2005 [92]) führt nach IPCC<sup>23</sup> folgende Punkte an:

<sup>23</sup> IPCC = Intergovernmental Panel on Climate Change (Wissenschaftliche, zwischenstaatliche Expertengruppe der Weltorganisation für Meteorologie und des Umweltprogramms der Vereinten Nationen).

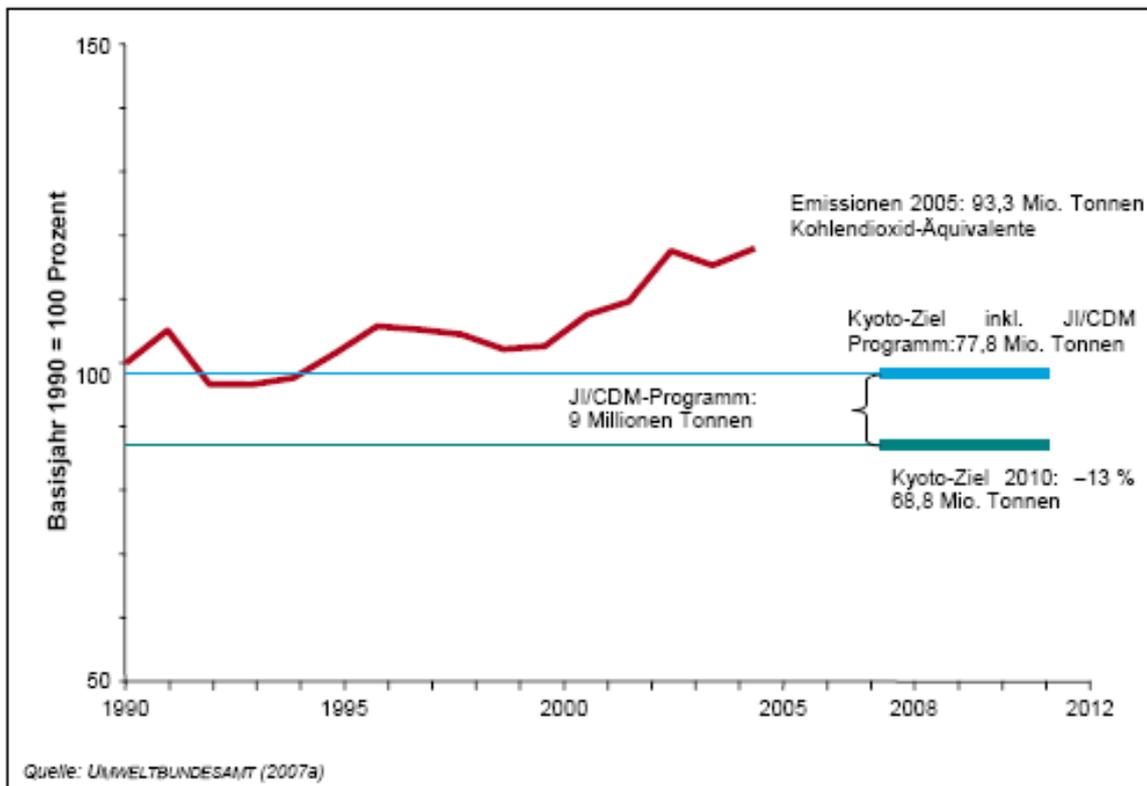
- Die Konzentration von Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) in der Atmosphäre hat seit 1750 um 31 % zugenommen. Die gegenwärtige CO<sub>2</sub>-Konzentration wurde während der letzten 420.000 Jahre und wahrscheinlich auch während der letzten 20 Mio. Jahre nicht überschritten.
- Die durchschnittliche globale Temperatur an der Erdoberfläche ist seit 1861 gestiegen. Im Verlauf des 20. Jahrhunderts betrug dieser Anstieg 0,6°C. Die Datenreihe ist von großen Schwankungen geprägt. So erfolgte die Erwärmung im 20. Jahrhundert vor allem zwischen 1910 und 1945 und von 1976 bis 2000.
- Analysen für die Nordhemisphäre weisen darauf hin, dass der Temperaturanstieg im 20. Jahrhundert im Verlauf der letzten 1.000 Jahre wahrscheinlich der stärkste innerhalb eines Jahrhunderts war (FUCHS 2005 [92]).

Den Anstieg der CO<sub>2</sub>-Konzentration seit 1850 und den globalen Temperaturanstieg zeigt folgende Abbildung 30. Diese Abbildung beschreibt die anthropogen verursachte Temperaturänderung. Auch nach MEADOWS ET AL. (2007 [139]) ist eindeutig ersichtlich, dass die gegenwärtigen Konzentrationen von CO<sub>2</sub> und CH<sub>4</sub> in der Atmosphäre weit höher sind als sie dies zuvor in den letzten 160.000 Jahren waren.



**Abbildung 30:** Verlauf der globalen Mitteltemperatur und des atmosphärischen CO<sub>2</sub>-Gehaltes seit Mitte des 19. Jahrhunderts (FUCHS 2005 [92] nach IPCC)

Den größten Anteil an den gesamten Treibhausgasemissionen hat CO<sub>2</sub> mit etwa 85 %. Der Verkehr spielt eine zentrale Rolle, er ist der Hauptverursacher mit dem größten Anstieg. Die Treibhausgase setzen sich in Österreich wie folgt zusammen: 8 % CH<sub>4</sub>, 5,6 % N<sub>2</sub>O und die Gruppe der fluorierten Gase mit etwa 1,4 %. Die Treibhausgasemissionen waren 2005 mit +18 % höher als im Basisjahr 1990. Österreich liegt somit mit 35,6 % über dem vereinbarten Zielwert des Kyoto-Protokolls (Abbildung 31) (UMWELTBUNDESAMT 2007 [215]).



**Abbildung 31:** Entwicklung der Treibhausgasemissionen in Österreich (UMWELTBUNDESAMT 2007 [215])

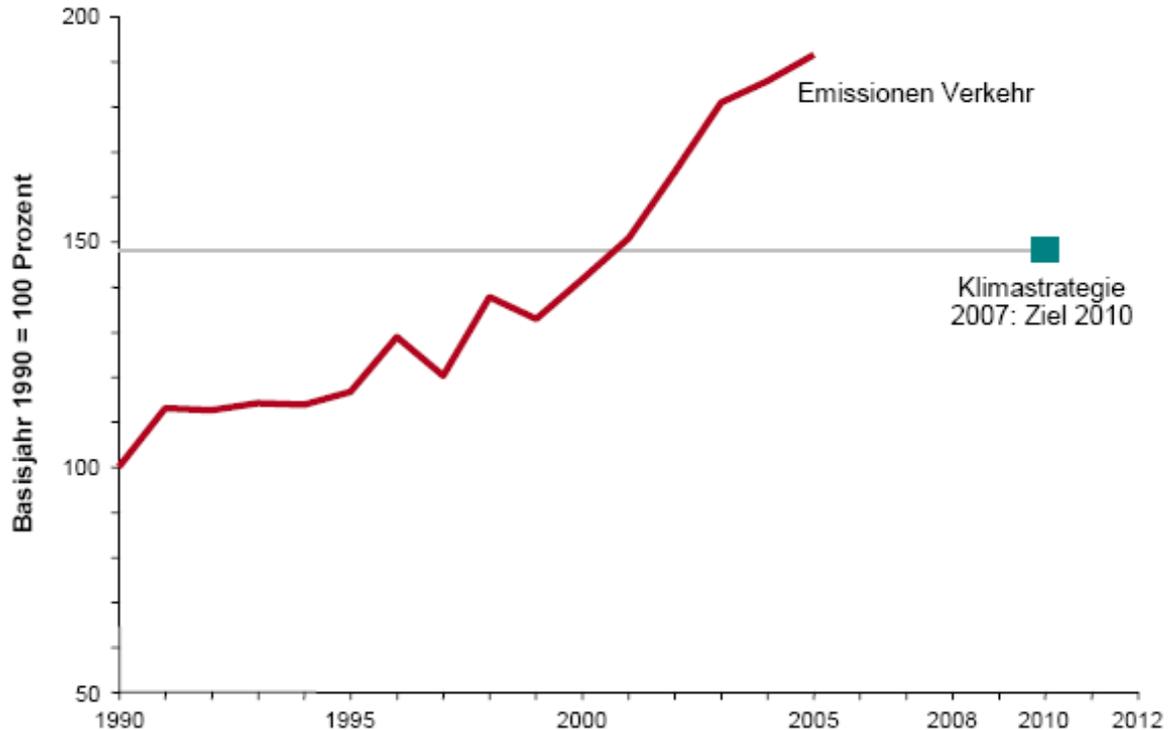
Betrachtet man die CO<sub>2</sub>-Emissionen nach den Emittentengruppen (Tabelle 13), so zeigt sich die starke Veränderung bzw. Zunahme im Verkehr im Zeitraum von 1990 bis 2004 von rund 92 %. Dieser ist damit gleich auf mit den CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Industrie und dem produzierendem Gewerbe (UMWELTBUNDESAMT 2007a [215])

**Tabelle 13:** Veränderung der Emissionen nach Emittentengruppen und Absolutwerte 2004 (UMWELTBUNDESAMT 2007a [215])

Emittentengruppe	Veränderung 1990 - 2004	absolut (2004) [Mio. to CO <sub>2</sub> -Äquiv./a]
Verkehr	91,6%	23,7
Industrie und produzierendes Gewerbe	10,9%	23,7
Energieaufbringung	16,0%	16,1
Raumwärme und sonstiger Kleinverbrauch	4,4%	14,6
Landwirtschaft	-14,3%	7,9
Abfallwirtschaft	-37,4%	2,4
Fluorierte Gase	-18,0%	1,5
Sonstige Emissionen	22,1%	1,2
<b>Gesamte Treibhausgase</b>		<b>91,1</b>

Der Anstieg der Emissionen aus dem Verkehr betrug seit 1990 etwa 11,7 Mio. to, wobei das steigende Verkehrsvolumen und der (prognostizierte) Tanktourismus, bedingt durch vergleichsweise geringe Kraftstoffpreise, einen wesentlichen Beitrag dazu liefern. Der Anstieg der Treibhausgase im Verkehr, im Vergleich zum Kyoto-Ziel, ist in Abbildung 32

dargestellt (BMLFUW 2006b [37]). Die Abbildung zeigt den stetigen Anstieg der CO<sub>2</sub>-Emissionen und das damit einhergehende Überschreiten des Zielwertes. Durch die Umsetzung der EU-Biokraftstoffrichtlinie<sup>24</sup> wird eine CO<sub>2</sub>-Reduktion von etwa 1 Mio. t<sub>e</sub> erwartet. Die Entwicklung der Treibhausgase hängt direkt auch vom Verbrauch fossiler Energie ab. In der Zwischenzeit hat sich dies aber auch leicht entkoppelt. Gründe hierfür sind der Energieträgermix und die Energiepreise (UMWELTBUNDESAMT 2007a [215]).



**Abbildung 32:** Treibhausgasentwicklung im Verkehr (UMWELTBUNDESAMT 2007a [215])

#### 2.4.2.2 EU-Strategien im Verkehr

Im Grünbuch „Eine europäische Strategie für nachhaltige, wettbewerbsfähige und sichere Energie“ fordert die EU-Kommission die „Entwicklung wettbewerbsfähiger erneuerbarer Energiequellen und anderer Energiequellen und Energieträger mit niedrigem CO<sub>2</sub>-Ausstoß“. Vor allem aber alternative Kraftstoffe (EUROPÄISCHE KOMMISSION 2006b [74]). Ebenso wird gefordert, dass die Bereiche Kraftstoff und Verkehr ihren besonderen Verpflichtungen für Energieeffizienz und Energieeinsparungen nachkommen müssen (AMTSBLATT DER EUROPÄISCHEN UNION 2006 [9]). Gemäß Richtlinie 2003/96/EG können im Hinblick auf die Förderung des Einsatzes alternativer bzw. erneuerbarer Energieträger ebenso Vorzugsbehandlungen gewährt werden. Auch ist es möglich, Biokraftstoffen Verbrauchssteuerbefreiungen oder -ermäßigungen zu erlauben (AMTSBLATT DER EUROPÄISCHEN UNION 2003a [6]). Die Wichtigkeit des regulativen Eingreifens der einzelnen Staaten bzw. der EU zeigt sich beim Rückgang der Bleikonzentration im menschlichen Blut durch das Verbot der Verwendung von Blei in Kraftstoffen (MEADOWS ET AL. 2007 [139]).

Der Kraftstoffverbrauch wird sich auch in Zukunft weltweit stark verändern. Gründe hierfür sind die wachsende Nachfrage der Schwellenländer - vor allem in Asien - der nicht mehr

<sup>24</sup> Eine Beimengungsregelung von Biokraftstoffen zu fossilem Kraftstoff war in Österreich schon im Jahr 1981 ein Thema (nach MAUTNER-MARKHOF 1982 [138]).

zu leugnende Anteil der Verkehrsemissionen am Treibhauseffekt und die Reduktion der Erdölabhängigkeit. Laut EU-Grünbuch „Hin zu einer europäischen Strategie für Energieversorgungssicherheit“ liegt die Energieabhängigkeit der EU von Erdöl bei 76 %. Das ehrgeizige Ziel des EU-Grünbuchs von 20%iger Substitution konventioneller Kraftstoffe durch alternative Kraftstoffe im Bereich des Straßenverkehrs bis 2020 liefert einen wichtigen Beitrag zur Änderung des Energiesektors (EUROPÄISCHE KOMMISSION 2002 [68]). Das europäische Kraftstoffszenario sieht bis 2020 einen Anteil am gesamten Kraftstoffmarkt von Biokraftstoffen, Wasserstoff und Erdgas von 23 % vor, wie folgende Tabelle 14 zeigt (EUROPÄISCHE KOMMISSION 2001 [67]).

**Tabelle 14:** EU-Kraftstoffszenario (EUROPÄISCHE KOMMISSION 2001 [67])

Jahr	Biokraftstoffe [%]	Erdgas [%]	Wasserstoff [%]	Gesamt [%]
2005	2	-	-	2
2010	6	2	-	8
2015	(7) <sup>25</sup>	5	2	14
2020	(8)	10	5	(23)

Jedoch wurden die gesamteuropäischen Ziele im Jahr 2005 mit 2 % Beimischung von Biokraftstoffen nicht erreicht. Diese betrug nur 1,4 % (EUROPÄISCHE KOMMISSION 2005a [69]). Die EU plant weiters, die Anschaffung sauberer Fahrzeuge durch die öffentliche Hand und durch öffentliche Verkehrsdienste zu unterstützen. So sollen 25 % aller Fahrzeuge über 3,5 to in Zukunft „saubere“ Fahrzeuge sein müssen, z.B. Busse und Müllfahrzeuge. Diese Fahrzeuge werden als „enhanced environment-friendly vehicle“ (EEV) gemäß der Richtlinie 2005/55/EG<sup>26</sup> bezeichnet (EUROPÄISCHE KOMMISSION 2005b [70]).

Die Europäische Kommission hat längst erkannt, dass neben zunehmender Abhängigkeit von Energieeinfuhren sich eine weltweit angespannte Versorgungslage bei fossilen Brennstoffen und der Klimawandel sich abzeichnen. Ebenso wurde erkannt, dass aufgrund ineffizienter Nutzung rund 20 % der Energie verschwendet werden. Im Verkehr wird mit einem Einsparpotenzial an Primärenergie von 26 % (~ 105 Mio. to RÖE<sup>27</sup>) gerechnet. Effizientere Energienutzung ist bei weitem die wirksamste Art und Weise die Sicherheit der Energieversorgung zu erhöhen, Kohlenstoffemissionen zu verringern, die Wettbewerbsfähigkeit zu verbessern und die Entwicklung energieeffizienter Technologien und Produkte zu fördern. Der Verbesserung der Energieeffizienz im Verkehr wird hierbei besonderer Bedeutung geschenkt, wobei EU-Bürgern zukünftig energieeffiziente Verkehrsmittel und Energiesysteme zur Verfügung stehen sollen. Entscheidend dabei ist, dass bei geringerem Energieverbrauch die gleiche Lebensqualität gewährleistet bleiben und auf Nachhaltigkeit geachtet werden muss (EUROPÄISCHE KOMMISSION 2006c [75]).

<sup>25</sup> Die Zahlen in den Klammern beziehen sich laut der Vorstudie für einen nationalen Biomasseaktionsplan für Österreich des BMLFUW (2006c [38]) auf mögliche Beiträge von Biokraftstoffen der zweiten Generation (BtL) und Biomethan (CNG aus Biogas).

<sup>26</sup> Richtlinie 2005/55/EG vom 28. September 2005 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über Maßnahmen gegen die Emission gasförmiger Schadstoffe und luftverunreinigender Partikel aus Selbstzündungsmotoren zum Antrieb von Fahrzeugen und die Emission gasförmiger Schadstoffe aus mit Flüssiggas oder Erdgas betriebenen Fremdzündungsmotoren zum Antrieb von Fahrzeugen.

<sup>27</sup> RÖE = Rohöleinheit; 1 to RÖE = 41,868 GJ bzw. 11,63 MWh.

Gemäß Grünbuch „Energieeffizienz oder weniger ist mehr“ (EUROPÄISCHE KOMMISSION 2005c [71]) ist es möglich, dass rund 20 % des gegenwärtigen Energieverbrauchs in kosteneffizienter Weise eingespart werden könnten. Monetär würde dies für die EU etwa 60 Mrd. € pro Jahr bedeuten. Zusätzlich würde dies eine Schaffung hochwertiger Arbeitsplätze in Europa bedeuten. Energieeinsparung wäre die schnellste, wirksamste und kostengünstigste Art zur Verringerung der Treibhausgasemissionen. Zu 78 % ist Energie der Verursacher der Treibhausgasemissionen, und ein Drittel davon stammt aus dem Verkehr. Auch wird die Bekämpfung der globalen Erwärmung gefordert. Ebenso informiert das Grünbuch, dass 2030 die EU zu 90 % von Erdöl- und zu 80 % von Erdgasimporten abhängig sein wird.

Unter Energieeffizienzmaßnahmen im Verkehrssektor versteht die EU drei verschiedene Arten unterschieden: Verkehrsträgernutzung, Verkehrsverlagerung auf andere Verkehrsträger und autofreie Tage (AMTSBLATT DER EUROPÄISCHEN UNION 2006 [9]). Unter Verkehrsträgernutzung werden z.B. die Förderung verbrauchsarmer Fahrzeuge, energieeffizienter Einsatz von Fahrzeugen einschließlich Reifendruckregelsystemen, verbrauchs-senkende Fahrzeugausstattung und –zusatzausstattung, verbrauchssenkende Kraftstoff-zusätze, Leichtlauföle und Leichtlaufreifen verstanden. Verkehrsverlagerung auf andere Verkehrsträger sind z. B. Regelungen für autofreies Wohnen und Arbeiten, Fahrgemeinschaften (Car-Sharing) und Umstieg auf andere Verkehrsträger (von energieintensiven Verkehrsarten auf solche mit niedrigerem Energieverbrauch pro Personen- bzw. Tonnenkilometer) (AMTSBLATT DER EUROPÄISCHEN UNION 2003a [9]). Das Problem ist aber auch, dass der stetig steigende elektrische Energiebedarf der Nebenaggregate in den Kraftfahrzeugen eine immer wichtiger werdende Energieverbrauchskomponente im Verkehrssektor darstellt. Darunter sind unter anderem Komponenten der Fahrzeugsicherung (ABS, EPS, etc.), das verbesserte Motormanagement und die Komponenten zur Komfortsteigerung zu verstehen (KOCHENDORFER ET AL. 2003 [123]).

Das Grünbuch fordert aber auch, zukünftig die Besteuerung so zu verbessern, dass der „Umweltverschmutzer“ einen finanziellen Beitrag leistet, ohne dabei das gesamte Steuerniveau zu erhöhen. Auch sollen die Steuersätze für spezielle Produkte, die wenig Energie verbrauchen, gesenkt, und für solche, die viel Energie verbrauchen, erhöht werden. Im Zuge dessen sind ausdrücklich die Einführung einer so genannten CO<sub>2</sub>-Steuer und die Besteuerung des Verkehrs über die Verbrauchs- und Mehrwertsteuer genannt. Diese CO<sub>2</sub>-Steuer liegt auch schon als Richtlinienvorschlag vor (EUROPÄISCHE KOMMISSION 2005d [72]). Dies soll die Entwicklung von Fahrzeugen fördern, welche saubere Kraftstoffe verwenden und energieeffizienter sind.

Das wird auch dadurch gerechtfertigt, dass etwa die Hälfte des verbrauchten Kraftstoffs im Straßenverkehr in bebauten Gebieten benötigt wird, mit einer Weglänge von weniger als fünf Kilometern. Rund 40 % der CO<sub>2</sub>-Emissionen und ca. 70 % anderer verkehrsbedingter Schadstoffe entstammen dem Nahverkehr (EUROPÄISCHE KOMMISSION 2006e [77]). Es wird auch die Einführung einer Gebühr oder eines Verbotes für besonders umweltgefährdende und kraftstoffintensive Fahrzeuge im Stadtkern gefordert. Fahrzeuge mit einem hohen Kraftstoffverbrauch würden dann mehr zu bezahlen haben. Die EU rechnet bei einer konsequenten Umsetzung der bestehenden Regelwerke im Verkehrssektor bis 2020 mit einem Einsparpotenzial von etwa 45 Mio. to RÖE pro Jahr (~1884,06 GJ/a bzw. 523,35 MWh/a). Weitere Maßnahmen bis 2020 und darüber würden Einsparungen von bis zu 90 Mio. to. RÖE pro Jahr (~3768,12 GJ/a bzw. 1046,7 MWh/a) bewirken. Geplant ist somit, das Verbrauchsniveau des Jahres 1990, von 1.520 Mio. to RÖE, zu erreichen.

Alleine eine Investition von einer Mio. US Dollar in Energieeffizienz<sup>28</sup> würde 12 bis 16 Arbeitsjahre an direkter Beschäftigung erzeugen. Das sind 3 bis 4 Mal mehr Arbeitsplätze

---

<sup>28</sup> Die Gesamtkosten um eine kWh Strom zu produzieren sind doppelt so hoch, wie eine kWh einzusparen (EUROPÄISCHE KOMMISSION 2005c [71]).

als bei einer Investition in Kohle- oder Atomkraftwerke<sup>29</sup>. Der Bau von eben genannten Kraftwerken ist zwar für die Arbeitsplatzsituation eines bestimmten Ortes bedeutend, Energieeffizienzmaßnahmen hingegen haben regionale Bedeutung (EUROPÄISCHE KOMMISSION 2005c [71]). Die Verkehrssysteme einer nachhaltigen Verkehrspolitik in der EU müssen den wirtschaftlichen, sozialen und ökologischen Anforderungen der Gesellschaft entsprechen, da auf den Verkehrssektor ca. 7 % des europäischen BIP und etwa 5 % der Arbeitsplätze in der gesamten EU entfallen. Etwa 10 Mio. Arbeitnehmer sind in der EU in verkehrsbezogenen Branchen (Dienstleistungen, Ausrüstung und Infrastruktur) beschäftigt.

Auch Ansätze zur Förderung der Nutzung von öffentlichen Verkehrsmitteln, Fahrgemeinschaften, nicht motorisierten Fortbewegungsmöglichkeiten sowie die Verstärkung von Telearbeit in europäischen Städten sind Möglichkeiten den Energieverbrauch effizienter zu gestalten. Auch Maßnahmen für den Luftverkehr, wie etwa die Einbeziehung in den Emissionshandel, werden überlegt. Ebenso plädiert die EU-Kommission dafür, dass die Energieeffizienz im Schienenverkehr gesteigert werden soll. In Bezug auf die Besteuerung von Kraftfahrzeugen wird auf europäischer Ebene eine Verknüpfung von Kfz-Steuer und CO<sub>2</sub>-Ausstoß gefordert. Die EU-Kommission beabsichtigt damit, den Tanktourismus einzudämmen. Eine Liste der Maßnahmenvorschläge der EU-Kommission befindet sich in Anhang I (EUROPÄISCHE KOMMISSION 2006c [75]).

Auch Forschung, Entwicklung und Innovation hinsichtlich des Verkehrssektors gewinnen an Bedeutung. Hierzu zählen intelligente Verkehrssysteme, Aspekte der Kommunikation, Navigation und Automation. Antriebstechnologien für bessere Kraftstoffeffizienz und die Verwendung alternativer Kraftstoffe werden gefördert, da etwa 30 % des gesamten Energieverbrauchs auf den Verkehr entfallen. Der Anteil des Verkehrs am gesamten Erdölverbrauch der EU beträgt etwa 71 %. Der Straßenverkehr verbraucht ungefähr 60 % des gesamten Erdöls und der Luftverkehr rund 9 %. Der Eisenbahnverkehr verbraucht 75 % des gesamten Stroms und 25 % der fossilen Brennstoffe in der EU. Am gesamten Energieverbrauch der EU beträgt der Anteil des Straßenverkehrs 25,2 %. Der Schienenverkehr verbraucht 0,8 %, der Verkehr auf Wasserwegen 0,5 % und der Luftverkehr 4 %. Die EUROPÄISCHE KOMMISSION (2006e [77]) sieht auch die Entwicklung der einzelnen Verkehrsträger, die Überlastung der Straßen, der Städte, des Luftraumes und die Umweltbelastungen als die größten Herausforderungen der Zukunft. Das auch deshalb, weil die Umweltkosten des Verkehrs 1,1 % des BIP betragen. Die Sicherheit im Straßenverkehr ist ebenso ein wichtiges Thema, da dieser der gefährlichste Verkehrsträger ist (EUROPÄISCHE KOMMISSION 2006e [77]).

Die EU-Kommission warnt in diesem Zusammenhang auch vor anderen finanziellen Schäden, welche durch den Verkehr verursacht werden. In der Mitteilung „Intelligentes Fahrzeug“ wird der verstärkte Einsatz der Informations- und Telekommunikationstechnik (IKT) gefordert. Damit sollen künftig Staus bzw. Verkehrsunfälle reduziert werden können. So belaufen sich die Kosten für Staus innerhalb der EU aktuell auf rund 50 Mrd. € pro Jahr (0,5 % des BIP) und bis 2010 wird vermutet, dass sich dieser Wert verdoppelt. 10 % des Verkehrsnetzes bzw. rund 7.500 km werden täglich in der EU durch Staus blockiert. Nicht nur die Kosten sondern auch der Energieverbrauch sind enorm. So werden bis zu 50 % des Kraftstoffverbrauchs auf Verkehrsstaus und unangepasstes Fahrverhalten zurückgeführt (EUROPÄISCHE KOMMISSION 2006d [76]). Nach LENZ (2006 [134]) verursacht ein Stau für dieselbe Strecke das Doppelte bis mehr als das Zehnfache an Emissionen als fließender Verkehr, je nach Emissions- oder Streckenart.

Auch kann ein „aggressiver“ Fahrstil um bis zu 60 % mehr an NO<sub>x</sub>- und HC-Emissionen verursachen. Das zukünftige Reduktionspotenzial scheint groß, denn je größer der Hubraum, desto höher die Abgasmenge. Aber auch je höher das Fahrzeuggewicht desto

---

<sup>29</sup> Atomkraftwerke können auf dem freien Markt nicht versichert werden, da man keine akzeptable Versicherungsprämie verrechnen kann (CAMPBELL ET AL. 2003 [44]).

höher der Kraftstoffverbrauch. Das „Downsizing“ beim Ottomotor stellt die Leistung bei geringerem Hubraum zur Verfügung. Um den Energieverbrauch künftig zu reduzieren, sind auch die Anpassung des Frachtdienstes und des Infrastrukturmanagements geplant. Es wird erwartet, dass so genannte „kooperative Systeme“, dies sind Systeme, die eine Kommunikation von Fahrzeug zu Fahrzeug und zwischen Fahrzeug und Infrastruktur vornehmen, längerfristig zu beträchtlichen Verbesserungen bei der Effizienz des Verkehrsmanagements führen können. Um in Zukunft den Verkehr besser in den Griff zu bekommen, werden auch intelligente Entgeltsysteme gefordert. Ein Beispiel für ein derartiges Entgeltsystem für die Infrastrukturnutzung ist z.B. die Citymaut in London, um den Verkehrsfluß zu optimieren.

Die EU forciert eine nachhaltige Mobilität, was bedeutet, dass alle Verkehrsträger umweltfreundlicher, sicherer und energieeffizienter werden müssen. Es wird eine „Co-Modality“, d.h. effiziente Nutzung der einzelnen Verkehrsträger oder ihrer Kombinationen, und eine optimale und nachhaltige Nutzung der Ressourcen angestrebt. Damit soll ein hohes Maß an Mobilität und zugleich Umweltschutz erreicht werden (EUROPÄISCHE KOMMISSION 2006e [77]).

Die Mineralölwirtschaft sieht sich in der Zwischenzeit aber auch von den Auswirkungen der Klimaerwärmung bedroht. Eine Begrenzung der Treibhausgaskonzentration in der Atmosphäre von heute ca. 373 ppm auf etwa 500 - 550 ppm wird vorgeschlagen. Auch die Lösung des Problems des Anstiegs der Anzahl der Kfz und des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes wird angeboten in Form der Halbierung des Kraftstoffverbrauchs bis 2050. Auch die Mineralölwirtschaft unterstützt das Kyoto-Protokoll und den Emissionshandel. Ebenso spricht sie sich für die Förderung von erneuerbarer Energie im Sinne einer Anschubfinanzierung aus und bezeichnet Solarenergie als Schlüsseltechnologie der Zukunft. Auch der wirtschaftsverträgliche Ausbau der erneuerbaren Energien wird hervorgehoben, wobei den regenerativen Energien mit dem größten technologischen und wirtschaftlichen Potenzial Vorrang gegeben werden soll (FELDMANN 2005 [85]).

1995 stellte die EUROPÄISCHE KOMMISSION (1995 [66]) die „Strategie zur Minderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen von PKW“ mit dem Ziel vor, den durchschnittlichen CO<sub>2</sub>-Ausstoß aller neu zugelassenen Personenkraftwagen bis zum Jahr 2005 - spätestens bis 2010 - auf 120 g CO<sub>2</sub>/km<sup>30</sup> zu senken. Dies entspricht dem Verbrauch von 5 Liter auf 100 km für Ottomotoren und 4,5 Liter auf 100 km für Dieselmotoren. Diese Strategie erfordert die Selbstverpflichtung der Automobilindustrie, den Kraftstoffverbrauch und die spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen von Kraftfahrzeugen anzugeben und die Förderung eines geringeren Kraftstoffverbrauchs durch fiskalische Maßnahmen. Diese freiwillige Selbstverpflichtung wurde von europäischen (ACEA<sup>31</sup>), japanischen (JAMA<sup>32</sup>) und koreanischen (KAMA<sup>33</sup>) Automobilherstellern eingegangen. Die geplante Reduzierung der durchschnittlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen von Neuwagenflotten auf 140 g CO<sub>2</sub>/km<sup>34</sup> bis 2008 ist ein Schritt in diese Richtung, wurde aber noch nicht erreicht. Den Verlauf der CO<sub>2</sub>-Reduktion bei Neuwagen der soeben genannten Automobilhersteller zeigt Abbildung 33. Die durchschnittlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen aller Kfz beliefen sich 2003 bei ACEA auf 163 g CO<sub>2</sub>/km, bei JAMA auf

---

<sup>30</sup> PKW mit einem kombinierten CO<sub>2</sub>-Ausstoß von 120 g/km, nach Richtlinie 93/116/EG, werden auch als „5-Liter-Auto“ bezeichnet (BUNDESMINISTERIUM DER FINANZEN DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND 2001 [32]).

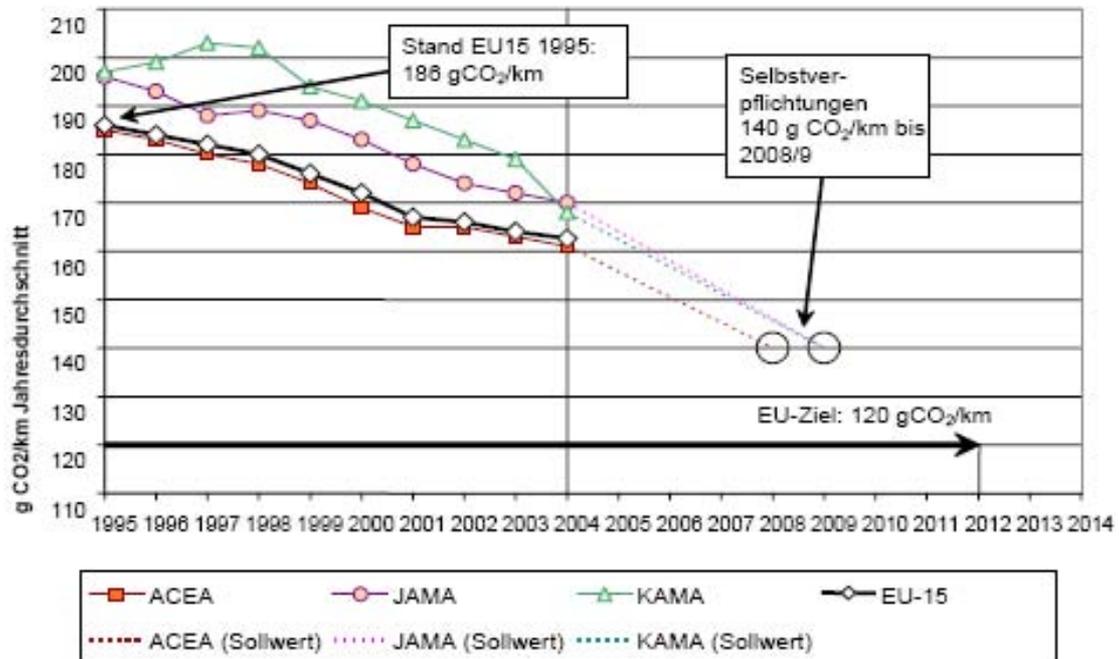
<sup>31</sup> ACEA gehören Alfa Romeo, Alpina, Aston Martin, Audi, BMW, Bentley, Cadillac, Chevrolet, Chrysler, Citroen, Daimler, Ferrari, Fiat, Ford, General Motors, Jaguar, Jeep, Lamborghini, Lancia-Autobianchi, Land-Rover, Maserati, Mcc (Smart), Mercedes-Benz, Mini, Opel, Peugeot, Porsche, Renault, Rolls-Royce, Saab, Seat, Skoda, Vauxhall, Volkswagen und Volvo an.

<sup>32</sup> JAMA gehören Daihatsu, Honda, Isuzu, Lexus, Mazda, Mitsubishi, Nissan, Subaru, Suzuki und Toyota an.

<sup>33</sup> KAMA gehören Daewoo, Hyundai, Kia und Ssangyong an.

<sup>34</sup> 140 g CO<sub>2</sub>/km bedeuten einen Verbrauch von 5,8 l/100 km Benzin bzw. 5,3 l/100 km Diesel (EUROPÄISCHE KOMMISSION 2001 [67]).

172 g CO<sub>2</sub>/km und bei auf KAMA 173 g CO<sub>2</sub>/km. Im Zeitraum von 1995 bis 2003 betragen die Emissionsreduktionen von ACEA 11,9 %, von JAMA 12,2 % und von KAMA 9,1 %. Um das Ziel von 140 g CO<sub>2</sub>/km zu erreichen, ist also eine weitere jährliche Reduktion von ca. 3 % notwendig (UMWELTBUNDESAMT 2004a [206]).



**Abbildung 33:** Entwicklung der spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen von Neuzulassungen von ACEA, JAMA und KAMA (EUROPÄISCHE KOMMISSION 2007a [78])

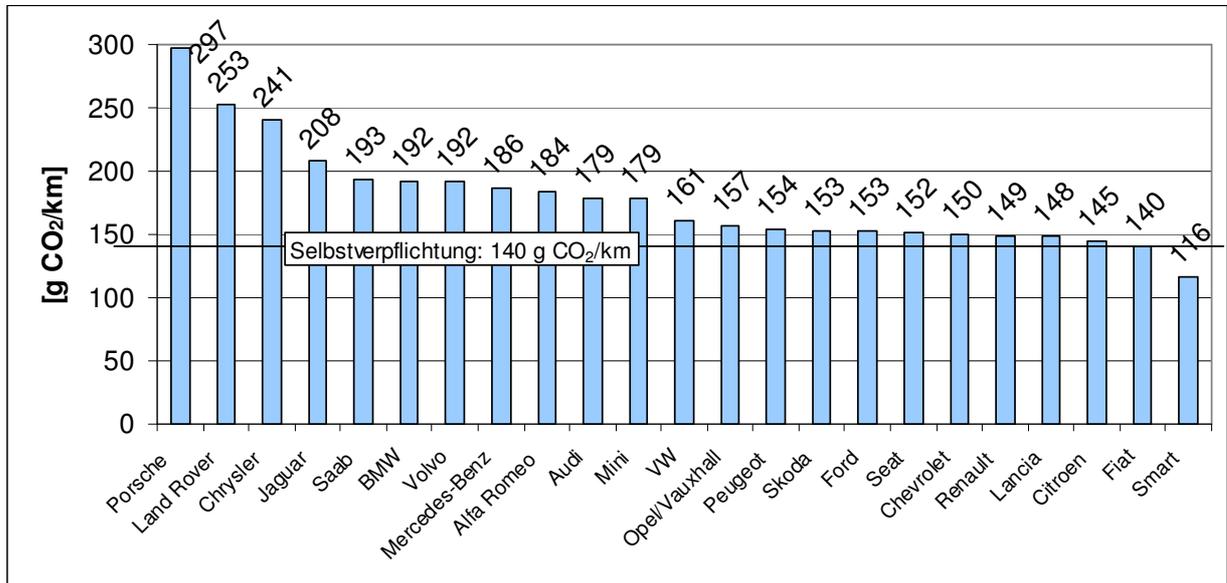
Falls die freiwilligen Zusagen der Automobilindustrie, bis 2008/2009 140 g CO<sub>2</sub>/km zu erreichen, nicht eingehalten werden, beabsichtigt die EU-Kommission, neue Rechtsakten diesbezüglich vorzuschlagen. Ziel ist es, die Einhaltung der Gemeinschaftsvorgaben von 120 g CO<sub>2</sub>/km bis 2012 einzufordern. Das Ziel von 120 g CO<sub>2</sub>/km wird voraussichtlich nicht erreicht. Daher hat die EU-Kommission in der Zwischenzeit vorgeschlagen, 130 g CO<sub>2</sub>/km (bei motortechnischen Maßnahmen) bzw. 120 g CO<sub>2</sub>/km (bei ergänzenden technischen Maßnahmen) für das Jahr 2012 rechtlich verbindlich zu machen (UMWELTBUNDESAMT 2007b [216]).

Die spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen bei Dieselfahrzeugen sind von 2004 auf 2005 angestiegen (Tabelle 15). Der durchschnittliche CO<sub>2</sub>-Ausstoß bei Dieselfahrzeugen lag 2005 bei 161 g CO<sub>2</sub>/km, der von Benzin betriebenen Kfz bei 165 g CO<sub>2</sub>/km. Insgesamt erreichten nur etwa 25 % aller Fahrzeuge das Ziel von 140 g CO<sub>2</sub>/km (UMWELTBUNDESAMTES 2005 [209]). Wird dieser Trend fortgesetzt, so wird wie erwähnt das Ziel von 140 g CO<sub>2</sub>/km bis zum Jahr 2010 vermutlich nicht erreicht. Daher wird über eine verbindliche CO<sub>2</sub>-Obergrenze für Neufahrzeuge in der Größenordnung von 80 - 100 g CO<sub>2</sub>/km nachgedacht (EUROPÄISCHE KOMMISSION 2007a [78]).

**Tabelle 15:** Entwicklung der spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen 2000 - 2005 (UMWELTBUNDESAMT 2005 [209])

[g CO <sub>2</sub> /km]	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Diesel	162	161	161	161	159	161
Benzin	176	175	173	170	168	165

Einen Überblick über die aktuell in Europa verkauften Neuwagen und deren durchschnittlichen spezifischen CO<sub>2</sub>-Ausstoß gibt Abbildung 34. Insgesamt ist aber eine spezifische Verbrauchsreduzierung bei gleichzeitig steigenden Leistungsdaten und zunehmendem Fahrzeuggewicht festzustellen (SCHÖPF 2007 [177]).



**Abbildung 34:** Durchschnittlicher spezifischer CO<sub>2</sub>-Ausstoß der 2006 in Europa verkauften Neuwagen (eigene Darstellung, Daten: SCHÖPF 2007 [177])

Seit 1. Jänner 2005 müssen alle in der EU neu zugelassenen Fahrzeuge den Emissionsstandard EURO 4 erfüllen. Ab dem Jahr 2009 ist EURO 5 und ab 2014 EURO 6 gültig. Gesetzlich geregelt werden die Abgasnormen EURO 5 und EURO 6 mit der Richtlinie 715/2007/EG<sup>35</sup>. Tabelle 16 gibt einen Überblick über die Entwicklung der Emissionsbegrenzungen von Kohlenmonoxid (CO), Stickstoffoxid (NO<sub>x</sub>), Kohlenwasserstoff (HC) sowie von Partikeln für PKW. Diese werden den strengsten Vorschriften in Kalifornien (USA) gegenübergestellt. Im Gegensatz zu Europa muss in Kalifornien ein ansteigender Anteil der Neuzulassungen die Emissionsgrenzwerte erfüllen (HAUSBERGER 2003 [108]). (Auf die unterschiedlichen Messungen und die Umstellung der Testzyklen wird hier nicht näher eingegangen).

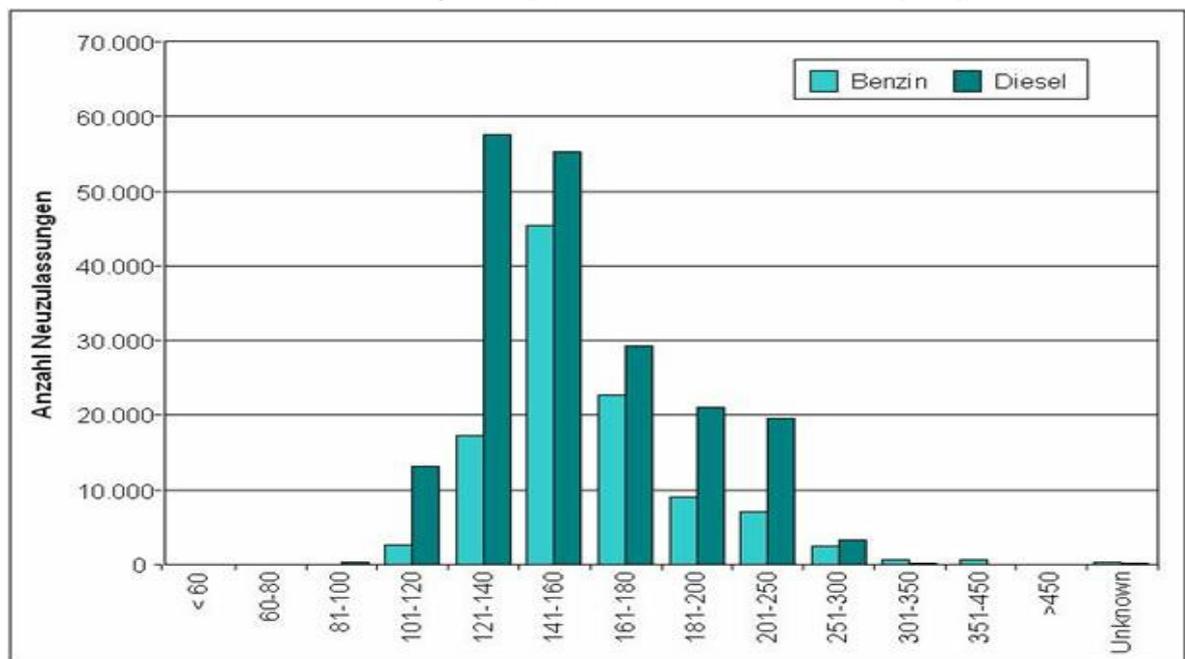
<sup>35</sup> Verordnung (EG) Nr. 715/2007 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Juni 2007 über die Typgenehmigung von Kraftfahrzeugen hinsichtlich der Emissionen von leichten Personenkraftwagen und Nutzfahrzeugen (Euro 5 und Euro 6) und über den Zugang zu Reparatur- und Wartungsinformationen für Fahrzeuge.

**Tabelle 16:** Emissionsgrenzwerte für PKW [g/km] (erweitert nach HAUSBERGER 2003 [108])

	gültig ab	CO-Otto	CO-Diesel	HC+NO <sub>x</sub> -Otto	HC+NO <sub>x</sub> -Diesel	NO <sub>x</sub> -Otto	NO <sub>x</sub> -Diesel	Partikel-Otto	Partikel-Diesel	HC-Otto
ECE 15/00	1972	33,1	33,1			3,0	3,0			2,30
ECE 15/01	1975	26,4	26,4	6,25		3,0	3,0			2,00
ECE 15/02	1977	26,4	26,4	5,00		3,0	3,0			2,00
ECE 15/03	1979	21,5	21,5	4,30		2,5	2,5			1,80
ECE 15/04	1982	16,5	16,5	3,56	5,10					
EURO 1	1992	3,2	3,2	1,13	1,13				0,180	
EURO 2	1996	2,2	1,0	0,50	0,70				0,080	
EURO 3 2000	2000	2,3	0,6	0,35	0,56	0,15	0,5		0,050	0,20
EURO 4 2005	2005	1,0	0,5		0,30	0,08	0,25		0,025	0,10
EURO 5	2009	1,0	0,5		0,23	0,06	0,18	0,005	0,005	0,10
EURO 6	2014	1,0	0,5		0,17	0,06	0,08	0,005	0,005	0,10
SULEV (Kalifornien)		1,0	1,0			0,02		0,01	0,010	0,01

Die technischen Weiterentwicklungen, z.B. Diesel-Direkteinspritzung, durch die der spezifische Kraftstoffverbrauch deutlich reduziert werden konnte, werden durch den Trend zu leistungsstärkeren und schwereren Fahrzeugen beinahe vollständig kompensiert. Neuzulassungen von Diesel-PKW haben mehrheitlich zwischen 71 kW und 81 kW Leistung. Neuzulassungen von Benzin-PKW hingegen mehrheitlich nur 51 kW – 60 kW Leistung. So hat die Fahrzeuleistung bei den Diesel-Neuzulassungen zwischen 2000 und 2005 um ca. 10 % zugenommen.

Von allen im Jahr 2005 in Österreich neu zugelassenen Fahrzeugen, dargestellt in Abbildung 35, emittierten nur etwa 30 % weniger als die geforderten 140 g CO<sub>2</sub>/km. Der durchschnittliche Wert der CO<sub>2</sub>-Emissionen betrug - wie erwähnt - etwa 165 g CO<sub>2</sub>/km für Benzin- und 161 g CO<sub>2</sub>/km für Dieselfahrzeuge. Diesel-PKW emittieren demzufolge durchschnittlich etwa 2,5 % weniger CO<sub>2</sub> (UMWELTBUNDESAMT 2005 [209]).



**Abbildung 35:** Spezifische CO<sub>2</sub>-Emissionen von Neuzulassungen 2005 (UMWELTBUNDESAMT 2005 [209])

Zukünftigen Käufern von Fahrzeugen müssen aufgrund der Richtlinie 1999/94/EG<sup>36</sup> Informationen über den Kraftstoffverbrauch und der CO<sub>2</sub>-Emissionen zur Verfügung gestellt werden (Abbildung 36). Diese Käuferinformation wurde 2001 mit dem Personenkraftwagen-Verbraucherinformationsgesetz (PKW-VIG; BGBl. I, Nr. 6/2001) in nationales Recht umgesetzt (UMWELTBUNDESAMT 2005 [209]).

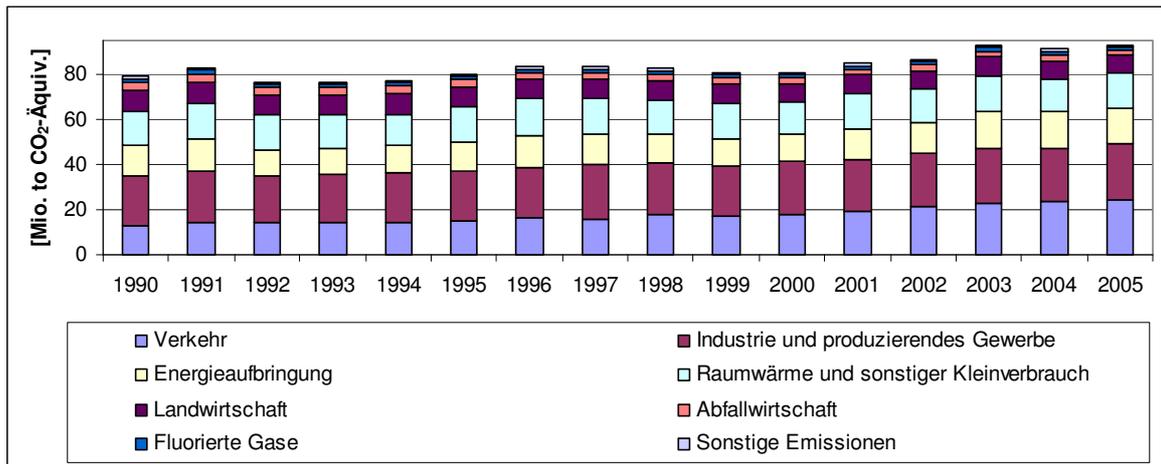


**Abbildung 36:** CO<sub>2</sub>-Verbraucherinformationen für den Autokauf (Labelling) (UMWELTBUNDESAMT 2005 [209])

### 2.4.2.3 Treibhausgasemissionen Gesamt

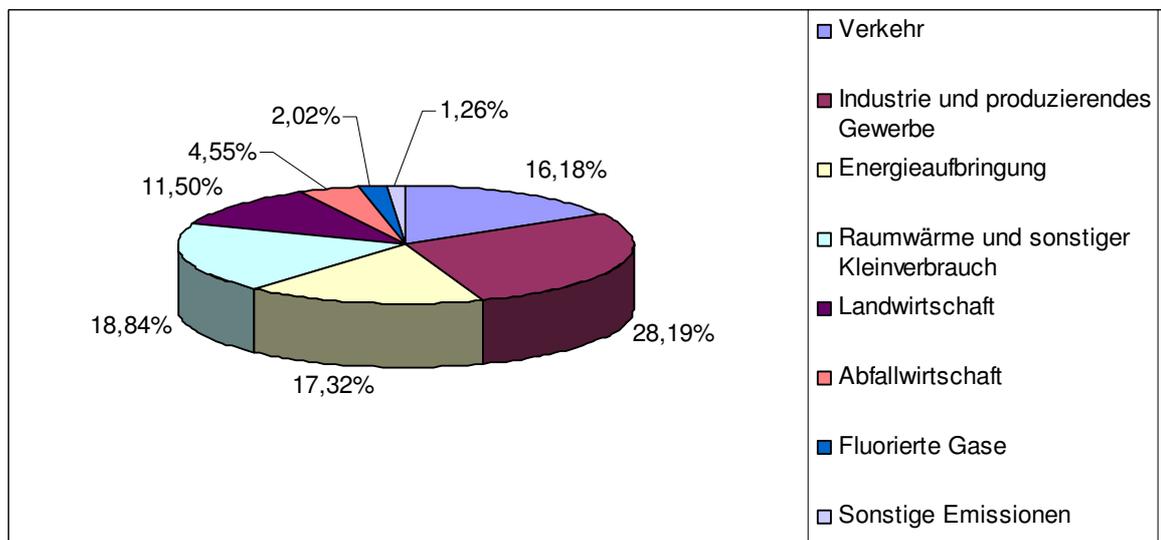
Gemäß Kyoto-Fortschrittsbericht Österreich 1990 - 2005 (UMWELTBUNDESAMT 2007a [215]) sieht die Emissionsverteilung in Österreich wie folgt aus: 26,75 % entfallen auf den Verkehr, 27,08 % auf Industrie und Gewerbe, 17,43 % bzw. 17,11 % auf Energieaufbringung bzw. Raumwärme und sonstige Kleinverbraucher (inklusive Maschineneinsatz in der Land- und Forstwirtschaft). Der Rest sind mit 8,55 % die Landwirtschaft, mit 2,52 % die Abfallwirtschaft (primär Deponien), 1,43 % fluorierte Gase und 1,32 % sonstige Emissionen bei einer Gesamtemission von 93,3 Mio. to CO<sub>2</sub>-Äquivalent (CO<sub>2</sub>-Äqu.) (Abbildung 37). Die Emissionen stiegen 2005 gegenüber dem Jahr 2004 von 91,2 Mio. to CO<sub>2</sub>-Äqu. wieder leicht an. Der Tanktourismus war im Jahr 2005 für geschätzte rund 38 % der CO<sub>2</sub>-Emissionen von Diesel-PKW und für 28 % der CO<sub>2</sub>-Emissionen von Benzin-PKW verantwortlich (UMWELTBUNDESAMT 20067 [215]).

<sup>36</sup> Richtlinie 1999/94/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Dezember 1999 über die Bereitstellung von Verbraucherinformationen über den Kraftstoffverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen beim Marketing für neue Personenkraftwagen.

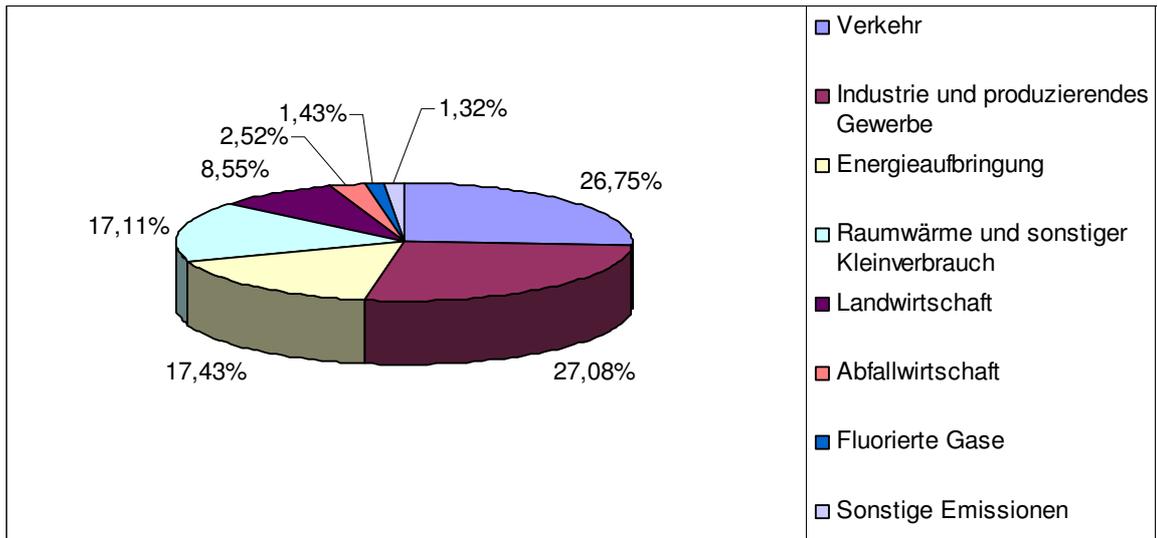


**Abbildung 37:** Emissionsentwicklung 1990 - 2005 (eigene Darstellung, Daten: UMWELTBUNDESAMT 2007a [215])

Im Zeitraum 1990 bis 2005 stiegen die Gesamtemissionen von 79,1 Mio. to. CO<sub>2</sub>-Äqu. auf 93,3 Mio. to CO<sub>2</sub>-Äqu. an. Weiters kam es zu einer Verschiebung der Emittentengruppen. Lagen die Emissionen des Verkehrs (anteilig an den Gesamtemissionen) 1990 bei 16,18 %, betragen diese 2005 26,75 %. Das bedeutet einen Anstieg von 12,8 Mio. to CO<sub>2</sub>-Äqu. auf 24,4 Mio. to CO<sub>2</sub>-Äqu., das entspricht fast einer Verdopplung (Abbildung 38 und Abbildung 39). In den weiteren Emittentengruppen waren sowohl Anstiege von ca. 2,4 Mio. to CO<sub>2</sub>-Äqu. (Industrie) als auch Reduktionen von etwa 1,3 Mio. to CO<sub>2</sub>-Äqu. (Landwirtschaft) zu beobachten.



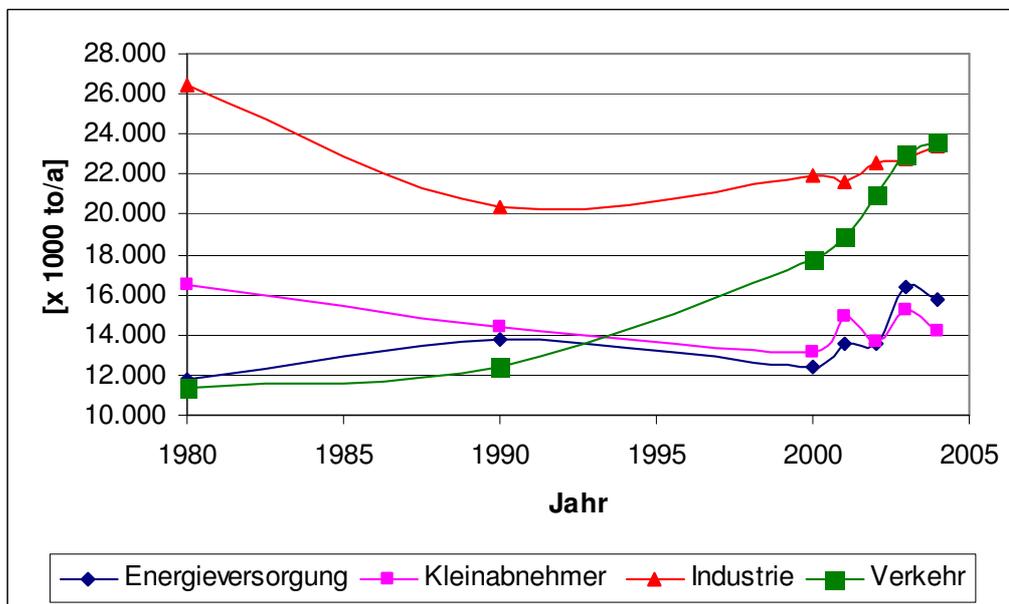
**Abbildung 38:** Sektorale Emissionen 1990 (Kyoto-Basisjahr) (in Gewichtsprozent) (eigene Darstellung, Daten: UMWELTBUNDESAMT 2007a [215])



**Abbildung 39:** Sektorale Emissionen 2005 (in Gewichtsprozent) (eigene Darstellung, Daten: UMWELTBUNDESAMT 2007 [215])

#### 2.4.2.4 Treibhausgasemissionen Verkehr

Seit 1980 ist der Anteil der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Verkehrssektor permanent gestiegen. Abbildung 40 zeigt diesen verkehrsbedingten Anstieg von 11,41 Mio. to (2004) auf 23,56 Mio. to (2005). Im Gegensatz dazu wurden die CO<sub>2</sub>-Emissionen der Industrie von 26,43 Mio. to (1980) auf 23,39 Mio. to (2004) reduziert. Somit haben die CO<sub>2</sub>-Emissionen der Industrie jene des Verkehrs (23,56 Mio. to) unterschritten, dargestellt in Abbildung 40 (STATISTIK AUSTRIA 2006d [192]).

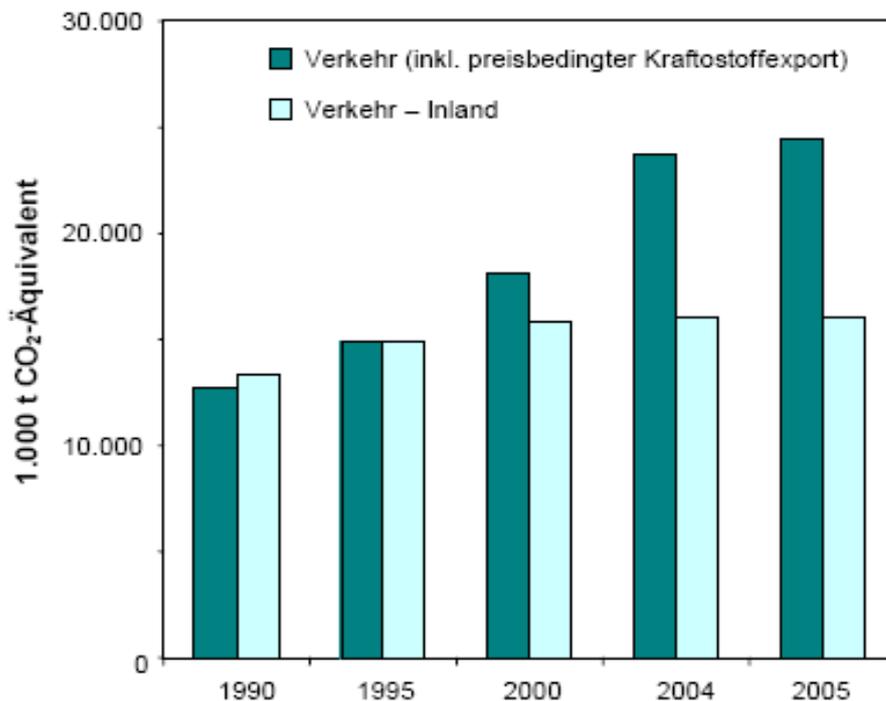


**Abbildung 40:** Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen in Österreich (eigene Darstellung, Daten: STATISTIK AUSTRIA 2006d [192])

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen des Straßenverkehrs betragen 2005 94 % der Emissionen des gesamten Verkehrssektors. Der Straßenverkehr ist damit nach der Industrie und dem produzierenden Gewerbe der zweitgrößte Einzelverursacher von CO<sub>2</sub>-Emissionen mit

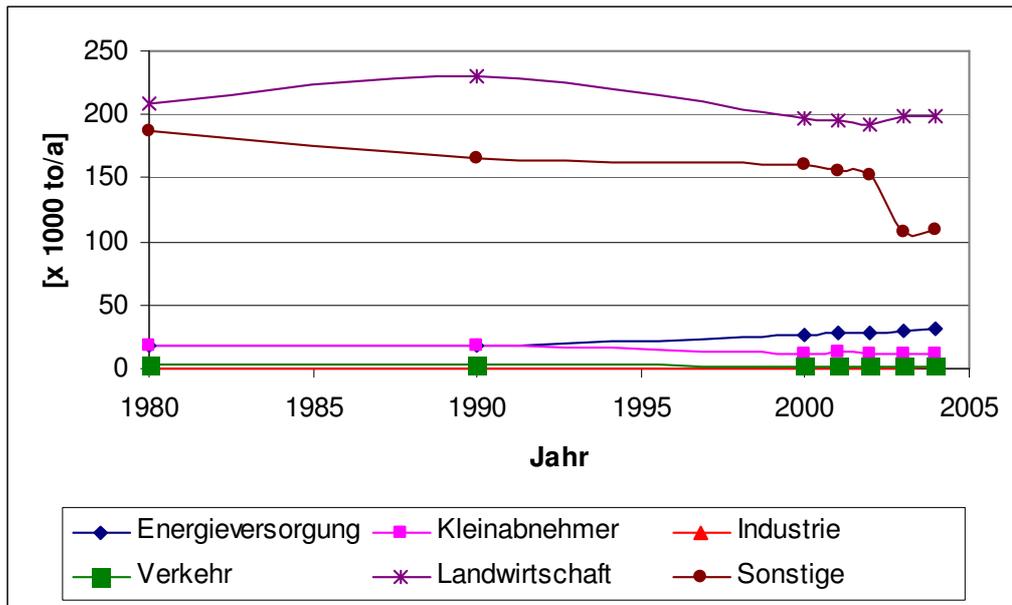
23,037 Mio. to CO<sub>2</sub>-Äqu.. Hiervon wurden 44,10 % (10,159 Mio. to CO<sub>2</sub>-Äqu.) vom LKW-Verkehr und 55,50 % (12.786 Mio. to CO<sub>2</sub>-Äqu.) vom PKW-Verkehr ausgestoßen. Auf sonstige Kfz entfielen nur 0,40 % (0,092 Mio. to CO<sub>2</sub>-Äqu.). Die CO<sub>2</sub>-Emissionen aus dem PKW-Verkehr sind von 1990 bis 2005 um 46,2 % gestiegen. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen aus dem LKW-Verkehr stiegen seit 1990 von 3,132 Mio. to CO<sub>2</sub>-Äqu. auf 10,159 Mio. to CO<sub>2</sub>-Äqu. im Jahr 2005. Dies bedeutet einen Anstieg von 324 %.

Anfang der Neunziger Jahre stiegen in Österreich die verkehrsbedingten Emissionen stark an. Der so genannte (prognostizierte) Tanktourismus war der Grund. Tanktourismus wiederum bedeutet, dass die Betankung der Fahrzeuge mit Kraftstoff im Inland erfolgt, jedoch der Kraftstoffverbrauch, und somit auch die Emission, im Ausland stattfinden. Die internationale Emissionsinventur verlangt, dass die Emissionen jenem Staat anzurechnen sind, in dem der Kraftstoff verkauft wurde. Daher werden diese Österreich zugeordnet. Für Diesel wurde im Jahr 2004 ein Tanktourismusanteil von 32 % und für Benzin von 23 % prognostiziert. Etwa 33,5 % der bilanzierten CO<sub>2</sub>-Emissionen aus dem Verkehr entfielen im Jahr 2005 auf den Tanktourismus (Abbildung 41). Im Jahr 2005 betrug die Diesel-PKW-Emissionen etwa 5,3 Mio. to CO<sub>2</sub> und die von Benzin-PKW ca. 4,4 Mio. to CO<sub>2</sub> (UMWELTBUNDESAMT 2007a [215]). Durch eine Vermeidung des Tanktourismus könnte diese Menge an CO<sub>2</sub>-Emissionen in der österreichischen Treibhausgasbilanz eingespart werden. Die Emissionen an sich würden dabei nicht vermieden, sondern anderen Staaten zugeordnet werden (BENKE, MOLITOR 2005 [14]). Der Tanktourismus ist durch die in Österreich vergleichsweise günstigen Kraftstoffpreise bedingt (UMWELTBUNDESAMT 2006b [212]). Dieser bringt dem österreichischen Finanzminister zusätzliche Einnahmen an der Mineralölsteuer und anteilig anrechenbaren Mehrwertsteuern von ca. 900 Mio. € (BENKE, MOLITOR 2005 [14]).



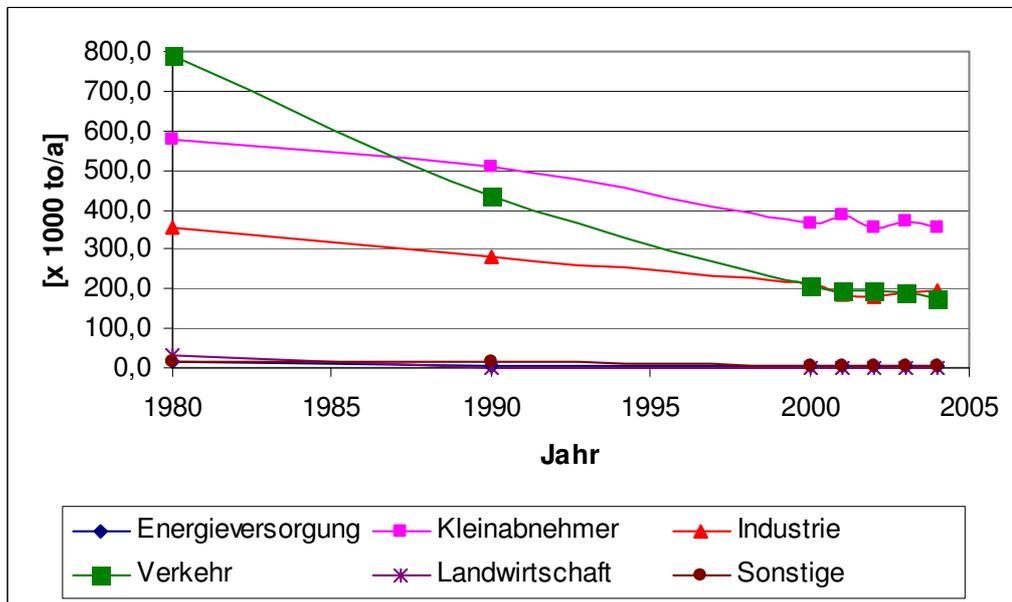
**Abbildung 41:** CO<sub>2</sub>-Emissionen im Verkehr und (progn.) Tanktourismus (UMWELTBUNDESAMT 2007a [215])

Die Situation bei CH<sub>4</sub> ist eine andere. Dies ist vor allem deshalb so entscheidend, da der Treibhausfaktor nicht wie bei CO<sub>2</sub> 1, sondern 21 beträgt. Die CH<sub>4</sub>-Emissionen im Verkehrssektor sinken gegenüber den CO<sub>2</sub>-Emissionen kontinuierlich. Von 2.900 to (1980) bis auf 1.000 to (2004), dargestellt in Abbildung 42 (STATISTIK AUSTRIA 2006d [192]).



**Abbildung 42:** Entwicklung der CH<sub>4</sub>-Emissionen in Österreich (eigene Darstellung, Daten: STATISTIK AUSTRIA 2006d [192])

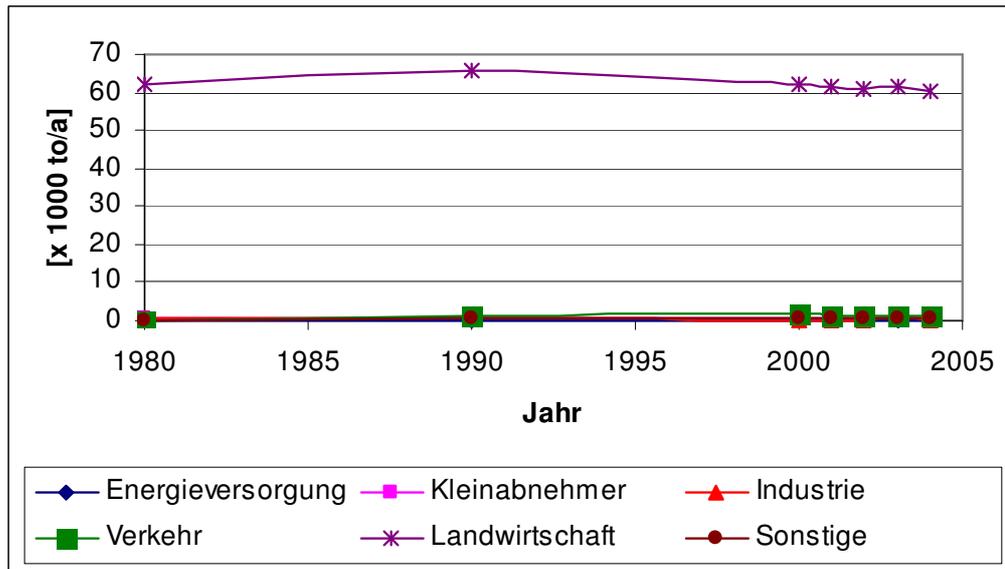
Die Situation der CO-Emissionen im Verkehr, siehe Abbildung 43, ist ähnlich der CH<sub>4</sub>-Emissionen. Seit 1980 mit 0,79 Mio. to CO-Ausstoß sanken diese bis 2004 auf 0,175 Mio. to. Das bedeutet wiederum eine Abnahme der Emissionen um den Faktor 4,5 in ca. 24 Jahren (STATISTIK AUSTRIA 2006d [192]).



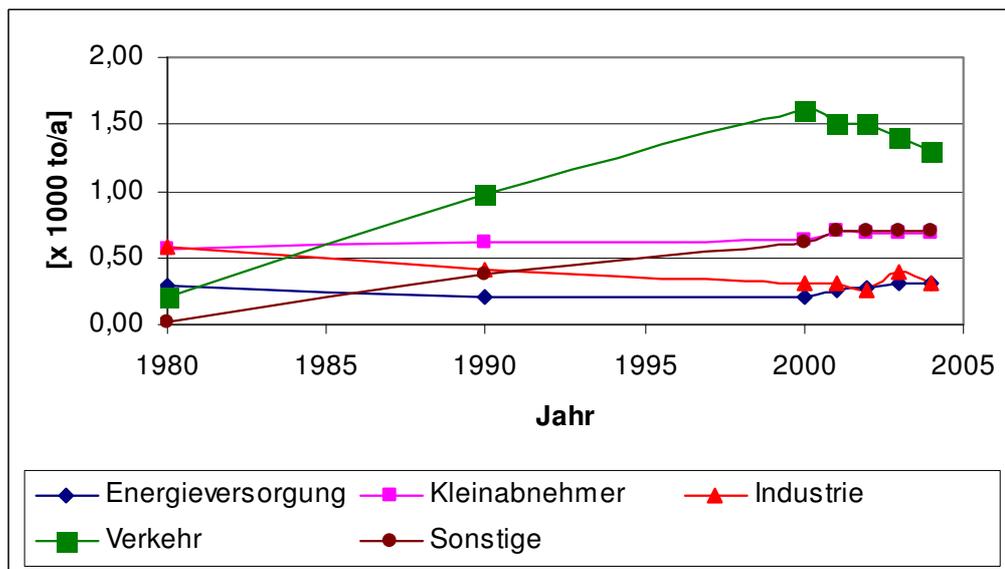
**Abbildung 43:** Entwicklung der CO-Emissionen in Österreich (eigene Darstellung, Daten: STATISTIK AUSTRIA 2006d [192])

Dieser Positivtrend der CO-Emissionen ist bei den NH<sub>3</sub>-Emissionen nicht zu beobachten. Wie Abbildung 44 und Abbildung 45 illustrieren, kam es im Verkehrssektor seit 1980 bis 2003 zu einer massiven Zunahme der NH<sub>3</sub>-Emissionen. 1980 wurden 200 to NH<sub>3</sub> im österreichischen Verkehr emittiert, 1995 waren es 1.900 to pro Jahr. Dies bedeutet fast eine Verzehnfachung. Bis zum Jahr 2004 kam es wieder zu einem leichten Rückgang der NH<sub>3</sub>-Emissionen auf 1.300 to (STATISTIK AUSTRIA 2006d [192]). Dieser Anstieg der NH<sub>3</sub>-

Emissionen wurde in den 90er Jahren durch die Einführung des Katalysators bei benzinbetriebenen Fahrzeugen hervorgerufen (UMWELTBUNDESAMT 2006b [212]).

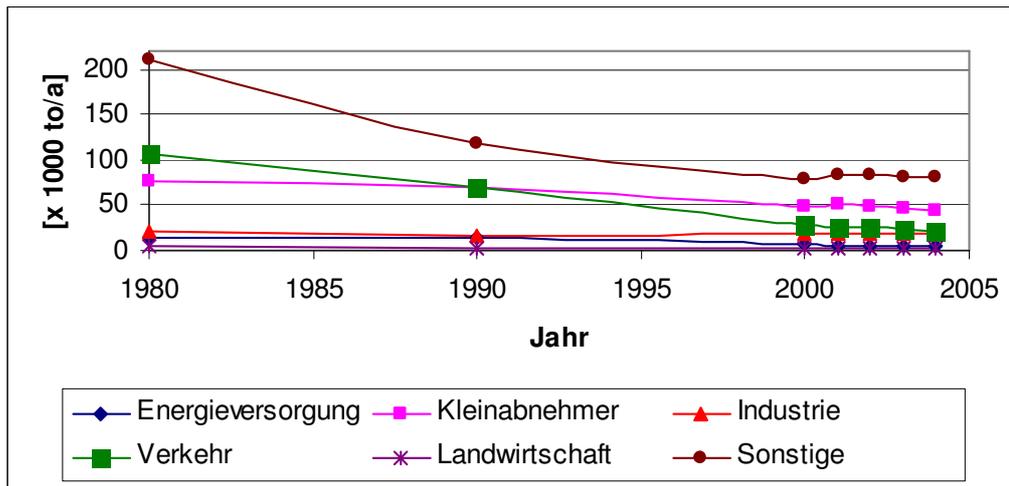


**Abbildung 44:** Entwicklung der NH<sub>3</sub>-Emissionen in Österreich (eigene Darstellung, Daten: STATISTIK AUSTRIA 2006d [192])



**Abbildung 45** Entwicklung der NH<sub>3</sub>-Emissionen in Österreich (ohne Landwirtschaft) (eigene Darstellung, Daten: STATISTIK AUSTRIA 2006d [192])

Bei den flüchtigen organischen Verbindungen (NMVOC) kam es im Verkehrssektor ebenso zu einem positiven Trend (Abbildung 46). Es kam hier zu einer Reduktion der Emissionen von 105.400 to (1980) auf 21.900 to. (2004). Das wiederum bedeutet eine Reduktion um ca. das 4,8 fache (STATISTIK AUSTRIA 2006d [192]).



**Abbildung 46:** Entwicklung der NMVOC-Emissionen in Österreich (eigene Darstellung, Daten: STATISTIK AUSTRIA 2006d [192])

#### 2.4.2.5 Treibhausgasreduktion im Straßenverkehr

Das Thema der Reduktion der Treibhausgase im Straßenverkehr wurde in den letzten Jahren immer mehr diskutiert. Maßnahmen in diesem Bereich sind z.B. Katalysator, Senkung des durchschnittlichen spezifischen Kraftstoffverbrauchs pro Fahrzeug, etc.. Der verstärkte Einsatz von alternativen Kraftstoffen, z.B. Erdgas oder Biokraftstoff, ist ebenso eine dieser Maßnahmen. Tabelle 17 gibt einen Überblick über die Treibhausgasemissionen fossiler und biogener Kraftstoffe im Vergleich. Biogas, ob aus pflanzlichen oder tierischen Ausgangsstoffen, reduziert die Verkehrsemissionen enorm (UMWELTBUNDESAMT 2003 [205]).

**Tabelle 17:** Treibhausgasemissionen von biogenen Kraftstoffen im Vergleich zu Benzin, Diesel und Erdgas (UMWELTBUNDESAMT 2003 [205])

PKW Technologie 2002	[g CO <sub>2</sub> -Äqu./km]	Benzin	Diesel	Erdgas
Bioethanol Mais	191	-27%	-6%	-22%
Bioethanol Weizen	279	6%	38%	14%
Bioethanol Zuckerrübe	183	-30%	-10%	-25%
Biodiesel Altspeiseöl/-fett <sup>1)</sup>	-7	-103%	-103%	-103%
Biodiesel Raps	110	-58%	-46%	-55%
Biodiesel Sonnenblumen	65	-75%	-68%	-74%
Biogas Rindergülle <sup>2)</sup>	-290	-210%	-243%	-218%
Biogas Schweinegülle <sup>2)</sup>	-243	-192%	-220%	-199%
Biogas Maissilage	89	-66%	-56%	-64%

1) Negative Emissionen wegen der Nutzung des Nebenproduktes Glycerin.

2) Negative Emissionen wegen Vermeidung der Gülle-Lagerung.

Die Abgasnachbehandlung spielt bei der Verbindung Umweltschutz und Verkehr ebenso eine große Rolle. Gerade der Trend bei Neuzulassungen - hin zum dieselbetriebenen Kfz - bringt auch einen Trend zum Partikelaustritt. Partikelfilter im Abgasstrang reduzieren den Partikelaustritt von bis zu 99 %. Dabei werden die Dieselabgase durch einen

Oxidationskatalysator geleitet und Kohlenstoffmonoxid<sup>37</sup> (CO) und Kohlenwasserstoffe (HC) fast vollständig in Wasserdampf und Kohlenstoffdioxid<sup>38</sup> (CO<sub>2</sub>) umgewandelt. Danach strömt das Abgas durch ein Filtermaterial, welches zur Partikelreduktion führt. Diese Ablagerungen führen jedoch zu einer Verengung des Strömungsquerschnitts, wodurch ein Abgasgegendruck entsteht. Diese Ablagerungen müssen nach rund 500 km als so genannte Regeneration bei Temperaturen oberhalb von ca. 550 °C abgebrannt werden. Diese hohe Temperatur wird während des normalen Fahrbetriebes nur selten erreicht. Daher gibt es folgende Möglichkeiten, um dies zu erreichen: Beimischung von Zusätzen zum Kraftstoff, katalytische Beschichtung der Filter, Regeneration mit Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) oder externe Reaktionen. Die Partikelemissionen erhöhen sich aber kurzzeitig, während der notwendigen Regeneration des Partikelfilters erheblich.

Als Alternative zum Partikelfilter gibt es den so genannten Partikelkatalysator, welcher etwa 40 - 80 % der Partikel reduziert. Partikelfilter bzw. -katalysatoren sind derzeit noch nicht gesetzlich vorgeschrieben. Diesel PKW mit Filter werden seit dem Jahr 2005 gefördert, Diesel-PKW ohne Filter sind im Gegensatz dazu mit einem Malus belegt (UMWELTBUNDESAMT 2006a [211]).

## 2.5 Verkehrs- und Kfz-Statistik

Die Entwicklung des globalen Kraftfahrzeugbestandes ist rasant. Im Jahr 1960 gab es weltweit etwa 60 Mio. Fahrzeuge. Im Jahr 2000 waren es bereits annähernd 700 Mio.. 2020 werden es voraussichtlich rund 1 Mrd. Fahrzeuge sein und für 2050 wird ein Bestand von 2 Mrd. Fahrzeugen erwartet (FELDMANN 2005 [85]).

In diesem Kapitel wird zunächst der österreichische Kraftfahrzeugbestand dargestellt. Danach wird der derzeitige Motorisierungsgrad beschrieben. Weiters folgen Daten zur Verkehrsmittelaufteilung, zur Verkehrsleistung, z.B. Personenkilometerleistung, und zum Energieverbrauch im Verkehr.

### 2.5.1 Kraftfahrzeugbestand 1948 - 2006

Bis etwa 1900 waren ca. 30 % des Kraftfahrzeugbestandes in Österreich Elektrofahrzeuge. Weitere 30 % waren dampfbetriebene und nur der "Rest" waren Benzinfahrzeuge. Benzin setzte sich erst später durch und Diesel war als Kraftstoff damals noch unentdeckt (ÖGHK 2006a [147]). Den historischen Anstieg des Kraftfahrzeugbestandes in Österreich zeigt Abbildung 47 (STATISTIK AUSTRIA 1975 [185], STATISTIK AUSTRIA 2007b [194] und ÖGHK 2006b [148]). Während es im Jahr 1948 nur 34.382 PKW in Österreich gab, stieg diese Zahl bis ins Jahr 2006 auf 4.204.969 PKW. Die Anzahl der Lastkraftwagen (LKW) erhöhte sich im selben Zeitraum von 35.869 (1948) auf 345.480 (2006). 2006 waren in Österreich insgesamt 5.722.624 Kraftfahrzeuge registriert.

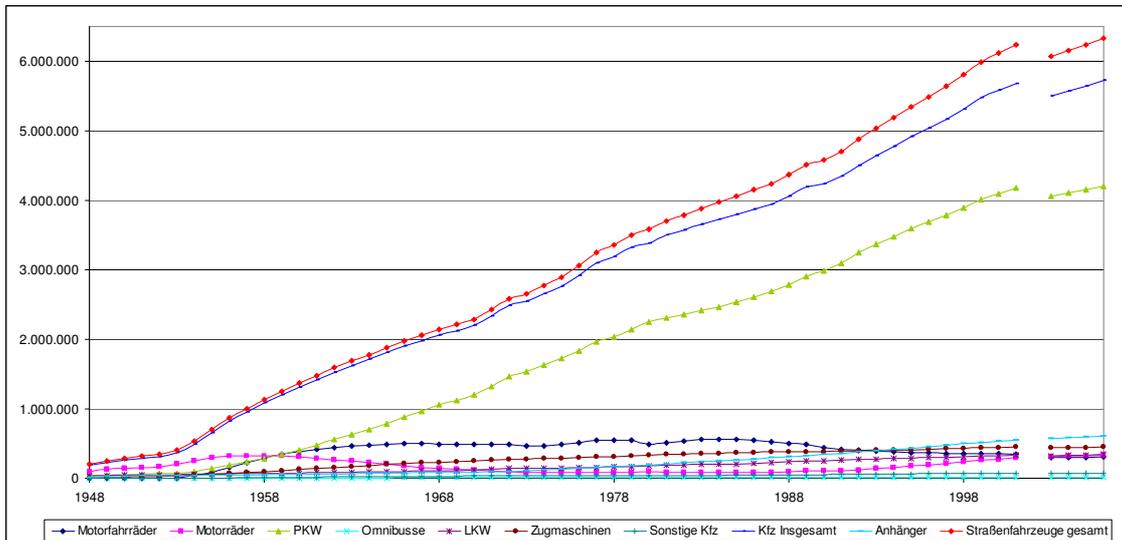
In der österreichischen Kfz-Statistik noch nicht explizit ausgewiesen sind Erdgasfahrzeuge. Diese wurden bis 2003, ebenso wie die Hybrid-Kfz, der Antriebsart Diesel zugeordnet. 2003 waren 250 Gasfahrzeuge in Österreich zugelassen (UMWELTBUNDESAMT 2004c [208]). 2004 waren 78 und 2005 131 Gasfahrzeuge gemeldet (STATISTIK AUSTRIA 2006a [189]). Die aktuellen Schätzungen liegen bei rund 1.000 Gasfahrzeugen. Seit 2006 wird eine genauere Aufschlüsselung der Antriebsart von der STATISTIK AUSTRIA (2007b [194]) veröffentlicht. Aus dieser geht hervor, dass 2006 165 Flüssiggas (LPG)–Omnibusse, 481 Benzin-Hybride und 199 bivalent (Benzin/Erdgas) betriebene Fahrzeuge, davon wiederum 113 PKW und 85 LKW registriert waren. (Eine detaillierte Auflistung der Kraftfahrzeuge befindet sich in Anhang II). Jeweils nicht berücksichtigt sind sämtliche

---

<sup>37</sup> CO: Kohlenmonoxid = Kohlenstoffmonoxid.

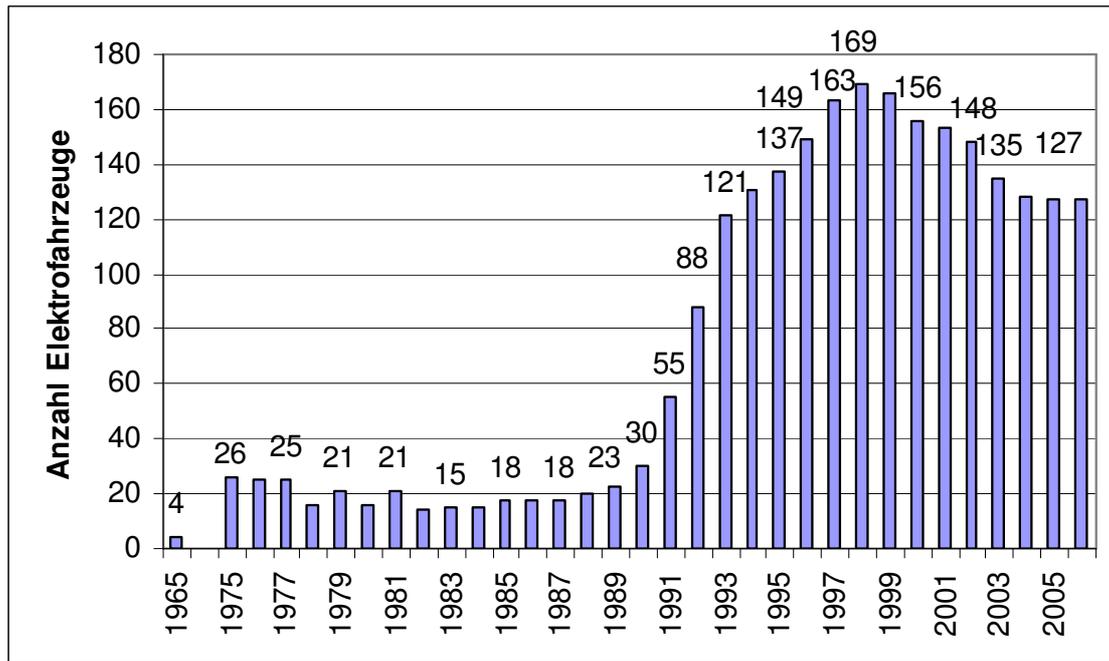
<sup>38</sup> CO<sub>2</sub>: Kohlendioxid = Kohlenstoffdioxid.

Fahrzeuge des Bundesministeriums für Landesverteidigung. (In Abbildung 47 sind keine Daten für 2002 enthalten, da bis 03/2002 die Datenerfassung von Statistik Austria, und seit 04/2002 dies vom Verband der Versicherungsunternehmer Österreichs durchgeführt wird. Im Zuge dieser Umstellung erfolgte ein Datenabgleich, bei „Kartei- und Dateileichen“ entfernt wurden.)



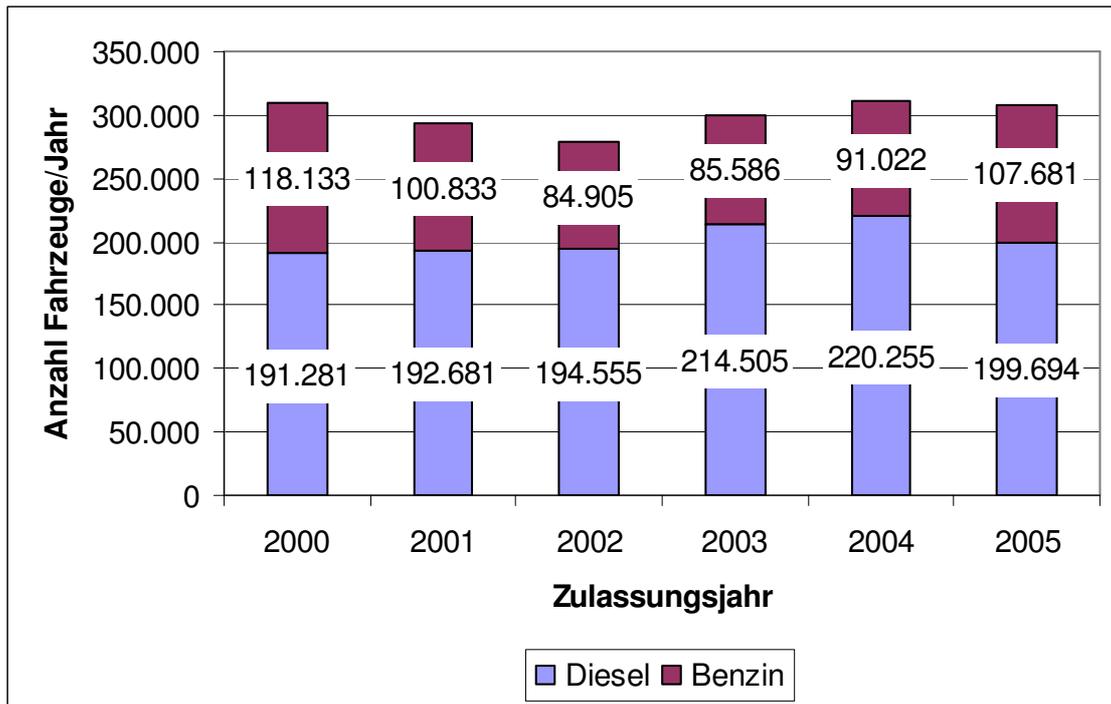
**Abbildung 47:** Kraftfahrzeugbestand 1948 - 2006 (eigene Darstellung, Daten: STATISTIK AUSTRIA 1975 [185], STATISTIK AUSTRIA 2007b [194] und ÖGHK 2006b [148])

Zusätzlich gab es im Jahr 2006 in Österreich insgesamt 565 Elektrofahrzeuge. Davon waren 127 PKW, 268 Motor- und Kleinmotorräder, Motorfahräder und mehrspurige Kleinkrafträder, 110 Omnibusse, 21 LKW und 39 sonstige Fahrzeuge, wie selbstfahrende Arbeitsmaschinen, o.ä. (STATISTIK AUSTRIA 2007b [194]). Im „Spitzenjahr“ 1998 gab es 169 Elektrofahrzeuge. Im Jahr 1925 waren 46 und 1960 10 „registrierte“ Elektrofahrzeuge in Österreich unterwegs (ÖGHK 2006b [148] und STATISTIK AUSTRIA 2006a [189]). Der Anteil von Elektrofahrzeugen, an allen Kraftfahrzeugen betrug im Jahr 2005 lediglich 0,003 %. Allgemein wird erwartet, dass der Anteil der Elektrofahrzeuge für Kurz- und Mittelstrecken, in Ballungsräumen, für Nah- und Zulieferverkehr und im regionalen kleinen Wirkungskreis, z.B. in Tourismusgemeinden, zukünftig steigen wird.



**Abbildung 48:** Elektrofahrzeuge in Österreich 1980 – 2005 (eigene Darstellung, Daten: ÖGHK 2006b [148] und STATISTIK AUSTRIA 2006a [189])

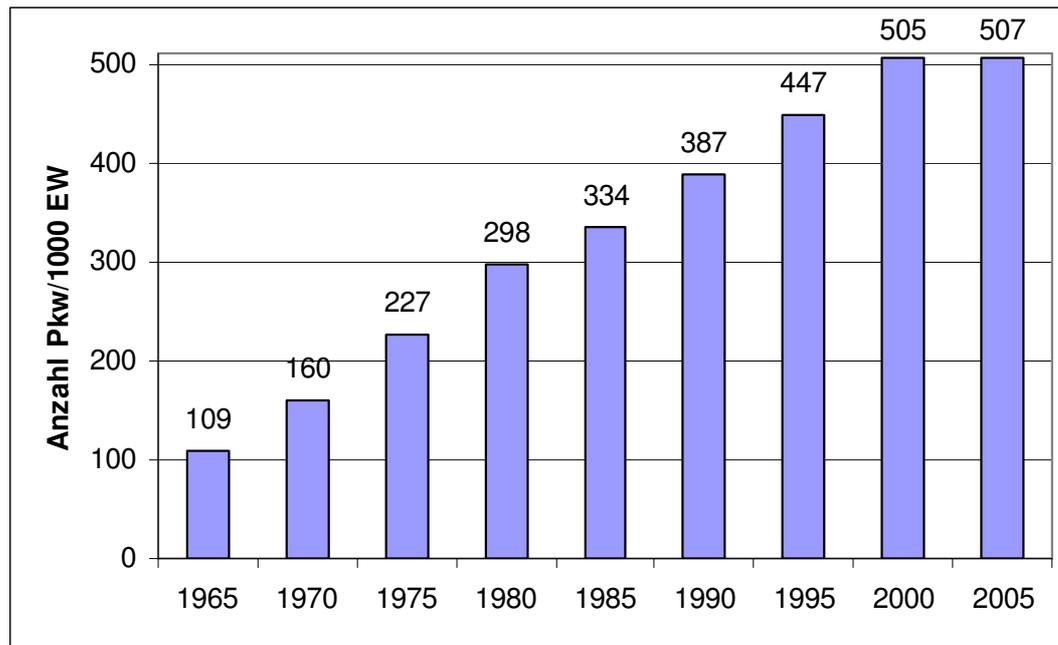
Der Trend der Neuzulassungen - Diesel steigend und Benzin sinkend - scheint sich zu wenden. Wie in Abbildung 49 ersichtlich, kommt es zu einer Änderung. 2005 betrug der Anteil der neu zugelassenen dieselbetriebenen Kfz in Österreich 64,97 %, bei benzinbetriebenen Kfz 35,03 %. Im Gegensatz dazu, betrug der Anteil der neu zugelassenen dieselbetriebenen Kfz 2003 71,48 %, der der benzinbetriebenen Kfz 28,52 %. Interessant ist ebenso, dass bei benzinbetriebenen Kfz die Leistungsklasse bei den Neuzulassungen ungefähr konstant bis geringfügig abnehmend ist, hingegen bei den dieselbetriebenen Fahrzeugen der Trend zu stärkeren Kfz zu beobachten ist, das sich auch in den Gewichtsklassen widerspiegelt (UMWELTBUNDESAMT 2005a [209]).



**Abbildung 49:** Kfz-Neuzulassungen in Österreich (eigene Darstellung, Daten: UMWELTBUNDESAMT 2004a [206])

### 2.5.2 Motorisierungsgrad

Betrag der Pkw-Motorisierungsgrad (= Anzahl der PKW pro 1000 Einwohner) im Jahr 1965 noch 109 so steig dieser bis ins Jahr 2005 auf 506,5. Seit 2000 hat sich dieser Wert bei rund 500 stabilisiert (STATISTIK AUSTRIA 2007c [195]), graphisch dargestellt in Abbildung 50 (BMVIT 2002 [39], VVO 2004 [220] und STATISTIK AUSTRIA 2006d [192]). Als Sättigung des Pkw-Motorisierungsgrades wird jener Wert verstanden, bei welchem es zu keinem weiteren Anwachsen mehr kommt. Dieser liegt für Österreich etwa zwischen 700 und 800 PKW. Vollmotorisierung wiederum würde bedeuten, dass jeder Haushalt zumindest über einen Pkw verfügt (SAMMER ET AL. 2006 [172]). In den USA betrug der Motorisierungsgrad im Jahr 2000 771 (EUROSTAT 2006 [80]).

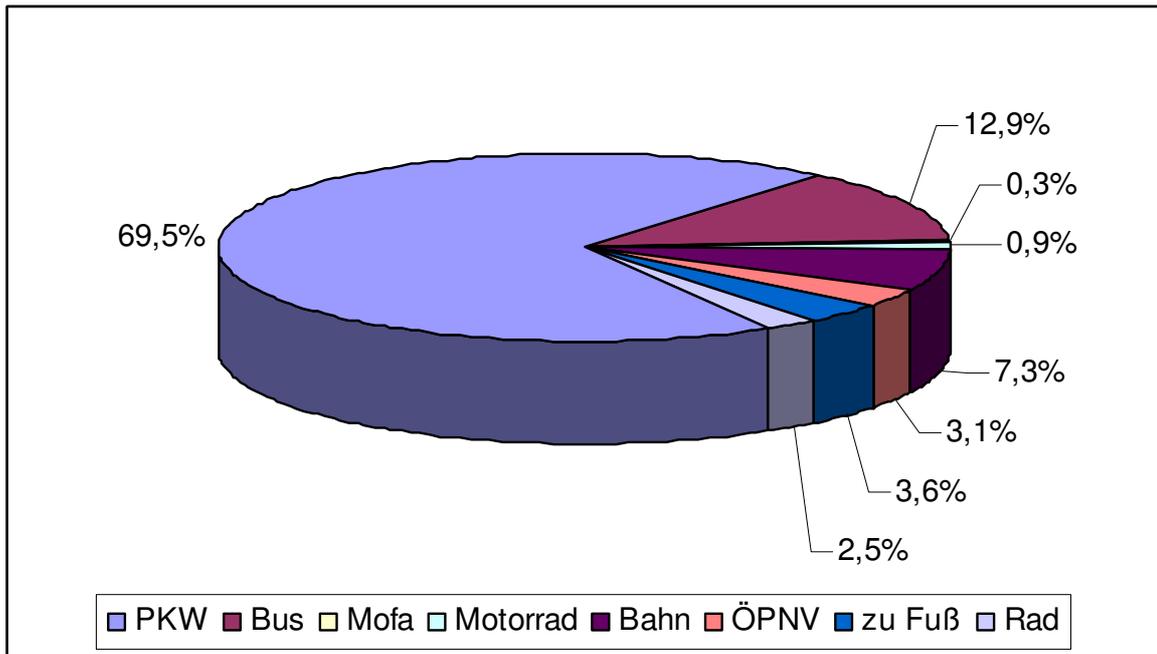


**Abbildung 50:** Entwicklung der Pkw-Motorisierung 1965 - 2005 (eigene Darstellung, Daten: (BMVIT 2002 [39], Vvo 2004 [220] und STATISTIK AUSTRIA 2006d [192])

### 2.5.3 Verkehrsmittelaufteilung (Modal Split)

Jede zweite Pkw-Fahrt ist kürzer als fünf km, jede vierte Pkw-Fahrt kürzer als zwei km. Dies sind Distanzen, die auch mit anderen Verkehrsmitteln, z.B. zu Fuß oder mit dem Fahrrad zurückgelegt werden könnten (BMLFUW 2005 [35]). Ebenso führen immer schnellere Verkehrsmittel zu immer größeren Distanzen, welche zurückgelegt werden<sup>39</sup>. Dadurch entstand auch eine Funktionstrennung von Arbeit, Freizeit, Einkauf und Wohnen, mit all Ihren Folgen (HEINDLER ET AL. 1997 [109]). Die Verkehrsmittelaufteilung, auch als Modal Split bezeichnet und in Abbildung 51 dargestellt, ist in Österreich mit beinahe 70 % (69,5 %) sehr „Pkw-lastig“. Der öffentliche Personennahverkehr (ÖPNV) beträgt hierbei lediglich 3,1 % (UMWELTBUNDESAMT 2007a [215]). Nach der Verkehrsmittelaufteilung ist auch der Wegzweck eine wichtige Größe. 30 % der Wegzwecke für werktäglichen Personen-Normalverkehr entfielen 1995 auf den Bereich private Erledigung/Einkauf. 24 % auf den Berufspendler- und 21 % auf den Freizeitverkehr. 15 % der Wegzwecke werden für den Ausbildungsverkehr und nur 8 % für dienstliche bzw. geschäftliche Erledigungen verwendet. Auf „sonstige“ Zwecke entfielen 3 % (BMVIT 2002 [39]).

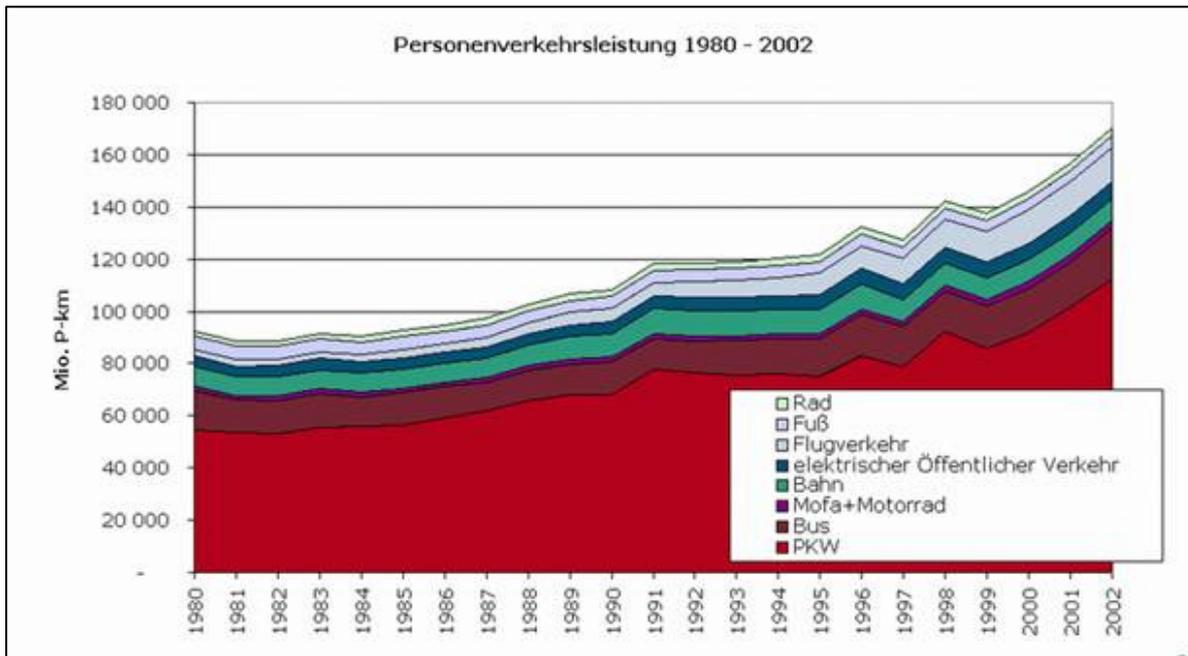
<sup>39</sup> Dies wird nach KNOFLACHER (1997 [121]) auch als „Gesetz der Zeitkonstanz“ bezeichnet. „Je schneller die Fortbewegung möglich ist, desto länger werden die zurückgelegten Wege. Ob ein Weg zurückgelegt wird, entscheidet nur die Dauer, nicht die Entfernung. Aus Geschwindigkeitssteigerungen resultiert folglich kein Zeitgewinn, sondern nur eine Raumausdehnung.“



**Abbildung 51:** Aufteilung der Verkehrsmittelaufteilung im Personenverkehr (Modal Split) 2005 in Österreich (eigene Darstellung, Daten: UMWELTBUNDESAMT 2007a [215])

#### 2.5.4 Verkehrs- und Fahrleistung

Rund 25 % der Verkehrsleistung in Österreich, angegeben in Personenkilometer pro Tag (P-km/d) entfallen auf den so genannten Umweltverbund. Das sind der öffentliche Verkehr (Bahn, Bus, elektrifizierter Personennahverkehr) sowie Fuß- und Radverkehr, dargestellt in Abbildung 52. Die ausstehenden ca. 75 % sind aufgeteilt zwischen Pkw, Zweirädern sowie Flugverkehr. In den vergangenen Jahren ist die Verkehrsleistung stark gestiegen, wobei der Pkw-Verkehr dominiert und weiterhin stark zunimmt. Damit wird der Trend der letzten Jahre fortgesetzt. Seit Mitte der 80er Jahre ist aber der stärkste Anstieg der Verkehrsleistung im Flugverkehr zu beobachten. Ebenso sind hohe Zuwachsraten im Personenverkehr, und hier insbesondere im Freizeitverkehr, zu bemerken. Dieser stieg in den vergangenen Jahren stark an. In den kommenden Jahren ist mit einer weiteren Steigerung des Personenverkehrsaufkommens im Individualverkehr zu rechnen (UMWELTBUNDESAMT 2004b [207]).



**Abbildung 52:** Entwicklung der modellierten Verkehrsleistung in Österreich 1980 - 2002 (UMWELTBUNDESAMT 2004b [207])

Im Jahr 1999 wurden rund 77 Mrd. P-km (Straße & Schiene) in Österreich zurückgelegt, wovon beinahe 90 % im motorisierten Individualverkehr (Pkw, Mofa, Motorrad) zurückgelegt wurden. Das Verkehrsaufkommen im Personenverkehr hat vor allem bei jenen Verkehrsmitteln zugenommen, welche die niedrigste Energieeffizienz aufweisen und die größten negativen Auswirkungen auf die Umwelt entfalten. Hohe Zuwachsraten hatte in den letzten Jahren auch der Straßengüterverkehr. Dieser wird von der Bevölkerung aufgrund der hohen Schadstoff- und Lärmemissionen am deutlichsten negativ wahrgenommen. So stieg diese Verkehrsleistung im hochrangigen Straßennetz von 1990 bis 2000 um rund 45 % an. Durch die steigenden Fahrleistungen hat der Energieverbrauch und somit auch der CO<sub>2</sub>-Ausstoß des Verkehrssektors kontinuierlich zugenommen (BMVIT 2002 [39]).

Die Fahrleistung ist in Österreich stetig angestiegen, wie dies Tabelle 18 wiedergibt. So betrug diese im Jahr 2005 gesamt 65.353 Mio. Kfz-km, wovon wiederum 83,20 % (54.372 Mio. Kfz-km) auf den PKW-Verkehr entfallen. Rund 9 % (9,19 % bzw. 6.003 Mio. Kfz-km) entfallen auf leichte Nutzfahrzeuge (LNF) und ca. 6 % (5,76 % bzw. 3.763 Mio. Kfz-km) entfallen auf schwere Nutzfahrzeuge (SNF). Im Zeitraum 1990 bis 2005 stieg die gesamte Fahrleistung von 48.472 Mio. Kfz-km um etwa 35 % (34,83 %) auf 65.353 Mio. Kfz-km. Die Fahrleistung der PKW stieg im selben Zeitraum um ca. 25 % (24,87 %). Die geringe Reduktion der Fahrleistung von 2004 auf 2005 dürfte nach EICHLSEDER und HAUSBERGER (2006 [60]) auch auf den Anstieg der Kraftstoffpreise zurückzuführen sein.

**Tabelle 18:** Entwicklung der modellierten Fahrleistung in Österreich 1990 - 2005 (EICHLSEDER und HAUSBERGER 2006 [60])

Jahr	Straße im Inland [Mio. Kfz-km]																
	Gesamt	davon				davon				davon					Busse	Mofas	Motorräder
	Summe Straße Inland	PKW	Otto mit Kat	Otto ohne Kat	Diesel	LNF	Otto mit Kat	Otto ohne Kat	Diesel	SummeSNF	< 14 t Otto	< 14t Diesel	> 14 t	Sattelz. & Lastz.			
1990	48.472	40 848	14 547	18 864	7 438	4 059	176	1 723	2 161	2 881	80	348	165	1 829	459	403	280
1991	50.030	42 230	17 607	16 506	8 118	4 186	234	1 561	2 391	2 937	77	346	169	1 893	452	378	298
1992	51.600	43 561	20 536	14 002	9 023	4 310	303	1 384	2 623	3 034	74	351	175	1 977	457	365	332
1993	52.630	44 447	22 649	11 773	10 025	4 373	365	1 212	2 796	3 093	69	348	177	2 038	462	351	366
1994	54.588	46 114	24 486	9 999	11 629	4 547	431	1 075	3 041	3 177	63	350	179	2 118	467	342	409
1995	55.409	46 743	25 592	8 225	12 925	4 614	475	922	3 218	3 253	57	346	183	2 194	474	335	463
1996	56.579	47 765	26 076	6 878	14 811	4 688	505	796	3 387	3 283	52	337	181	2 241	473	330	513
1997	57.782	48 711	26 438	5 660	16 614	4 818	531	678	3 609	3 364	46	330	184	2 333	471	327	563
1998	59.212	49 809	26 799	4 586	18 424	4 975	548	577	3 851	3 473	41	327	187	2 451	469	326	628
1999	60.851	51 121	27 049	3 703	20 369	5 154	556	488	4 110	3 559	36	321	186	2 540	476	323	695
2000	61.941	51 975	26 481	3 027	22 467	5 320	549	412	4 358	3 592	32	310	184	2 587	479	316	738
2001	62.862	52 789	25 653	2 526	24 610	5 419	526	345	4 548	3 567	28	300	181	2 580	478	310	777
2002	64.187	53 890	24 690	2 162	27 038	5 460	497	286	4 677	3 713	24	306	188	2 718	477	304	819
2003	65.075	54 577	23 626	1 887	29 064	5 579	470	233	4 876	3 763	21	299	188	2 774	480	301	855
2004	65.669	55 097	22 527	1 673	30 897	5 720	443	188	5 090	3 672	18	282	186	2 697	489	297	884
2005	65.353	54.372	21.370	1.475	31.527	6.003	460	165	5.377	3.763	14	286	179	2.783	484	301	914

### 2.5.5 Energieverbrauch im Verkehrssektor

Im Jahr 2000 wurde erstmals in Österreich im Bereich Mobilität mehr Energie verbraucht als im Bereich Haushalte (LICHTBLAU 2004 [136]). Abbildung 53 zeigt diesen Anstieg des Energieverbrauchs im österreichischen Verkehrssektor von 1980 - 2002 (UMWELTBUNDESAMT 2004b [207]). Abbildung 54 wiederum gibt die aktuellere Analyse wieder, jedoch in einem kürzeren Zeitraum. So sank der Benzinverbrauch im Inland von 2,485 Mio. to von 1990 auf 1,488 Mio. to bis 2005. Im selben Zeitraum stieg der Dieselverbrauch im Inland von 1,559 Mio. to auf 3,299 Mio. to. Im Jahr 2005 wurden insgesamt 8,134 Mio. to Kraftstoffe verbraucht. Davon wurden 18,29 % (= 1,488 Mio. to) Benzin im Inland und 40,55 % (= 3,299 Mio. to) Diesel im Inland verbraucht. Weiters wurden 5,24 % (= 0,426 Mio. to) für Diesel PKW im (prognostizierten) Tanktourismus, 21,0 % (= 1,71 Mio. to) an Diesel SNF im (prognostizierten) Tanktourismus und 6,67 % (= 0,542 Mio. to) an Benzin für (prognostizierten) Tanktourismus verbraucht. Das bedeutet, bezogen auf die Gesamtmenge, dass 26,71 % des Benzins und 39,29 % des Diesels im (prognostizierten) Tanktourismus benötigt wurden. Auf Kerosin entfielen 8,03 % (= 0,653 Mio. to), auf Flugbenzin 0,03 % (= 0,003 Mio. to) und auf Flüssiggas nur 0,18 % (= 0,015 Mio. to). Abbildung 55 gibt den zeitlichen Verlauf des Anteils des (prognostizierten) Tanktourismus wieder (UMWELTBUNDESAMT 2007b [216]).

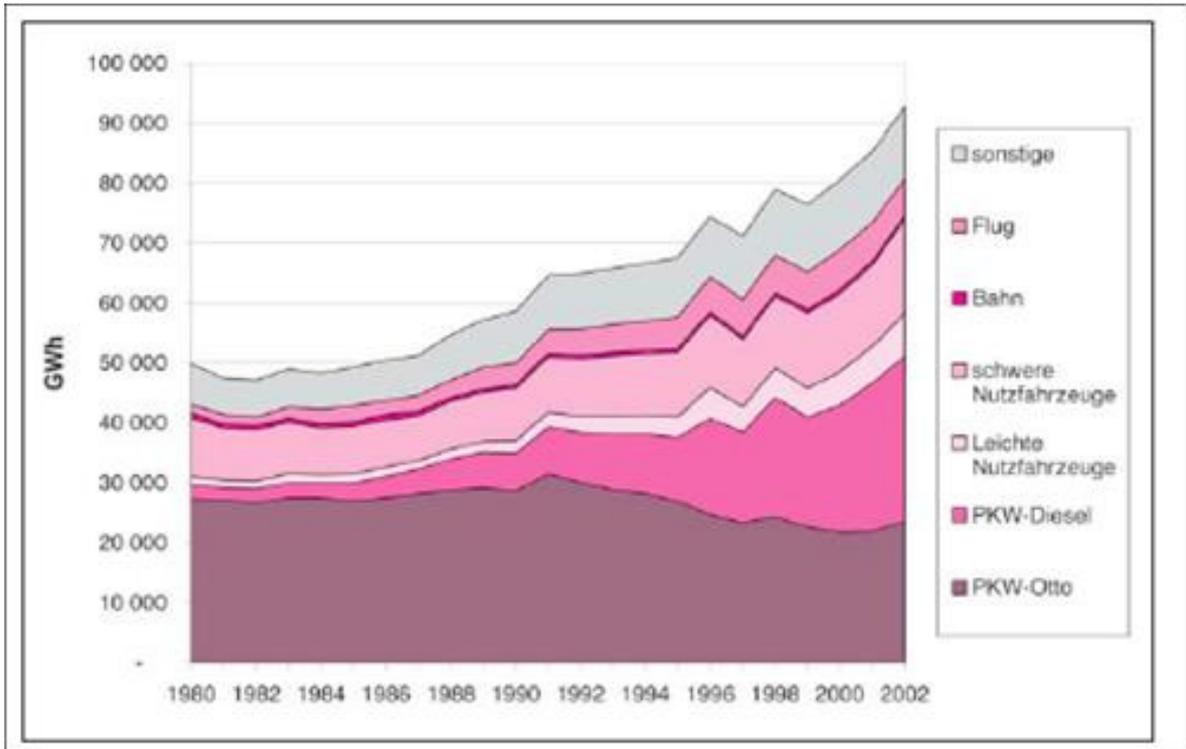


Abbildung 53: Modellierter Energieverbrauch des Verkehrssektors in Österreich 1980 - 2002 (UMWELTBUNDESAMT 2004b [207])

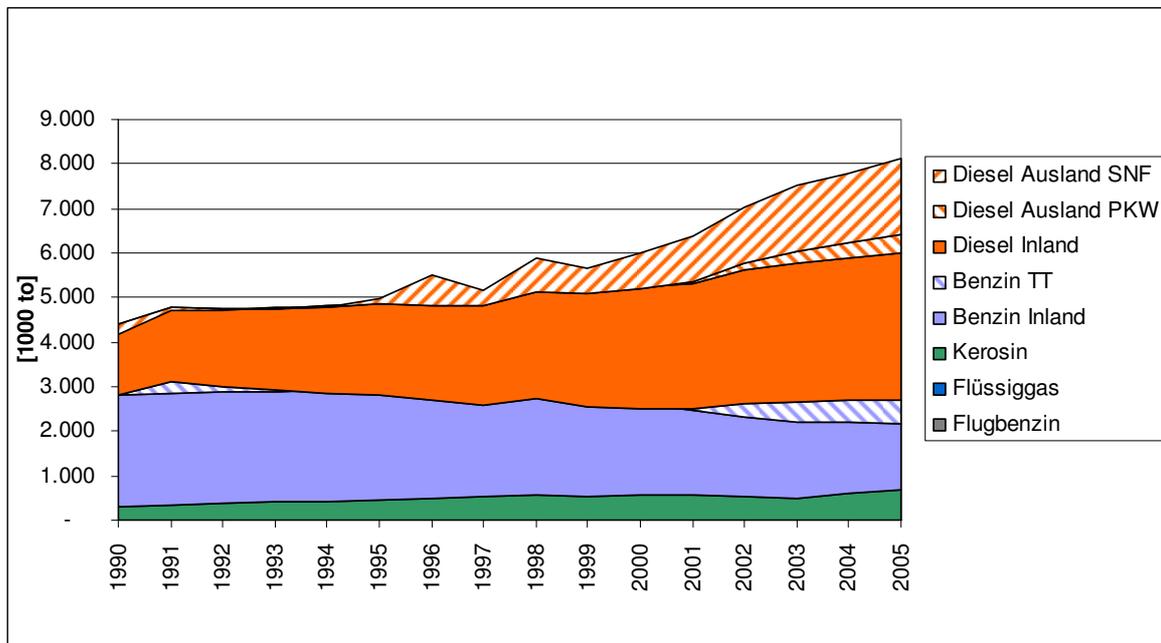
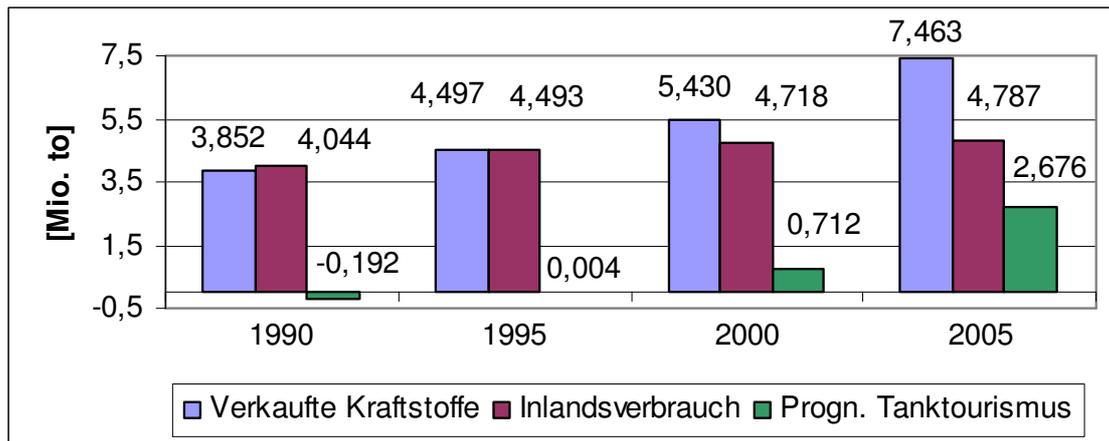
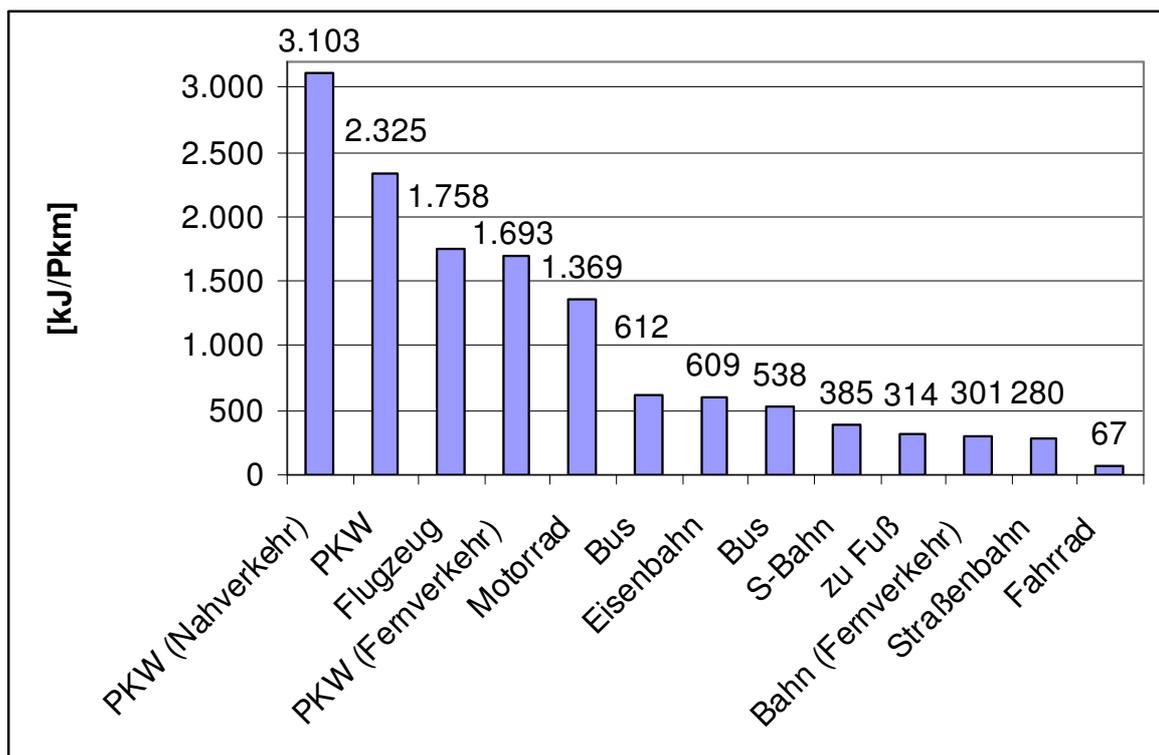


Abbildung 54: Modellierter Kraftstoffverbrauch in Österreich 1990 - 2005 (UMWELTBUNDESAMT 2007b [216])



**Abbildung 55:** Prognostizierte Entwicklung des Tanktourismus in Österreich (UMWELTBUNDESAMT 2007b [216])

Der Energieverbrauch je Personenkilometer geht in diesem Zusammenhang sehr zu Lasten des Kfz, oder anders ausgedrückt: der öffentliche Verkehr ist energiesparender und damit klimafreundlicher. Das zeigt Abbildung 56 (HEINDLER ET AL. 1997 [109] und SAMMER ET AL. 2006 [172]).



**Abbildung 56:** Durchschnittlicher Energieverbrauch je Personenkilometer (eigene Darstellung, Daten: HEINDLER ET AL. 1997 [109] und SAMMER ET AL. 2006 [172])

## 2.6 Kraftstoffeinsparpotenziale

Der Verkehr verbraucht Energie und Kraftstoffe. Ist Kraftstoffeinsparung überhaupt notwendig? Ja! Zukünftige Entwicklungen im Verkehr sollten daher folgende Punkte berücksichtigen: Maßnahmen der Verkehrsvermeidung, Verkehrsverlagerung, alternative An-

triebe, Biokraftstoffe, Energieträger und Effizienzsteigerungen bei konventionellen Antrieben und Kraftstoffen. Es werden dabei die Themen: Verringerung des Energieeinsatzes, Reduktion der Schadstoffe und der Umweltbelastungen, Schonung von Flächen und Ressourcen berücksichtigt (HEINDLER ET AL. 1997 [109]). Im folgenden Kapitel werden konstruktive und benutzerbezogene Kraftstoffreduktionspotenziale beschrieben.

### 2.6.1 Fahrzeugtechnologische Reduktionspotenziale

Bedingt durch den Einsatz von Kraftstoffen im Verkehr wird das Kfz auch gerne als „Wärme­kraftmaschine Automobil“ formuliert. Der Grund liegt darin, dass die Kraftstoffnutzung in einem Fahrzeug wie folgt ist (WIEDERKEHR 2006 [230]):

100 % der chemisch gebundenen Energie im Kraftstoff werden im Fahrzeug umgesetzt in bzw. als:

- 35 % Abgas,
- 20 % Kühlung,
- 20 % Abstrahlung,
- 19 % Bewegung und
- 6 % Getriebe.

Die 19 % der Kraftstoffnutzung durch die Bewegung wiederum kann unterteilt werden in: 11 % Luftwiderstand, 4 % Beschleunigung und 4 % Reibung. Aufgrund dessen ergeben sich auch einige konstruktive Kraftstoffeinsparpotenziale. Nach GRUDEN (2007a [102]) sind folgende Einsparpotenziale möglich:

- < 30 % beim Gewicht (z.B. Gewichtsreduktion, leichtere Materialien, etc.)
- 15 - 20 % durch Direkteinspritzung und Aufladung
- 10 - 15 % durch Direkteinspritzung, variable Ventilsteuerzeiten und Kraftstoffabschaltsystem (nur beim Ottomotor)
- < 10 % durch Motor- bzw. Getriebesteuerung
- 3 - 5 % durch Kraftstoffqualität
- 2 - 5 % bei der Motorvorheizung
- < 2 % bei Nebenaggregatantrieben
- < 1 % bei Motor- und Getriebereibung
- < 1 % bei Reifen und Straße
- < 1 % beim Luftwiderstandswert.

Das größte Potenzial zur Kraftstoffreduktion liegt demnach beim Fahrzeuggewicht und im Motor selbst, dargestellt in Abbildung 57. Auch der Mager-Motorbetrieb des Ottomotors mit der Luftzahl ( $\lambda$ )<sup>40</sup> höher 1 würde eine Kraftstoffersparnis um ca. 6 - 15 % bringen. Der

---

<sup>40</sup> Die Luftzahl  $\lambda$  bzw. auch als Kraftstoff-Luft-Gemisch bezeichnet, ist definiert über die zugeführte Luftmenge und den theoretischen Luftbedarf.  $\lambda < 1$  bedeutet "Luftmangel": fettes oder

Kraftstoffverbrauch sinkt bis  $\lambda = 1,3$  ab, steigt aber ab  $\lambda = 1,45$  wieder an. Auch sind  $\text{NO}_x$ -Emissionen und so genannte „zyklische Schwankungen“, welche Auswirkungen auf die Fahrdynamik haben, große Probleme des Magermotors (GRUDEN 2007a [102]).

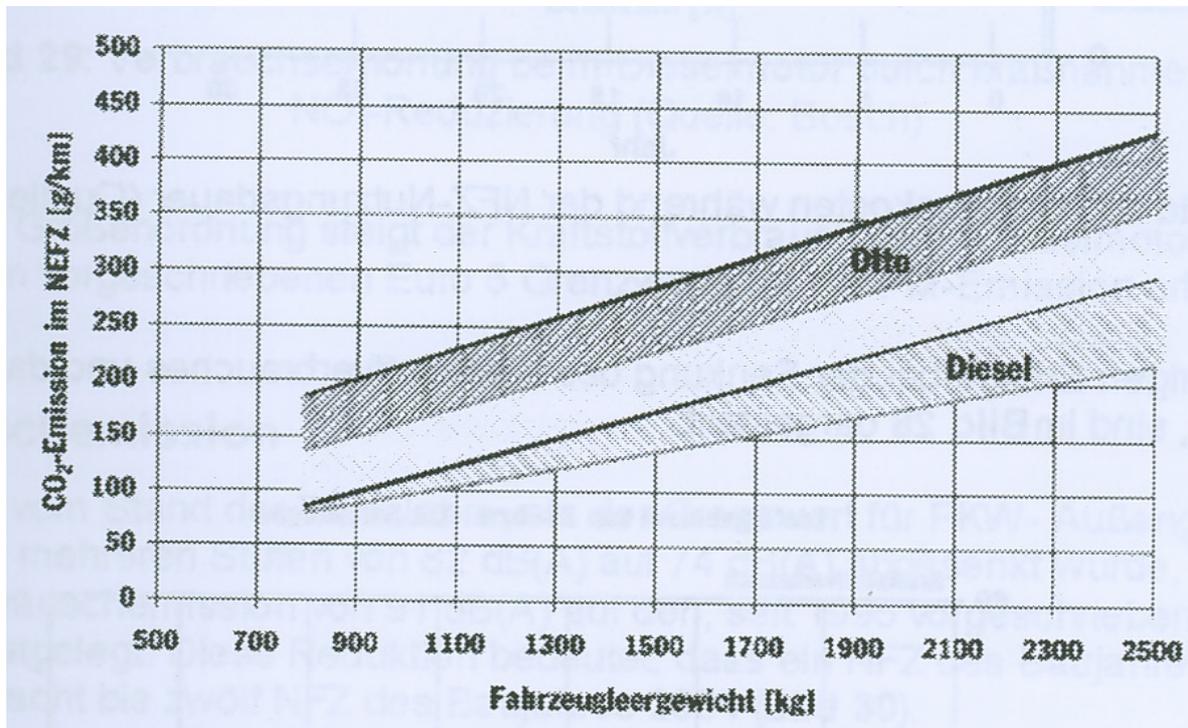
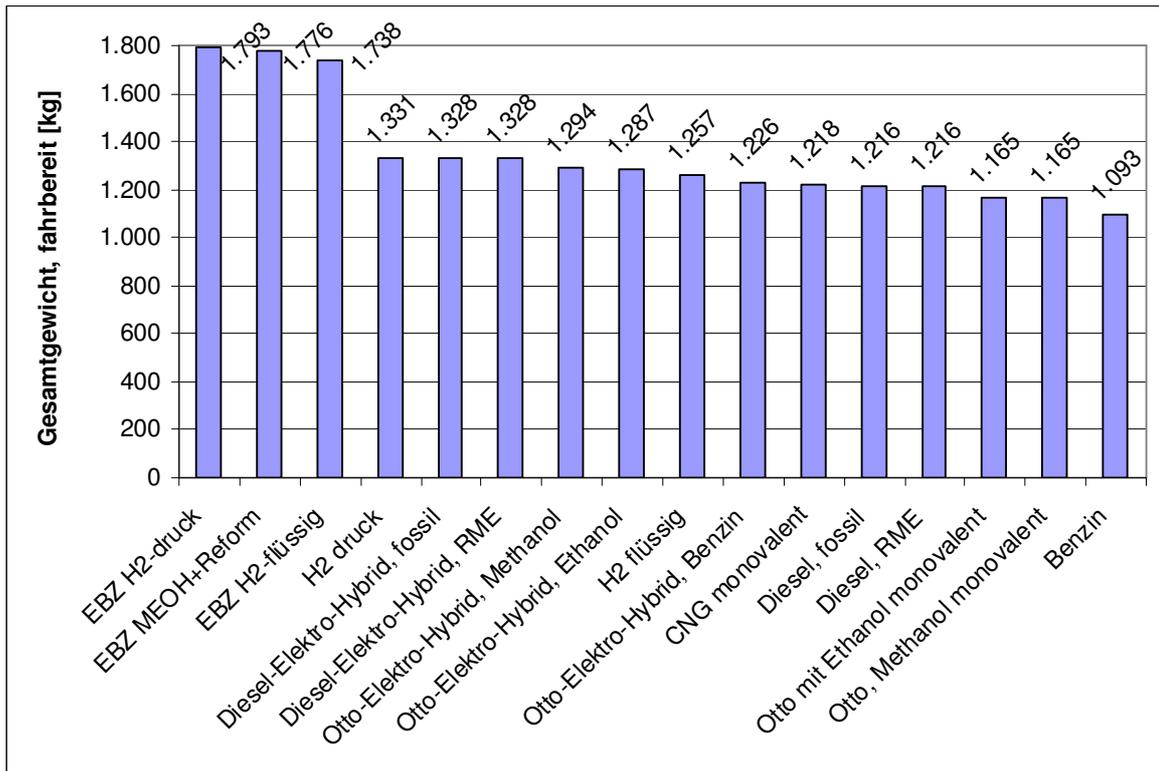


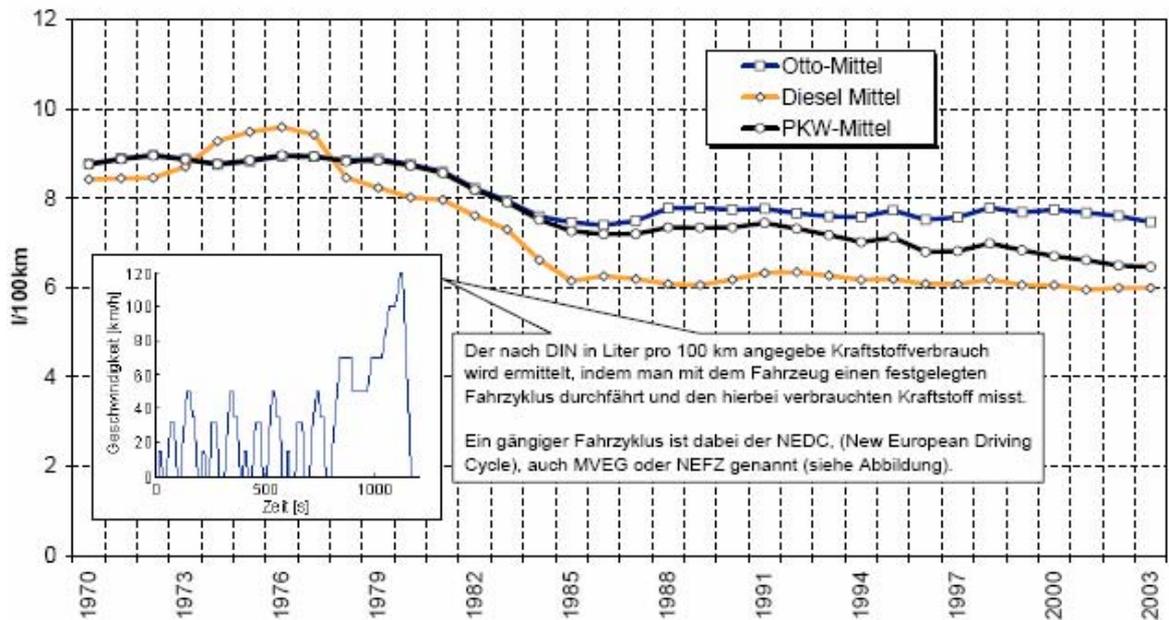
Abbildung 57: CO<sub>2</sub>-Emissionen und Fahrzeuggewicht (GRUDEN 2007a [102])

In Abbildung 58 sind die Gesamtgewichte fahrbereiter Fahrzeuge im Szenario „Technologie 2020“ nach HAUSBERGER (2003 [108]) dargestellt. (EBZ = Elektromotor-Brennstoffzelle, EBZ mit verflüssigtem oder unter Druck stehendem Wasserstoff, MEOH= Methanol.) Auffallend ist, dass kein dargestellter Mittelklasse-PKW über 1.800 kg wiegt und dass das leichteste Fahrzeug ein mit fossilem Benzin betriebener PKW sein wird. Ein Wasserstoff-Brennstoffzellen-PKW hingegen wiegt um ca. 60 % mehr. Es wurde aber konstruktiv schon einiges erreicht, wie Abbildung 59 zeigt. So betrug der durchschnittliche Kraftstoffverbrauch im PKW-Sektor 1970 noch fast 9 l/100 km. Rund 30 Jahre später beträgt dieser etwa 6,5 l/100 km, was einer Reduktion von fast 30 % (27,78 %) gleich kommt. Jedoch wurden in der Vergangenheit die Einsparungen beim technologischen Fortschritt der Motorentechnologie im Kraftstoffsektor durch die Mehrzahl an Fahrzeugen ausgeglichen (SAMMER 2006 [169]).

auch reiches Gemisch;  $\lambda > 1$  bedeutet "Luftüberschuss": Mageres oder auch armes Gemisch und  $\lambda = 1$  bedeutet stöchiometrisches Verbrennungsluftverhältnis.



**Abbildung 58:** Szenario zukünftige Gesamtgewichte fahrbereiter Fahrzeuge unterschiedlicher Antriebsarten mit der „Technologie 2020“ (eigene Darstellung, Daten: HAUSBERGER 2003 [108])



**Abbildung 59:** Entwicklung des Kraftstoffverbrauchs bei Neuwagen in Österreich 1970 - 2003 (TU Graz, Enerdata nach RAIMUND 2006 [161])

### 2.6.1.1 Wirkungsgrade verschiedener Antriebskonzepte

Aus unterschiedlichen Kraftstoffen und Antriebsarten ergeben sich auch unterschiedliche Wirkungsgrade. Tabelle 19 gibt einen Überblick über mittlere Antriebswirkungsgrade in einem Referenzfahrzyklus und resultierendem Energieverbrauch je 100 Kilometer für ein Referenzfahrzeug<sup>41</sup>. Den höchsten Wirkungsgrad weisen Brennstoffzellen auf, welche mit erneuerbar gewonnenem Wasserstoff gespeist werden (GARCHE ET AL. 2001 [96]).

**Tabelle 19:** Mittlere Antriebswirkungsgrade in einem Referenzfahrzyklus (GARCHE ET AL. 2001 [96])

Primärenergie / Kraftstoff / Antrieb	Gesamtwirkungsgrad Antrieb [%]	Kraftstoffverbrauch pro PKW [MJ/100 km]	Primärenergieverbrauch [MJ/100 km]
Mineralöl / Benzin / Motor, 2000	23	178	209
Mineralöl / Diesel / Motor, 2000	26,9	156	176
Erdgas / Motor	23,5	178	210
Erdgas / gasförm. Wasserstoff / Motor	24,6	178	292
Mineralöl / Benzin / Motor, 2005	26	157	185
Mineralöl / Diesel / Motor, 2005	29	145	164
Öl / Diesel / Hybrid Mot. + El. / BR	30,7 *)	123	139
Mineralöl / Benzin / Brennstoffzelle	28,7	180	211
Erdgas / Methanol / Brennstoffzelle	33,4	150	250
Erdgas / Wasserstoff / Brennstoffzelle	38,3	122/200	
Erdgas / Wasserstoff / Hybrid BZ + El. / BR	36,9 *)	107	175

\*) Wirkungsgrad ohne Bremsenergie rückgewinnung (BR) in Höhe von ca. 15 Prozent.

In der Antriebstechnik im Fahrzeugbau gibt es zwei große Unterschiede. Entweder es erfolgt die Anpassung des Motors an den Kraftstoff oder es wird der Kraftstoff an die vorherrschende Motorenteknologie angepasst. Zu Ersterem ist der so genannte Elsbett-Motor zu nennen, zu Zweitem zählen die meisten alternativen Kraftstoffe, wie zum Beispiel Biodiesel und Bioethanol. Immer mehr setzt sich aber das Hybrid-System, bestehend aus Benzin- oder Dieselmotor und einem Elektromotor, durch. Reine Elektrofahrzeuge könnten durch diesen Hybrid-Aufschwung stark profitieren, da deren Hauptprobleme die geringe Reichweite<sup>42</sup>, das hohe Batteriegewicht und die lange Batterieladezeit sind. Ebenso wird die Brennstoffzelle in Zukunft eine immer wichtigere Rolle spielen. Dagegen wird dem ehemaligen Holzgasfahrzeug, wie es anno dazumal bestand, keine

<sup>41</sup> Referenzfahrzeug:  $m = 1.180 \text{ kg}$ ,  $P = 60 \text{ kW}$ . Die Werte für den Verbrennungsmotor: Ist = 2000; nahe Zukunft = 2005; für Brennstoffzelle (BZ): Realistisch bis 2005 erreichbar.

<sup>42</sup> Der Testa Rodster der amerikanischen Firma Tesla Motors hat jedoch eine Reichweite von ca. 400 km, mit einer Batterieladung und einer Höchstgeschwindigkeit von max. 210 km/h (Quelle: [www.teslamotors.com](http://www.teslamotors.com)).

Zukunft gegeben. Weitere Exoten in der Fahrzeugwelt sind das Wasser- und das Luftdruckauto und das Fahrzeug mit Sterlingmotor.

### 2.6.1.2 Zero-Emission-Vehicles

Kalifornien hat, bedingt durch seine besondere klimatische Situation und der starken Zunahme des Verkehrs, strenge Grenzwerte eingeführt. Daher reagierte Kalifornien schon früh und mit weit reichender Gesetzgebung. So mussten bis zum Jahr 2003 2 % Zero Emission Vehicles (ZEV), 2 % hybrid electric vehicle und 6 % ultra low emission vehicles am Markt sein (GARCHE ET AL. 2001 [96]). Die amerikanischen bzw. kalifornischen Einteilungen sind:

- **ZEV:** Zero Emission Vehicle (= Elektroauto)
- **PZEV:** Partial zero emission vehicle
- **AT-PEV:** Advanced Technology PZEV
- **SULEV:** Super ultra low emission vehicle
- **ULEV:** Ultra low emission vehicle
- **LEV:** Low emission vehicle

Die seinerseits von CARB (Californian Resource Board) geforderten „Zero Emission Vehicles“ können durch so genannte PZEV unter bestimmten Umständen ersetzt werden. Diese müssen strenge Vorschriften über Abgas- und Verdunstungsemissionen und Langzeitstabilität erfüllen. Um diese strengen Vorschriften zu erfüllen, können Hybrid-, Brennstoffzellen- oder ottomotorisch betriebene Fahrzeuge verwendet werden. Je nach Technologie ersetzen diese zu einem gewissen vorgeschriebenen Anteil die ZEV-Fahrzeuge. Mittelfristig werden in Kraftfahrzeugen konventionelle Antriebe dominieren. Hierfür spricht der hohe Entwicklungsstand bei gutem Wirkungsgrad und kostengünstiger Herstellung. Welche der genannten Fahrzeugtypen welche Maximalmissionen erreichen dürfen, ist in Abbildung 60 dargestellt (HERGEMÖLLER 2004 [110]). Der Vorteil von Elektrofahrzeugen ist, dass diese lokal keine Lärm- und Abgasmissionen produzieren. Ebenso abgasfrei ist ein Brennstoffzellenfahrzeug mit Wasserstoffantrieb.

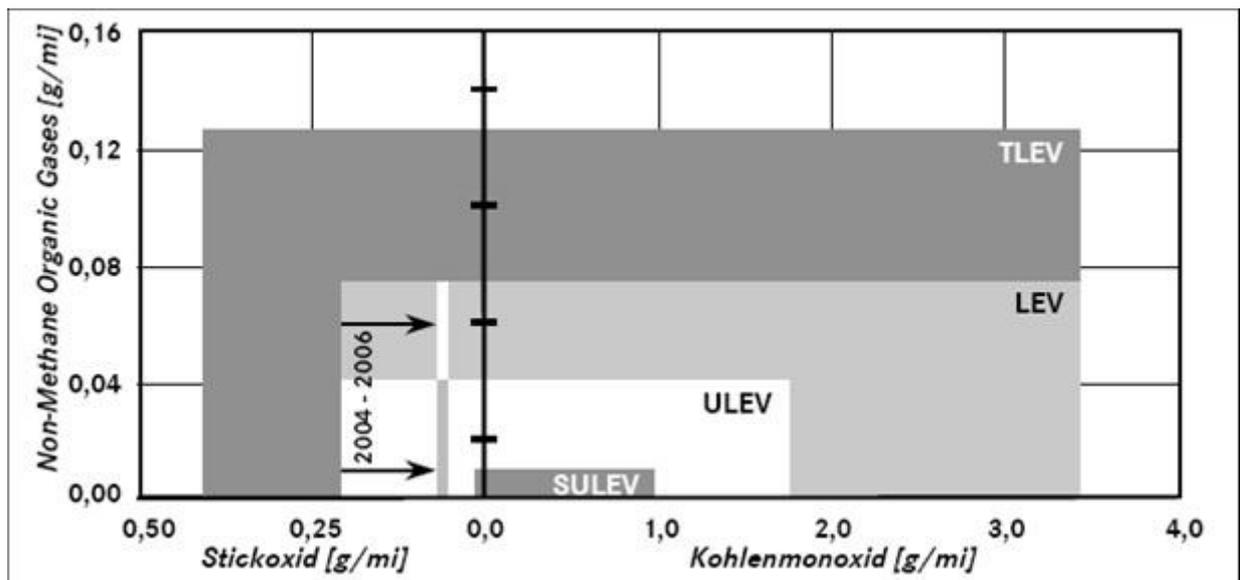


Abbildung 60: Emissionsgrenzwerte für Fahrzeuge in Kalifornien (CAR02 nach HERGEMÖLLER 2004 [110])

### 2.6.1.3 1-Liter Auto

In der 42. Hauptversammlung der Volkswagen AG in Hamburg, am 15. April 2002, wurde das 1-Liter Auto von VW präsentiert. Das Fahrzeug mit 6,3 kW bzw. 8,5 PS wiegt nur 290 kg und hat einen Kraftstoffverbrauch von etwa 0,99 l Diesel auf 100 km. Mit dem Tankinhalt von 6,5 l können in etwa 650 km ohne Tankstopp zurückgelegt werden (VW 2002 [221]). Etwas ungewöhnlich ist, dass das Fahrzeug über zwei hintereinander angeordnete Sitze verfügt.

### 2.6.1.4 1,5-Liter Auto

Die Loremo AG, mit Sitz in München, Deutschland, hat den Loremo LS entwickelt. Dieser verfügt über einen 15 kW 2-Zylinder-Turbo-Diesel Motor, welcher nur 1,5 l auf 100 km benötigt. Die Reichweite mit einem 20 l Tank beträgt rund 1.300 km bei einem Eigengewicht von ca. 450 kg (LOREMO AG 2006 [137]).

### 2.6.1.5 3-Liter Auto

Das so genannte „3-Liter Auto“ existierte bereits 1999 breitenwirksam mit dem VW Lupo „3L“, auf dem Markt. VW (2005 [223]) gibt einen kombinierten Kraftstoffverbrauch (inner- und außerorts zusammen) von 3,0 - 3,3 l/100 km an. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen betragen zwischen 81 bis 88 g/km. Bei einem Leergewicht von 854 kg (VW 2004 [222]). Als „3-Liter“ Autos werden generell PKW bezeichnet, welche nach EU-Richtlinie 93/116/EG<sup>43</sup> weniger als 90 g CO<sub>2</sub>/km ausstoßen (BUNDESMINISTERIUM DER FINANZEN DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND 2001 [32]).

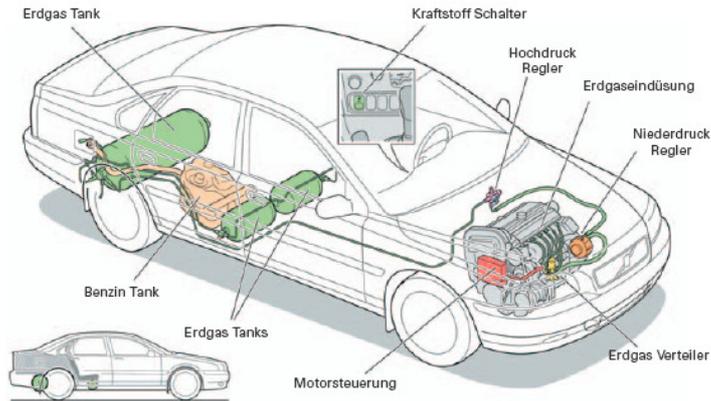
### 2.6.1.6 Flex-Fuel-Vehicles, Gas- und Hybridfahrzeuge

Flex-Fuel-Vehicles (FFV), Gas- und Hybridfahrzeuge werden in der Zwischenzeit von fast allen großen Autoherstellern angeboten. FFV werden mit E85 (= 85 % (Bio)Ethanol und 15 % Benzin) betrieben und als so genannte Bi-Fuel-Fahrzeuge bezeichnet. Fiat hat den Multipla Multi-Eco, ein Tri-Fuel Fahrzeug, auf dem Internationalen Automobilsalon in Paris 2006 vorgestellt. Dieses Fahrzeug kann neben Benzin und (Bio)ethanol auch mit (Erd)gas betrieben werden (FIAT 2006 [81]). Volvo plant für 2010 das Modell V70 als „Multi-Fuel“ auszurüsten. Das Fahrzeug kann mit Benzin, Bioethanol, Erdgas, Biomethan und mit einem Wasserstoff-Methan-Gemisch mit der Bezeichnung Hytan betrieben werden.

Gasfahrzeuge, exemplarisch abgebildet in Abbildung 61, lassen sich in mono- und bivalent unterteilen. Mono- bzw. bivalent bedeutet, dass ein Fahrzeug entweder mit oder ohne einen zweiten Kraftstofftank, welcher meist fossilen Kraftstoff beherbergt, ausgestattet ist. Unterschiedlich ist meist die Speichermenge und damit einhergehend die Reichweite. Das Hauptargument des verstärkten Einsatzes der Erdgasfahrzeuge (= CNG-Fahrzeuge) ist die deutlichen Emissionseinsparungen von NMHC, NO<sub>x</sub>, etc. gegenüber vergleichbaren Otto- und Dieselfahrzeugen mit Abgasstandard EURO4 und Partikelfilter (nur Diesel) (Tabelle 20). Diese klimarelevanten Emissionen reduzieren sich beim Einsatz von Biomethan (= gereinigtes und auf Erdgasqualität veredeltes Biogas) noch weiter. Das Abgas enthält ca. 95 % weniger Stickoxide, rund 80 % weniger Kohlenwasserstoffe und weder Russ noch Partikel (KOCHENDÖRFER ET AL. 2003 [123]).

---

<sup>43</sup> Richtlinie 93/116/EG der Kommission vom 17. Dezember 1993 zur Anpassung der Richtlinie 80/1268/EWG des Rates über den Kraftstoffverbrauch von Kraftfahrzeugen an den technischen Fortschritt.



**Abbildung 61:** Bivalentes Antriebssystem eines modernen Fahrzeuges (OMV 2007 [151])

**Tabelle 20:** Vorteile von CNG gegenüber Diesel und Benzin (OMV 2007 [151])

Vorteile von CNG* gegenüber Diesel bei EURO4 mit Partikelfilter	Vorteile von CNG* gegenüber Benzin bei EURO4
bis zu 15 % weniger Kohlendioxid CO <sub>2</sub>	bis zu 80 % weniger Kohlenmonoxid (CO)
bis zu 60 % weniger Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffe (NMHC)	bis zu 20 % weniger Kohlendioxid
bis zu 90 % weniger Stickstoffoxide (NO <sub>x</sub> )	bis zu 80 % weniger Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffe (NMHC)
bis zu 80 % weniger Ozonbildungspotential	bis zu 20 % geringeres Treibhauspotenzial
praktisch keine Partikelemissionen	bis zu 40 % weniger Ozonbildungspotenzial
keine Verdampfungsverluste und Geruchsbelästigung beim Tanken	

\* Potenzial bei optimierten Erdgas-Motoren

### 2.6.1.7 Fuel Economy Maßnahmen

Fuel Economy, also Kraftstoffeinsparung, ist eine wichtige Maßnahme im heutigen Kraftfahrwesen geworden. Diese kann entweder technisch, z.B. durch Erhöhung des Wirkungsgrades, Gewichtsreduktion, etc., aber auch durch den Benutzer, z.B. korrekter Reifendruck, Routenplanung, etc., umgesetzt werden. Einen Überblick und Vergleich verschiedener Fuel Economy Maßnahmen gibt hierzu Tabelle 21.

**Tabelle 21:** Bewertung von Fuel Economy Maßnahmen (SCHÖPF 2007 [177])

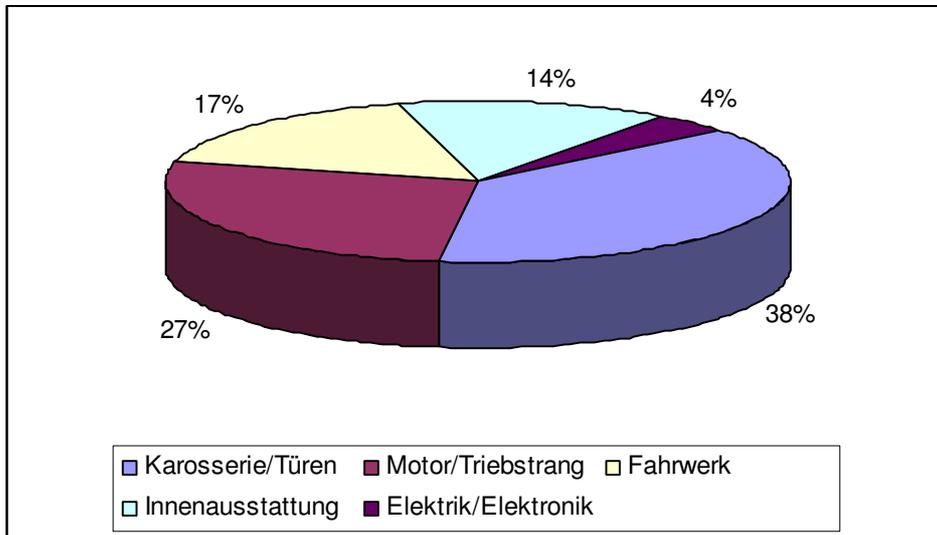
<b>kleinerer Motor (Otto)</b>	
Vorteil	Nachteil
Verbrauchsreduktion	Performanceeinbußen
Kostenreduktion für den Kunden	Verlust von "Status"
<b>Diesel statt Benzin</b>	
Vorteil	Nachteil
hohe Verbrauchsreduktion	Image- und Akzeptanzproblem in den USA und Japan
Performanceneutral	höhere Anschaffungskosten
<b>Hybrid</b>	
Vorteil	
sehr hohe Verbrauchsreduktion	Performanceverbesserung
Betriebskostenreduktion	Image- und Statuszugewinn
Nachteil	
höhere Anschaffungskosten	
<b>kleineres Auto</b>	
Vorteil	Nachteil
Verbrauchsreduktion	Nutzraumverringering
Kostenreduktion für den Kunden	Verlust von Status
<b>"Exoten": CNG, Batteriefahrzeug</b>	
Vorteil	Nachteil
maximale Verbrauchsreduktion	eingeschränkte Alltagstauglichkeit
teilweise förderungsfähig	Infrastrukturproblematik

Innovative Werkstoffkonzepte, z.B. Leichtmetalle, faserverstärkte Kunststoffe und Materialmischkonzepte, könnten eine Gewichtsreduktion von ca. 17 % ermöglichen. Dass dies als realistisch anzusehen ist, ist die Tatsache, dass im Hubschraubersektor Faserverbundwerkstoffe Stahl aus den Rotorblättern, Titan aus den Rotorköpfen und Aluminium aus den Sicherheitszellen verdrängt. Der Einsatz von Verbundwerkstoffen bringt nicht nur Gewichtsreduktion sondern auch Kostenvorteile. Besonders bei kleiner Stückzahl (< 30.000 Einheiten/a) infolge geringerer Investitionskosten (KOCHENDÖRFER ET AL. 2003 [123]). Gerade das Gewicht - kleineres Fahrzeug, Leichtbauweise oder „SUV“ - hat große Auswirkungen. 100 kg höheres Gewicht bedeuten:

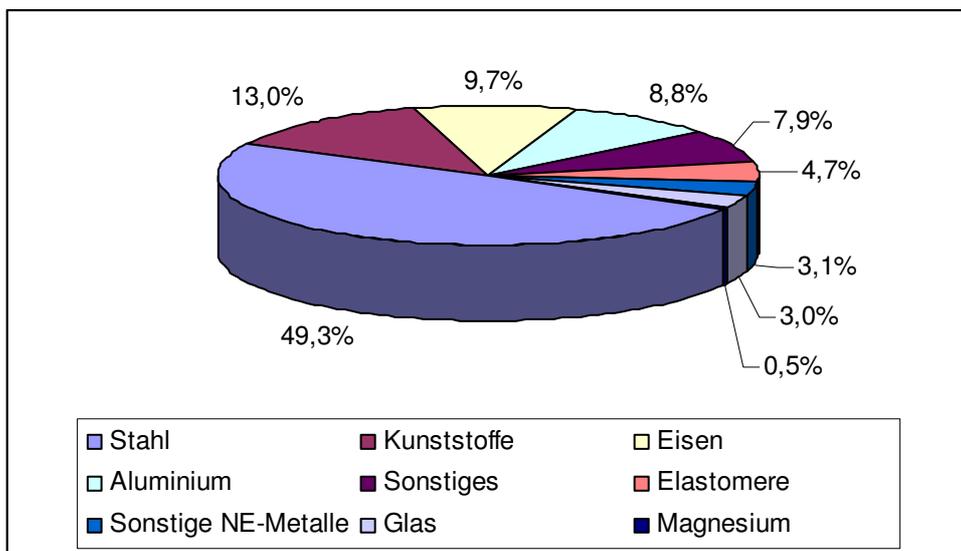
- 5 % geringere Beschleunigung von 0 auf 100 km/h,
- 5 % geringere max. Querschleunigung bei Kreisfahrten,
- 4 % geringere Giergeschwindigkeit bei Slalomfahrt,
- 5 % erhöhter Bremsweg,
- 0,3 l / 100 km erhöhter Kraftstoffverbrauch bei Otto- bzw.
- 0,2 l / 100 km bei Dieselmotoren und
- 100 kg weniger Zuladung.

Die Gewichtsverteilung in einem Mittelklassefahrzeug (ca. 1.450 kg) sieht beispielhaft wie folgt aus: Karosserie und Türen 557 kg (38 %), Motor und Triebstrang 392 kg (27 %), Fahrwerk 245 kg (17 %), Innenausstattung 197 kg (14 %) und „Boardelektrik und -elektronik“ 53 kg (4 %), wiedergegeben in Abbildung 62. Heutige Fahrzeuge bestehen fast zu 50 % (46,3 %) aus Stahl, und nur zu 13 % aus Kunststoffen (Abbildung 63). Aber auch aktiver und passiver Fußgängerschutz führt zu einem höheren Gewicht, ebenso größere

Reifen, Nachtsichtsysteme, Direkteinspritzung, Geräuschreduzierungs- und Partikelfilteranlagen. Dem gegenüber steht das „Decontenting“ bzw. „Downsizing“. Dies bedeutet nicht nur eine Gewichtsreduktion, sondern auch eine Reduktion von Ausstattung, Komfort und passive Sicherheit, Verringerung der installierten Leistung und Drehmoment, sowie Beschränkung der Fahrleistung und der Höchstgeschwindigkeit (SCHÖPF 2007 [177]).



**Abbildung 62:** Gewichtsverteilung in einem Mittelklassefahrzeug (eigene Darstellung, Daten: SCHÖPF 2007 [177])



**Abbildung 63:** Materialverteilung in einem Mittelklassefahrzeug (in Gewichts-%) (eigene Darstellung, Daten: SCHÖPF 2007 [177])

Der zukünftige Energie- und Kraftstoffverbrauch wird nicht nur durch Gewichtsreduktion und Erhöhung der passiven Sicherheit bestimmt werden, sondern auch durch eine große Anzahl von Innovationen im bzw. am gesamten Fahrzeug. Nach SCHÖPF (2007 [177]) sind folgende Innovationen, in Tabelle 22 dargestellt, in der Automobilindustrie zukünftig zu erwarten.

**Tabelle 22:** Zukünftig zu erwartende Innovationen der Automobilindustrie (SCHÖPF 2007 [177])

Bereich	Aktivität
Motor	Benzin-Direkteinspritzung
	Diesel-Hochdruckeinspritzung
	Variable Ventilsteuerung
	Brennraumgeometrie
	Reibungsreduzierung
	Luftführung und Aufladung
Getriebe	Reibungsreduzierung
	Übersetzungsverhältnis
Energiemanagement	Hybridisierung
	Thermomanagement
Rollwiderstand	Rollwiderstandsoptimierte Reifen
Aerodynamik	Design
	Strömungsmanagement
Gewichtsreduktion	Hochfeste Stähle
	Aluminium
	Kunststoffe
Fahrerinformationssysteme	Schaltpunktanzeige
	Verbrauchs-/Effizienzanzeige

Ist eine Kraftstoffreduktion durch den Einsatz von gasförmigen Kraftstoffen möglich? Tanksysteme für flüssige Kraftstoffe erfüllen hohe Anforderungen. Dies sind z.B. eine sichere Lebensdauer von 15 Jahren, geringe Leckverluste bzw. Selbstentladungen, kurze Ladezeiten, ausreichend hohe Entnahmeraten und hohe mechanische und thermische Stabilität. Der größte Nachteil von gasförmigen Kraftstoffen, unter Normalbedingungen, ist der um den Faktor 800 - 1000 größere Volumenbedarf bei gleichem Energieinhalt im Vergleich zu flüssigen Kraftstoffen. Eine Reduktion dieses Nachteils ist über Verflüssigung bzw. Verdichtung möglich. Bei einem Systemdruck von 300 bar und 220 l Speicherinhalt ergeben sich folgende Gewichte von Tanks inklusive Eigengewicht: Stahltank ca. 209 – 255 kg; Stahl-Liner-Tank mit Glasfaserumwicklung ca. 190 kg und ein Aluminium-Liner-Tank mit Glasfaserumwicklung ca. 150 kg (KOCHENDÖRFER ET AL. 2003 [123]).

## 2.6.2 Benutzerbezogene Reduktionspotenziale - Mobilitätsmanagement

Mobilität ist ein wichtiger Faktor in unserer Gesellschaft. Dass jeder Einzelne in diesem Bereich sehr viel tun kann, beweisen „Sprintsparinitiativen“, und Aktionen zum „gemeinsamen Fahren“.

### 2.6.2.1 Kraftstoffsparendes Fahrverhalten

Im Rahmen des Klimaschutzprogramms „klima:aktiv“ des österreichischen Lebensministeriums wurde eine „Sprintspar“-Initiative ins Leben gerufen. Ziel dieser Initiative ist es, zu zeigen, dass durch einen energieeffizienten Fahrstil der Kraftstoffverbrauch um 5 - 15 % reduziert werden kann. Ohne „spürbaren“ Zeitverlust auf derselben Strecke. Es werden in diesem Zusammenhang Trainings zum spritsparenden Fahren und der Fahrlehrerzertifizierung angeboten. Weiters wird auch ein „Sprintsparwettbewerb“ abgehalten, bei dem derjenige Sieger ist, der eine vorgegebene Strecke mit dem geringsten Kraftstoff-

verbrauch in der kürzesten Zeit zurücklegt. Ebenso werden Informationen über alternative Antriebe, Tipps zum Kauf von verbrauchsarmen Kfz (z.B. unter [www.autoverbrauch.at](http://www.autoverbrauch.at)) und vieles mehr gegeben. Wie stark der Kraftstoffverbrauch und die Durchschnittsgeschwindigkeit zusammenhängen, illustriert Abbildung 64. So kann ein Verbrauch von 40 - 50 l auf 100 km beim „Schrittfahren“ in einem Verkehrsstau erreicht werden (GRUDEN 2007a [102]). Durch eine effiziente Vermeidung von Verkehrsstau, durch den Einsatz von IKT (Informations- und Telekommunikationstechnik), wäre eine Kraftstoffersparnis von bis zu 50 % in der gesamten EU möglich (EUROPÄISCHE KOMMISSION (2006d [76])).

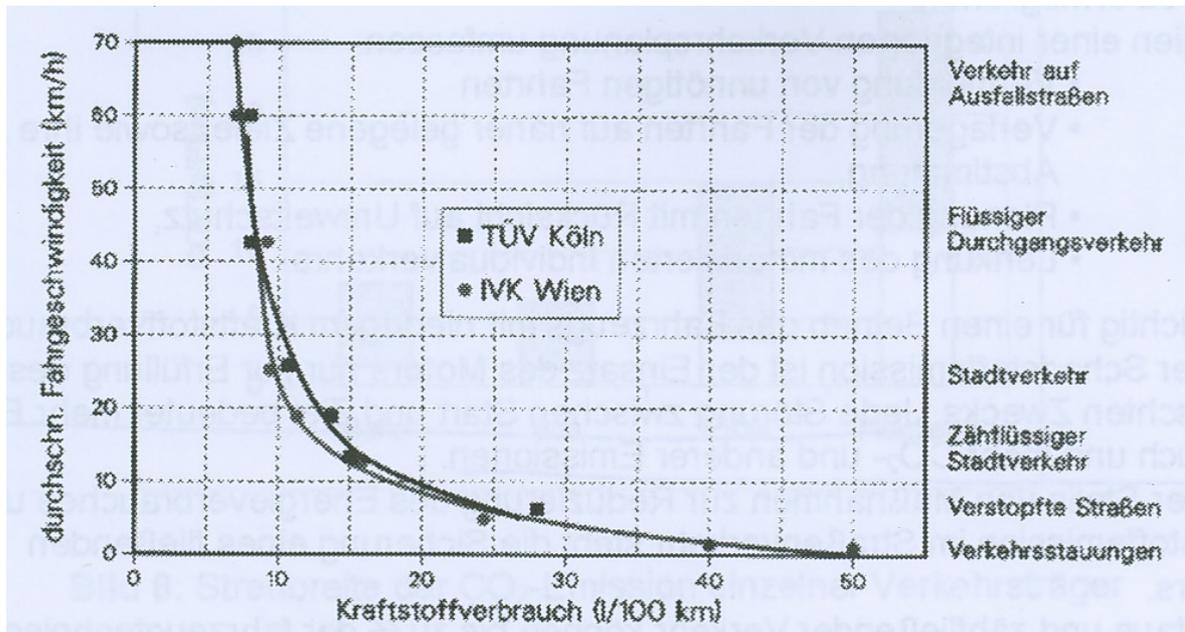


Abbildung 64: Kraftstoffverbrauch und Durchschnittsgeschwindigkeit (GRUDEN 2007a [102])

## 2.7 Flächenverteilung und Bevölkerungsentwicklung

Dieses Kapitel beschreibt die Flächennutzung in Österreich. Zuerst werden die Verteilungen der Agrar- und Forstflächen erläutert, danach folgt eine Beschreibung des Viehbestandes und der Mengen an biogenen Abfällen. Abschließend werden die Forstflächen kurz beschrieben.

### 2.7.1 Entwicklung der österreichischen Agrar- und Forstflächen

In Österreich betrug 1961 die landwirtschaftliche Fläche insgesamt 4,05 Mio. ha und die forstwirtschaftlicher Fläche 3,142 Mio. ha (100 %). Die landwirtschaftliche Fläche wurde bis 2005 auf 3,263 Mio. ha reduziert. Dies entspricht einem Anteil von 80,57 % der Fläche von 1961. Die forstwirtschaftliche Fläche hingegen vergrößerte sich auf 3,202 Mio. ha, dies entspricht einem Flächenzuwachs von 1,91 % bezogen auf 1961 (FAO 2007 [88]).

Im Zeitraum von 1981 nahm das Ackerland von etwa 1,481 Mio. ha (= 100 %) bis ins Jahr 2006 auf 92,97 % (~ 1,377 Mio. ha) ab. Das Grünland verringerte sich noch mehr. So betrug dieses 1981 rund 2,107 Mio. ha (= 100 %), und 2006 nur mehr 86,87 % (~ 1,830 Mio. ha). Die Almen, welche flächenmäßig zum Grünland gezählt werden, nahmen hingegen von 1981 von 0,806 Mio. ha (= 100 %) bis ins Jahr 1996 kontinuierlich zu, auf 106,30 % (~ 0,857 Mio. ha). Seit 2006 folgt wieder ein Rückgang auf 90,73 % (~ 0,731 Mio. ha). Dies bedeutet einen Verlust an Almfläche von etwa 74.401 ha von 1981 bis 2006 (BUNDESANSTALT FÜR AGRARWIRTSCHAFT 2007a - AWI [25]).

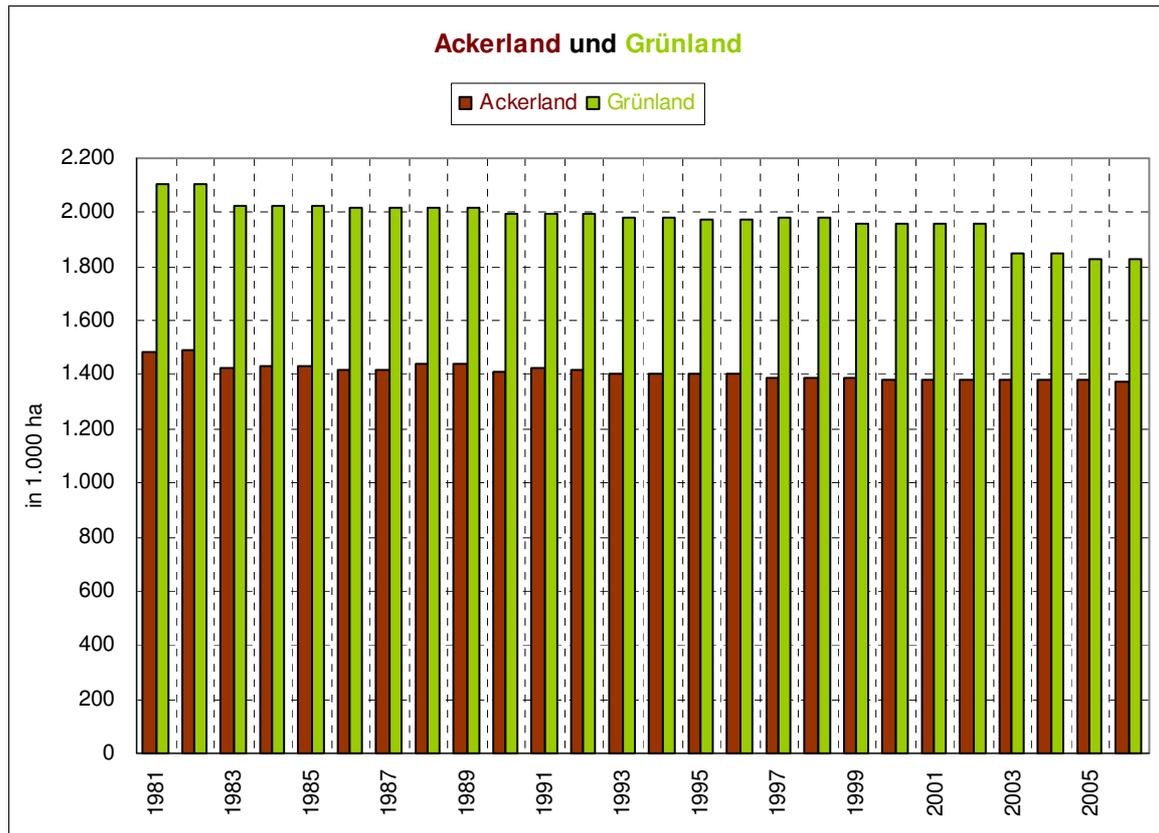


Abbildung 65: Entwicklung des Acker- und Grünlandes (AWI 2007a [25])

### 2.7.2 Aktuelle Agrarflächennutzung

Gemäß Grünem Bericht 2006 des BMLFUW (2006a [36]), dargestellt in Abbildung 66, ergibt sich die österreichische Flächennutzung wie folgt:

- Landwirtschaftlich genutzte Fläche: 3.258.708 ha
- Forstwirtschaftlich genutzte Fläche<sup>44</sup>: 3.202.456 ha
- Sonstige land- und forstwirtschaftliche Flächen: 959.134 ha.

Daraus ergeben sich eine land- und forstwirtschaftlich genutzte Fläche von 6.461.164 ha und eine land- und forstwirtschaftliche Gesamtfläche von 7.420.298 ha, bei einer Gesamtfläche Österreichs von 8.387.113 ha (STATISTIK AUSTRIA 2006d [192]). Das bedeutet, dass land- und forstwirtschaftliche Fläche im Jahr 2003 annähernd gleich in Österreich verteilt waren. Landwirtschaftlich genutzt waren daher 38,85 % und forstwirtschaftlich genutzt 38,18 % der österreichischen Gesamtfläche. Die landwirtschaftliche Flächennutzung betrug 2003 ca. 42,22 % (1.375.823 ha) an Ackerland<sup>45</sup> und die Dauergrünlandnutzung 1.810.388 ha (55,56 %). Der „Rest“ von insgesamt 2,22 % ist aufgeteilt in: Weingärten 1,46 % (47.572 ha), Obstanlagen 0,50 % (16.305 ha), Hausgärten 0,20 % (6.657 ha),

<sup>44</sup> Die Waldfläche in Österreich wiederum liegt gemäß österreichischer Waldinventur (ÖWI) 2000 - 2002 jedoch bei 3.960.000 ha. Der jährliche Flächenzuwachs liegt zurzeit bei etwa 5.100 ha pro Jahr. Ergebnisse der ÖWI online unter: [web.bfw.ac.at/i7/oewi.oewi0002](http://web.bfw.ac.at/i7/oewi.oewi0002) (Stand 25.02.2007).

<sup>45</sup> Diese Daten der Ackerlandnutzung beziehen sich, nach dem Grünen Bericht 2006, auf das Jahr 2003 (BMLFUW 2006a [36]).

Reb- und Baumschulen 0,05 % (1.603 ha) und Forstbaumschulen 0,01 % (360 ha) (Abbildung 67). Die sonstig genutzten Flächen von gesamt 959.134 ha sind in Abbildung 70 detailliert dargestellt (BMLFUW 2006a [36]).

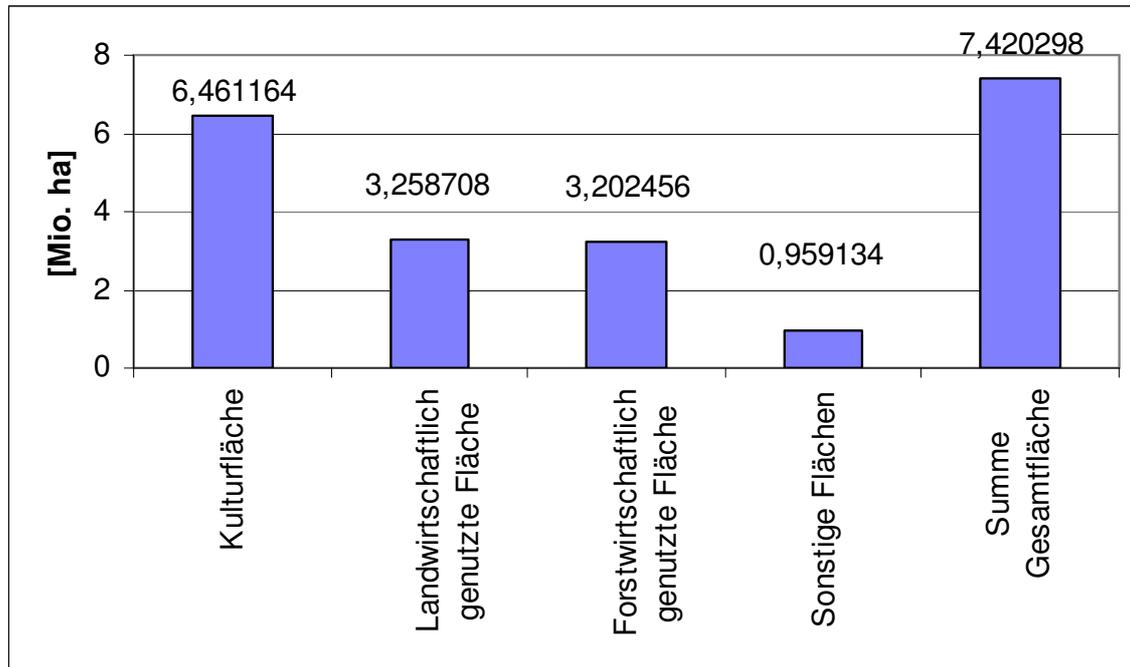


Abbildung 66: Flächenverteilung 2003 Gesamt (eigene Darstellung, Daten: BMLFUW 2006a [36])

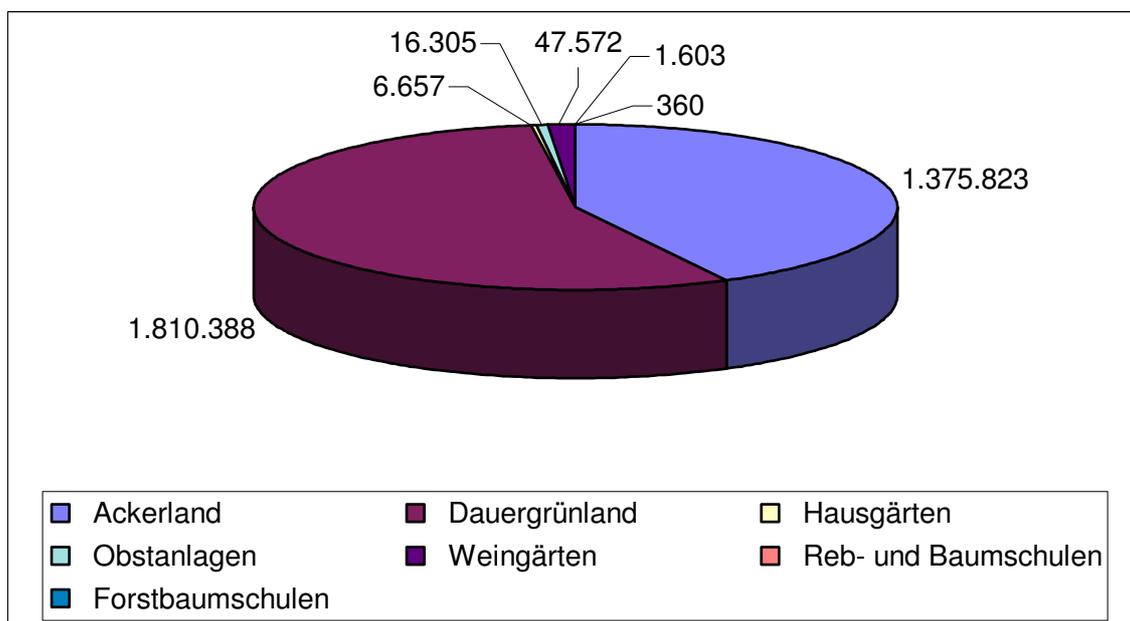
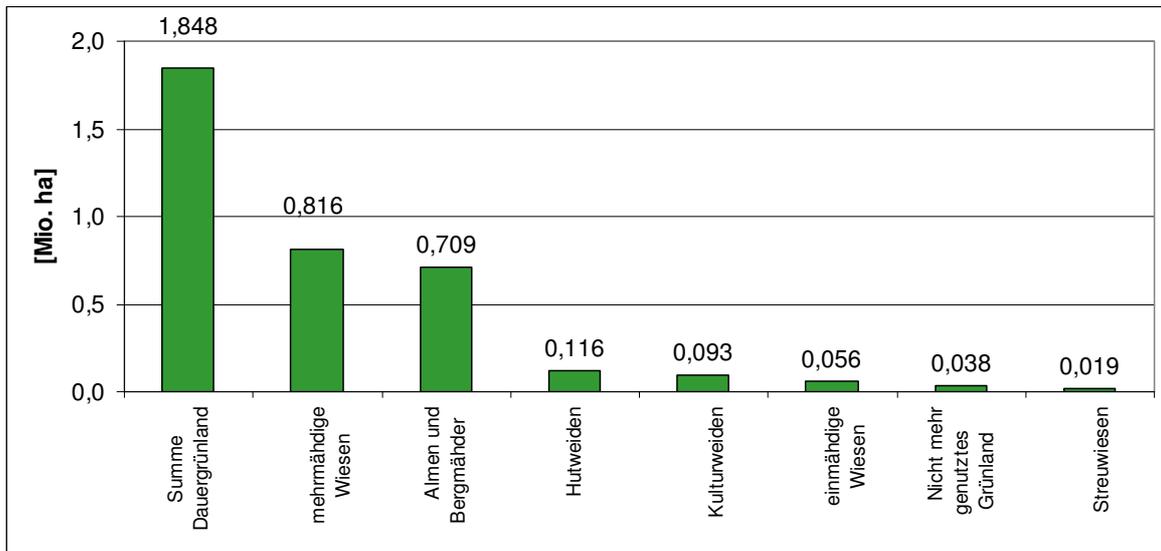


Abbildung 67: Landwirtschaftliche Flächennutzung 2003 [ha] (eigene Darstellung, Daten: BMLFUW 2006a [36])

Im Jahr 2003 betrug, wie erwähnt, die gesamte Fläche des Dauergrünlandes 1.810.387 ha (Abbildung 68). Davon betrug das normalertragsfähige Grünland (Wirtschaftsgrünland) 909.407 ha, welches sich in 815.945 ha für mehrmädische Wiesen und in 93.462 ha für Kulturweiden untergliedern lässt. Extensives Grünland war auf einer Fläche von 900.980 ha. Davon Almen und Bergmähder (709.479 ha), Hutweiden (116.362 ha),

einmähdige Wiesen (55.659 ha) und Streuwiesen (19.480 ha). Die Fläche von nicht mehr genutztem Grünland betrug 37.715 ha (BMLFUW 2006a [36]).



**Abbildung 68:** Dauergrünlandnutzung 2003 (eigene Darstellung, Daten: BMLFUW 2006a [36])

In der Ackerlandnutzung<sup>46</sup> (Abbildung 69) dominiert der Getreideanbau mit 57,67 % der Flächeninanspruchnahme. Es folgen der Feldfutterbau (17,56 %), Ölf Früchte (8,12 %), Bracheflächen (6,90 %), Hackfrüchte (4,87 %), Körnerleguminosen (3,11 %) und sonstige Ackerfrüchte (1,77 %). Weiters befinden sich in Österreich 6.453 ha so genannter GLÖZ-Flächen<sup>47</sup>. Die sonstig genutzten Flächen von gesamt 959.134 ha sind in Abbildung 70 detailliert dargestellt (BMLFUW 2006a [36]).

46 Diese Daten der Ackerlandnutzung beziehen sich nach dem Grünen Bericht 2006 auf das Jahr 2005 (BMLFUW 2006a [36]).

47 GLÖZ-Flächen sind Flächen, die nicht mehr für die Erzeugung genutzt werden, aber in gutem landwirtschaftlichem und ökologischem Zustand (GLÖZ) zu halten sind. In Österreich ist dies mit der INVEKOS-Umsetzungs-Verordnung 2005, BGBl. II Nr. 474 i. d. F. BGBl. II Nr. 457/2005 (§ 5) geregelt (BMLFUW 2006a [36]).

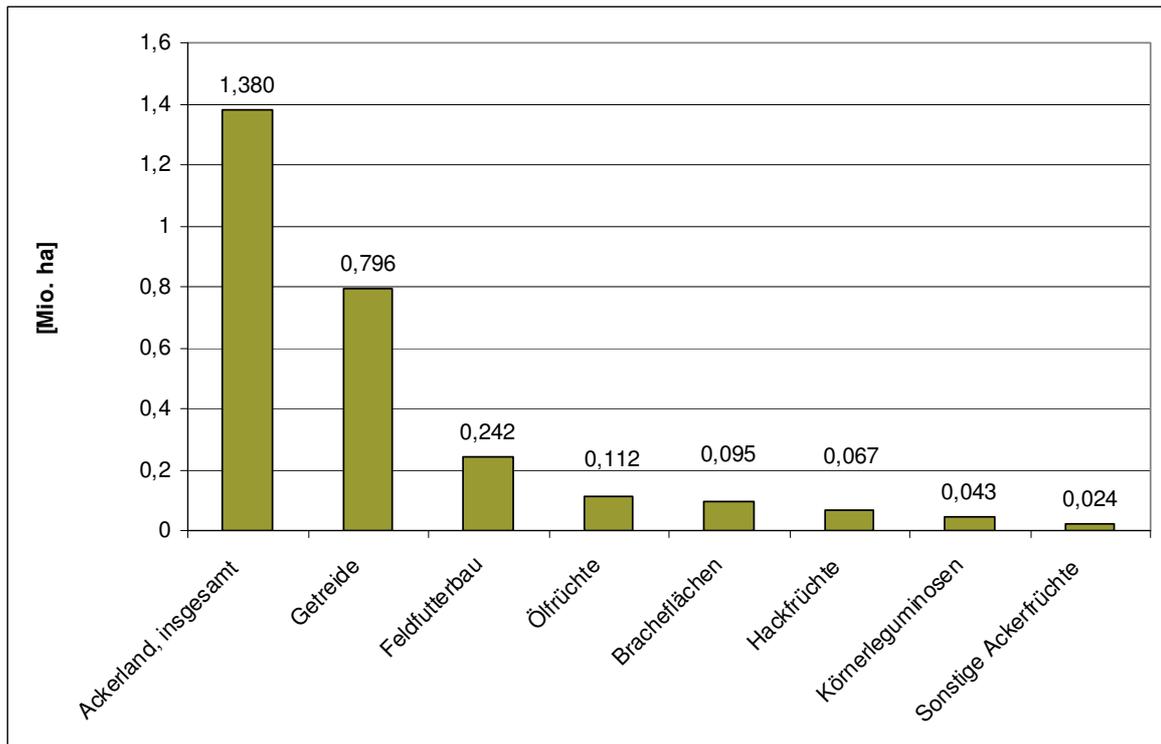


Abbildung 69: Ackerlandnutzung 2005 (eigene Darstellung, Daten: BMLFUW 2006a [36])

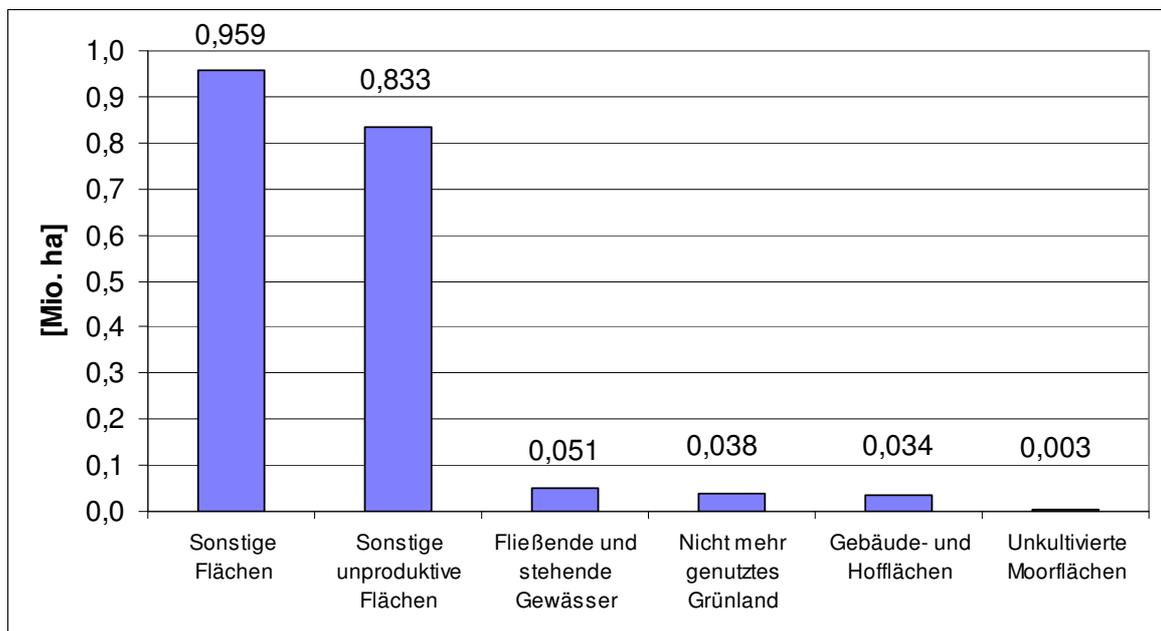
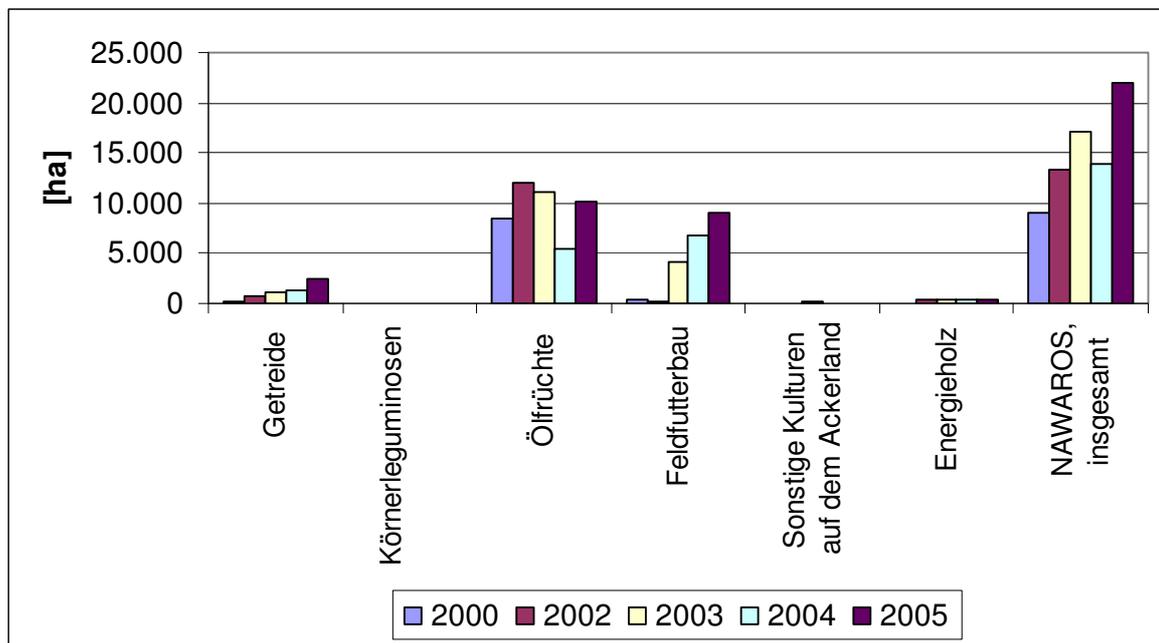


Abbildung 70: Sonstig genutzte Flächen 2003 (eigene Darstellung, Daten: BMLFUW 2006a [36])

### 2.7.2.1 Nachwachsende Rohstoffe

Im Jahr 2005 wurden in Österreich auf 21.963,83 ha Nachwachsende Rohstoffe kultiviert. Diese müssen als sogenannten „Non-Food-Flächen“ ausgewiesen werden (BMLFUW 2006a [36]). Den flächenmäßig größten Anteil mit 46,29 % (10.166,38 ha) nehmen die Ölfrüchte ein, gefolgt von 41,38 % (9.089,09 ha) für Feldfrüchte. Getreide für die Energie-

produktion wurde auf 2.358,46 ha (10,74 %), Energieholz auf 342,19 ha (1,56 %) und Körnerleguminosen auf 1,43 ha (0,01 %) angebaut. Sonstige Kulturen auf dem Ackerland wurden auf 6,28 ha (0,03 %) kultiviert (Abbildung 71).



**Abbildung 71:** Entwicklung der Fläche für Nachwachsende Rohstoffe (eigene Darstellung, Daten: BMLFUW 2006a [36])

Die Bezeichnung „Non-Food-Fläche“ ist durch die Verordnung (EG) 2461/1999 „Nutzung stillgelegter Flächen für die Erzeugung von Ausgangserzeugnissen, die in der Gemeinschaft zur Herstellung von nicht unmittelbar zu Lebens- oder Futtermittelzwecken bestimmten Erzeugnissen“ geregelt. Ebenso durch die Verordnung der Kommission vom 19. November 1999 mit Durchführungsbestimmungen zur Verordnung (EG) Nr. 1251/1999 des Rates in Bezug auf die Nutzung stillgelegter Flächen für die Erzeugung von Ausgangserzeugnissen, die in der Gemeinschaft zur Herstellung von nicht unmittelbar zu Lebens- oder Futtermittelzwecken bestimmten Erzeugnissen dienen.

### 2.7.3 Aktuelle Forstflächennutzung

Der Grüne Bericht (BMLFUW 2006a [36]) weist für das Jahr 2003 die forstwirtschaftlich genutzte Fläche in Österreich mit 3.202.456 ha aus. Diese Fläche kann nach der Agrarstrukturhebung 2003 der STATISTIK AUSTRIA (2005a [187]) weiter aufgegliedert werden in

- Wald: 3.198.894 ha
- Energieholzfläche: 1.722 ha
- Christbaumkulturen: 1.644 ha
- Forstgärten: 196 ha

Die Waldfläche nimmt daher in Österreich 99,89 % der forstwirtschaftlich genutzten Fläche ein. Gemäß österreichischem Forstgesetz (BGBl. I Nr. 440/1975, zuletzt geändert durch BGBl. I Nr. 59/2002) kann die Energieholznutzung auch auf landwirtschaftlich genutzten Flächen stattfinden.

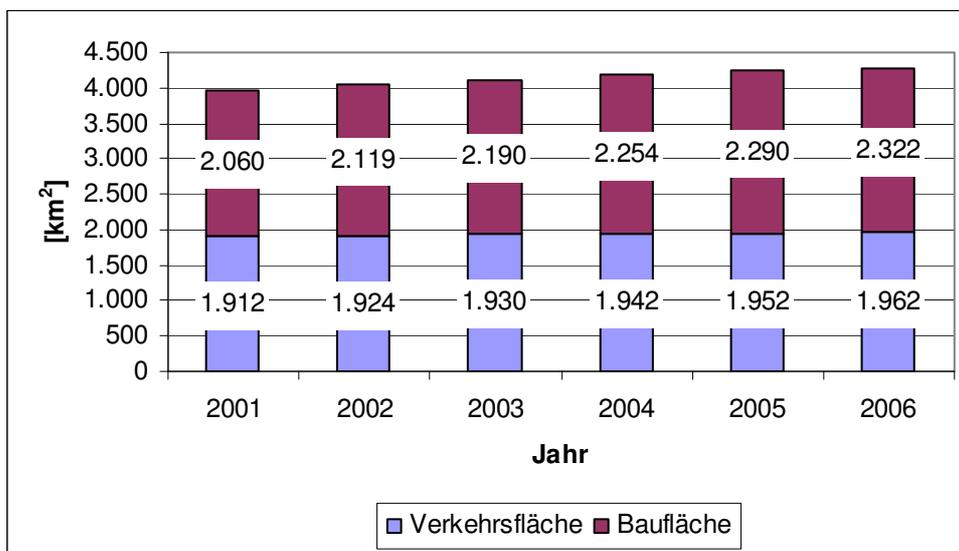
**2.7.4 Bau- und Verkehrsflächen**

Der Flächenverbrauch in Österreich durch Bau- und Verkehrsanlagen, wird auch als „10. Bundesland“ bezeichnet. Im Jahr 2006 betrug dieser Flächenverbrauch 4.284 km<sup>2</sup> (428.400 ha) (Tabelle 23) bei einer Gesamtfläche Österreichs von 8.387.113 ha (STATISTIK AUSTRIA 2006d [192]). Davon sind 1.962 km<sup>2</sup> (196.200 ha) Verkehrsfläche und 2.322 km<sup>2</sup> (232.200 ha) Baufläche. Das bedeutet, dass 5,11 % der österreichischen Staatsfläche Bau- (2,77 %) und Verkehrsflächen (2,34 %) sind.

In diesem Zusammenhang kann man auch von einer zeitlichen Zunahme der Bau- und Verkehrsfläche sprechen. So nahm die Bau- und Verkehrsfläche in den Jahren 2001 bis 2006 um 312 km<sup>2</sup> zu. Das bedeutet eine Zunahme dieser Fläche von etwa 17,1 ha/d (Abbildung 72) (UMWELTBUNDESAMT 2006c [213]). Diese Flächen, welche für Bau- und Verkehrsflächen verwendet werden, werden hauptsächlich den landwirtschaftlichen Flächen entzogen (WEBER 2007 [227]). In der zukünftigen Infrastrukturplanung muss auch ein ausgewogenes Konzept für die Planung der Flächennutzung berücksichtigt werden (EUROPÄISCHE KOMMISSION 2006e [77]). Denn pro Kopf entfallen in Österreich rund 300 m<sup>2</sup> auf Verkehrs- und nur etwa 30 m<sup>2</sup> auf Wohnflächen (SAMMER ET AL. 2006 [172]).

**Tabelle 23:** Bau- und Verkehrsflächen in Österreich (eigene Darstellung, Daten: UMWELTBUNDESAMT 2006c [213])

Bundesland	Bau- und Verkehrsfläche [km <sup>2</sup> ]				Zunahme 2001-2006		Zunahme pro Tag [ha/d]	
	2001	2004	2005	2006	absolut [km <sup>2</sup> ]	relativ [in % von 2001]	Trend 2001-2006	aktuelles Jahr 2005-2006
Burgenland	264	275	277	282	18,4	7%	1,0	1,3
Kärnten	361	377	380	383	21,5	6%	1,2	0,8
Niederösterreich	1.147	1.237	1.249	1.261	113,8	10%	6,2	3,3
Oberösterreich	711	745	753	761	49,4	7%	2,7	2,2
Salzburg	216	223	226	228	11,9	6%	0,7	0,6
Steiermark	694	750	759	766	71,3	10%	3,9	1,8
Tirol	270	279	284	288	17,4	6%	1,0	0,9
Vorarlberg	117	117	118	119	2,0	2%	0,1	0,2
Wien	191	194	197	197	6,4	3%	0,3	0,2
<b>Österreich</b>	<b>3.972</b>	<b>4.196</b>	<b>4.242</b>	<b>4.284</b>	<b>312,1</b>	<b>8%</b>	<b>17,1</b>	<b>11,5</b>



**Abbildung 72:** Entwicklung der Bau- und Verkehrsflächen in Österreich (eigene Darstellung, Daten: UMWELTBUNDESAMT 2006c [213])

## 2.7.5 Bevölkerungsentwicklung

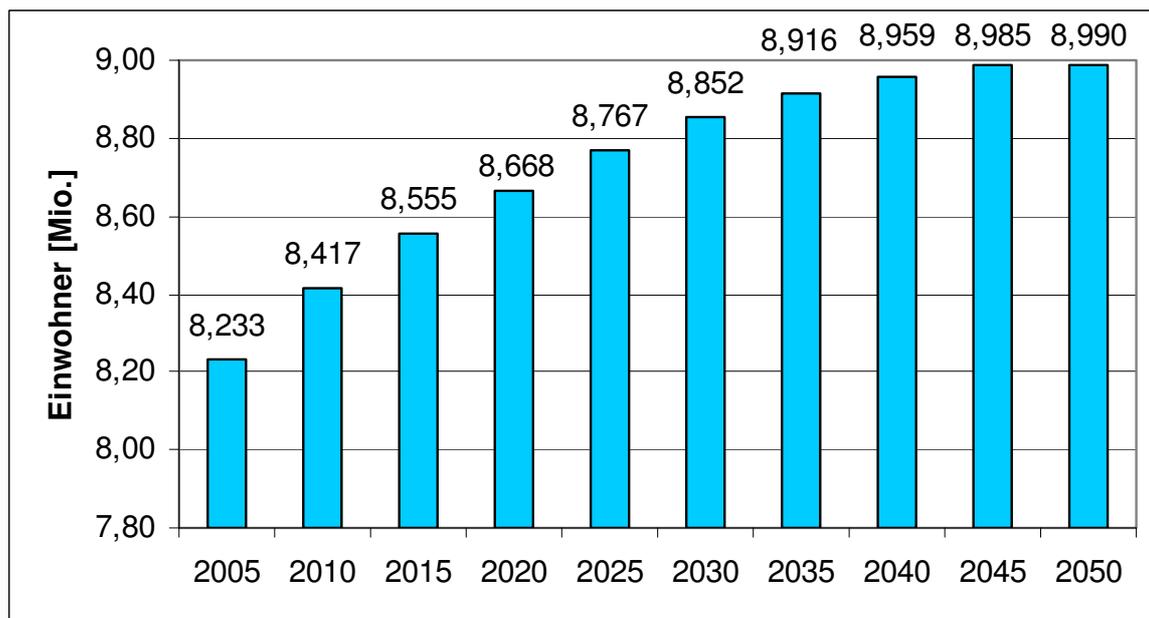
Die Bevölkerungszahl in Österreich erhöhte sich laufend. Lebten im Jahr 1870 rund 4,52 Mio. Menschen in Österreich, so waren dies 100 Jahre später (1970) 7,47 Mio.. Im Jahr 2005 schon 8,23 Mio. (STATISTIK AUSTRIA 2006d [192]).

## 2.8 Vorhandene Prognosen

In diesem Abschnitt werden einleitend Prognosen im Bereich Bevölkerungs- und Mobilitätsentwicklung beschrieben. Es folgen Prognosen der Verkehrs-, Emissionsentwicklung, sowie der Kraftstoffnachfrage und der Personenkilometerleistung.

### 2.8.1 Bevölkerungsentwicklung

Die STATISTIK AUSTRIA (2006d [192]) prognostizierte in der so genannten „mittleren Variante“ für Österreich für das Jahr 2020 insgesamt 8.667.985 Einwohner und im Jahr 2030 insgesamt 8.838.399 Einwohner. Bis ins Jahr 2050 wird weiters ein Anstieg der österreichischen Bevölkerung auf rund 9 Mio. Einwohner (8.989.784) vorausgeschätzt, abgebildet in Abbildung 73.



**Abbildung 73:** Entwicklung der Bevölkerung gesamt (Stand 2006) (STATISTIK AUSTRIA 2006d [192])

Diese Bevölkerungsprognose wurde von der STATISTIK AUSTRIA (2006d [192]) im Statistischen Jahrbuch 2007, gegenüber dem Statistischen Jahrbuch 2005 (STATISTIK AUSTRIA 2004 [186]) sehr stark nach oben revidiert. So waren im Jahr 2005 für das Jahr 2020 insgesamt 8.400.920 Einwohner und für das Jahr 2030 8.420.812 Einwohner prognostiziert worden. Für das Jahr 2050 wurde ein Rückgang auf 8.162.695 Einwohner in Österreich prognostiziert.

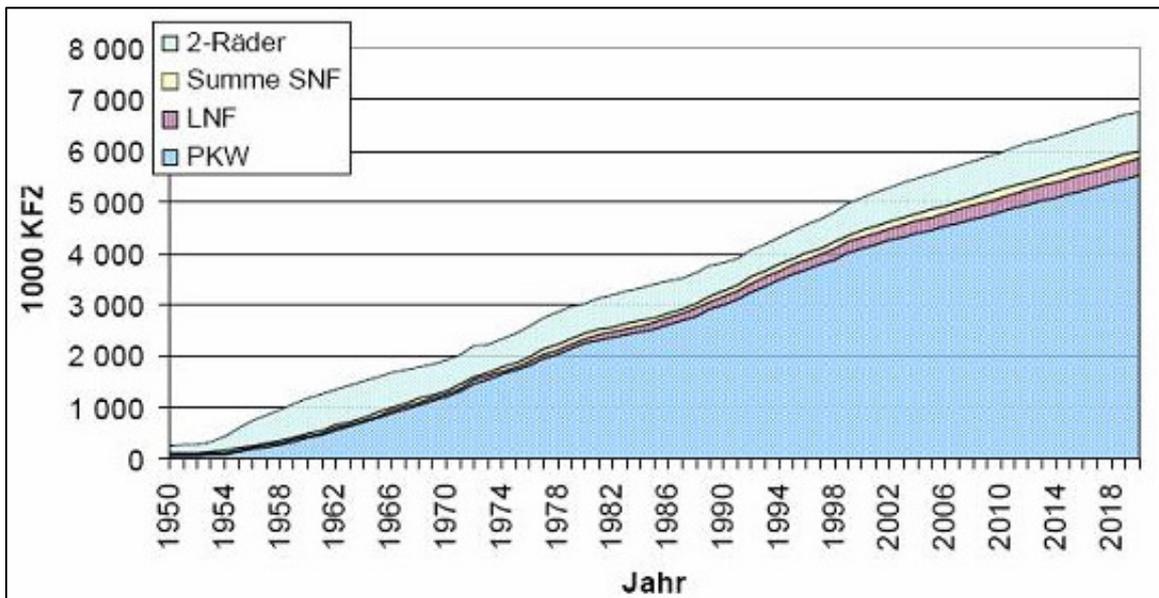
### 2.8.2 Mobilitätsentwicklung

Was versteht man unter dem Begriff Mobilität? SAMMER ET AL. (2000 [170]) charakterisierten unter anderem folgende Begriffe: Mobilitätsverhalten resultiert aus der Mobilitätsnachfrage und der Mobilitätschance unter Beeinflussung durch die Raumstruktur. Mobilitätsnachfrage beschreibt die Notwendigkeit, den Wunsch und das Ausmaß von Ortsveränderungen zur Ausübung bestimmter Aktivitäten an verschiedenen Orten. Sie stellt die tatsächlich realisierbare Nachfrage dar, die sich bei Vorhandensein optimaler Mobilitätschancen äußert. Die Mobilitätsnachfrage einer Person resultiert hauptsächlich aus der gesellschaftlichen Rolle und der Lebensphase. Mobilitätsbedarf aber stellt eine Wertung dar und beschreibt jene Mobilitätsnachfrage, welche als gesellschaftlich „notwendig“ im Sinne der Sicherstellung eines Mindestniveaus definiert wird. Die Entwicklung der Mobilität der Bevölkerung, ausgedrückt in Anzahl der Wege pro Person und Werktag, ist für die zukünftige Verkehrsentwicklung entscheidend (SAMMER ET AL. 2004 [171]). 1995 lag dieses Mobilitätsverhalten bei werktäglichem Personennormalverkehr für Österreich bei 3,0. Für mobile Personen bei 3,7 (BMVIT 2002 [39]).

Mobilität bedeutet also auch, wie „mobil“ ein Mensch ist. Daher kann auch ein Motorisierungsgrad als ein Maß für die Mobilität gesehen werden. Ein Motorisierungsgrad von 625 PKW/1.000 Einwohner und ein Sättigungsgrad der Kfz von 750 pro 1.000 Einwohner wird in der Studie des ehemaligen Bundesministeriums für Wissenschaft und Verkehr (BMV) (1999 [43]) für das Jahr 2015 für Österreich prognostiziert. Für 2020 wird im Referenzszenario von PISCHINGER ET AL. (1998 [153]) eine Motorisierung von 650 PKW/1.000 Einwohner und Kombi angegeben. Für 2010 wurde eine Motorisierung von 584 PKW/1.000 Einwohner errechnet. Zitiert wird das Verkehrsmodell AUTRAF, mit dem eine Motorisierung von 649 PKW/1.000 Einwohner für 2020 angenommen wurde. Für das Jahr 2010 wurde von HAUSBERGER ET AL. (1996 [107]) ein PKW-Bestand von 4.848.432 erwartet. Dies bedeutet eine mittlere Motorisierung von 589 PKW pro 1.000 Einwohner. Für 2020 wurde ein Motorisierungsgrad von 636 PKW/1.000 Einwohner geschätzt.

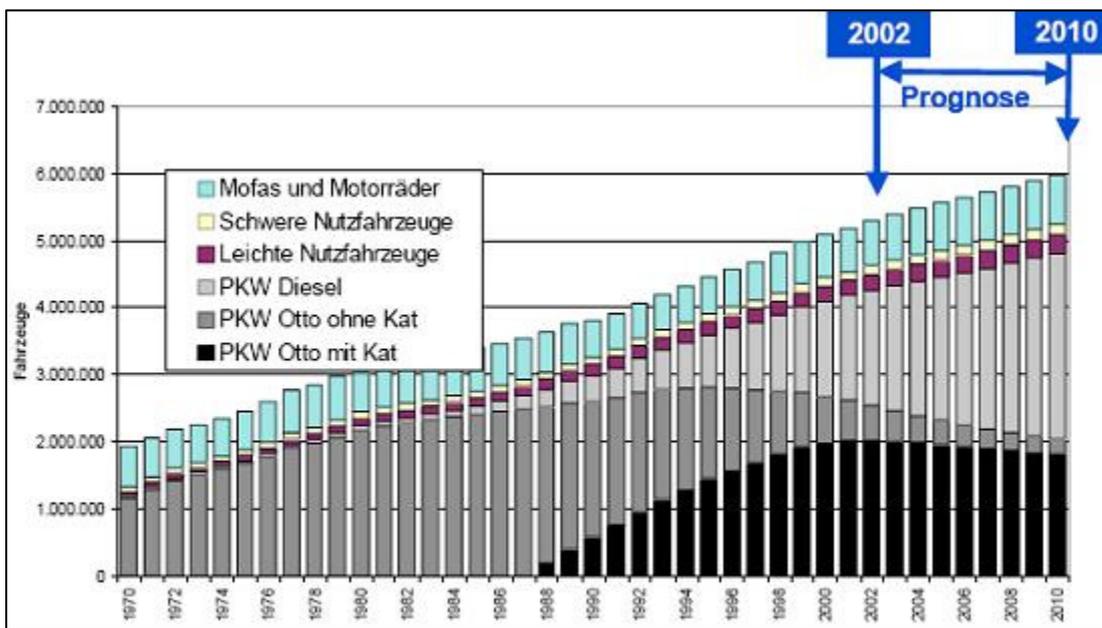
### 2.8.3 Kfz-Bestandsentwicklung

Der Hauptgrund für die steigende Mobilität, gut erkennbar im Anstieg des Kfz-Bestandes bzw. der Motorisierung, ist das steigende Einkommen. Jedoch führt der steigende Wohlstand auch dazu, dass die nachgefragten Güter über immer weitere Distanzen transportiert werden. HAUSBERGER (2003 [108]) prognostiziert in diesem Zusammenhang für 2020 einen Kfz-Bestand von ca. 6,8 Mio. Fahrzeugen in Österreich (Abbildung 74).



**Abbildung 74:** Entwicklung des Kfz-Bestandes 1950 - 2020 (Analyse und Prognose) (HAUSBERGER 2003 [108])

Das Umweltbundesamt prognostiziert für 2010 rund 6 Mio. Fahrzeuge gesamt (Abbildung 75). Ebenfalls wird prognostiziert, dass von den ca. 4,9 Mio. PKW im Jahr 2010 ca. 2,8 Mio. dieselbetrieben und ca. 2,1 Mio. benzinbetrieben sein werden. Weiters wird erwartet, dass der Anteil der Freigabe für Biodiesel für Neuzulassungen von 2001 von etwa 25 % bis 2010 auf etwa 50 % zunehmen wird. Daher wird für 2010 prognostiziert, dass 670.000 PKW biodieseltauglich sein werden (UMWELTBUNDESAMT 2003 [205]).



**Abbildung 75:** Fahrzeugentwicklung 1970 - 2010 (Analyse und Prognose) (UMWELTBUNDESAMT 2003 [205])

In einer Studie von SHELL (2003 [182]) werden zwei Szenarien - „One-World“ und „Kaleidoskop“ kreiert. Das Szenario „One-World“ bildet eine Weltwirtschaft nach US-amerikanischen Vorbild mit weltweiter Liberalisierung und amerikanischen Wertvorstellungen. Im Szenario „Kaleidoskop“ stellt die zunehmende Skepsis gegenüber der Liberalisierung und Globalisierung die wichtigste Einstellung dar. Im Szenario „One-

World“ werden also damit für das Jahr 2010 5,116 Mio. Kfz, und für 2020 5,870 Mio. Kfz vorausgesagt. Für das Szenario „Kaleidoskop“ für 2010 4,827 Mio. Kfz und für 2020 5,154 Mio. Kfz. Dies bedeutet einen PKW-Motorisierungsgrad für 2020 von 705 Kfz („One-World“) und für „Kaleidoskop“ von 620 Kfz je 1.000 Einwohner. Shell schätzt den Anteil der dieselbetriebenen Kfz für 2010 und für 2020 mit ca. 55 % ein.

#### 2.8.4 Alternative Kraftstoffsznarienentwicklung

Welche Kraftfahrzeuge bzw. Antriebssysteme werden zukünftig auf den Straßen unterwegs sein? Nach GRUDEN (2007b [103]) wäre es seit etwa 20 Jahren möglich, dem Otto-kraftstoff 20 % Wasserstoff beizumengen, ohne negative Auswirkungen für die Motoren-technologie. Eine mögliche Antwort zukünftiger Antriebstechnologien ist in Abbildung 76 enthalten. Ab dem Jahr 2015 ist nach dieser Prognose von SAMMER ET AL. (2004 [171]) mit einem Markteintritt von Zero-Emission-Fahrzeugen zu rechnen. Diese werden kontinuierlich ansteigen und im Jahr 2035 einen Anteil von etwa 10 % („Maßnahmenszenario“) bzw. 15 % („Trendszenario“) erreichen. Im „Trendszenario“ werden hierfür gezielt Förderungen eingesetzt. Der Anteil der Dieselfahrzeuge wird in diesem Szenario etwa zwei Drittel erreichen. Bei biogenen Kraftstoffen, primär Kraftstoffe für Dieselfahrzeuge, wird für 2035 ein Marktanteil von rund 5 % („Trendszenario“) bzw. 10 % („Maßnahmenszenario“) erwartet.

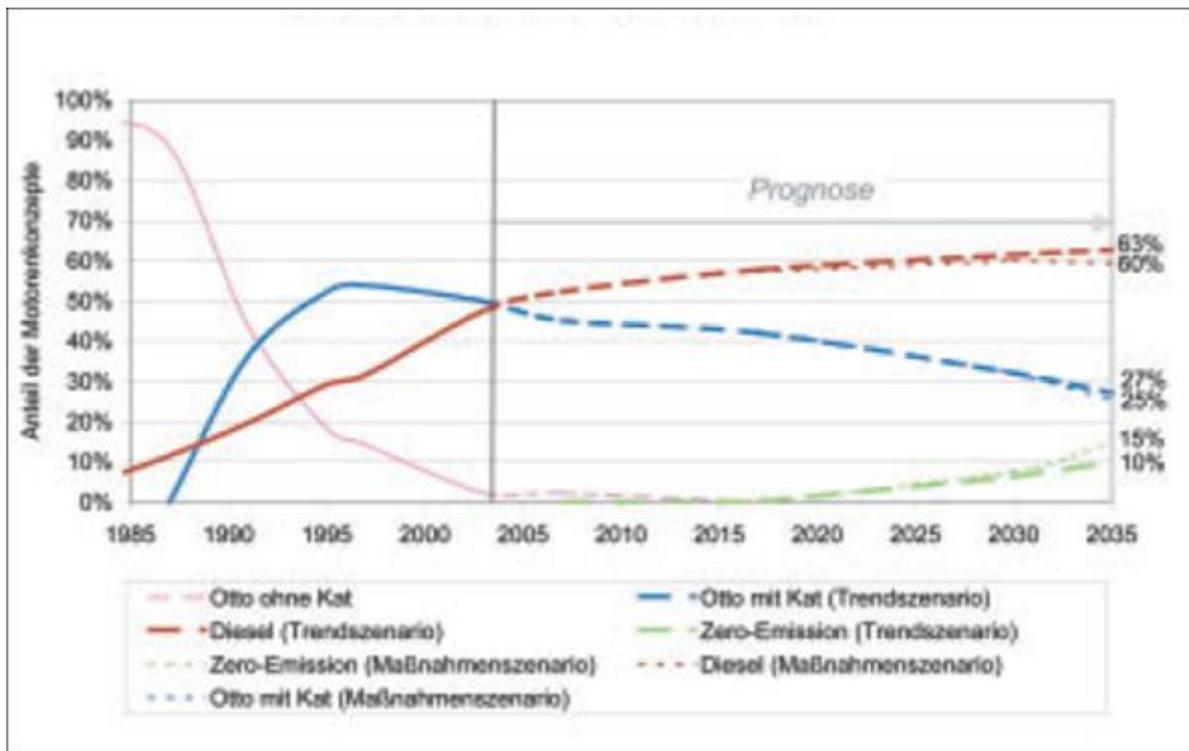


Abbildung 76: Anteile der PKW-Antriebstechnologien 1985 - 2035 (Analyse und Prognose) (SAMMER ET AL. 2004 [171])

### 2.8.5 Kraftstoffstrategien der Automobil- und Mineralölwirtschaft

Die Automobil- und Mineralölwirtschaft, sehen BtL, GtL bzw. CtL<sup>48</sup> als die Kraftstoffe der Zukunft (Abbildung 77). Ab etwa 2010 ist in dieser Studie mit einem steigenden Anteil von Wasserstoff zu rechnen. Nach dieser Einschätzung dominieren im Jahr 2030 noch immer die fossilen Kraftstoffe Benzin und Diesel. Der Anteil von „reinen“ Biokraftstoffen wird nur als gering eingeschätzt (DEMEL 2004 [47]). Wobei nach SCHMITZ (2008 [175]) die Biokraftstoffe der 2. Generation noch nicht marktreif sind, und die Biokraftstoffe der 1. Generation noch erhebliches Optimierungspotenzial aufweisen.

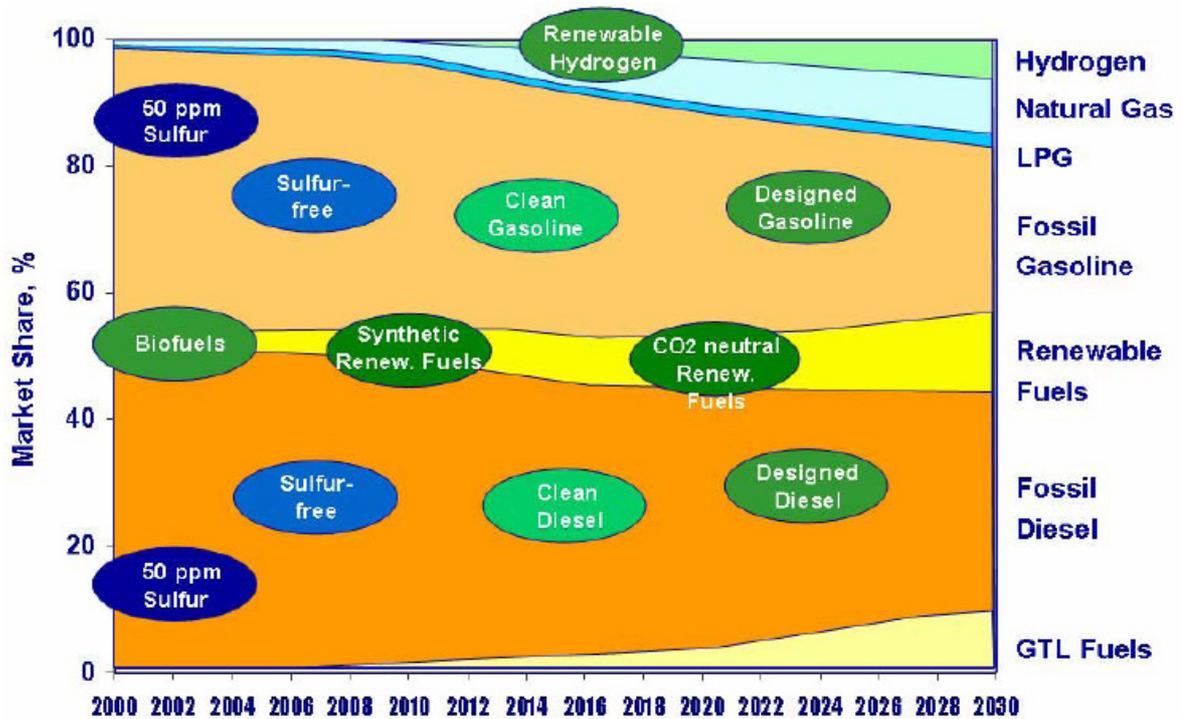


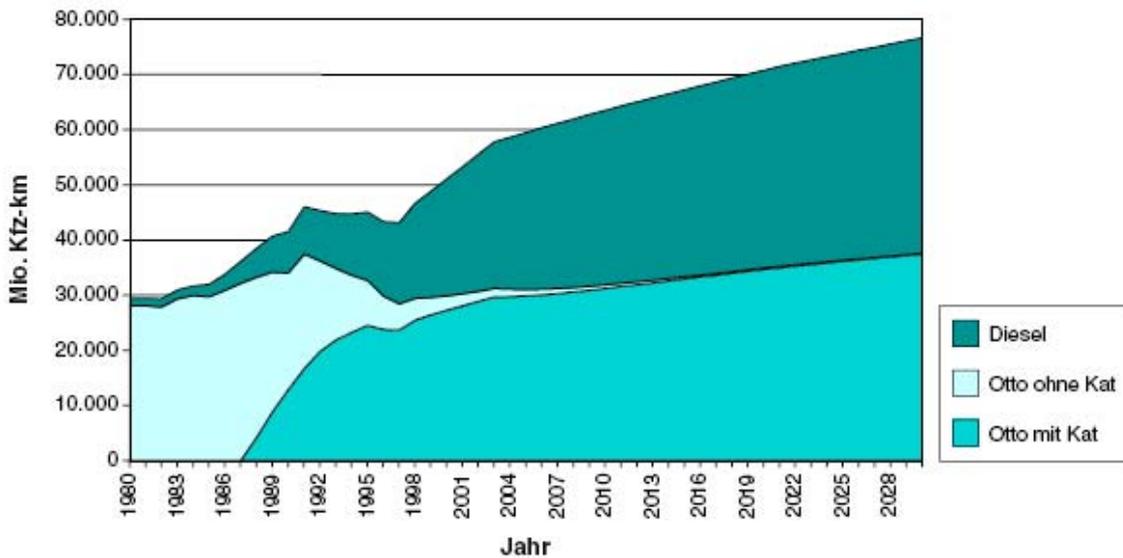
Abbildung 77: Anteil alternativer Kraftstoffe 2000 - 2030 (Analyse und Prognose) (DEMEL 2004 [47])

Die Kraftstoffstrategie der Volkswagen AG geht von den erdölbasierten Diesel- und Ottokraftstoffen über erdgasbasierte Kraftstoffe, wie z.B. SynFuel, hin zu regenerativen Kraftstoffen wie SunFuel und Wasserstoff. Daimler-Chrysler setzt einerseits, wie VW, auch auf BtL-Kraftstoffe mit dem langfristigen Ziel Wasserstoff, andererseits sehr stark auf die Hybrid-Technologie (DAIMLERCHRYSLER 2007 [46]). BMW setzt stark auf die Wasserstofftechnologie, jedoch ohne Brennstoffzelle, sondern in Verbrennungsmotoren (BMW 2007 [16]). Der Einstieg des Ölkonzerns Shell beim deutschen BtL-Unternehmen Choren, welche mit der Volkswagen AG und der DaimlerChrysler AG kooperiert (CHOREN 2004 [45]), zeigt dessen Verbundenheit (SHELL 2005 [173]). Shell ist auch am kanadischen Unternehmen IOGEN, welches BtL aus Stroh herstellt, beteiligt (IOGEN 2004 [117]). Der Ölkonzern BP kooperiert mit dem Chemiekonzern DuPont und will Biobutanol, dessen Herstellung der Ethanolproduktion ähnelt und dieselben Ausgangsstoffe verwendet, als Biokomponente für den Ottokraftstoff einführen (DEUTSCHE BP 2006b [50]).

<sup>48</sup> CtL: Coal to Liquide; Verflüssigung von Kohle zur Kraftstoffverwendung. CtL wurde schon im Deutschen Reich während des 2. Weltkrieges produziert. So wurden 1940 fast 46 % des Bedarfs in deutschen Raffinerien produziert. 1944 deckten synthetische Kraftstoffe 57 % des militärischen Verbrauchs und 92 % des Flugbenzins ab (RIFKIN 2002 [166]).

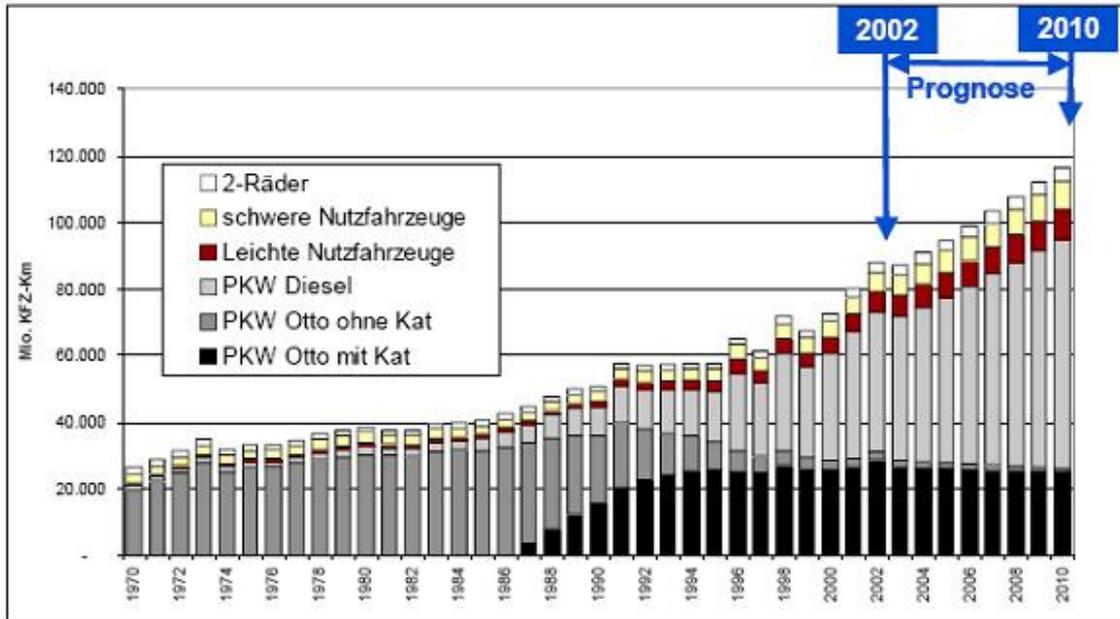
### 2.8.6 Kfz-Fahrleistungsentwicklung

Im sechsten Umweltkontrollbericht des UMWELTBUNDESAMTES (2001 [204]) wurden für das Jahr 2030 im Personenverkehr etwa 77.000 Mio. Kfz-km prognostiziert, wobei sich diesel- und benzinbetriebene Fahrzeuge mit je ca. 50 % teilen (siehe Abbildung 78). Als Grund wurde ein großes technisches Potenzial zur Verbrauchsreduktion von Benzinmotoren angegeben. Ebenso wurden das günstigere Abgasverhalten der Benziner bzw. die notwendig werdenden Abgasreinigungssysteme für Dieselfahrzeuge als Gründe dafür genannt.



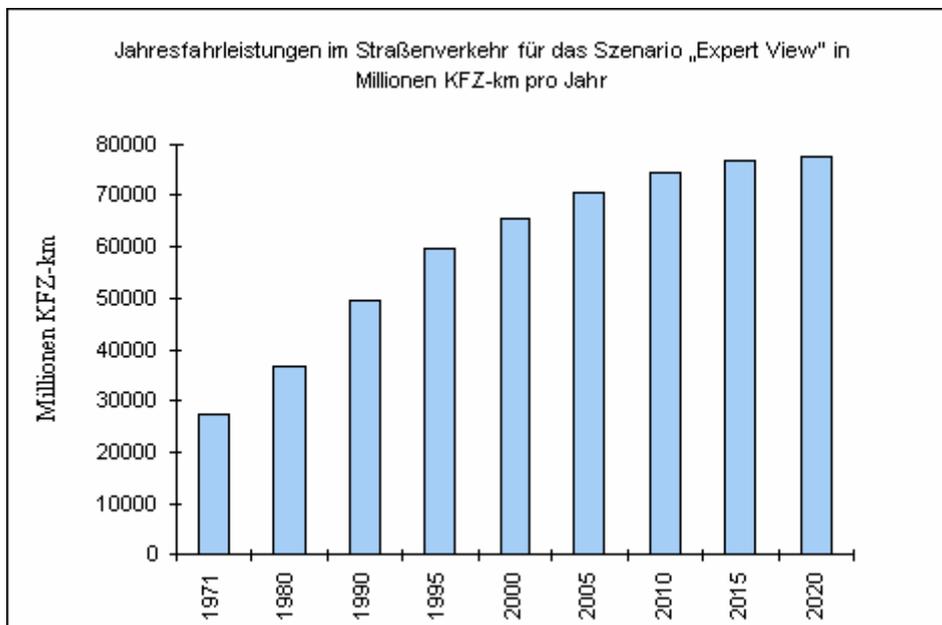
**Abbildung 78:** Entwicklung der Fahrleistungen der PKW nach Motorenkonzept 1980 - 2030 (Analyse und Prognose) (UMWELTBUNDESAMT 2001 [204])

Laut Umweltbundesamt (2003 [205]), graphisch wiedergegeben in Abbildung 79, beträgt die jährliche Zuwachsrates der Verkehrsleistung auf österreichischen Straßen zwischen 2,5 und 3 %. Die gesamte Fahrleistung wurde für das Jahr 2001 mit ca. 80.000 Mio. Kfz-km angegeben, welche zu ca. 85 % durch den PKW-Verkehr verursacht wurde. Rund 56 % davon werden dieselfetriebenen Kfz zugeschrieben. Für 2010 werden rund 118.000 Mio. Kfz-km prognostiziert. Hiervon sollen, dem weiteren möglichen Trend zu Dieselfahrzeugen folgend, etwa 72 % von dieselfetriebenen Kfz zurückgelegt werden. Von biodieseltauglichen Fahrzeugen wird eine Verkehrsleistung von rund 30.300 Mio. Kfz-km erwartet. Dies sind wiederum etwa 40 % der Fahrleistung aller Dieselfahrzeuge bzw. ein Drittel aller PKW.



**Abbildung 79:** Entwicklung der Fahrleistung 1970 - 2010 (Analyse und Prognose)  
(UMWELTBUNDESAMT 2003 [205])

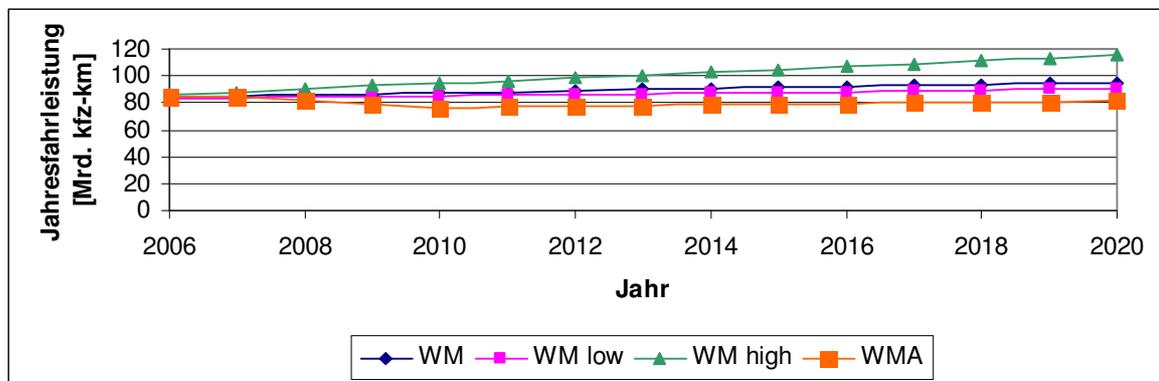
Im Szenario „Expert View“ von HAUSBERGER ET AL. (1996 [107]) wird für das Jahr 2010 die gesamte Fahrleistung im Straßenverkehr mit etwa 74.468 Mio. Kfz-km prognostiziert. Für den PKW-Verkehr etwa 60.385 Mio. Kfz-km. Die Daten für 2020 sind: Verkehr gesamt: 77.596 Mio. Kfz-km und PKW: 63.517 Mio. Kfz-km, dargestellt in Abbildung 80<sup>49</sup>.



**Abbildung 80:** Entwicklung der Jahresfahrleistungen 1971 - 2020 (Analyse und Prognose)  
(HAUSBERGER ET AL. 1996 [107])

<sup>49</sup> Die Darstellungen für HAUSBERGER ET AL. (1996 [107]) sind der Website der Energyagency entnommen: URL: [http://www.energyagency.at/\(de\)/projekte/verkehr.htm](http://www.energyagency.at/(de)/projekte/verkehr.htm) (Stand: 14.04.2007).

Abbildung 81 stellt eine Prognose der Jahresfahrleistungen bis 2020 inklusive Tanktourismus dar. Nach dieser Prognose beträgt in der Jahresfahrleistungsprognose „WM“ (= „With measures“ bzw. base case scenario) im Jahr 2020 die Jahresfahrleistung 94,992 Mrd. Kfz-km. In der Jahresfahrleistungsprognose „WM low“ 90,283 Mrd. Kfz-km, in „WM high“ 115,418 Mrd. Kfz-km und in der Jahresfahrleistungsprognose „WAM“ 81,501 Mrd. Kfz-km. Weitere Prognosen, wie etwa die Jahresfahrleistungsprognosen „WM low Oilprice only“ bzw. „WM high Oilprice only“ werden hier nicht abgebildet, da in diesen Jahresfahrleistungsprognosen nur der Ölpreis als mögliche Variable angegeben wurde und die theoretischen Jahresfahrleistungen sich zwischen den Jahresfahrleistungsprognosen „WM low“ und „WM high“ befinden. Ebenso wird bei den möglichen „WAM“-Prognosen nur das mit der geringsten theoretischen Jahresfahrleistung abgebildet, um die Bandbreite der möglichen Jahresfahrleistungen darzustellen. In der Jahresfahrleistungsprognose „WM“ wurden mehrere Parameter, wie z.B. die Biokraftstoffrichtlinie, CO<sub>2</sub>-Labelling, „Road pricing“ und die Abgasnormen EURO 4 für PKW und LNF, sowie EURO 5 für SNF berücksichtigt. Für diese Jahresfahrleistungsprognose wurde für das Jahr 2020 ein Erdölpreis von 35,5 \$ angenommen. Dieser Preis stagniert nach den Studienautoren bei diesem Preis ab dem Jahr 2010 bei dieser Summe. In der Jahresfahrleistungsprognose „WM low“ wurde der Ölpreis um 50 % erhöht, was wiederum zu einer theoretisch niedrigeren (=low) Jahresfahrleistung führt. In der Jahresfahrleistungsprognose „WM high“ wurde dagegen der Ölpreis um 50 % reduziert, was zu einer theoretisch höheren (=high) Jahresfahrleistung führt. Für die Jahresfahrleistungsprognose „WAM“ (= „With Additional Measures“) wurde die Prognose „WM“ um zusätzliche Parameter, wie z.B. Mobilitätsmanagement und Erhöhung der Kraftstoffeffizienz erweitert. In dieser Studie wurde jedoch für das Jahr 2020 mit einem niedrigen Ölpreis (Brent Crude) von 17,8 \$ und mit einem hohen Ölpreis von 53,3 \$ gerechnet (EICHLSEDER und HAUSBERGER 2005 [59]). Dieser lag jedoch im Juli 2008 kurzzeitig bei über 145 \$ pro Barrel.



**Abbildung 81:** Prognose der Jahresfahrleistungen bis 2020 (inkl. Tanktourismus) für Österreich (Analyse und Prognose) (eigene Darstellung, Daten: EICHLSEDER und HAUSBERGER 2005 [59])

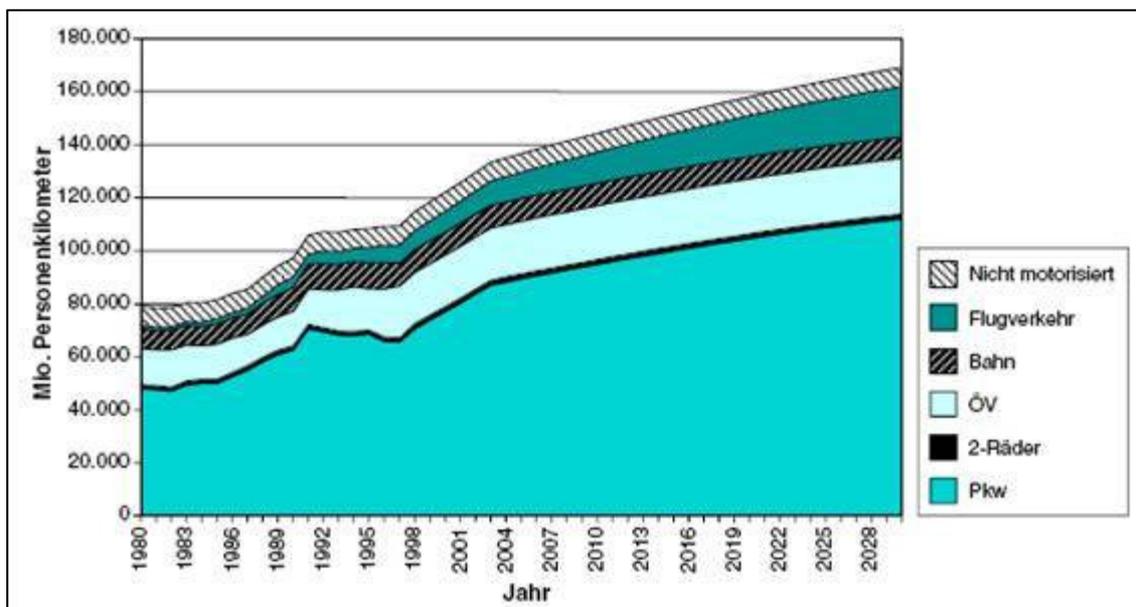
Die Gesamtfahrleistung wurde in einer Shell-Studie im Szenario „One-World“ für das Jahr 2010 mit etwa 57,6 Mrd. Kfz-km und für das Jahr 2020 mit rund 63 Mrd. Kfz-km angegeben. Im Szenario „Kaleidoskop“ wurde dies für das Jahr 2010 mit etwa 53 Mrd. Kfz-km und für das Jahr 2020 mit etwa 51 Mrd. Kfz-km berechnet. Die durchschnittliche Jahresfahrleistung eines PKWs wird für das Jahr 2010 im Szenario „One-World“ mit 11.300 km und für das Jahr 2020 mit etwa 10.700 km angegeben. Im Szenario „Kaleidoskop“ beträgt dies pro PKW im Jahr 2010 etwa 11.000 km und 2020 etwa 10.000 km (SHELL 2003 [182]).

Die mittlere Jahreskilometer bzw. Jahresfahrleistung eines PKW wird beim BMLFUW (2006c [38]), bezugnehmend auf Daten der TU Graz, mit durchschnittlich 13.300 km/a an-

gegeben. HAUSBERGER ET AL. (1996 [107]) gaben in ihrer Expertenauswertung für das Jahr 2010 eine mittlere Jahresfahrleistung pro PKW von etwa 12.454 km bzw. für 2020 von 12.105 km an. Durchschnittlich 12.796 km pro PKW werden nach PISCHINGER ET AL. (1998 [153]) im Jahr 2010 zurückgelegt werden, 2020 etwa 13.807 km. Die durchschnittliche Besetzung der PKW wurde für 1995 mit 1,52 und für 2020 mit 1,475 angegeben.

### 2.8.7 Personenkilometerleistungsentwicklung

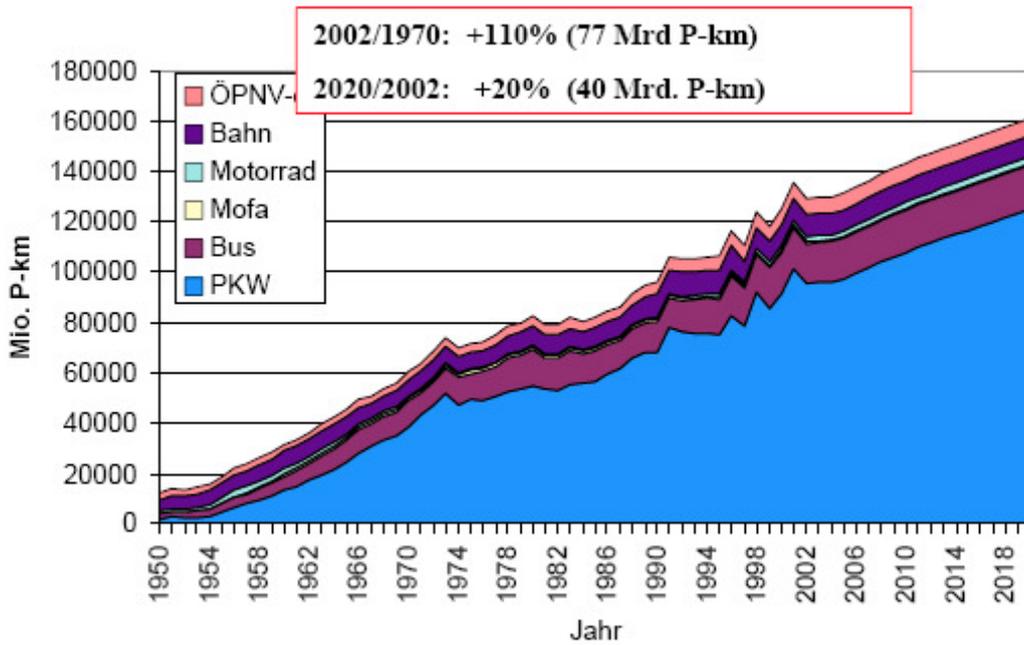
Im sechsten Umweltkontrollbericht wurde die Erhöhung der Personenkilometerleistung des Jahres 2000 von etwa 122 Mrd. Personenkilometer (P-km) bis zum Jahr 2030 auf etwa 170 Mrd. P-km erwartet (Abbildung 84). Für 2030 wurde prognostiziert, dass der Anteil der PKW den Gesamtanteil aller Verkehrsteilnehmer vom Jahr 1997 erreichen wird. Die Fahrleistungen des Personenverkehrs wurden für das Jahr 2030 auf rund 112 Mrd. P-km geschätzt. Die Steigerung im Flugverkehr vom Jahr 2000 auf 2030 wurde mit 140 % auf 19 Mrd. P-km berechnet (UMWELTBUNDESAMT 2001 [204]).



**Abbildung 82:** Entwicklung der Personenkilometerleistung nach Kategorie 1980 - 2030 (Analyse und Prognose) (UMWELTBUNDESAMT 2001 [204])

HAUSBERGER (2003 [108]) prognostizierte rund 160 Mrd. P-km gesamt für das Jahr 2020. Auf den PKW-Verkehr sollen etwas mehr als 120 Mrd. P-km entfallen (Abbildung 83). Aktuell werden pro Person und Tag rund 40 km zurückgelegt. 64 % der P-km in Österreich werden mit dem PKW zurückgelegt, 12 % mit dem Bus, 6 % mit der Bahn, weiters 6 % mit dem Flugzeug, 5 % mit dem öffentlichen Personennahverkehr, 3 % zu Fuß, 2 % mit dem Rad und zu je 1 % mit dem Mofa und Motorrad.

Die Personenkilometerleistung aller PKW für das Jahr 2010 wurde in dieser Studie mit 93.003 Mio. km/Jahr angegeben. Für 2020 mit 110.965 Mio. km/Jahr. Die Gesamtsumme aller Kfz-km im Verkehr wird nach PISCHINGER ET AL. (1998 [153]) im Jahr 2010 78.954 Mio. Kfz-km und im Jahr 2020 93.416 Mio. Kfz-km betragen.



**Abbildung 83:** Entwicklung der Personenkilometerleistung 1950 - 2020 (Analyse und Prognose) (HAUSBERGER 2003 [108])

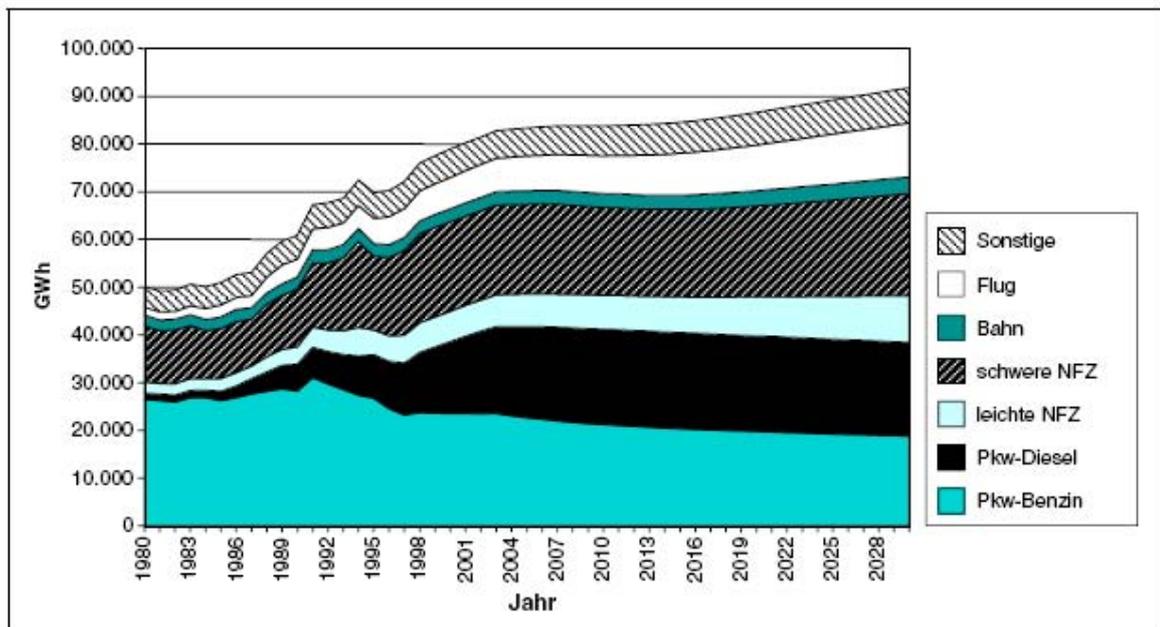
Die Personenverkehrsleistung für den gesamten Verkehr wurde in der Studie „Verkehr 2020“ für das Jahr 2010 mit einem stetigen Anstieg bis auf 140.563 Mio. P-km angegeben. Für den PKW-Verkehr mit 60.385 Mio. P-km. Für das Jahr 2010 gesamt wurden 147.981 Mio. P-km und 93.910 Mio. P-km für den PKW-Verkehr angegeben. Wiedergegeben in Abbildung 84 (HAUSBERGER ET AL. 1996 [107]).



**Abbildung 84:** Entwicklung der Personenverkehrsleistung 1971 - 2020 (Analyse und Prognose) (HAUSBERGER ET AL. 1996 [107])

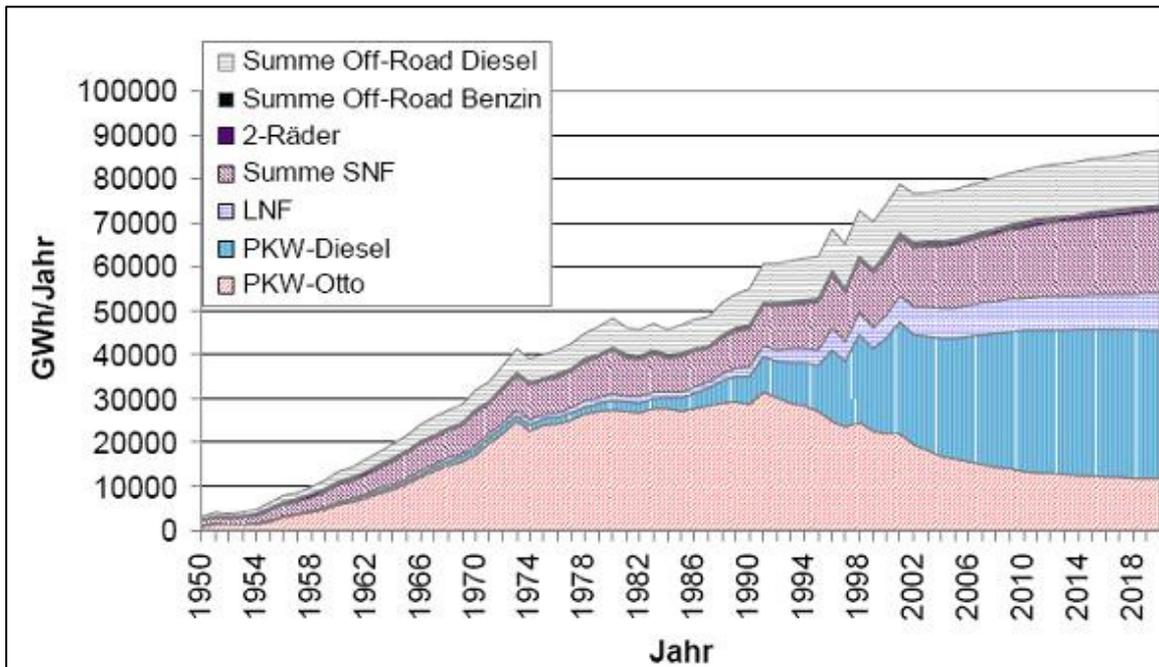
### 2.8.8 Energieverbrauchs- und Kraftstoffnachfrageentwicklung

Steigende Fahrleistung und steigender Kfz-Bestand lassen die Autoren im sechsten Umweltkontrollbericht zu dem Schluss kommen, dass der Energieverbrauch bis 2030 weiter kontinuierlich ansteigt. Obwohl es durch den technischen Fortschritt zu einer durchschnittlichen Verbrauchsreduktion der Kraftfahrzeuge kommt, wird dieser Effekt durch die zunehmenden Fahrleistungen überlagert und führt zu einem ansteigenden Energiekonsum des Transportsektors. Für den Zeitraum von 2000 bis 2030 wurde mit einer Zunahme des Energieverbrauchs um 16,3 % prognostiziert. Weiters wurde mit einem Rückgang des Energieverbrauchs im Straßenpersonenverkehr gerechnet. Der steigende Flugverkehr bedeutet eine Zunahme des Energieverbrauchs im Zeitraum 2000 auf 2030 von 72 %. Der Kraftstoffkonsum steigt ebenso bei leichten (54 %) und schweren Nutzfahrzeugen (14 %), abgebildet in Abbildung 85 (UMWELTBUNDESAMT 2001 [204]). Nach Informationen des Umweltbundesamtes sind die abgebildeten Daten aus heutiger Sicht nicht mehr gültig, da diese rund 12 Jahre alt sind (SCHODL 2007 [176]).



**Abbildung 85:** Entwicklung des Energieverbrauchs nach Fahrzeugkategorien 1980 - 2030 (Analyse und Prognose) (UMWELTBUNDESAMT 2001 [204])

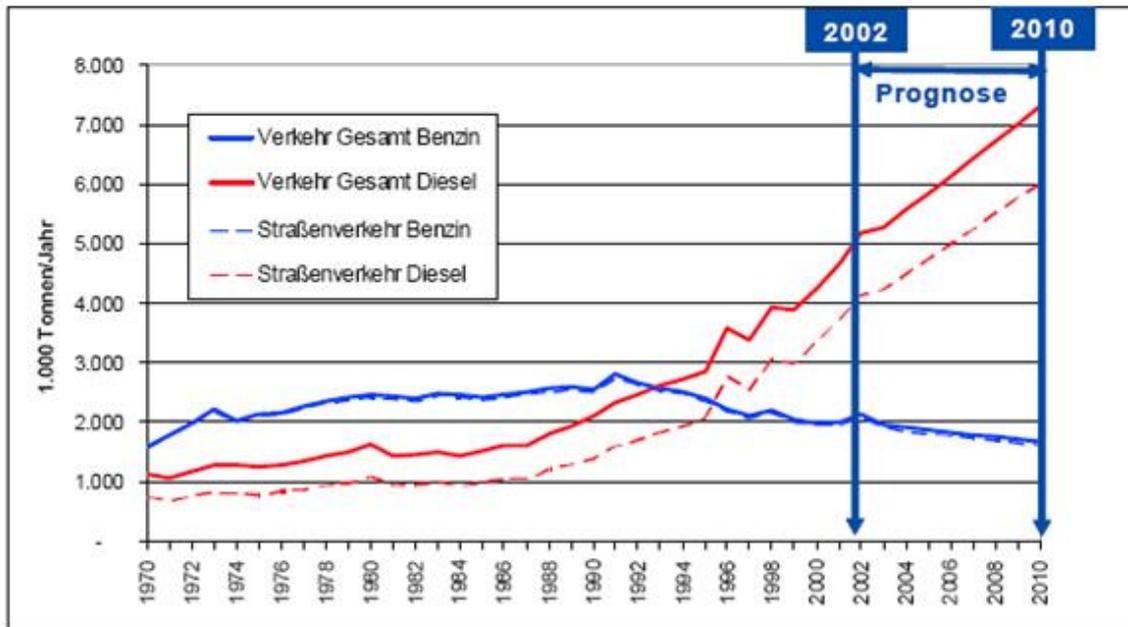
Für 2020 wurden in folgender Prognose gesamt rund 89.000 GWh (320 PJ) für den Energieverbrauch des Verkehrs, ohne Luftverkehr, angegeben. Dem Ottokraftstoff (Benzin) im PKW-Sektor wird eine starke Reduktion auf etwa 11.000 GWh vorausgesagt, was dem Bedarf vom 1965 gleichkäme. Für Dieselkraftfahrzeuge wurden etwa 43.000 GWh prognostiziert (Abbildung 86) (HAUSBERGER 2003 [108]). Für das so genannte Referenzszenario gaben PISCHINGER ET AL. (1998 [153]) den Endenergieverbrauch des Straßenverkehrs für das Jahr 2010 mit 5,849 Mio. to und für das Jahr 2020 mit etwa 6,124 Mio. to an (jeweils ohne Kerosin, Luftbenzin und Stromverbrauch).



**Abbildung 86:** Entwicklung des Energieverbrauchs im Verkehr 1950 - 2020 (Analyse und Prognose) (HAUSBERGER 2003 [108])

Angepasst an den Trend zu Dieselfahrzeugen wird ein Trend des Dieserverbrauchs prognostiziert. Rund 20 % des Diesels wird im „Off-Road-Bereich“ verbraucht, dies sind die Land- und Forstwirtschaft, die Industrie, die Haushalte, die Bahn, die Schifffahrt und das Militär. Für 2010 wurde ein Verbrauch an Dieselmotorkraftstoffen gesamt von etwa 7,3 Mio. to berechnet. Für den Straßenverkehr wurden rund 6 Mio. to prognostiziert. Für Benzin wurde gesamt rund 1,7 Mio. to und davon für den Straßenverkehr von etwa 1,6 Mio. to geschätzt (Abbildung 87 und Tabelle 24).

Im genannten „Off-Road-Bereich“ entfallen rund 96 % des Kraftstoffverbrauchs von gesamt rund 1,3 Mio. to auf Diesel. Dies gliedert sich in Landwirtschaft (38 %), Industrie (36 %), Forstwirtschaft (17 %), Bahn (4,9 %), Inlandsschifffahrt (2 %), Haushalt (2 %) und Militär (0,1 %). Die weitaus größten Verbraucher in der Landwirtschaft sind die Traktoren, welche 92 % des Diesels verbrauchen. In der Forstwirtschaft sind es rund 98 %. Daher werden im gesamten Off-Road-Bereich 52 % des Dieselmotorkraftstoffs für Traktoren verwendet. Es wurde weiters prognostiziert, dass 2010 70 % aller Traktoren biodieseltauglich sein werden (UMWELTBUNDESAMT 2003 [205]).



**Abbildung 87:** Entwicklung des Kraftstoffverbrauchs 1970 - 2010 (Analyse und Prognose)  
(UMWELTBUNDESAMT 2003 [205])

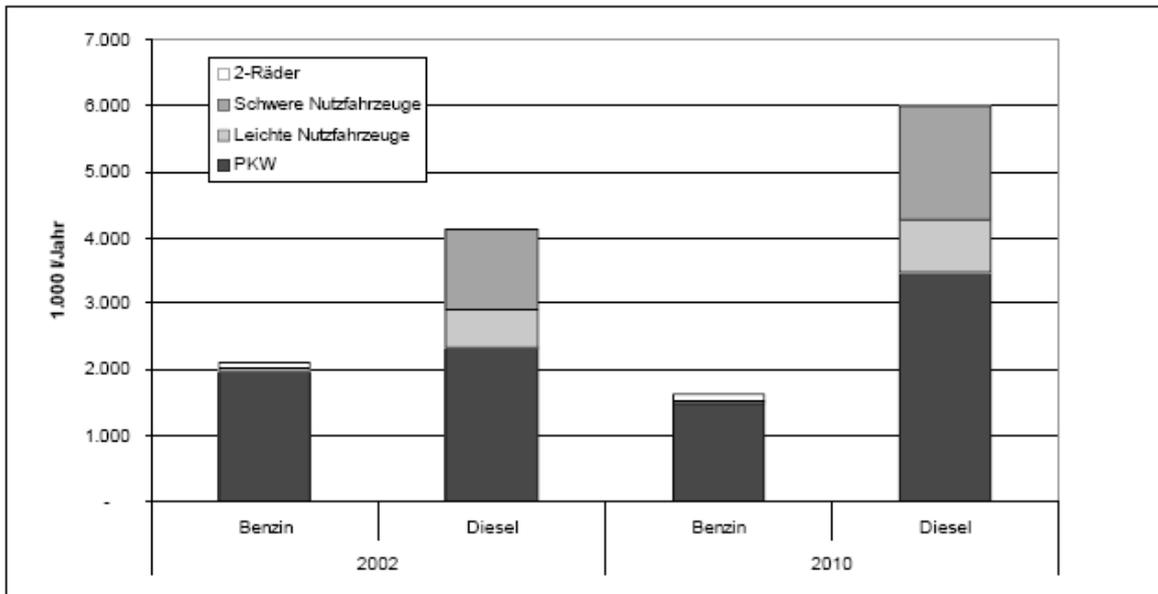
**Tabelle 24:** Entwicklung des Kraftstoffverbrauchs 1970 - 2010 (Analyse und Prognose)  
(UMWELTBUNDESAMT 2003 [205])

Jahr	Menge [1.000 to/Jahr]				Energie [GWh/Jahr]		
	Verkehr Gesamt		Straßenverkehr		Verkehr Gesamt		
	Benzin	Diesel	Benzin	Diesel	Benzin	Diesel	Gesamt
2000	1.980,4	4.261,8	1.936,9	3.321,8	22.953	50.203	73.157
2001	1.998,2	4.674,8	1.951,1	3.723,7	23.159	55.068	78.227
2002	2.141,8	5.175,4	2.089,6	4.129,1	24.824	60.965	85.788
2003	1.952,1	5.270,5	1.901,6	4.227,6	22.626	62.085	84.710
2004	1.911,0	5.559,4	1.858,5	4.477,6	22.149	65.488	87.638
2005	1.869,9	5.848,3	1.816,2	4.729,1	21.673	68.892	90.565
2006	1.828,8	6.137,2	1.774,2	4.987,9	21.197	72.295	93.492
2007	1.787,7	6.426,1	1.732,3	5.244,1	20.720	75.699	96.419
2008	1.746,6	6.715,1	1.690,7	5.500,0	20.244	79.102	99.346
2009	1.705,5	7.004,0	1.649,3	5.752,2	19.768	82.505	102.273
2010	1.664,5	7.292,9	1.607,9	6.003,0	19.291	85.909	105.200

In einer Studie von PISCHINGER ET AL. (1998 [153]) wurden drei Verbrauchsszenarien angegeben. Für das Referenzszenario werden für 2010 ein Benzinverbrauch von 6,0 l/100km und für Diesel von 4,9 l/100km genannt (jeweils gesamt). Für 2020 5,0 l/100km Benzin und 4,2 l/100km für Diesel. In der „Variante A“ für 2010 4,0 l/100km Benzin und 3,6 l/100km Diesel. Für 2020 3,1 l/100km Benzin und 2,7 l/100km Diesel. Die

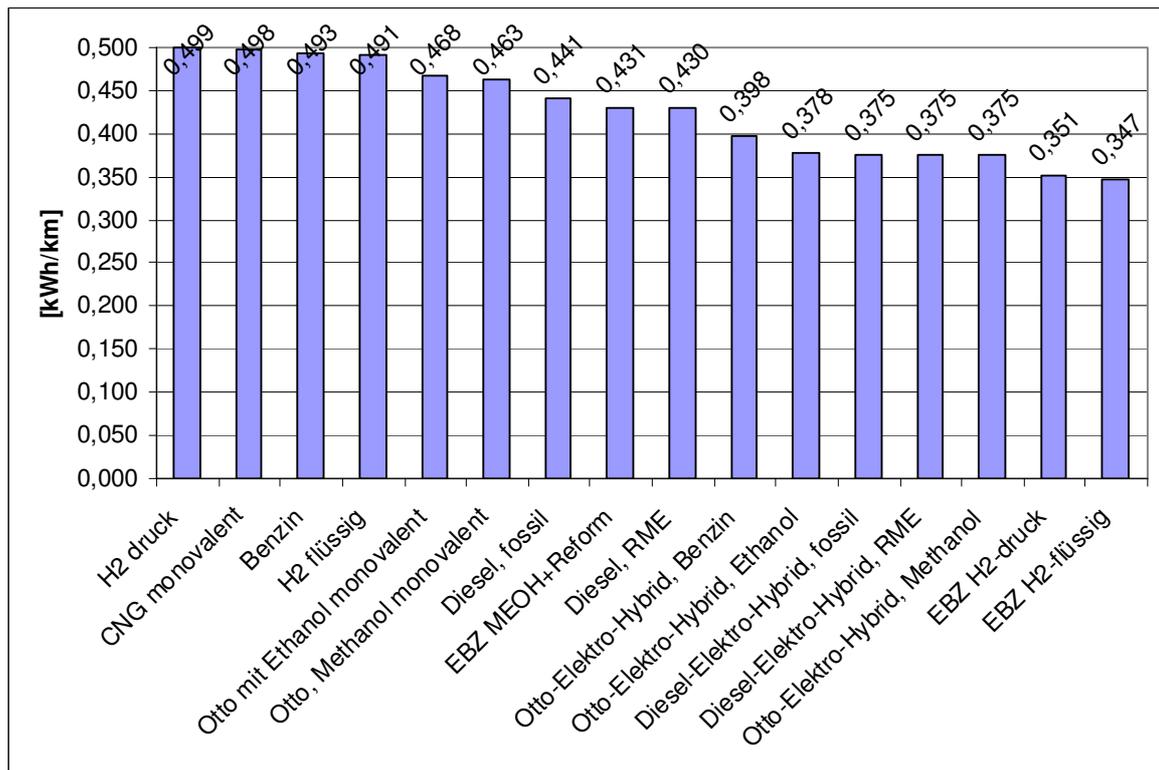
„Variante B“ gibt für 2010 einen Verbrauch von Benzin von 3,3 l/100km und von Diesel von 2,7 l/100km. Für 2020 2,8 l/100km Benzin und 2,3 l/100km Diesel.

In einer weiteren Studie des UMWELTBUNDESAMTES (2003 [205]) wurde der Kraftstoffverbrauch detailliert dem Verkehrsträger zugeteilt. So wurde für 2010 prognostiziert, dass von den rund 1,6 Mio. to (1,6079 Mio. to) Benzin ca. 1,5 Mio. to auf den PKW-Verkehr entfallen werden. Von den ca. 6 Mio. to (6,003 Mio. to.) Diesel werden etwa 3,5 Mio. to auf den PKW-Verkehr entfallen (Abbildung 88).



**Abbildung 88:** Kraftstoffverbrauch 2002 und 2010 nach Verkehrsart (UMWELTBUNDESAMT 2003 [205])

In der nachfolgenden Abbildung 89 sind zukünftige mögliche Verbrauchsentwicklungen dargestellt. Der durchschnittliche Kraftstoffverbrauch des PKW mit der „Technologie 2020“ wird von HAUSBERGER (2003 [108]) beim fossilen Diesel mit 0,441 kWh/km (~ 4,50 l/100km) angegeben. Beim fossilen Benziner beträgt dieser Wert 0,493 kWh/km (~ 5,73 l/100km). Das Gasauto der Zukunft wird etwa 0,498 kWh/km (~ 5,02 kg/100km) benötigen. Den geringsten Verbrauch wird das Brennstoffzellenfahrzeug mit Wasserstoffantrieb aufweisen, gefolgt vom Hybridantrieb mit Dieselmotor (EBZ in der Abbildung steht für Elektromotor-Brennstoffzelle, EBZ mit verflüssigtem oder unter Druck stehendem Wasserstoff, MEOH= Methanol). Nach QUIRIN ET AL. (2004 [159]) wird in Zukunft ebenso der Brennstoffzellenantrieb den geringsten Verbrauch aufweisen (Tabelle 25).



**Abbildung 89:** Zukünftige spezifische Kraftstoffverbräuche unterschiedlicher Antriebsarten mit der „Technologie 2020“ (eigene Darstellung, Daten: HAUSBERGER 2003 [108])

**Tabelle 25:** Zukünftige spezifische Kraftstoffverbräuche für 2010 (verändert nach QUIRIN ET AL. 2004 [159])

	Kraftstoffverbrauch		
	[MJ/100km]	[l/100km]	[l/100km Ottokraftstoff-Äqu.]
<b>PKW mit Ottomotor (Reinkraftstoffe)</b>			
Ottokraftstoff	188,95	5,87	5,87
CNG	192,85		5,99
Biogas	192,85		5,99
Wasserstoff	167,50		5,20
<b>PKW mit Ottomotor (Beimischungen zu Ottokraftstoff)</b>			
Ethanol (E5)	190,00		5,90
Methanol (M5)	190,00		5,90
ETBE (ETBE5)	190,00		5,90
MTBE (MTBE5)	190,00		5,90
<b>PKW mit Dieselmotor und Dieselpartikelfilter</b>			
Diesekraftstoff	179,50	5,00	5,58
Biodiesel	179,70	5,49	5,58
Pflanzenöl	179,70	5,41	5,58
DME (ohne Partikelfilter)	172,40	9,06	5,36
BtL	179,70	5,24	5,58
<b>PKW mit Elektromotor/Brennstoffzelle</b>			
Wasserstoff	94,00		2,92
Methanol	148,00		4,60

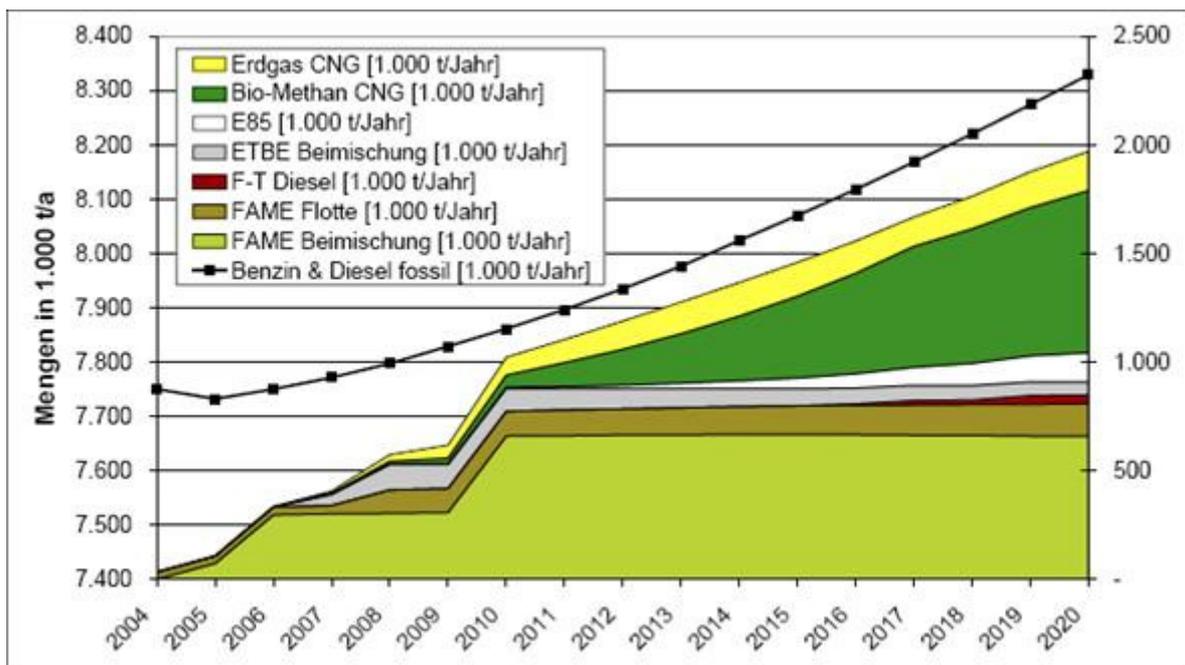
HAUSBERGER ET AL. (1996 [107]) prognostizierten 1996, dass der Verkehr in Österreich 2020 gleich viel Energie verbrauchen würde wie 1995. Ebenso vertraten die Autoren die Meinung, dass der geringste Kraftstoffverbrauch im Jahr 2020 bei einem Diesel-PKW bei etwa 3,3 l/100 km betragen würde. Der durchschnittliche Verbrauch bei Neuwagen würde 2010 bei etwa 5,6 l/100 km und 2020 bei etwa 4,94 l/100 km liegen (jeweils Diesel- und Benzin-PKW zusammen). Für 2020 wurde ein gesamter Kraftstoffverbrauch des Verkehrs mit 5,741 Mio. to angegeben. 1,729 Mio. to für den Bereich Benzin-Straße und 3,488 Mio. to für den Bereich Diesel-Straße. Für 2010 bedeutet dies gesamt 5,991 Mio. to, Benzin: 1,916 Mio. to und Diesel 3,557 Mio. to. Für 2010 wird weiters für den PKW-Bereich ein Wert von 3,276 Mio. to und für 2020 von 3,041 Mio. to angegeben.

Die in Tabelle 26 dargestellten Kraftstoffprognosen sind der Vorstudie für einen nationalen Biomasseaktionsplan für Österreich des BMLFUW (2006c [38]) entnommen. Der Trend: Fast eine Halbierung des Benzinverbrauchs von 2005 auf 2020 und ein Anstieg des Dieserverbrauchs im selben Zeitraum von ca. 26 %. Tabelle 26 gibt weiters die jetzt schon verpflichteten Beimischungen von Biokraftstoffen für 2007 von 4,30 %, für 2008 von 5,75 % und für 2020 von ca. 20,50 % und deren mögliche Zusammensetzung wieder. Die Substitution fossiler Kraftstoffe für 2005 ist für Benzin mit 390 to, durch CNG, und von 115.000 to Diesel angegeben.

**Tabelle 26:** Fossile und biogene Kraftstoffprognose 2005 bis 2020 (eigene Darstellung, Daten: BMLFUW 2006c [38])

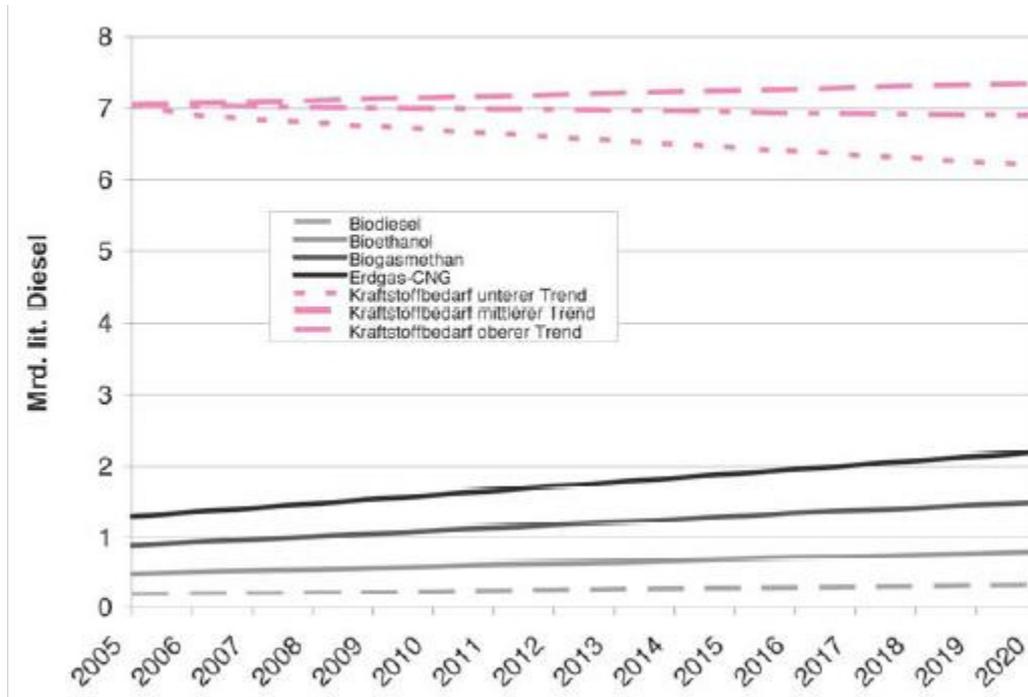
Jahr	Benzin	Diesel	Gesamt	FAME	Bio-Ethanol	F-T Diesel	LZ Ethanol	Bio-Methan CNG	Erdgas CNG	Biokraftstoffe	Alternative Kraftstoffe
	[Mio. to/Jahr]			[%]							
2005	1,878	5,854	7,732	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	1,2
2006	1,771	5,979	7,750	3,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,76	3,8
2007	1,670	6,101	7,771	3,8	0,4	0,0	0,0	0,1	0,2	4,3	4,5
2008	1,576	6,221	7,797	4,6	1,0	0,0	0,0	0,2	0,4	5,75	6,2
2009	1,488	6,340	7,828	4,7	0,9	0,0	0,0	0,4	0,9	5,95	6,8
2010	1,408	6,453	7,861	8,6	0,9	0,0	0,0	0,8	1,2	10,27	11,5
2015	1,101	6,969	8,070	8,6	1,1	0,0	0,0	5,2	2,2	14,92	17,1
2020	0,920	7,409	8,329	8,5	1,3	0,5	0,3	10,0	2,5	20,5	23,0

2010 könnten, dargestellt in Abbildung 90, 198.000 to Benzin und 843.000 to Diesel substituiert werden. 2020 wären dies 204.000 to Benzin und 1,8 Mio. to Diesel. Für 2020 wird gerechnet, dass etwa die Hälfte der zur Verfügung zu stellenden Menge an Biokraftstoffen Biomethan sein könnte. Der 10%ige Biokraftstoffanteil 2010 würde zu 84 % aus Biodiesel, ca. 9 % Bioethanol und zu ca. 8 % aus Biomethan bestehen. 2020 sollte der Biokraftstoffanteil insgesamt 20,5 % betragen. Davon sind etwa 41 % Biodiesel, ca. 6 % Bioethanol, 49 % Biomethan-CNG aus den Biokraftstoffen der 1. Generation und zusätzlich Biokraftstoffe der 2. Generation von rund 4 %. Diese 4 % würden sich aus etwa einem Drittel Lignozellulose-Bioethanol (LZ-Ethanol), z.B. aus Stroh, und zu ca. zwei Drittel aus Fischer-Tropsch-Diesel (F-T Diesel), z.B. aus Holz, zusammensetzen. Diese Energiemengen (Abbildung 90) stellen für das Jahr 2010 eine Substitution von Otto- und Dieselkraftstoffen durch Biokraftstoffe von 34,1 Petajoule (PJ) dar. Davon sollen im Jahr 2010 31,5 PJ flüssig und 2,7 PJ gasförmig zur Verfügung gestellt werden. Im Jahr 2020 sollen gesamt 72,3 PJ, davon wiederum 37 PJ flüssig und 35,3 PJ gasförmig substituiert werden. Der Mengenbedarf an FAME wird für 2005 mit 121.000 to, für 2006 mit 332.000 to., für 2007 mit 340.000 to, 2008 mit 410.000 to, 2010 mit 773.000 to und für 2020 mit 809.000 to angegeben. Ein geringer Teil dessen könnte durch AME (2010: 23.000 to, 2020: 40.000 to) bei einer geschätzten maximalen Produktion von etwa 60.000 to pro Jahr zur Verfügung gestellt werden (BMLFUW 2006c [38]).



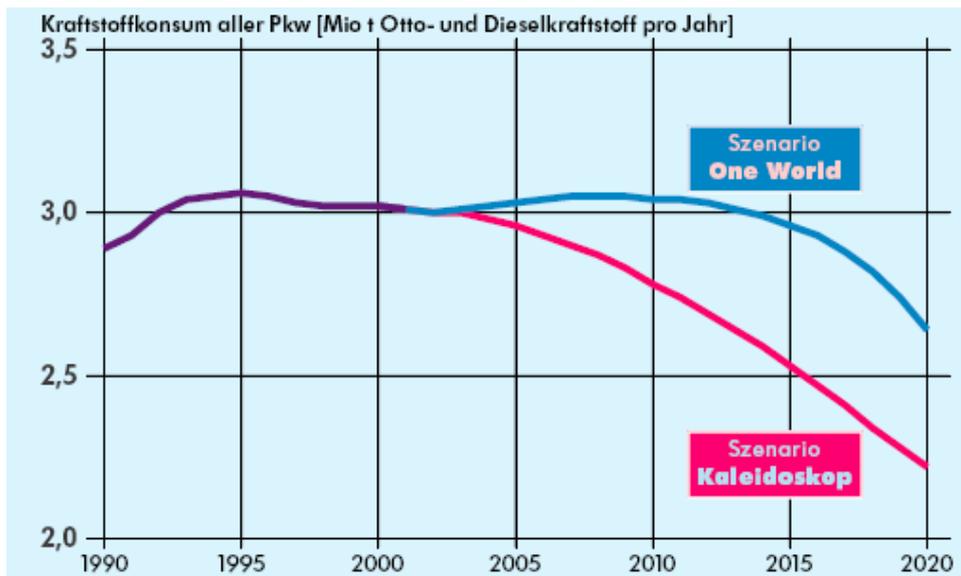
**Abbildung 90:** Mengenbedarf an Bio- und alternativen Kraftstoffen 2004 - 2020 (Analyse und Prognose) (BMLFUW 2006c [38])

PLANK (2004 [154]) prognostizierte für das Jahr 2020 eine Kraftstoffnachfrage von rund 7 Mrd. l Diesel (~ 5,8 Mio. to) inklusive 10 % Erdgas und 20 % Biokraftstoffen als mittleren Trend. Als oberen Trend erwartet er ca. 7,3 Mrd. l Diesel und als unteren Trend etwas mehr als 6 Mrd. l Diesel. Der mittlere Trend setzt sich wiederum aus etwa 4,8 Mrd. l Diesel, 0,7 Mrd. l CNG und 0,7 Mrd. l Biomethan, 0,4 Mrd. l Biodiesel und 0,4 Mrd. l Bioethanol zusammen (Abbildung 91).



**Abbildung 91:** Österreichisches Kraftstoffszenario 2005 - 2020 (Analyse und Prognose) (PLANK 2004 [154])

Im „One-World-Szenario“ von SHELL (2003 [182]) werden für Österreich für das Jahr 2010 ein Kraftstoffverbrauch von 3,0 – 3,1 Mio. to Otto- und Dieselkraftstoffe prognostiziert. Für das Jahr 2020 ca. 2,6 Mio. to. Für das Szenario „Kaleidoskop“ werden für 2010 2,7 - 2,8 Mio. to und für 2020 etwa 2,2 Mio. to prognostiziert, dargestellt in Abbildung 92. (Zu beachten ist, dass die Berechnungen jeweils exklusive dem Tanktourismus und der Kraftstoffnachfrage für den Transitverkehr sind.)

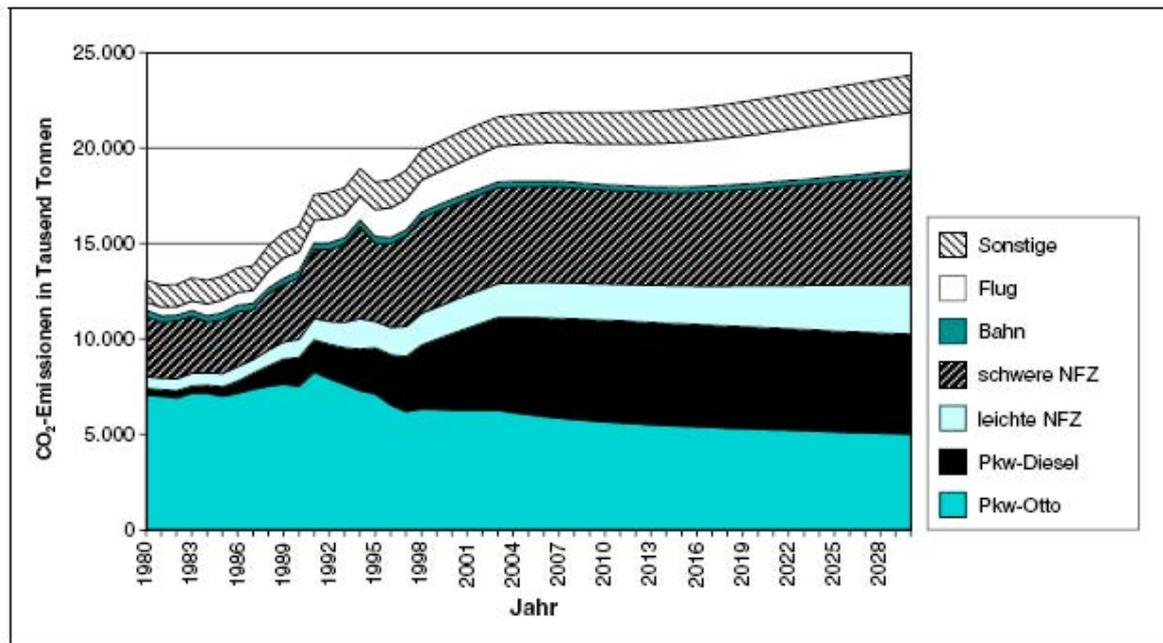


**Abbildung 92:** Kraftstoffkonsum der PKW-Flotte 1990 - 2020 (Analyse und Prognose) (SHELL 2003 [182])

Der durchschnittliche Kraftstoffverbrauch neu zugelassener Kfz wird im „One-World“-Szenario von SHELL (2003 [182]) von heute ca. 6,5 l/100 km auf ca. 4,1 l/100 km bis 2020 reduziert. Bei Ottokraftfahrzeugen werden für 2020 etwa 5 l/100km, anstatt ca. 7,8 l/100km und für Dieselmotorkraftfahrzeuge ca. 6 l/100 km auf ca. 4 l/100km angegeben. Der durchschnittliche Flottenverbrauch reduziert sich damit bis 2020 bei Diesel von 6,5 l/100 km auf 5,0 l/100 km und bei Benzinern von 8,6 l/100 km auf 6,7 l/100 km. Im Szenario „Kaleidoskop“ wird mit einem Durchschnittsverbrauch von 3,8 l/100 km gerechnet. Der Hauptgrund wird in der Einführung der Diesel-Hybrid-Technologie gesehen. Beim Flottenverbrauch sinken der Dieselverbrauch auf etwa 4,7 l/100 km und der Benzinverbrauch auf 7 l/100 km. JUNGMEIER ET AL. (2003 [120]) prognostizierten für 2010 einen Benzinbedarf von 54 PJ/a und für Diesel von 236 PJ/a.

### 2.8.9 Emissionsentwicklung und -prognosen

Die Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen ist auch mit dem steigenden Energie- und Kraftstoffverbrauch im Verkehrssektor verbunden. Abgasminderungstechnologien für Dieselmotoren beeinflussen die CO<sub>2</sub>-Emissionen nicht. Auf die Verfehlung der CO<sub>2</sub>-Emissionsziele im Verkehr gemäß Kyoto-Protokoll wird in dieser Studie verwiesen. Bis 2010 wird im gesamten Verkehrssektor mit einem Anstieg der CO<sub>2</sub>-Emissionen auf etwa 21,8 Mio. to gerechnet (Abbildung 93). Anteilig werden dem Personenverkehr die meisten CO<sub>2</sub>-Emissionen angelastet und dem Flugverkehr wurde mehr als eine Verdoppelung vorausgesagt. Der Bahn wurde eine Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen prognostiziert. Gesamt ergibt dies einen Anstieg der CO<sub>2</sub>-Emissionen von 1990 auf 2010 um 38 % (Tabelle 27) (UMWELTBUNDESAMT 2001 [204]).

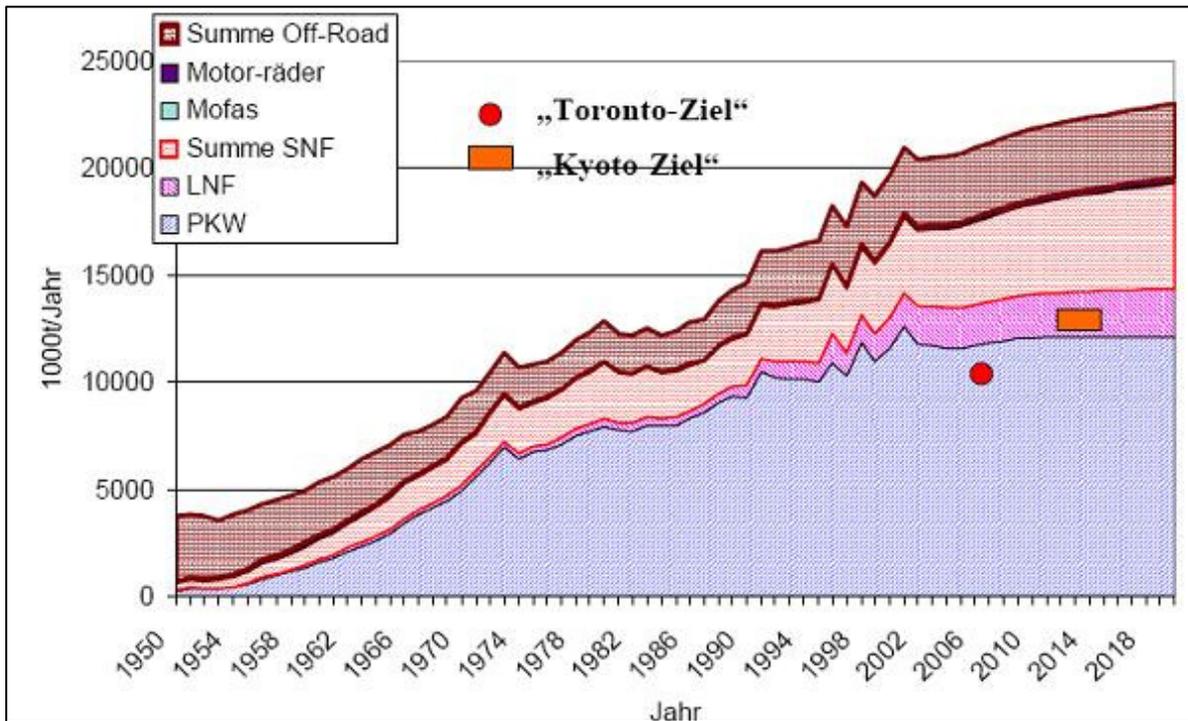


**Abbildung 93:** Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Fahrzeugkategorie 1980 - 2030 (Analyse und Prognose) (UMWELTBUNDESAMT 2001 [204])

**Tabelle 27:** Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen 1990 und 2010 nach Verkehrsmittel (eigene Darstellung, Daten: UMWELTBUNDESAMT 2001 [204])

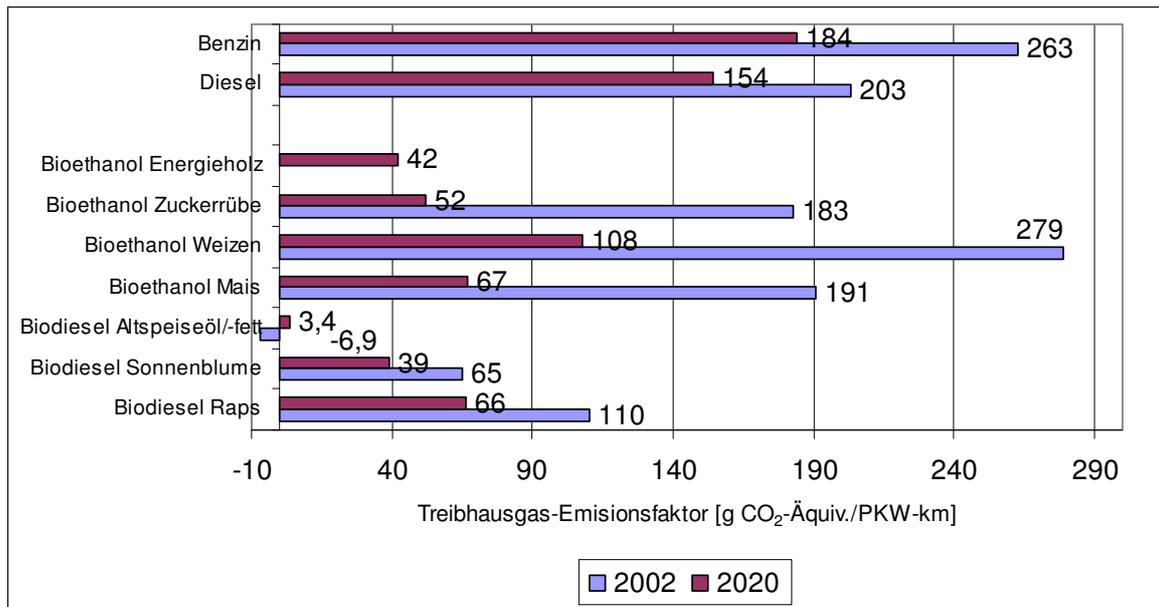
Verkehrsmittel	CO <sub>2</sub> -Emissionen [1.000 to]		Änderung [%]
	1990	2010	
PKW	8.979	10.958	22%
leichte NFZ	988	1.909	93%
schwere NFZ	3.224	4.910	52%
Bahn	340	294	-14%
Flugverkehr	1.002	2.120	112%
Sonstige	1.330	1.641	23%
<b>Gesamt</b>	<b>15.863</b>	<b>21.832</b>	<b>38%</b>

Laut Abbildung 94 werden nach HAUSBERGER (2003 [108]) das Kyoto- und Toronto-Ziel (Reduktion um 12 % im Jahr 2010 gegenüber 1990) im Verkehrssektor verfehlt werden. Alleine die PKW-Emissionen wurden für das Jahr 2020 auf etwa 12 Mio. to. prognostiziert. Die Emissionen des gesamten Verkehrs wurden für das Jahr 2020 auf etwa 23 Mio. to. prognostiziert.



**Abbildung 94:** Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Verkehr 1950 – 2020 (Analyse und Prognose) (HAUSBERGER 2003 [108])

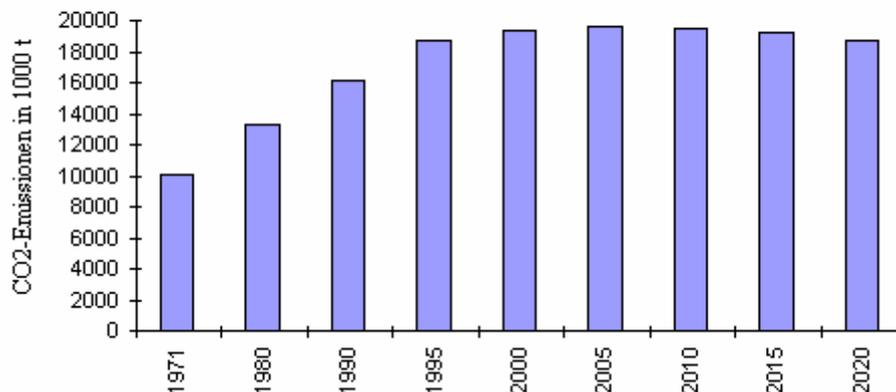
Das UMWELTBUNDESAMT (2003 [205]) prognostizierte in einer weiteren Studie für das Jahr 2010 einen Anstieg der CO<sub>2</sub>-Emissionen auf etwa 23 Mio. to. (22.985.171 to). Eine 5 % RME-Beimischung würde in diesem Fall eine CO<sub>2</sub>-Reduktion um 4,07 %, eine 5 % Ethanol-Beimischung von 0,60 %, eine 2,75 % ETBE-Beimischung von 0,23 % und eine 15 % Beimischung von ETBE von 0,90 % CO<sub>2</sub>-Reduktion bewirken. Eine „Maximalreduktion“ würde unvermischter RME mit einer Reduktion von 40,18 % erreichen. Bei dem Vergleich von Biokraftstoffen und Treibhausgasen zeigen AME und Biogas aus Gülle sehr geringe Emissionen. RME und SME zeigen eine Reduktion im Vergleich zu fossilem Diesel von etwa -45 % bis -75 % auf. Bioethanol aus Zuckerrübe, Mais und Weizen weisen ebenso geringere Emissionen als Benzin auf. Dies ist bedingt durch den Einsatz von Prozesswärme aus erneuerbarer Energie im Produktionsprozess, das eine weitere Reduktion um 100 g CO<sub>2</sub>-Äquiv. pro PKW-km verringern würde, dargestellt in Abbildung 95. Lachgasemissionen durch die Stickstoffdüngung, Nutzung der Kuppelprodukte, wie z.B. Presskuchen, Glycerin und Schlempe, sind hierbei wichtige Faktoren.



**Abbildung 95:** Treibhausgasemissionen 2002 und 2020 für Benzin- und Dieselsubstitute (eigene Darstellung, Daten: UMWELTBUNDESAMT 2003 [205])

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen des gesamten Verkehrs wurden von PISCHINGER ET AL. (1998 [153]) im Referenzszenario für 2010 auf 20,561 Mio. to/Jahr und für 2020 auf 21,618 Mio. to/Jahr prognostiziert. Im „Expert View“-Szenario wurde ein Anstieg der gesamten CO<sub>2</sub>-Emissionen aus dem Verkehr bis 2005 auf etwa 19,587 Mio. to. prognostiziert. Für das Jahr 2010 reduziert sich dieser Wert geringfügig auf etwa 19,491 Mio. to. Und bis 2020 sinkt dieser weiter bis auf ca. 18,674 Mio. to. Das entspricht etwa dem Niveau aus dem Jahr 1995 (18,712 Mio. to), dargestellt in Abbildung 96 (HAUSBERGER ET AL. 1996 [107]). Der PKW-Bereich emittiert hiernach im Jahr 2005 etwa 10,390 Mio. to, 2010 ca. 10,329 Mio. to und 2020 ungefähr 9,588 Mio. to.

**CO<sub>2</sub>-Emissionen im Szenario "Expert View" in 1000 Tonnen pro Jahr**



**Abbildung 96:** Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Verkehr 1970 - 2020 (Analyse und Prognose) (HAUSBERGER ET AL. 1996 [107])

### 2.8.10 Prognosen des Flächenbedarfs für die Biokraftstoffproduktion

Im Folgenden sind einige Prognosen angeführt, welche sich mit dem Thema Flächenbedarf für die Biokraftstoffproduktion beschäftigt haben. KRAPPENBAUER (nach MAUTNER-MARKHOF 1982 [138]) gab eine Fläche von rund 200.000 ha für Energiewälder für die Ethanolgewinnung mittels Zellulosevergärung an. STIX (nach MAUTNER-MARKHOF 1982 [138]) war der Meinung, dass rund 300.000 ha für die Energiepflanzenproduktion zur Verfügung stünden. KÖTTL (nach MAUTNER-MARKHOF 1982 [138]) schätzte die Flächen für die Biokraftstoffproduktion der österreichischen Landwirtschaft auf 80.000 - 120.000 ha. KOPETZ (nach MAUTNER-MARKHOF 1982 [138]) meinte, dass ca. 150.000 ha landwirtschaftliche und zusätzlich ca. 400.000 ha forstwirtschaftliche Fläche zu Beginn dieses Jahrtausends zur Verfügung stehen würden. (MAUTNER-MARKHOF 1982 [138] beschrieb auch unterschiedliche potenzielle Biokraftstoffprojekte in Österreich - z.B. in Bruck und Aschach und Projekte der Entsorgungsbetriebe Simmering und das „Strohprojekt“ - welche aufgrund der damaligen Nichtrealisierung in dieser Arbeit nicht näher beschrieben werden.)

Nach GANGL (2004 [95]) sind nur für die Substitution von Benzin in Österreich 21.200 ha Mais oder 44.100 ha an Weizen für die Erfüllung der 2 % Beimischung für den Kraftstoffverbrauch des Jahres 2000 (2,079 Mio. to) erforderlich. Für die 5,75 % Beimischung wären bei Mais 60.900 ha und bei Weizen 126.900 ha notwendig. Eine weitere Annahme ist, dass bei steigendem Benzinverbrauch der Flächenbedarf auf Grund steigender Flächenproduktivität nicht zunehmen wird.

Nach TRETTER ET AL. (2004 [201]) wären für das Jahr 2005 201.100 ha Raps, bei einem Flächenertrag von 1.070 l Biodiesel pro Hektar Raps, und 35 Mio. Liter AME aus Altpeiseölen und Tierfetten für die Produktion von insgesamt 220.900 to Biodiesel notwendig. Aufgrund der Notwendigkeit der vier Jahresrotationen von Raps wurde eine maximal vorhandene Ackerbaufläche von 240.000 ha pro Jahr für den Rapsanbau geschätzt. Wobei sich in Österreich nur geschätzte rund 70.000 ha für den Rapsanbau geeignete Böden befinden. Für das Jahr 2008 wären für die Produktion von 448.324 to Biodiesel, bei steigenden Hektarerträgen, etwa 397.450 ha Rapsfläche und 49,8 Mio. l AME notwendig. Als vorhandenes AME-Potenzial in Österreich werden 60.000 to/a geschätzt. Die detaillierte Übersicht ist in Tabelle 28 gegeben.

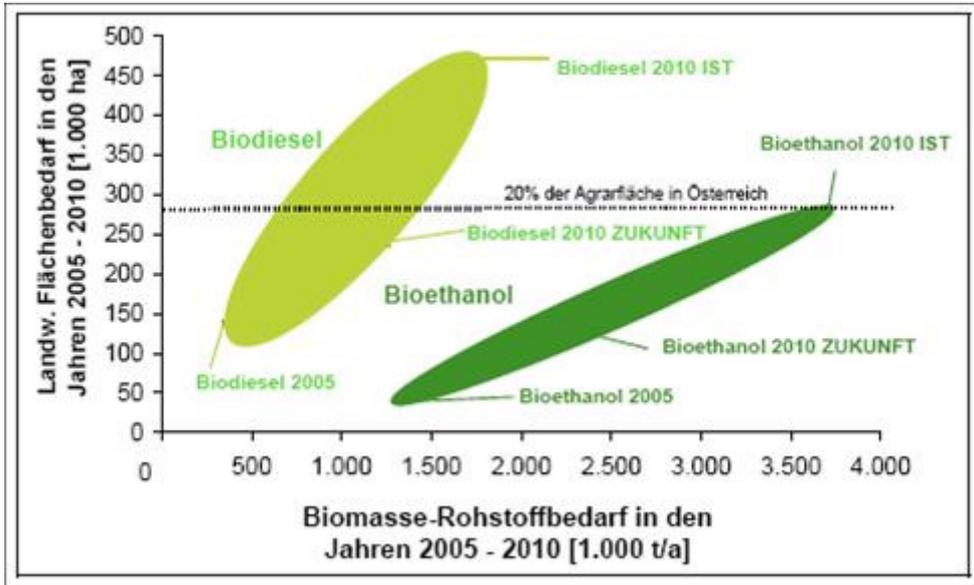
**Tabelle 28:** Biogene Kraftstoffprognose 2005 bis 2010 (TRETTER ET AL. 2004 [201])

Kraftstoff	Herkunft	Menge	2005	2006	2007	2008	2009	2010
FAME	RME	[1.000 ha]	201,10	205,80	284,00	397,40	407,70	417,20
	AME	[Mio. l/Jahr]	35,00	32,50	40,30	49,80	44,20	38,00
Bio-Ethanol	Zuckerrübe	[1.000 ha]	-	-	18,00	21,90	21,40	20,90
	Mais	[1.000 ha]	-	-	4,60	5,60	5,50	5,40
	Weizen	[1.000 ha]	-	-	9,90	12,10	11,80	11,50
Bio-methan	Mais	[1.000 ha]	-	0,01	0,02	0,10	0,20	0,39
	Kleegras	[1.000 ha]	-	0,00	0,00	0,02	0,03	0,06
	Gehaltsrübe	[1.000 ha]	-	0,00	0,00	0,01	0,01	0,02
	Gülle	[1.000 m <sup>3</sup> ]	-	0,11	0,43	2,09	4,07	7,95

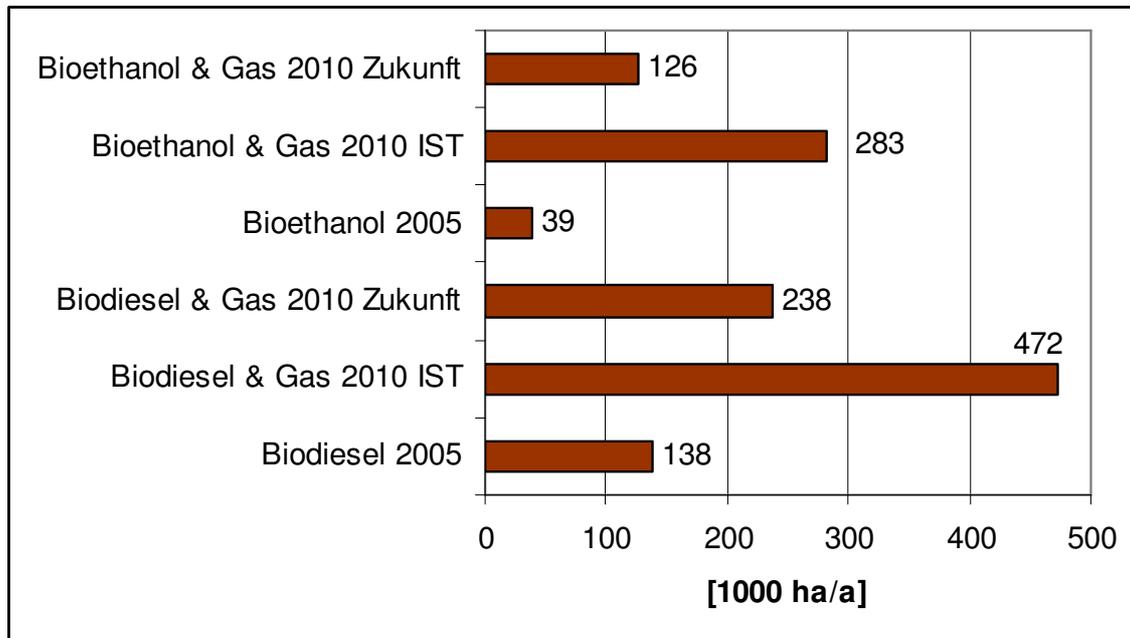
Das UMWELTBUNDESAMT (2003 [205]) prognostizierte für die Umsetzung der EU-Biokraftstoffrichtlinie einen Biomassebedarf von etwa 0,36 bis 3,7 Mio. to pro Jahr, was einen landwirtschaftlichen Flächenbedarf von rund 40.000 bis 470.000 ha bedeuten würde.

JUNGMEIER ET AL. (2003 [120]) berechneten für die Umsetzung der Biokraftstoffrichtlinie einen landwirtschaftlichen Flächenbedarf für die Biodieselproduktion von etwa 137.800 ha bis 472.200 ha. Dies kommt einem biogenen Rohstoffbedarf von 0,358 bis 1,729 Mio. to gleich. Für Bioethanol wurde eine Fläche von 39.000 ha bis 238.200 ha für eine Rohstoff-

produktion von 1,33 bis 3,71 Mio. t/a angegeben (Abbildung 97). In verschiedenen Szenarien ist eine Reduktion der notwendigen landwirtschaftlichen Flächen für die Kraftstoffproduktion ersichtlich. So reduziert sich die Fläche vom Szenario „Biodiesel 2010 IST“ von 472.000 ha/a auf 238.000 ha/a im Szenario „Biodiesel 2010 Zukunft“. Ähnlich bei Bioethanol. Hier findet eine Reduktion des Flächenbedarfs im Szenario „Bioethanol 2010 IST“ von 283.000 ha/a auf 126.000 ha/a im Szenario „Bioethanol 2010 Zukunft“ statt (Abbildung 98).



**Abbildung 97:** Landwirtschaftlicher Flächen- und Biomasse-Rohstoffbedarf für Biokraftstoffe in Österreich 2005 - 2010 (JUNGMEIER ET AL. 2003 [120])



**Abbildung 98:** Landwirtschaftlicher Flächenbedarf für Biokraftstoffe nach unterschiedlichen Szenarien (eigene Darstellung, Daten: JUNGMEIER ET AL. 2003 [120])

FRIEDL ET AL. (2005 [90]) errechneten für 2008, zur Erfüllung der 5,75 % Beimischung zu Ottokraftstoffen, einen Bioethanolbedarf von 175.000 to/a. Der Flächenbedarf für die Produktion von 100.000 to/a für Weizen wird mit 80.680 ha, für Mais mit 330.000 ha und für Zuckerrübe mit 1.254.000 ha angegeben. Aufgrund der geforderten Menge von 175.000 to/a bedeutet dies für Weizen 141.190 ha, für Mais 577.500 ha und für die Zuckerrübe von etwa 2.194.500 ha<sup>50</sup>.

Die österreichische Arbeiterkammer prognostizierte im Jahr 2004 für die Erfüllung der Biodieselbeimengung für das Jahr 2005 eine Rapsanbaufläche für Biodiesel von 124.601 ha. Für 2009 eine Anbaufläche von 382.000 ha (ARBEITERKAMMER 2004 [10]). Flächen für die Bioethanol- oder Biogasproduktion wurden in dieser Studie nicht angegeben.

Nach PISCHINGER ET AL. (1998 [153]) würde sich bei einem Hektarertrag von etwa 3.000 kg pro Jahr, bei einer möglichen Anbaufläche von RME von ca. 200.000 ha, eine jährliche Produktion ab dem Jahr 2005 von ca. 210.000 to pro Jahr ergeben.

RAAB (2007 [160]) sieht für Österreich eine Nutzung der landwirtschaftlichen Flächen für die Bioenergieproduktion im Jahr 2010 von etwa 230.000 ha. Für das Jahr 2020 von 380.000 ha. JAUSCHNEGG (2007 [119]) berechnete ein Flächenpotenzial für den Anbau von Energiepflanzen auf landwirtschaftlichen Flächen von rund 1 Mio. ha. In dieser Berechnung würden etwa 20 % der Ackerfläche (rund 275.000 ha), ca. 20 % des Wirtschaftsgrünlandes (etwa 540.000 ha) und 60 % des extensiv genutzten Grünlandes (ebenso 540.000 ha) dafür herangezogen werden können.

Die „Plattform Bio-CNG-Verkehr“ (2006 [155]) schätzte für das Jahr 2007 einen Flächenbedarf von 272 ha, bei einem Energieertrag von ca. 30 GWh/ha bzw. 136 ha bei einem Energieertrag von ca. 60 GWh/ha. Für das Jahr 2010 werden diese Werte mit 4.490 ha (30 GWh/ha) bzw. mit 2.245 ha (60 GWh/ha) angegeben. Für das Jahr 2013 wurden 9.061 ha (30 GWh/ha) bzw. 4.531 ha (60 GWh/ha) geschätzt.

HAAS ET AL. (2001 [105]) geben verschiedene Flächenpotenziale an. So wird ein Flächenpotenzial, bedingt durch Stilllegungsflächen, von etwa 150.000 ha angegeben. Für das Jahr 2010 wurde eine Fläche, zur stofflichen Nutzung von NAWAROS<sup>51</sup>, von maximal 10.000 ha angegeben. Für eine mögliche RME- und Bioethanolproduktion wurde eine Fläche von rund 40.000 ha beziffert. Daraus ergibt sich für die energetische Nutzung fester Biomasse, z.B. mittels Kurzumtriebsholz, Miscanthus, etc., ein Flächenbedarf von etwa 100.000 ha.

Für die Umsetzung des nationalen Biomasseaktionsplans für Österreich wären für das Jahr 2010 insgesamt 838.200 ha und für das Jahr 2020 1,011 Mio. ha an landwirtschaftlicher Fläche notwendig. Wovon wiederum etwa 85 % (708.800 ha) im Jahr 2010, bzw. 79 % (801.800 ha) der Fläche im Jahr 2020 für die Produktion von Biokraftstoffen verwendet werden würden (BMLFUW 2006c [38]).

HAINFELLNER ET AL. (2007 [106]) berechneten je drei Szenarien für die Jahre 2010 und 2020. Im Referenzszenario stehen im Jahr 2010 zwischen 133.650 und 198.000 ha und im Jahr 2020 bis zu 323.400 ha an landwirtschaftlicher Fläche in Österreich zur Verfügung. Im Umweltszenario stehen im Jahr 2010 zwischen 79.200 und 139.590 ha und im Jahr 2020 bis zu 200.900 ha zur Verfügung. Im Biomasseszenario sind dies im Jahr 2010 zwischen 212.850 und 279.180 ha und im Jahr 2020 bis zu 455.700 ha. Dem Referenzszenario entspricht eine Fortschreibung der derzeitigen Entwicklung. Im Biomasseszenario kommt es zu einer wesentlich stärkeren energetischen Nutzung von Biomasse und im Umweltszenario wird die ökologische Landwirtschaft stärker berücksichtigt. Die einzelnen Potenziale sind in folgender Tabelle 29 detailliert dargestellt.

---

<sup>50</sup> Aufgrund des nicht vorhandenen Datenmaterials wurden diese Flächendaten hochgerechnet.

<sup>51</sup> NAWAROS, ist die gängige Abkürzung für Nachwachsende Rohstoffe.

**Tabelle 29:** Flächenpotenziale in der Landwirtschaft für unterschiedliche Szenarien (HAINFELLNER ET AL. 2007 [106])

	Referenzszenario	Umweltszenario	Biomasseszenario
<b>Nutzung von Stillegeflächen</b>			
2010	30.000 ha bis 40.000 ha	16.000 ha bis 26.000 ha	40.000 ha bis 50.000 ha
2020	bis 50.000 ha	bis 22.000 ha	bis 60.000 ha
<b>Export Überschuss &amp; Verdrängung von Kulturen</b>			
2010	60.000 ha bis 90.000 ha	40.000 ha bis 70.000 ha	90.000 ha bis 120.000 ha
2020	bis 100.000 ha	bis 75.000 ha	bis 140.000 ha
<b>Nutzung von Grünlandflächen</b>			
2010	5.000ha bis 10.000ha	4.000 ha bis 7.000 ha	6.000 ha bis 12.000 ha
2020	bis 40.000 ha	bis 30.000 ha	bis 50.000 ha
<b>Verdrängung anderer Kulturen</b>			
2010	-	minus 10.000 ha	-
2020	-	minus 15.000 ha	-
<b>Sinkender Futtermittelbedarf</b>			
2010	10.000 ha bis 15.000 ha	10.000 ha bis 15.000 ha	10.000 ha bis 15.000 ha
2020	25.000 ha	bis 25.000 ha	bis 25.000 ha
<b>Züchterischer Fortschritt</b>			
2010	5.000 ha bis 10.000 ha	5.000 ha bis 10.000 ha	6.000 ha bis 11.000 ha
2020	bis 15.000 ha	bis 15.000 ha	bis 17.000 ha
<b>Verwendung ungenutzter Potenziale (Stroh, Nebenprodukte aus der LW, keine Abfälle aus der Produktion)</b>			
2010	-	-	25.000 ha
2020	50.000 ha	25.000 ha	100.000 ha
<b>Verstärkte Produktionsorientierung</b>			
2010	15.000 ha bis 20.000 ha	10.000 ha bis 15.000 ha	25.000 ha bis 30.000 ha
2020	30.000 ha	bis 18.000 ha	43.000 ha
<b>Nutzung von Zwischenfrüchten</b>			
2010	10.000 ha bis 15.000 ha	5.000 ha bis 8.000 ha	13.000 ha bis 19.000 ha
2020	bis 20.000 ha	10.000 ha	bis 30.000 ha
<b>Potenzial gesamt</b>			
2010	135.000 ha bis 200.000 ha	80.000 ha bis 141.000 ha	215.000 ha bis 282.000 ha
2020	bis 330.000 ha	bis 205.000 ha	bis 465.000 ha
<b>Flächenversiegelung</b>			
2010 (1% weniger Fläche)	133.650 ha bis 198.000 ha	79.200 ha bis 139.590 ha	212.850 ha bis 279.180 ha
2020 (2% weniger Fläche)	bis 323.400 ha	bis 200.900 ha	bis 455.700 ha

Zusätzlich wurde ein tatsächlich nutzbares forstwirtschaftliches Potenzial aus dem Wald, aus Kurzumtriebsflächen und aus Sägenebenprodukten erhoben. Dieses Potenzial aus dem Wald beträgt im Referenzszenario im Jahr 2010 ca. 0,45 Mio. Erntefestmeter (Efm), im Umweltszenario rund 1,0 Mio. Efm, und im Biomasseszenario etwa 1,3 Mio. Efm. Die Kurzumtriebsflächen erreichen im Jahr 2020 Werte zwischen 2.000 ha (Umweltszenario) bis 10.000 ha (Biomasseszenario) (Tabelle 30). Für das Jahr 2020 konnte aus Sicht der Autoren kein seriöses tatsächlich nutzbares forstliches Biomassepotenzial angegeben werden.

**Tabelle 30:** Biomassepotenziale aus der Forstwirtschaft (HAINFELLNER ET AL. 2007 [106])

Biomassepotenzial aus dem Wald (Waldhackgut)			
	Referenzszenario	Umweltszenario	Biomasseszenario
	Nutzungsgrad folgt der Trendlinie (2,4 % Nutzungssteigerung pro Jahr)	Steigender Nutzungsgrad durch Auflösung von Durchforstungsrückständen (Steigerung der Bestandesstabilität und der Biodiversität)	Steigender Nutzungsgrad durch Auflösung von Durchforstungsrückständen und zusätzliche Nutzung von Schlagrücklässen
2010	ca. 450.000 Efm davon 90.000 Efm Waldhackgut	1.000.000 Efm, davon 200.000 Efm Waldhackgut	ca. 1.300.000 Efm, davon 260.000 Efm Waldhackgut

Biomassepotenzial aus Kurzumtriebsflächen			
	Referenzszenario	Umweltszenario	Biomasseszenario
	Weiter gleichmäßiger Anstieg der Kurzumtriebsflächen	Keine weiteren zusätzlichen Kurzumtriebsflächen	Starker Anstieg der Kurzumtriebsflächen
2006	1.300 ha	1.300 ha	1.300 ha
2010	3.500 ha	1.600 ha	7.000 ha
2020	4.500 ha	2.000 ha	10.000 ha

Biomassepotenzial aus Sägenebenprodukten			
	Referenzszenario	Umweltszenario	Biomasseszenario
	Schnittholzproduktion in Österreich folgt dem Trend und steigt weiter an (ca. +4% pro Jahr)	Schnittholzproduktion in Österreich steigt durch vermehrtes Holzaufkommen (Auflösen von Durchforstungsreserven) stärker an	Schnittholzproduktion steigt durch vermehrtes Holzaufkommen aus dem Inland und gesteigerten Import stark an
2010	Holzeinschnitt 18,5 Mio. Efm Sägenebenprodukte 7,06 Mio. Efm	Holzeinschnitt 20 Mio. Efm Sägenebenprodukte 7,60 Mio. Efm	Holzeinschnitt 21 Mio. Efm Sägenebenprodukte 8,0 Mio. Efm

Nach THRÄN ET AL. (2006 [202]) stünde ein technisches Flächenpotenzial für Bioenergieproduktion von rund 350.000 ha im Jahr 2000 zur Verfügung (Tabelle 31). Es wird mit einem Anstieg dieses Flächenpotenzials auf bis zu 817.048 ha im Jahr 2020 gerechnet.

**Tabelle 31:** Technisches Flächenpotenzial für Bioenergieträger in Österreich (eigene Darstellung, Daten: THRÄN ET AL. 2006 [202])

Jahr	technisches Flächenpotenzial		davon Grünlandfläche	
	[ha]	[%]	[ha]	[%]
2000	347.843	10,25%	168.773	48,52%
2010	409.372	12,70%	268.641	65,62%
2020	817.048	24,09%	484.123	59,25%

ZEDDIES ET AL. (2007 [242]) berechneten ein Flächenpotenzial für die Produktion von Bioenergieträgern auf landwirtschaftlichen Flächen von 390.370 ha im Jahr 2010. Für das Jahr 2020 wurden 747.148 ha berechnet.

Der ÖSTERREICHISCHE BIOMASSEVERBAND (2006 [146]) fordert in der so genannten „Tullner Erklärung“ einen Flächenbedarf für die Strom- und Wärmeproduktion für das Jahr 2020 von 210.000 ha. Hierbei sollten Energiekulturen, wie z.B. Kurzumtriebswälder, Miscanthus oder Energiegras, auf landwirtschaftlichen Flächen kultiviert werden. Weiters wird eine Fläche für die Biokraftstoff- und Biogasproduktion von 190.000 ha gefordert. Die Gründe für diese Forderungen sind, dass der Primärenergieverbrauch von 1.400 PJ (2004) auf 1.100 PJ (2020) reduziert werden sollte. Dabei sollte der Anteil der erneuerbaren Energieträger am Primärenergieaufkommen bis zum Jahr 2020 auf 45 % erhöht werden. Dies bedeutet eine Erhöhung des Anteils der erneuerbaren Energieträger von 300 PJ (2004) auf 500 PJ (2020) und einen Anstieg des Biomasseanteils von 157 PJ (2004) auf 280 PJ (2020).

## 2.8.11 Biokraftstoffpotenziale

Im folgenden Kapitel werden Biomassepotenzialprognosen für Österreich beschrieben. Es beginnt mit der Prognose des Biogaspotenzials, danach folgt die Prognose des Biodieselpotenzials. Anschließend daran befinden sich die Prognose des Bioethanolpotenzials sowie die Prognose der Potenziale fester Biomasse. Das Unterkapitel schließt mit der Prognose von Deponie- und Klärgaspotenzialen.

### 2.8.11.1 Prognosen des Biogaspotenzials

Für das österreichische Biogaspotenzial gibt es einige Berechnungen, welche unterschiedliche Schwerpunkte zum Inhalt haben. Eine veränderte Aufstellung nach TRETTER (2003 [200]) ist in nachfolgender Tabelle 32 wiedergegeben. In allen Studien wird Biogas als Kraftstoff vernachlässigt bzw. nicht wirklich berücksichtigt. Dies sicher auch deshalb, weil das Thema Biogas/Biomethan als Kraftstoff bzw. Biogasnetzeinspeisung erst später mehr Aufmerksamkeit auf sich zog. Allen gleich ist aber, dass das Potenzial der biogenen Abfälle gering, das der Energiepflanzen zukünftig beträchtlich sein wird.

Das theoretische Potenzial setzt sich aus den jährlich zur Verfügung stehenden vergärbaren biogenen Materialien sowie deren durchschnittlichen Biogaserträgen zusammen. Dabei wird die Verwertung von landwirtschaftlichen, kommunalen sowie industriellen biogenen Rückständen und Nebenprodukten sowie Grünlandschnitt aus der Landwirtschaft berücksichtigt. Das theoretische Potenzial liegt bei rund 63 PJ pro Jahr. Das theoretische Potenzial ist aufgrund gewisser Einschränkungen nicht zur Gänze nutzbar. Werden jene Teile des gewonnenen Biogases abgezogen, welche nicht genutzt werden können (z.B. für die Energieumwandlung), so ergibt sich das technische Angebotspotenzial. Insgesamt ergibt sich ein technisches Angebotspotenzial von etwa 9,5 PJ pro Jahr, aufgeteilt in 4,5 PJ bzw. 1.250 GWh pro Jahr für elektrische und 4,8 PJ pro Jahr für thermische Energie (E-CONTROL 2006b [56]).

BOXBERGER (1998 [18]) errechnete ein gesamtes Nettoenergieproduktionspotenzial von 17,645 PJ/a. Davon stammen 9,733 PJ/a aus organischem Dünger und 7,9 PJ/a aus organischen Abfällen für Österreich. Zusätzlich errechnete er eine CO<sub>2</sub>-Entlastung, inklusive Methaneinsparung während der Lagerung organischer Dünger, Substituierung mineralischer Stickstoffdünger und Vermeidung von Methanemissionen aus Deponien, von gesamt 3,2006 Mio. to CO<sub>2</sub>-Äquivalent pro Jahr.

NEUBARTH und KALTSCHMITT (2000) berechneten ein technisches Potenzial für die Wärmeproduktion von 4,8 PJ/a aus Biogas, inklusive 4,4 PJ/a für die Stromproduktion. Aufgrund der geringen Nutzbarkeit von Wärme im landwirtschaftlichen Bereich gingen sie von einem technischen Nachfragepotenzial von 1,15 PJ/a aus. HAAS ET AL. (2001) berechneten ein technisch realisierbares Potenzial von etwa 1,4 PJ/a für die Wärme- und nur von ca. 2,2 PJ/a für die Stromproduktion. AMON (2001) schätzte das Biogaspotenzial aus Energiepflanzen um den Faktor 2,6-mal höher ein als das Potenzial aus Wirtschaftsdünger mit dem Viehbestand aus dem Jahr 2000.

AMON ET AL. (2001 [5]) unterstellten in ihrer Berechnung von 2001, dass 20 % der gesamten österreichischen Ackerfläche zum Energiepflanzenanbau, 20 % der Ackerfläche Energiepflanzen als Zwischenfruchtanbau und 20 % des Dauergrünlandes für die Biogasproduktion verwendet werden könnten. Etwa die Hälfte des anfallenden Wirtschaftsdüngers und alle geeigneten außerlandwirtschaftlichen Rohstoffe wurden genutzt. Entsprechend groß ist der Anteil, welcher durch die Energiepflanzen zur Verfügung gestellt werden sollte, nämlich 72,5 % (TRETTER 2003 [200]).

AMON ET AL. (2006b [4]) berechneten zwei weitere Szenarien. Im spezialisierten System können mittels Fruchtfolgesystem auf ca. 20 % der österreichischen landwirtschaftlichen Fläche, mit einem durchschnittlichen Methanhektarertrag von etwa 6.500 m<sup>3</sup>/ha,

1.537.892 to RÖE (~ 17,9 TWh = ~ 64,4 PJ) produziert werden. Im integrierten System, welches die Nutzung von Grünland und die energetische Verwertung der tierischen Exkremente inkludiert, bis zu 4.782.924 to RÖE (~ 55,63 TWh = ~ 200,3 PJ). Um die optimale Methanproduktion zu erreichen, erläutern AMON ET AL., müssen die Genotypen von Kulturpflanzen gefunden werden, welche einen hohen Methanertrag pro Hektar erreichen. Weiters müssen in Zukunft einseitige Fruchtfolgesysteme vermieden werden, um ein möglichst breites Spektrum von Pflanzenarten für die Biogasproduktion nutzen zu können. Sie fordern daher primär ein nachhaltiges Fruchtfolgesystem. Das wiederum bedeutet: Hohe Biomasseerträge in standortangepassten, vielfältigen und gesunden Fruchtfolgesystemen mit weitgehend geschlossenem Nährstoffkreislauf. Durch das integrierte Fruchtfolgesystem wird eine menschliche und tierische Ernährung, inklusive Rohstoff- und Energiegewinnung, ermöglicht. Die Autoren berichten weiter, dass etwa 75 % der Treibhausgasemissionen im gesamten österreichischen Verkehrssektor<sup>52</sup> damit reduziert hätten werden können.

HORNBACHNER ET AL. (2005 [115]) berechneten ein technisches Biogaspotenzial von etwa 24,07 PJ/a (~ 1 Milliarde m<sup>3</sup> Biogas mit einem Energieinhalt von 6,6 kWh/m<sup>3</sup>). Diese Menge Biogas stammt dabei im Ausmaß von etwa 640 Mio. m<sup>3</sup> aus der Nutzung von Energiepflanzen, 60 Mio. m<sup>3</sup> aus Gülle von Rindern und Schweinen, 146 Mio. m<sup>3</sup> aus Kläranlagen und 166 Mio. m<sup>3</sup> aus Deponien. Laut UMWELTBUNDESAMT (2005b [210]) bestünde in Österreich ein theoretisches Biogaspotenzial von 57,8 PJ (2,47 Mrd. m<sup>3</sup> Biogas mit einem Energieinhalt von 6,5 kWh pro m<sup>3</sup>).

HOFMANN ET AL. (2005 [113]) ermittelten jeweils das technische Biogaspotenzial aus holzartigen Rückständen, Nebenprodukten und Abfällen sowie aus Energiepflanzen. Das maximale technische thermo-chemische Biogaspotenzial aus Rückständen, Nebenprodukten und Abfällen beträgt hierbei 55,3 PJ/a. Wobei sich dies wie folgt zusammensetzt: Waldrestholz 11,0 PJ/a, Gehölzschnitt 0,7 PJ/a, Black Liquor (Schwarzlaug) 14,1 PJ/a, Industrierestholz 13,4 PJ/a, Altholz 4,7 PJ/a und Stroh 11,4 PJ/a. Daraus errechnen die Studienautoren ein mittleres erschließbares thermo-chemisches Biogaspotenzial von 31,9 PJ/a, welches sich wiederum wie folgt untergliedern läßt: Waldrestholz 8,2 PJ/a, Gehölzschnitt 0,5 PJ/a, Black Liquor (Schwarzlaug) 7,0 PJ/a, Industrierestholz 7,0 PJ/a, Altholz 2,5 PJ/a und Stroh 6,7 PJ/a. Weiters erhoben sie ein maximales technisches bio-chemisches Potenzial aus Rückständen, Nebenprodukten und Abfällen von 15,1 PJ/a. (Exkremente und Einstreu 8,2 PJ/a, Ernterückstände 1,5 PJ/a, Gras aus Dauergrünland 3,1 PJ/a, Abfälle aus Gewerbe und Industrie 0,8 PJ/a, organische Siedlungsabfälle 1,5 PJ/a.) Daraus resultiert wiederum ein mittleres erschließbares bio-chemisches Potenzial aus Rückständen, Nebenprodukten und Abfällen von 11,5 PJ/a. (Exkremente und Einstreu 6,5 PJ/a, Ernterückstände 1,5 PJ/a, Gras aus Dauergrünland 1,9 PJ/a, Abfälle aus Gewerbe und Industrie 0,7 PJ/a und organische Siedlungsabfälle 0,9 PJ/a.) Zusätzlich ein thermo-chemisches und ein bio-chemisches Potenzial aus Energiepflanzen von jeweils ca. 10,8PJ/a. Das mittlere gesamte erschließbare thermo-chemische<sup>53</sup> Biogaspotenzial wird mit 31,9 PJ/a und das mittlere bio-chemische<sup>54</sup> Potenzial mit 22,3 PJ/a angegeben. Dies ergibt zusammen ein maximales technisches Potenzial von 54,2 PJ/a. Von den insgesamt 54,2 PJ/a stammen etwas mehr als 45 % (46,49 % bzw. 25,2 PJ) von holzartigen Rückständen, Nebenprodukten und Abfällen, z.B. Waldrest-, Industrierest- und Altholz, über den Weg der thermo-chemischen Nutzung. Etwa 16 % (8,6 PJ bzw. 15,87 %) stammen von halmgutartigen Rückständen, wovon wiederum ca. 78 % (77,91 % bzw. 6,7 PJ) von Stroh, und lediglich 22 % (22,09 % bzw. 1,9 PJ) von Gras aus Dauergrünland stammen. Aus Energiepflanzen stammen ca. 20 % (19,93 % bzw. 10,8 PJ). Aus sonstigen Rückständen stammen insgesamt fast 18 % (17,71 % bzw. 9,6 PJ). Hierbei stammen fast 70 % (67,71 % bzw. 6,5 PJ) aus Exkrementen und Einstreu

<sup>52</sup> Bei einem Energieverbrauch von ca. 7,2 Mio. to RÖE (~ 83.7 TWh bzw. ~ 301,5 PJ).

<sup>53</sup> Ein thermo-chemisches Verfahren ist z.B. die Vergasung.

<sup>54</sup> Ein bio-chemisches Verfahren ist z.B. die Vergärung.

und ungefähr 16 % (15,63 % bzw. 1,5 PJ) aus Ernterückständen. Nur rund 17 % (16,67 % bzw. 16 PJ) entfallen auf Abfälle aus Industrie und Gewerbe (7,29 % bzw. 0,7 PJ) und organische Siedlungsabfälle (9,38 % bzw. 0,9 PJ). Das bedeutet, dass etwa nur 1,6 PJ bzw. 2,95 % des gesamten thermo- und bio-chemischen Potenzials nicht direkt aus dem land- und forstwirtschaftlichen Bereich, sondern aus dem Bereich der „klassischen“ Siedlungs- und Gewerbeabfälle stammt.

**Tabelle 32:** Biogaspotenzial in Österreich (erweitert nach TRETTER 2003 [200])

Quellen	Beschreibung	Energiepotenzial [PJ/a]	techn. Potenzial Strom [PJ/a]	techn. Potenzial Wärme [PJ/a]
DISSEMOND ET AL. (1993)	technisches Potenzial – davon	23,0		
	tierische Exkrememente	16,2		
	landwirtschaftliche Rest- und Abfallstoffe	6,8		
JUNGMEIER UND PADINGER (1996)	technisches Potenzial – davon	26		
	Landwirtschaft	23		
	Gewerbe, Industrie, org. Hausmüll	3		
AMON (1997)	technisches Potenzial – davon	15,8	4,25	4,62
	Tierhaltung	14,5	4,1	4,2
	Kommunale biogene Abfälle	0,7	0,4	0,2
	Küchen- und Kantinenabfälle	0,1	0,04	0,02
	Schlachtnebenprodukte	0,5	0,1	0,2
BOXBERGER (1998 [18])	organische Dünger	9,733		
	organische Abfälle	7,912		
NEUBARTH UND KALTSCHMITT (2000)	technisches Potenzial – davon		4,4	4,8
	technisches Nachfragepotenzial			1,15
AMON ET AL. (2001)	technisches Potenzial – davon		17,6	24,1
	Wirtschaftsdünger		4,9	6,7
	Energiepflanzen		12,8	17,5
HAAS ET AL. (2001)	realisierbares Potenzial bis 2010	-	2,2	1,4

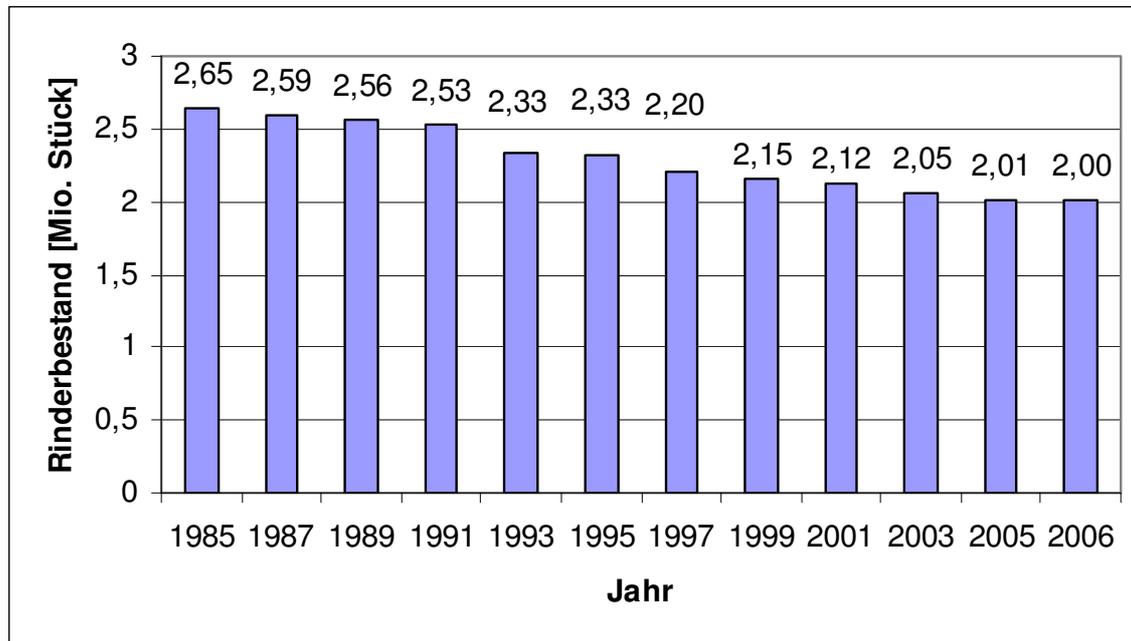
ECG (2003)	theoretisches Potenzial aus landwirtschaftlichen, kommunalen, industriellen biogenen Rückständen und Nebenprodukten, sowie Grünlandschnitt aus der LW	63,0		
	technisches Potenzial aus obigen Substraten		4,5	4,8
AMON ET AL. (2006b [4])	Spezialisiertes Fruchtfolgesystem	64,39		
	Integriertes Fruchtfolgesystem	200,25		
HORNBACHNER ET AL. (2005 [115])	Wirtschaftsdünger, Energiepflanzen, Deponie- und Klärgas		24,07	
UMWELTBUNDESAMT (2005B [210])	Energiepflanzen, tierische Exkrememente;	57,798		
HOFMANN ET AL. (2005 [113])	mittleres thermochemisches Potenzial	31,9		
	mittleres biochemisches Potenzial	22,3		
	mittleres technisches Potenzial (maximal)	54,2		

TRETTER (2003 [200]) analysierte den Zusammenhang von Ackerlandfläche und Erdgasleitungsnetz in Österreich. Aus der Kombination der Lage von bestehenden Biogasanlagen, mit der räumlichen Zuordnung des österreichischen Schweine- und Rinderbestands, ergibt sich ein theoretisches Potenzial für die Errichtung von Biogasanlagen bzw. neuerdings von Biogasnetzeinspeisungsanlagen.

Ebenso für die verstärkte zukünftige landwirtschaftliche Nutzung dieser Gebiete spricht der Einfluss der Klimaänderung und des Ozons. 61 % der Fichtenwälder können nach SMIDT und HERMAN (2006 [184]) als ozongefährdet angesehen werden. Dies bedeutet aber auch im Umkehrschluss, dass es zukünftig wahrscheinlich sinnvoller ist, diese Flächen nur temporär, z.B. jährlich, zu nutzen. Was wiederum einen verstärkten Einsatz für die Landwirtschaft ermöglicht. Die zukünftigen österreichischen Erdgasnetzausbaupläne, der AUSTRIAN GAS GRID MANAGEMENT AG (AGGM) (2006 [12]) bieten hierbei Möglichkeit der Biogasnetzeinspeisung.

Wichtig für die zukünftige Abschätzung der Biogasmengen aus tierischen Exkrementen ist, dass in den nächsten 10 Jahren ein Rückgang des Rinderbestandes um ca. 10 % prognostiziert wird. Das bedeutet, dass ca. 250.000 ha Grünland (~17 % der Dauergrünlandfläche) frei werden und für die Biogasproduktion zur Verfügung stünden (BUCHGRABER nach MOITZI 2007 [143]). Ebenso wichtig für die zukünftige land- und regionalwirtschaftliche Entwicklung in Österreich wird es sein, die Kulturlächen, wie sie jetzt sind, zu bewahren. Nicht nur im Hinblick auf das Fortbestehen der Landwirtschaft, sondern auch ganzer Täler und Regionen. Aber auch für das Tourismusland Österreich ist es wichtig, den Fortbestand „gesunder Kulturlandschaften“ zu erhalten, um diese auch vermarkten zu können. Dies ist mit einer klein strukturierten Landwirtschaft und einem funktionierenden Landmanagement möglich (BUCHGRABER 2007 [23]). Der Rückgang des

Rinderbestands betrug in den letzten 20 Jahren von 1985 mit 2,65 Mio. Stück auf das Jahr 2005 mit 2,01 Mio. Stück 24,43 % (BUNDESANSTALT FÜR AGRARWIRTSCHAFT - AWI 2007b [26]). Bzw. im Zeitraum von 2001 mit 2.118.454 Stück auf 2.010.680 Stück im Jahr 2005 von mehr als 5 % (BMLFUW [36]). Einen Überblick über den Rückgang des Rinderbestandes gibt folgende Abbildung 99.



**Abbildung 99:** Rückgang des Rinderbestandes in Österreich (eigene Darstellung, Daten: AWI 2007b [26])

### 2.8.11.2 Prognosen des Biodieselpotenzials

Wie erwähnt kann Biodiesel verschiedenen Ursprungs sein. Die Mengen aus der Abfallwirtschaft werden in diesem Zusammenhang als sehr gering eingestuft. Das Altfett-potenzial in Österreich wird auf etwa 37.000 to/a geschätzt. Nach HAAS ET AL. (2001 [105]) würde die Umsetzung der so genannten „Puchberger Erklärung“ - für das Jahr 2010 ein Biodieselmartanteil von 4 % - bedeuten, dass eine Fläche von etwa 140.000 ha zur Verfügung gestellt werden müsste. Eine Übersicht verschiedener Biodiesel-potenzialstudien in Österreich gibt Tabelle 33. Weiters unterschieden wird wiederum in ein technisches bzw. realisierbares Potenzial. Das technische Potenzial reicht von 5,2 PJ/a (NEUBARTH, KALTSCHMITT 2000) bis zu 13 PJ/a (SCHNITZER 1995). Letzteres aber erst für das Jahr 2050. Das realisierbare Potenzial wird zwischen nur 1,9 PJ/a (CLEMENT ET AL. 1998) und 7 PJ/a (KOPETZ 2000) gesehen. Biodiesel wird nach der Meinung von HAAS ET AL. (2001 [105]) nur als Nischenstrategie Verwendung finden.

**Tabelle 33:** Biodieselpotenzial in Österreich (aus HAAS ET AL. 2001 [105])

Beschreibung	Potenzial [t/a]	Potenzial [PJ/a]	Quellen
technisches Potenzial	283.000	10,6	ÖBI 2000
realisierbares Potenzial	80.000	3,0	ÖBI 2000
technisches Potenzial	155.000	5,8	TERES II 1996
technisches Potenzial 2005	210.000	7,9	SCHNITZER 1995
technisches Potenzial 2050	350.000	13	SCHNITZER 1995
realisierbares Potenzial	190.000	7,0	KOPETZ 2000
realisierbares Potenzial 2020	150.000	5,5	HABERL ET AL. 2001
technisches Potenzial	140.000	5,2	NEUBARTH, KALTSCHMITT
realisierbares Potenzial	50.000	1,9	CLEMENT ET AL. 1998
technisches Potenzial	150.000	5,5	HAAS ET AL. 2001
realisierbares Potenzial bis 2010	95.000	3,5	HAAS ET AL. 2001

In der oben erwähnten, so genannten „Puchberger Erklärung“ ersucht der Österreichische Biomasseverband Bund, Länder und Gemeinden um koordinierte energiepolitische Maßnahmen, die sicherstellen, dass bis 2010 40 % des Wärme-, 4 % des Kraftstoff- und 4 % des Strombedarfs aus Bioenergie gedeckt werden. Weiters, dass Bioenergieunternehmen ihre Kapazitäten rasch vergrößern und Konsumenten möglichst rasch auf Bioenergie umsteigen. Abschließend wird die Europäische Kommission ersucht, ein integriertes Konzept zur Entwicklung der erneuerbaren Energien vorzulegen (WÖRGETTER 2001 [232]).

### 2.8.11.3 Prognosen des Bioethanolpotenzials

HAAS ET AL. (2001 [105]) geben in ihrer Studie auch eine Übersicht über Bioethanolpotenziale wieder. Die Autoren dieser Studie glaubten jedoch nicht an die Realisierbarkeit einer Bioethanolproduktion in Österreich. Eine Übersicht verschiedener technischer Potenziale, von 5,8 PJ/a (TERES II 1996) bis 25,2 PJ/a (STEINMÜLLER, POLLAK 1997), gibt nachfolgende Tabelle 34.

**Tabelle 34:** Bioethanolpotenzial in Österreich (aus HAAS ET AL. 2001 [105])

Beschreibung	Potenzial [PJ/a]	Quellen
technisches Potenzial	25,2	STEINMÜLLER, POLLAK 1997
technisches Angebotspotenzial (Zuckerrüben)	15,7	NEUBART, KALTSCHMITT 2000
technisches Angebotspotenzial (Winterweizen)	6,2	NEUBART, KALTSCHMITT 2000
technisches Potenzial	5,8	TERES II 1996

#### 2.8.11.4 Prognose des Potenzials fester Biomasse

In Tabelle 35 sind verschiedene Potenzialstudien zur festen Biomasse aus HAAS ET AL. (2001 [105]) aufgelistet. Hier werden technische und realisierbare Potenziale angeführt. Die technischen Potenziale für das Jahr 2050 betragen zwischen minimal 201 PJ/a und maximal 257 PJ/a (SCHAUER 1994). Die realisierbaren Potenziale bewegen sich zwischen kurzfristig realisierbar mit 113 PJ/a (OBERNBERGER 1998) bis 211 PJ/a (PICHL ET AL. 1999). Die Autoren errechneten ebenso ein nachhaltig nutzbares zusätzliches Biomassepotenzial von etwa 100 PJ/a. Dies setzt sich wie folgt zusammen: 40 PJ/a aus dem Netto-Waldzuwachs, 18 PJ/a aus Durchforstungsrückständen, 25 PJ/a aufgrund der Nutzung der Bracheflächen für Kurzumtriebswälder, 12 PJ/a aus zusätzlichem Strohpotenzial, 3 PJ/a aus Sägenebenprodukten, 1 PJ/a aufgrund der Rindennutzung und ca. 1,7 PJ/a durch zusätzliches Altholz. Das gesamte technische Wärmepotenzial für das Jahr 2010 wird mit 160 PJ/a, das Strompotenzial mit etwa 90 PJ/a angegeben. Beides aufgrund des Einsatzes der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK<sup>55</sup>) (HAAS ET AL. 2001 [105]).

**Tabelle 35:** Potenzial an fester Biomasse in Österreich (erweitert nach HAAS ET AL. 2001 [105])

Beschreibung	Potenzial [PJ/a]	Quellen
technisches Potenzial 2005	201	SCHAUER 1994
technisches Potenzial 2050	257	SCHAUER 1994
realisierbares Potenzial	188	FISCHER 1999
realisierbares Potenzial	211	PICHL ET AL. 1999
kurzfristig realisierbares Potenzial	113	OBERNBERGER 1998
mittelfristig realisierbares Potenzial	202	OBERNBERGER 1998
technisches Potenzial	210	RATHBAUER 2000 (AFB-Net)
realisierbares Potenzial 2010	151	RATHBAUER 2000 (AFB-Net)
realisierbares Potenzial	194	SCHALLER ET AL. 2001
technisches Potenzial	203	HAAS ET AL. 2001
realisierbares Potenzial 2010	174	HAAS ET AL. 2001
realisierbares Potenzial	41,6	HIRSCHBERGER [111]

Die ökologische Bewertung des Biomassepotenzials ist in Tabelle 36 dargestellt. Diese kommt jedoch für eine Biokraftstoffproduktion im Rahmen dieser Studie nicht in Betracht. Aufgrund der kaskadischen Nutzung sollte Holz primär als Bau-, Werkstoff und für die Wärmeproduktion verwendet werden (HIRSCHBERGER 2006 [111]).

<sup>55</sup> KWK: Kraft-Wärme-Kopplung. Durch die Kombination aus Strom- (=Kraft) und Wärmeproduktion erhöht sich der Gesamtwirkungsgrad erheblich. Durch die kombinierte Nutzung ist oft erst eine Wirtschaftlichkeit einer Biomasseanlage möglich.

**Tabelle 36:** Ökologische Bewertung der Biomasse (HIRSCHBERGER 2006 [111])

Biomassepotenzial	Ökologische Bewertung
Ungenutzter Zuwachs	Unbedenklich
Durchforstungsrückstände Wipfel und Äste	Nach Standort und Art des Eingriffes zu differenzieren
Totholz	Äußerst kritisch
Sägenebenprodukte	Unbedenklich

### 2.8.11.5 Prognosen der Deponie- und Klärgaspotenziale

In der oben genannten Studie von HAAS ET AL. (2001 [105]) wurden auch verschiedene Studien über Deponie- und Klärgaspotenziale analysiert (Tabelle 37). Beim Deponiegaspotenzial wird ein Primärenergiepotenzial zwischen 3,9 PJ/a (TERES II 1996) und 1,5 PJ/a (MAIRITSCH, WUKOVITS 1997) angegeben. Das technische Klärgaspotenzial wird zwischen 3,1 PJ/a (JUNGMEIER, PADINGER 1996) bis 2,2 PJ/a (AMON 1997) angegeben.

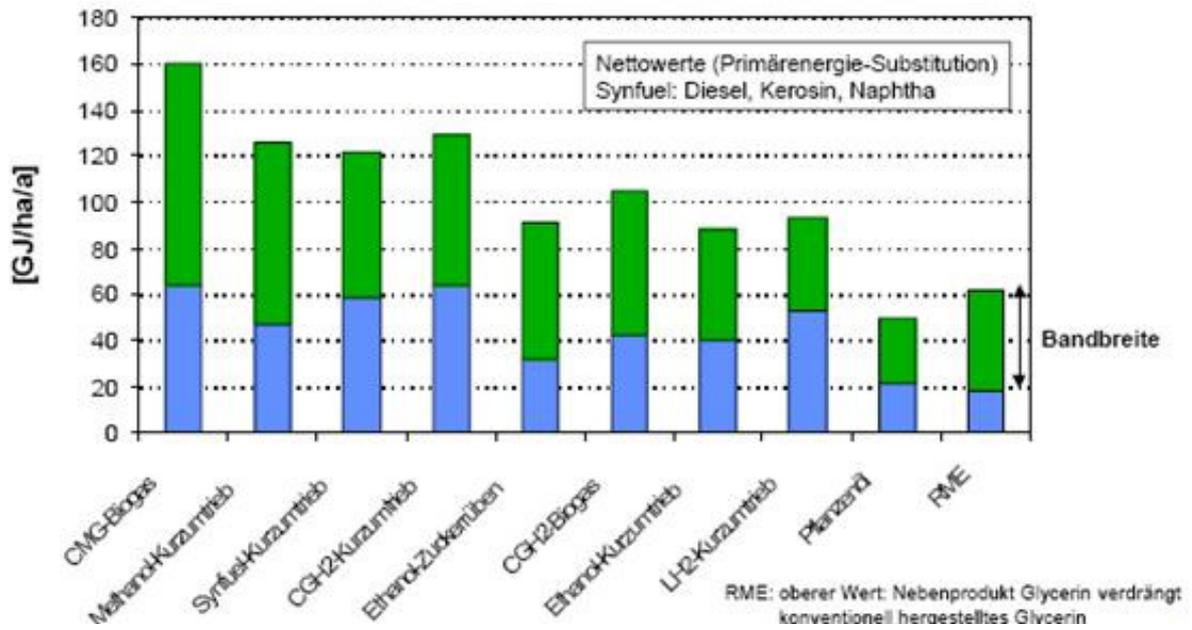
**Tabelle 37:** Deponie- und Klärgaspotenzial in Österreich (HAAS ET AL. 2001 [105])

Beschreibung	Primär- energie- potenzial [PJ/a]	techn. Potenzial Strom [PJ/a]	techn. Potenzial Wärme [PJ/a]	Quellen
<b>Deponiegas</b>				
technisches Potenzial	3,9	-	-	TERES II 1996
technisches Potenzial	1,5-2,4	-	-	MAIRITSCH, WUKOVITS 1997
technisches Potenzial	1,6	-	-	JUNGMEIER, PADINGER 1996
technisches Potenzial	2,4	1,4	0,72 <sup>56</sup>	HAAS ET AL. 2001
realisierbares Potenzial bis 2010	-	0,3	0,72	HAAS ET AL. 2001
<b>Klärgas</b>				
technisches Potenzial	3,1	-	-	JUNGMEIER, PADINGER 1996
technisches Potenzial	2,2	0,6	0,72	AMON 1997
technisches Potenzial	3,1	0,9	0,72	HAAS ET AL. 2000
realisierbares Potenzial bis 2010	-	0,2	0,36	HAAS ET AL. 2001

<sup>56</sup> 0,72 bzw. 0,36 PJ/a ergeben sich aus der Umrechnung der Studie von 0,2 bzw. 0,1 TWh/a.

### 2.8.12 Theoretische Erträge aus Energiepflanzen

Energiepflanzen können in der EU aufgrund verschiedener Verordnungen<sup>57</sup> für energetische Zwecke auf landwirtschaftlichen Flächen angebaut werden. Die Literaturdaten für diese energetischen Erträge, je Flächen oder Gewichtseinheit, variieren sehr stark. In Abbildung 100 ist ersichtlich, wie groß diese Bandbreite der Hektarerträge sein kann. Dies ist bedingt durch unterschiedliche Faktoren, z.B.: landwirtschaftliches Management, Bodenbonität, Bewässerung, klimatische Bedingungen, etc..



**Abbildung 100:** Bandbreite der Nettoenergieerträge ausgewählter Biokraftstoffe pro Hektar (SCHINDLER, WEINDORF 2003 [174])

In dieser Arbeit wurde mit den Energieertragsdaten der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR 2006 [82]) gerechnet, welche in Tabelle 38 dargestellt sind. Aus Tabelle 39 wird ersichtlich, dass in Zukunft mit einem starken Anstieg des Energieertrages gerechnet werden kann. Dieser beträgt zwischen 17,04 % und 25,92 %. Gründe für die prognostizierten höheren Energieerträge sind z.B. der züchterische Fortschritt, steigende Hektar- und Ölerträge, etc.

<sup>57</sup> Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften (1999): Verordnung (EG) Nr. 2461/1999 der Kommission vom 19. November 1999 mit Durchführungsbestimmungen zur Verordnung (EG) Nr. 1251/1999 des Rates in Bezug auf die Nutzung stillgelegter Flächen für die Erzeugung von Ausgangserzeugnissen, die in der Gemeinschaft zur Herstellung von nicht unmittelbar zu Lebens- oder Futtermittelzwecken bestimmten Erzeugnissen dienen.

Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften (2001a): Verordnung (EG) Nr. 587/2001 der Kommission vom 26. März 2001 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 2461/1999 mit Durchführungsbestimmungen zur Verordnung (EG) Nr. 1251/1999 des Rates in Bezug auf die Nutzung stillgelegter Flächen für die Erzeugung von Ausgangserzeugnissen, die in der Gemeinschaft zur Herstellung von nicht unmittelbar zu Lebens- oder Futtermittelzwecken bestimmten Erzeugnissen dienen.

Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften (2002): Verordnung (EG) Nr. 345/2002 der Kommission vom 25. Februar 2002 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 2461/1999 mit Durchführungsbestimmungen zur Verordnung (EG) Nr. 1251/1999 des Rates in Bezug auf die Nutzung stillgelegter Flächen für die Erzeugung von Ausgangserzeugnissen, die in der Gemeinschaft zur Herstellung von nicht unmittelbar zu Lebens- oder Futtermittelzwecken bestimmten Erzeugnissen dienen.

**Tabelle 38:** Energieerträge ausgewählter Energiepflanzen (FNR 2006 [82])

Biokraftstoff	Bruttokraftstofftrag 2005		Bruttokraftstofftrag 2015	
	[l/ha]	[GJ/ha]	[l/ha]	[GJ/ha]
Biodiesel aus Raps	1.408	51	1.656	60
Rapsöl	1.420	51	1.670	60
Bioethanol aus Zuckerrüben	4.054	132	4.776	156
Bioethanol aus Getreide	1.660	54	2.089	68
Bioethanol aus Lignozellulose	640	21	756	25
BtL (Biomass-to-Liquid)	3.907	135	4.558	158
Biogas (Biomethan aus Silomais)	4.977	178	k.A.	k.A.
Bio-Wasserstoff	4.742	160	k.A.	k.A.

**Tabelle 39:** Veränderungen der Energieerträge 2005 - 2015 (FNR 2006 [82])

Biokraftstoff	Veränderungen 2005 - 2015			
	[l/ha]	[l/ha]	[GJ/ha]	[GJ/ha]
Biodiesel aus Raps	248	17,61%	9	17,65%
Rapsöl	250	17,61%	9	17,65%
Bioethanol aus Zuckerrüben	722	17,81%	24	18,18%
Bioethanol aus Getreide	429	25,84%	14	25,93%
Bioethanol aus Lignozellulose	116	18,13%	4	19,05%
BtL (Biomass-to-Liquid)	651	16,66%	23	17,04%
Biogas (Biomethan aus Silomais)	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Bio-Wasserstoff	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.

Nach BMLFUW (2006c [38]) gibt es je nach Kraftstoffart Substrate, welche sich aufgrund des Kraftstofftrages am Besten für die Kraftstoffproduktion eignen. Nach dieser Aufstellung (Tabelle 40) wäre der Kraftstofftrag der Zuckerrübe am höchsten, gefolgt von Biomethan aus Maissilage. Den höchsten Beitrag wiederum zur Treibhausgasreduktion brächte Biomethan aus Gülle vor Fischer-Tropsch-Diesel aus Pappeln.

**Tabelle 40:** Flächeneffizienz und Kraftstofftrag (BMLFUW 2006c [38])

(Bio-)Kraftstoff	Substrat	TM-Ertrag [kg/ha] (netto)	Kraftstoff- ertrag <sup>2)</sup> [l]	Kilometer- leistung [km/ha]	Fzg/(ha.a)	ges. THG-Reduktion <sup>3)</sup> Basis neuer Diesel-PKW
Biodiesel	Raps	2.848	1.200	18.500	1,4	-26% g CO <sub>2</sub> -äq/Pkm
Pflanzenöl	Raps	2.848	1.200	18.400	1,4	-53% g CO <sub>2</sub> -äq/Pkm
Fischer Tropsch-Diesel	Wald (Vfm/a)	4.020	820	13.300	1,0	n. bekannt
Fischer Tropsch-Diesel	Pappel	12.000	2.450	39.700	3,0	-61% g CO <sub>2</sub> -äq/Pkm <sup>5)</sup>
Bio-Ethanol	Weizen	4.730	2.110	19.300	1,4	-0-10% g CO <sub>2</sub> -äq/Pkm <sup>4)</sup>
Bio-Ethanol	Körnermais	6.080	3.630	33.200	2,5	-27% g CO <sub>2</sub> -äq/Pkm <sup>4)</sup>
Bio-Ethanol	Zuckerrübe	13.340	6.220	57.000	4,3	-30% g CO <sub>2</sub> -äq/Pkm <sup>4)</sup>
lignozell. Bio-Ethanol	Getreidestroh	3.440	1.135	10.400	0,8	-57% g CO <sub>2</sub> -äq/Pkm <sup>6)</sup>
lignozell. Bio-Ethanol	Maisstroh	7.740	2.554	23.400	1,8	n. bekannt
Bio-Methan (CNG)	Körnermais	6.080	2.410	34.900	2,6	n. bekannt
Bio-Methan (CNG)	Grünlandgras	7.623	2.120	30.700	2,3	n. bekannt
Bio-Methan (CNG)	Grünroggen	11.715	2.700	39.100	2,9	n. bekannt
Bio-Methan (CNG)	Feldfuttergras <sup>1)</sup>	11.880	3.280	47.500	3,6	n. bekannt
Bio-Methan (CNG)	Sudangras	13.002	3.950	57.200	4,3	n. bekannt
Bio-Methan (CNG)	Maissilage	14.850	4.920	71.200	5,3	-51% g CO <sub>2</sub> -äq/Pkm
Bio-Methan (CNG)	Gülle					-77% g CO <sub>2</sub> -äq/Pkm
Erdgas (CNG)						-15% g CO <sub>2</sub> -äq/Pkm

<sup>1)</sup> Klee-gras-Anwek-silage

<sup>2)</sup> Bio-Methan CNG in Liter Dieseläquivalent

<sup>3)</sup> THG-Reduktionen: Ö Umweltbundesamt 2006 (berücksichtigt wurden direkte und indirekte Emissionen)

<sup>4)</sup> Joanneum Research & TU Graz, 2003 (berücksichtigt wurden direkte und indirekte Emissionen)

<sup>5)</sup> bei teilautarkem Prozess, Choren Industries, 2005

<sup>6)</sup> Levelton Engineering Ltd, 2000

## 2.9 Vorhandene Forderungen

RAAB (2007 [160]) ist der Ansicht, dass die zunehmende Nachfrage an „Bioenergie vom Acker“ aus österreichischer bzw. europäischer Produktion durch verschiedene Möglichkeiten gedeckt werden kann. Diese sind:

- Verwendung von strukturellen Überschussmengen, die derzeit exportiert werden.
- Ausweitung der Produktion, insbesondere auf derzeit stillgelegte Flächen.
- Verstärkte Nutzung von derzeit ungenutzten Potenzialen (z.B. Zwischenfrüchte, Stroh, etc.).
- Verstärkte Produktionsorientierung und mittel- und langfristig konsequente Nutzung des Ertragsfortschrittes.

AMON ET AL. (2006a [3]) plädieren in der Biogaserzeugung für eine Vermeidung einseitiger Fruchtfolgen. Es müsse ein breites Spektrum von Pflanzenarten für die Biogasproduktion, welches entweder als Beimischung - Bio-CNG, oder in Reinform als Bio-methan<sup>58</sup> als Biokraftstoff Verwendung finden könnte. Ein ökologisch optimiertes Frucht-folgesystem mit Vor-, Haupt-, Zwischen- und Nachfruchtnutzung ist anzustreben. Weiters sind hohe Biomasseerträge in standortangepassten, vielfältigen und gesunden Fruchtfolge-systemen, deren Nährstoffkreislauf weitgehend geschlossen ist, anzustreben. Dadurch

<sup>58</sup> Biomethan als Kraftstoff muss auf Erdgasqualität aufbereitet werden. Das bedeutet eine Erhöhung des CH<sub>4</sub>-Gehalts auf über 95 % und eine Reduktion der Gasbegleitstoffe, z.B. CO<sub>2</sub> und Schwefelwasserstoff.

wäre eine gekoppelte Nutzung von Kulturarten zur Produktion von Lebensmitteln, Stoffen und Energie möglich.

Die notwendigen Rahmenbedingungen für Bio-CNG, welche von der „Plattform Bio-CNG-Verkehr“<sup>59</sup> (2006 [155]) formuliert wurden, die primär die Ökologisierung des Steuersystems zum Ziel haben und auf dem „5 Punkte Aktionsprogramm“ aufbauen, sehen wie folgt aus:

- Langfristige Zusicherung der bisherigen Befreiung von Erdgas als Kraftstoff von der Mineralölsteuer, für CNG und Bio-CNG, mind. bis ins Jahr 2020.
- Langfristige Zusicherung eines reduzierten Umsatzsteuersatzes von 10 % für CBG und Bio-CNG.
- Befreiung von der Erdgasabgabe für Bio-CNG sowie für Biomethan.
- Befreiung von der Verbrauchsabgabe für CNG, CBG und Bio-CNG.
- Impulsprogramm in Form von Förderungen für die ersten 100.000 Gasfahrzeuge (auch für Kommunen, z.B. im Ausmaß der Partikelfilterförderungen).
- Investitionsförderung für Biomethananlagen, unabhängig vom Errichter (also für gewerbliche und landwirtschaftliche Produzenten).
- Eine BVG 15a-Grundsatzvereinbarung von Bund und Ländern zu einer österreichweiten, einheitlichen Regelung der Förderungen der ersten 100.000 CNG-Fahrzeuge in Österreich in Form von Ausnahmeregelungen, wie z.B.:
  - Befreiung von Parkgebühren in städtischen Kurzparkzonen aufgrund der geringeren Emissionsbelastung.
  - Befreiung vom Feinstaub-Fahrverbot aufgrund der Feinstaub-Freiheit.
  - Nutzung von Bus- bzw. Taxi-Fahrstreifen.
  - Befreiung von der Autobahnvignette.
  - Einfahrtserlaubnis für CNG-Fahrzeuge in Garagen.

Weiters wird gefordert, dass Bund und Länder die Verpflichtung eingehen sollten, CNG-Fahrzeuge zum Betrieb mit Bio-CNG anzuschaffen. Damit das 10 % Erdgasziel, gefordert von der EU, erreicht werden kann. Ebenso soll es österreichweit einheitlich vorgeschriebene Mindestanteile von CNG-Fahrzeugen zum Betrieb mit BIO-CNG bei der öffentlichen Beschaffung von Fuhrparks ab 2007 geben.

Nach PLANK (2004 [152]) sind folgende Maßnahmen notwendig:

- Sicherstellung der Mineralölsteuerbefreiung für alle Biokraftstoffe für mindestens 20 Jahre;
- NOVA-Befreiung für Bio-CNG-Fahrzeuge;
- Absenkung der Kfz-Steuer für Bio-CNG-Fahrzeuge;
- vorrangige Parkraumbenutzung für Bio-CNG-Fahrzeuge in den Ballungsräumen;
- Benutzung von Vorrangspuren durch Bio-CNG-Fahrzeuge;

---

<sup>59</sup> Die Plattform "Bio-CNG Verkehr", manchmal auch als Plattform "Bio-CNG" bezeichnet, ist ein Zusammenschluss von OMV, Wien Energie Gasnetz GmbH, erdgas oö., klima:aktiv biogas, Landwirtschaftskammer Österreich sowie dem Österreichischen Biomasse-Verband.

- Ausnahme von Fahrbeschränkungen bei Immissionswetterlagen für Bio-CNG-Fahrzeuge (Feinstaub im Winter, Ozon im Sommer);
- Befreiung von zukünftigen Stausteuern für Bio-CNG-Fahrzeuge.

In der Vorstudie für einen nationalen Biomasseaktionsplan für Österreich (BMLFUW 2006c [38]) werden folgende Vorschläge für zukünftige Maßnahmen formuliert:

- Änderung der europäischen Kraftstoffnormen hinsichtlich Anhebung der Beimischungsobergrenzen für Biodiesel und Ethanol.
- Änderung der europäischen Kraftstoffnorm hinsichtlich Beimischung von AME zu Diesel.
- Informationskampagnen für eine verstärkte Nutzung von Biodiesel.
- Ökologisierung der Richtlinien im öffentlichen Beschaffungswesen hinsichtlich Verwendung von Biokraftstoffen.
- Forcierung der Anwendung von Biodiesel aus Alt fetten und Altölen durch Länder und Gemeinden.
- Aufbau einer E 85 Flotte.
- Forschungsförderung zur Entwicklung neuer Technologien zur Verzuckerung von Zellulose und Hemizellulose.

Diese diversen Forderungen sind nicht neu. Schon im Jahr 1995 wurde im so genannten Nationalen Umweltplan (NUP) festgehalten, dass freie Flächen ein bereits knappes Gut darstellen und daher der Schutz dieser ökologischen Ressource eine wichtige Aufgabe der Umweltpolitik darstellt. Weiters wurde gefordert, dass sich die Entwicklung des Verkehrswesens an den grundlegenden Prinzipien des Nationalen Umweltplans orientieren muss, die die Nachhaltigkeit beschreiben, wie das Schutzprinzip und das Vorsorgeprinzip. Nach dem Schutzprinzip dürfen demnach keine Emissionen zugelassen werden, welche die Gesundheit des Menschen gefährden und sein Wohlbefinden beeinträchtigen oder eine gefährdende Belastung der Umwelt verursachen. Das Vorsorgeprinzip besagt auch, dass zukünftige Generationen prinzipiell in der Befriedigung ihrer Bedürfnisse nicht beschränkt werden dürfen und potenzielle künftige Gefahren für Mensch und Umwelt zu vermeiden sind, wenn die Möglichkeiten dazu gegeben sind. Daher wurden daraus folgende Grundsätze für ein "nachhaltiges Verkehrswesen" abgeleitet:

- Minimierung ökologischer und gesundheitlicher Risiken.
- Minimierung des Gefährdungspotenzials und Unfallrisikos.
- Vorsorge geht vor Reparatur.
- Optimale Energieeffizienz und Ressourcenschonung.
- Einsatz der jeweils ressourcen- und umweltschonendsten Verkehrstechnik und Technologie sowie Verkehrsmittel.
- Ökonomische Effizienz zur Erzielung des größtmöglichen volkswirtschaftlichen Nutzens bei geringstmöglichem Schaden.
- Ermöglichung ausgewogener Mobilitätschancen, im Sinne der Erreichbarkeit von Arbeitsplatz, Ausbildung, Infrastruktureinrichtungen, etc. für alle.
- Förderung der Verkehrsarten, die den genannten Grundsätzen jeweils am besten entsprechen. Welche also am umweltverträglichsten, am ressourcenschonendsten, energieeffizientesten und am sichersten sind.

Um diese Zielvorstellung zu erreichen wurde formuliert, dass eine Analyse des ökologischen und ressourcenbezogenen Profils der Verkehrsmittel von grundlegender Bedeutung ist. Eine solche Bilanzierung zeige auf, dass die umwelt- und ressourcenschonendsten Verkehrsarten, das zu Fuß gehen, das Radfahren und bei ausreichender Auslastung auch der öffentliche Verkehr sind, deshalb auch die Bezeichnung "Umweltverbund". Im Sinne der Zielsetzung sollten die Förderung des Umweltverbundes und die verträglichere Abwicklung des Kfz-Verkehrs Leitmotive für die Entwicklung und das Setzen von Maßnahmenbündeln im Sinne der Nachhaltigkeit sein. Eine Förderung des Umweltbewusstseins über Information und Motivation für ein umweltverträgliches Mobilitätsverhalten wurde als eine der notwendigen Wege genannt (BMUJF 1995 [41]).

Nach CAMPBELL ET AL. (2003 [44]) gibt es allgemeine Kriterien für eine nachhaltige Energieversorgung. Diese können aber auch auf die Biokraftstoffproduktion übertragen werden und lauten:

- Die Nutzung einer erneuerbaren Ressource darf nicht größer sein als ihre Regenerationsrate.
- Die Freisetzung von Stoffen darf nicht größer sein als die Aufnahmefähigkeit der Umwelt.
- Die Nutzung erneuerbarer Ressourcen muss minimiert werden. Ihre Nutzung soll nur in dem Ausmaß erfolgen, in dem ein Ersatz in Form von erneuerbaren Energien geschaffen wird.
- Die Umsätze von Energie und Stoffen müssen auf ein verträgliches Maß beschränkt werden.

### 3 Zielsetzung

Der motorisierte Individualverkehr wird zurzeit fast zur Gänze mit fossilen Kraftstoffen betrieben. Hinsichtlich des Klimaschutzes und der Energieversorgungssicherheit ist die Klima- als auch die Energiepolitik sehr gefordert, entscheidende Weichenstellungen zu setzen. Die Steigerung der Kraftstoffeffizienz, die Reduktion des spezifischen und gesamten Kraftstoffverbrauchs, sowie die Förderung von Biokraftstoffen sind dafür prioritäre Maßnahmen. Ziel der vorliegenden Arbeit ist die Überprüfung der Hypothese, ob theoretisch eine 100%ige Kraftstoffversorgung mit Biokraftstoffen für Österreich im Jahr 2020 möglich ist? Eine vorrangig autarke Lebensmittelproduktion auf landwirtschaftlicher Nutzfläche, stellt eine Basisbedingung für die untersuchten Szenarien dar. Diese Sub-szenarien sind als Teilziele zu sehen und zwar sind dies die prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage mit dem Kraftstoffeinsparpotenzial, sowie das Biokraftstoffproduktionsszenario. Diese Szenarien werden zum prognostizierten fossilen Kraftstoffsubstitutions- sowie CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial zusammengeführt.

#### 1. Biokraftstoffproduktionsszenario

Das Biokraftstoffproduktionsszenario wird auf landwirtschaftlichen Flächen geschaffen, wobei vorrangig eine autarke Lebensmittelproduktion unterstellt wird. Der theoretische Flächenbedarf für eine gesunde und autarke Ernährung wird hierbei von der potenziellen landwirtschaftlichen Fläche subtrahiert. Die für die Biokraftstoffproduktion übrig bleibende landwirtschaftliche Fläche wird als theoretische Energiefläche bezeichnet, und in Acker- und Grünland unterteilt. Auf dem Ackerland werden daher für die Biokraftstoffproduktion unterschiedliche Fruchtfolgen angenommen. Ergänzend hiezu kommen die theoretische Biomethanproduktion auf dem Grünland, sowie theoretisch nutzbare Reststoffmengen, wie z.B. Altspeiseöle, etc. Dies ergibt das Biokraftstoffproduktionsszenario für Österreich im Jahr 2020.

#### 2. Prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage und -einsparpotenzial

Der durchschnittliche spezifische Kraftstoffverbrauch liegt heute bei rund 8 l/100 km, und wird für das Jahr 2020 mit rund 7 l/100 km prognostiziert. Mit dieser letztgenannten fossilen Kraftstoffnachfrage wird im Kraftstoffnachfrageszenario "Business as Usual" („BAU“) gerechnet. Weiters wird unterstellt, dass alle Kraftfahrzeuge die freiwillige ACEA-Vereinbarung von 120 g CO<sub>2</sub>/km einhalten. Dies entspricht dem fossilen Kraftstoffnachfrageszenario „5-Liter-Auto“. In weiteren Kraftstoffnachfrageszenarien wird unterstellt, dass die gesamte Jahresfahrleistung entweder mittels dem „3-Liter-Auto“ (=90 g CO<sub>2</sub>/km), mit „Gasfahrzeugen“ (=120 g CO<sub>2</sub>/km) sowie dass „10 % der Fahrleistung mit Elektrofahrzeugen“ zurückgelegt wird. Für diese fossilen Kraftstoffnachfrageszenarien wird wiederum jeweils eine Fahrleistungsprognose mit unterschiedlicher Jahresfahrleistung simuliert. Diese Berechnungen ergeben jeweils die prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage im Jahr 2020 für Österreich, exklusive prognostiziertem Tanktourismus.

#### 3. Prognostiziertes fossiles Kraftstoffsubstitutions- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial

Im letzten Schritt wird die jeweilige prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage je Kraftstoffnachfrageszenario, mit unterschiedlichen Fahrleistungsprognosen, den Biokraftstoffproduktionsszenarien gegenübergestellt. Dies ergibt das prognostizierte fossile Kraftstoffsubstitutions- sowie CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial.

## 4 Methoden und Modell

Neben der Verminderung von Emissionen und der Erhöhung der Sicherheit im Straßenverkehr ist die Reduktion des spezifischen sowie gesamten Kraftstoffverbrauchs und damit einhergehend die Schonung natürlicher Ressourcen ein wichtiger Impuls für die Entwicklung neuer Antriebs- und Fahrzeugkonzepte. Der motorisierte Individualverkehr beruht heutzutage hauptsächlich auf der Verwendung von raffiniertem Erdöl in Form von Benzin oder Diesel als Energieträger. Dieser erdölbasierte Verkehr stößt aber erkennbar an seine Grenzen. Erdgas als Kraftstoff spielt derzeit noch eine unbedeutende Rolle, welche in Zukunft weiter ausgebaut werden soll. Ein bis zu 20 % geringerer Ausstoß von CO<sub>2</sub>, bei gleicher Motorenleistung, die um bis zu 80 % reduzierte Smogbildung, die niedrigen Schwefeldioxid-, Russ- und andere Partikelemissionen und die Versorgungssicherheit im Vergleich zum Erdöl sind nach KOCHENDÖRFER ET AL. (2003 [123]) als „pro“ zu nennen. Man kann und muss aber auch Erdgas als Vorreiter für den Einsatz von Biogas bzw. Biomethan im Verkehrssektor betrachten. Wenn die finanzstarken und mächtigen Mineralölkonzerne, welche den Tankstellenmarkt beherrschen, erst die Infrastruktur für Erdgas aufgebaut haben, ist der Weg für Biogas in Form von Biomethan als Kraftstoff frei.

In diesem Kapitel wird zuerst das berechnete Modell dieser Arbeit beschrieben. Danach wird das Potenzial von Biokraftstoffen, abhängig ihrer Herkunft, ermittelt und aufgezeigt. Es folgt der Kraftstoffverbrauch für das Jahr 2005 und die prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage für 2020. Zum Abschluss des Kapitels folgt die Darstellung und Analyse des prognostizierten fossilen Kraftstoffsubstitutionspotenzials, das die Kombination der prognostizierten fossilen Kraftstoffnachfrage und der Biokraftstoffproduktionsszenarien darstellt.

### 4.1 Modellbeschreibung

Das in dieser Arbeit beschriebene bzw. berechnete Modell ist in zwei große Subszzenarien – *Biokraftstoffproduktionsszenario* und *prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage* – unterteilt (Abbildung 101). Das obere SubszENARIO bezieht sich auf die landwirtschaftliche Biokraftstoffproduktion. Dieses umfasst die theoretisch zur Verfügung stehende potenzielle landwirtschaftliche Nutzfläche, auf welcher Lebensmittel und Biokraftstoffe produziert werden können. Daher sind hier die Themen theoretischer Flächenbedarf für die Ernährung - 1.500 bzw. 2.000 m<sup>2</sup>/Person und Jahr - sowie die theoretischen Fruchtfolgemodelle (FF) - ökologisch optimierte FF, Biokraftstoff ertragsmaximierte und Biomethan ertragsmaximierte FF - inkludiert. Im unteren SubszENARIO ist der Weg zur Berechnung der prognostizierten fossilen Kraftstoffnachfrage dargestellt. Dieser wird mittels fünf prognostizierter fossiler Kraftstoffnachfrageszenarien – „Business as Usual“ („BAU“), „5-Liter-“, und „3-Liter-Auto“, sowie „Gasfahrzeuge“ und einem „10%igen Anteil von Elektrofahrzeugen an der Jahresfahrleistung“ in vier unterschiedlichen Fahrleistungsprognosen - („With Measures“ („WM“), „With Measures low“ („WM low“), „With Measures high“ („WM high“) und „With Additional Measures“ („WAM“)) - erreicht. Durch Kombination dieser zwei Subszzenarien wurde das prognostizierte fossile Kraftstoffsubstitutionspotenzial von Biokraftstoffen der gesamten fossilen Kraftstoffnachfrage des österreichischen Individualverkehrs im Jahr 2020 berechnet. Aufgrund des Einsatzes von Biokraftstoffen lässt sich damit auch ein Einsparpotenzial an fossilem CO<sub>2</sub>, nach Daten von FNR (2006 [82]), prognostizieren.

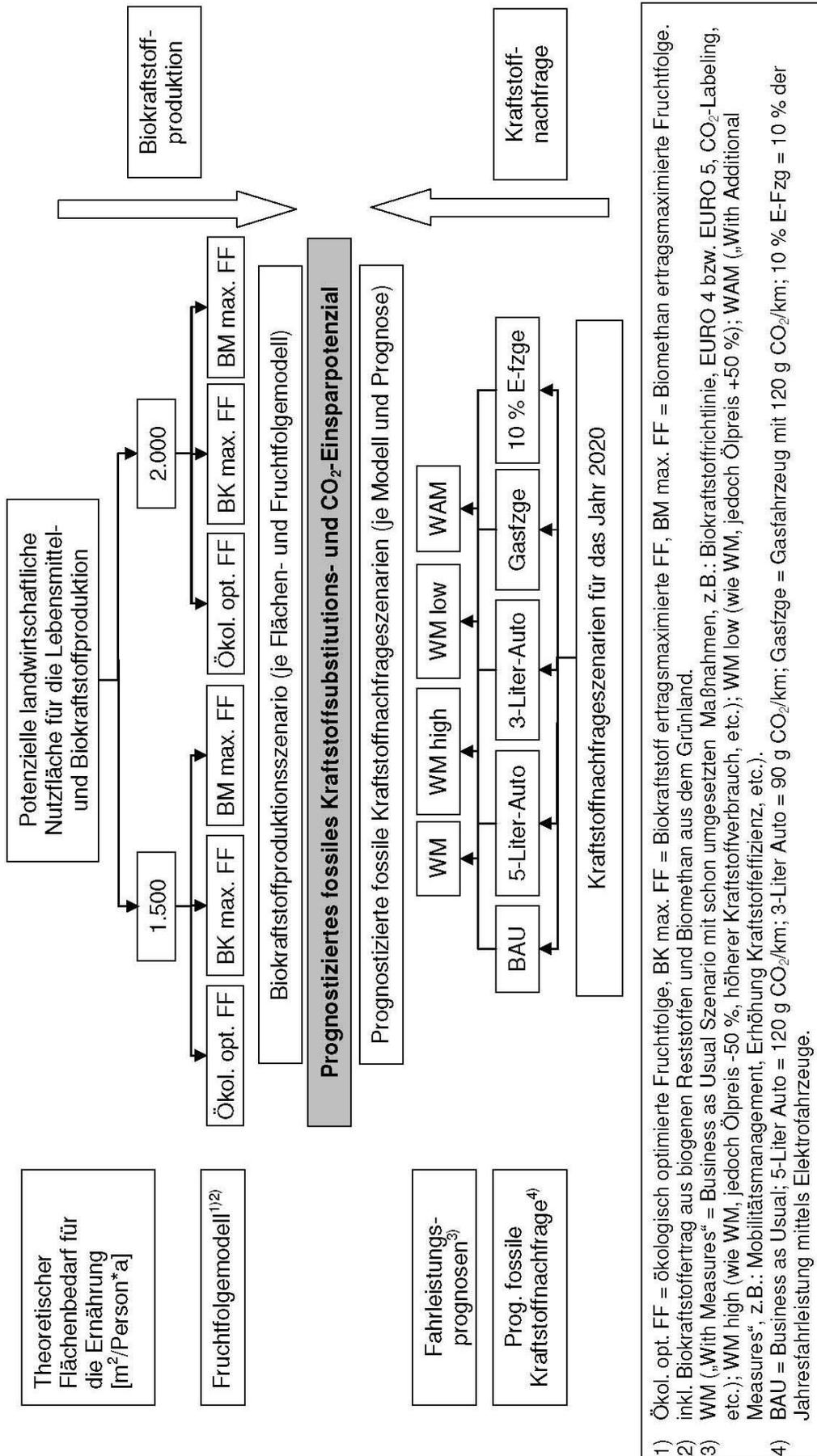


Abbildung 101: Übersicht des Modells

## 4.2 Theoretischer Flächenbedarf für die Ernährung

Im Zusammenhang mit der Lebensmittelproduktion ist nicht nur um die Quantität (=Menge), sondern auch die Qualität der Lebensmittel wichtig. Es geht daher sowohl um „Food Security“, als auch um „Food Safety“. Wobei der Begriff „Food Security“ für Ernährungs-sicherung - also für die Menge der zur Verfügung stehenden Lebensmittel - steht. Und der Begriff „Food Safety“ für die Qualität der Lebensmittel, also für Lebensmittelsicherheit steht. In den letzten Jahren wurde auch mit Slogans wie „der Landwirt als Energiewirt“ aufgezeigt, wie wichtig die Landwirtschaft nicht nur als Lebens- und Futtermittellieferant ist. Es sollte der Landwirt jedoch vorrangig „Lebensmittelwirt“ sein. Und landwirtschaftliche Flächen sollten vorrangig für die Lebensmittel- und dann erst für die Bioenergieproduktion genutzt werden (WLODKOWSKI 2008 [233]).

Wichtig für die zukünftige Nutzung von biogenen Energieträgern bzw. agrarischen Flächen ist deren kaskadische Nutzung. Es sollte auf jeden Fall die Lebensmittel- und Futtermittelproduktion Vorrang vor der Energieproduktion haben. Aus Ölpflanzen z.B. sollte vorrangig Speiseöl vor Pflanzenkraftstoff hergestellt werden. Beim Rohstoff Holz. Holz sollte zuerst als Baumaterial, für die Möbel- und Papierindustrie und für die Bereitstellung von Wärme verwendet werden. Und danach erst sollte Holz in Form von BtL für die Biokraftstoffproduktion, auch aufgrund der Umwandlungsverluste, verwendet werden.

Ebenso wie die fossilen Energieträger, z.B. Erdöl und Erdgas, ist Boden eine begrenzte Ressource, mit welcher schonend und nachhaltig umgegangen werden muss. Eine Ausbeutung von agrarischen und forstwirtschaftlichen Flächen kommt einer Ausbeutung von Erdöl- und Erdgasfeldern gleich. Der Boden selbst als Wasser-, Nährstoff- und Wärmespeicher und als „Besitzer“ der Biodiversität ist ein schützenswertes Gut, welcher nachhaltig bewirtschaftet werden sollte.

Stroh, welches zur BtL-Produktion herangezogen werden könnte, wird aus ökologischer Sicht zur Nährstoffrückführung auf dem Feld belassen, und nicht für die Biokraftstoffproduktion herangezogen. Der Grund dafür ist, weil Stroh die Basis für den Erhalt der Leistungsfähigkeit des Bodens ist und dies nicht nur zu einer Stabilisierung der organischen Substanz im Boden führt, sondern auch der Erosion entgegenwirkt (DAMBROTH nach MAUTNER-MARKHOF 1982 [138]). Bei der energetischen bzw. stofflichen Nutzung von Stroh ist aber auf jeden Fall der Strohbedarf für die Viehhaltung sowie für die Humusbilanz zu berücksichtigen (LEIBLE ET AL. 2008 [133]) und Humusabbau vermieden werden. Auch aus dem Grund, da die vermehrte Zufuhr von Holz in den Boden die Bodenfruchtbarkeit steigert. Die Folge der Stabilisierung bzw. die Erhöhung der Bodenfruchtbarkeit wäre eine Erhöhung der Pflanzenerträge bei verringerten Aufwendungen (WIKLICKY 2007 [231]). Biogene Reststoff- und Nutzung der landwirtschaftlichen Überproduktion ist in der Deponie- und Klärgasnutzung inkludiert.

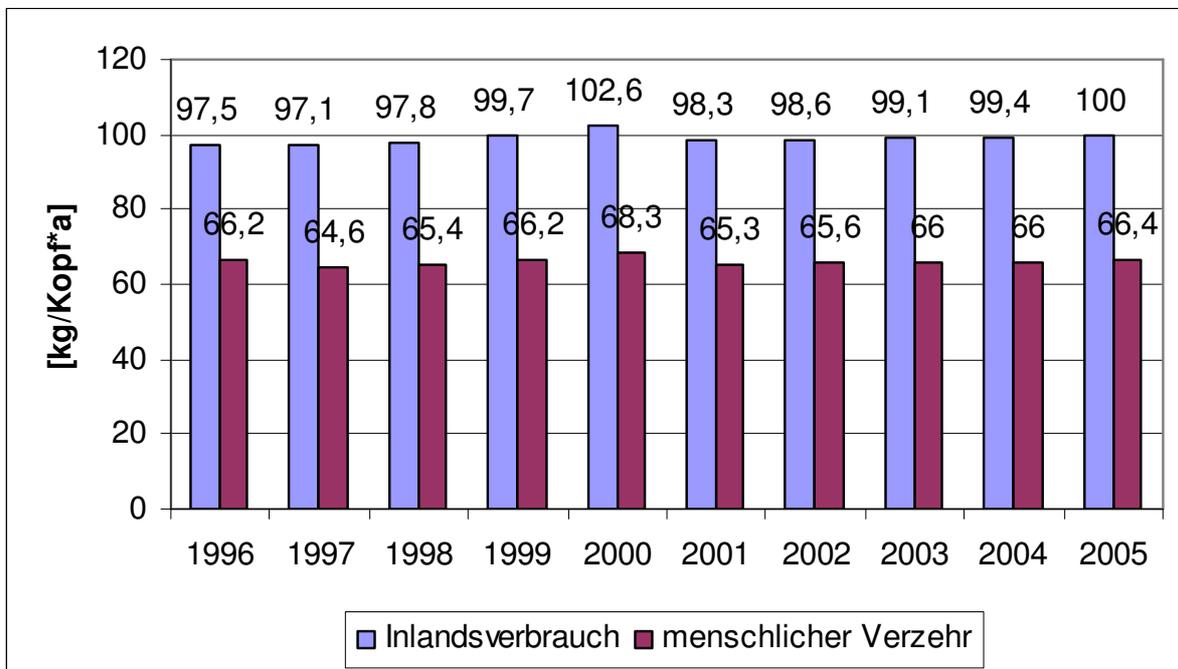
Es gibt verschiedene Modelle, in welchen errechnet wurde, wie viel landwirtschaftliche Fläche notwendig ist, um einen Menschen gesund und autark zu ernähren. Dieser Flächenbedarf pro Person und Jahr variiert sehr stark, da das spezifische Ernährungsverhalten eine sehr große Rolle spielt. Für die Produktion von einem MJ Fleisch etwa müssen sieben MJ an pflanzlicher Nahrung zur Verfügung gestellt werden. Der „Rest“ geht in Form von Veredelungsverlusten verloren. Nach WHO soll die menschliche Nahrung zu etwa 7 % aus tierischen und zu ca. 93 % aus pflanzlichen Anteilen bestehen (KONRAD 2004 [124]). Ebenso wichtig ist die Differenzierung in Lebensmittelverbrauch<sup>60</sup> und Lebensmittelverzehr<sup>61</sup>. Die verbrauchten Lebensmittel sind jene Nahrungsmittel, die pro Person für den Verbrauch zur Verfügung standen, nicht aber tatsächlich verzehrt wurden. So sind z.B. beim Fleisch-

<sup>60</sup> Der Verbrauch pro Kopf gibt den Durchschnitt des menschlichen Verbrauchs pro Person an. Der unterschiedliche Verbrauch aufgrund des Alters, Geschlechts, Einkommensniveaus oder der Konsumgewohnheiten und Jahreszeit ist schwierig zu erfassen wie auch der Einfluss der Tourismuswirtschaft und wird daher nicht berücksichtigt (STATISTIK AUSTRIA (2005b [188])).

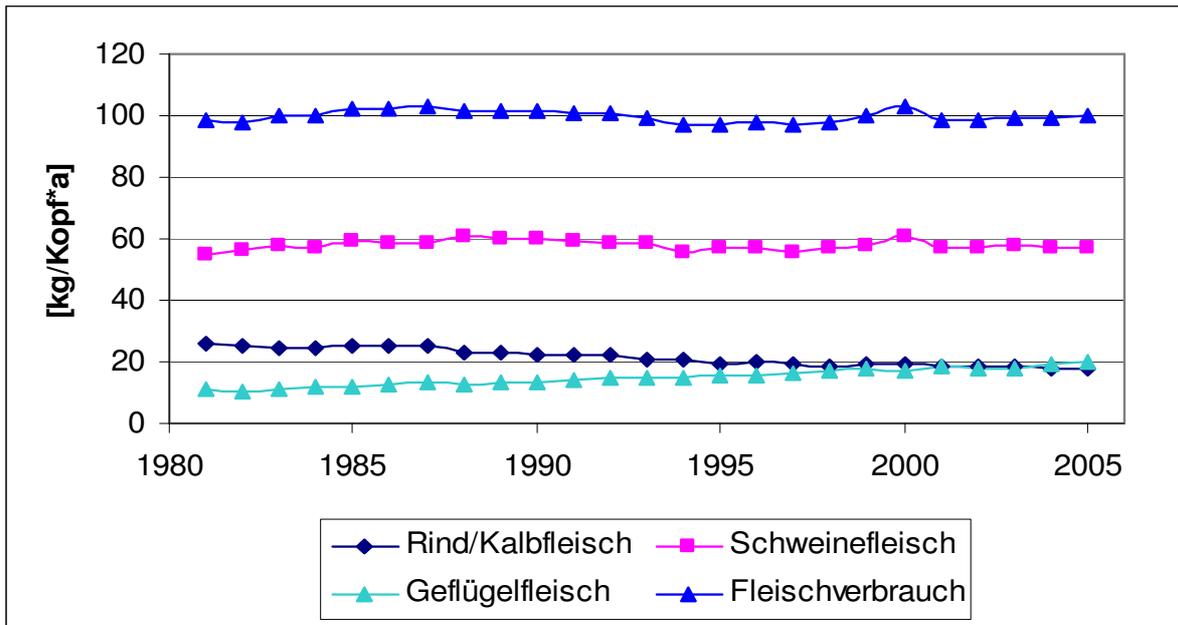
<sup>61</sup> Daten zum Verzehr sind in Anhang IV bis Anhang XXII (Versorgungsbilanzen) enthalten.

verbrauch auch der Bedarf für Haustierfutter, industrielle Verwertung, Verluste und auch die Überproduktion enthalten. Verzehrte Lebensmittel im Gegensatz dazu sind nur die Lebensmittel, die tatsächlich pro Person verzehrt wurden (SEEMÜLLER 2000 [181]).

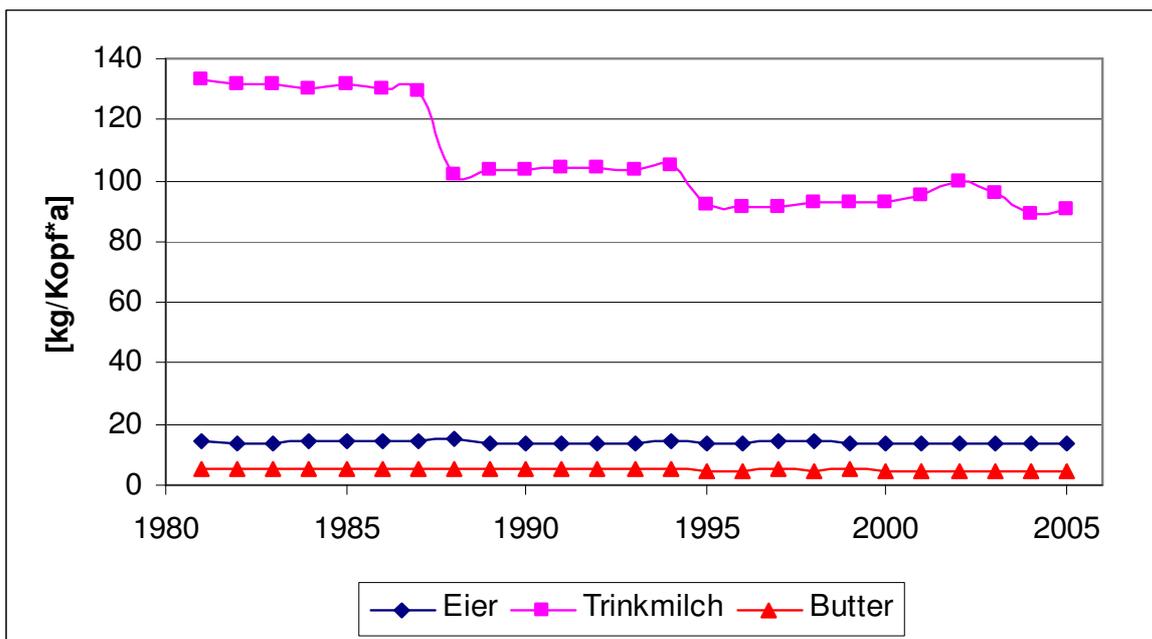
Wie in folgender Abbildung 102 ersichtlich, ist der Unterschied zwischen pro Kopf Inlandsverbrauch und dem tatsächlichen Lebensmittelverzehr groß. So werden etwa nur zwischen ca. 66,40 % (2004 und 2005) und 67,90 % (1996) an Fleisch tatsächlich verzehrt. Eine Gegenüberstellung aller verbrauchten und tatsächlich verzehrten Lebensmittel aus dem Jahr 2002 ist in Anhang III wiedergegeben (LEBENSministerium 2003 [130]). In Abbildung 103 ist die Entwicklung des Fleischverbrauchs in Österreich dargestellt. Daraus geht hervor, dass der gesamte Fleischverbrauch in den letzten 25 Jahren konstant rund 100 kg pro Person und Jahr betrug bzw. aktuell beträgt. Es ist aber auch erkennbar, dass der Rind- und Kalbfleischverbrauch rückläufig und der Geflügelfleischverbrauch steigend ist. Hingegen ist der Schweinefleischverbrauch stabil. Aus Abbildung 104 geht hervor, dass der Verbrauch an Eiern, ähnlich dem Schweinefleisch, annähernd eine „Konstante“ darstellt. Hingegen ging der Verbrauch an Butter geringfügig zurück. Der Verbrauch an Trinkmilch nahm in den letzten 25 Jahren stufenweise von 133,1 l pro Person/a (1981) auf 90,9 l pro Person/a ab (BUNDESANSTALT FÜR AGRARWIRTSCHAFT - AWI 2007c [27]).



**Abbildung 102:** Inlandsverbrauch und menschlicher Verzehr an Fleisch (eigene Darstellung, Daten: STATISTIK AUSTRIA - AMA 2007 [197])



**Abbildung 103:** Entwicklung des Fleischverbrauchs in Österreich (eigene Darstellung, Daten: AWI 2007c [27])

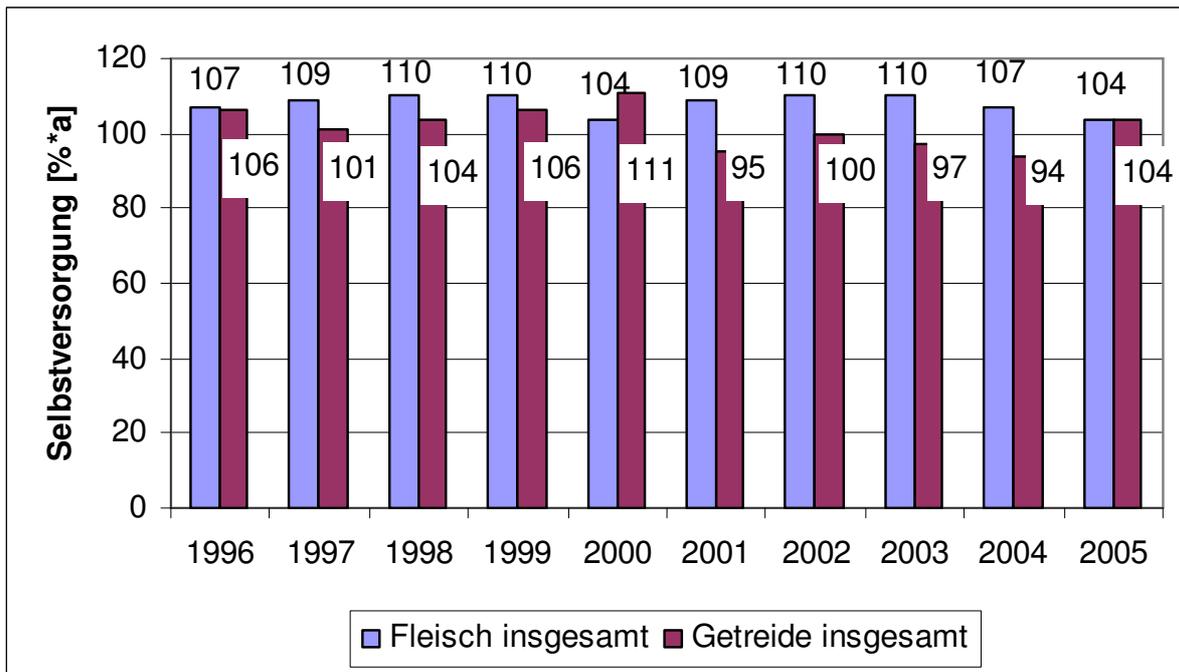


**Abbildung 104:** Entwicklung des Eier-, Milch- und Butterverbrauchs in Österreich (eigene Darstellung, Daten: AWI 2007c [27])

Die Selbstversorgung<sup>62</sup> Österreichs lag in den letzten 10 Jahren bei Fleisch im Schnitt bei 108 %. Bei Getreide bei ca. 102 % (101,8 %), dargestellt in Abbildung 105. Einzelne Versorgungsbilanzen<sup>63</sup> sind hiezu in Anhang IV bis Anhang XXII dargestellt (STATISTIK AUSTRIA - AMA 2007 [197]).

<sup>62</sup> Der Grad der Selbstversorgung gibt an, inwieweit die „Inlandserzeugung“ einer Region in der Lage ist, die Gesamtheit der Bedürfnisse oder die „Verwendung im Inland“ (Gesamtverwendung für Mensch, Tier und Industrie) dieser Region abzudecken (STATISTIK AUSTRIA (2005b [188])).

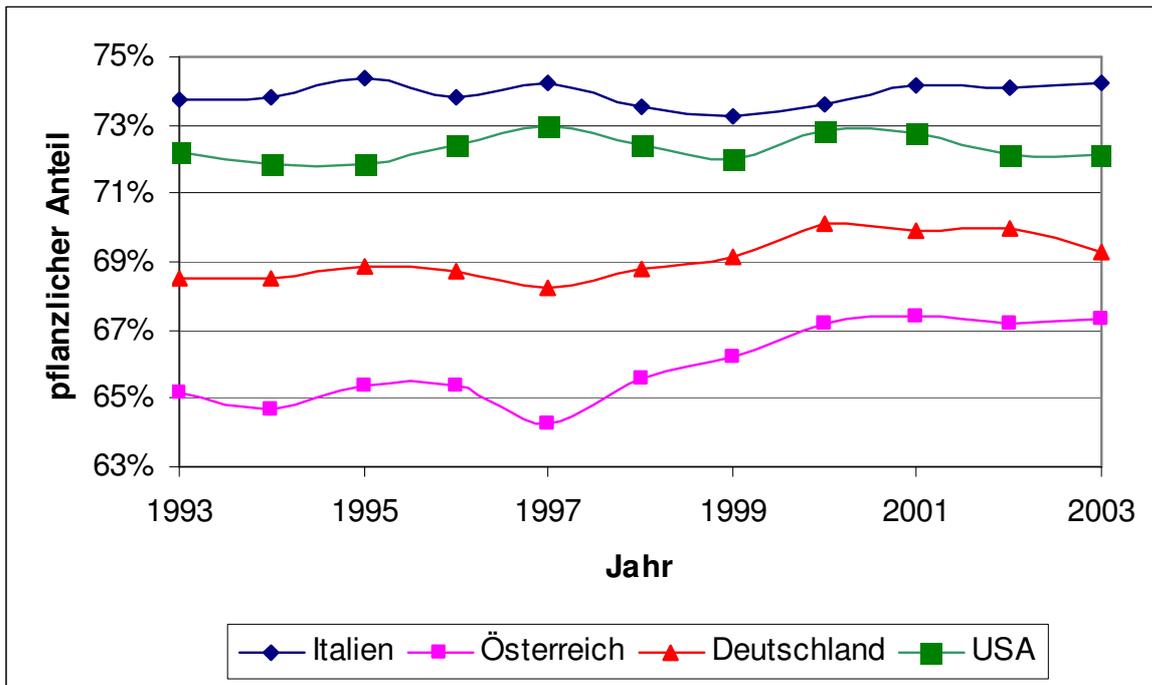
<sup>63</sup> Die Versorgungsbilanz des Getreides stellt einen besonderen Fall dar, bei dem der menschliche Verzehr pro Kopf in „Mehläquivalent“ bzw. „Nährmittel“ ausgedrückt wird. Bei den Versorgungs-



**Abbildung 105:** Selbstversorgung von Fleisch und Getreide 1996 - 2005 (eigene Darstellung, Daten: STATISTIK AUSTRIA - AMA 2007 [197])

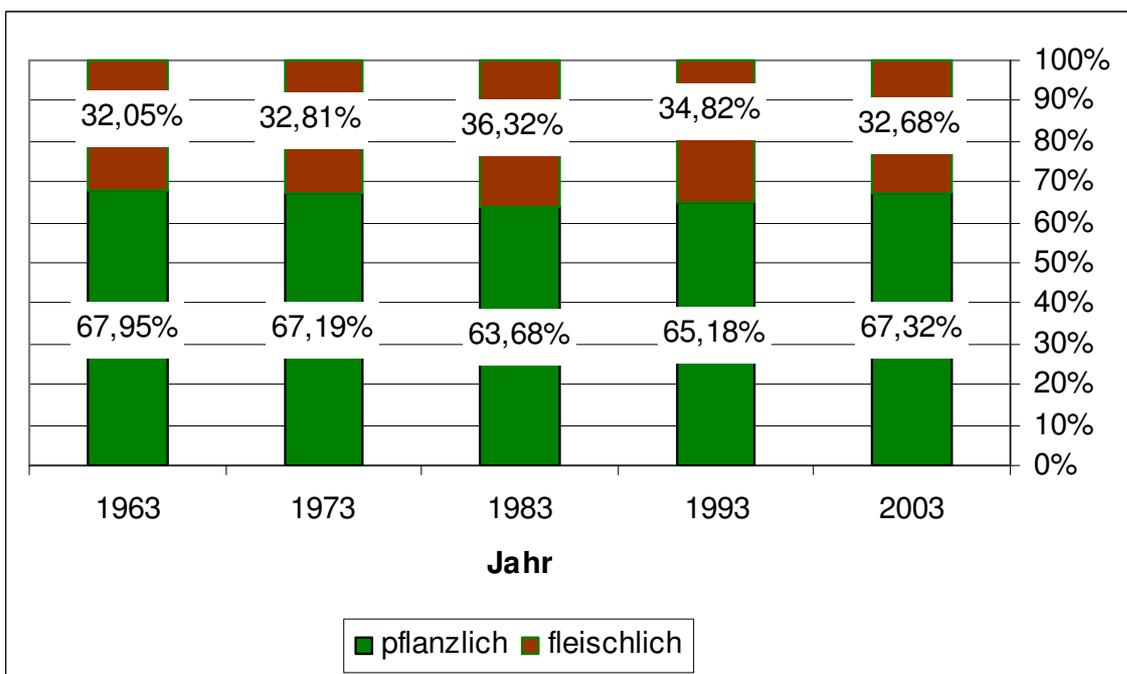
Zwischen Flächenbedarf und Nahrungsmittelzusammensetzung besteht also ein elementarer Zusammenhang. Desto mehr Fleisch konsumiert wird, desto mehr Fläche muss aufgrund von enormen Konversionsverlusten zur Verfügung gestellt werden. So wurden im Jahr 2005 nur ca. 18 % des auf 796.149 ha (57,7 %) des Ackerlandes produzierten Getreides für Ernährungszwecke verwendet. 64 % wurden verfüttert, 13 % industriell und 2 % als Saatgut eingesetzt (STATISTIK AUSTRIA 2006b [190]). Und der Flächenbedarf ist abhängig vom Landwirtschaftssystem. Der ökologische Landbau beansprucht in der Regel mehr agrarische Flächen als die konventionelle Landwirtschaft. Abbildung 106 zeigt, dass in den ausgewählten Staaten Österreich mit ca. 67 % pflanzlichen Anteils in der Ernährung, bezogen auf den Kalorienverbrauch pro Tag und Person, ist. In Italien hingegen ist die Ernährung zu fast  $\frac{3}{4}$  pflanzlichen Ursprungs. In den USA beträgt dieser Anteil über 70 % (FAO 2007 [88]).

bilanzen für Fleisch werden, ausgehend vom Verbrauch, mit Hilfe von Koeffizienten die Knochen- und Sehnenanteile, die Haushaltsverluste, sowie die Mengen zur Verfütterung an Haustiere berechnet. Die so ermittelten Mengen werden vom Verbrauch in Abzug gebracht und als „Menschlicher Verzehr“ ausgewiesen (STATISTIK AUSTRIA (2005b [188])).



**Abbildung 106:** Pflanzlicher Anteil in der Ernährung ausgewählter Staaten (eigene Darstellung, Daten: FAO 2007 [88])

Der Lebensmittelverbrauch in Österreich nahm in den letzten 40 Jahren zu, die Zusammensetzung dessen variiert nur gering. Im Jahr 1963 wurden insgesamt 13,61 MJ pro Person an Lebensmitteln verzehrt. Davon wurden 67,95 % (9,25 MJ) in pflanzlicher und 32,05 % (4,36 MJ) in fleischlicher Form genutzt. Im Jahr 2003 betragen diese Werte 15,62 MJ gesamt, pflanzlich 67,32 % (10,52 MJ) und fleischlich 32,68 % (5,11 MJ). Der Verlauf dieser Entwicklung ist in Abbildung 107 dargestellt. Es bedeutet aber auch, dass im Jahr 2003, gemessen am Energieinhalt, um 14,83 % mehr an Lebensmitteln verbraucht wurden als im Jahr 1963 (FAO 2007 [88]).



**Abbildung 107:** Zusammensetzung des Lebensmittelverbrauchs in Österreich (eigene Darstellung, Daten: FAO 2007 [88])

Wie erwähnt gibt es aufgrund der unterschiedlichen Zusammensetzung der Ernährung auch verschiedenen Flächenverbrauch. BOLHAR-NORDENKAMPF errechnete auf Höchstertragsflächen einen Wert von 300 m<sup>2</sup> für eine „Kartoffeldiät“. PIMENTEL gibt den Flächenbedarf mit rund 5.000 m<sup>2</sup> an. WOHLMEYER, zitiert in einem Werk von RIST, und NAGELSTÄTTER geben Werte zwischen 1.500 m<sup>2</sup> bzw. 2.000 m<sup>2</sup> in ihren Berechnungen an (KONRAD 2004 [124]).

Die DEUTSCHE STIFTUNG WELTBEVÖLKERUNG (1999 [51]) errechnete einen Grenzwert für eine ausreichende Nahrungsversorgung von 700 m<sup>2</sup> pro Person und Jahr.

ENGELMAN, LEROY (1996 [58]) geben eine notwendige landwirtschaftliche Nutzfläche von 700 m<sup>2</sup> pro Person und Jahr als minimalen Grenzwert für eine nachhaltige Ernährung an.

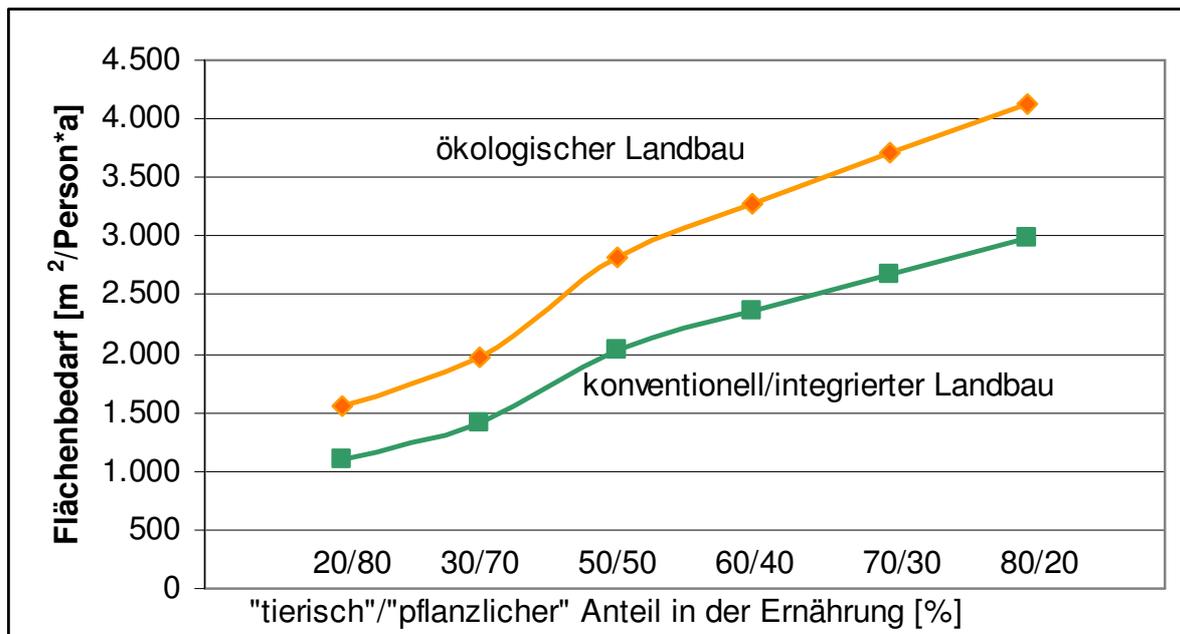
BOSSEL (1994 [17]) errechnete, dass bei einer globalen landwirtschaftlichen Nutzfläche von 1,3 Mrd. ha und einem mittleren nachhaltigen Körnerertrag von 2,5 t<sub>ots</sub>/(ha\*a) 16 Mrd. Menschen nachhaltig ernährt werden könnten. Dies ergibt für eine rein pflanzliche Ernährung, ohne Tierfutter-, Energie- und Rohstoffherzeugung, einen landwirtschaftlichen Flächenbedarf von abgerundet 800 m<sup>2</sup> pro Person und Jahr. Weiters errechnete er, dass Landwirtschaft ohne Energiezufuhr rund 10 Mal mehr Fläche benötigt, als Getreideanbau mit Energiezufuhr (Tabelle 41). (Wobei der Begriff mit nicht bzw. ohne Energiezufuhr nicht näher erläutert wurde.)

**Tabelle 41:** Erforderliche landwirtschaftliche Fläche in Abhängigkeit der Kulturform (BOSSEL 1994 [17])

	Ernteertrag [kJ/m <sup>2</sup> ]	erforderliche Fläche [m <sup>2</sup> /Mensch*a]
Sammlerkultur	1 - 40	400.000
Landwirtschaft ohne Energiezufuhr	100 - 4.000	4.000
Getreideanbau mit Energiezufuhr	4.000 - 40.000	400
Algenkultur mit Energiezufuhr	40.000 - 160.000	40

Der WISSENSCHAFTLICHE BEIRAT DER BUNDESREGIERUNG GLOBALE UMWELTVERÄNDERUNGEN (WBGU 1994 [232]) errechnete eine erforderliche landwirtschaftliche Nutzfläche von 1.100 m<sup>2</sup>/Person für Europa. Diese Berechnung basiert auf dem Bericht des INSTITUTS FÜR SOZIAL-ÖKOLOGISCHE FORSCHUNG (ISOE), welches eine erforderliche landwirtschaftliche Nutzfläche von 1.190 m<sup>2</sup>/Person für Europa nennt, und berücksichtigt eine 10 % Reduktion der Fläche aufgrund des Einsatzes von umweltschonenden, innovativen Technologien. Diese Flächenangaben beziehen sich auf eine rein pflanzliche Ernährung. Die Autoren meinen weiters, dass für eine globale „Nachhaltige Entwicklung“ eine durchschnittliche landwirtschaftliche Nutzfläche von 1.830 m<sup>2</sup>/Person für das Jahr 2010 weltweit notwendig sein wird.

SEEMÜLLER (2000 [181]) berechnete den Flächenbedarf für die Lebensmittelproduktion für konventionelle sowie ökologische Landbewirtschaftung. So berechnete er für das gegenwärtige Ernährungsverhalten, 61 % pflanzlicher und 39 % tierischer Anteil, im konventionellen Anbau einen Flächenbedarf von 1.738 m<sup>2</sup> pro Person für Deutschland. Im ökologischen Anbau von 2.424 m<sup>2</sup>. Bei SEEMÜLLER beträgt für die Zusammensetzung, 70 % pflanzlich und 30 % tierisch, der notwendige Flächenbedarf im konventionellen landwirtschaftlichen Anbau 1.413 m<sup>2</sup> und im ökologischen Anbau 1.974 m<sup>2</sup>. (Weitere Flächenangaben im Zusammenhang mit der prozentuellen Zusammensetzung der Nahrung sind in Abbildung 108 dargestellt). Wichtig bei den Berechnungen nach SEEMÜLLER (2000 [181]) ist aber, dass auch jeweils ein ausländischer Flächenbedarf für die Futtermittelproduktion, z.B. Sojaschrot für die Schweinefleischproduktion, berücksichtigt wurde. Er verzichtet auf die Berechnung des Flächenbedarfs für die Produktion von Reis, Kakao, Schalen- und Zitrusfrüchte, da diese nicht in Deutschland erfolgt. Des Weiteren sind alle Arten von Milchprodukten im gesamten Milchverbrauch inkludiert und ebenso sind Koppelprodukte in der Fleischproduktion, z.B. Schweineschmalz, enthalten. Auch teilt er den notwendigen Flächenbedarf jeder Tierart exakt zu, so sind z.B. für die Fischproduktion keine landwirtschaftlichen Flächen notwendig. Für die Schweinefleischproduktion werden nur Ackerflächen verwendet, für die Milchproduktion Acker- und Grünland, etc..



**Abbildung 108:** Flächenbedarf für die Lebensmittelproduktion unterschiedlicher Landbewirtschaftungssysteme (eigene Darstellung, Daten: SEEMÜLLER 2000 [181])

Der FACHVERBAND BIOGAS E.V.<sup>64</sup> (2007 [84]) nennt einen notwendigen Flächenbedarf pro Person für die Nahrungsmittelproduktion von 2.400 m<sup>2</sup>/a für die Gegenwart, welcher langfristig auf 1.500 m<sup>2</sup>/a reduziert werden wird. Diese frei werdenden Flächen sollten zur energetischen und stofflichen Nutzung, ohne Konkurrenz mit dem Food-Sektor, verwendet werden.

DÖHLER (2006 [54]) nennt einen Flächenanspruch von 2.000 m<sup>2</sup> pro Person und Jahr für eine autarke Ernährung (inklusive Nahrungsmitteln tierischer Herkunft). LAMP (2004 [129]) gibt für Deutschland eine notwendige Fläche für die Nahrungsmittelproduktion von 2.100 m<sup>2</sup> und für den EU-Durchschnitt von 3.600 m<sup>2</sup> pro Jahr und Person an. FUNK UND LINßEN (2007 [94]) nennen einen Flächenbedarf von 2.500<sup>65</sup> m<sup>2</sup> pro Person und Jahr in den EU-15 Staaten als ausreichend.

BRINGEZU UND STEGER (2005 [22]) errechneten eine globale Nutzung landwirtschaftlicher Flächen der EU-15 für das Jahr 2000 von etwa 4.310 m<sup>2</sup>/Person. Davon wurden 3.640 m<sup>2</sup>/Person innerhalb der EU verwendet. In Deutschland liegt hiernach der Bedarf an landwirtschaftlicher Fläche bei 2.000 m<sup>2</sup>/Person plus zusätzlich 400 m<sup>2</sup>/Person „außerhalb“ der EU. Die globale Nutzung landwirtschaftlicher Flächen betrug im Jahr 2000 2.500 m<sup>2</sup>/Person und wird im Jahr 2030 etwa 1.900 m<sup>2</sup>/Person betragen.

Nach eigenen Berechnungen für Österreich, auf den Flächenverbrauchsdaten<sup>66</sup> nach SEEMÜLLER (2000 [181]) basierend, und abhängig der Versorgungsbilanzen der Jahre 1996 und 2005, sind zwischen 1.346 m<sup>2</sup> (konventioneller Landbau und Versorgungsbilanzen bzw. Lebensmittelverbrauch 1996) und 2.039 m<sup>2</sup> (ökologischer Landbau und Versorgungsbilanzen bzw. Lebensmittelverbrauch 2005) landwirtschaftlicher Fläche notwendig. Diesen Berechnungen unterstellt ist eine theoretische Selbstversorgung von 100 %, da in dieser Arbeit eine theoretische autarke Lebensmittelproduktion unterstellt wurde. SEEMÜLLER (2000 [181]) eine notwendige landwirtschaftliche Fläche für die Lebensmittelproduktion, abhängig des

<sup>64</sup> Diese Zahlen konnten trotz hartnäckiger Nachfrage leider nicht mit Quellen belegt werden.

<sup>65</sup> FUNK (2007 [93]) bezieht sich hierbei auf Daten der FAO. Es konnte diese Quelle jedoch leider nicht belegt werden.

<sup>66</sup> Wie bei SEEMÜLLER [181] wurden die Flächen für Obst und Gemüseanlagen nicht berücksichtigt, da diese in Österreich 2005 nur 25.728 ha bzw. 1,86 % betragen.

jeweiligen Selbstversorgungsgrades, eines bestimmten Lebensmittels. Des Weiteren hat sich gezeigt, dass zwischen 1,16 Mio. ha (1996 und konventionelle Landwirtschaft) und 1,68 Mio. ha (2005 und ökologischer Landbau) landwirtschaftlicher Fläche theoretisch für die Nahrungsmittelproduktion in Österreich benötigt werden.

RAUH (2008 [162]) berechnete für Deutschland einen notwendigen Flächenbedarf für die Ernährung von 1.870 m<sup>2</sup> pro Person. Diese Berechnung basiert ebenso auf den Daten von SEEMÜLLER. Aufgrund von Ertrags- und Effizienzsteigerung wurde der Flächenbedarf je Nahrungsmittel, im Vergleich zu SEEMÜLLER (2000 [181]), um 10 % reduziert. RAUH und HEIßENHUBER (2008 [163]) berechneten für Bayern - aufgrund höherer Produktivität im Vergleich zum Rest Deutschlands - mit einem Flächenbedarf von rund 1.440 m<sup>2</sup> pro Person.

2005 lag der Selbstversorgungsgrad (ohne Auslandsfutter) der Bundesrepublik Deutschland bei 99 % und die landwirtschaftliche Nutzfläche bei 2.100 m<sup>2</sup> pro Einwohner (DBV 2006 [52]). Der Selbstversorgungsgrad multipliziert mit der Bevölkerungszahl ergibt die von der inländischen Landwirtschaft ernährte Bevölkerungszahl. Die landwirtschaftliche Fläche betrug 17,0352 Mio. ha bei 82,501 Mio. Einwohnern (STATISTISCHES BUNDESAMT 2007 [198] und STATISTISCHES BUNDESAMT 2006 [199]). Das bedeutet nun als Umkehrschluss, dass für eine 100 % Selbstversorgung etwa 2.121 m<sup>2</sup> pro Person und Jahr an landwirtschaftlicher Fläche genügen würden (eigene Berechnung und PASCHER 2007 [152]).

Alle erwähnten Flächenmodelle sind übersichtlich in Tabelle 42 und die eigenen Berechnungen in Anhang XXIII und Anhang XXIV dargestellt. MEADOWS ET AL. (2007 [139]) weisen in einem Szenario darauf hin, dass sich, wenn zusätzlich zu den Technologien zur Verringerung des Schadstoffausstoßes noch weitere Techniken für eine deutliche Ertragssteigerung pro Flächeneinheit angewendet werden, durch die intensive Landnutzung der Flächenverlust sich beschleunigt. Diese prognostizierte Flächennutzung erweist sich also als nicht nachhaltig.

**Tabelle 42:** Flächenmodelle und notwendige landwirtschaftliche Mindestfläche für die Ernährung

Flächenmodell	notwendige landw. Mindestfläche [m <sup>2</sup> /pro Person*a]	Quelle
Bolhar-Nordenkamp <sup>1)</sup>	300	in KONRAD (2004 [124])
Walker <sup>1)</sup>	400	
Smil	700	
Deutsche Stiftung Weltbevölkerung	700	DEUTSCHE STIFTUNG WELTBEOVÖLKERUNG (1999 [51])
Engelman, LeRoy	700	ENGELMAN, LEROY (1996 [58])
Bossel <sup>1)</sup>	800	BOSSEL (1994 [17])
WBGU <sup>1)</sup>	1.100	WBGU (1994 [232])
Seemüller (konventionell 80/20)	1.102	SEEMÜLLER (2000 [181])
ISOE <sup>1)</sup>	1.190	WBGU (1994 [232])
konventioneller Landbau (1996)	1.346	eigene Berechnung
konventioneller Landbau (2005)	1.408	eigene Berechnung
Seemüller (konventionell 70/30)	1.414	SEEMÜLLER (2000 [181])
Wohlmeyer	1.430	nach RIST (in KONRAD 2004 [124])
Rauh (Bayern)	1.440	RAUH, HEIßENHUBER (2008 [163])
Wohlmeyer (Mittelwert)	1.500	in KONRAD (2004 [124])
Fachverband Biogas (Zukunft)	1.500	FACHVERBAND BIOGAS e.V. (2007 [84])

Seemüller (ökologisch 80/20)	1.549	SEEMÜLLER (2000 [181])
Wohlmeyer	1.600	nach RIST (in KONRAD 2004 [124])
Seemüller (konventionell)	1.738	SEEMÜLLER (2000 [181])
WBGU 2010	1.830	WBGU (1994 [232])
Rauh (Deutschland)	1.870	RAUH (2008 [162])
ökologischer Landbau (1996)	1.941	eigene Berechnung
Seemüller (ökologisch 70/30)	1.975	SEEMÜLLER (2000 [181])
Nagelstätter	2.000	in KONRAD (2004 [124])
Bringezu, Steger (für und in Deutschland)	2.000	BRINGEZU, STEGER (2005 [22])
Döhler	2.000	DÖHLER (2006 [54])
Seemüller (konventionell 50/50)	2.029	SEEMÜLLER (2000 [181])
ökologischer Landbau (2005)	2.039	eigene Berechnung
Lamp	2.100	LAMP (2004 [129])
100 % Selbstversorgung D	2.121	eigene Berechnung und PASCHER (2007 [152])
Seemüller (konventionell 40/60)	2.359	SEEMÜLLER (2000 [181])
Fachverband Biogas (Heute)	2.400	FACHVERBAND BIOGAS e.V. (2007 [84])
Bringezu, Steger (für Deutschland gesamt)	2.400	BRINGEZU, STEGER (2005 [22])
Seemüller (ökologisch)	2.424	SEEMÜLLER (2000 [181])
FAO	2.500	FUNK, LINBEN (2007 [94])
Seemüller (konventionell 30/70)	2.674	SEEMÜLLER (2000 [181])
Seemüller (ökologisch 50/50)	2.820	
Seemüller (konventionell 20/80)	2.986	
Seemüller (ökologisch 40/60)	3.273	
Lamp (EU-Durchschnitt)	3.600	LAMP (2004 [129])
Bringezu, Steger (innerhalb EU)	3.640	BRINGEZU, STEGER (2005 [22])
Seemüller (ökologisch 30/70)	3.705	SEEMÜLLER (2000 [181])
Seemüller (ökologisch 20/80)	4.134	
Bringezu, Steger (gesamt)	4.310	BRINGEZU, STEGER (2005 [22])
Pimentel	5.000	in KONRAD (2004 [124])

<sup>1)</sup> Angabe für rein pflanzliche Ernährung.

Laut FAO<sup>67</sup> standen im Jahr 1950 global 5.100 m<sup>2</sup> landwirtschaftlicher Nutzfläche pro Person und Jahr zur Verfügung. 1975 waren es nur mehr 3.400 m<sup>2</sup>. Im Jahr 2000 sank diese Zahl auf etwa 2.700 m<sup>2</sup> und 2020 werden weltweit im Durchschnitt nur mehr etwa 1.800 m<sup>2</sup> pro Person und Jahr an landwirtschaftlicher Fläche zur Verfügung stehen (BMLFUW 2004b [34]). Nach FISCHER ET AL. (2002 [86]) standen im Jahr 1995 weltweit für etwa 5,7 Mrd. Menschen 2.500 m<sup>2</sup> pro Person und Jahr zur Verfügung.

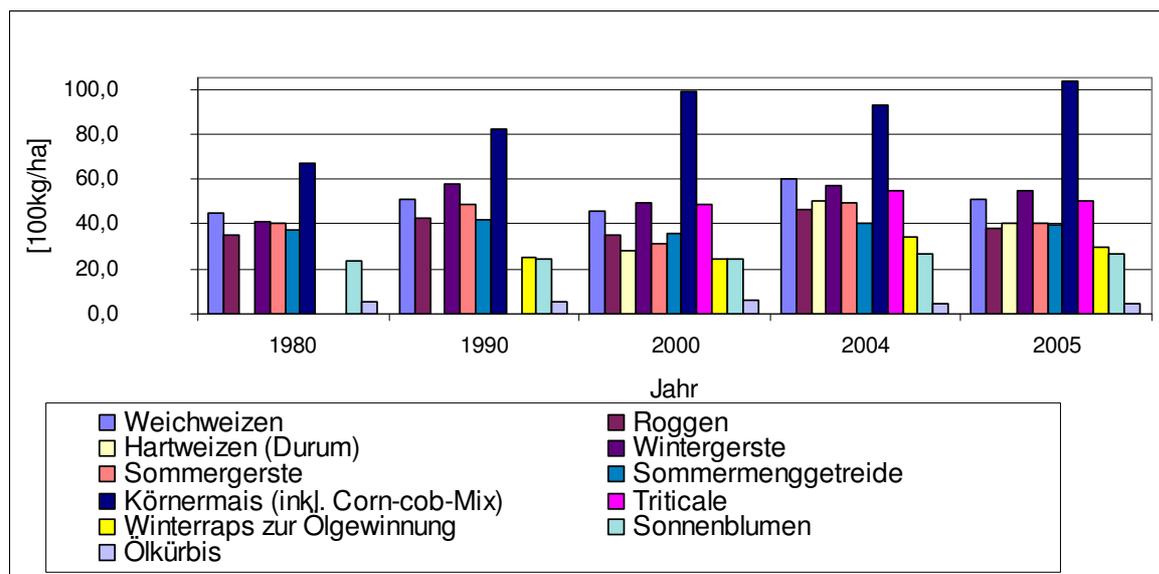
<sup>67</sup> FAO: Food and Agriculture Organization. Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen.

**Tabelle 43:** Global verfügbare landwirtschaftliche Nutzfläche (eigene Darstellung, Daten: BMLFUW 2004b [34])

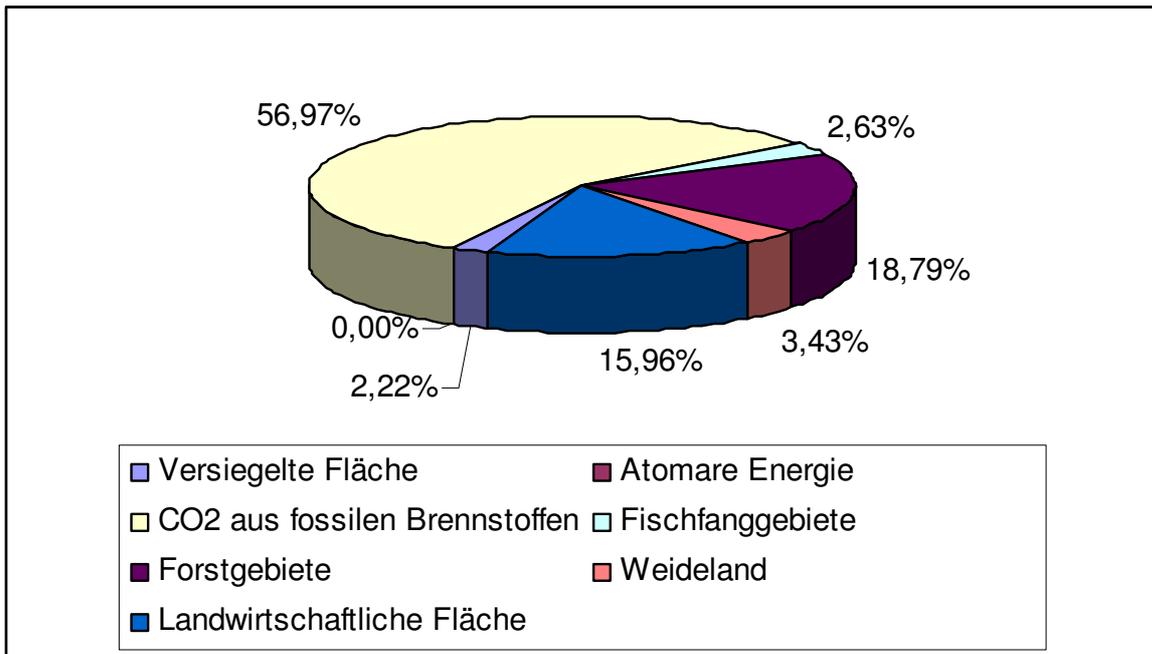
FAO	verfügbare globale landw. Nutzfläche pro Person*a [m <sup>2</sup> ]	Quelle
1950	5.100	BMFLUW 2004b [34]
1975	3.400	
2000	2.700	
2020	1.800	

Von großer Relevanz ist, dass in den landwirtschaftlichen Flächenmodellen für die Lebensmittelproduktion auch die Fläche für die Futtermittelproduktion inkludiert ist (BOXBERGER 2007 [19]). Entscheidend für die bisherige und zukünftige Lebensmittelproduktion der Landwirtschaft werden die vorhandenen Flächen und deren Flächenerträge sein.

Die österreichischen Hektarerträge haben sich in diesem Zusammenhang in den letzten Jahren unterschiedlich stark entwickelt (Abbildung 109). So kam es z.B. beim Körnermais (inkl. Corn-Cob-Mix) zu einem Anstieg des Ertrages von 1980 von 67,0 to/ha auf 103,1 to/ha bis 2005. Dies entspricht einem Anstieg in 25 Jahren von 53,94 %. Bei Ölkürbis reduzierte sich der Ertrag von 1980 von 550 kg/ha auf 480 kg/ha im Jahr 2005, dies entspricht einem Rückgang von 13,58 % (AWI 2006 [24]). Dieser Rückgang ist z.B. bedingt durch verfrühte Ernte im Herbst, aufgrund auftretender Fäulnis.


**Abbildung 109:** Hektarerträge ausgewählter Feldfrüchte (eigene Darstellung, Daten: AWI 2006 [24])

Der „ökologische Flächenbedarf“, auch als ökologischer Fußabdruck bezeichnet, betrug für Österreich im Jahr 2003 4,95 ha pro Person. Fast 57 % dieser Fläche (56,97 % bzw. 2,82 ha) ist bedingt durch die CO<sub>2</sub>-Produktion aus fossiler Verbrennung. Etwa 20 % aufgrund der Nutzung von landwirtschaftlicher Fläche (15,96 % bzw. 0,79 ha) und Weideland (3,43 % bzw. 0,17 ha) sowie ca. 19 % (18,79 % bzw. 0,93 ha) aufgrund der Nutzung der Forstgebiete. Auf Fischfang (2,63 % bzw. 0,13 ha) und versiegelte Flächen (2,22 % bzw. 0,11 ha) entfallen zusammen nur 4,85 %, dargestellt in nachfolgender Abbildung 110 (WWF 2006 [236]).



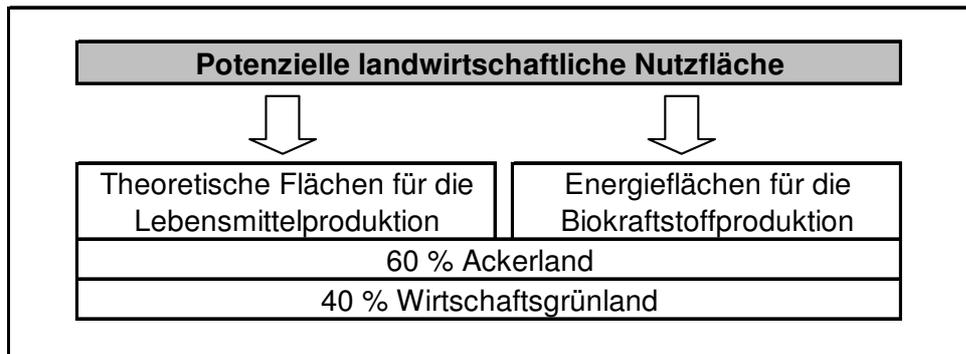
**Abbildung 110:** Ökologischer Fußabdruck für Österreich 2003 (eigene Darstellung, Daten: WWF 2006 [236])

### 4.3 Biokraftstoffproduktionsszenarien für Österreich

Dieses Kapitel beschreibt die Biokraftstoffproduktionsszenarien in Österreich für das Jahr 2020. Zuerst das Biokraftstoffproduktionsszenario auf dem Ackerland - inklusive variierender Fruchtfolgen - erläutert. Es folgt danach das Biokraftstoffproduktionsszenario auf dem Grünland. Abschließend wird das Biokraftstoffproduktionsszenario aus biogenen Reststoffen (Altspeiseöl, Altholz, etc.) dargestellt.

#### 4.3.1 Biokraftstoffproduktionsszenario auf Energieflächen

Einleitend zu den Szenarien der Biokraftstoffproduktion in Österreich ist festzuhalten, dass es sich bei Modellen immer um Vereinfachungen unter bestimmten Annahmen handelt. Die Modelle sind daher nie allgemein gültig. Kein Modell ist in jeder Hinsicht richtig (MEADOWS ET AL. 2007 [139]). Alle Modellberechnungen beruhen auf der Annahme, dass eine gewisse landwirtschaftliche Fläche für die Lebensmittel- und Biokraftstoffproduktion quasi „parallel“ genutzt werden kann. Wobei eine autarke Lebensmittelproduktion vorrangig ist. Auf dieser Energiefläche für das Biokraftstoffproduktionsszenario werden daher Energiepflanzen in drei unterschiedlichen Fruchtfolgemodellen – „ökologisch optimierte Fruchtfolge, Biokraftstoff ertragsmaximierte und Biomethan ertragsmaximierte Fruchtfolge - für die Substitution fossiler Kraftstoffe kultiviert. Ebenso wird Biomethan aus Wirtschaftsgrünland gewonnen (Abbildung 111).



**Abbildung 111:** Angenommene Rahmenbedingungen der Biokraftstoffproduktionsszenarien

Bei der Berechnung des theoretischen Energieflächenpotenzials müssen einige Einflußgrößen unterstellt werden. Es wurde davon ausgegangen, dass auf allen Flächen die theoretischen Hektarerträge und damit die Produktionsmengen auch produziert werden können. Das bedeutet, dass klimatisch bedingte Ernteaufälle, z.B. durch Hochwasser, Dürre, etc. keine Auswirkungen auf die Höhe der Erträge haben. Ebenso wurde unterstellt, dass die Produktion in diesem Ausmaß überhaupt möglich wäre, z.B. dass dafür notwendige Arbeitskräfte zur Verfügung stehen, etc. Auch wurde festgelegt, in biologisch sensiblen Gebieten keine Biokraftstoffe zu produzieren. Die GLÖZ-Flächen, im Ausmaß von 6.453 ha, wurden daher aus ökologischen Gründen nicht zur Biokraftstoffproduktion herangezogen. Die theoretische Energiefläche errechnet sich damit aus der potenziellen österreichischen landwirtschaftlichen Nutzfläche, welche um den Flächenbedarf für die Ernährung reduziert wird. Die aktuelle Agrarflächennutzung ist hiezu in Kapitel 2.7.2 detailliert dargestellt. In Tabelle 44 sind die Flächen dargestellt, welche zur Lebensmittel- bzw. Energiepflanzen- und Biokraftstoffproduktion theoretisch herangezogen werden könnten.

**Tabelle 44:** Potenzielle landwirtschaftliche Nutzflächen für die Lebensmittel- und Biokraftstoffproduktion in Österreich (eigene Darstellung, Daten: BMLFUW 2006a [36])

	[ha]	[%]
Ackerland	1.375.823	62,16
mehrmädige Wiesen	815.945	36,86
Nawaros - Energieholz	21.622	0,98
<b>Summe</b>	<b>2.213.390</b>	<b>100,00</b>

Dieses Flächennutzungsverhältnis von rund 60 % Acker- und ca. 40 % Grünland (Tabelle 44) ist nach SEEMÜLLER (2004 [181]) für eine Ernährungszusammensetzung von ca. 70 % pflanzlich und ca. 30 % tierischer Lebensmittel im konventionellen Bewirtschaftungssystem notwendig (Tabelle 45). Hierbei wurde jeweils dem Nahrungsmittel (nach SEEMÜLLER 2000 [181]) ein gewisser Anteil an Grün- bzw. Ackerland zugewiesen. Diese detaillierte Zuordnung befindet sich in in Anhang XXV.

**Tabelle 45:** Theoretischer Flächenanspruch an Acker- und Grünland für die Lebensmittelproduktion (eigene Berechnung 2007, Daten: Seemüller 2000 [181])

Bewirtschaftungs- system	Anteil in Nahrung [%]		Flächenbedarf [m <sup>2</sup> /Person]	Ackerland		Grünland	
	pflanzlich	tierisch		[m <sup>2</sup> /Person]	[%]	[m <sup>2</sup> /Person]	[%]
konventionell	80	20	1.102,00	753,15	68,34%	348,85	31,66%
ökologisch			1.548,00	1.101,69	71,17%	446,31	28,83%
konventionell	70	30	1.413,30	889,94	62,97%	523,36	37,03%
ökologisch			1.974,60	1305,22	66,10%	669,38	33,90%
konventionell	50	50	2.029,00	1.163,85	57,36%	865,15	42,64%
ökologisch			2.820,40	1.713,57	60,76%	1.106,83	39,24%
konventionell	40	60	2.358,50	1.311,98	55,63%	1.046,52	44,37%
ökologisch			3.272,70	1.933,85	59,09%	1.338,85	40,91%
konventionell	30	70	2.673,60	1.452,65	54,33%	1.220,95	45,67%
ökologisch			3.705,10	2.143,17	57,84%	1.561,93	42,16%
konventionell	20	80	2.985,80	1.590,35	53,26%	1.395,45	46,74%
ökologisch			4.133,50	2.348,42	56,81%	1.785,08	43,19%

Ackerland (100 %): Weizenmehl, Roggenmehl, sonst. Getreide, Hülsenfrüchte, Kartoffeln, Zucker, Schweine-, Geflügel-, Eier und Eierzeugnisse.

Aufgrund der Literaturstudie und durch eigene Berechnungen erweitert, ergibt sich eine theoretisch notwendige Fläche für eine ausreichende und autarke Lebensmittelproduktion von 1.500 - 2.000 m<sup>2</sup>/Person und Jahr. (Siehe hierzu Tabelle 42.) In Tabelle 46 wurde die theoretische Fläche für die Lebensmittel- bzw. Energieproduktion, abhängig der prognostizierten Einwohnerzahl im Jahr 2020, für je eines dieser Szenarien errechnet. Ebenso wurde die theoretische Energiefläche diesem 60/40 Flächenverhältnis zugeordnet. Dieser theoretische Flächenbedarf für die Ernährung<sup>68</sup> wurde von der zur Verfügung stehenden landwirtschaftlichen Fläche abgezogen.

**Tabelle 46:** Aufteilung des theoretischen Flächenpotenzials für den Energiepflanzenanbau in Acker- und Grünland im Jahr 2020

Einwohner [Mio.]	theor. Flächenbedarf zur Ernährung		berechnete Energiefläche [ha]		
	[m <sup>2</sup> pro Person]	Gesamt [ha]	Gesamt	Ackerland (60 %)	Grünland (40 %)
8,67	2.000	1.733.597	479.793	287.876	191.917
	1.500	1.300.198	913.192	547.915	365.277

Auf dem Grünland kann Biogas bzw. Biomethan aus Wiesen- bzw. Feldgras hergestellt werden. Auf dem Ackerland kann eine theoretische Energiefruchtfolge nach bestimmten Kriterien (ökologische Fruchtfolge, Biokraftstoff ertragsmaximierte oder Biomethan ertragsmaximierte Fruchtfolge) aus Energiepflanzen zusammengestellt werden. Wichtig, für die zukünftige, energetische Nutzung landwirtschaftlicher Flächen, im Hinblick auf die Erhöhung des Energieertrages, ist nach RAAB (2007 [160]):

- Die Nutzung des Aufwuchs auf Stilllege- und Begrünungsflächen,
- die Nutzung von extensiv genutzten Grünlandflächen,
- die Nutzung von Zwischenfrüchten und
- eine optimale Fruchtfolgegestaltung,

mit dem Ziel höhere Fruchtfolgegesamterträge zu erreichen.

<sup>68</sup> Vernachlässigt wurde in der Berechnung, dass Kinder statistisch geringere Mengen an Nahrungsmitteln zu sich nehmen (sollen) als Erwachsene, und dass Frauen ebenso geringere Mengen an Nahrungsmitteln zu sich nehmen (sollen) als Männer. Angaben über alters- und geschlechtsspezifisch notwendige Mengen an Nahrungsmitteln sind unter anderem in KONRAD (2004 [125]) gegeben.

REHEIS (2007 [164]) sieht zusätzliche Potenziale im Rückgang der Zuckerrübenfläche und in der Restpflanzen- bzw. Koppelproduktnutzung (z.B. Stroh, Heu, Blätter, etc.). Er sieht dieses Potenzial als sehr hoch an, da keine unmittelbare Konkurrenz zu Lebensmitteln und nur eingeschränkt zu Futtermitteln, besteht. GÜNTHER (2007 [104]) weist aber in diesem Zusammenhang auch darauf hin, dass die Produktion von Biokraftstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen mittels Fischer-Tropsch-Synthese technisch nur sinnvoll ist, wenn der notwendige Wasserstoff dafür vorhanden ist.

#### 4.3.1.1 Grün- und Ackerland

Abbildung 112 stellt die drei Szenarien der theoretischen Biokraftstoffproduktion dar. In Szenario 1 wurde auf der in Abbildung 111 dargestellten Ackerfläche, dies sind 60 % der Energiefläche, in ökologisch ausgeglichener Fruchtfolge Biokraftstoffe produziert. In Szenario 2 wurde unterstellt, dass periodisch abwechselnde Ackerflächen für die Biokraftstoffproduktion herangezogen werden können. Daher müssen auf diesen Flächen die ökologischen Kriterien der Fruchtfolge nicht berücksichtigt werden. In Szenario 3 wird auf dem Ackerland die ökologische Fruchtfolge mit dem theoretischen Biomethanertrag nach AMON ET AL. (2006b [4]) unterstellt. In allen Szenarien wurde zusätzlich aus dem Wirtschaftsgrünland Biomethan produziert. Ebenso berücksichtigt wurde das Biokraftstoffproduktions-szenario aus 25 % der biogenen Reststoffe, wie z.B. Altspeiseöl, Altholz und Exkremente aus der Tierhaltung.

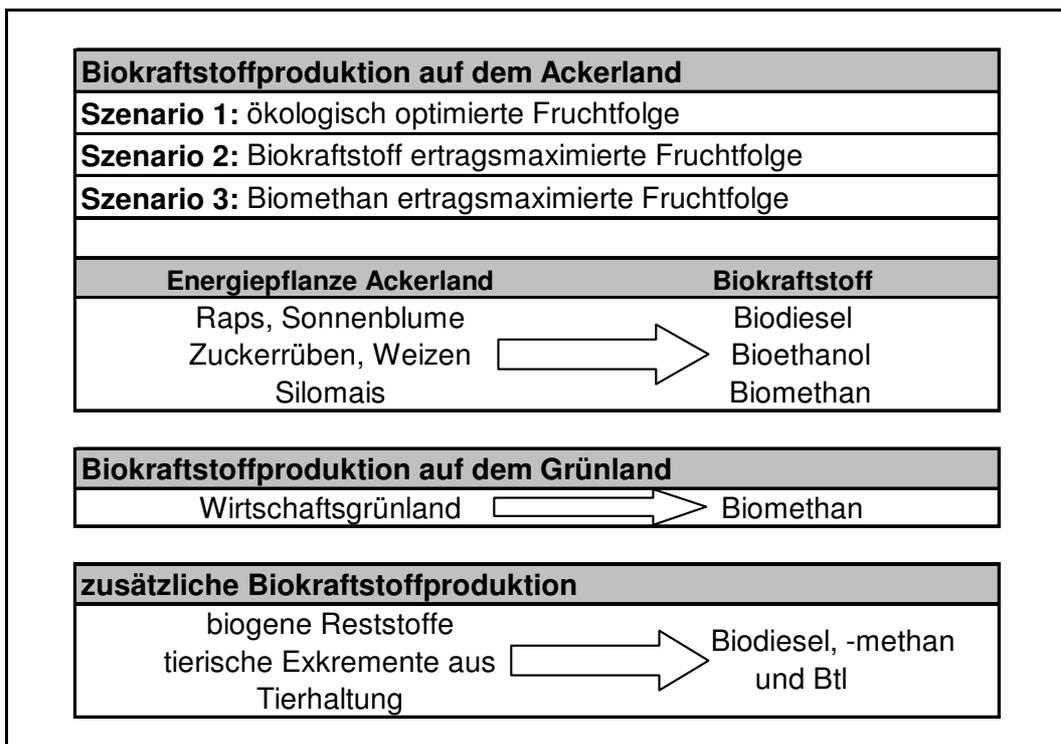


Abbildung 112: Biomasseherkunft für die Biokraftstoffproduktion

##### 4.3.1.1.1 Fruchtfolgemodelle für die Biokraftstoffproduktion am Ackerland

Für die rund 60 % Ackerland der theoretischen Energiefläche wurde nun je eine mögliche Fruchtfolge festgelegt. Die Festlegung einer Fruchtfolge ist aus ökonomischen und ökologischen Gründen notwendig. Wichtig ist, dass die am ökologisch besten angepassten Feldfrüchte die höchsten Ernteerträge bei den gleichzeitig geringsten Ertragsschwankungen bringen. Innerhalb der ökologisch anbauwürdigen Kulturpflanzenarten bestimmen die ökonomischen Bedingungen, ob überhaupt und in welchem Umfang eine Feldfrucht angebaut wird. Mit einer optimalen Anbaustruktur sollen die Feldfruchterträge möglichst gesteigert oder

mindestens langfristig auf hohem Niveau gehalten werden (BAEUMER 1994 [13]). Eine arten- und sortenreiche, nachhaltige Fruchtfolge ist eine wichtige Grundlage zur Stabilisierung der Erträge, da dadurch am besten schädlings-, krankheits- und beikrautbedingte Einbußen vermieden werden (AMON ET AL. 2006b [4]).

Tabelle 47 zeigt die maximalen Anbaukonzentrationen einzelner Feldfruchtarten, als %-Anteil der Ackerfläche, auf der eine einheitliche Fruchtfolge für die integrierte Pflanzenproduktion eingehalten werden sollte. Diese angegebenen Standortbedingungen schließen nicht ausschließlich Fruchtfolgeschäden aus, sondern berücksichtigen auch Fruchtfolgeeffekte und auch die ökonomische Bedeutung einiger Feldfrüchte. Das an sich erstrebenswerte Ziel ist die vollständige Nutzung der Vegetationszeit und eine ganzjährige Bodenbedeckung (BAEUMER 1994 [13]).

**Tabelle 47:** Maximale Anbaukonzentration für einzelne Feldfruchtarten in [%] der Ackerfläche (verändert nach BAEUMER 1994 [13])

Feldfrucht	Standortbedingungen		Biokraftstoff
	günstig	ungünstig	
Körnermais	50	33	Biogas/Biomethan
Silomais	40	25	
Luzerne, Rotklee	17	17	
Kleegras	33	33	
mehnjähriges Feldgras	100	100	
Kartoffeln	33	25	Bioethanol
Futter- und Zuckerrüben	33	25	
Weizen	33	25	
Wintergerste	40	33	
Wintergetreide gesamt <sup>1)</sup>	75	67	
Sommergerste	50	33	
Roggen, Triticale	50	33	
Getreide gesamt	75	75	
Raps	33	25	Pflanzenöl bzw. Biodiesel
Sonnenblumen	17	12	
Lein	14	12	

1) Alle Getreidesorten außer Hafer.

Wichtig ist, dass der Energiepflanzenanbau eine nachhaltige Fruchtfolge darstellt, also einseitige Fruchtfolgen vermieden werden. Nur in standortangepassten und ökologisch ausgewogenen Fruchtfolgesystemen ist die Erzeugung von Energiepflanzen sinnvoll (AMON ET AL. 2006b [4]). In folgender Tabelle 48 sind nun mögliche Fruchtartenkombinationen nach GEBEL und RULAND (2002 [97]) dargestellt.

**Tabelle 48:** Bewertung unterschiedlicher Fruchtartenkombinationen (GEBEL und RULAND 2002 [97])

		Vorfrucht															
		Winterweizen	Sommerweizen	Wintergerste	Sommergerste	Winterroggen	Triticale	Hafer	Silomais	CCM-Körnermais	Ackerbohnen	Erbsen	Spätkartoffeln	Frühkartoffeln	Winterraps	Zuckerrüben	Runkelrüben
Nachfrucht	Winterweizen	-	-	-	-	o	o	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Sommerweizen	-	-	-	-	o	o	+	+	+	*	*	*	*	*	+	*
	Wintergerste	+	+	-	-	+	+	+	o	-	*	*	-	+	*	-	-
	Sommergerste	+	+	-	-	+	+	+	*	*	*	*	*	*	*	+	*
	Winterroggen	+	+	+	+	o	o	+	+	o	*	*	-	*	*	-	*
	Triticale	o	o	+	+	+	o/-	+	+	o	*	*	-	*	*	-	*
	Hafer	+	+	+	+	+	+	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Mais	+	+	+	+	+	+	+	o	o	*	*	+	*	*	+	+
	Ackerbohnen	+	+	*	+	+	+	+	+	+	-	-	*	*	*	*	*
	Erbsen	+	+	*	+	+	+	+	+	+	-	-	*	*	*	*	*
	Spät-/Frühkartoffeln	+	+	+	+	+	+	+	o	+	+	+	-	-	*	+	+
	Winterraps	o	o	+	+	o	o	o	-	-	-	+	-	+	-	-	-
	Zuckerrüben	+	+	+	+	+	+	*	-	-	-	+	*	*	-	-	-
	Runkelrüben	+	+	+	+	+	+	+	o	+	+	+	*	*	-	-	-

+ Günstige Vorfrucht  
 \* Günstige Vorfrucht, aber Luxusfolge, weil andere Nachfrüchte die Vorfruchtwirkung besser ausnutzen können, längere vegetationsfreie Zeit ggf. durch Zwischenfrüchte nutzbar  
 o mit Einschränkungen möglich  
 - Ungünstige Vorfrucht (Ertragsausfall, Fruchtfolgekrankheiten) bzw. Einhaltung der Bestelltermine der Nachfrucht nicht möglich

Aufgrund der theoretisch höheren Bioethanolerträge der Zuckerrübe (3.204 kg/ha) gegenüber Getreide (1.659 kg/ha) (FNR 2006 [82]) wäre eine andere Vorfrucht für Winterraps bzw. Zuckerrübe, z.B. Winter- oder Sommergerste, Triticale, sinnvoll. So wäre theoretisch eine Fruchtfolge Mais - Triticale - Raps möglich, jedoch mit geringerer Biokraftstoffproduktion (Tabelle 49). Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die Flächenproduktivität von Roggen geringer ist als die von Weizen und dass Triticale bei der Ethanolherzeugung (noch) keine Rolle spielt (FNR 2007 [83]).

**Tabelle 49:** Reststoffe zur Bioethanolherstellung (verändert nach FNR (2007 [83]))

Rohstoffe	Kraftstoff-ertrag <sup>1)</sup> [l/ha]	Kraftstoffäqui-valent <sup>2)</sup> [kg/ha]
Körnermais	3.520	1.808
Weizen	2.760	1.417
Roggen	2.030	1.042
Triticale	2.230	1.145
Kartoffel	3.550	1.823
Zuckerrüben	6.240	3.204
Zuckerrohr	6.460	3.317

<sup>1)</sup> Dichte Bioethanol: 0,79 kg/l

<sup>2)</sup> Kraftstoffäquivalent 0,65

Die Sonnenblume stellt als Vorfrucht keine besonderen Ansprüche dar. Raps, Leguminosen und die Sonnenblume selbst sind als Vorfrucht ungeeignet. Sie kann als Nachfrucht von Getreide, Mais und Hackfrüchten genutzt werden (MIELKE, SCHÖBER-BUTIN 2002 [141]). In Tabelle 50 ist der theoretische Bruttokraftstofftrag für ausgewählte Biokraftstoffe nach FNR (2006 [82]) in kg/ha für das Jahr 2005 und 2015 dargestellt. Mit den Bruttokraftstoffträgen der ausgewählten Energiepflanzen für das Jahr 2015 wurden die Biokraftstoffproduktions-szenarien für das Jahr 2020 auf dem Ackerland berechnet.

**Tabelle 50:** Theoretische Bruttokraftstoffträge ausgewählter Energiepflanzen (verändert nach FNR 2006 [82])

Biokraftstoff	Bruttokraftstofftrag [kg/ha]	
	2005	2015
Biodiesel aus Raps	1.243	1.462
Bioethanol aus Zuckerrüben	3.219	3.792
Bioethanol aus Getreide	1.318	1.659
Bioethanol aus Lignozellulose	508	600
BtL (Biomass-to-Liquid)	2.969	3.464
Biogas (Biomethan aus Silomais) <sup>2)</sup>	3.555	4.228
Biodiesel aus Sonnenblumenöl <sup>1)2)</sup>	1.219	1.450

<sup>1)</sup> FNR: Leitfaden Bioenergie. Datensammlung. Kraftstoffäquivalenz: 0,96

<sup>2)</sup> Annahme: Steigerung Biokraftstoffausbeute, wie andere Biokraftstoffe, bis 2015 durchschn. +19 %

Theoretisch beträgt bei Mais, da selbstverträglich (FREYER 2003 [91]), die höchste Flächenproduktivität. Diese wird aber mit der maximalen Anbaukonzentration von 40 % beschränkt. Auch führt ein ausschließlicher Anbau von Mais aus pflanzenbaulicher Sicht zur Anreicherung von Schädlingen und Krankheiten und zum Netto-Abbau von Humus. Für den Energiepflanzenanbau gilt die Einhaltung der guten fachlichen Praxis. Daher ist für eine energieoptimierte Fruchtfolge eine Kombination von C3- und C4-Pflanzen empfehlenswert. Die Charakteristika von C3- und C4-Pflanzen sind hiezu in Tabelle 51 dargestellt. Die bei Kälte überlegenen C3-Pflanzen stehen den Winter über auf dem Feld, die biomassereichen wärme liebenden C4-Pflanzen im Sommer. Dadurch ist eine zweimalige Ernte in einem Anbaujahr mit einer Jahresgesamtleistung von rund 25 - 30 to Trockenmasse (TM) pro Hektar möglich (SCHULZ und EDER 2006 [179]). Sudangras, eine C4-Pflanze, verträgt mehr Trockenheit als Mais, ist selbstverträglich und stellt an die Vorfrucht keine großen Anforderungen. Der Methanhektarertrag wird nach AMON ET AL. (2006b [4]) mit einer Bandbreite von 2.740 - 6.248 Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/ha\*a angegeben.

**Tabelle 51:** Charakteristika von C3- und C4-Pflanzen (verändert nach SCHULZ und EDER 2006 [179])

	C3	C4
<b>Pflanzen</b>	Getreide, Kartoffel, Gräser, Wel. Weidelgras, Hanf, Raps, Rübsen, Sonnenblume, Wintererbse	Mais, Hirse, Zuckerrohr, Sudangras, Amaranth
<b>Vorteil</b>	Überlegenheit bei kühlen und kalten Jahreszeiten	wesentlich höheres Ertragspotential in den Sommermonaten
<b>Assimilationsoptimum</b>	23 °C	30 °C
<b>TM-Ertrag [dt<sup>1)</sup>/ha]</b>	80 - 120	190 - 250
<b>Wassereffizienz [H<sub>2</sub>O/kg TM]</b>	500 - 700	250 - 400
<b>Nährstoffeffizienz [mg N/mg TM]</b>	1/39	1/57

<sup>1)</sup> dt: Dezitonne; 1 dt = 100 kg

Diese Fruchtfolgen sind einerseits für den Nährstoffhaushalt der landwirtschaftlichen Fläche, aber auch für den Betrieb von Biogasanlagen von Relevanz. So wird zurzeit davon ausgegangen, dass Monovergärung in Biogasanlagen immer der Zudosierung von Mikronährstoffen oder von Gülle bedarf. Dies ist bedingt durch eine einseitige Nährstoffzusammensetzung im Mikronährstoffbereich, was wiederum zu einer Unterversorgung der Bakterien führt. Die zusätzliche rasche Versäuerung der leicht abbaubaren Energiepflanzen führt zu ungünstigen Milieubedingungen für die Methanbildung, was zu einem Kollaps führen kann.

Ebenso wäre auch ein Mais-Sonnenblumen-Mischfruchtanbau möglich, welcher zu einem höheren Methanertrag pro Hektar führt. Dies ist durch den geringen Fettanteil von Mais (2 – 3 % der TS) bedingt, welcher durch den gleichzeitigen Anbau von Sonnenblumen erhöht wird und damit die Biogasproduktion steigert (Tabelle 52). Ein geringerer Trockenmasseertrag steht also nicht im Widerspruch zu einem höheren Methanertrag pro Hektar, wie dieser bei reinem Maisanbau auftritt (SCHULZ und EDER [179]).

**Tabelle 52:** Mischfruchtanbau Mais-Sonnenblume (verändert nach Fa. Euralis Saaten 2004 nach SCHULZ und EDER 2006 [179])

	Sonnenblume + Mais	Mais
TM-Ertrag [dt <sup>1)</sup> /ha]:	150	200
Rohfett [% TS]	6,3	3,6
Methanausbeute [m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /kg oTS]	0,49	0,34
Methanertrag [m <sup>3</sup> /ha]	7.350	6.713
Biokraftstoff <sup>2)</sup> [kg/ha]	5.366	4.900

<sup>1)</sup> dt: Dezitonne; 1 dt = 100 kg

<sup>2)</sup> Dichte: 0,73 kg/Nm<sup>3</sup>

Vorteile des Mischfruchtanbaus sind: Unkrautunterdrückung, stabile und höhere Gesamt-erträge, Einsparung von Betriebskosten, geeignete oder höhere Qualitätsmerkmale und bessere Ausnutzung der Nährstoff- und Standortbedingungen (SCHULZ und EDER 2006 [179]). So könnte auch die Einsaat von Weißklee in Energiemais zusätzliche Biomasse produzieren, wie auch zur Verbesserung der Bodenstruktur, Erosionsminderung und Humusaufbau beitragen (AMON ET AL. 2006b [4]).

#### 4.3.1.1.2 Ökologisch optimierte Fruchtfolge

In der ökologisch optimierten Fruchtfolge wurde für die Biodieselmixtur eine Fruchtfolgezusammensetzung Raps - Mais - Sonnenblume - Weizen gewählt. Für die Maximierung der Bioethanolproduktion wurde die Fruchtfolgezusammensetzung Zuckerrübe - Mais - Weizen gewählt. Ebenfalls möglich, auch wenn etwas eingeschränkt, wäre die Fruchtfolgezusammensetzung Winterraps - Mais - Winterweizen - Zuckerrübe. Aus Kombinationen von Tabelle 63, Tabelle 48, Tabelle 49 und Tabelle 50 ergeben sich daher theoretische Fruchtfolgen für die Biokraftstoffproduktion. Da eine Fruchtfolgezusammensetzung Mais – Winterraps - Weizen bzw. Mais - Zuckerrübe - Weizen aufgrund von Ertragsausfällen, z.B. wegen Fruchtfolgekrankheiten, ungünstig ist, wurde für die Biokraftstoffproduktion eine theoretische Fruchtfolgezusammensetzung von Weizen/Sonnenblume - Winterraps - Mais gewählt. Wobei Weizen und Sonnenblume theoretisch nebeneinander auf derselben Ackerfläche stehen, auf welcher vorher bzw. nachher Winterraps bzw. Mais kultiviert werden würde (Tabelle 53). Damit werden nun 60 % der theoretischen Energiefläche, welche zur Energiepflanzenproduktion herangezogen werden könnte, wie folgt genutzt: 33 % für Raps-, 33 % für Mais-, 17 % für Sonnenblumen- und 17 % für Weizenanbau. Daher ergibt sich ein theoretischer Biokraftstoffertrag von rund 2,6 to/ha. In weiteren alternativen ökologisch optimierten Fruchtfolgen (siehe Anhang XXVI) beträgt der theoretische Biokraftstoffertrag ebenso zwischen rund 2,5 - 2,7 to/ha. Nur die Fruchtfolge nach AMON ET AL. (2006b [4]), welche keine Ertragssteigerung für 2015 berücksichtigt, erreicht nur rund 1,9 to/ha Biokraftstoffertrag.

**Tabelle 53:** Theoretischer Biokraftstoffertrag bei ökologisch optimierter Fruchtfolge auf dem Ackerland der Energiefläche

Kulturpflanze	Standortbedingungen [%]			Biokraftstoff	theoretische Biokraftstoff-ertrag [kg/ha]
	günstig	ungünstig	gewählt		
Raps	33	25	33	Biodiesel	483
Mais	40	25	33	Biomethan/Benzin <sup>1)</sup>	1.553
Sonnenblumen	17	12	17	Biodiesel	246
Weizen	33	25	17	Bioethanol	287
<b>Summe</b>	<b>123</b>	<b>87</b>	<b>100</b>		<b>2.569</b>

<sup>1)</sup> Hier als Benzinsubstitut in Benzinäquivalent berechnet: 1 kg Biomethan = 1,5l bzw. 1,113 kg Benzin.

Daraus ergibt sich für die theoretischen Energieflächen auf dem Ackerland (Tabelle 46) bei ökologisch optimierter Fruchtfolge im Jahr 2020 ein gesamter Kraftstoffenertrag von rund 0,74 Mio. to (2.000 m<sup>2</sup>/Person\*a) bis rund 1,4 Mio. to (1.500 m<sup>2</sup>/Person\*a) (Tabelle 54).

**Tabelle 54:** Gesamter Biokraftstoffenertrag bei ökologisch optimierter Fruchtfolge auf dem Ackerland der Energiefläche im Jahr 2020

theor. Flächenbedarf [m <sup>2</sup> /Person]	Ackerland (60 %) [ha]	Kraftstoffäquivalent <sup>1)</sup> [Mio. to]		Summe Kraftstoff- ertrag [Mio. to]
		Benzin	Diesel	
2.000	287.876	0,530	0,210	0,740
1.500	547.915	1,008	0,399	1,408

<sup>1)</sup> Benzinäquivalent: 1.840 kg/ha; Dieseläquivalent: 729 kg/ha

#### 4.3.1.1.3 Biokraftstoff- und Biomethan ertragsmaximierte Fruchtfolgen

Bei der Biokraftstoff ertragsmaximierten Fruchtfolge wird unterstellt, dass der Anbau der Energiepflanzen nicht im Rotationsprinzip auf der Energiefläche geschieht, wie dies bei der Optimierung der Fruchtfolge für die Biokraftstoffproduktion angenommen wurde. Hierbei wird unterstellt, dass die Maximierung der Biokraftstoffproduktion unter der Annahme erfolgt, dass ebenso alle pflanzenbaulichen Maßnahmen, wie z.B. die Fruchtfolgebegrenzung durch die maximale Anbaukonzentration (Tabelle 47) der Kulturpflanzen eingehalten werden. Daher ist es in diesem Modell möglich, die Rotation zu vernachlässigen und die maximale Anbaukonzentration je Kulturpflanze zu verwenden. Dies ergibt eine gesamte produzierbare Biokraftstoffmenge von rund 2,8 to/ha (Tabelle 55). Weitere Kombinationen von Energiepflanzen mit maximalem Biokraftstoffenertrag befinden sich in Anhang XXVII. Es zeigt sich hierbei eine Bandbreite des theoretischen Biokraftstoffenertrags von rund 1,6 to/ha bis 2,9 to/ha.

**Tabelle 55:** Theoretischer Biokraftstoffenertrag bei Biokraftstoff ertragsmaximierter Fruchtfolge auf dem Ackerland der Energiefläche

Kulturpflanze	Standortbedingungen [%]			Biokraftstoff	theoretische Biokraftstoff- ertrag [kg/ha]
	günstig	ungünstig	gewählt		
Mais	40	25	40	Biomethan/Benzin <sup>1)</sup>	1.882
Getreide	75	75	10	Bioethanol <sup>2)</sup>	166
Sonnenblumen	17	12	17	Biodiesel <sup>2)</sup>	246
Raps	33	25	33		483
<b>Summe</b>	<b>165</b>	<b>137</b>	<b>100</b>		<b>2.777</b>

<sup>1)</sup> Hier als Benzinsubstitut in Benzinäquivalent berechnet: 1 kg Biomethan = 1,5l bzw. 1,113 kg Benzin.

<sup>2)</sup> Inklusiv theoretischer Steigerung bis 2015 um durchschnittlich 19 %.

Das bedeutet nun, dass auf der theoretisch zur Verfügung stehenden Energiefläche auf dem Ackerland zwischen rund 0,8 Mio. to (2.000 m<sup>2</sup>/Person\*a) und ca. 1,5 Mio. to (1.500 m<sup>2</sup> pro Person und Jahr) Kraftstoffäquivalente produziert werden könnten (Tabelle 56).

**Tabelle 56:** Biokraftstoffenertrag bei Biomethan ertragsmaximierter Fruchtfolge auf dem Ackerland der Energiefläche im Jahr 2020

theor. Flächenbedarf [m <sup>2</sup> /Person]	Ackerland (60 %) [ha]	Kraftstoffäquivalent <sup>1)</sup> [Mio. to]		Summe Kraftstoff- ertrag [Mio. to]
		Benzin	Diesel	
2.000	287.876	0,590	0,210	0,799
1.500	547.915	1,122	0,399	1,522

<sup>1)</sup> Benzinäquivalent: 2.048 kg/ha; Dieseläquivalent: 729 kg/ha

In Tabelle 57 wurde der Biomethanertrag auf dem Ackerland, für das Kraftstoffnachfrage-szenario „Gasfahrzeug“, mit einem Hektarertrag von 3.500 m<sup>3</sup> Biomethan nach AMON ET AL. (2006b [4]) maximiert. Es wurde hierbei weiters unterstellt, dass 50 % des gewonnenen Bio-methans für Gasfahrzeuge, 25 % des Biomethans als Benzinäquivalent und 25 % des Bio-methans als Dieseläquivalent verwendet werden würden. (Im prognostizierten fossilen Kraft-stoffsubstitutionspotenzial wurde für die Vergleichbarkeit diese Kraftstoffsorten dieser wiederum in Dieseläquivalent umgerechnet.)

**Tabelle 57:** Maximaler Biomethanertrag auf dem Ackerland der Energiefläche im Jahr 2020

theor. Flächenbedarf [m <sup>2</sup> /Person]	Ackerland (60 %) [ha]	Biomethanertrag <sup>1)</sup>		Kraftstoffäquivalent <sup>2)</sup> [Mio. to]		
		[m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /a]	[Mio. to]	Biomethan (50 %)	Benzin	Diesel
2.000	287.876	1.007.564.544	0,736	0,368	0,208	0,199
1.500	547.915	1.917.702.969	1,400	0,700	0,395	0,379

<sup>1)</sup> nach Amon et al. (2006) mit 3.500 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/ha\*a und 0,73 kg/Nm<sup>3</sup>.

<sup>2)</sup> 1 kg Biomethan ersetzt 1,113 kg Benzin bzw. 1,0816 kg Diesel (FNR 2006).

#### 4.3.1.1.4 Biomethanertrag auf dem Grünland

GRAF (1999 [101]) schätzt den Biogasenertrag von Gras auf rund 10.000 m<sup>3</sup>/ha\*a. Gemäß Bio-masse Info-Zentrum liegt die Biogasproduktion aus Wiesengras zwischen 6.000 - 8.000 m<sup>3</sup>/ha\*a. Bei einem durchschnittlichen Methangehalt von 54 % (LfL 2008 [135]) ergibt dies einen Biomethanertrag von rund 3.200 - 5.400 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/ha\*a. Nach AMON ET AL. (2006b [4]) beträgt der Biomethanertrag auf dem Grünland rund 3.000 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/ha\*a. Dieser Wert wurde für die weitere Berechnung des Biomethanertrags herangezogen (Tabelle 58).

**Tabelle 58:** Biomethanertrag auf dem Grünland der Energiefläche im Jahr 2020

theor. Flächenbedarf [m <sup>2</sup> /Person]	Grünland (40 %) [ha]	Biomethanertrag <sup>1)</sup>		Kraftstoffäquivalent <sup>2)</sup> [Mio. to]	
		[m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /a]	[Mio. to]	Benzin	Diesel
2.000	191.917	575.751.168	0,420	0,468	0,455
1.500	365.277	1.095.830.268	0,800	0,890	0,865

<sup>1)</sup> nach Amon et al. (2006) mit 3.000 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/ha\*a und 0,73 kg/Nm<sup>3</sup>.

<sup>2)</sup> 1 kg Biomethan ersetzt 1,113 kg Benzin bzw. 1,0816 kg Diesel (FNR 2006).

### 4.3.2 Biokraftstoffproduktionsszenario aus biogenen Reststoffen (exkl. Energiepflanzen)

Im Folgenden werden das Biokraftstoffproduktionszenario aus biogenen Reststoffen, wie z.B. Altspeiseöl und Altholz, sowie die Biomethanproduktion aus Deponie- und Klärgasen und aus den tierischen Exkrementen der Tierhaltung abgeschätzt.

#### 4.3.2.1 Biogene Abfällen und Altholz

Im Jahr 2004 fielen in Österreich 546.300 to an biogenen Abfällen an. Dies bedeutet etwa 67 kg pro Einwohner. Diese biogenen Abfälle werden in Österreich primär in aeroben biotechnischen Behandlungsanlagen (Kompostierungsanlagen) behandelt und meist nicht energetisch genutzt, und in Form von Kompost wieder in den natürlichen Stoffkreislauf zurückgeführt. In Österreich existieren 539 dieser Anlagen mit einer Gesamtkapazität von ca. 1,3 Mio. to pro Jahr. Zusätzlich werden etwa 50.000 - 60.000 to biogener Abfälle in vier großen Verbandsanlagen vergoren. Die restlichen Mengen werden in landwirtschaftlichen Biogasanlagen verwertet. An Altholz wurde 2004 insgesamt 121.300 to gesammelt (LEBENS-MINISTERIUM 2006 [131]). Nach der Mengenangabe von RUDLOFF (2006 [168]) (5 to Biomasse = 1 to BtL) bedeutet dies für Österreich ein theoretisches Potenzial von BtL aus Altholz von

gesamt 24.260 to. Nach FNR (2006 [82]) hat BtL ein Kraftstoffäquivalent von 0,97, was wiederum für Österreich bedeutet, dass theoretisch 23.532,2 to an fossilen Kraftstoffen mittels BtL aus Altholz substituiert werden könnten.

Eine weitere Möglichkeit der Abfallverwertung besteht in der Umesterung von Altspeiseölen und -fetten zu Biodiesel. Der Pro-Kopf-Verbrauch von Ölen und Fetten wird in Österreich auf ca. 30 kg/a geschätzt, wovon maximal 5,3 kg/a gesammelt und damit ca. 37.000 to Biodiesel hergestellt werden könnten (MITTELBACH 2006 [142]). Aufgrund der sehr geringen Mengen an biogenen Abfällen zur Biokraftstoffproduktion, wie dies auch aus den verschiedenen zitierten Potenzialberechnungen ersichtlich ist, werden diese nicht weiter berücksichtigt. Aufgrund eigener Berechnungen, bezogen auf den durchschnittlichen Pflanzenölverbrauch von 1995 bis 2005 von 11,24 kg pro Jahr (Anhang XXVIII), ergibt sich ein theoretisches Potenzial von rund 34.000 - 39.000 to Pflanzenöl bzw. Biodiesel pro Jahr. Aufgrund des geringeren Heizwertes von Pflanzenöl (1 l Pflanzenöl ersetzt 0,96 l Diesel (FNR 2006 [82])) ergibt dies eine theoretische Dieselsubstitution von ca. 32.800 to - 37.500 to pro Jahr.

#### 4.3.2.2 Deponie- und Klärgase

„Biogas“ fällt auch in Form von Deponie-<sup>69</sup> bzw. Klärgasen an. In Österreich erzeugen 62 Restmüll- und 134 Klärschlammanlagen ca. 170 Mio. m<sup>3</sup> an Deponie- bzw. Klärgas pro Jahr (UMWELTBUNDESAMT 2004c [208]). Dies kann bzw. wird, nach entsprechender Reinigung und Aufbereitung, auch energetisch mittels BHKW (Blockheizkraftwerk) zur Strom- und Wärme-Produktion genutzt. Zukünftig ist eine Einspeisung des gereinigten Gases, nach schwedischem Vorbild, und eine Nutzung als Kraftstoff möglich.

#### 4.3.2.3 Biomethanertrag aus tierischen Exkrementen

Der Viehbestand 2004 in Österreich (siehe Anhang XXIX) belief sich auf 1.990.194 Stück (Stk) Rinder, 3.020.638 Stk Schweine, 353.478 Stk Schafe, 54.604 Stk Ziegen und 10.093.671 Stk Geflügel. In Großvieheinheiten (GVE) ausgedrückt bedeutet dies: Rinder 1.470.119 GVE, Schweine 346.888 GVE, Pferde 54.932 GVE, Schafe 31.299 GVE, Ziegen 5.647 GVE und sonstige Tiere mit 5.492 GVE, dargestellt in Abbildung 113 (BMLFUW 2006a [36]).

---

<sup>69</sup> Aufgrund der EU-Deponierichtlinie 1999/31/EG des Rates vom 26. April 1999 über Abfall-deponien, mussten, bezogen auf das Berichtsjahr 1995 oder früher, bis 2006 die deponierbare Menge an biologisch abbaubaren Siedlungsabfällen auf 75 (Gewichts)Prozent reduziert werden. Bis 2009 muss die Reduktion 50 (Gewichts)Prozent, und bis 2016 25 (Gewichts)Prozent betragen. Daher ist anzunehmen, dass die entstehende Deponiegasmenge in Zukunft rückläufig sein wird.

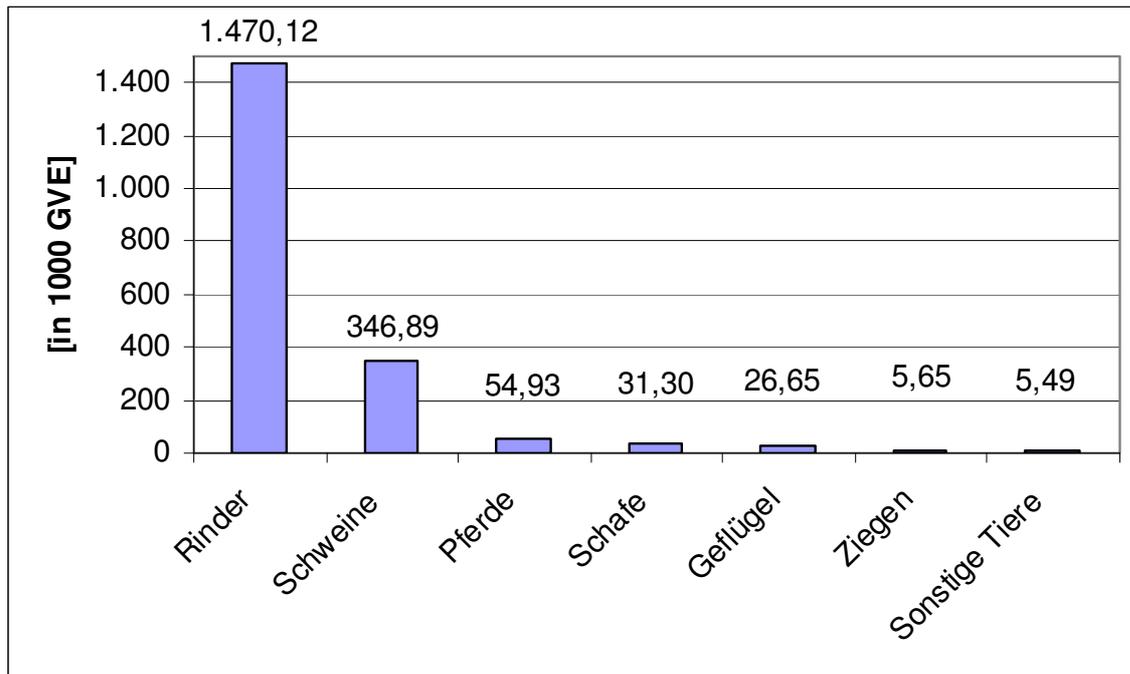


Abbildung 113: Viehbestand in Österreich (eigene Darstellung, Daten: BMLFUW 2006a [36])

In Tabelle 59 sind der Gülleanfall und die möglichen Gaserträge den Exkrementen verschiedener Tierarten nach SCHULZ und EDER (2001 [178]) aufgelistet. Diese wurden in nachfolgender Tabelle 60 mit vorhergehender Abbildung 113 kombiniert. Aufgrund dieser Werte und den oben genannten GVE ergibt sich eine theoretische Biogasausbeute von 738,80 Mio. m<sup>3</sup>/a. Auf die Berechnung der Biogasausbeute von Pferden, Schafen, Ziegen und sonstigen Tieren wurde verzichtet, da sie einerseits zusammen nur 4,78 % der GVE (2,83 % Pferde, 1,61 % Schafe, 0,29 % Ziegen und sonstige Tiere 0,28 %) betragen und andererseits weil bei diesen Tierarten, zumindest teilweise, Freilandhaltung vorausgesetzt werden muss (E.V.A 2004b [63]).

Tabelle 59: Durchschnittliche Biogaserträge aus Exkrementen verschiedener Tierarten (SCHULZ und EDER 2001 [178])

Tierart	1 Tier entspricht [GVE]	Gülleanfall je Tier			1 GVE entspricht [Tiere]	Gülleanfall je GVE			TS-Gehalt [%]	oTS-Gehalt [% TS]	Durchschnittlicher Biogasertrag je GVE		
		Tag [m <sup>3</sup> /d]	Monat [m <sup>3</sup> /M]	Jahr [m <sup>3</sup> /a]		Tag [m <sup>3</sup> /d]	Monat [m <sup>3</sup> /M]	Jahr [m <sup>3</sup> /a]			Tag [m <sup>3</sup> /GVE/d]	Monat [m <sup>3</sup> /GVE/M]	Jahr [m <sup>3</sup> /GVE/a]
Milchkuh	1,2000	0,055	1,65	19,8	0,83	0,046	1,38	16,5	7 – 17	44 – 86	0,5 6 – 1,5 Ø 1,10	16,8 – 45 Ø 33	204 – 548 Ø 402
Rindermast	0,7000	0,023	0,69	8,3	1,43	0,033	0,99	11,8					
Jungvieh	0,6000	0,025	0,75	9	1,67	0,042	1,25	15					
Kälberaufzucht	0,2000	0,008	0,24	2,9	5	0,04	1,2	14,4					
Kälbermast	0,2000	0,004	0,12	1,4	5	0,02	0,6	7,2	2,5 – 13	52 – 84	0,6 – 1,25 Ø 0,88	18 – 37,5 Ø 26,4	219 – 456 Ø 321
Schweinemast	0,1200	0,0045	0,14	1,6	8,33	0,038	1,13	13,5					
Zuchtsau	0,3400	0,0045	0,14	1,6	2,94	0,013	0,4	4,8					
Ferkel	0,0400	0,002	0,06	0,7	25	0,05	1,5	18	20 – 34	70 – 80	3,5 – 4,0 Ø 3,75	105 – 120 Ø 114	1.278 – 1.460 Ø 1.368
Masthühner	0,0015	0,0001	0,003	0,035	667	0,0295	0,885	10,6					
Truthahnmast	0,0222	0,001	0,03	0,35	45	0,025	0,75	9					
Legehennen	0,0033	0,0002	0,006	0,07	300	0,059	1,77	21,2					

**Tabelle 60:** Gesamter Biogasertrag aus Exkrementen ausgewählter Tierarten in Österreich

Tierart	GVE	Biogasertrag pro GVE [m <sup>3</sup> /a]	Biogasertrag [Mio. m <sup>3</sup> /a]
Rinder	1.470.119,50	402	590,99
Schweine	346.887,50	321	111,35
Geflügel	26.650,84	1.368	36,46
<b>Summe</b>	<b>1.843.657,84</b>	<b>2.091,00</b>	<b>738,80</b>

Das theoretische Biogasproduktionspotential wurde in Tabelle 61 auf Kraftstoffäquivalent umgerechnet. Das bedeutet, dass bei theoretisch 25 % der nutzbaren Gülle zur Biogasproduktion zwischen 0,078 Mio. to an Benzin oder 0,076 Mio. to an Diesel substituiert werden könnten. Nach FNR (2006 [82]) ersetzt in dieser Berechnung 1 kg Biomethan 1,5 l Benzin (=1,113 kg) bzw. 1,3 l Diesel (=1,0816 kg).

**Tabelle 61:** Biokraftstoffproduktion aus Biogas aus tierischen Exkrementen

Biogasertrag		Biomethanertrag (52 % CH <sub>4</sub> )		Kraftstoffproduktion [Mio. to/a]	
[%]	[Mio. m <sup>3</sup> /a]	[Mio. m <sup>3</sup> /a]	[Mio. to/a]	Benzinäquiv.	Dieseläquiv.
10	73,88	38,42	0,028	0,031	0,030
25	184,70	96,04	0,070	0,078	0,076
50	369,40	192,09	0,140	0,156	0,152
75	554,10	288,13	0,210	0,234	0,227
100	738,80	384,17	0,280	0,312	0,303

Zusätzlich zur möglichen Biogasproduktion aus Wirtschaftsdüngern des Viehbestandes ist auch die Tierreststoffverwertung für die Biokraftstoffproduktion von Interesse. Deshalb von möglichem Interesse, da die Schlachtabfälle durch einfache Hydrolyse zu einer fett- und einer aminosäurereichen Fraktion verarbeitet werden können. Die Aminosäurefraktion kann weiter zu biologisch abbaubaren Kunststoffen und die Fettfraktion zu Biodiesel weiter verarbeitet werden. Jedoch sind die Gesamtsummen für die Biodieselproduktion gering (BRAUNEGG ET AL. 2006 [20]).

#### 4.3.2.4 Gesamtes Biokraftstoffproduktionsszenario biogener Reststoffe

In folgender Tabelle 62 sind die oben beschriebenen biogenen Reststoffe, welche theoretisch zur Biokraftstoffproduktion herangezogen werden könnten, zusammengefasst dargestellt. Das bedeutet, dass theoretisch zwischen rund 0,45 Mio. to (100%ige Verwertung) und rund 0,05 Mio. to (10%ige Verwertung) an Biokraftstoffen aus biogenen Abfällen bzw. Reststoffen gewonnen werden könnten.

**Tabelle 62:** Biogene Reststoffe zur Biokraftstoffproduktion bei unterschiedlichen Verwertungsgraden

Biogener Reststoff	Biokraftstoff	theor. Biokraftstoffäquivalent bei X% [Mio.to]				
		100%	75%	50%	25%	10%
Altspeisefette	Biodiesel (AME <sup>1)</sup> )	0,020	0,015	0,010	0,005	0,002
Altspeiseöle		0,037	0,028	0,019	0,009	0,004
Altholz	BtL <sup>2)</sup>	0,024	0,018	0,012	0,006	0,002
biogene Abfälle	Biomethan	0,026	0,020	0,013	0,007	0,003
Exkrememente aus d. Tierhaltung		0,280	0,210	0,140	0,070	0,028
Deponie- u. Klärgas		0,068	0,051	0,034	0,017	0,007
<b>Summe</b>		<b>0,455</b>	<b>0,342</b>	<b>0,228</b>	<b>0,114</b>	<b>0,046</b>

<sup>1)</sup> AME = Altspeisemethylester    <sup>2)</sup> BtL in Dieseläquivalent.

## 4.4 Theoretischer Kraftstoffverbrauch in Österreich

Der aktuelle Kraftstoffverbrauch in Österreich ist in Kapitel 2.5.5 inklusive und exklusive prognostiziertem Tanktourismus dargestellt. Ebenso sind die aktuellen inländischen Fahrleistungen nach EICHLSEDER und HAUSBERGER (2006 [60]) in Kapitel 2.5.4 dargestellt. Die Prognosen „WM“, „WM low“, „WM high“ und „WAM“ von EICHLSEDER und HAUSBERGER (2005 [59]) sind in Kapitel 2.8.6 beschrieben. In diesem Kapitel wird zuerst der theoretische Kraftstoffverbrauch nach Fahrzeugtyp beschrieben. Danach folgt die Berechnung der prognostizierten fossilen Kraftstoffnachfrage für 2020. Alle Berechnungen bezüglich Energieinhalt und Dichte der Kraftstoffe wurden mit Daten der Kraftstoffverordnung (BGBl. Nr. 417/2004 [30]) durchgeführt. Diese verwendeten kraftstoffspezifischen Kenndaten befinden sich in Anhang XXX.

### 4.4.1 Theoretischer Kraftstoffverbrauch nach Fahrzeugtyp

Der theoretische Kraftstoffverbrauch je Fahrzeugtyp wurde mittels Onlineversion des Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA 2.1<sup>70</sup>), Version 2.1, mittels Kohlenstoffbilanzmethode berechnet. Die Kohlenstoffbilanzmethode lautet gemäß Richtlinie 93/116/EG<sup>71</sup> bzw. novelliert durch die Richtlinie 1999/100/EG<sup>72</sup> für Fahrzeuge mit Otto- bzw. Dieselmotoren, wie folgt:

$$FC_B = \frac{0,1154}{D} [(0,866 * THC) + (0,429 * CO) + (0,273 * CO_2)]$$

**Formel 1:** Kohlenstoffbilanzmethode für Fahrzeuge mit Ottomotoren (1999/100/EG)

$$FC_D = \frac{0,1155}{D} [(0,866 * THC) + (0,429 * CO) + (0,273 * CO_2)]$$

**Formel 2:** Kohlenstoffbilanzmethode für Fahrzeuge mit Dieselmotoren (1999/100/EG)

Wobei „FC“ (= Fuel consumption) den Kraftstoff, ausgedrückt in l/100 km, und „D“ die Dichte des Kraftstoffs bei 15 °C in kg/l darstellt. THC (= total Hydrocarbon) sind die gesamten Kohlenwasserstoffe in g/km. Die Dichte für Benzin und Diesel wurde jeweils der österreichischen Kraftstoffverordnung (BGBl. II, Nr. 417/2004 [30]) entnommen. Auffällig ist ein prognostizierter Anstieg des Kraftstoffverbrauchs bei schweren Nutzfahrzeugen und Bussen im Jahr 2020. Für die Berechnung des Kraftstoffverbrauchs bei Bussen wurde der Kraftstoffverbrauch von Linien- bzw. Reisebussen gemittelt. Der Kraftstoffverbrauch für Mofas ist in dieser Berechnung dem Kraftstoffverbrauch von Motorrädern subsumiert. Eine detaillierte Darstellung der Berechnung, je Fahrzeugtyp und Schadstoffdaten des HBEFA 2.1 für die Jahre 2005 und 2020, sind in Anhang XXXI und Anhang XXXII dargestellt. Zusammengefasst ist es in folgender Tabelle 63.

<sup>70</sup> Das Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 2.1, ist online verfügbar unter: [www.hbefa.net](http://www.hbefa.net).

<sup>71</sup> Richtlinie 93/116/EG der Kommission vom 17. Dezember 1993 zur Anpassung der Richtlinie 80/1268/EWG des Rates über den Kraftstoffverbrauch von Kraftfahrzeugen an den technischen Fortschritt.

<sup>72</sup> Richtlinie 1999/100/EG der Kommission vom 15. Dezember 1999 zur Anpassung der Richtlinie 80/1268/EWG über die Kohlendioxidemissionen und den Kraftstoffverbrauch von Kraftfahrzeugen an den technischen Fortschritt.

**Tabelle 63:** Kraftstoffverbräuche 2005 und 2020 nach Fahrzeugkategorie (eigene Berechnung; Daten: HBEFA 2.1)

HBEFA 2.1		[l/100km]		Veränderung
Kategorie	Kraftstoff	2005	2020	
Personenkraftwagen (PKW)	B	7,88	6,93	87,90%
	D	6,19	5,65	91,32%
Lieferwagen / Leichtes Nutzfahrzeug (LI/LNF)	B	12,27	10,90	88,83%
	D	10,36	10,23	98,72%
Schwere Nutzfahrzeuge (SNF)	B	25,25	25,21	99,84%
	D	26,79	27,31	101,94%
Reisebus (Rbus)	D	35,59	36,54	102,67%
Linienbus (Lbus)	D	33,75	33,82	100,23%
Mittelwert Reise- und Linienbus	D	34,67	35,18	101,48%
Motorrad (MR)	B	4,97	4,34	87,45%

Da im Handbuch der Emissionsfaktoren keine Angaben über Erdgasfahrzeuge enthalten sind, wurde der theoretische Kraftstoffverbrauch für Gasfahrzeuge ebenso mit der Kohlenstoffbilanzmethode der Richtlinie 1999/100/EG berechnet (Formel 3). (Die Dichte für den Kraftstoff Erdgas ist mit dem Mittelwert der Bezugskraftstoffe G20 und G23 bei 15 °C mit 0,654 kg/m<sup>3</sup> angegeben.) Daraus ergibt sich ein Kraftstoffverbrauch für den Einsatz von Gasfahrzeugen mit einem Maximalausstoß von 120 g CO<sub>2</sub>/km von 4,44 kg/100 km.

$$FC_G = \frac{0,1336}{0,654} [(0,749 * THC) + (0,429 * CO) + (0,273 * CO_2)]$$

**Formel 3:** Kohlenstoffbilanzmethode für mit Erdgas betriebene Fahrzeuge mit Fremdzündungsmotor (1999/100/EG)

#### 4.4.2 Kraftstoffverbrauch im Jahr 2005

In Tabelle 64 ist der Kraftstoffverbrauch des Jahres 2005 nach Daten des UMWELTBUNDESAMTES (2007b [216]) dargestellt. Von 100 % im gesamten Straßenverkehr verbrauchtem Kraftstoff entfallen rund 73 % auf Dieselmotorkraftstoff und etwas mehr als 27 % auf Benzin. Diese prozentuale Aufteilung ist für spätere Modelle wichtig. Dieser Kraftstoffverbrauch bezieht sich auf die gesamte in Österreich verkaufte Kraftstoffmenge. Der so prognostizierte Tanktourismus „konsumierte“ im Jahr 2005 0,54 Mio. to Benzin und 2,13 Mio. to Diesel. Das bedeutet, dass innerstaatlich rund 2,68 Mio. to weniger Kraftstoff verbraucht wurden, da dieser im Ausland verfahren wurde.

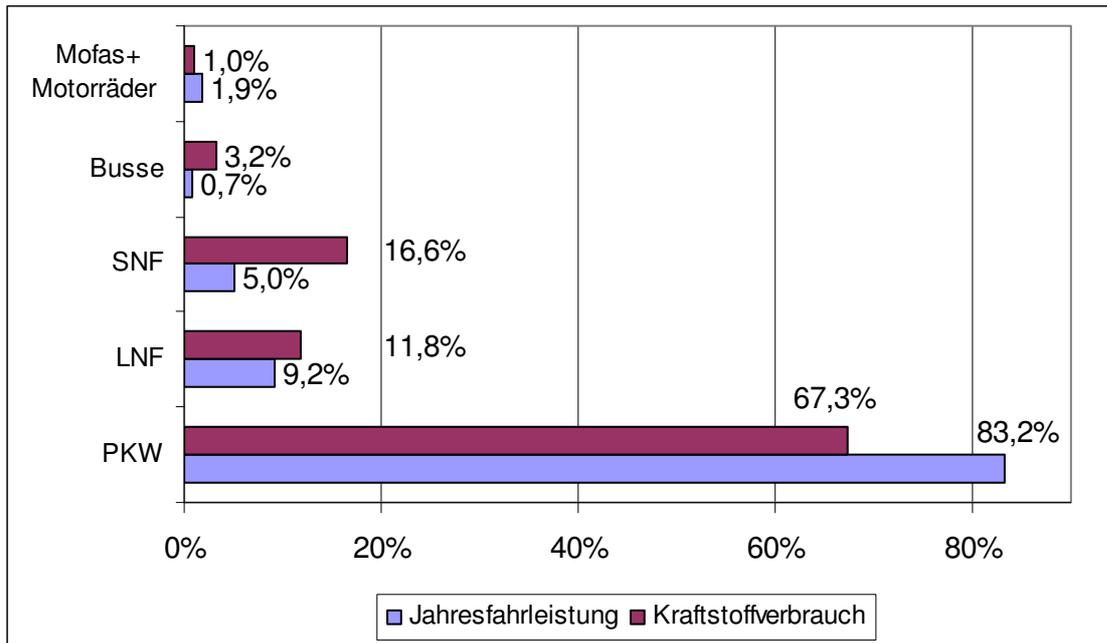
**Tabelle 64:** Österreichischer Kraftstoffverbrauch 2005 inklusive und exklusive prognostiziertem Tanktourismus (verändert nach UMWELTBUNDESAMT 2007b [216])

Kraftstoffverbrauch inkl. prog. Tanktourismus	Verbrauch 2005	
	[Mio. to]	[%]
Benzin zusammen	2,03	27,20%
Dieselmotorkraftstoff	5,43	72,80%
Summe Kraftstoffe	7,46	100,00%

Kraftstoffverbrauch exkl. prog. Tanktourismus	Verbrauch 2005	
	[Mio. to]	[%]
Benzin zusammen	1,49	31,09%
Dieselmotorkraftstoff	3,30	68,91%
Summe Kraftstoffe	4,79	100,00%

Aus der Kombination der Jahresfahrleistung 2005 (Anhang XXXV) und des theoretischen Kraftstoffverbrauchs pro Fahrzeugtyp aus dem Jahr 2005 (Tabelle 63), wie oben erläutert, ergibt sich, dass der PKW-Sektor rund 83 % der Jahresfahrleistung vollbringt und dabei

mehr als zwei Drittel (67,34 %) des Kraftstoffs benötigt. Auf den Nutzverkehr, SNF und LNF zusammen, entfallen 14,2 % der Fahrleistung und 28,4 % des Kraftstoffverbrauchs (Abbildung 114).



**Abbildung 114:** Relative Aufteilung der Jahresfahrleistung und des Kraftstoffverbrauchs auf die einzelnen Fahrzeugkategorien 2005 (eigene Berechnung, Daten: EICHLSEDER und HAUSBERGER 2006 [60] und HBEFA 2.1)

Um die Berechnungen für die prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage für das Jahr 2020 durchführen zu können, wurde zuerst der Kraftstoffbedarf für das Jahr 2005 über die Jahresfahrleistung und die Kraftstoffverbräuche je Fahrzeugkategorie berechnet. Diese wurden mit den Werten des Umweltbundesamtes verglichen. Der Gesamtkraftstoffverbrauch, ohne prognostiziertem Tanktourismus, mit dem durchschnittlichen Kraftstoffverbrauch gemäß Mikrozensusdaten 2001 der STATISTIK AUSTRIA (2007d [196]) von 8,8 l/100 km für benzin- und 7,0 l/100 km für dieselbetriebene Kraftfahrzeuge beträgt rund 4,8 Mio. to. Mit den Kraftstoffverbrauchsdaten gemäß HBEFA 2.1 wurden rund 4,4 Mio. to errechnet (Tabelle 65). Somit ergeben sich geringfügige Abweichungen zwischen dem Wert des Umweltbundesamtes und den Mikrozensusdaten 2001 von -0,49 %. Die Berechnung mittels HBEFA 2.1 bedeutet auch nur geringfügige Abweichungen von -8,17 %. Die Ergebnisse der Berechnung für das Szenario HBEFA 2.1 befinden sich in Anhang XXXIII, für das Szenario Mikrozensus in Anhang XXXIV.

**Tabelle 65:** Gegenüberstellung des österreichischen Kraftstoffverbrauchs 2005 [Mio. to] (exklusive prognostiziertem Tanktourismus)

Benzin	Diesel	Summe	Quelle
1,488	3,299	4,787	UMWELTBUNDESAMT 2007 ([216])
1,596	3,167	4,763	STATISTIK AUSTRIA (2007d [196]) (Mikrozensus 2001)
1,441	2,955	4,396	HBEFA 2.1

Ein Schwerpunkt dieser Arbeit lag in der Berechnung des Kraftstoffverbrauchs unter Berücksichtigung der so genannten „3l-Technologie“ („3-Liter-Auto“) und von Fahrzeugen mit einem maximalen CO<sub>2</sub>-Ausstoß von 120 g/km („5-Liter-Auto“). Für „3-Liter-Autos“ wurde hierbei nach dem BUNDESMINISTERIUM DER FINANZEN DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND (2001 [32]) ein maximaler CO<sub>2</sub>-Ausstoß von 90 g/km angenommen. Da sich die Grenzwerte für CO und THC in den Abgasnormen EURO 5 und EURO 6 nicht ändern, ändert sich nach

Berechnung des Kraftstoffverbrauchs mittels Kohlenstoffbilanzmethode<sup>73</sup>, nach Richtlinie 93/116/EG bzw. novelliert durch 1999/100/EG, auch nicht der Kraftstoffverbrauch. Dieser beträgt somit für das:

- **3-Liter-Auto (90 g CO<sub>2</sub>/km):** Benzin: 3,83 l/100 km und Diesel: 3,43 l/100 km
- **5-Liter-Auto (120 g CO<sub>2</sub>/km):** Benzin: 5,09 l/100 km und Diesel: 4,57 l/100 km

#### 4.4.3 Fahrleistungsprognosen für das Jahr 2020

Die prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage für das Jahr 2020 wurde ebenso für die Prognosen „WM“, „WM low“, „WM high“ und „WAM“ nach EICHLSEDER und HAUSBERGER (2005 [59]) berechnet. Diese Fahrleistungsprognosen für die Jahresfahrleistung für das Jahr 2020 wurden in Kapitel 2.8.6 (Seite 100) erläutert und sind in folgender Tabelle 66 zusammengefasst dargestellt.

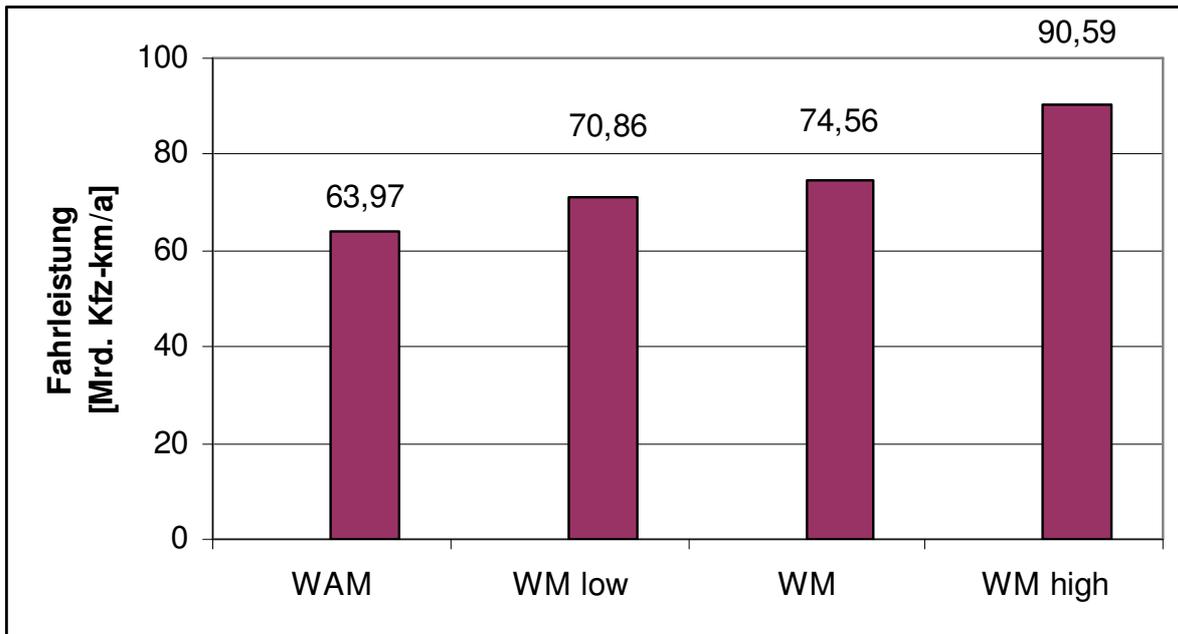
**Tabelle 66:** Fahrleistungsprognosen für den Individualverkehr im Jahr 2020

Fahrleistungsprognose	Kurzbeschreibung
"With Measures" ("WM")	Business as Usual Szenario mit schon umgesetzten Maßnahmen, mit z.B.: Biokraftstoffrichtlinie, EURO 4 bzw. EURO 5, CO <sub>2</sub> -Labeling, etc.)
"With Measures low" ("WM low")	wie "WM", jedoch mit einem Anstieg des Ölpreises von +50 %, etc.
"With Measures high" ("WM high")	wie "WM", jedoch mit Ölpreisreduktion von -50 %, höherer Kraftstoffverbrauch für Neufahrzeuge, etc.
"With Additional Measures" ("WAM")	wie "WM", jedoch mit zusätzlichen Maßnahmen, wie z.B. Mobilitätsmanagement, Erhöhung Kraftstoffeffizienz, etc.

In der Prognose „WM“ erhöht sich die gesamte Jahresfahrleistung in Österreich, inklusive prognostiziertem Tanktourismus und „Off-Road-Bereich“<sup>74</sup> auf 94.992 Mio. Kfz-km. Die Prognosedaten nach EICHLSEDER und HAUSBERGER (2005 [59]) inklusive Off-Road-Verkehr und Tanktourismus befindet sich hiezu in Anhang XXXV. In der Fahrleistungsprognose „WM low“ auf 90.283 Mio. Kfz-km, in der Prognose „WM high“ auf 115.418 Mio. Kfz-km und in der Prognose „WAM“ erhöht sich die Jahresfahrleistung auf 81.501 Mio. Kfz-km. Diese Jahresfahrleistungen wurden um den Anteil des prognostizierten Tanktourismus aus dem Jahr 2005 bereinigt. Hierbei wurden die Jahresfahrleistungen aus dem Jahr 2005 von EICHLSEDER und HAUSBERGER (2005 [59]) (inkl. prognostiziertem Tanktourismus und „Off-Road-Bereich“ mit der Jahresfahrleistung 2005 (nur inländischer Verkehr) von EICHLSEDER und HAUSBERGER (2006 [60]) gegenübergestellt. Dabei zeigt sich, dass der Anteil des inländischen Verkehrs im Jahr 2005, bezogen auf die Jahresfahrleistung, 78,49 % betrug. Also betrug der prognostizierte Tanktourismusanteil, bezogen auf die Jahresfahrleistung, 21,5 %. Diese Zusammensetzung der Jahresfahrleistung wurde nun auf die Fahrleistungsprognosen „WM“, „WM low“, „WM high“ und „WAM“ übertragen. Dies bedeutet eine theoretische Jahresfahrleistung von inländischem Verkehr im Jahr 2020 von 74.559 Mio. Kfz-km in der Prognose „WM“. 70.863 Mio. Kfz-km für „WM low“, 90.591 Mio. Kfz-km für „WM high“ bzw. 63.970 Mio. Kfz-km in der Prognose „WAM“ (Abbildung 115). Die Detailberechnungen befinden sich in Anhang XXXVI bis Anhang XXXIX.

<sup>73</sup> Die Kraftstoffdichte für diese Berechnung wurde gemäß Richtlinie 98/69/EG als arithmetischer Mittelwert bei 15 °C für Benzin mit 0,755 kg/l und für Diesel mit 0,835 kg/l angenommen.

<sup>74</sup> Zum Off-Road-Bereich zählen: Land- und Forstwirtschaft, Industrie, Haushalte, Bahn, Schifffahrt und Militär.



**Abbildung 115:** Prognosen der Jahresfahrleistungen für das Jahr 2020 (exkl. progn. Tanktourismus) (eigene Berechnung, Daten: EICHLSEDER und HAUSBERGER 2006 [60])

#### 4.4.4 Kraftstoffnachfrageszenarien

Diese oben erwähnten Jahresfahrleistungen wurden aliquot nach der prozentualen Aufteilung nach Fahrzeugtyp aus dem Jahr 2005 nach EICHLSEDER und HAUSBERGER (2006 [60]) den Prognosen für das Jahr 2020 zugeordnet. Nun wurden fünf Kraftstoffnachfrageszenarien geschaffen, mit dem Ziel unterschiedliche Kraftstoffverbräuche im Jahr 2020 zu prognostizieren. Tabelle 67 stellt die fünf Szenarien für die prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage für das Jahr 2020 in Österreich dar. Im „Business as Usual“-Nachfrageszenario wird eine Trendfortschreibung unter den aktuellen Rahmenbedingungen, jedoch inklusive dem technologischen Fortschritt unterstellt. (Mit dem zukünftigen Kraftstoffverbrauch aus Tabelle 63.) Im Kraftstoffnachfrageszenario „5-Liter-“ bzw. „3-Liter-Auto“ wird die gesamte prognostizierte Jahresfahrleistung aller Kfz in Österreich mit einem Pkw mit 5- bzw. - 3-Liter Kraftstoffverbrauch berechnet. Die Bezeichnung „5-Liter-Auto“ bzw. „3-Liter-Auto“ steht für einen CO<sub>2</sub>-Ausstoß von 120 bzw. 90 g/km. Im Szenario „10 % Fahrleistung durch Elektrofahrzeuge“ wird unterstellt, dass im Jahr 2020 10 % der Jahresfahrleistung in Österreich mittels Elektrofahrzeugen zurückgelegt werden. Im Szenario „Gasfahrzeuge“ wird unterstellt, dass im Jahr 2020 Gasfahrzeuge mit einem Verbrauch von 4,44 kg Methan, das wiederum auch für 120 g CO<sub>2</sub>/km steht, die prognostizierte Fahrleistung übernehmen.

**Tabelle 67:** Kraftstoffnachfrageszenarien für den Individualverkehr im Jahr 2020

Kraftstoffnachfrageszenarien für 2020	Kurzbeschreibung
<b>Business as Usual (BAU)</b>	gesamte Fahrleistung und Kraftstoffverbrauch steigend
<b>5-Liter-Auto</b>	100 % Fahrleistung mit 5l/100 km Verbrauch = 120 g CO <sub>2</sub> /km
<b>3-Liter-Auto</b>	100 % Fahrleistung mit 3l/100 km Verbrauch = 90 g CO <sub>2</sub> /km
<b>10 % Fahrleistung durch Elektrofahrzeuge</b>	10 % der Fahrleistung wird mittels Elektrofahrzeugen bewältigt
<b>Gasfahrzeuge</b>	Verbrauch: 4,44 kg/100 km = 120 g CO <sub>2</sub> /km

Im Rahmen dieser Arbeit wurde versucht, die fossile Kraftstoffnachfrage des gesamten Individualverkehrs im Jahr 2020 zu prognostizieren. Aufgrund unterschiedlicher Szenarien, nach EICHLSEDER und HAUSBERGER (2005 [59]), wurden vier unterschiedliche Jahresfahr-

leistungsprognosen („WAM“, „WM“, „WM low“ und „WM high“) berechnet. In den unterschiedlichen Prognosen wurde nur die fossile Kraftstoffnachfrage der PKW-Flotte variiert. Änderungen bzw. Reduktionen des Kraftstoffverbrauchs von LKW, NFZ, Bus, Motorrad und Mofa blieben unberücksichtigt. Die Kombination aus der theoretischen Biokraftstoffproduktion und der prognostizierten fossilen Kraftstoffnachfrage, dieser unterschiedlichen Jahresfahrleistungsprognosen, ergibt das prognostizierte fossile Kraftstoffsubstitutionspotenzial von Biokraftstoffen für das Jahr 2020. Diese Berechnungen der einzelnen Fahrleistungs- und Kraftstoffnachfrageszenarien befinden sich im Anhang XL bis Anhang LIX. Um die unterschiedlichen prognostizierten fossilen Kraftstoffnachfrageszenarien miteinander vergleichen zu können, wurden diese auf Dieseläquivalent (Tabelle 68) umgerechnet.

**Tabelle 68:** Umrechnung der Kraftstoffe auf Dieseläquivalent (erweitert nach BGBl. Nr. 417/2004 [30])

Kraftstoff	Energieinhalt [kWh/kg]	Diesel-äquivalent
Diesel	11,78	1
Benzin	11,59	0,983870968
Biomethan <sup>1)</sup>	13,69863014	1,162871828

<sup>1)</sup> Energieinhalt: 10,0 kWh/m<sup>3</sup>; Dichte: 0,730 kg/Nm<sup>3</sup>.

Die direkten CO<sub>2</sub>-Emissionen, welche bei der Verbrennung der Kraftstoffe entstehen, wurden gemäß dem „Globalen Emissions Modell Integrierter Systeme“ 4.4 (GEMIS 4.4) angenommen. Diese betragen für Diesel und Benzin jeweils 3,153 kg CO<sub>2</sub> pro kg Kraftstoff. Die direkten CO<sub>2</sub>-Emissionen für Erdgas betragen laut „GEMIS 4.4“ 2,714<sup>75</sup> kg/kg. Diese direkten CO<sub>2</sub>-Emissionen entstehen aufgrund der chemischen Zusammensetzung des Kraftstoffs, berechnet durch die elementare Verbrennungsrechnung (UMWELTBUNDESAMT 2008 [218]). Gemäß Handbuch der Emissionsfaktoren 1.2 (Version Januar 1999, HBEFA 1.2) betragen die Emissionen für Benzin und Diesel pro kg Kraftstoff 3,175 kg. Die Einsparung der CO<sub>2</sub>-Emissionen sind nach FNR (2006 [82]) abhängig vom jeweiligen Biokraftstoff, wobei die CO<sub>2</sub>-Einsparung, bezogen auf Kilogramm, bei BtL am höchsten sind (Tabelle 69).

**Tabelle 69:** Spezifische Einsparung von CO<sub>2</sub>-Emissionen ausgewählter Biokraftstoffe bei 100 % Substitution fossiler Kraftstoffe (verändert nach FNR 2006 [82])

Biokraftstoff	Einsparung von CO <sub>2</sub> -Emissionen		
	[kg/l] <sup>1)</sup>	Dichte [kg/l] <sup>2)</sup>	[kg/kg]
Biodiesel	2,42	0,883	2,74
Bioethanol aus Getreide, Zuckerrüben	1,77	0,794	2,23
Biomethan <sup>3)</sup>	1,61	0,730	2,21
BtL	2,61	0,760	3,43

<sup>1)</sup> Biomethan in kg/Nm<sup>3</sup>. Dichte CH<sub>4</sub>: 0,730 kg/Nm<sup>3</sup>.

<sup>2)</sup> gemäß österr. Kraftstoffverordnung. BGBl. II, Nr. 417/2004.

<sup>3)</sup> Es kann angenommen werden, dass für Biomethan die CO<sub>2</sub>-Einsparung in kg/Nm<sup>3</sup> und nicht in kg/l angegeben sein müssten. Daher wird mit dem korrigiertem Wert gerechnet!

<sup>75</sup> 2,714 kg CO<sub>2</sub> aus 1 kg Erdgas beruht auf der Umrechnung von 199,354 kg CO<sub>2</sub>/MWh Erdgas. gemäß GEMIS 4.4.

## 5 Ergebnisse und Diskussion

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der eigenen Berechnungen dargestellt. Ebenso werden die Ergebnisse anhand von bestehenden Daten bzw. Prognosen diskutiert. Zunächst wird das jeweilige Biokraftstoffproduktionsszenario abhängig des Fruchtfolgemodells - ökologisch optimierte Fruchtfolge, Biokraftstoff und Biomethan ertragsmaximierte Fruchtfolge - beschrieben. Danach folgt die prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage des österreichischen Individualverkehrs im Jahr 2020. Anschließend wird das Biokraftstoffproduktionsszenario der prognostizierten fossilen Kraftstoffnachfrage gegenübergestellt, was letztendlich dem prognostizierten fossilen Kraftstoffsubstitutions- sowie CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial von Biokraftstoffen entspricht.

### 5.1 Biokraftstoffproduktionsszenarien

Im Folgenden werden die theoretisch maximalen Biokraftstoffproduktionsszenarien aus dem Ackerland mit den theoretischen Biomethanerträgen aus dem Grünland, sowie den theoretischen Biokraftstoffträgen aus biogenen Reststoffen zusammengeführt. Für die biogenen Reststoffe werden jedoch nur 25 % der verfügbaren Biokraftstoffmenge in die Berechnung aufgenommen. Begründet wird dieser Wert damit, dass die Mobilisierung zur Biokraftstoffproduktion in der Höhe von 25 % bis zum Jahr 2020 realistisch erscheint.

#### 5.1.1 Ökologisch optimierte Fruchtfolge

Im Biokraftstoffproduktionsszenario bei ökologisch optimierter Fruchtfolge werden nun das Acker- sowie Grünland und die biogenen Reststoffmengen aufsummiert. Für das Szenario „ökologisch optimierte Fruchtfolge“ ergibt dies einen Biokraftstofftrag von ca. 1,8 (2.000 m<sup>2</sup>/Person\*a) bzw. rund 3,3 Mio. to (1.500 m<sup>2</sup>/Person\*a) für das Jahr 2020 (Tabelle 70).

**Tabelle 70:** Gesamter theoretischer Biokraftstofftrag bei ökologisch optimierter Fruchtfolge im Jahr 2020

theor. Flächenbedarf [m <sup>2</sup> /Person]	Ackerland (60 %) [Mio. to/a]		Grünland (40 %) [Mio. to/a]		biogene Rohstoffe [Mio. to/a]		Kraftstofftrag [Mio. to/a]		
	Benzin-äquivalent	Diesel-äquivalent	Benzin-äquivalent	Diesel-äquivalent	Benzin-äquivalent	Diesel-äquivalent	Benzin-äquivalent	Diesel-äquivalent	Summe
2.000	0,530	0,210	0,468	0,455	0,104	0,020	1,102	0,685	1,786
1.500	1,008	0,399	0,890	0,865			2,003	1,285	3,288

#### 5.1.2 Biokraftstoff- und Biomethan ertragsmaximierte Fruchtfolge

Wird der Biokraftstofftrag auf dem Ackerland, unter Einhaltung der Fruchtfolgelimitationen, maximiert, so erhöht sich dieser Gesamtertrag im Vergleich zur „ökologisch optimierten Fruchtfolge“ nur geringfügig. Dieser beträgt demnach rund 1,9 Mio. to (2.000 m<sup>2</sup>/Person\*a) bzw. 3,4 Mio. to (1.500 m<sup>2</sup>/Person\*a) Kraftstoff (Tabelle 71), obwohl die aus ökologischen Gründen notwendige maximale Anbaukonzentration auf dem Ackerland nicht berücksichtigt wurde.

**Tabelle 71:** Gesamter theoretischer Biokraftstofftrag bei Biokraftstoff ertragsmaximierter Fruchtfolge im Jahr 2020

theor. Flächenbedarf [m <sup>2</sup> /Person]	Ackerland (60 %) [Mio. to/a]		Grünland (40 %) [Mio. to/a]		biogene Rohstoffe [Mio. to/a]		Kraftstofftrag [Mio. to/a]		
	Benzin-äquivalent	Diesel-äquivalent	Benzin-äquivalent	Diesel-äquivalent	Benzin-äquivalent	Diesel-äquivalent	Benzin-äquivalent	Diesel-äquivalent	Summe
2.000	0,590	0,210	0,468	0,455	0,104	0,020	1,162	0,685	1,846
1.500	1,122	0,399	0,890	0,865			2,117	1,285	3,402

Bei Maximierung der Biomethanproduktion auf dem Ackerland nach AMON ET AL. (2006b [4]) wird der geringste Ertrag an Biokraftstoffen erreicht. Der gesamte theoretische Biokraftstoff-ertrag sinkt, trotz Aufteilung in 50 % Biomethan, 25 % Benzin- und 25 % Dieseläquivalent auf 1,3 Mio. to (2.000 m<sup>2</sup>/Person\*a) bzw. 2,4 Mio. to (1.500 m<sup>2</sup>/Person\*a) Kraftstoff (Tabelle 72).

**Tabelle 72:** Gesamter theoretischer Biokraftstoffertrag bei Biomethan ertragsmaximierter Fruchtfolge im Jahr 2020

theor. Flächen- bedarf [m <sup>2</sup> /Person]	Ackerland (60 %) [Mio. to/a]			Grünland (40 %) [Mio. to/a]	biogene Rohstoffe [Mio. to/a]		Kraftstoffertag [Mio. to/a]			
	Benzin- äquivalent	Diesel- äquivalent	Bio- methan	Biomethan	Bio- methan	Diesel- äquivalent	Benzin- äquivalent	Diesel- äquivalent	Bio- methan	Summe
2.000	0,208	0,199	0,368	0,420	0,094	0,020	0,208	0,219	0,882	1,309
1.500	0,395	0,379	0,700	0,800			0,395	0,399	1,594	2,388

In Tabelle 73 ist nun das Biokraftstoffproduktionsszenario der oben erläuterten Fruchtfolge-  
modelle, sowie nach den theoretischen Flächenmodellen für die Ernährung, umgerechnet in  
Dieseläquivalent, dargestellt. Es zeigt sich, dass in der Biokraftstoff ertragsmaximierten  
Fruchtfolge nur unwesentlich mehr Biokraftstoff erzeugen lässt, als in der ökologisch  
optimierten Fruchtfolge. Die geringste Biokraftstoffmenge lässt sich jeweils in der Biomethan  
ertragsmximierten Fruchtfolge produzieren.

**Tabelle 73:** Übersicht der Biokraftstoffproduktionsszenarien im Jahr 2020 nach Fruchtfolge- und Flächenmodell

Fruchtfolgemodell <sup>1)</sup>	Flächenbedarf für die Ernährung [m <sup>2</sup> /Person*a]	Biokraftstoffproduktions- szenario [Mio. to Dieseläquiv./a]
ökologisch optimierte Fruchtfolge	1.500	3,255
	2.000	1,769
Biokraftstoff ertragsmaximierte Fruchtfolge	1.500	3,367
	2.000	1,828
Biomethan ertragsmaximierte Fruchtfolge	1.500	2,641
	2.000	1,449

<sup>1)</sup> inkl. Biomethan vom Wirtschaftsgrünland und 25 % biogener Reststoffe.

## 5.2 Prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage im Individualverkehr im Jahr 2020

Gemäß Kraftstoffprognose des nationalen Biomasseaktionsplans (BMLFUW 2006c [38]) kommt es im Vergleich zu 2005 bis zum Jahr 2020 in etwa zu einer Halbierung des Benzin-  
verbrauchs (siehe hierzu Kapitel 2.8.8.). Der Dieserverbrauch wird hingegen um rund 26 %  
ansteigen. Das bedeutet, dass im Jahr 2020 inklusive prognostiziertem Tanktourismus rund  
0,9 Mio. to an Benzin und rund 7,4 Mio. to an Diesel benötigt werden (Tabelle 74). Wird die  
prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage um die Differenz des prognostizierten Tank-  
tourismus reduziert (dieser entspricht gemäß Daten des Umweltbundesamtes (Kapitel 2.5.5)  
26,71 % bei Benzin und 39,29 % bei Diesel), so bedeutet dies, dass insgesamt rund 5,2 Mio.  
to an Kraftstoffen in Österreich im Jahr 2020 benötigt werden. In Dieseläquivalent bedeutet  
dies ebenso rund 5,2 Mio. to.

**Tabelle 74:** Prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage 2020 gemäß nationalem Biomasseaktionsplan (eigene Berechnung; Daten UMWELTBUNDESAMT 2007b [216] und BMLFUW 2006c [38])

[Mio. to/a]	Gesamt	progn. Tanktourismus	Inland	Dieseläquivalent	direkte CO <sub>2</sub> -Emissionen
<b>Benzin</b>	0,920	26,71%	0,246	0,674	2,09
<b>Diesel</b>	7,409	39,29%	2,911	4,498	14,18
<b>Summe</b>	8,329		3,156	5,173	16,27

### 5.2.1 Prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage je Fahrleistungsprognose

Im nationalen Biomasseaktionsplan (BMLFUW 2006c [38]) wird mit einer jährlichen durchschnittlichen Fahrleistung von rund 13.300 km pro Kfz gerechnet. Allerdings fehlen die genauen Angaben über den theoretischen Gesamtbestand der Fahrzeugflotte. Im Folgenden wird daher die prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage des nationalen Biomasseaktionsplans mit den eigenen prognostizierten fossilen Kraftstoffnachfrageszenarien in der jeweiligen Fahrleistungsprognose verglichen.

In Tabelle 75 sind die Ergebnisse der Kraftstoffnachfrageszenarien mit den dazugehörigen Fahrleistungsprognosen dargestellt. Daraus resultieren die prognostizierten fossilen Kraftstoffnachfrageszenarien und die daraus entstehenden direkten CO<sub>2</sub>-Emissionen. Darin wurden die fünf Kraftstoffnachfrageszenarien („BAU“, „5-Liter-“, „3-Liter-Auto“, „Gasfahrzeuge“ und „10 % Fahrleistung durch Elektrofahrzeuge“) mit den vier Fahrleistungsprognosen („WM“, „WM low“, „WM high“ und „WAM“) kombiniert. Die Berechnungen dieser 20 Kraftstoffnachfrageszenarien sind in Anhang XXXVI bis Anhang LIX dargestellt. Diese prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage wurde dabei für die spätere Vergleichbarkeit in Dieseläquivalent umgerechnet. Dies bedeutet eine prognostizierte fossile inländischen Kraftstoffnachfrage in der Fahrleistungsprognose „Business as Usual“ („BAU“) für das Jahr 2020 zwischen 3,985 Mio. to „WAM“ und 5,643 Mio. to „WM high“. Bei Einsatz von Fahrzeugen mit 120 g CO<sub>2</sub>/km („5-Liter-Auto“) bedeutet dies eine Nachfrage von 3,543 Mio. to („WAM“) und 5,017 Mio. to („WM high“). Bei dem „3-Liter-Auto“ werden zwischen 3,044 Mio. to („WAM“) und 4,311 Mio. to („WM high“) prognostiziert. Wenn 10 % der Fahrleistung mittels Elektrofahrzeugen geleistet werden, beträgt die prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage zwischen 3,728 Mio. to („WAM“) und 5,279 Mio. to („WM high“). Auffallend hoch ist die prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage im Kraftstoffnachfrageszenario „Gasfahrzeug“, in der Fahrleistungsprognose „WM high“ mit 6,070 Mio. to, im Gegensatz zu 4,286 Mio. to. bei „WAM“. Die prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage ist im Szenario „Gasfahrzeug“, bezogen auf Dieseläquivalent, jeweils die höchste aller prognostizierten fossilen Kraftstoffnachfrageszenarien. Alle detaillierten Ergebnisse sind in Anhang LX dargestellt.

**Tabelle 75:** Prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage und direkte CO<sub>2</sub>-Emissionen im Jahr 2020 bei unterschiedlichen Kraftstoffnachfrageszenarien und Fahrleistungsprognosen

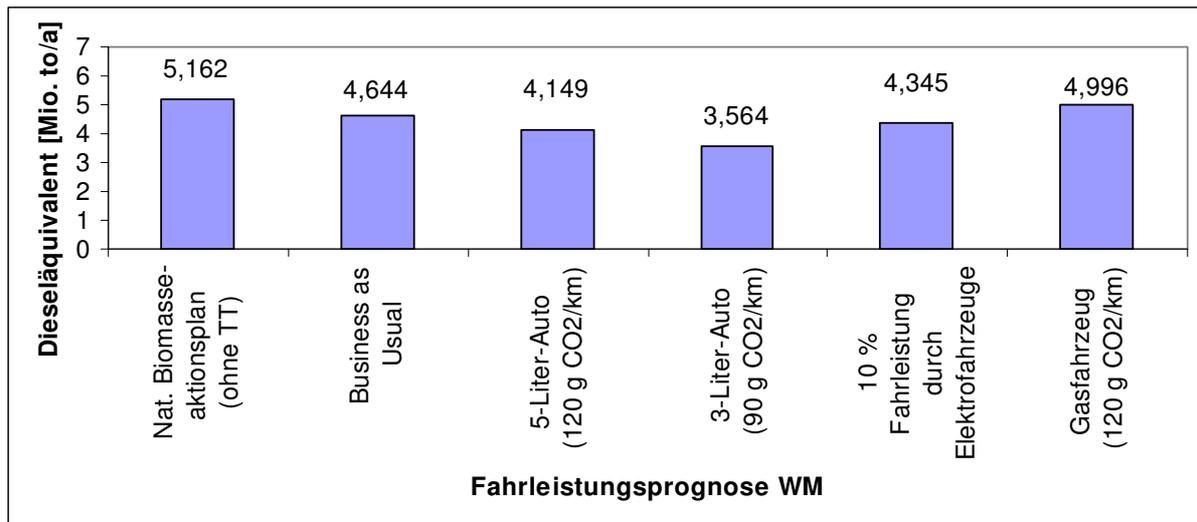
Kraftstoffnachfrage-szenario für 2020	Fahrleistungs-prognose <sup>1)</sup>	prog. foss. Kraftstoffnachfrage 2020 [Mio. to/a]				direkte CO <sub>2</sub> -Emis-sionen <sup>2)</sup> [Mio. to/a]
		Benzin	Diesel	Erdgas	Dieseläqui. ges.	
Business as Usual	WM	1,446	3,222		4,644	14,717
	WM low	1,374	3,062		4,414	13,988
	WM high	1,756	3,915		5,643	17,882
	WAM	1,240	2,764		3,985	12,627
5-Liter-Auto (120 g CO <sub>2</sub> /km)	WM	1,109	3,058		4,149	13,138
	WM low	1,037	2,904		3,924	12,426
	WM high	1,326	3,712		5,017	15,885
	WAM	0,936	2,621		3,543	11,217
3-Liter-Auto (90 g CO <sub>2</sub> /km)	WM	0,861	2,717		3,564	11,282
	WM low	0,818	2,583		3,388	10,723
	WM high	1,030	3,298		4,311	13,645
	WAM	0,727	2,329		3,044	9,635
10 % Fahrleistung durch Elektrofahrzeuge	WM	1,325	3,041		4,345	13,767
	WM low	1,260	2,890		4,130	13,085
	WM high	1,610	3,695		5,279	16,728
	WAM	1,137	2,609		3,728	11,812
Gasfahrzeug (120 g CO <sub>2</sub> /km)	WM	0,107	1,688	2,754	4,996	13,133
	WM low	0,102	1,604	2,618	4,748	12,482
	WM high	0,130	2,051	3,346	6,070	15,957
	WAM	0,092	1,448	2,363	4,286	11,268

<sup>1)</sup> WM („With Measures“ = Business as Usual Szenario mit schon umgesetzten Maßnahmen, z.B.: Biokraftstoffrichtlinie, EURO 4 bzw. EURO 5, CO<sub>2</sub>-Labeling, etc.); WM high (wie WM, jedoch Ölpreis -50 %, höherer Kraftstoffverbrauch, etc.); WM low (wie WM, jedoch Ölpreis +50 %); WAM („With Additional Measures“, z.B.: Mobilitätsmanagement, Erhöhung Kraftstoffeffizienz, etc.).

<sup>2)</sup> gemäß GEMIS 4.4 (UBA Pölz 2008) direkte Emissionen: 1 kg Benzin bzw. Diesel = 3,153 kg CO<sub>2</sub>; 1 kg Erdgas = 2,714 kg CO<sub>2</sub>.

### 5.2.1.1 Fahrleistungsprognose „With Measures“ („WM“)

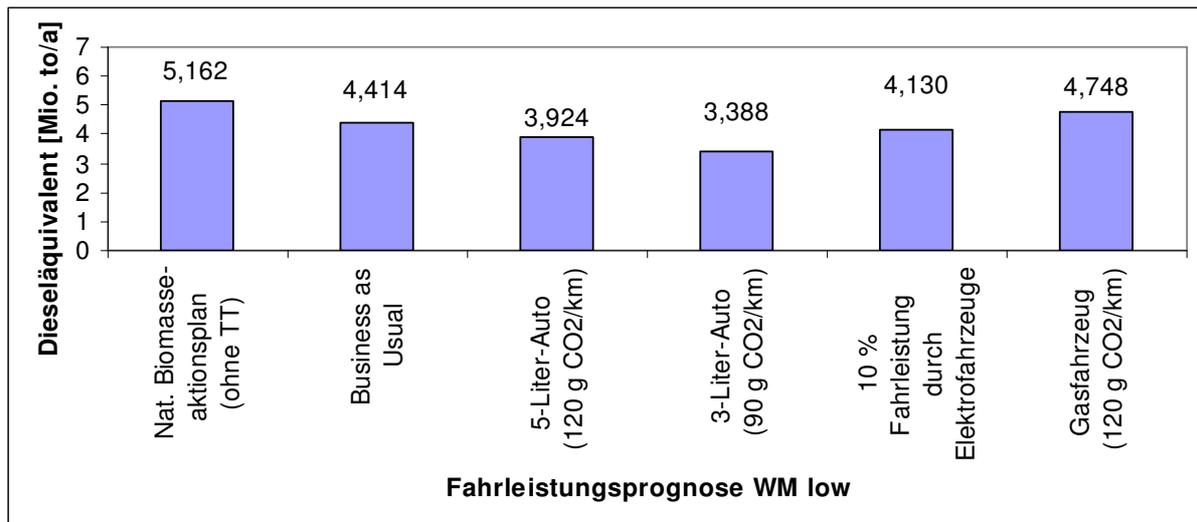
Die einzelnen prognostizierten fossilen Kraftstoffnachfrageszenarien der Fahrleistungsprognose „WM“ (mit rund 74,56 Mrd. Kfz-km) wurden mit den Angaben des nationalen Biomasseaktionsplans (exklusive des prognostizierten Kraftstoffbedarfs für Tanktourismus) verglichen (Abbildung 116). Die prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage der Gasfahrzeuge weist einen nur geringen Unterschied von rund 0,17 Mio. to Dieseläquivalent auf und ist demnach annähernd gleich hoch. Die Differenz zum Modell „5-Liter-Auto“ beträgt rund 1,01 Mio. to Dieseläquivalent und jene zum „3-Liter-Auto“ rund 1,60 Mio. to Dieseläquivalent. Das Kraftstoffnachfrageszenario „Business as Usual“ weist eine Abweichung von rund 0,52 Mio. to Dieseläquivalent zum nationalen Biomasseaktionsplan auf. Die Kraftstoffeinsparung im Kraftstoffnachfrageszenario „3-Liter-Auto“ beträgt im Vergleich zum Kraftstoffnachfrageszenario „BAU“ 1,08 Mio. to Dieseläquivalent.



**Abbildung 116:** Prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage im Jahr 2020 (exkl. prog. Tanktourismus) der Fahrleistungsprognose „WM“

### 5.2.1.2 Fahrleistungsprognose „With Measures low“ („WM low“)

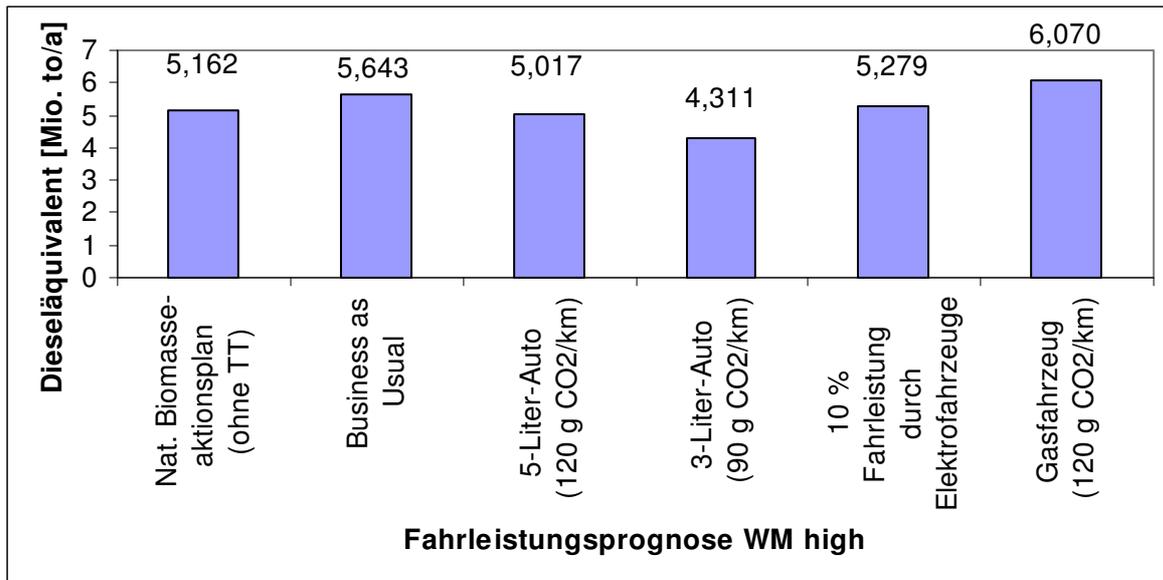
Bei etwas geringerer Fahrleistung der Prognose „WM low“, mit rund 70,86 Mrd. Kfz-km, sinkt auch die prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage. Folglich steigt auch die Differenz zu den Angaben des nationalen Biomasseaktionsplans (Abbildung 117). Im Kraftstoffnachfrageszenario „BAU“ beträgt diese Differenz rund 0,75 Mio. to Dieseläquivalent. Bei dem Kraftstoffnachfrageszenario „Gasfahrzeug“ ist der Unterschied mit 0,41 Mio. to Dieseläquivalent am geringsten. Bei den Kraftstoffnachfrageszenarien mit der geringsten prognostizierten fossilen Kraftstoffnachfrage beträgt diese Differenz zwischen 1,24 Mio. to („5-Liter-Auto“) und 1,75 Mio. to („3-Liter-Auto“) Dieseläquivalent. Die Kraftstoffeinsparung im Kraftstoffnachfrageszenario „3-Liter-Auto“ beträgt in der Fahrleistungsprognose „WM low“ im Vergleich zum Kraftstoffnachfrageszenario „BAU“ 1,03 Mio. to Dieseläquivalent.



**Abbildung 117:** Prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage im Jahr 2020 (exkl. prog. Tanktourismus) der Fahrleistungsprognose „WM low“

### 5.2.1.3 Fahrleistungsprognose „With Measures high“ („WM high“)

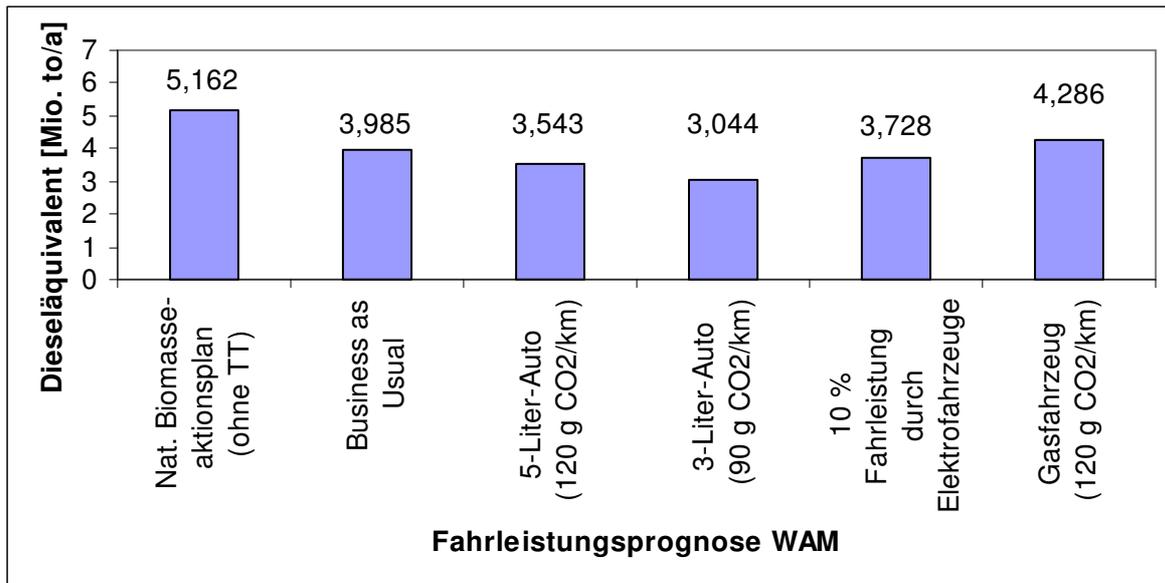
In der Fahrleistungsprognose „WM high“ steigt die theoretische Fahrleistung auf rund 90,59 Mrd. Kfz-km. Aus diesem Grund steigt auch die prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage. Die prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage des nationalen Biomasseaktionsplans wird daher von allen prognostizierten fossilen Kraftstoffnachfrageszenarien überschritten (Abbildung 118). Gemäß eigenen Berechnungen werden im Kraftstoffnachfrageszenario „BAU“ rund 0,48 Mio. to Dieseläquivalent mehr an Kraftstoffen benötigt. Bei den „Gasfahrzeugen“ steigt dieser Wert auf rund 0,91 Mio. to Dieseläquivalent. In den Kraftstoffnachfrageszenarien mit der geringsten prognostizierten fossilen Kraftstoffnachfrage wird jedoch weniger Kraftstoff benötigt. Bei „5-Liter-Autos“ werden demnach etwa 0,15 Mio. to und bei „3-Liter-Autos“ rund 0,85 Mio. to Dieseläquivalent weniger benötigt, verglichen mit den Werten des nationalen Biomasseaktionsplans. In der Fahrleistungsprognose „WM high“ beträgt die Kraftstoffeinsparung im Kraftstoffnachfrageszenario „3-Liter-Auto“ im Vergleich zum Kraftstoffnachfrageszenario „BAU“ 1,33 Mio. to Dieseläquivalent.



**Abbildung 118:** Prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage im Jahr 2020 (exkl. prog. Tanktourismus) der Fahrleistungsprognose „WM high“

#### 5.2.1.4 Fahrleistungsprognose „With Additional Measures“ („WAM“)

Wie in Kapitel 4.4.3 bereits erläutert, wird in der Fahrleistungsprognose „WAM“ die geringste Anzahl an gefahrenen Kilometern – rund 63,97 Mrd. Kfz-km – zurückgelegt. Dies hat zur Folge, dass einerseits alle Szenarien die geringste prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage aufweisen, andererseits aber die Differenz zu den Werten des nationalen Biomasseaktionsplans maximal wird. Diese beläuft sich im Kraftstoffnachfrageszenario „Gasfahrzeug“ auf etwa 0,88 Mio. to Dieseläquivalent und im Kraftstoffnachfrageszenario „BAU“ rund 1,18 Mio. to Dieseläquivalent. In den beiden Kraftstoffnachfrageszenarien mit der geringsten prognostizierten fossilen Kraftstoffnachfrage („5-Liter-Auto“ und „3-Liter-Auto“) werden die größten Abweichungen erreicht. Diese betragen beim Kraftstoffnachfrageszenario „5-Liter-Auto“ rund 1,62 Mio. to Dieseläquivalent und beim „3-Liter-Auto“ rund 2,12 Mio. to Dieseläquivalent (Abbildung 119). Die Kraftstoffeinsparung im Kraftstoffnachfrageszenario „3-Liter-Auto“ erreicht in der Fahrleistungsprognose „WAM“, im Vergleich zum Kraftstoffnachfrageszenario „BAU“, den geringsten Wert mit 0,94 Mio. to Dieseläquivalent.

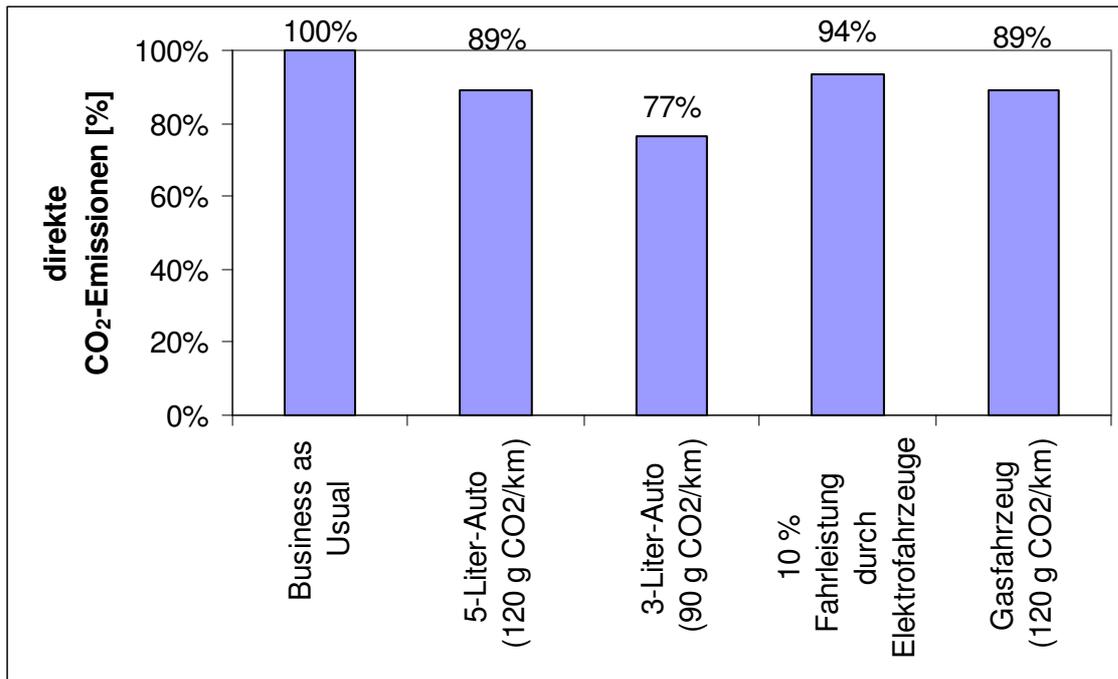


**Abbildung 119:** Prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage im Jahr 2020 (exkl. prog. Tanktourismus) der Fahrleistungsprognose „WAM“

## 5.2.2 CO<sub>2</sub>-Einsparungen in Abhängigkeit von der Fahrleistungsprognose

In der Studie von EICHLSEDER und HAUSBERGER (2005 [59]) finden sich ebenso Prognosen zu CO<sub>2</sub>-Emissionen inklusive Tanktourismus. Wird nun der mittlere prognostizierte Anteil des Tanktourismus (für Benzin und Diesel zusammen) in der Höhe von 33 % subtrahiert, so ergibt dies in der Fahrleistungsprognose „WM“ einen theoretischen Wert von rund 16,58 Mio. to CO<sub>2</sub>. Laut eigenen Berechnungen beträgt der Wert für die CO<sub>2</sub>-Emissionen in der Fahrleistungsprognose „WM“ im Kraftstoffnachfrageszenario „BAU“ 14,72 Mio. to (Tabelle 75). (Eine genauere Zuordnung des prognostizierten Tanktourismus zu Benzin und Diesel ist anhand der vorliegenden Daten jedoch nicht möglich.) In der Prognose für die Fahrleistung „WM low“ werden nach EICHLSEDER und HAUSBERGER (2005 [59]) rund 15,92 Mio. to CO<sub>2</sub>, in „WM high“ rund 20,6 Mio. to CO<sub>2</sub> und in „WAM“ rund 11,83 Mio. to CO<sub>2</sub> emittiert. Eigene Berechnungen hierzu ergeben 13,99 Mio. to CO<sub>2</sub> („WM low“), 17,88 Mio. to CO<sub>2</sub> („WM high“) bzw. 12,63 Mio. to CO<sub>2</sub> („WAM“). Im Gegensatz zu den Werten aus den eigenen Berechnungen berücksichtigen die Werte für CO<sub>2</sub>-Emissionen aus EICHLSEDER und HAUSBERGER (2005 [59]) auch den Einfluss des Alters der Fahrzeuge und deren Kraftstoffverbrauch sowie die damit unterschiedlichen Abgasnormen.

Wie bereits beschrieben, zeigt Tabelle 75 die prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage für unterschiedliche Fahrleistungsprognosen für das Jahr 2020. Diese prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage wurde herangezogen, um die entsprechenden direkten CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Daten von GEMIS 4.4 zu berechnen. Eine direkte CO<sub>2</sub>-Emission von 100 % bildet dabei das prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrageszenario „Business as Usual“. Wie in Abbildung 120 ersichtlich, kann die größte Einsparung (rund 23 %) an direkten CO<sub>2</sub>-Emissionen durch das „3-Liter-Auto“ erreicht werden. Ebenso zeigt sich, dass durch eine Deckung von 10 % der Fahrleistung durch Elektrofahrzeugen nur rund 6 % an direkten CO<sub>2</sub>-Emissionen eingespart werden können. Da für die beiden Kraftstoffnachfrageszenarien „5-Liter-Auto“ und „Gasfahrzeug“ jeweils 120 g CO<sub>2</sub>/km angenommen wurden, sind die CO<sub>2</sub>-Emissionen für beide Modelle gleich hoch.



**Abbildung 120:** Direkte CO<sub>2</sub>-Emissionen unterschiedlicher prognostizierter fossiler Kraftstoffnachfrageszenarien im Jahr 2020

### 5.3 Prognostiziertes fossiles Kraftstoffsubstitutions- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial

Die in Kapitel 4.3 beschriebenen unterschiedlichen Fruchtfolgen („ökologisch optimierte Fruchtfolge“, „Biokraftstoff ertragsmaximierte Fruchtfolge“ und „Biomethan ertragsmaximierte Fruchtfolge“), der Biomethanertrag aus dem Grünland und der Biokraftstoff ertrag aus biogenen Reststoffen ergeben das Biokraftstoffproduktionsszenario für Österreich für das Jahr 2020. Wie oben bereits erwähnt, wurde aus Plausibilitätsgründen nur 25 % des theoretischen Biokraftstoff ertrags aus biogenen Reststoffen für die Berechnung herangezogen.

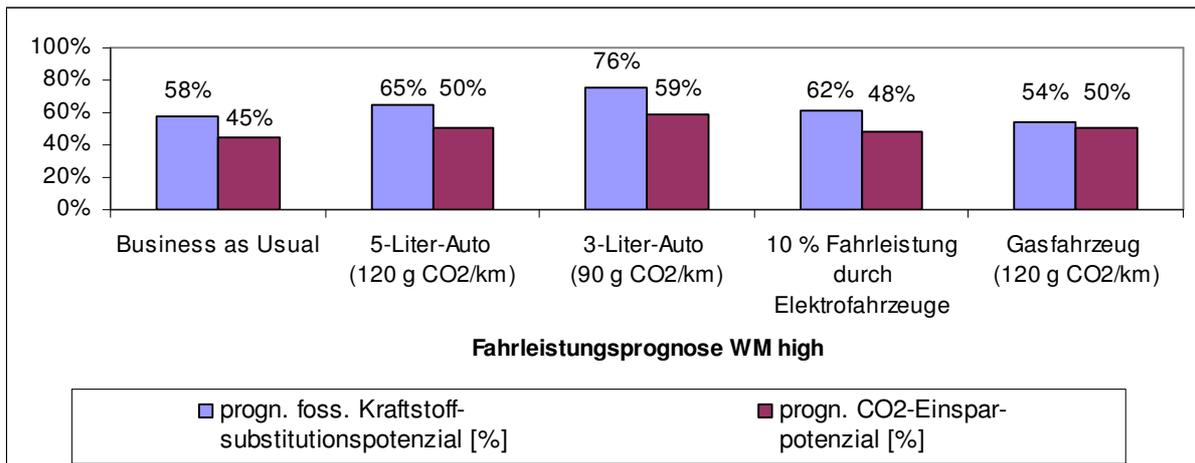
Im Folgenden werden das prognostizierte fossile Kraftstoffsubstitutions- sowie das prognostizierte CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial einzelner Szenarien dargestellt. Zuerst werden dabei die theoretischen Potenziale bei einem jährlichen theoretischen Flächenbedarf für die Ernährung von 1.500 m<sup>2</sup> pro Person und Jahr dargestellt. Anschließend folgt die Substitutionsanalyse bei einem jährlichen theoretischen Flächenbedarf für die Ernährung von 2.000 m<sup>2</sup> pro Person und Jahr. Dabei werden jeweils nur die Ergebnisse aus den Fahrleistungsprognosen „WM high“ und „WAM“ dargestellt, da diese das Minimal- bzw. Maximalergebnis sind. Alle Berechnungen und Ergebnisse der Szenarien befinden sich im Anhang LX.

#### 5.3.1 Flächenbedarf für die Ernährung von 1.500 m<sup>2</sup>/Person

Im Folgenden wird das prognostizierte fossile Kraftstoffsubstitutions- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial bei einem theoretischen Flächenbedarf für Ernährung von 1.500 m<sup>2</sup> pro Person und Jahr in den drei Fruchtfolgemodellen - ökologisch optimierte, Biokraftstoff ertragsmaximierte und Biomethan ertragsmaximierte Fruchtfolge - dargestellt.

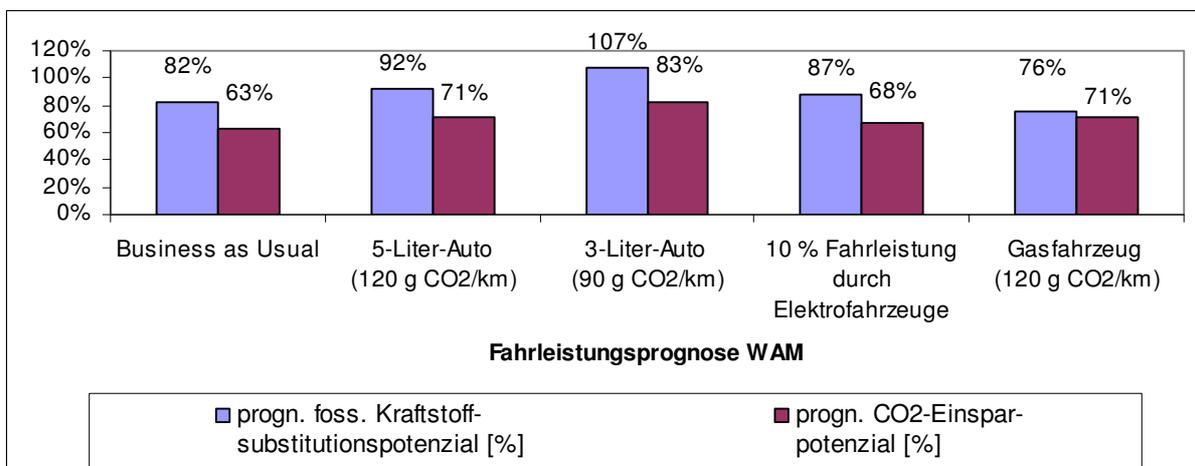
### 5.3.1.1 Ökologisch optimierte Fruchtfolge

Abbildung 121 zeigt das prognostizierte fossile Kraftstoffsubstitutions- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial bei ökologisch optimierter Fruchtfolge und der Fahrleistungsprognose „WM high“. In der Prognose „WM high“ beträgt die theoretische Fahrleistung rund 90,6 Mrd. Kfz-km. Das prognostizierte fossile Kraftstoffsubstitutionspotenzial beträgt demnach zwischen 54 % („Gasfahrzeug“) und 76 % („3-Liter-Auto“). Die prognostizierten CO<sub>2</sub>-Einsparungen, verglichen mit reiner fossiler Kraftstoffversorgung der PKW-Flotte, beträgt zwischen 45 % („BAU“) und 59 % („3-Liter-Auto“).



**Abbildung 121:** Prognostiziertes fossiles Kraftstoffsubstitutions- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial bei einem theoretischen Flächenbedarf für die Ernährung von 1.500 m<sup>2</sup>/Person und ökologisch optimierter Fruchtfolge bei der Fahrleistungsprognose „WM high“ im Jahr 2020

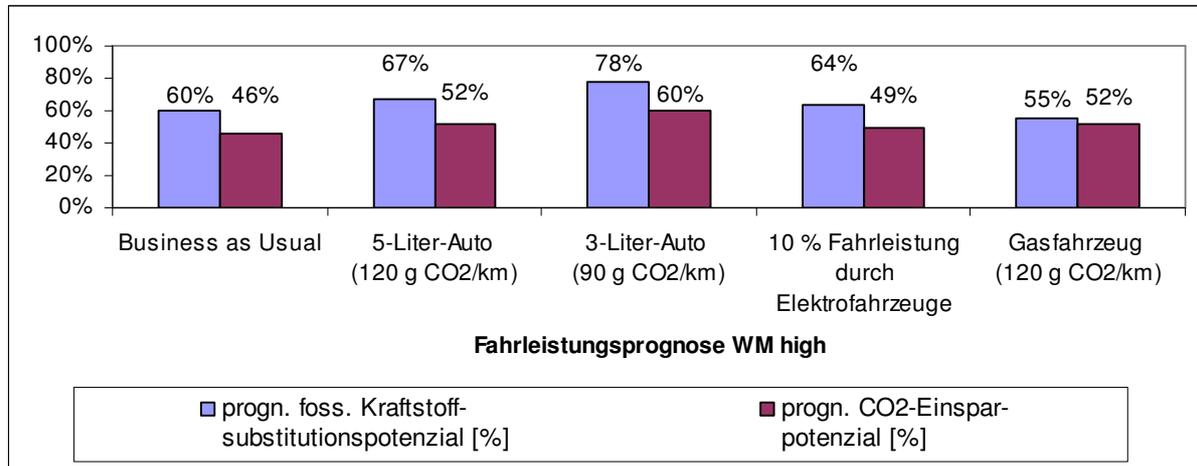
Bei der Fahrleistungsprognose „WAM“, in der rund 64 Mrd. Kfz-km zurückgelegt werden, steigt das prognostizierte fossile Kraftstoffsubstitutions- und damit einhergehend auch das CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial stark (Abbildung 122). In diesem Szenario wird der zweithöchste Wert aller Prognosewerte für die prognostizierte fossile Kraftstoffsubstitution erreicht. Die Werte bewegen sich zwischen 107 % („3-Liter-Auto“) und 76 % („Gasfahrzeug“) des prognostizierten fossilen Kraftstoffsubstitutionspotenzials durch Biokraftstoffe. Folglich ist auch das prognostizierte CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial mit 63 % („BAU“) bis 83 % („3-Liter-Auto“) sehr hoch.



**Abbildung 122:** Prognostiziertes fossiles Kraftstoffsubstitutions- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial bei einem theoretischen Flächenbedarf für die Ernährung von 1.500 m<sup>2</sup>/Person und ökologisch optimierter Fruchtfolge bei der Fahrleistungsprognose „WAM“ im Jahr 2020

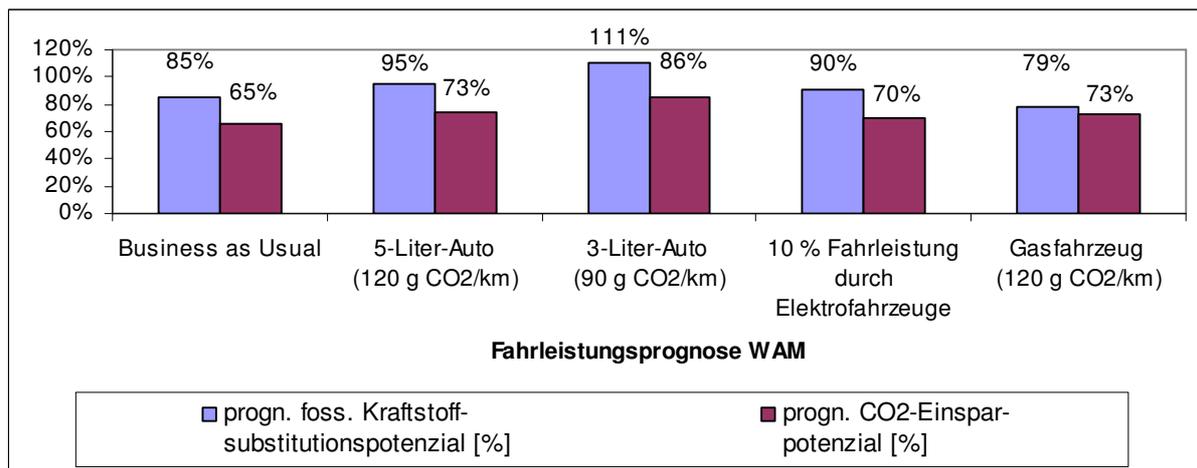
### 5.3.1.2 Biokraftstoff ertragsmaximierte Fruchtfolge

Das prognostizierte fossile Kraftstoffsubstitutionspotenzial durch Biokraftstoffe bei der Biokraftstoff ertragsmaximierten Fruchtfolge liegt zwischen 55 % („Gasfahrzeug“) und 78 % („3-Liter-Auto“) (Abbildung 123). Das prognostizierte CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial liegt hierbei zwischen 46 % („BAU“) und 60 % („3-Liter-Auto“).



**Abbildung 123:** Prognostiziertes fossiles Kraftstoffsubstitutions- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial bei einem theoretischen Flächenbedarf für die Ernährung von 1.500 m<sup>2</sup>/Person und Biokraftstoff ertragsmaximierter Fruchtfolge bei der Fahrleistungsprognose „WM high“ im Jahr 2020

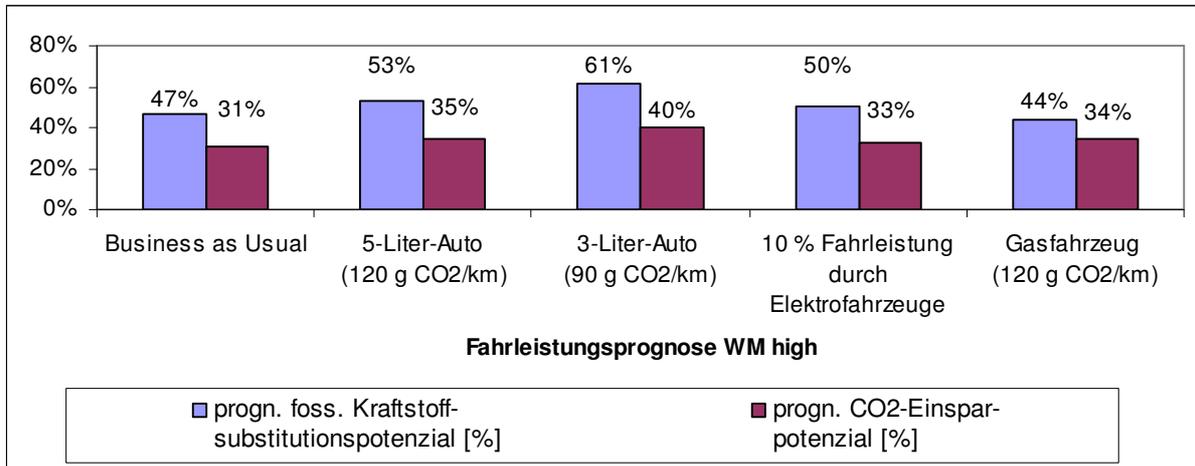
Die in Abbildung 124 dargestellten Werte sind die höchsten, die in den insgesamt 120 Szenarien erreicht werden. Wie schon in den vorangegangenen Szenarien deutlich wurde, wird durch den Einsatz von „3-Liter-Autos“ der höchste Kraftstoffsubstitutionswert mit 111 % erreicht. Damit werden Werte zwischen 79 % („Gasfahrzeug“) und 111 % („3-Liter-Auto“) der prognostizierten fossilen Kraftstoffsubstitution durch Biokraftstoffe erreicht. Das prognostizierte CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial beträgt zwischen 65 % („BAU“) und 86 % („3-Liter-Auto“).



**Abbildung 124:** Prognostiziertes fossiles Kraftstoffsubstitutions- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial bei einem theoretischen Flächenbedarf für die Ernährung von 1.500 m<sup>2</sup>/Person und Biokraftstoff ertragsmaximierter Fruchtfolge bei der Fahrleistungsprognose „WAM“ im Jahr 2020

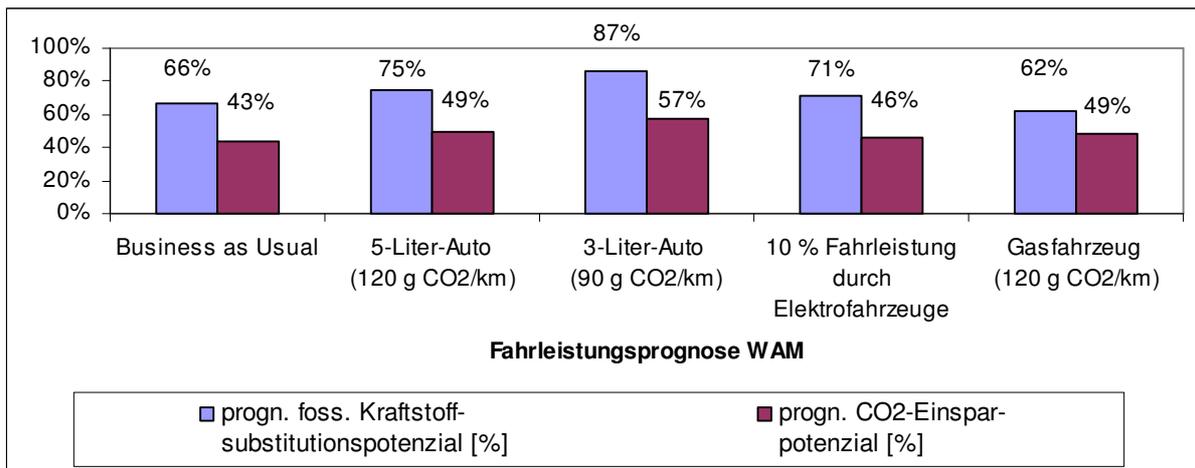
### 5.3.1.3 Biomethan ertragsmaximierte Fruchtfolge

Bei der Biomethan ertragsmaximierten Fruchtfolge zeigen die Berechnungen ein sehr geringes prognostiziertes fossiles Kraftstoffsubstitutions- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial. So liegt das prognostizierte fossile Kraftstoffsubstitutionspotenzial in der Fahrleistungsprognose „WM high“ zwischen 44 % („Gasfahrzeug“) und 61 % („3-Liter-Auto“). Das CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial liegt zwischen 31 % („BAU“) und 40 % („3-Liter-Auto“) (Abbildung 125).



**Abbildung 125:** Prognostiziertes fossiles Kraftstoffsubstitutions- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial bei einem theoretischen Flächenbedarf für die Ernährung von 1.500 m<sup>2</sup>/Person und Biomethan ertragsmaximierter Fruchtfolge bei der Fahrleistungsprognose „WM high“ im Jahr 2020

Die Werte für das prognostizierte fossile Kraftstoffsubstitutions- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial steigen aufgrund der Verringerung der Gesamtfahrleistung in der Fahrleistungsprognose „WAM“ gegenüber der Fahrleistungsprognose „WM high“ an (Abbildung 126). Das prognostizierte fossile Kraftstoffsubstitutionspotenzial beträgt hierbei zwischen 62 % („Gasfahrzeug“) und 87 % („3-Liter-Auto“). Das prognostizierte CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial liegt zwischen 43 % („BAU“) und 57 % („3-Liter-Auto“).



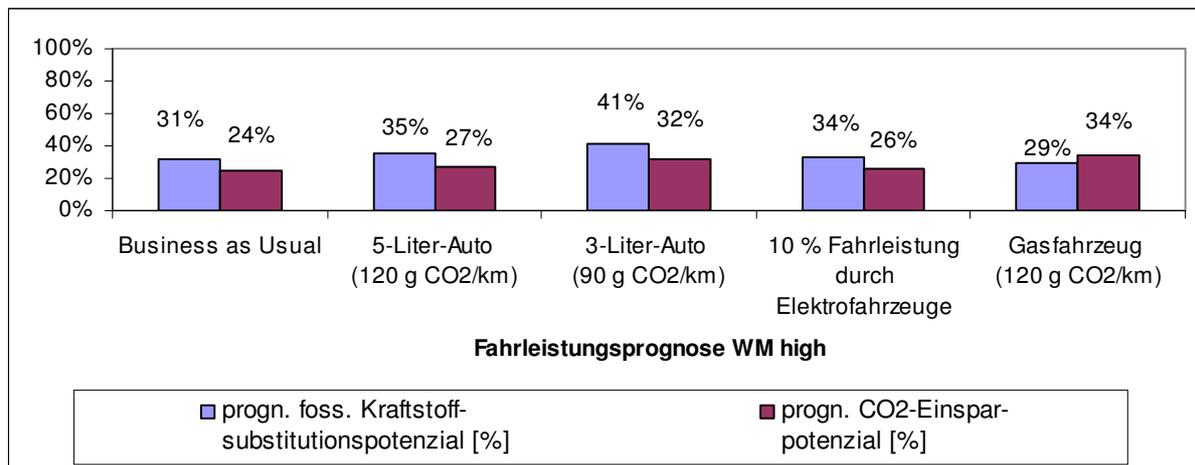
**Abbildung 126:** Prognostiziertes fossiles Kraftstoffsubstitutions- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial bei einem theoretischen Flächenbedarf für die Ernährung von 1.500 m<sup>2</sup>/Person und Biomethan ertragsmaximierter Fruchtfolge bei der Fahrleistungsprognose „WAM“ im Jahr 2020

### 5.3.2 Flächenbedarf für die Ernährung von 2.000 m<sup>2</sup>/Person

Im Folgenden werden das prognostizierte fossile Kraftstoffsubstitutions- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial wiederum der unterschiedlichen Fruchtfolgen beschrieben. Im Unterschied zu vorangegangenen Berechnungen, wird hier ein höherer Flächenanspruch von 2.000 m<sup>2</sup> pro Person und Jahr für eine gesunde und autarke Ernährung angenommen. Aufgrund dieser Annahme verringert sich die gesamte zur Verfügung stehende Energiefläche, was wiederum einen geringeren Biokraftstofftertrag bedeutet.

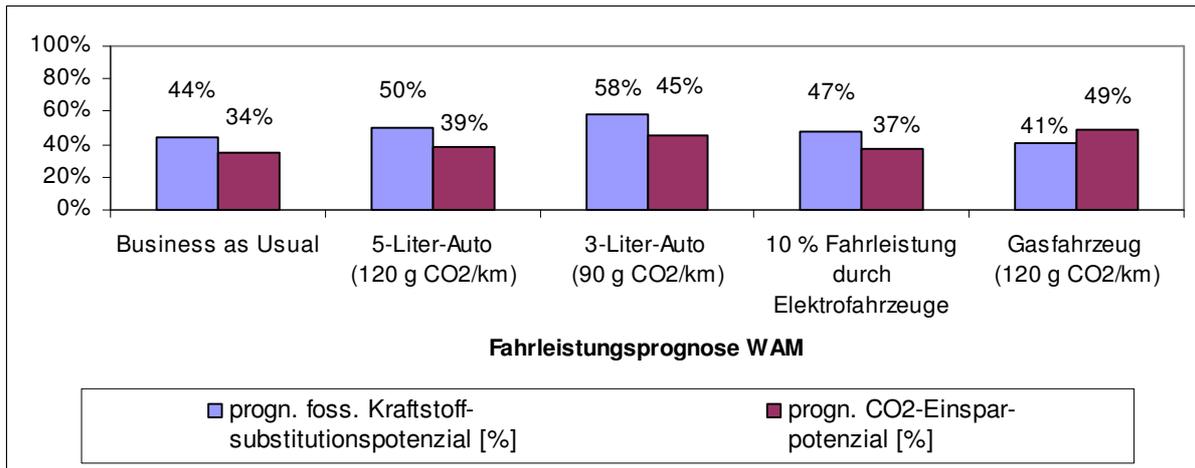
#### 5.3.2.1 Ökologisch optimierte Fruchtfolge

Abbildung 127 zeigt das prognostizierte fossile Kraftstoffsubstitutions- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial bei einem theoretischen jährlichen Flächenbedarf für die Ernährung von 2.000 m<sup>2</sup> pro Person. Im Vergleich zu einem Flächenbedarf für die Ernährung von 1.500 m<sup>2</sup> pro Person und Jahr ergibt sich bei dem erhöhten Flächenbedarf für die Ernährung von 2.000 m<sup>2</sup> ein prognostiziertes fossiles Kraftstoffsubstitutionspotenzial von nur 29 % („Gasfahrzeug“) bis 41 % („3-Liter-Auto“). Das prognostizierte CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial beträgt hierbei zwischen 24 % („BAU“) und 34 % („Gasfahrzeug“).



**Abbildung 127:** Prognostiziertes fossiles Kraftstoffsubstitutions- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial bei einem theoretischen Flächenbedarf für die Ernährung von 2.000 m<sup>2</sup>/Person und ökologisch optimierter Fruchtfolge bei der Fahrleistungsprognose „WM high“ im Jahr 2020

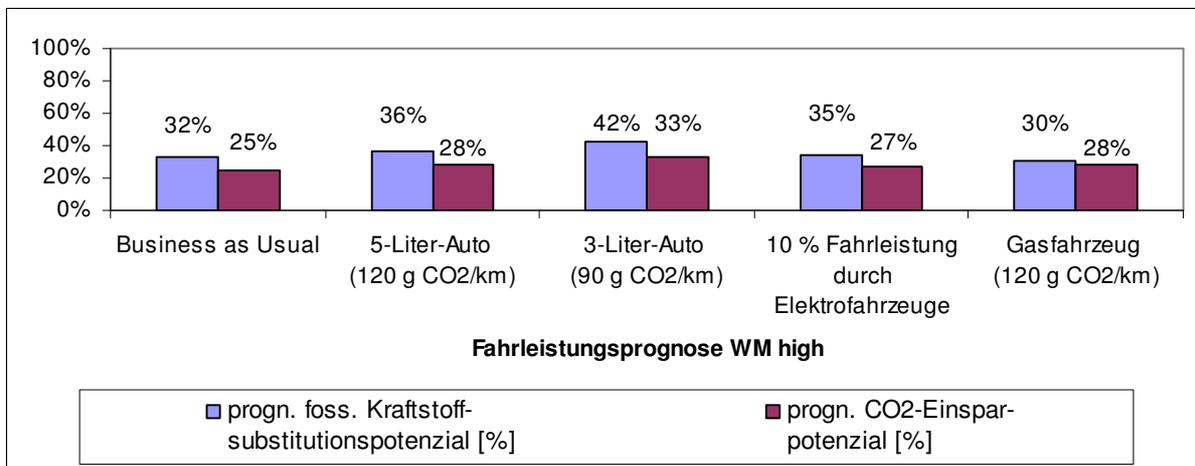
Abbildung 128 zeigt ebenso geringere Werte für das prognostizierte fossile Kraftstoffsubstitutions- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial als bei einem Flächenbedarf für die Ernährung von 1.500 m<sup>2</sup> pro Person und Jahr. Das prognostizierte fossile Kraftstoffsubstitutionspotenzial durch Biokraftstoffe beläuft sich hierbei auf ein Minimum von 41 % („Gasfahrzeug“) und auf ein Maximum von 58 % („3-Liter-Auto“). Das prognostizierte CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial beträgt mindestens 34 % („BAU“) und höchstens 49 % („Gasfahrzeug“).



**Abbildung 128:** Prognostiziertes fossiles Kraftstoffsubstitutions- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial bei einem theoretischen Flächenbedarf für die Ernährung von 2.000 m<sup>2</sup>/Person und ökologisch optimierter Fruchtfolge bei der Fahrleistungsprognose „WAM“ im Jahr 2020

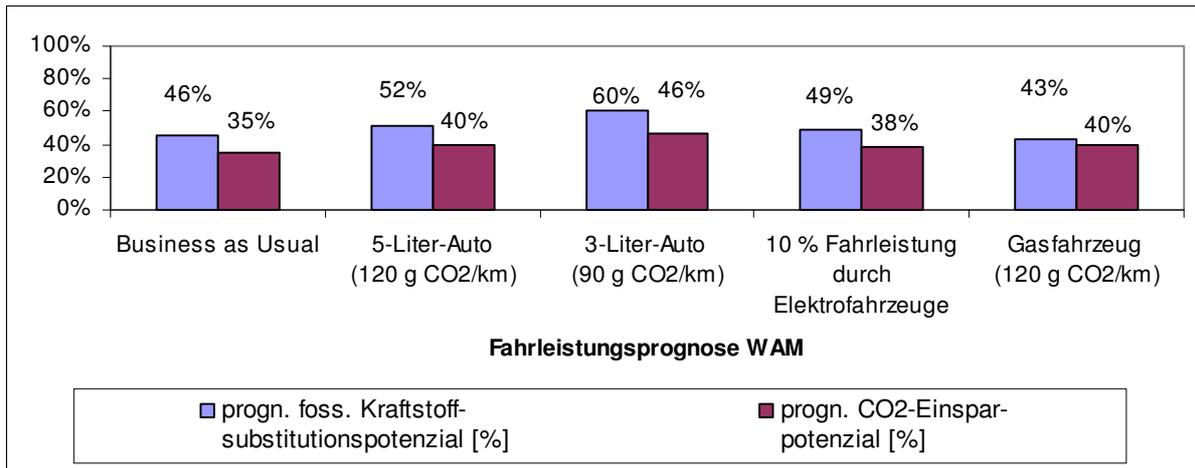
### 5.3.2.2 Biokraftstoff ertragsmaximierte Fruchtfolge

Bei der Biokraftstoff ertragsmaximierten Fruchtfolge und einem jährlichen Flächenbedarf für die Ernährung von 2.000 m<sup>2</sup>/Person wird wiederum das höchste Kraftstoffsubstitutionspotenzial durch das „3-Liter-Auto“ erreicht (Abbildung 129). Das prognostizierte fossile Kraftstoffsubstitutionspotenzial durch Biokraftstoffe reicht von 30 % („Gasfahrzeug“) bis 42 % („3-Liter-Auto“). Das prognostizierte CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial liegt zwischen 25 % („BAU“) und 33 % („3-Liter-Auto“).



**Abbildung 129:** Prognostiziertes fossiles Kraftstoffsubstitutions- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial bei einem theoretischen Flächenbedarf für die Ernährung von 2.000 m<sup>2</sup>/Person und Biokraftstoff ertragsmaximierter Fruchtfolge bei der Fahrleistungsprognose „WM high“ im Jahr 2020

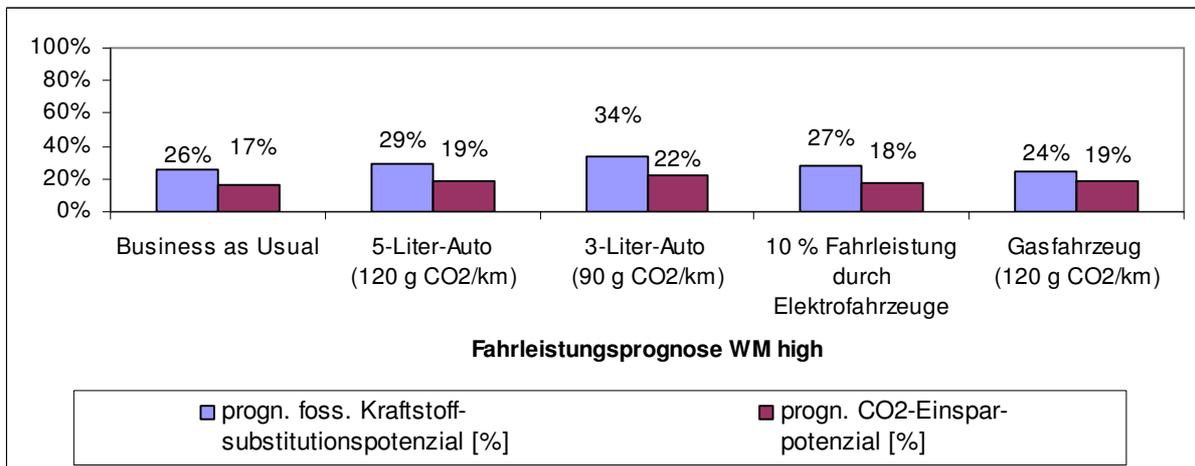
Aufgrund der stark reduzierten Jahresfahrleistung in der Fahrleistungsprognose „WAM“ erhöht sich das prognostizierte fossile Kraftstoffsubstitutions- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial dementsprechend. So beträgt das prognostizierte fossile Kraftstoffsubstitutionspotenzial durch Biokraftstoffe zwischen 43 % („Gasfahrzeug“) und 60 % („3-Liter-Auto“) und das prognostizierte CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial zwischen 35 % („BAU“) und 46 % („3-Liter-Auto“) (Abbildung 130).



**Abbildung 130:** Prognostiziertes fossiles Kraftstoffsubstitutions- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial bei einem theoretischen Flächenbedarf für die Ernährung von 2.000 m<sup>2</sup>/Person und Biokraftstoff ertragsmaximierter Fruchtfolge bei der Fahrleistungsprognose „WAM“ im Jahr 2020

### 5.3.2.3 Biomethan ertragsmaximierte Fruchtfolge

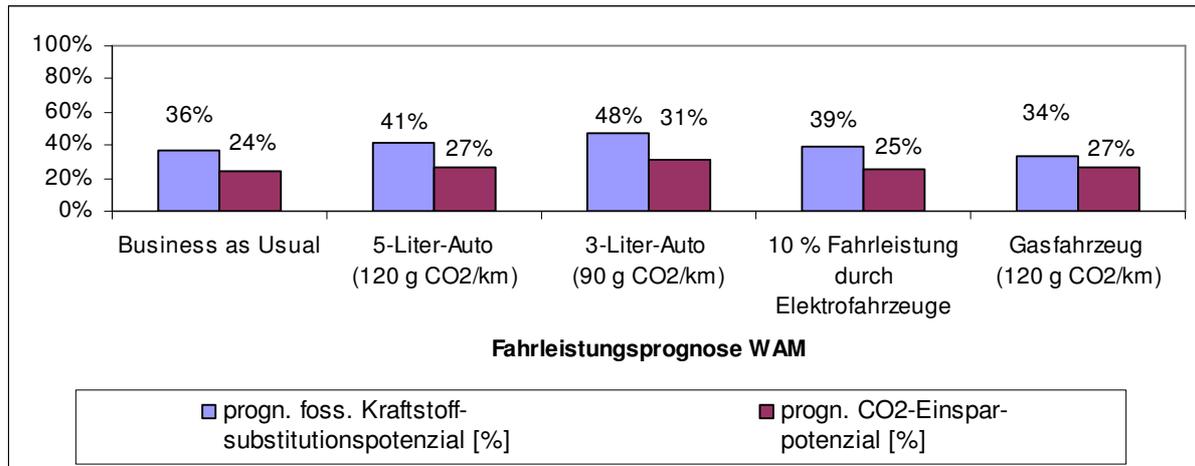
In den folgenden Abbildungen ist jeweils das geringste prognostizierte fossile Kraftstoffsubstitutions- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial dargestellt, das in allen Szenarien erreicht wurde. So beträgt das prognostizierte fossile Kraftstoffsubstitutionspotenzial bei der Biomethan ertragsmaximierten Fruchtfolge in der Fahrleistungsprognose „WM high“ zwischen 24 % („Gasfahrzeug“) und 34 % („3-Liter-Auto“). Das prognostizierte CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial beträgt zwischen 17 % („BAU“) und 22 % („3-Liter-Auto“). Diese Werte stellen jeweils die geringsten Werte aller Szenarien dar (Abbildung 131).



**Abbildung 131:** Prognostiziertes fossiles Kraftstoffsubstitutions- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial bei einem theoretischen Flächenbedarf für die Ernährung von 2.000 m<sup>2</sup>/Person und Biomethan ertragsmaximierter Fruchtfolge bei der Fahrleistungsprognose „WM high“ im Jahr 2020

Aufgrund der Reduktion der Gesamtfahrleistung steigt in der Fahrleistungsprognose „WAM“ wiederum das prognostizierte fossile Kraftstoffsubstitutions- und das CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial gegenüber der Fahrleistungsprognose „WM high“ an (Abbildung 132). So können zwischen 34 % („Gasfahrzeug“) und 48 % („3-Liter-Auto“) fossiler Kraftstoffe durch Biokraftstoffe sub-

stituiert werden. Das prognostizierte CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial beträgt zwischen 24 % („BAU“) und 31 % („3-Liter-Auto“).



**Abbildung 132:** Prognostiziertes fossiles Kraftstoffsubstitutions- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial bei einem theoretischen Flächenbedarf für die Ernährung von 2.000 m<sup>2</sup>/Person und Biomethan ertragsmaximierter Fruchtfolge bei der Fahrleistungsprognose „WAM“ im Jahr 2020

### 5.3.3 Zusammenfassung der prognostizierten fossilen Kraftstoffsubstitutions- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenziale

Es hat sich gezeigt, dass in zwei Szenarien eine prognostizierte Substitution fossiler Kraftstoffe durch Biokraftstoffe von über 100 % und in neun Szenarien von über 90 % möglich ist. Ebenso zeigte sich, dass die Mehrzahl der Szenarien - nämlich 66 von 120 - eine prognostizierte fossile Kraftstoffsubstitution von über 50 % aufweisen. Daraus folgt, dass eine Verringerung des Kraftstoffverbrauchs auf 3l/100 km sowie eine Reduktion der Jahresfahrleistung notwendig wäre, um ein maximales fossiles Kraftstoffsubstitutionspotenzial durch Biokraftstoffe zu erreichen.

Bezogen auf Dieseläquivalent wurde ein prognostizierte fossiles Kraftstoffsubstitutionspotenzial durch Biokraftstoffe zwischen 24 % (Szenario 119) und 111 % (Szenario 32) errechnet (Tabelle 76). Eine mehr als 100%ige Kraftstoffversorgung wäre in zwei Szenarien (12 und 32) möglich. In beiden Szenarien kann dies allerdings nur durch das „3-Liter-Auto“ bei geringster Jahresfahrleistung („WAM“) und in zwei unterschiedlichen Fruchtfolgen - Biokraftstoff ertragsmaximierte und ökologisch optimierte Fruchtfolge - erreicht werden. Daraus folgt, dass im Hinblick auf die zukünftigen Kraftstoffnachfrage eine 3-Liter-Kraftstofftechnologie („3-Liter-Auto“) notwendig wäre. Ebenso zeigt sich, dass aufgrund des höheren Kraftstofftrages der Einsatz von benzin- bzw. bioethanolbetriebene Fahrzeugen verstärkt werden sollte. Die Erfüllung der Jahresfahrleistung mittels rein biodieselbetriebener Fahrzeugen erweist sich als nachteilig. Dies ist nicht nur auf den geringeren Hektarertrag zurückzuführen, sondern auch auf ökologische Gründe. So sollten maximal zwischen 14 % (Lein) und 33 % (Raps) Biokraftstoffe zur Biodieselproduktion auf landwirtschaftlichen Flächen kultiviert werden. Mais als Biokraftstoff hingegen, könnte auf maximal 40 % der Ackerfläche kultiviert werden.

Der Vorteil des Einsatzes von Biomethan besteht darin, dass nicht nur Energiepflanzen auf dem Ackerland sondern auch Wiesengras auf dem Grünland, sowie biogene Reststoffe und Exkremente aus der Tierhaltung genutzt werden können. Die Berechnungen zeigen, dass bezogen auf Dieseläquivalent, ein prognostiziertes fossiles Kraftstoffsubstitutionspotenzial zwischen 24 % (Szenario 119) und 79 % (Szenario 44) bei den Gasfahrzeugen möglich wäre.

**Tabelle 76:** Minimale und maximale prognostizierte fossile Kraftstoffsubstitutionspotenziale im Jahr 2020

Szenario-nr.	Flächenmodell	Fruchtfolgemodell <sup>1)</sup>	Kraftstoffnachfrage-szenario für 2020	Fahrleistungsprognose	min. progn. foss. Substitutionspotenzial
119	2020/2.000	BM max. FF	Gasfahrzeug	WM high	24%
103			BAU	WM high	26%
115			10 % E-Fzge	WM high	27%
107			5-Liter-Auto	WM high	29%
117			Gasfahrzeug	WM	29%
					<b>max. progn. foss. Substitutionspotenzial</b>
32	2020/1.500	BK max. FF	3-Liter-Auto	WAM	111%
12		ökol. opt. FF	3-Liter-Auto	WAM	107%
30		BK max. FF	3-Liter-Auto	WM low	99%
10		ökol. opt. FF	3-Liter-Auto	WM low	96%
28		BK max. FF	5-Liter-Auto	WAM	95%

<sup>1)</sup> BM max. FF = Biomethan maximierte Fruchtfolge; BK max. FF = Biokraftstoff ertragsmaximierte Fruchtfolge; ökol. opt. FF = ökologisch optimierte Fruchtfolge.

Bei den prognostizierten CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzialen zeigt sich ein ähnliches Bild wie bei den prognostizierten fossilen Kraftstoffsubstitutionspotenzialen durch Biokraftstoffe (Tabelle 77). Durch die verstärkte Verwendung von Biokraftstoffen beträgt das prognostizierte CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial zwischen 17 % (Szenario 103) und 86 % (Szenario 32). Für zwei Szenarien wurde eine prognostizierte CO<sub>2</sub>-Einsparung von über 80 % berechnet (Szenario 32 mit 86 % und Szenario 12 mit 83 %). In 38 Szenarien ist eine prognostizierte CO<sub>2</sub>-Einsparung von über 50 % möglich und in 93 Szenarien eine prognostizierte CO<sub>2</sub>-Einsparung von über 30 %.

**Tabelle 77:** Minimale und maximale prognostizierte CO<sub>2</sub>-Einsparpotenziale im Jahr 2020

Szenario-nr.	Flächenmodell	Fruchtfolgemodell <sup>1)</sup>	Kraftstoffnachfrage-szenario für 2020	Fahrleistungsprognose	min. CO <sub>2</sub> -Einsparpotenzial [%]
103	2020/2.000	BM max. FF	BAU	WM high	17%
115		BM max. FF	10 % E-Fzge	WM high	18%
119		BM max. FF	Gasfahrzeug	WM high	19%
107		5-Liter-Auto	WM high	WM	19%
101		BM max. FF	BAU	WM	20%
					<b>max. CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial [%]</b>
32	2020/1.500	BK max. FF	3-Liter-Auto	WAM	86%
12		ökol. opt. FF	3-Liter-Auto	WAM	83%
30		BK max. FF	3-Liter-Auto	WM low	77%
10		ökol. opt. FF	3-Liter-Auto	WM low	74%
40		BK max. FF	Gasfahrzeug	WAM	73%

<sup>1)</sup> BM max. FF = Biomethan maximierte Fruchtfolge; BK max. FF = Biokraftstoff ertragsmaximierte Fruchtfolge; ökol. opt. FF = ökologisch optimierte Fruchtfolge.

## 6 Schlussfolgerungen

Im Rahmen dieser Arbeit wurde die fossile Kraftstoffnachfrage in Österreich im Jahr 2020 in vier Kraftstoffnachfrageszenarien („Business as Usual“ („BAU“), „5-Liter-Auto“, „3-Liter-Auto“, „Gasfahrzeug“ und „10 % Fahrleistung mit Elektrofahrzeugen“) für vier Fahrleistungsprognosen („With Measures“ („WM“), „With Measures low“ („WM low“), „With Measures high“ („WM high“) und „With Additional Measures“ („WAM“) prognostiziert. Auch wurde das Biokraftstoffproduktionsszenario, abhängig vom theoretischen Flächenbedarf für die Ernährung von 1.500 und 2.000 m<sup>2</sup> pro Person und Jahr, in drei unterschiedlichen Fruchtfolgemodellen („ökologisch optimierte Fruchtfolge“, „Biokraftstoff ertragsmaximierte Fruchtfolge“ und „Biomethan ertragsmaximierte Fruchtfolge“) errechnet. Die Kombination dieser Subsznarien ergibt das prognostizierte fossile Kraftstoffsubstitutionspotenzial sowie das prognostizierte CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial. Aus diesen Berechnungen und der Diskussion der Ergebnisse läßt sich nun ein Handlungsbedarf für den österreichischen Verkehr ableiten. Dieser ist jedem Szenario - Biokraftstoffproduktionsszenario und prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage - zugeordnet.

### A) Biokraftstoffproduktionsszenario

Im Biokraftstoffproduktionsszenario lassen sich fünf mögliche Rahmenbedingungen für einen Handlungsbedarf formulieren:

- **Nachhaltigkeitskriterien**

Mögliche Nachhaltigkeitskriterien<sup>76</sup> für die Produktion von Biokraftstoffen und anderen flüssigen Brennstoffen wurden von der EUROPÄISCHE KOMMISSION (2007b [79]) in Artikel 15 in einem Richtlinienvorschlag formuliert (Anhang LXI). Der Entwurf der Biomasse-Nachhaltigkeitsverordnung (BioNachV) der deutschen Bundesregierung sieht im § 2 eine nachhaltige Bewirtschaftung von Flächen (Anhang LXII) vor. Jedoch wurde hier im Gegensatz zu den Nachhaltigkeitskriterien der EU Kommission der soziale Aspekt der Nachhaltigkeit berücksichtigt. Für die Einhaltung der ökologischen Nachhaltigkeitskriterien sind eine ausgewogene Energiefruchtfolge sowie eine Hintanhaltung des Humusabbaus auf den landwirtschaftlichen Flächen wichtig. Daher ist zukünftig neben der Nährstoff- und Energiebilanzierung auch eine Humusbilanzierung entscheidend. Dabei ist zu berücksichtigen, dass nach GRASSL (1997 in UMWELTBUNDESAMT 2007b [216]) sich der Boden um nur ca. 1 cm in 100 Jahren bzw. 1-2 to/ha\*Jahr erneuert. Laut HOFFMANN (2007 [114]) dauert es mindestens 200 Jahre, bis sich rund 1 cm Mutterboden neu gebildet hat.

Nur so ist eine nachhaltige Landwirtschaft in der Lage, die biologische Vielfalt und die Bodenfunktion<sup>77</sup> zu erhalten, die Beeinträchtigungen von Luft und Wasser zu minimieren und einen wesentlichen Beitrag zur Vitalität des ländlichen Raums zu leisten. Die EU-Kommission hat dazu drei Nachhaltigkeitskriterien formuliert, die für die Produktion von Biokraftstoffen relevant sind. Flächen mit großen Kohlenstoffbeständen<sup>78</sup> und großer biologischer Vielfalt - diese Flächen sollten explizit ausgewiesen werden - dürfen für die Biokraftstoffproduktion nicht herangezogen werden. Auch ist eine Überbeanspruchung und chemische bzw. künstliche Düngung der Böden zu vermeiden, da dies zu einem weiteren Hinauszögern der Bodendegression führt. Denn die Verbrauchsraten der erneuerbaren Ressourcen dürfen nicht deren Erneuerungsraten übersteigen. Ebenso dürfen die Verbrauchsraten der nicht erneuerbaren Ressourcen die Raten übersteigen,

<sup>76</sup> Die Verwendung der Bezeichnung „Nachhaltigkeit“ beziehen sich auf die Definition der Brundtland-Kommission des Brundtland-Berichts.

<sup>77</sup> Wie dies auch der Vorschlag der EU-Richtlinie zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen (KOM 2008/0016) vorsieht.

<sup>78</sup> Darunter sind z.B. Feuchtgebiete, oder kontinuierlich bewaldete Gebiete zu verstehen.

mit der nachhaltig erneuerbare Ressourcen als Ersatz dafür erschlossen werden (MEADOWS ET AL. 2007 [139]).

- **Labelling**

Mit einem Labelling der Biokraftstoffe sollte der Nachweis der nachhaltigen Produktion möglich sein. Weiters sollte damit sichergestellt werden, dass ein Mindestmaß von Treibhausgasemissionen bei deren Produktion eingespart werden. Diese Mindesteinsparung wird von der EUROPÄISCHE KOMMISSION (2007b [79]) mit derzeit 35 % angegeben. Der Richtlinienvorschlag enthält daher eine Aufstellung über typische und Standard-einsparungen der Treibhausgasemissionen von Biokraft- und flüssigen Biobrennstoffen (Anhang LXIII). Die höchste Einsparung wird mit Biogas erzielt, das als komprimiertes Naturgas (~Biomethan) verwendet wird. Das Treibhausgasverminderungspotenzial für Biokraftstoffe wird nach der deutschen Biomasse-Nachhaltigkeitsverordnung (BioNachV) mit mindestens 30 % angegeben und ab 01.01.2011 auf mindestens 40 % angehoben. Hierbei wäre jedoch zu berücksichtigen, dass jede einzelne Biokraftstoffproduktion hinsichtlich der CO<sub>2</sub>-Einsparungen zu bewerten wäre.

- **Einheitliche Bezeichnung von Biokraftstoffen**

Für eine breite Akzeptanz der Biokraftstoffe in der Bevölkerung ist es wichtig, dass es für einen Biokraftstoff nur eine allgemeingültige Bezeichnung gibt. Dies soll dazu dienen, dass diese unterschiedlichen aktuell verwendeten Bezeichnungen auf jeweils eine reduziert werden, damit diese nicht zu Verwirrung führen. Diese einheitliche Bezeichnung, ist wichtig, damit die Bevölkerung immer denselben Kraftstoff, z.B. an Tankstellen, beziehen kann.

- **Forschung und Entwicklung regenerativer alternativer Kraftstoffe**

Für die Zukunft der regenerativen alternativen Kraftstoffe ist es wichtig, dass weitere F&E-Aktivitäten erfolgen. Hierbei sind im Besonderen die Erhöhung des Flächen- und Energieertrages zu nennen. Ebenso sollte an einer Erhöhung der Ausbeute in der Anlagentechnologie geforscht werden.

Eine nachhaltige Biokraftstoffproduktion beinhaltet auch die Darstellung der Kostenwahrheit bei den Energie- bzw. Erzeugerpreisen. So sollten bei Atomstrom und fossilen Kraftstoffen Umweltverschmutzung und Auswirkungen auf die Klimaveränderung in den Preis miteingerechnet werden. Eine Staffelung der Gebühren für ökologisch sensible Gebiete - je ökologisch sensibler desto teurer - würde zu einer nachhaltigen Entwicklung beitragen. Dies wäre z.B. durch die Ausweisung von Gebieten mit Emissionsbeschränkung bzw. die Einführung von Zonen für „Zero-Emission-Cars“ möglich. Bei steigenden Erdöl- und Erdgaspreisen tragen der technologische Fortschritt und der Zwang zur Beimischung von Biokraftstoffen zu einer weiteren Senkung der Produktionskosten bei. Weiters sollten finanzielle Unterstützungen bei Flottenerneuerungen an den Stand der Technik verstärkt werden.

- **„Lebensmittel- und Energieflächenkataster“**

Lebensmittel und die Rohstoffe für die Biokraftstoffproduktion werden primär auf landwirtschaftlichen Flächen kultiviert. Für eine optimale Nutzung aller landwirtschaftlichen Flächen und um eine Konkurrenz zwischen der Lebensmittel- und Biokraftstoffproduktion so gering wie möglich zu halten wäre es sinnvoll einen sogenannten „Lebensmittel- und Energieflächenkataster“ zu etablieren. Dieser sollte primär dazu beitragen, dass alle land- und forstwirtschaftlichen Flächen optimal für die Lebensmittel- und Energieproduktion genutzt werden können. Außerdem sollten aufgrund der Kleinstruktur der österreichischen Land- und Forstwirtschaft, im Sinne der regionalen Wertschöpfung und Beschäftigung, diese Flächen erhalten und gestärkt werden. Dieser Kataster sollte, ähnlich der Abfallwirtschaftszentren, regional positioniert werden. Da damit auch regionale Besonderheiten berücksichtigen werden können. Ziel ist eine optimale, flächendeckende Nutzung der

Ressource Boden, um für die Zukunft Verkehr, Landwirtschaft, Erholung, Tourismus sowie Energie- und Biokraftstoffproduktion lokal und regional besser berücksichtigen und optimal einsetzen zu können.

Alle land- und forstwirtschaftlichen Flächen sollten hierbei in sogenannte „Lebensmittel- und Energieflächenverwaltungscentren“ integriert werden, um deren optimale Nutzung und Auslastung koordinieren zu können. Damit die Bodenfruchtbarkeit aufrecht erhalten bleibt und Bodenerosion und -überdüngung hintangehalten werden, sollte immer unter dem Aspekt der Ökologie und Nachhaltigkeit produziert werden. So sollten nach dem Vorbild der „rote Zonen“ auch in Flächenwidmungsplänen Zonen ausgewiesen werden, die zur Lebensmittel- und/oder Energieproduktion herangezogen werden können bzw. sollen. So kann auch der „Wildwuchs“ an Biogas-, Biomasse- und Windkraftanlagen verhindert werden. Diese Verwaltungszentren könnten z.B. beim Umweltbundesamt im Bereich Abfallwirtschaft oder in den Landesregierungen im Bereich Land- und Forstwirtschaft, Energie oder Raumplanung/-ordnung angesiedelt werden. Eine Ansiedelung in jedem politischen Bezirk bzw. in mehreren zusammengefassten Bezirken wäre ebenso denkbar. Auch lokale Energieberatungsagenturen könnten diese Aufgabe übernehmen. So wäre eine tatsächliche nachhaltige landwirtschaftliche Produktion der Biokraftstoffe sichergestellt.

Ansatzweise ist diese Errichtung eines „Lebensmittel- und Energieflächenkatasters“ in der deutschen Biomasse-Nachhaltigkeitsverordnung (BioNachV 2007 [15]) formuliert. Hier wird in § 5, Absatz 3, gefordert, dass der „Ort des Anbaus der Biomasse als Polygonzug in geographischen Koordinaten mit einer Genauigkeit von 20 Metern für jeden Einzelpunkt“ angegeben werden muss.

## **B) Prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage**

Im Szenario der prognostizierten Kraftstoffnachfrage lassen sich drei mögliche Rahmenbedingungen für einen Handlungsbedarf formulieren:

- **Kraftstoffeinsparung**

Durch eine weitere Erhöhung der Energieeffizienz in Kraftfahrzeugen (z.B. durch Gewichtsreduktion) bzw. durch effizientere Motoren- und Mobilitätssysteme sollte der Verbrauch von Kraftstoffen weiter reduziert werden. Die Reduktion des Verbrauchs auf ein technisch notwendiges Minimum (1- bzw. 3-Liter-Auto) sollte weiterentwickelt werden.

- **Reduktion der Kfz-Fahrleistung**

Wie in den Fahrleistungsprognosen dargestellt, wäre es wichtig, dass zukünftig die gesamte Jahresfahrleistung so gering wie möglich ist. Hierbei ist hervorzuheben, dass verstärkt zu Fuß gehen und radfahren gefördert werden sollte. Weiters sollte verstärkt auf den Ausbau des öffentlichen Verkehrs sowie eine Verlagerung des LKW-Verkehrs auf die Bahn gesetzt werden.

- **Reduktion der Dieselfahrzeuge**

Gerade für den sehr diesellastigen österreichischen Verkehr wäre es wichtig diesen auf Benzin/Bioethanol bzw. Erd-/Biogasbetriebene Fahrzeuge umzustellen. Der Grund liegt hier primär in der ökologisch höheren prozentualen Anbaufläche, welche zur Biokraftstoffproduktion verwendet werden könnte. Auch liegen die Hektarerträge höher als bei den Energiepflanzen für die Biodieselproduktion, und es können eine Reihe weiterer Substrate, z.B. Wiesengras und biogene Reststoffe eingesetzt werden.

## 7 Weiterführende Arbeiten

Im Rahmen dieser Arbeit wurden das Biokraftstoffproduktionsszenario und die prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage im österreichischen Individualverkehr im Jahr 2020 berechnet. Aus deren Kombination konnte das prognostizierte fossile Kraftstoffsubstitutions- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial erhoben werden. Daraus haben sich folgende, offene Punkte für weiterführende Arbeiten ergeben:

- **Biokraftstoffproduktion und Landwirtschaft**

Eine verstärkte Berücksichtigung und Erstellung von Humusbilanzen ist für eine zukünftige und nachhaltige Biokraftstoffproduktion wichtig. In diesem Zusammenhang sollte es auch zu einer Entwicklung einer optimalen Energiefruchtfolge auf Basis der Humusbilanzen kommen.

Die Erhöhung des Biokraftstoffertrages bei Energiepflanzen und die Züchtung einer optimalen „Biokraftstoffpflanze“ mit den Kraftstoff ertragsmaximierenden Eigenschaften, maximaler Biomasseertrag, geringe Ansprüche an die Standortbedingungen, maximale Schadstoffspeicherung etc. wäre sinnvoll.

Ebenso könnte eine mobile Biogasanlage entwickelt werden, welche primär für die Vergärung von biogenen Abfällen auf Deponien bzw. Kompostplätzen sowie von tierischen Exkrementen genutzt werden könnte. Ebenso wäre die Entwicklung einer mobilen „Designerkraftstoffanlage“ für die Produktion von synthetischen Kraftstoffen aus Altkunststoffen, welche an Deponiestandorten anfallen, denkbar.

- **Kraftstoffnachfrage und Verkehr**

Das „3-Liter-Auto“ ist heute schon Stand der Technik. Daher sollte es weiteren Forschungsbedarf in Richtung weitere Reduktion des spezifischen Kraftstoffverbrauchs geben, damit das 1-Liter-Auto auch Stand der Technik für die Allgemeinheit wird. Ein wichtiger Punkt bei der Reduktion des Kraftstoffverbrauchs liegt in der Gewichtsreduktion.

Aufgrund der derzeit vorliegenden Daten zum Thema direkte und indirekte CO<sub>2</sub>-Emissionen von Biokraftstoffen sollten verstärkt Untersuchungen und Berechnungen durchgeführt werden. Um der Politik ein gutes Lenkungsinstrument vorlegen zu können, sollten die CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten unterschiedlicher Strategien der Biokraftstoffproduktion bzw. –substitution erhoben und berechnet werden. Weiters sollte es zu einer Reduktion der Abhängigkeit des Verkehrs von fossiler Energie und zu einer Berücksichtigung aller externen Kosten, also zu einer Darstellung der Kostenwahrheit der fossilen Kraftstoffe, kommen.

Der Ausbau und die Förderung des öffentlichen Verkehrs sollte verstärkt werden. Dadurch würde die regionale Wertschöpfung erhöht und es zu einer Reduktion der Zersiedelung der ländlichen Regionen kommen. Im Bereich der Mobilität könnten noch mehr Möglichkeiten zur „Ökologisierung“ erforscht werden. Ebenso sollten billigere Produktionsverfahren und Speichertechnologien für Biowasserstoff, Biomethan und für elektrische Energie aus erneuerbaren Energieträgern ermöglicht werden.

## 8 Zusammenfassung

Ziel der vorliegenden Arbeit war es zu untersuchen, ob eine 100%ige Biokraftstoffversorgung des österreichischen Individualverkehrs bei autarker Lebensmittelproduktion im Jahr 2020 möglich ist. Daher wurden ein Biokraftstoffproduktionsszenario sowie die Kraftstoffnachfrage berechnet. Die Kombination dieser zwei Subszenarien ergab das prognostizierte fossile Kraftstoffsubstitutions- sowie CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial.

### Biokraftstoffproduktionsszenario

Bei dem Biokraftstoffproduktionsszenario wurde die potenzielle landwirtschaftliche Nutzfläche, die zur Lebensmittel- und Biokraftstoffproduktion herangezogen werden kann, erhoben. Diese beläuft sich in Österreich auf rund 2,2 Mio. ha. Von dieser Fläche wurde nun jene Fläche subtrahiert, die für eine autarke Lebensmittelproduktion der österreichischen Bevölkerung im Jahr 2020 zur Verfügung stehen sollte. Diese Fläche beträgt zwischen 1.500 und 2.000 m<sup>2</sup> pro Person und Jahr. Die daraus resultierende Energiefläche für die Biokraftstoffproduktion wurde weiters in 60 % Acker- und 40 % Grünland aufgeteilt. Das bedeutet nun, dass im Jahr 2020 für die Ernährung eine gesamte theoretische Fläche von rund 1,3 Mio. ha (1.500 m<sup>2</sup>/Person\*a) bzw. rund 1,7 Mio. ha (2.000 m<sup>2</sup>/Person\*a) zur Verfügung stehen sollte. Daraus ergibt sich eine theoretische Energiefläche von rund 480.000 ha (davon 288.000 ha Acker- und 192.000 ha Grünland) bei 2.000 m<sup>2</sup>/Person\*a und 913.000 ha (davon 548.000 ha Acker- und 365.000 ha Grünland) bei 1.500 m<sup>2</sup>/Person\*a.

Zusätzlich zur Biokraftstoffproduktion auf dem Acker- und Grünland wurde auch das Biokraftstoffpotenzial aus biogenen Reststoffen berechnet. Hierbei wurde jedoch nur eine 25%ige Nutzung von 0,114 Mio. to angenommen. Der Ertrag als Altspeisemethylester (AME) beträgt hierbei lediglich 0,005 Mio. to Dieseläquiv. aus Altspeisefetten sowie 0,009 Mio. to Dieseläquiv. aus Altspeiseölen. Das Potenzial für BtL-Kraftstoffe aus Altholz beträgt rund 0,006 Mio. to Dieseläquiv.. Der Biomethanertrag aus biogenen Abfällen beträgt rund 0,007 Mio. to, aus tierischen Exkrementen ca. 0,07 Mio. to und aus Deponie- und Klärgasen ca. 0,017 Mio. to. Auf dem Grünland bedeutet dies einen theoretischen Biomethanertrag zwischen rund 576 Mio. m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub> (2.000 m<sup>2</sup>/Person\*a) bzw. 1,1 Mio. m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub> pro Jahr (1.500 m<sup>2</sup>/Person\*a).

Auf dem Ackerland wurden drei Fruchtfolgenmodelle - „ökologisch optimiert Fruchtfolge“, „Biokraftstoff ertragsmaximierte Fruchtfolge“ und „Biomethan ertragsmaximierte Fruchtfolge“ - berechnet. Auf der „ökologisch optimierten Fruchtfolge“ wurde am Ackerland 33 % der Fläche mit Raps für die Biodieselproduktion, 33 % Mais für die Biomethanproduktion angenommen. Weiters wurden jeweils 17 % der Fläche mit Sonnenblume und Weizen für die Biodiesel- und Bioethanolproduktion in das Szenario aufgenommen. Das bedeutet, dass 1.840 kg/ha Benzinäquivalent und 729 kg/ha Dieseläquivalent (Dieseläquiv.) produziert werden können. Bei der „Biokraftstoff ertragsmaximierte Fruchtfolge“ wurden 40 % der Energiefläche mit Mais, 10 % mit Getreide, 17 % mit Sonnenblume und 33 % mit Raps berechnet. Der Biokraftstoffenertrag in der „Biomethan ertragsmaximierte Fruchtfolge“ wurde mit Werten nach AMON ET AL. (2006b [4]) errechnet.

Bei einem theoretischen Flächenbedarf für die Ernährung von 2.000 m<sup>2</sup>/Person\*a bedeutet dies 0,53 Mio. to Benzin- und 0,21 Mio. to Dieseläquiv. pro Jahr. Bei einem theoretischen Flächenbedarf für die Ernährung von 1.500 m<sup>2</sup>/Person\*a steigen diese Werte auf 1,0 Mio. to für Benzin- und rund 0,4 Mio. to für Dieseläquiv.. Die Benzinäquivalentproduktion steigt bei der „Biokraftstoff ertragsmaximierten Fruchtfolge“ nur geringfügig auf 2.048 kg/ha\*a an. Die Dieseläquivalentproduktion bleibt aufgrund der Vorgabe der ökologischen Fruchtfolge bei 729 kg/ha gleich. Dies bedeutet eine geringfügige Steigerung der Benzinäquivalentproduktion von rund 0,59 Mio. to (2.000 m<sup>2</sup>/Person\*a)

und 1,12 Mio. to (1.500 m<sup>2</sup>/Person\*a). Der gesamte Biomethanertrag der „Biomethan ertragsmaximierten Fruchtfolge“ beträgt zwischen rund 0,74 Mio. to (2.000 m<sup>2</sup>/Person\*a) und 1,9 Mio. to (1.500 m<sup>2</sup>/Person\*a).

Aus der Addition dieser drei Herkunftsbereiche - Ackerland, Grünland und 25 % der biogenen Reststoffe - für das Biokraftstoffproduktionsszenario ergibt sich die Gesamtsumme für jedes Fruchtfolgemodell. In der „ökologisch optimierten Fruchtfolge“ bedeutet dies zwischen 3,26 Mio. to Dieseläquiv. (1.500 m<sup>2</sup>/Person\*a) und 1,77 Mio. to Dieseläquiv. (2.000 m<sup>2</sup>/Person\*a). In der „Biokraftstoff ertragsmaximierten Fruchtfolge“ steigt der Biokraftstofftertrag mit 3,37 Mio. to Dieseläquiv. (1.500 m<sup>2</sup>/Person\*a) und 1,83 Mio. to Dieseläquiv. (2.000 m<sup>2</sup>/Person\*a) leicht an. Der gesamte Biokraftstofftertrag in der „Biomethan ertragsmaximierten Fruchtfolge“ beträgt zwischen 2,64 Mio. to Dieseläquiv. (1.500 m<sup>2</sup>/Person\*a) und 1,45 Mio. to Dieseläquiv. (2.000 m<sup>2</sup>/Person\*a).

### Prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage

Im Szenario der prognostizierten fossilen Kraftstoffnachfrage wurde, aufgrund der Daten von EICHLSEDER und HAUSBERGER (2005 [59] und 2006 [60]) fünf fossile Kraftstoffnachfrageszenarien für vier Fahrleistungsprognosen „With Measures“ („WM“), „With Measures low“ („WM low“), „With Measures high“ („WM high“) und „With Additional Measures“ („WAM“) prognostiziert. In den Kraftstoffnachfrageszenarien wurde der Business-as-Usual-Verbrauch („BAU“) an Kraftstoffen des Handbuchs der Emissionsfaktoren (HBEFA 2.1) als Grundlage zur Berechnung verwendet. In den weiteren fossilen Kraftstoffnachfrageszenarien wurde ein durchschnittlicher Kraftstoffverbrauch von „5-Liter-Autos“ (=120 g CO<sub>2</sub>/km) sowie von „3-Liter-Autos“ (=90 g CO<sub>2</sub>/km) unterstellt. Weiters wurde in einem Szenario unterstellt, dass die gesamte Fahrleistung mit Gasfahrzeugen mit einem CO<sub>2</sub>-Ausstoß von 120 g CO<sub>2</sub>/km zurückgelegt wird. Im fünften fossilen Kraftstoffnachfrageszenario wurde unterstellt, dass 10 % der Fahrleistung mit Elektroautos zurückgelegt werden und daher für diese Strecken kein flüssiger bzw. gasförmiger Kraftstoff benötigt wird. Der Kraftstoffverbrauch von schweren und leichten Nutzfahrzeugen sowie von Bussen, Motorrädern und Mofas wurde bewusst nicht variiert.

Die Fahrleistungsprognosen in Österreich, bereinigt um den prognostizierten Tanktourismus, betragen in ansteigender Reihenfolge: 63,97 Mrd. Kfz-km („WAM“), 70,86 Mrd. Kfz-km („WM low“), 74,56 Mrd. Kfz-km („WM“) und 90,59 Mrd. Kfz-km („WM high“). Der Unterschied in den Fahrleistungsprognosen ist auf unterschiedliche Annahmen der Entwicklung der Fahrleistung des Individualverkehrs zurückzuführen. Das Modell „WM“ („With Measures“) ist ein „BAU“-Kraftstoffnachfrageszenario mit schon umgesetzten Maßnahmen, wie z.B. EURO 4, EURO 5 und Biokraftstoffrichtlinie etc. In den Modellen „WM low“ und „WM high“ wurde unter anderem der Erdölpreis um 50 % reduziert bzw. um 50 % erhöht. Wobei für das Modell „WM“ ein durchschnittlicher Erdölpreis im Jahr 2020 von 35,5 \$ pro Barrel prognostiziert wurde.

Die prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage beträgt demnach im Kraftstoffnachfrageszenario „BAU“ 4,644 Mio. to Dieseläquiv. in der Fahrleistungsprognose „WM“. In der Fahrleistungsprognose „WM low“ sinkt dieser Wert auf 4,414 Mio. to Dieseläquiv., und erreicht den geringsten Wert in der Fahrleistungsprognose „WAM“ mit 3,985 Mio. to Dieseläquiv.. Aufgrund der höheren Fahrleistung steigt der Bedarf in der Fahrleistungsprognose „WM high“ auf 5,643 Mio. to Dieseläquiv.. Im Kraftstoffnachfrageszenario „5-Liter-Auto“ beträgt die prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage zwischen 4,149 Mio. to Dieseläquiv. („WM“), 3,924 Mio. to Dieseläquiv. („WM low“), 5,017 Mio. to Dieseläquiv. („WM high“) und 3,543 Mio. to Dieseläquiv. („WAM“). Durch die geringere Kraftstoffnachfrage im Kraftstoffnachfrageszenario „3-Liter-Auto“ werden hier auch die geringsten Werte erreicht. Diese betragen: 3,564 Mio. to Dieseläquiv. („WM“), 3,388 Mio. to Dieseläquiv. („WM low“), 4,311 Mio. to Dieseläquiv. („WM high“) und 3,044 Mio. to Dieseläquiv. („WAM“). Die prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage bei Zurücklegung von 10 % der Fahrleistung mit

Elektrofahrzeugen der unterschiedlichen Fahrleistungen beträgt: 4,345 Mio. to Dieseläquiv. („WM“), 4,130 Mio. to Dieseläquiv. („WM low“), 5,297 Mio. to Dieseläquiv. („WM high“) und 3,728 Mio. to Dieseläquiv. („WAM“). Im Kraftstoffnachfrageszenario „Gasfahrzeug“ beträgt die prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage 4,996 Mio. to Dieseläquiv. („WM“), 4,748 Mio. to Dieseläquiv. („WM low“), 6,070 Mio. to Dieseläquiv. („WM high“) und 4,286 Mio. to Dieseläquiv. („WAM“).

### **Prognostiziertes fossiles Kraftstoffsubstitutions- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial**

Die Synthese aus dem Biokraftstoffproduktionsszenario und der Kraftstoffnachfrage ergibt das prognostizierte fossile Kraftstoffsubstitutionspotenzial durch Biokraftstoffe sowie das prognostizierte CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial. Das geringste prognostizierte fossile Kraftstoffsubstitutionspotenzial mit nur 24 % wird mit der „Biomethan ertragsmaximierten Fruchtfolge“ mittels „Gasfahrzeugen“ in der Fahrleistungsprognose „WM high“ erreicht. In der Fahrleistungsprognose „WM high“ und dem „Biomethan ertragsmaximierten Fruchtfolgemodell“ werden auch die zweit- und drittniedrigsten prognostizierten fossilen Kraftstoffsubstitutionspotenziale mit 26 % („BAU“) und 27 % („10 % Elektrofahrzeuge“), jeweils bei einem theoretischen Flächenbedarf für die Ernährung von 2.000 m<sup>2</sup>/Person\*a, erreicht. Demgegenüber stehen die maximalen prognostizierten Substitutionspotenziale von 111 % („Biokraftstoff ertragsmaximierte Fruchtfolge“) und 107 % („ökologisch optimierter Fruchtfolge“). Diese Werte werden jeweils bei einem theoretischen Flächenbedarf für die Ernährung von 1.500 m<sup>2</sup>/Person\*a in der Fahrleistungsprognose „WAM“ und dem Kraftstoffnachfrageszenario „3-Liter-Auto“ erreicht.

Dieses minimale und maximale prognostizierte fossile Kraftstoffsubstitutionspotenzial spiegelt sich auch in den prognostizierten CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzialen wieder. So werden die niedrigsten Werte von 17 % („BAU“) bzw. 18 % („10 % Fahrleistung mittels Elektrofahrzeugen,“) jeweils 2.000 m<sup>2</sup>/Person\*a in der „Biomethan ertragsmaximierten Fruchtfolge“ und der Fahrleistungsprognose „WM high“ erreicht. Die maximalen prognostizierten CO<sub>2</sub>-Einsparpotenziale wurden in denselben Szenarien erreicht wie die maximalen prognostizierten fossilen Kraftstoffsubstitutionspotenziale (1.500 m<sup>2</sup>/Person\*a, „WAM“, „3-Liter-Auto“ und „Biokraftstoff ertragsmaximierter“ und „ökologisch optimierter Fruchtfolge“).

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass der Kraftstoffverbrauch des 3-Liter-Autos bzw. dessen CO<sub>2</sub>-Emissionen von 90 g/km gesetzlich vorgeschrieben werden sollten. Damit könnte der Verkehr einen wichtigen Beitrag für den Umweltschutz beitragen. Wichtig ist auch, dass es zu einer Abkehr von dieselbetriebenen Fahrzeugen kommt, um einen nachhaltigen Verkehr zu ermöglichen. Eine Abkehr vom Diesel ist notwendig, weil dieser im Vergleich zu benzin- bzw. biomethanäquivalenten Kraftstoffen einen viel geringeren Hektarertrag, sowie aus ökologischen Gründen eine viel geringere Ackerflächennutzung ermöglicht. Ebenso sollte besser Biomethan anstelle von Erdgas als alternativer Kraftstoff eingesetzt werden. Erdgas ist fossilen Ursprungs und führt zu einer Abhängigkeit von Erdgasexportierenden Staaten. Für eine flächendeckende Biokraftstoffversorgung wäre es von größtem Nutzen auf Biomethan umzustellen. Hierfür besteht nicht nur bereits eine Infrastruktur mit dem Erdgasnetz, sondern es gibt auch eine Vielzahl von Substraten, welche für die Produktion verwendet werden können. Hierbei ist vor allem der verstärkte Ausbau der Biomethanproduktion aus tierischen Exkrementen zu nennen.

**Abschließend ist festzuhalten, dass eine 100 %ige Biokraftstoffversorgung des österreichischen Individualverkehrs nur bei einem theoretischen Flächenbedarf für die Ernährung von 1.500 m<sup>2</sup> pro Person und Jahr, der geringsten Fahrleistungsprognose „WAM“ und des geringsten Kraftstoffnachfrageszenarios mittels „3-Liter-Autos“ im Jahr 2020 erreicht werden kann.**

## 9 Literaturverzeichnis

- [1] AGRANA (2006): Pressemitteilung der AGRANA Beteiligungs-AG. Bioethanol. URL: [http://www.agrana.com/com/de/695\\_2436.html](http://www.agrana.com/com/de/695_2436.html) (Stand: 09.11.2006).
- [2] AGRANA (2008): Pressemitteilung vom 31/03/2008 der AGRANA Beteiligungs-AG. AGRANA nimmt Bioethanolwerk Pischelsdorf Anfang Juni 2008 in Betrieb. URL: [http://www.agrana.com/local/press/913\\_7686.asp](http://www.agrana.com/local/press/913_7686.asp) (Stand: 16.07.2008).
- [3] AMON, TH., KRYVORUCHKO, V., HOPFNER-SIXT, K., AMON, B., BODIROZA, V., RAMUSCH, M., HRBEK, R., FRIEDEL, J. K., ZOLLITSCH, W., BOXBERGER, J. CH. (2006a): Strategien zur nachhaltigen Biogaserzeugung aus Energiepflanzen durch standortangepasste Fruchtfolgesysteme, Sortenwahl und optimale Ernte. Vortrag. Fachkongress „biogas06“ am 22. und 23. Februar 2006.
- [4] AMON, TH., KRYVORUCHKO, V., HOPFNER-SIXT, K., AMON, B., RAMUSCH, M., MILOVANOVIC, D., BODIROZA, V., SAPIK, R., ZIMA, J., MACHMÜLLER, A., ZOLLITSCH, W., KNAUS, W., FRIEDEL, J.F., HRBEK, R., PÖTSCH, E., GRUBER, L., STEINWIDDER, A., PFUNDTNER, E., WAGENTRISTL, H. (2006b): Optimierung der Methanerzeugung aus Energiepflanzen mit dem Methanenergiesystem. Berichte aus Energie- und Umweltforschung. 80/2006. BMVIT. Wien, April 2006.
- [5] AMON, T., AMON, B., HOPFNER-SIXT, K., HACKL, E. UND JEREMIC, D. (2001): Potentiale für kostendeckende Brennstoffpreise aus landwirtschaftlichen Biogasanlagen. Dokumentation: Biogas – Brennstoffzellen Systeme: 15. Mai 2001.
- [6] AMTSBLATT DER EUROPÄISCHEN UNION (2003a): Richtlinie 2003/96/EG des Rates vom 27. Oktober 2003 zur Restrukturierung der gemeinschaftlichen Rahmenvorschriften zur Besteuerung von Energieerzeugnissen und elektrischem Strom. Luxemburg.
- [7] AMTSBLATT DER EUROPÄISCHEN UNION (2003b): Richtlinie 2003/30/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 8. 05. 2003 zur Förderung der Verwendung von Biokraftstoffen oder anderen erneuerbaren Kraftstoffen im Verkehrssektor.
- [8] AMTSBLATT DER EUROPÄISCHEN UNION (2003c): Richtlinie 2003/17/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 3. März 2003 zur Änderung der Richtlinie 98/70/EG über die Qualität von Otto- und Dieselmotorkraftstoffen
- [9] AMTSBLATT DER EUROPÄISCHEN UNION (2006): Richtlinie 2006/32/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 5. April 2006 über Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen und zur Aufhebung der Richtlinie 93/76/EWG des Rates. Straßburg, 5. April 2006.
- [10] ARBEITERKAMMER (2004): Regierungspläne zur Förderung von Biokraftstoffen sind ineffizient und teuer. Pressemitteilung vom 06.09.2004. URL: <http://www.arbeiterkammer.at/www-192-IP-16638.html> (Stand 09.02.2007).
- [11] ASSOCIATION FOR THE STUDY OF PEAK OIL AND GAS (ASPO) (2006): URL: <http://www.raize.ch/Geologie/erdoel/asponews-scenario.gif> (STAND: 01.03.2006).
- [12] AUSTRIAN GAS GRID MANAGEMENT AG (AGGM) (2006): Langfristige Planung 2006 für die Regelzone Ost für den Zeitraum Gasjahr 2007 – 2011 mit Ausblick auf das Gasjahr 2030. 1. September 2006; Version 2.0 (Antrag der AGGM vom 28. Juli

- 2006 mit eingearbeiteten Änderungen gemäß Abänderungsantrag der AGGM vom 24.08.2006 zufolge Brief der ECG vom 11.08.2006). URL: [http://www.aggm.at/pdf/LFP06\\_Bericht\\_060901\\_V2.0\\_veroeffentlicht\\_ohne\\_BGG.pdf](http://www.aggm.at/pdf/LFP06_Bericht_060901_V2.0_veroeffentlicht_ohne_BGG.pdf) (Stand 09.03.2007).
- [13] BAEUMER, K. (1994): Gestaltung der Fruchtfolge. In: Diercks, R., Heitefuss, R. (1994): Integrierter Landbau. Systeme umweltbewusster Pflanzenproduktion. Grundlagen, Praxiserfahrungen, Entwicklungen; Ackerbau, Gemüse, Obst, Hopfen, Grünland. 2. Auflage. BLV Verlagsgesellschaft mbH. München. ISBN: 3-405-14472-8.
- [14] BENKE, G., MOLITOR, R. (2005): CO<sub>2</sub> Emissionen in Österreich; 7 Millionen CO<sub>2</sub> durch Tanktourismus. In: energy 3/05. Zeitschrift der österreichischen Energieagentur. Gas. Die Alternative zu Benzin und Diesel?. Wien.
- [15] BioNachV (2007): Entwurf einer Verordnung über Anforderungen an eine nachhaltige Erzeugung von zu Biokraftstoffen verwendeter Biomasse (Biomasse-Nachhaltigkeitsverordnung - BioNachV). Stand: 24.10.2007.
- [16] BMW AG (2007): Veröffentlichung. BMW Clean Energy. URL: [www.bmw.de](http://www.bmw.de) (Stand 10.06.2007).
- [17] BOSSEL, H. (1994): Umweltwissen. Daten, Fakten, Zusammenhänge. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York 1990. 2. Auflage 1994. ISBN: 3-540-57225-2.
- [18] BOXBERGER, J. CH. (1998): Biogas als Beitrag zum Klimaschutz. In: Graf, W.: Biogas für Österreich. 3. überarbeitete Auflage. Herausgeber: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft. Wien, Selbstverlag. 1998.
- [19] BOXBERGER, J. CH. (2007): Mündliche Mitteilung im Dissertantenseminar vom 14. Februar 2007. Universität für Bodenkultur.
- [20] BRAUNEGG, G., MITTELBACH, M., NEBEL, B., NETO, J., STELZER, F., FASL, H., KONTUR, S., NARODOSLAWSKY, M., NIEDERL, A., SANDHOLZER, D. (2006): Tierreststoffverwertung. Verwertung von Reststoffen aus Schlachtung und Fleischverarbeitung mit hoher Wertschöpfung. Berichte aus Energie- und Umweltforschung. 60/2006. Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber: Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie. Wien, März 2006.
- [21] BREINESBERGER, J. (2006): Pflanzenöl als Treibstoff – Das 35 Traktoren-Projekt. In: 13. Österreichischer Biomassetag. Energieversorgung, Biomasse-Potenzial, Biomasse-Technologie. Tagungsband. 6. bis 8. November 2006. Tull. Österreich.
- [22] BRINGEZU, S., STEGER, S. (2005): Biofuels and competition for global land use. In: Berger, Hartwig (Hrsg.): Bio im Tank: Chancen, Risiken, Nebenwirkungen; Dokumentation einer Fachtagung am 15. 04. 2005 in Berlin. Heinrich-Böll-Stiftung.
- [23] BUCHGRABER, K. (2007): Modernes Landmanagement - eine Antwort auf den globalen Marktdruck!?. Vortrag während der Wintertagung 2007. Globalisierung und Urbanisierung - Herausforderungen und Konsequenzen. Aigen im Ennstal. 15. Februar 2007.
- [24] BUNDESANSTALT FÜR AGRARWIRTSCHAFT (AWI) (2006): Datenpool. Agrar- und volkswirtschaftliche Daten. Jahreszeitreihen. 4. Pflanzliche Produktion. 4.1.2. Bodennutzung. Anbau von Eiweißpflanzen, Ölrüchten, Kartoffeln, Rüben. URL: <http://www.awi.bmlf.gv.at/datenpool.html> (Stand 26.01.2007).

- [25] BUNDESANSTALT FÜR AGRARWIRTSCHAFT (AWI) (2007a): Datenpool. Agrar- und Volkswirtschaftliche Daten. Bodennutzung. Gesamtfläche. Zeitintervall: Jahr. URL: <http://www.agraroekonomik.at> (Stand 16.05.2007).
- [26] BUNDESANSTALT FÜR AGRARWIRTSCHAFT (AWI) (2007b): Datenpool. Agrar- und volkswirtschaftliche Daten. Bodennutzung - Unprod. Fläche, Selbstbew. Gesamtfläche Zeitintervall: Jahr. URL: <http://www.agraroekonomik.at/> (Stand 16.05.2007).
- [27] BUNDESANSTALT FÜR AGRARWIRTSCHAFT (AWI) (2007c): Datenpool. Agrar- und volkswirtschaftliche Daten. Pro-Kopf-Verbrauch Rind/Kalb-, Schweine-, Geflügelfleisch, Fleisch insgesamt, Eier, Butter, Käse und Topfen. URL: [http://www.agraroekonomik.at/download/ti2.xls?s\\_keyword4=verbrauch&s\\_keyword5=&s\\_keyword6=](http://www.agraroekonomik.at/download/ti2.xls?s_keyword4=verbrauch&s_keyword5=&s_keyword6=) (Stand 28.06.2007).
- [28] BUNDESANSTALT FÜR LANDTECHNIK (BLT) 2006: Biodieselproduzenten. Biodiesel-Produktionsanlagen in Österreich. Daten der Biodiesel-Produktionsanlagen. URL: <http://blt.josephinum.at/index.php?id=541> (Stand 06.11.2006).
- [29] BUNDESGESETZBLATT FÜR DIE REPUBLIK ÖSTERREICH (2004a): 506. Verordnung des Bundesministers für Finanzen im Einvernehmen mit dem Bundesminister für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Vergütung der Mineralölsteuer für Agrardiesel. (Agrardieselerordnung).
- [30] BUNDESGESETZBLATT FÜR DIE REPUBLIK ÖSTERREICH (2004b): 417. Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, mit der die Kraftstoffverordnung 1999 geändert wird. (Änderung der Kraftstoffverordnung 1999).
- [31] BUNDESGESETZBLATT FÜR DIE REPUBLIK ÖSTERREICH (2005): 378. Verordnung des Bundesministers für Finanzen über die Begünstigung von Gemischen von Bioethanol und Benzin (Bioethanolgemischverordnung).
- [32] BUNDESMINISTERIUM DER FINANZEN DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND (2001): Kfz-Steuer für PKW. URL: <http://www.freiensteinau.de/rathaus/Zulassung/KfZ-Steuer-fuer-PKW.pdf> (Stand 16.11.2007).
- [33] BUNDESMINISTER FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT (BMLFUW) (2004a): Abschätzung der Auswirkungen des Tanktourismus auf den Treibstoffverbrauch und die Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen in Österreich. November 2004. Wien.
- [34] BUNDESMINISTER FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT (BMLFUW) (2004b): Grüner Bericht 2004. URL: [www.gruener-bericht.at](http://www.gruener-bericht.at) (Stand 10.12.2006).
- [35] BUNDESMINISTER FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT (BMLFUW) (2005): Gesunde Umwelt für unsere Kinder. WHO Kinder-Umwelt-Gesundheits-Aktionsplan für Europa und Initiativen in Österreich. 04. 2005.
- [36] BUNDESMINISTER FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT (BMLFUW) (2006a): Grüner Bericht 2006. URL: [www.gruener-bericht.at](http://www.gruener-bericht.at) (Stand 10.12.2006).
- [37] BUNDESMINISTER FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT (BMLFUW) (2006b): Evaluierungsbericht zur Klimastrategie 2002. End-

- bericht. Wien, 2006. URL: <http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0021.pdf> (Stand 28.12.2006).
- [38] BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT (BMLFUW) (2006c): Vorstudie für einen nationalen Biomasseaktionsplan für Österreich. Endbericht. Wien. Juli 2006.
- [39] BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, INNOVATION UND TECHNOLOGIE (BMVIT) (2002): Verkehr in Zahlen. Ausgabe 2002. URL: <http://www.bmvit.gv.at/verkehr/gesamtverkehr/statistik/downloads/verkehrinzahlen/index.html> (Stand 16.11.2006).
- [40] BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, JUGEND UND FAMILIE (1997): Umweltbilanz Verkehr - Österreich 1950-1996. Wien.
- [41] BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, JUGEND UND FAMILIE (BMUJF) (1995): Nationaler Umweltplan (NUP), Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie, Österreichische Bundesregierung, Wien 1995.
- [42] BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ARBEIT (2006a): Benzinpreismonitor. URL: <http://www.bmwa.gv.at/BMWA/Service/Benzinpreismonitor/aktuelletreibstoffpreise/default.htm> (Stand 16.12.2006).
- [43] BUNDESMINISTERIUM FÜR WISSENSCHAFT UND VERKEHR (BMWV) (1999): Forschungsarbeiten aus dem Verkehrswesen. Modellrechnung Personenverkehr. Band 88. Bundesverkehrswegeplan. Arbeitspaket R1. Wien 1999.
- [44] CAMPBELL, C.J, LIESENBORGH, F., SCHINDLER, J., ZITTEL, W. (2003): Ölwechsel! Das Ende des Erdölzeitalters und die Weichenstellung für die Zukunft. Herausgegeben von Global Challenges Network. 2. Auflage 05. 2003. Deutscher Taschenbuchverlag. München.
- [45] CHOREN (2004): Pressespiegel. Sonne im Tank - Synthetische Biokraftstoffe auf dem Vormarsch. 03.11.2004. URL: [http://www.choren.com/de/choren\\_industries/informationen\\_presse/pressespiegel/?nid=23](http://www.choren.com/de/choren_industries/informationen_presse/pressespiegel/?nid=23) (Stand 10.06.2007).
- [46] DAIMLERCHRYSLER (2007): Veröffentlichung. Umweltschutz bei den Produkten Kraftstoffe der Zukunft: Neue Treibstoffe ersetzen fossilen Sprit. URL: <http://www.daimlerchrysler.com/dccom/0-5-632674-49-632709-1-0-0-635864-0-0-135-631970-0-0-0-0-0-0-0.html> (Stand 10.06.2007).
- [47] DEMEL, H. (2004): Lösungsszenarien eines Großserienherstellers um gleichzeitig ökologisch und ökonomisch Erfolgreich zu sein. Fachvortrag während des Jubiläumskolloquiums Kraftfahrzeugantriebe, anlässlich des 70. Geburtstages von Herrn Univ -Prof. Dr. Hans Peter Lenz. Fortschritt-Berichte VDI. Reihe 12. Nr.577.
- [48] DEUTSCHE ENERGIE-AGENTUR GMBH (DENA) (2006): Biomass to Liquid – BtL. Realisierungsstudie. Zusammenfassung. Dezember 2006. URL: [www.dena.de/fileadmin/user\\_upload/Download/Dokumente/Publikationen/mobilitaet/BtL\\_Realisierungsstudie.pdf](http://www.dena.de/fileadmin/user_upload/Download/Dokumente/Publikationen/mobilitaet/BtL_Realisierungsstudie.pdf) (STAND 16.06.2007).
- [49] DEUTSCHE BP (BP) (2006a): Pressemitteilung. Wann geht uns das Öl aus? Mai 2006. URL: <http://www.deutschebp.de/sectiongenericarticle.do?categoryId=9005587&contentId=7011246#7038307> (Stand 10.12.2006).

- [50] DEUTSCHE BP (BP) (2006b): Pressemitteilung. DuPonts Biotech-Wissen und BPs Kraftstoffexpertise werden die Biokraftstoffe der nächsten Generation auf den Markt bringen. 20. Juni 2006. URL: <http://www.deutschebp.de/genericarticle.do?categoryId=2010149&contentId=7018972> (Stand 10.06.2007).
- [51] DEUTSCHE STIFTUNG WELTBEVÖLKERUNG (1999): DSW-Factsheet zum Thema "Weltbevölkerung und Land". Wettlauf zwischen Pflug und Storch. Stand: 07.1999. URL: [http://www.weltbevoelkerung.de/pdf/fs\\_land.pdf](http://www.weltbevoelkerung.de/pdf/fs_land.pdf) (Stand 26.03.2007).
- [52] DEUTSCHER BAUERNVERBAND (DBV) (2006): Situationsbericht 2007. Trends und Fakten zur Landwirtschaft. Deutscher Bauernverband. Berlin. Dezember 2006.
- [53] DIE PRESSE, 11. Mai 2006.
- [54] DÖHLER, H. (2006): Pflanzenbauliche Strategien. für die Zukunft – wie weit reichen Verfahrenstechnik und Wirtschaftlichkeit? Vortrag im Rahmen der Fachveranstaltung "Energiefruchtfolgen, Stoffkreisläufe, Bodenfruchtbarkeit". In: Tagungsband zur Fachveranstaltung von ilu, BGK und VHE am 5. Oktober 2006 in Bonn. Herausgeber: Institut für Landwirtschaft und Umwelt (ilu). Bonn. Druck Center Meckenheim. ISBN: 3-926898-27-5.
- [55] E-CONTROL (2006a): Bericht über die Ökostrom-Entwicklung und fossile Kraft-Wärme-Kopplung in Österreich; gemäß § 25 Abs 1 Ökostromgesetz (BGBl I Nr 149/2002) zur Vorlage beim Bundesminister für Wirtschaft und Arbeit und beim Elektrizitätsbeirat mit den wesentlichen Inhalten der Ökostromgesetz-Novelle 2006 sowie Ökostromverordnung 2006. November 2006.
- [56] E-CONTROL (2006b): Ökostrom-Energiequellen-Biogas-Potential. URL: [http://www.e-control.at/portal/pageportal/ECONTROL\\_HOME/OKO/ENERGIEQUELLEN/BIOGAS/POTENTIAL\\_BIOGAS](http://www.e-control.at/portal/pageportal/ECONTROL_HOME/OKO/ENERGIEQUELLEN/BIOGAS/POTENTIAL_BIOGAS) (Stand 26.02.2007).
- [57] EDENHOFER, O. (2008): Klimawandel und Energieversorgung. Aussage während der Fachpräsentation. Mitteleuropäische Biomassekonferenz. 16. - 19. 01. 2008. Graz, Österreich.
- [58] ENGELMANN, R., LEROY, P. (1996): Mensch, Land! Report über Weltbevölkerungsentwicklung und nachhaltige Nahrungsproduktion. Balance Verlag, Hannover 1996. In: Fleisch, H.: Die Entwicklung der Weltbevölkerung im Zeitalter der Globalisierung. Gutachten im Auftrag der Enquetekommission „Globalisierung der Weltwirtschaft – Herausforderungen und Antworten“.
- [59] EICHLSEDER, H., HAUSBERGER, S. (2005): Scenarios for the Transport Sector in Austria 1990 to 2020. Elaborated in order of Umweltbundesamtes GmbH. Report Nr. FVT-68/05/ Haus Em 24/04-6790 from 21.12.2005.
- [60] EICHLSEDER, H., HAUSBERGER, S. (2006): Straßenverkehrsemissionen und Emissionen sonstiger mobiler Quellen Österreichs für die Jahre 1990 bis 2005. Erstellt im Auftrag des Umweltbundesamtes GmbH. Bericht Nr. FVT-88/06/ Haus Em 16/06-6790 vom 30.11.2006.
- [61] ENERGIEVERWERTUNGSAGENTUR (E.V.A.) (2003): Energiefluss Österreichs 2000 URL: <http://www.eva.ac.at/enz/efluss.htm> (Stand 16.12.2006).

- [62] ENERGIEVERWERTUNGSAGENTUR (E.V.A.) (2004a): Daten zu erneuerbarer Energie in Österreich 2004. Im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. Wien. Juli 2004.
- [63] ENERGIEVERWERTUNGSAGENTUR (E.V.A.) (2004b): 100 Prozent Erneuerbare Energie für Auland Carnuntum. Teil D2 – Flüssige Biomasse Biogas-Potentialerhebung für die Region Auland Carnuntum. Sedmidubsky, A., Harrich, K. Wien 2003/04.
- [64] ENVOSMART (2007): Veröffentlichung auf der Website Envosmart. URL: <http://www.envosmart.com/> (Stand 16.04.2007).
- [65] ERDGAS OÖ (2007): Pressemitteilung. Österreichs erste Biogas-Einspeisung in Erdgas-Qualität. URL: <http://www.erdgasooe.at/onlineberater/zukunftssicherheit/biogas/> (Stand 07.01.2007).
- [66] EUROPÄISCHE KOMMISSION (1995): Mitteilung der Kommission an den Rat und an das Europäische Parlament. Eine Strategie der Gemeinschaft zur Minderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen von Personenkraftwagen und zur Senkung des durchschnittlichen Kraftstoffverbrauchs. (KOM(95) 0689 endgültig. Amt für amtliche Veröffentlichungen der Europäischen Gemeinschaften. Luxemburg.
- [67] EUROPÄISCHE KOMMISSION (2001): Mitteilung der Kommission an der Rat, das europäische Parlament, den Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen über alternative Kraftstoffe für den Straßenverkehr und ein Bündel von Maßnahmen zur Förderung der Verwendung von Biokraftstoffen. KOM(2001) 547 endgültig. URL: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/de/com/2001/com20010547de01.pdf> (Stand: 12.01.2007).
- [68] EUROPÄISCHE KOMMISSION (2002): Grünbuch – Hin zu einer europäischen Strategie für Energieversorgungssicherheit. KOM(2000)769 endgültig. Luxemburg. Amt für amtliche Veröffentlichungen der Europäischen Gemeinschaft.
- [69] EUROPÄISCHE KOMMISSION (2005a): Mitteilung der Kommission. Aktionsplan für Biomasse. KOM(2005) 628 endgültig. Brüssel, Belgien.
- [70] EUROPÄISCHE KOMMISSION (2005b): Vorschlag für eine Richtlinie des Europäischen Parlaments und es Rates über die Förderung sauberer Straßenfahrzeuge. (von der Kommission vorgelegt). {SEK(2005) 1588}. Brüssel, Belgien, den 21.12.2005. KOM(2005) 634 endgültig.
- [71] EUROPÄISCHE KOMMISSION (2005c): Grünbuch über Energieeffizienz oder Weniger ist mehr. KOM(2005) 265 endgültig. Brüssel, Belgien, den 22. 6. 2005.
- [72] EUROPÄISCHE KOMMISSION (2005d): Vorschlag für eine Richtlinie des Rates über die Besteuerung von Personenkraftwagen (von der Kommission vorgelegt) {SEK(2005) 809}. KOM(2005) 261 endgültig. 2005/0130 (CNS). Brüssel, 5. 7. 2005.
- [73] EUROPÄISCHE KOMMISSION (2006a): Eine EU-Strategie für Biokraftstoffe. KOM(2006) 34 endgültig. Brüssel, Belgien.
- [74] EUROPÄISCHE KOMMISSION (2006b): Grünbuch. Eine europäische Strategie für nachhaltige, wettbewerbsfähige und sichere Energie. KOM(2006) 105 endgültig. Brüssel, Belgien.

- [75] EUROPÄISCHE KOMMISSION (2006c): Mitteilung der Kommission: Aktionsplan für Energieeffizienz: Das Potenzial ausschöpfen. KOM(2006) 545 endgültig. Brüssel, Belgien.
- [76] EUROPÄISCHE KOMMISSION (2006d): Mitteilung der Kommission an den Rat, das Europäische Parlament, den Europäischen Wirtschaft- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen über die Initiative „Intelligentes Fahrzeug“: „Sensibilisierung für die Bedeutung der IKT für intelligentere, sicherere und sauberere Fahrzeuge“. KOM(2006) 59 endgültig. Brüssel, Belgien.
- [77] EUROPÄISCHE KOMMISSION (2006E): Mitteilung der Kommission an den Rat und an das Europäische Parlament. Für ein mobiles Europa – Nachhaltige Mobilität für unseren Kontinent. Halbzeitbilanz zum Verkehrsweißbuch der Europäischen Kommission von 2001. {SEC(2006) 768}. KOM(2006) 314 endgültig. Brüssel, Belgien.
- [78] EUROPÄISCHE KOMMISSION (2007a): Mitteilung der Kommission an den Rat und an das Europäische Parlament. Ergebnisse der Überprüfung der Strategie der Gemeinschaft zur Minderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen von Personenkraftwagen und leichten Nutzfahrzeugen. {SEK(2007) 60}. {SEK(2007) 61}. KOM(2006) 545 endgültig. Brüssel, Belgien.
- [79] EUROPÄISCHE KOMMISSION (2007b): Vorschlag für eine Richtlinie des Europäischen Parlaments und Rates zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen. KOM(2007)19 endgültig. (2008/0016 (COD)). Brüssel, den 23.01.2008. Belgien.
- [80] EUROSTAT (2006): Eurostat/UNECE/ECMT Common Questionnaire on Transport Statistics: aggregated data on Oil Pipelines and other transport modes (Rail, Road and Inland Waterways). Zahl der PKW. (Je 1000 Einwohner). URL: [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page?\\_pageid=1996.39140985&\\_dad=portal&\\_schema=PORTAL&product=YEARLIES&root=theme0/yearlies/e/eb/eba/e\\_ba12048&zone=detail](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page?_pageid=1996.39140985&_dad=portal&_schema=PORTAL&product=YEARLIES&root=theme0/yearlies/e/eb/eba/e_ba12048&zone=detail) (Stand 19.01.2007).
- [81] FABBRICA ITALIANA AUTOMOBILI TORINO (FIAT) (2006): Pressemitteilung. Die umweltfreundlichen Versionen. Concept-Car Multipla Multi-Eco. 12.09.2006
- [82] FACHAGENTUR NACHWACHSENDER ROHSTOFFE (FNR) (2006): Biokraftstoffe - eine vergleichende Analyse. URL: [http://www.fnr-server.de/pdf/literatur/pdf\\_236biokraftstoffvergleich2006.pdf](http://www.fnr-server.de/pdf/literatur/pdf_236biokraftstoffvergleich2006.pdf) (Stand 26.01.2007).
- [83] FACHAGENTUR NACHWACHSENDER ROHSTOFFE (FNR) (2007): Biokraftstoffe. Basisdaten Deutschland. Stand: August 2007. URL: [http://www.fnr-server.de/ftp/pdf/literatur/pdf\\_174basisdaten\\_biokraftstoff\\_2007.pdf](http://www.fnr-server.de/ftp/pdf/literatur/pdf_174basisdaten_biokraftstoff_2007.pdf) (Stand: 12.01.2008)
- [84] FACHVERBAND BIOGAS E.V. (2007): Pressemitteilung: Biogas (2006): Zubau erstmals gleichauf mit Windkraft. Leipzig 01.02.2007. Pressemitteilung anlässlich der Biogasfachtagung: Biogas im Wandel. 16. Jahresfachtagung des Fachverbandes Biogas e.V.. 31. Januar bis 2. Februar 2007. Congress Center Leipzig.
- [85] FELDMANN, L. (2005): Rede vom 04. Juli 2005 in der Historischen Gesellschaft der Deutschen Bank. Frankfurt. URL: [http://www.deutschebp.de/liveassets/bp\\_internet/germany/STAGING/home\\_assets/assets/deutsche\\_bp/reden\\_standpunkte/reden/re\\_de\\_feldmann\\_erdoel\\_040705.pdf](http://www.deutschebp.de/liveassets/bp_internet/germany/STAGING/home_assets/assets/deutsche_bp/reden_standpunkte/reden/re_de_feldmann_erdoel_040705.pdf) (Stand 16.12.2006).

- [86] FISCHER, G., VAN VELTHUIZEN, H., SHAH, M., NACHTERGAELE, F. (2002): Global Agro-ecological Assessment for Agriculture in the 21st Century: Methodology and Results. IIASA, Laxenburg, Austria, and FAO, Rome, Italy. RR-02-02. January 2002. ISBN: 3-7045-0141-7.
- [87] FISCHER-BOEL, M. (2008): Biokraftstoffe: Ein Kraftstoff, der viel zu wertvoll ist, um als Sündenbock abgestempelt zu werden. Rede während der Veranstaltung zum Thema Grundsatzdialog über Biokraftstoffe des EPC. Brüssel, 6. Mai 2008. URL: [wko.at/bsv/Biokraftstoffe\\_A.pdf](http://wko.at/bsv/Biokraftstoffe_A.pdf) (Stand 18.07.2008).
- [88] FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO) (2007): Statistical Databasis, Food Balance Sheets URL: <http://faostat.fao.org/site/502/DesktopDefault.aspx?PageID=502> (Stand 15.02.2007).
- [89] FOSSILE NEWS GAZETTE (2006): 7. Jahrgang 2006.
- [90] FRIEDL, A., PFEIFFER, M., DANZINGER, G., POBER, M., BECKMANN, G., HANNES-SCHLÄGER, M., PRECHTL, M. (2005): Polygeneration Bruck/Leitha. Produktion alternativer Treibstoffe, Wärme, Strom & nichtenergetische Produkte – Optimierung der Gesamtenergiebilanz sowie der Materialflüsse. Berichte aus Energie- und Umweltforschung. 77/2006. BMVIT. Wien, September 2005.
- [91] FREYER, B. (2003): Fruchtfolgen. Konventionell, Integriert, Biologisch. Verlag Eugen Ulmer. Stuttgart. ISBN 978-3-8001-3576-9.
- [92] FUCHS, M. (2005): Auswirkungen von möglichen Klimaänderungen auf die Hydrologie verschiedener Regionen in Österreich. Dissertation an der Universität für Bodenkultur Wien.
- [93] FUNK, C. (2007): Information via E-Mail übermittelt auf Anfrage am 28.11.2007.
- [94] FUNK, C., LINßEN, J. (2007): Energiewirtschaftliche Bewertung der Nutzung von Biomasse im mobilen und stationären Bereich. Vortrag im Rahmen des Fachkongresses 16. Symposium Bioenergie. Festbrennstoffe-Flüssigkraftstoffe-Biogas. Bad Staffelstein Kloster Banz, Deutschland. 22. bis 23. November 2007.
- [95] GANGL, CH. (2004 ): Ethanolherzeugung aus stärkehaltigen Rohstoffen für Treibstoffzwecke. Diplomarbeit. Universität für Bodenkultur, Wien.
- [96] GARCHE, J. TREFFINGER P., JÖRISSEN, L. (2001): Wasserstoffspeicherung und Verkehr. In: Integration Erneuerbarer Energie in den Verkehr. URL: [www.fv-sonnenenergie.de/publikationen/th2001\\_12.pdf](http://www.fv-sonnenenergie.de/publikationen/th2001_12.pdf) (Stand 16.12.2006).
- [97] GEBEL, D., RULAND, W. (2002): Ratgeber Pflanzenbau und Pflanzenschutz, Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe, Referat Landbau und Pflanzenschutz Münster.
- [98] GERINGER, B., MARINITSCH, F., KUTSCHERA, I., BOESTFLEISCH, V. (2004): Verbesserungspotenziale alternativer Kraftstoffe an modernen Dieselmotoren. In: Innovative Fahrzeugantriebe. VDI Verlag GmbH. VDI Berichte 1852. S. 393 - 416. ISBN 3-18-091852-7.
- [99] GERLING, P. (2005a): Erdöl – Reserven, Ressourcen und Reichweiten – eine Situationsbeschreibung aus Sicht der BGR. Vortragspräsentation. DGMK-Frühjahrstagung. am 28. / 29. April 2005 in Celle. ISBN: 3-936418-35-7.

- [100] GERLING, P. (2005b): Nichtkonventionelle Erdöle - Mengen, Chancen und Risiken, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover, Deutschland. Fachtagung Erdöl und danach? 27. Mai 2005. Zürich, Schweiz.
- [101] GRAF, W. (1999): Kraftwerk Wiese. Strom und Wärme aus Gras. Books on Demand. ISBN: 3-89811-193-8. 1. AUFLAGE 1999.
- [102] GRUDEN, D. (2007a): Umweltschutz in der Automobilindustrie. Vorlesungsskriptum, TU Wien.
- [103] GRUDEN, D. (2007b): Mündliche Mitteilung während der Vorlesung Umweltschutz in der Automobilindustrie. TU Wien.
- [104] GÜNTHER, L. (2007): Nutzung des BCM-Verfahrens für die Herstellung von Synthesegas und die Weiterverarbeitung zu GtL/BtL. Fachvortrag; INNOGAS-Fachtagung: Herstellung von Biomethan aus Biogas und dessen weitere Verarbeitung. 29. und 30. November 2007. Dessau, Deutschland.
- [105] HAAS, R., BERGER, M., KRANZL, L. (2001): Strategien zur weiteren Forcierung Erneuerbarer Energieträger in Österreich unter besonderer Berücksichtigung des EU-Weissbuches für Erneuerbare Energien und der Campaign for Take-Off. Arbeitstitel: Strategien für erneuerbare Energieträger. Im Auftrag von BMWA und BMLFUW. Endbericht. Herausgeber: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. Juli 2001.
- [106] HAINFELLNER, J., LANGTHALER, M., PLUNGER, E., WALZER, A., RAAB, F., PROSENBAUER, M., LÖFFLER, W., HANEDER, H. (2007): Biomasse-Ressourcenpotenzial in Österreich. Endbericht. Im Auftrag der RENERGIE Raiffeisen Managementgesellschaft für erneuerbare Energie GmbH., 07.05.2007. URL: [http://www.renergie.at/bilder/Text\\_Endbericht\\_07052007\\_1600.pdf](http://www.renergie.at/bilder/Text_Endbericht_07052007_1600.pdf) (Stand 17.06.2007).
- [107] HAUSBERGER, S., JÖCHLINGER, A. (1996): Verkehr 2020 – Energieverbrauchssenkung und Emissionsreduktion im Straßenverkehr. Bundesministerium für Wissenschaft, Verkehr und Kunst. Forschungsarbeiten aus dem Verkehrswesen. Band 60. ISBN: 3-901381-22-8.
- [108] HAUSBERGER, S. (2003): Emissionen, Nachfrage-Simulation, Szenarien. Vorlesungsskriptum, TU Graz.
- [109] HEINDLER, M., FICKL, S., RAIMUND, W. (1997): Alternativen zu Otto und Diesel. Einschätzung und Perspektiven aus Sicht der effizienten Energienutzung. Vortrag im Rahmen der Veranstaltung "Symposium Alternative Antriebsformen und Energieträger" am 25.11.1997. Wien. Energieverwertungsagentur (E.V.A.).
- [110] HERGEMÖLLER, TH. (2004): Optimierung des Motorbetriebsverhaltens und der Abgasemissionen beim Start und Warmlauf eines Ottomotors mit Sekundärluftlader. Dissertation. Technische Universität Dresden. Deutschland.
- [111] HIRSCHBERGER, P (2006): Potenziale der Biomassenutzung aus dem Österreichischen Wald unter Berücksichtigung der Biodiversität. Naturverträgliche Nutzung forstlicher Biomasse zur Wärme- und Stromgewinnung unter besonderer Berücksichtigung der Flächen der Österreichischen Bundesforste. Endfassung Oktober 2006. Studie des WWF in Zusammenarbeit mit den Österreichischen Bundesforsten.

- [112] HOFBAUER, H. (2005): Energiezentrale zur Umwandlung von biogenen Roh- und Reststoffen einer Region in Wärme, Strom, SNG und flüssige Kraftstoffe. Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT). „Energiesysteme der Zukunft“: (Projektnr. 807763); URL: [http://www.renet.at/gfx/download/biomasse/4\\_Hofbauer1\\_EZ-P4-Polygeneration\\_2005.pdf](http://www.renet.at/gfx/download/biomasse/4_Hofbauer1_EZ-P4-Polygeneration_2005.pdf) (Stand 17.01. 2007).
- [113] HOFMANN, F., PLÄTTNER, A., SCHOLWIN, F. (2005): Möglichkeiten der Einspeisung von Biogas in das österreichische Gasnetz. Kurzfassung des Endberichts. Institut für Energetik und Umwelt. Leipzig. Auftraggeber: E-Control. Veröffentlicht auf der Website der E-Control: URL: <http://www.e-control.at/portal/pls/portal/docs/125553.PDF> (Stand 17.06. 2007).
- [114] HOFFMANN, M. (2007): Bewahrung der Schöpfung – Ja, aber wie?. Festvortrag im Rahmen des Fachkongresses 16. Symposium Bioenergie. Festbrennstoffe-Flüssigkraftstoffe-Biogas. Bad Staffelstein Kloster Banz, Deutschland. 22. bis 23. 11. 2007.
- [115] HORNBACHNER, D., HUTTER, G., MOOR, D. (2005): Biogas-Netzeinspeisung. Rechtliche, wirtschaftliche und technische Voraussetzungen in Österreich. Forschungsprogramm im Rahmen der Energiesysteme der Zukunft. Projekt-Nr.807712. Jänner 2005.
- [116] INARO (2007): Kraftstoffspezifische Kenndaten einiger Pflanzenöle im Vergleich zu Dieselmotorkraftstoff. URL: <http://www.inaro.de/Deutsch/ROHSTOFF/ENERGIE/Oele/kennoele.htm> (Stand 27.01. 2007).
- [117] IOGEN (2004): Pressemitteilung vom 28. Mai 2004. Kanadier stellen aus Stroh Treibstoff her. Iogen gelingt die Zellulose-Ethanol-Produktion erstmals in industriellem Umfang. URL: [http://www.iogen.ca/news\\_events/iogen\\_news\\_/2004\\_05\\_28.html](http://www.iogen.ca/news_events/iogen_news_/2004_05_28.html) (Stand 13.04. 2006).
- [118] IOGEN (2006): Pressemitteilung vom 09. Jänner 2006. Sprit aus Stroh. Volkswagen will Bio-Kraftstoff produzieren. URL: [http://www.iogen.ca/news\\_events/iogen\\_news/2006\\_01\\_09\\_SPIEGEL\\_ONLINE.html](http://www.iogen.ca/news_events/iogen_news/2006_01_09_SPIEGEL_ONLINE.html) (Stand 13.04. 2006).
- [119] JAUSCHNEGG, H. (2007): Energetische Biomassenutzung in Österreich - Chance für Land- und Forstwirtschaft vs. Konkurrenz zur stofflichen Nutzung. Präsentation im Rahmen der Energiegespräche zum Thema "Konkurrenz um land- und forstwirtschaftliche Biomasseressourcen". 22. Mai 2007. Technisches Museum Wien.
- [120] JUNGMEIER, G., HAUSBERGER, S., CANELLA, L. (2003): Treibhausgasemissionen und Kosten von Transportsystemen - Vergleich von biogenen mit fossilen Treibstoffen. Endbericht. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. April 2003.
- [121] KNOFLACHER, H. (1997): Landschaft ohne Autobahnen. Für eine zukunftsorientierte Verkehrsplanung. Böhlau Verlag. Wien 1997.
- [122] KNOFLACHER, H. (2007): Geld und Naturressourcen. Präsentation während der Veranstaltung „Sozialer Wohlstand innerhalb der Naturgrenzen“. Club of Vienna. 29. Juni 2007. Universität Wien.
- [123] KOCHENDÖRFER, R., TREFFINGER, P., GRÄF, M., NEDELE, M. (2003): Auf dem Weg zum emissionsfreien Fahrzeug – Beiträge des DLR Stuttgart. Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR), 5. Internationales Stuttgarter Symposium. 20. - 22. 02. 2003. Stuttgart.

- [124] KONRAD, G. (2004): Flächenanalyse und energetisches Nutzungspotential von nachwachsenden Rohstoffen im EU-Osterweiterungsraum. Diplomarbeit. Universität für Bodenkultur, Wien.
- [125] KONRAD, G. (2007): Österreichische Aktivitäten im Bereich Biogas-Netzeinspeisung. Tagungsband; 16. Symposium Bioenergie. Festbrennstoffe-Flüssigkraftstoffe-Biogas. Bad Staffelstein Kloster Banz, Deutschland. 22. bis 23. November 2007.
- [126] KRAUSE, F. (2003): Biodiesel - eine österreichische Innovation als Beispiel für die nachhaltige Nutzung erneuerbarer Energie. Diplomarbeit. Universität Graz. 2003.
- [127] KRAMMER, K., PRANKL, H. (2003): Abschlussbericht zum Projekt BLT013314, Verwendung von Pflanzenölkraftstoffen – Marktbetreuung II, Bericht der Bundesanstalt für Landtechnik Wieselburg. August 2003.
- [128] LANDWIRTSCHAFTKAMMER ÖSTERREICH (LK) (2006): Pressemitteilung. 08. 08. 2006. Umweltfreundlich Auto fahren: Neuer Kraftstoff aus Erdgas mit Biogas geplant.
- [129] LAMP, H. (2004): Haben wir genug Fläche für die Erzeugung von Energiepflanzen?. In: Biogas – zuverlässige Energie von Wiese und Acker. 13. Jahresfachtagung des Fachverbandes Biogas e.V.. 27. bis 30. Januar 2004. Leipzig.
- [130] LEBENSMINISTERIUM (2003): 2. Lebensmittelbericht Österreich. Die Entwicklung des Lebensmittelsektors von 1995 bis 2002. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasser. Wien, Oktober 2003.
- [131] LEBENSMINISTERIUM (2006): Bundesabfallwirtschaftsplan 2006. URL: <http://www.bundesabfallwirtschaftsplan.at> (Stand 10.02.2007).
- [132] LEBENSWERT (2005): Schöne neue Energiewelt. In: Perspektiven für die Steiermark, Zukunftsland Steiermark. Ausgabe 01/05.
- [133] LEIBLE, L, KÄLBER, ST., KAPPLER, G. (2008): Relative Vorzüglichkeit der Bioenergie. In: Ökologische und ökonomische Bewertung nachwachsender Energieträger. KTBL-Tagung vom 8.-9. September 2008; Aschaffenburg; KTBL-Schrift 468.
- [134] LENZ, H. P. (2006): Auto und Umwelt. Österreichischer Verein für Kraftfahrzeugtechnik (ÖVK), Wien.
- [135] LFL (2008): Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL); Institut für ländliche Strukturentwicklung, Betriebswirtschaft und Agrarinformatik. Biogasausbeuten verschiedener Substrate. URL: <http://www.lfl.bayern.de/ilb/technik/10225/> (Stand 10.05.2008)
- [136] LICHTBLAU, G. (2004): Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen des Verkehrssektors - Eine Bilanz. In: energy 4/04. Zeitschrift der österreichischen Energieagentur. Das Auto von Morgen – Schnee von gestern?. Wien.
- [137] LOREMO AG (2006): Pressemitteilung. simple.clever.fun. URL: [http://www.loremo.com/content/information/downloads/loremo\\_de.pdf](http://www.loremo.com/content/information/downloads/loremo_de.pdf) (Stand 16.12.2006).
- [138] MAUTNER-MARKHOF, M. (1982): Biosprit. Stand der Entwicklung. Diplomarbeit. Universität für Bodenkultur. Wien, August 1982.

- [139] MEADOWS, D. L., MEADOWS, H. D., RANDERS, J. (2007): Grenzen des Wachstums - Das 30-Jahre-Update. Signal zum Kurswechsel. 2. ergänzte Auflage. Verlag S. Hirzel. Stuttgart. ISBN 978-3-7776-1384-0.
- [140] METHAPUR (2008): methaPUR-Tankstellen. Veröffentlichung auf der Website. (Stand 06.10.2008).
- [141] MIELKE, H., SCHÖBER-BUTIN, B. (2002): Pflanzenschutz bei Nachwachsenden Rohstoffen. Zuckerrübe, Öl- und Faserpflanzen. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft. Heft 391. Berlin-Dahlem. Parey Buchverlag. Berlin. Deutschland. ISBN 3-8263-3367-5.
- [142] MITTELBACH, M. (2006): Einführung in die Umweltsystemwissenschaften. Vorlesungsunterlagen. Wintersemester 2006/2007. Universität Graz.
- [143] MOITZI, G. (2007): Mündliche Mitteilung während des Dissertantenseminars. Universität für Bodenkultur.
- [144] ÖKONEWS (2008): Biogas als ein Treibstoff der Zukunft. Biogastankstelle in Eugendorf in Betrieb. Pressemitteilung vom 25.4.2008. (Stand 06.10.2008).
- [145] ÖSTERREICHISCHER AUTOMOBIL UND TOURING CLUB (ÖAMTC) (2006): Abteilung Verkehrswirtschaft. Daten zu den Biodiesel Tankstellenpreisen übermittelt via E-Mail von Frau Mag. Elisabeth Brugger-Brandau am 27. Juni 2006.
- [146] ÖSTERREICHISCHER BIOMASSEVERBAND (2006): Tullner Erklärung. Biomasse – Energie der Zukunft. Ökoenergie Nummer 65a. Dezember 2006. Herausgeber: Österreichischer Biomasse-Verband, Ökosoziales Forum Österreich. URL: <http://www.biomasseverband.at/static/mediendatenbank/root01/1.%20Biomasse/1.0%20Leitbild/Tullner%20Erklaerung/Tullner%20Erklaerung.pdf> (Stand 09.11.2007).
- [147] ÖSTERREICHISCHE GESELLSCHAFT FÜR HISTORISCHES KRAFTFAHRWESEN (ÖGHK) (2006a): Via E-Mail übermittelt am 16.11.2006.
- [148] ÖSTERREICHISCHE GESELLSCHAFT FÜR HISTORISCHES KRAFTFAHRWESEN (ÖGHK) (2006b): PKW Bestand und Neuzulassungen Republik Österreich. URL: <http://www.austria-motor-veterans.at/amv.htm> (Stand 16.12.2006).
- [149] ÖKOENERGIE 64 (2006): Grundsteinlegung für Bioethanol-Werk. Ausgabe 64, 2006.
- [150] ÖKONEWS (2006): Volvo stellt Gas-Auto-Produktion ein. Zuwenig Absatz für gasbetriebene Fahrzeuge von Volvo. Mitteilung vom 6.10.2006. URL: [http://www.oekonews.at/index.php?mdoc\\_id=1017091](http://www.oekonews.at/index.php?mdoc_id=1017091) (Stand 06.02.2007).
- [151] OMV (2007): Infofolder „Erdgas als Kraftstoff“. Mit Erdgas auf der Überholspur. URL: [http://www.omv.at/SecurityServlet/secure?cid=1171301802135&swa\\_id=898989728358.8685&swa\\_site=wps.vp.at](http://www.omv.at/SecurityServlet/secure?cid=1171301802135&swa_id=898989728358.8685&swa_site=wps.vp.at) (Stand 01.08.2007).
- [152] PASCHER, P. (2007): Anfrage über den Flächenbedarf für die Ernährung. Bezugnehmend zum Situationsbericht des DBV. Korrespondenz via E-Mail. p.pascher@andreas-hermes-akademie.de . 03.04.2007.
- [153] PISCHINGER, R., HAUSBERGER, S., SAMMER, G., SCHNEIDER, F., SUDY, CH., MEINHART, J., THALLER, O., STIGLBAUER, A., M. (1997): Volkswirtschaftliche Kosten-Wirksamkeits-Analyse von Maßnahmen zur Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen des

- Verkehrs. Auftraggeber: Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie. Akademie für Umwelt und Energie. Mitteilungen des Institutes für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik, Heft 72, TU Graz. Mai 1998.
- [154] PLANK, J. (2004): Biogastreibstoffkonzept für Europa. In: energy 4/04. Zeitschrift der österreichischen Energieagentur. Das Auto von Morgen - Schnee von gestern? Wien.
- [155] PLATTFORM "BIO-CNG VERKEHR" (2006): Bio-CNG als neuer Kraftstoff. Rahmenbedingungen für eine erfolgreiche Markteinführung. Im Tagungsband des Fachkongresses „biogas06“ am 22. und 23. Februar 2006. URL: <http://www.klimaaktiv.at/filemanager/download/18157/> (Stand 09.03.2007).
- [156] PROIDL, H. (2005): Klimastrategie. was bisher geschah. In: energy 3/05. Zeitschrift der österreichischen Energieagentur. Gas. Die Alternative zu Benzin und Diesel?.
- [157] PROIDL, H. (2006): Daten über erneuerbare Energieträger in Österreich. Stand August 2006. Österreichische Energieagentur. November 2006. Wien.
- [158] PÖTSCH, E.M. (2006): Auf Anfrage via E-Mail übermittelt am 17. Jänner 2007.
- [159] QUIRIN, M., GÄRTNER, S. O., PEHNT, M., REINHARDT, G. A. (2004): CO<sub>2</sub>-neutrale Wege zukünftiger Mobilität durch Biokraftstoffe. Eine Bestandsaufnahme. Endbericht. Ifeu, Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen (UFOP) und Forschungsvereinigung Verbrennungskraftmaschinen (FVV). Heidelberg, Mai 2004.
- [160] RAAB, F. (2007): Bioenergie vom Acker – Potenziale in Österreich und in der erweiterten EU. Vortrag während der Wintertagung 2007. Globalisierung und Urbanisierung – Herausforderungen und Konsequenzen. Ackerbau, Hollabrunn. 12. Februar 2007, 16. Februar 2007.
- [161] RAIMUND, W. (2006): Präsentation in der Workshopreihe "Energieeffiziente Mobilität" der Austrian Energy Agency. Modul I. 31. Mai – 01. Juni 2006. URL: [www.klimaaktiv.at/filemanager/download/13350/](http://www.klimaaktiv.at/filemanager/download/13350/) (Stand 16.06.2007).
- [162] RAUH, S. (2008): Nahrung vs. Energie – Analyse der Konkurrenzbeziehungen. Fachvortrag eingereicht bei der GEWISOLA-Jahrestagung 2008 "Risiken in der Agrar- und Ernährungswirtschaft und ihre Bewältigung". 24. - 26. September 2008. Bonn, Deutschland.
- [163] RAUH, S., HEIßENHUBER, A. (2008): Flächenkonkurrenz der Nahrungsmittel- und Energieproduktion um Biomasse. Anhand des Beispiels Bayern. Posterpräsentation. Mitteleuropäischer Biomassetag 2008. 16.-19. 01. 2008. Graz.
- [164] REHEIS, W. (2007): Stand und Potenziale der Biogasnutzung im Burgenland Güssing. Präsentation während der Informationsveranstaltung Burgenland. Biogas-Netzeinspeisung. Technische Möglichkeiten, Chancen und Grenzen. 11.04.2007.
- [165] RECHNUNGSHOF (RH) (2006): Bericht des Rechnungshofes. Reihe Wien. 2006/2. Tätigkeiten im Jahr 2005. GZ 001.509/117-E1/06. Wien. URL: [http://www.rechnungshof.gv.at/Berichte/Wien/Wien\\_2006\\_02/Wien\\_2006\\_02.pdf](http://www.rechnungshof.gv.at/Berichte/Wien/Wien_2006_02/Wien_2006_02.pdf) (Stand 19.01.2007).
- [166] RIFKIN, J. (2002): Die H<sub>2</sub>-Revolution. Wenn es kein Öl mehr gibt. Mit neuer Energie für eine gerechte Weltwirtschaft. Campus Verlag, Frankfurt am Main 2002, ISBN: 3593370972.

- [167] ROSENITSCH, R., GERINGER, B., LIST, R. (2005): Potential von Bioethanol im Fahrzeugeinsatz, 2005. Berichte des Instituts für Verbrennungskraftmaschinen und Kraftfahrzeugbau. Technische Universität Wien.
- [168] RUDLOFF, M (2006): Standortbedingungen für BtL-Anlagen. Präsentation während der Fachtagung Kraftstoffe der Zukunft. 4. Internationaler Fachkongress für Biokraftstoffe des BBE und der UFOP. Berlin. 27./28. November 2006.
- [169] SAMMER, G. (2006): Mündliche Mitteilung vom 10. August 2006. Universität für Bodenkultur.
- [170] SAMMER, G., MESCHIK, M., METH, D., WEBER, G., KOFLER, T., WAGNER, H. (2000): MOVE - Mobilitäts- und Versorgungserfordernisse im strukturschwachen ländlichen Raum als Folge des Strukturwandels - 1. Zwischenbericht. Institut für Verkehrswesen, Institut für Raumplanung und Ländliche Neuordnung. Universität für Bodenkultur. Wien. URL: <http://www.boku.ac.at/verkehr/move.htm> (Stand 12.01.2007).
- [171] SAMMER G., KLEMENTSCHITZ R., ROIDER O. (2004): Mobilitäts-Szenarien 2035, Initiative zur nachhaltigen Verkehrsentwicklung im Raum Wien für Sustainable Mobility. Shell Austria im Eigenverlag, März 2004, Wien.
- [172] SAMMER, G., MESCHIK, M., BERGER, W.J., MENSİK, K. (2006): Verkehrsplanung und Mobilität. Vorlesungsskriptum. Universität für Bodenkultur. Wien.
- [173] SHELL (2005): Shell und CHOREN: Umfangreiche Zusammenarbeit zu SunFuel vereinbart. Pressemitteilung vom 17/08/2005. URL: [http://www.shell.com/home/Framework?siteId=de-de&FC2=&FC3=/de-de/html/iwgen/news\\_and\\_library/press\\_releases/2005/shell\\_choren\\_17082005.html](http://www.shell.com/home/Framework?siteId=de-de&FC2=&FC3=/de-de/html/iwgen/news_and_library/press_releases/2005/shell_choren_17082005.html) (Stand 10.06.2007).
- [174] SCHINDLER, J., WEINDORF, W. (2003): „Well-to-Wheel“ - Ökologische und Ökonomische Bewertung von Fahrzeugkraftstoffen und -antrieben. Nürnberg, 12. 04. 2003. URL: <http://www.hyweb.de/Wissen/pdf/Nuernberg2003.pdf> (Stand 08.02.2007).
- [175] SCHMITZ, N. (2008): Zertifizierung von Biomasse und Biokraftstoffen. In: Ökologische und ökonomische Bewertung nachwachsender Energieträger. KTBL-Tagung vom 8.-9. September 2008; Aschaffenburg; KTBL-Schrift 468.
- [176] SCHODL, B. (2007): AW: Anfrage bezüglich Daten aus dem 6. UK – Verkehr. Mitteilung via E-Mail von Frau Barbara Schodl, Umweltbundesamt, Umweltmanagement, Verkehr & Lärm. 03.08.2007.
- [177] SCHÖPF, H-J. (2007): Kriterien zukünftiger Kraftfahrzeuge II. Vorlesungsskriptum, TU Wien.
- [178] SCHULZ, H., EDER, B. (2001): Biogas-Praxis: Grundlagen, Planung, Anlagenbau, Beispiele. 2. Auflage. ökobuch Verlag. Staufen bei Freiburg. 2001.
- [179] SCHULZ, H., EDER, B. (2006): Biogas-Praxis: Grundlagen, Planung, Anlagenbau, Beispiele. ökobuch Verlag. 3. Auflage. Staufen bei Freiburg. 2006.
- [180] SERGIS-CHRISTIAN, L. (2005): Pflanzenöle für den stationären und mobilen Einsatz – Praxisbericht. In: 2. Anwenderforum. Bioenergie-Nutzung in Stadt und Region. 28.4.2005. forum M. Achen.

- [181] SEEMÜLLER, M. (2000): Der Einfluss unterschiedlicher Landwirtschaftssysteme auf die Ernährungssituation in Deutschland in Abhängigkeit des Konsumverhaltens der Verbraucher. Diplomarbeit. Technische Universität München.
- [182] SHELL (2003): Noch mehr Autos - bis 2020 keine Wachstumsgrenze. Szenarien des Pkw-Bestands und der Neuzulassungen in Österreich bis zum Jahr 2020. März 2003. Herausgegeben von Shell Austria Ges.m.b.H.
- [183] SIMADER, G., NEMESTOTHY, K., P. (2006): Biomasse Technologien in Österreich. Austrian Energy Agency. Präsentation vom 19.05.2006. URL: <http://www.jrc.cec.eu.int/infoday-vienna-2006/dwnld/simader.pdf> (Stand 17.01.2007).
- [184] SMIDT, S., HERMAN, F. (2006): Fichtenwälder sind durch Ozon und Klimaänderung gefährdet. In: Forstschutz Aktuell 36. Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft (BFW). Institut für Waldschutz. Juli 2006.
- [185] STATISTIK AUSTRIA (1975): Sonderheft Bestandsstatistik der Kfz in Österreich 1975. Wien.
- [186] STATISTIK AUSTRIA (2004): Statistisches Jahrbuch 2005. Wien, 2004.
- [187] STATISTIK AUSTRIA (2005a): Agrarstrukturerhebung 2003. Wien, 2005.
- [188] STATISTIK AUSTRIA (2005b): Standard-Dokumentation. Metainformationen. Definitionen, Erläuterungen, Methoden, Qualität. zu den Versorgungsbilanzen für den tierischen und pflanzlichen Sektor. Wien, 2005.
- [189] STATISTIK AUSTRIA (2006a): Statistische Nachrichten 5/2006. Wien.
- [190] STATISTIK AUSTRIA (2006b): Statistik der Landwirtschaft 2005. Wien, 2006.
- [191] STATISTIK AUSTRIA (2006c): Die Energiesituation Österreichs im Jahr 2005 mit statistischen Übersichten und Kennzahlen. Stand: Dezember 2006. URL: [http://www.statistik.at/fachbereich\\_energie/energiesituation.pdf](http://www.statistik.at/fachbereich_energie/energiesituation.pdf) (Stand 17.01.2007).
- [192] STATISTIK AUSTRIA (2006d): Statistisches Jahrbuch 2007. Wien, 2006.
- [193] STATISTIK AUSTRIA (2007a): Energiebilanzen Österreich. 1970 – 2005. URL: [www.statistik.at/fachbereich\\_energie/energiebilanz05.pdf](http://www.statistik.at/fachbereich_energie/energiebilanz05.pdf) (Stand 17.01.2007).
- [194] STATISTIK AUSTRIA (2007b): Statistik der Kraftfahrzeuge. Bestand am 31.12.2006. ISBN 978-3-902587-06-0. Erscheinungsdatum: 5/2007.
- [195] STATISTIK AUSTRIA (2007c): Veröffentlichung auf der Website der Statistik Austria. Motorisierungsgrad 1995 bis 2006. Erstellt am 10.04.2007. URL: [http://www.statistik.at/web\\_de/services/wirtschaftsatlas\\_oesterreich/verkehr/024196.html](http://www.statistik.at/web_de/services/wirtschaftsatlas_oesterreich/verkehr/024196.html) (Stand 25.07.2007).
- [196] STATISTIK AUSTRIA (2007d): Energieeinsatz der Haushalte (Mikrozensus 1999/2000) – Fahrleistungen und Treibstoffeinsatz privater Pkw. Ergebnisse für Österreich. URL: [http://www.statistik.at/web\\_de/Redirect/index.htm?dDocName=022696](http://www.statistik.at/web_de/Redirect/index.htm?dDocName=022696) (Stand 10.01.2008).
- [197] STATISTIK AUSTRIA - AMA (2007): Übermittlung der übersichtlichen Darstellungen der verschiedenen Versorgungsbilanzen der Jahre 1996 bis 2005 der Statistik Austria

- via E-Mail zur weiteren Bearbeitung von Fr. Birgit Autherith, AMA – Agrar Markt Austria, 29.Mai 2007.
- [198] STATISTISCHES BUNDESAMT (2007): Landwirtschaftlich genutzte Fläche nach Hauptnutzungsarten. URL: <http://www.destatis.de/basis/d/forst/forsttab2.php> (Stand 03.04.2007).
- [199] STATISTISCHES BUNDESAMT (2006): Pressemitteilung vom 19. Juli 2006. Bevölkerung im Jahr 2005 leicht gesunken. URL: <http://www.destatis.de/presse/deutsch/pm2006/p2920021.htm> (Stand 03.04.2007).
- [200] TRETTER, H. (2003): Neue Optionen für die Nutzung von Biogas - eine technoökonomische Analyse der Aufbereitung von Biogas zur Einspeisung ins österreichische Erdgasversorgungsnetz. Diplomarbeit. Technische Universität Wien.
- [201] TRETTER, H., LECHNER H., NEMESTOTHY K., VEIGL., A. (2004): Erneuerbare 2010. Ein Bericht zur Umsetzung der im Kapitel „Nachhaltigkeit, Umwelt und Landwirtschaft“ des Regierungsprogramms für die XXII. Gesetzgebungsperiode enthaltenen Ziele für erneuerbare Energieträger. Teil A. Lechner H., Nemestothy K., Tretter H., Veigl A.. in Endbericht. Energieeffizienz und Erneuerbare 2010. Eine Untersuchung zur Umsetzung der Ziele des Regierungsprogramms zur Steigerung der Energieeffizienz und des Anteils erneuerbarer Energieträger. Österreichische Energieagentur – Austrian Energy Agency. Wien, Dezember 2004.
- [202] THRÄN, D., WEBER, M., SCHEUERMANN, A., FRÖHLICH, N., ZEDDIES, J., HENZE, A., THOROE, C., SCHWEINLE, J., FRITSCH, U., JENSEIT, W., RAUSCH, L., SCHMIDT, K. (2006): Nachhaltige Biomassenutzungsstrategien im europäischen Kontext. Analyse im Spannungsfeld nationaler Vorgaben und der Konkurrenz zwischen festen, flüssigen und gasförmigen Bioenergieträgern. Erstellt im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Institut für Energetik und Umwelt gGmbH, Leipzig, Deutschland.
- [203] THRÄN, D., SEIFFERT, M., MÜLLER-LANGER, F., PLÄTTNER, A., VOGEL, A. (2007): Möglichkeiten einer europäischen Biogaseinspeisungsstrategie. Teilbericht I, Potenziale. Studie des Institut für Energetik, im Auftrag der Bundesfraktion Bündnis 90/Die Grünen. Leipzig, 23. Januar 2007.
- [204] UMWELTBUNDESAMT (2001): Sechster Umweltkontrollbericht des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft an den Nationalrat. Wien, 2001. ISBN: 3-85457-593-9.
- [205] UMWELTBUNDESAMT (2003): Einsatz von Biokraftstoffen und deren Einfluss auf die Treibhausgas-Emissionen in Österreich. BE-144. ISBN 3-85457-488-6. September 2003, Wien.
- [206] UMWELTBUNDESAMT (2004a): CO<sub>2</sub>-Monitoring 2004. Zusammenfassung der Daten der Republik Österreich gemäß Entscheidung Nr. 1753/2000/EG für das Berichtsjahr 2004. ISBN 3-85457-795-8. Wien. 2005.
- [207] UMWELTBUNDESAMT (2004b): Umweltsituation in Österreich. Siebenter Umweltkontrollbericht des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft an den Nationalrat. Wien, 1. Juni 2004.

- [208] UMWELTBUNDESAMT (2004c): Biokraftstoffe im Verkehrssektor in Österreich 2004. Bericht Zusammenfassung der Daten der Republik Österreich gemäß Art. 4, Abs. 1 der Richtlinie 2003/30/EG für das Berichtsjahr 2003. Wien, Juni 2004.
- [209] UMWELTBUNDESAMT (2005a): CO<sub>2</sub>-Monitoring 2005. Zusammenfassung der Daten der Republik Österreich gemäß Entscheidung Nr. 1753/2000/EG für das Berichtsjahr 2005. Wien. 2006.
- [210] UMWELTBUNDESAMT (2005b): Biogas im Verkehrssektor. Technische Möglichkeiten, Potenzial und Klimarelevanz. Pözl, W., Salchenegger, S.. Berichte 283, Wien.
- [211] UMWELTBUNDESAMT (2006a): Schluss mit Russ. Mitteilung auf der Homepage des Österreichischen Umweltbundesamt. 2006.
- [212] UMWELTBUNDESAMT (2006b): Emissionstrends 1990–2004. Ein Überblick über die österreichischen Verursacher von Luftschadstoffen mit Datenstand 2006. ISBN: 3-85457-835-0. Wien, 2006.
- [213] UMWELTBUNDESAMT (2006c): Versiegelung nimmt zu. Raumplanung besonders gefordert. URL: <http://www.umweltbundesamt.at/umweltschutz/raumordnung/flaechenverbrauch> (Stand 26.01.2007).
- [214] UMWELTBUNDESAMT (2006d): Biokraftstoffe im Verkehrssektor in Österreich 2006. Zusammenfassung der Daten der Republik Österreich gemäß Art. 4, Abs. 1 der Richtlinie 2003/30/EG für das Berichtsjahr 2005. Wien, 2006.
- [215] UMWELTBUNDESAMT (2007a): Kyoto-Fortschrittsbericht Österreich 1990 – 2005 (Datenstand 2007). Gugele, B., Lorenz-Meyer, V., Pazdernik, K., Wappel, D. ISBN 3-85457-878-4. Wien, 2007.
- [216] UMWELTBUNDESAMT (2007b): Umweltsituation in Österreich. Achter Umweltkontrollbericht des Umweltministers an den Nationalrat. 01. 07. 2007. ISBN 3-85457-904-7.
- [217] UMWELTBUNDESAMT (2007c): Biokraftstoffe im Verkehrssektor in Österreich 2007. Bericht Zusammenfassung der Daten der Republik Österreich gemäß Art. 4, Abs. 1 der Richtlinie 2003/30/EG für das Berichtsjahr 2006. Wien, 2007.
- [218] UMWELTBUNDESAMT (2008): Emissionsfaktoren. Mitteilung aus dem GEMIS 4.4 von Werner Pözl, Umweltbundesamt, vom 17. März 2008.
- [219] UNION ZUR FÖRDERUNG VON ÖL- UND PROTEINPFLANZEN (UFOP) (2006): Aktuelle Biodiese- und Dieselpreisvergleiche für Deutschland unter: URL: <http://www.ufop.de/1299.php>
- [220] VERBAND DER VERSICHERUNGSUNTERNEHMEN ÖSTERREICH (VVO) (2004): Jahresbericht 2004. Wien.
- [221] VOLKSWAGEN (VW) (2002): Pressemitteilung vom 15. April 2002. URL: [http://www.volkswagen-media-services.com/medias\\_publish/ms/content/de/pressemitteilungen/2002/04/15/das\\_1-liter-auto\\_standard.gid-oeffentlichkeit.html](http://www.volkswagen-media-services.com/medias_publish/ms/content/de/pressemitteilungen/2002/04/15/das_1-liter-auto_standard.gid-oeffentlichkeit.html) (Stand 16.12.2006).
- [222] VOLKSWAGEN (VW) (2004): Pressemitteilung vom 10. 02. 2004. Der Lupo 3L TDI - Weltrekordler an der Zapfsäule. Konsequenter Leichtbau bringt Gewichtersparnis. Der sparsamste Lupo mit Dieselantrieb erfüllt die strenge Euro 4-Norm. URL:

- [http://www.volkswagen-media-services.com/medias\\_publish/ms/content/de/pressemitteilungen/2004/02/10/der\\_lupo\\_3l\\_tdi\\_-\\_standard.gid\\_oeffentlichkeit.html](http://www.volkswagen-media-services.com/medias_publish/ms/content/de/pressemitteilungen/2004/02/10/der_lupo_3l_tdi_-_standard.gid_oeffentlichkeit.html) (Stand 16.11.2007).
- [223] VOLKSWAGEN (VW) (2005): Geschäftsbericht 2004. URL: <http://gb.volkswagen.de/2004/index.php?id=823&type=2.html> (Stand 16.11.2007).
- [224] VOLKSWAGEN (VW) (2006): Pressemitteilung vom 08. Jänner 2006. URL: [www.volkswagen-media-services.com](http://www.volkswagen-media-services.com) (Stand 16.12.2006).
- [225] VOLKSWAGEN (VW) (2007): Veröffentlichung. Der Weg ist nicht das Ziel. Die Antriebs- und Kraftstoffstrategie von Volkswagen. URL: <http://www.mobilitaet-und-nachhaltigkeit.de/> (Stand 10.16.2007).
- [226] WALLA, CH. (2006): Wirtschaftlichkeit von Biogasanlagen. Dissertation. Universität für Bodenkultur. Februar 2006.
- [227] WEBER, G. (2007): Raubbau am Boden – eine unendliche Geschichte? Präsentation während der Veranstaltung „Sozialer Wohlstand innerhalb der Naturgrenzen“. Club of Vienna. 29. Juni 2007. Universität Wien.
- [228] WEGAS (2006): Pressemitteilung vom 22. Juni 2006. URL: <http://www.wendland-elbetal.de/index.php?id=57,91,0,0,1,0> (Stand 26.02.2007).
- [229] WIDMANN, B., REMMELE, E. (2008): Biokraftstoffe. Fragen und Antworten. Positionspapier. Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe. Straubing, Mai 2008. URL: [www.tfz.bayern.de/aktuelles/positionspapier\\_080530.pdf](http://www.tfz.bayern.de/aktuelles/positionspapier_080530.pdf) (Stand: 18.08.2008).
- [230] WIEDERKEHR, P. (2006): Energiesparpotenziale im Verkehr realisieren - Initiativen und Programme des Lebensministeriums. Energieagentur: Energiegespräche. Energiesparen im Verkehr. 28. November 2006, Technisches Museum, Wien. URL: [http://www.energyagency.at/publ/pdf/egs061128\\_wiederkehr.pdf](http://www.energyagency.at/publ/pdf/egs061128_wiederkehr.pdf) (Stand 06.02.2007).
- [231] WIKLICKY, L. (2007): Energiepflanzennutzung - Bodenfruchtbarkeit erhalten!. agrarische rundschau 3/2007. Herausgeber: ökosoziales forum österreich. Österreichischer Agrarverlag.
- [232] WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT DER BUNDESREGIERUNG GLOBALE UMWELTVERÄNDERUNG (WBGU) (1994): Welt im Wandel - Die Gefährdung der Böden. Economica Verlag, Bonn, 1994. ISBN 3-87081-334-2. URL: [http://www.wbgu.de/wbgu\\_jg1994.pdf](http://www.wbgu.de/wbgu_jg1994.pdf) (Stand 14.10.2007).
- [233] WLODKOWSKI, G. (2008): Aussage während der Mitteleuropäischen Biomassekonferenz. 16. - 19. Jänner 2008. Messe Center Graz, Österreich.
- [234] WÖRGETTER, M. (2001): Nachwachsende Rohstoffe. Mitteilungen der Fachbereichsarbeitsgruppe Nr. 19 - März 2001. URL: <http://www.blb.bmlfuw.gv.at/vero/mnawa/nr19.pdf> (Stand 09.08.2007).
- [235] WÖRGETTER, M. (2006): Biokraftstoffe in Europa. Märkte, Potentiale, Trends. Präsentation. Fachtagung Kraftstoffe der Zukunft. 4. Internationaler Fachkongress für Biokraftstoffe des BBE und der UFOP. Berlin. 27. und 28. November 2006.

- [236] WORLD WIDE FUND FOR NATURE (WWF) (2006): Living Planet Report 2006. URL: [http://assets.panda.org/downloads/living\\_planet\\_report.pdf](http://assets.panda.org/downloads/living_planet_report.pdf) (Stand 16.06.2007).
- [237] WIRTSCHAFTSKAMMER ÖSTERREICH (WKÖ) (2004): WKÖ Fachverband der Mineralöl-industrie. Jahresbericht 2004.
- [238] WIRTSCHAFTSKAMMER ÖSTERREICH (WKÖ) (2005): WKÖ Fachverband der Mineralöl-industrie. Die Entwicklung der Preise für Treibstoffe und andere ausgewählte Produkte in Österreich. Präsentation. Februar 2005.
- [239] WIRTSCHAFTSKAMMER ÖSTERREICH (WKÖ) (2006): Pressemitteilung vom 09.11.2006: Österreichischer Biomasseaktionsplan. Stellungnahme. URL: [http://portal.wko.at/wk/dok\\_detail\\_file.wk?AngID=1&DocID=591987&StID=284630](http://portal.wko.at/wk/dok_detail_file.wk?AngID=1&DocID=591987&StID=284630) (Stand 09.03.2007).
- [240] WWW.BIOGAS-NETZEINSPEISUNG.AT (2007): Veröffentlichung auf der Website. URL <http://www.biogas-netzeinspeisung.at/anlagenbeispiele/bruckleitha.html> (Stand 26.02.2007).
- [241] [WWW.WALLSTREET-ONLINE.DE](http://www.wallstreet-online.de) (2008): Rohstoffe. Oil Crude. URL: [www.wallstreet-online.de](http://www.wallstreet-online.de) (Stand 16.07.2008)
- [242] ZEDDIES, J., SCHÖNLEBER, N., HENZE, A. (2007): Angebotspotenziale der Landwirtschaft in Europa zur Sicherung der Nahrungsmittelproduktion und ihr potenzieller Beitrag zu Erneuerbaren Energien. Fachvortrag. 17. Jahrestagung der ÖGA und 47. Jahrestagung der GEWISOLA. 26. - 28. 09. 2007. Freising. TU München-Weihenstephan. URL: [http://www.boku.ac.at/oega/Tagung/2007/07\\_schoenleber\\_henze.pdf](http://www.boku.ac.at/oega/Tagung/2007/07_schoenleber_henze.pdf) (Stand 02.11.2007).
- [243] ZITTEL, W., SCHINDLER, J. (2000): Fossile Energiereserven (nur Erdöl und Erdgas) und mögliche Versorgungsengpässe aus Europäischer Perspektive. Endbericht. Otto-brunn, den 22. 07. 2002. URL: [http://aspo-germany.org/news/forum/docs2003/TAB\\_Studie\\_komplett.pdf](http://aspo-germany.org/news/forum/docs2003/TAB_Studie_komplett.pdf) (Stand 16.11.2007).
- [244] ZITTEL, W. (2001): Am Vorabend der globalen Energiekrise! Vortrag am 23.1.2001 im Technischen Museum, Wien.
- [245] ZITTEL, W. (2005): Ölwechsel! – Der „peak of oil“ steht bevor. Die Bedeutung des weltweiten Ölfördermaximums. Präsentation. Tagung der EnergieAgentur.NRW in Kooperation mit der Techn. Akademie Wuppertal. 17. 11. 2005. URL: [http://www.ea-nrw.de/database/data/datainfopool/se\\_171105\\_zittel.pdf](http://www.ea-nrw.de/database/data/datainfopool/se_171105_zittel.pdf) (Stand 19.01.2007).
- [246] ZITTEL, W. (2006a): Das Ende des billigen Öls. Was kommt danach - Kohle, Kern-energie oder Erneuerbare?. Fachvortrag. Club Niederösterreich. 13. April 2006.
- [247] ZITTEL, W., SCHINDLER, J. (2006b): Energieversorgung am Wendepunkt – Die vermeintlichen Alternativen Kohle und Kernenergie. In: Club Niederösterreich. Energieversorgung am Wendepunkt – Die vermeintlichen Alternativen Kohle und Kernenergie Niederösterreich. 8/2006. Eigenverlag.

## 10 Tabellenverzeichnis

<b>Tabelle 1:</b> Klassifizierung von Erdöl (ZITTEL, SCHINDLER 2000 [243] und CAMPBELL ET AL. 2003 [44]).....	15
<b>Tabelle 2:</b> Globale Erdölvorkommen und vermutete Reserven [Gb] (CAMPBELL ET AL. 2003 [44]).....	22
<b>Tabelle 3:</b> Energetischer Endverbrauch nach Sektoren (STATISTIK AUSTRIA 2006c [191]).....	28
<b>Tabelle 4:</b> Energetischer Endverbrauch Erdöl 2005 (STATISTIK AUSTRIA 2006c [191]) .....	29
<b>Tabelle 5:</b> Energetischer Endverbrauch Verkehr 2005 (STATISTIK AUSTRIA 2006c [191]) .....	29
<b>Tabelle 6:</b> National verkaufte Kraftstoffmengen 2001 - 2006 in Österreich (eigene Darstellung, Daten: UMWELTBUNDESAMT 2007c [217]) .....	31
<b>Tabelle 7:</b> Entwicklung der Mineralölsteuer in Österreich (BMLFUW 2004a [33]) .....	36
<b>Tabelle 8:</b> Entwicklung der Biodieselproduktion in Österreich (inkl. Schätzung) (WKÖ 2006 [239]).....	42
<b>Tabelle 9:</b> Kraftstoffspezifikationen für Erdgas (CNG, Compressed Natural Gas) und Biogas und Mischprodukte aus Erdgas und Biogas (BGBl. II, Nr. 417/2004 [30]).....	45
<b>Tabelle 10:</b> Biogas-Netzeinspeisungsanlagen in Österreich im Vergleich zu Pliening (eigene Darstellung, Daten: www.biogas-netzeinspeisung.at 2007 [240]) .....	47
<b>Tabelle 11:</b> Steuererleichterung für Biokraftstoffe (BGBl. 180/2004).....	49
<b>Tabelle 12:</b> CO <sub>2</sub> -Emissionen nach Fortbewegungsart (BMUJF 1997 [40]).....	49
<b>Tabelle 13:</b> Veränderung der Emissionen nach Emittentengruppen und Absolutwerte 2004 (UMWELTBUNDESAMT 2007a [215]).....	52
<b>Tabelle 14:</b> EU-Kraftstoffszenario (EUROPÄISCHE KOMMISSION 2001 [67]).....	54
<b>Tabelle 15:</b> Entwicklung der spezifischen CO <sub>2</sub> -Emissionen 2000 - 2005 (UMWELTBUNDESAMT 2005 [209]) .....	58
<b>Tabelle 16:</b> Emissionsgrenzwerte für PKW [g/km] (erweitert nach HAUSBERGER 2003 [108]) .....	60
<b>Tabelle 17:</b> Treibhausgasemissionen von biogenen Kraftstoffen im Vergleich zu Benzin, Diesel und Erdgas (UMWELTBUNDESAMT 2003 [205]).....	67
<b>Tabelle 18:</b> Entwicklung der modellierten Fahrleistung in Österreich 1990 - 2005 (EICHLSEDER und HAUSBERGER 2006 [60]).....	75
<b>Tabelle 19:</b> Mittlere Antriebswirkungsgrade in einem Referenzfahrzyklus (GARCHE ET AL. 2001 [96]).....	81
<b>Tabelle 20:</b> Vorteile von CNG gegenüber Diesel und Benzin (OMV 2007 [151]).....	84
<b>Tabelle 21:</b> Bewertung von Fuel Economy Maßnahmen (SCHÖPF 2007 [177]) .....	85
<b>Tabelle 22:</b> Zukünftig zu erwartende Innovationen der Automobilindustrie (SCHÖPF 2007 [177]).....	87
<b>Tabelle 23:</b> Bau- und Verkehrsflächen in Österreich (eigene Darstellung, Daten: UMWELTBUNDESAMT 2006c [213]) .....	94
<b>Tabelle 24:</b> Entwicklung des Kraftstoffverbrauchs 1970 - 2010 (Analyse und Prognose) (UMWELTBUNDESAMT 2003 [205]).....	107
<b>Tabelle 25:</b> Zukünftige spezifische Kraftstoffverbräuche für 2010 (verändert nach QUIRIN ET AL. 2004 [159]) .....	110

<b>Tabelle 26:</b> Fossile und biogene Kraftstoffprognose 2005 bis 2020 (eigene Darstellung, Daten: BMLFUW 2006c [38]) .....	111
<b>Tabelle 27:</b> Entwicklung der CO <sub>2</sub> -Emissionen 1990 und 2010 nach Verkehrsmittel (eigene Darstellung, Daten: UMWELTBUNDESAMT 2001 [204]) .....	114
<b>Tabelle 28:</b> Biogene Kraftstoffprognose 2005 bis 2010 (TRETTER ET AL. 2004 [201]) .....	117
<b>Tabelle 29:</b> Flächenpotenziale in der Landwirtschaft für unterschiedliche Szenarien (HAINFELLNER ET AL. 2007 [106]) .....	120
<b>Tabelle 30:</b> Biomassepotenziale aus der Forstwirtschaft (HAINFELLNER ET AL. 2007 [106])	121
<b>Tabelle 31:</b> Technisches Flächenpotenzial für Bioenergieträger in Österreich (eigene Darstellung, Daten: THRÄN ET AL. 2006 [202]) .....	121
<b>Tabelle 32:</b> Biogaspotenzial in Österreich (erweitert nach TRETTER 2003 [200]) .....	124
<b>Tabelle 33:</b> Biodieselpotenzial in Österreich (aus HAAS ET AL. 2001 [105]) .....	127
<b>Tabelle 34:</b> Bioethanolpotenzial in Österreich (aus HAAS ET AL. 2001 [105]) .....	127
<b>Tabelle 35:</b> Potenzial an fester Biomasse in Österreich (erweitert nach HAAS ET AL. 2001 [105]) .....	128
<b>Tabelle 36:</b> Ökologische Bewertung der Biomasse (HIRSCHBERGER 2006 [111]) .....	129
<b>Tabelle 37:</b> Deponie- und Klärgaspotenzial in Österreich (HAAS ET AL. 2001 [105]) .....	129
<b>Tabelle 38:</b> Energieerträge ausgewählter Energiepflanzen (FNR 2006 [82]) .....	131
<b>Tabelle 39:</b> Veränderungen der Energieerträge 2005 - 2015 (FNR 2006 [82]) .....	131
<b>Tabelle 40:</b> Flächeneffizienz und Kraftstoffenergieertrag (BMLFUW 2006c [38]) .....	132
<b>Tabelle 41:</b> Erforderliche landwirtschaftliche Fläche in Abhängigkeit der Kulturform (BOSSEL 1994 [17]) .....	144
<b>Tabelle 42:</b> Flächenmodelle und notwendige landwirtschaftliche Mindestfläche für die Ernährung .....	146
<b>Tabelle 43:</b> Global verfügbare landwirtschaftliche Nutzfläche (eigene Darstellung, Daten: BMLFUW 2004b [34]) .....	148
<b>Tabelle 44:</b> Potenzielle landwirtschaftliche Nutzflächen für die Lebensmittel- und Biokraftstoffproduktion in Österreich (eigene Darstellung, Daten: BMLFUW 2006a [36]) .....	150
<b>Tabelle 45:</b> Theoretischer Flächenanspruch an Acker- und Grünland für die Lebensmittelproduktion (eigene Berechnung 2007, Daten: Seemüller 2000 [181]) .....	151
<b>Tabelle 46:</b> Aufteilung des theoretischen Flächenpotenzials für den Energiepflanzenanbau in Acker- und Grünland im Jahr 2020 .....	151
<b>Tabelle 47:</b> Maximale Anbaukonzentration für einzelne Feldfruchtarten in [%] der Ackerfläche (verändert nach BAEUMER 1994 [13]) .....	153
<b>Tabelle 48:</b> Bewertung unterschiedlicher Fruchtartenkombinationen (GEBEL und RULAND 2002 [97]) .....	154
<b>Tabelle 49:</b> Reststoffe zur Bioethanolherstellung (verändert nach FNR (2007 [83]) .....	154
<b>Tabelle 50:</b> Theoretische Bruttokraftstoffenergieerträge ausgewählter Energiepflanzen (verändert nach FNR 2006 [82]) .....	155
<b>Tabelle 51:</b> Charakteristika von C3- und C4-Pflanzen (verändert nach SCHULZ und EDER 2006 [179]) .....	155
<b>Tabelle 52:</b> Mischfruchtanbau Mais-Sonnenblume (verändert nach Fa. Euralis Saaten 2004 nach SCHULZ und EDER 2006 [179]) .....	156

<b>Tabelle 53:</b> Theoretischer Biokraftstofftertrag bei ökologisch optimierter Fruchtfolge auf dem Ackerland der Energiefläche .....	156
<b>Tabelle 54:</b> Gesamter Biokraftstofftertrag bei ökologisch optimierter Fruchtfolge auf dem Ackerland der Energiefläche im Jahr 2020 .....	157
<b>Tabelle 55:</b> Theoretischer Biokraftstofftertrag bei Biokraftstoff ertragsmaximierter Fruchtfolge auf dem Ackerland der Energiefläche.....	157
<b>Tabelle 56:</b> Biokraftstofftertrag bei Biomethan ertragsmaximierter Fruchtfolge auf dem Ackerland der Energiefläche im Jahr 2020 .....	157
<b>Tabelle 57:</b> Maximaler Biomethanertrag auf dem Ackerland der Energiefläche im Jahr 2020 .....	158
<b>Tabelle 58:</b> Biomethanertrag auf dem Grünland der Energiefläche im Jahr 2020 .....	158
<b>Tabelle 59:</b> Durchschnittliche Biogaserträge aus Exkrementen verschiedener Tierarten (SCHULZ und EDER 2001 [178]).....	160
<b>Tabelle 60:</b> Gesamter Biogasertrag aus Exkrementen ausgewählter Tierarten in Österreich .....	161
<b>Tabelle 61:</b> Biokraftstoffproduktion aus Biogas aus tierischen Exkrementen.....	161
<b>Tabelle 62:</b> Biogene Reststoffe zur Biokraftstoffproduktion bei unterschiedlichen Verwertungsgraden.....	161
<b>Tabelle 63:</b> Kraftstoffverbräuche 2005 und 2020 nach Fahrzeugkategorie (eigene Berechnung; Daten: HBEFA 2.1).....	163
<b>Tabelle 64:</b> Österreichischer Kraftstoffverbrauch 2005 inklusive und exklusive prognostiziertem Tanktourismus (verändert nach UMWELTBUNDESAMT 2007b [216]) ...	163
<b>Tabelle 65:</b> Gegenüberstellung des österreichischen Kraftstoffverbrauchs 2005 [Mio. to] (exklusive prognostiziertem Tanktourismus).....	164
<b>Tabelle 66:</b> Fahrleistungsprognosen für den Individualverkehr im Jahr 2020.....	165
<b>Tabelle 67:</b> Kraftstoffnachfrageszenarien für den Individualverkehr im Jahr 2020.....	166
<b>Tabelle 68:</b> Umrechnung der Kraftstoffe auf Dieseläquivalent (erweitert nach BGBl. Nr. 417/2004 [30]) .....	167
<b>Tabelle 69:</b> Spezifische Einsparung von CO <sub>2</sub> -Emissionen ausgewählter Biokraftstoffe bei 100 % Substitution fossiler Kraftstoffe (verändert nach FNR 2006 [82]) .....	167
<b>Tabelle 70:</b> Gesamter theoretischer Biokraftstofftertrag bei ökologisch optimierter Fruchtfolge im Jahr 2020 .....	168
<b>Tabelle 71:</b> Gesamter theoretischer Biokraftstofftertrag bei Biokraftstoff ertragsmaximierter Fruchtfolge im Jahr 2020.....	168
<b>Tabelle 72:</b> Gesamter theoretischer Biokraftstofftertrag bei Biomethan ertragsmaximierter Fruchtfolge im Jahr 2020.....	169
<b>Tabelle 73:</b> Übersicht der Biokraftstoffproduktionsszenarien im Jahr 2020 nach Fruchtfolge- und Flächenmodell.....	169
<b>Tabelle 74:</b> Prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage 2020 gemäß nationalem Biomasseaktionsplan (eigene Berechnung; Daten UMWELTBUNDESAMT 2007b [216] und BMLFUW 2006c [38]) .....	169
<b>Tabelle 75:</b> Prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage und direkte CO <sub>2</sub> -Emissionen im Jahr 2020 bei unterschiedlichen Kraftstoffnachfrageszenarien und Fahrleistungsprognosen .....	171

**Tabelle 76:** Minimale und maximale prognostizierte fossile Kraftstoffsubstitutionspotenziale  
im Jahr 2020 .....184

**Tabelle 77:** Minimale und maximale prognostizierte CO<sub>2</sub>-Einsparpotenziale im Jahr 2020 184

## 11 Abbildungsverzeichnis

<b>Abbildung 1:</b> Hubbert-Kurve (GERLING 2005a [99]) .....	16
<b>Abbildung 2:</b> Welölförderung (Analyse und Prognose) [Gigabarrel Öl/a] (ZITTEL 2006a [246]) .....	17
<b>Abbildung 3:</b> Ölförderung der Staaten außerhalb der OPEC (Analyse und Prognose) (ZITTEL 2006a [246]) .....	19
<b>Abbildung 4:</b> Weltweite Ölsand- und Schwerstölvorkommen (GERLING 2005b [100]) .....	20
<b>Abbildung 5:</b> Abbau von Ölschiefer (GERLING 2005b [100]) .....	21
<b>Abbildung 6:</b> Weltweite Ölförderung im Jahr 2005 (ASPO 2006 [11]) .....	21
<b>Abbildung 7:</b> Mögliche Ölproduktions-Szenarien (DEUTSCHE BP (BP) 2006a [49]) .....	22
<b>Abbildung 8:</b> Alternativer Weltenergieausblick (Analyse und Prognose) (ZITTEL 2006a [246]) .....	23
<b>Abbildung 9:</b> Entwicklung des Erdölpreises am Weltmarkt (ZITTEL 2005 [245]) .....	25
<b>Abbildung 10:</b> Gesamtbruttoinlandsverbrauch in Österreich (eigene Darstellung, Daten: STATISTIK AUSTRIA 2006d [192] und STATISTIK AUSTRIA 2007a [193]) .....	26
<b>Abbildung 11:</b> Anteil erneuerbarer Energieträger am Bruttoinlandsverbrauch (eigene Darstellung, Daten: STATISTIK AUSTRIA 2007a [193]) .....	27
<b>Abbildung 12:</b> Bruttoinlandsverbrauch „sonstiger“ erneuerbarer Energieträger 2003 (eigene Darstellung, Daten: SIMADER, NEMESTOTHY 2006 [183]) .....	27
<b>Abbildung 13:</b> Energetischer Endverbrauch Österreichs 2005 (eigene Darstellung, Daten: STATISTIK AUSTRIA 2006c [191]) .....	28
<b>Abbildung 14:</b> Verlust- und Nutzenergie 2000 (eigene Darstellung, Daten: E.V.A. 2003a [61]) .....	30
<b>Abbildung 15:</b> Verbrauch an Mineralölprodukten in Österreich (eigene Darstellung, Daten: STATISTIK AUSTRIA 2006d [192]) .....	31
<b>Abbildung 16:</b> Entwicklung der fossilen Tankstellenpreise in Österreich (nominal) (eigene Darstellung, Daten: ÖAMTC 2006 [145]) .....	36
<b>Abbildung 17:</b> Entwicklung der fossilen Tankstellenpreise in Österreich (real) (WKÖ 2005 [238]) .....	37
<b>Abbildung 18:</b> Entwicklung des Preises von Biodiesel an Tankstellen (eigene Darstellung, Daten: (ÖAMTC 2006 [145]) .....	38
<b>Abbildung 19:</b> Differenz des nominellen Diesel- und Biodieselpreises an österreichischen Tankstellen (eigene Darstellung, Daten: BMWA 2006 [42] und (ÖAMTC 2006 [145]) ..	39
<b>Abbildung 20:</b> Bruttoinlandsverbrauch biogener Brenn- und Kraftstoffe in Österreich (eigene Darstellung, Daten: STATISTIK AUSTRIA 2007a [193]) .....	40
<b>Abbildung 21:</b> Kapazität und tatsächliche Produktion der Biodieselproduktionsanlagen in Österreich (eigene Darstellung, Daten: BLT 2006 [28] und aus PROIDL 2006 [157]) ..	41
<b>Abbildung 22:</b> Lage der Biodieselproduktionsanlagen in Österreich (BLT 2006 [28]) .....	41
<b>Abbildung 23:</b> Entwicklung der Biodieselproduktionskapazität gesamt (inkl. Schätzung für 2007 und 2008) (eigene Darstellung, Daten: WKÖ 2006 [239]) .....	43
<b>Abbildung 24:</b> Möglichkeiten der Biomethanproduktion (THRÄN ET AL. 2007 [203]) .....	44

<b>Abbildung 25:</b> Verteilung der Standorte der Biogasanlagen in Österreich (PÖTSCH 2006 [158]) .....	45
<b>Abbildung 26:</b> Entwicklung der Biogasanlagen in Österreich (WALLA 2006 [226]) .....	46
<b>Abbildung 27:</b> Versuchsanlage Güssing (HOFBAUER 2005 [112]) .....	48
<b>Abbildung 28:</b> Mittlere Abgaszusammensetzung der wichtigsten Komponenten von Dieselmotoren beim heutigen Stand der Technik (in Gewichtsprozent) (eigene Darstellung, Daten: LENZ 2006 [134]).....	50
<b>Abbildung 29:</b> Mittlere Abgaszusammensetzung der wichtigsten Komponenten von Ottomotoren beim heutigen Stand der Technik (in Gewichtsprozent) (eigene Darstellung, Daten: LENZ 2006 [134]).....	50
<b>Abbildung 30:</b> Verlauf der globalen Mitteltemperatur und des atmosphärischen CO <sub>2</sub> -Gehaltes seit Mitte des 19. Jahrhunderts (FUCHS 2005 [92] nach IPCC).....	51
<b>Abbildung 31:</b> Entwicklung der Treibhausgasemissionen in Österreich (UMWELTBUNDESAMT 2007 [215]) .....	52
<b>Abbildung 32:</b> Treibhausgasentwicklung im Verkehr (UMWELTBUNDESAMT 2007a [215])	53
<b>Abbildung 33:</b> Entwicklung der spezifischen CO <sub>2</sub> -Emissionen von Neuzulassungen von ACEA, JAMA und KAMA (EUROPÄISCHE KOMMISSION 2007a [78]) .....	58
<b>Abbildung 34:</b> Durchschnittlicher spezifischer CO <sub>2</sub> -Ausstoß der 2006 in Europa verkauften Neuwagen (eigene Darstellung, Daten: SCHÖPF 2007 [177]).....	59
<b>Abbildung 35:</b> Spezifische CO <sub>2</sub> -Emissionen von Neuzulassungen 2005 (UMWELTBUNDESAMT 2005 [209]) .....	60
<b>Abbildung 36:</b> CO <sub>2</sub> -Verbraucherinformationen für den Autokauf (Labelling) (UMWELTBUNDESAMT 2005 [209]) .....	61
<b>Abbildung 37:</b> Emissionsentwicklung 1990 - 2005 (eigene Darstellung, Daten: UMWELTBUNDESAMT 2007a [215]) .....	62
<b>Abbildung 38:</b> Sektorale Emissionen 1990 (Kyoto-Basisjahr) (in Gewichtsprozent) (eigene Darstellung, Daten: UMWELTBUNDESAMT 2007a [215]) .....	62
<b>Abbildung 39:</b> Sektorale Emissionen 2005 (in Gewichtsprozent) (eigene Darstellung, Daten: UMWELTBUNDESAMT 2007 [215]) .....	63
<b>Abbildung 40:</b> Entwicklung der CO <sub>2</sub> -Emissionen in Österreich (eigene Darstellung, Daten: STATISTIK AUSTRIA 2006d [192]) .....	63
<b>Abbildung 41:</b> CO <sub>2</sub> -Emissionen im Verkehr und (progn.) Tanktourismus (UMWELTBUNDESAMT 2007a [215]) .....	64
<b>Abbildung 42:</b> Entwicklung der CH <sub>4</sub> -Emissionen in Österreich (eigene Darstellung, Daten: STATISTIK AUSTRIA 2006d [192]) .....	65
<b>Abbildung 43:</b> Entwicklung der CO-Emissionen in Österreich (eigene Darstellung, Daten: STATISTIK AUSTRIA 2006d [192]).....	65
<b>Abbildung 44:</b> Entwicklung der NH <sub>3</sub> -Emissionen in Österreich (eigene Darstellung, Daten: STATISTIK AUSTRIA 2006d [192]) .....	66
<b>Abbildung 45:</b> Entwicklung der NH <sub>3</sub> -Emissionen in Österreich (ohne Landwirtschaft) (eigene Darstellung, Daten: STATISTIK AUSTRIA 2006d [192]).....	66
<b>Abbildung 46:</b> Entwicklung der NMVOC-Emissionen in Österreich (eigene Darstellung, Daten: STATISTIK AUSTRIA 2006d [192]) .....	67

<b>Abbildung 47:</b> Kraftfahrzeugbestand 1948 - 2006 (eigene Darstellung, Daten: STATISTIK AUSTRIA 1975 [185], STATISTIK AUSTRIA 2007b [194] und ÖGHK 2006b [148]) .....	69
<b>Abbildung 48:</b> Elektrofahrzeuge in Österreich 1980 – 2005 (eigene Darstellung, Daten: ÖGHK 2006b [148] und STATISTIK AUSTRIA 2006a [189]).....	70
<b>Abbildung 49:</b> Kfz-Neuzulassungen in Österreich (eigene Darstellung, Daten: UMWELTBUNDESAMT 2004a [206]) .....	71
<b>Abbildung 50:</b> Entwicklung der Pkw-Motorisierung 1965 - 2005 (eigene Darstellung, Daten: (BMVIT 2002 [39], VVO 2004 [220] und STATISTIK AUSTRIA 2006d [192]) .....	72
<b>Abbildung 51:</b> Aufteilung der Verkehrsmittelaufteilung im Personenverkehr (Modal Split) 2005 in Österreich (eigene Darstellung, Daten: UMWELTBUNDESAMT 2007a [215])....	73
<b>Abbildung 52:</b> Entwicklung der modellierten Verkehrsleistung in Österreich 1980 - 2002 (UMWELTBUNDESAMT 2004b [207]) .....	74
<b>Abbildung 53:</b> Modellierter Energieverbrauch des Verkehrssektors in Österreich 1980 - 2002 (UMWELTBUNDESAMT 2004b [207]) .....	76
<b>Abbildung 54:</b> Modellierter Kraftstoffverbrauch in Österreich 1990 - 2005 (UMWELTBUNDESAMT 2007b [216]) .....	76
<b>Abbildung 55:</b> Prognostizierte Entwicklung des Tanktourismus in Österreich (UMWELTBUNDESAMT 2007b [216]) .....	77
<b>Abbildung 56:</b> Durchschnittlicher Energieverbrauch je Personenkilometer (eigene Darstellung, Daten: HEINDLER ET AL. 1997 [109] und SAMMER ET AL. 2006 [172]) .....	77
<b>Abbildung 57:</b> CO <sub>2</sub> -Emissionen und Fahrzeuggewicht (GRUDEN 2007a [102]) .....	79
<b>Abbildung 58:</b> Szenario zukünftige Gesamtgewichte fahrbereiter Fahrzeuge unterschiedlicher Antriebsarten mit der „Technologie 2020“ (eigene Darstellung, Daten: HAUSBERGER 2003 [108]) .....	80
<b>Abbildung 59:</b> Entwicklung des Kraftstoffverbrauchs bei Neuwagen in Österreich 1970 - 2003 (TU Graz, Enerdata nach RAIMUND 2006 [161]) .....	80
<b>Abbildung 60:</b> Emissionsgrenzwerte für Fahrzeuge in Kalifornien (CAR02 nach HERGEMÖLLER 2004 [110]) .....	82
<b>Abbildung 61:</b> Bivalentes Antriebssystem eines modernen Fahrzeuges (OMV 2007 [151]) .....	84
<b>Abbildung 62:</b> Gewichtsverteilung in einem Mittelklassefahrzeug (eigene Darstellung, Daten: SCHÖPF 2007 [177]).....	86
<b>Abbildung 63:</b> Materialverteilung in einem Mittelklassefahrzeug (in Gewichts-%) (eigene Darstellung, Daten: SCHÖPF 2007 [177]).....	86
<b>Abbildung 64:</b> Kraftstoffverbrauch und Durchschnittsgeschwindigkeit (GRUDEN 2007a [102]) .....	88
<b>Abbildung 65:</b> Entwicklung des Acker- und Grünlandes (AWI 2007a [25]) .....	89
<b>Abbildung 66:</b> Flächenverteilung 2003 Gesamt (eigene Darstellung, Daten: BMLFUW 2006a [36]) .....	90
<b>Abbildung 67:</b> Landwirtschaftliche Flächennutzung 2003 [ha] (eigene Darstellung, Daten: BMLFUW 2006a [36]) .....	90
<b>Abbildung 68:</b> Dauergrünlandnutzung 2003 (eigene Darstellung, Daten: BMLFUW 2006a [36]) .....	91

<b>Abbildung 69:</b> Ackerlandnutzung 2005 (eigene Darstellung, Daten: BMLFUW 2006a [36])	92
<b>Abbildung 70:</b> Sonstig genutzte Flächen 2003 (eigene Darstellung, Daten: BMLFUW 2006a [36])	92
<b>Abbildung 71:</b> Entwicklung der Fläche für Nachwachsende Rohstoffe (eigene Darstellung, Daten: BMLFUW 2006a [36])	93
<b>Abbildung 72:</b> Entwicklung der Bau- und Verkehrsflächen in Österreich (eigene Darstellung, Daten: UMWELTBUNDESAMT 2006c [213])	94
<b>Abbildung 73:</b> Entwicklung der Bevölkerung gesamt (Stand 2006) (STATISTIK AUSTRIA 2006d [192])	95
<b>Abbildung 74:</b> Entwicklung des Kfz-Bestandes 1950 - 2020 (Analyse und Prognose) (HAUSBERGER 2003 [108])	97
<b>Abbildung 75:</b> Fahrzeugentwicklung 1970 - 2010 (Analyse und Prognose) (UMWELTBUNDESAMT 2003 [205])	97
<b>Abbildung 76:</b> Anteile der PKW-Antriebstechnologien 1985 - 2035 (Analyse und Prognose) (SAMMER ET AL. 2004 [171])	98
<b>Abbildung 77:</b> Anteil alternativer Kraftstoffe 2000 - 2030 (Analyse und Prognose) (DEMEL 2004 [47])	99
<b>Abbildung 78:</b> Entwicklung der Fahrleistungen der PKW nach Motorenkonzept 1980 - 2030 (Analyse und Prognose) (UMWELTBUNDESAMT 2001 [204])	100
<b>Abbildung 79:</b> Entwicklung der Fahrleistung 1970 - 2010 (Analyse und Prognose) (UMWELTBUNDESAMT 2003 [205])	101
<b>Abbildung 80:</b> Entwicklung der Jahresfahrleistungen 1971 - 2020 (Analyse und Prognose) (HAUSBERGER ET AL. 1996 [107])	101
<b>Abbildung 81:</b> Prognose der Jahresfahrleistungen bis 2020 (inkl. Tanktourismus) für Österreich (Analyse und Prognose) (eigene Darstellung, Daten: EICHLSEDER und HAUSBERGER 2005 [59])	102
<b>Abbildung 82:</b> Entwicklung der Personenkilometerleistung nach Kategorie 1980 - 2030 (Analyse und Prognose) (UMWELTBUNDESAMT 2001 [204])	103
<b>Abbildung 83:</b> Entwicklung der Personenkilometerleistung 1950 - 2020 (Analyse und Prognose) (HAUSBERGER 2003 [108])	104
<b>Abbildung 84:</b> Entwicklung der Personenverkehrsleistung 1971 - 2020 (Analyse und Prognose) (HAUSBERGER ET AL. 1996 [107])	104
<b>Abbildung 85:</b> Entwicklung des Energieverbrauchs nach Fahrzeugkategorien 1980 - 2030 (Analyse und Prognose) (UMWELTBUNDESAMT 2001 [204])	105
<b>Abbildung 86:</b> Entwicklung des Energieverbrauchs im Verkehr 1950 - 2020 (Analyse und Prognose) (HAUSBERGER 2003 [108])	106
<b>Abbildung 87:</b> Entwicklung des Kraftstoffverbrauchs 1970 - 2010 (Analyse und Prognose) (UMWELTBUNDESAMT 2003 [205])	107
<b>Abbildung 88:</b> Kraftstoffverbrauch 2002 und 2010 nach Verkehrsart (UMWELTBUNDESAMT 2003 [205])	108
<b>Abbildung 89:</b> Zukünftige spezifische Kraftstoffverbräuche unterschiedlicher Antriebsarten mit der „Technologie 2020“ (eigene Darstellung, Daten: HAUSBERGER 2003 [108])	109

<b>Abbildung 90:</b> Mengenbedarf an Bio- und alternativen Kraftstoffen 2004 - 2020 (Analyse und Prognose) (BMLFUW 2006c [38]) .....	111
<b>Abbildung 91:</b> Österreichisches Kraftstoffszenario 2005 - 2020 (Analyse und Prognose) (PLANK 2004 [154]) .....	112
<b>Abbildung 92:</b> Kraftstoffkonsum der PKW-Flotte 1990 - 2020 (Analyse und Prognose) (SHELL 2003 [182]).....	113
<b>Abbildung 93:</b> Entwicklung der CO <sub>2</sub> -Emissionen nach Fahrzeugkategorie 1980 - 2030 (Analyse und Prognose) (UMWELTBUNDESAMT 2001 [204]) .....	114
<b>Abbildung 94:</b> Entwicklung der CO <sub>2</sub> -Emissionen im Verkehr 1950 – 2020 (Analyse und Prognose) (HAUSBERGER 2003 [108]) .....	115
<b>Abbildung 95:</b> Treibhausgasemissionen 2002 und 2020 für Benzin- und Dieselsubstitute (eigene Darstellung, Daten: UMWELTBUNDESAMT 2003 [205]) .....	116
<b>Abbildung 96:</b> Entwicklung der CO <sub>2</sub> -Emissionen im Verkehr 1970 - 2020 (Analyse und Prognose) (HAUSBERGER ET AL. 1996 [107]).....	116
<b>Abbildung 97:</b> Landwirtschaftlicher Flächen- und Biomasse-Rohstoffbedarf für Biokraftstoffe in Österreich 2005 - 2010 (JUNGMEIER ET AL. 2003 [120]).....	118
<b>Abbildung 98:</b> Landwirtschaftlicher Flächenbedarf für Biokraftstoffe nach unterschiedlichen Szenarien (eigene Darstellung, Daten: JUNGMEIER ET AL. 2003 [120]) .....	118
<b>Abbildung 99:</b> Rückgang des Rinderbestandes in Österreich (eigene Darstellung, Daten: AWI 2007b [26]).....	126
<b>Abbildung 100:</b> Bandbreite der Nettoenergieerträge ausgewählter Biokraftstoffe pro Hektar (SCHINDLER, WEINDORF 2003 [174]).....	130
<b>Abbildung 101:</b> Übersicht des Modells .....	138
<b>Abbildung 102:</b> Inlandsverbrauch und menschlicher Verzehr an Fleisch (eigene Darstellung, Daten: STATISTIK AUSTRIA - AMA 2007 [197]).....	140
<b>Abbildung 103:</b> Entwicklung des Fleischverbrauchs in Österreich (eigene Darstellung, Daten: AWI 2007c [27]).....	141
<b>Abbildung 104:</b> Entwicklung des Eier-, Milch- und Butterverbrauchs in Österreich (eigene Darstellung, Daten: AWI 2007c [27]) .....	141
<b>Abbildung 105:</b> Selbstversorgung von Fleisch und Getreide 1996 - 2005 (eigene Darstellung, Daten: STATISTIK AUSTRIA - AMA 2007 [197]).....	142
<b>Abbildung 106:</b> Pflanzlicher Anteil in der Ernährung ausgewählter Staaten (eigene Darstellung, Daten: FAO 2007 [88]).....	143
<b>Abbildung 107:</b> Zusammensetzung des Lebensmittelverbrauchs in Österreich (eigene Darstellung, Daten: FAO 2007 [88]).....	143
<b>Abbildung 108:</b> Flächenbedarf für die Lebensmittelproduktion unterschiedlicher Landbewirtschaftungssysteme (eigene Darstellung, Daten: SEEMÜLLER 2000 [181]) .....	145
<b>Abbildung 109:</b> Hektarerträge ausgewählter Feldfrüchte (eigene Darstellung, Daten: AWI 2006 [24]) .....	148
<b>Abbildung 110:</b> Ökologischer Fußabdruck für Österreich 2003 (eigene Darstellung, Daten: WWF 2006 [236]) .....	149
<b>Abbildung 111:</b> Angenommene Rahmenbedingungen der Biokraftstoffproduktionsszenarien .....	150

<b>Abbildung 112:</b> Biomasseherkunft für die Biokraftstoffproduktion.....	152
<b>Abbildung 113:</b> Viehbestand in Österreich (eigene Darstellung, Daten: BMLFUW 2006a [36]) .....	160
<b>Abbildung 114:</b> Relative Aufteilung der Jahresfahrleistung und des Kraftstoffverbrauchs auf die einzelnen Fahrzeugkategorien 2005 (eigene Berechnung, Daten: EICHLSEDER und HAUSBERGER 2006 [60] und HBEFA 2.1) .....	164
<b>Abbildung 115:</b> Prognosen der Jahresfahrleistungen für das Jahr 2020 (exkl. progn. Tanktourismus) (eigene Berechnung, Daten: EICHLSEDER und HAUSBERGER 2006 [60]) .....	166
<b>Abbildung 116:</b> Prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage im Jahr 2020 (exkl. prog. Tanktourismus) der Fahrleistungsprognose „WM“ .....	172
<b>Abbildung 117:</b> Prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage im Jahr 2020 (exkl. prog. Tanktourismus) der Fahrleistungsprognose „WM low“ .....	173
<b>Abbildung 118:</b> Prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage im Jahr 2020 (exkl. prog. Tanktourismus) der Fahrleistungsprognose „WM high“ .....	174
<b>Abbildung 119:</b> Prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage im Jahr 2020 (exkl. prog. Tanktourismus) der Fahrleistungsprognose „WAM“ .....	175
<b>Abbildung 120:</b> Direkte CO <sub>2</sub> -Emissionen unterschiedlicher prognostizierter fossiler Kraftstoffnachfrageszenarien im Jahr 2020.....	176
<b>Abbildung 121:</b> Prognostiziertes fossiles Kraftstoffsubstitutions- und CO <sub>2</sub> -Einsparpotenzial bei einem theoretischen Flächenbedarf für die Ernährung von 1.500 m <sup>2</sup> /Person und ökologisch optimierter Fruchtfolge bei der Fahrleistungsprognose „WM high“ im Jahr 2020.....	177
<b>Abbildung 122:</b> Prognostiziertes fossiles Kraftstoffsubstitutions- und CO <sub>2</sub> -Einsparpotenzial bei einem theoretischen Flächenbedarf für die Ernährung von 1.500 m <sup>2</sup> /Person und ökologisch optimierter Fruchtfolge bei der Fahrleistungsprognose „WAM“ im Jahr 2020.....	177
<b>Abbildung 123:</b> Prognostiziertes fossiles Kraftstoffsubstitutions- und CO <sub>2</sub> -Einsparpotenzial bei einem theoretischen Flächenbedarf für die Ernährung von 1.500 m <sup>2</sup> /Person und Biokraftstoff ertragsmaximierter Fruchtfolge bei der Fahrleistungsprognose „WM high“ im Jahr 2020.....	178
<b>Abbildung 124:</b> Prognostiziertes fossiles Kraftstoffsubstitutions- und CO <sub>2</sub> -Einsparpotenzial bei einem theoretischen Flächenbedarf für die Ernährung von 1.500 m <sup>2</sup> /Person und Biokraftstoff ertragsmaximierter Fruchtfolge bei der Fahrleistungsprognose „WAM“ im Jahr 2020 .....	178
<b>Abbildung 125:</b> Prognostiziertes fossiles Kraftstoffsubstitutions- und CO <sub>2</sub> -Einsparpotenzial bei einem theoretischen Flächenbedarf für die Ernährung von 1.500 m <sup>2</sup> /Person und Biomethan ertragsmaximierter Fruchtfolge bei der Fahrleistungsprognose „WM high“ im Jahr 2020.....	179
<b>Abbildung 126:</b> Prognostiziertes fossiles Kraftstoffsubstitutions- und CO <sub>2</sub> -Einsparpotenzial bei einem theoretischen Flächenbedarf für die Ernährung von 1.500 m <sup>2</sup> /Person und Biomethan ertragsmaximierter Fruchtfolge bei der Fahrleistungsprognose „WAM“ im Jahr 2020 .....	179
<b>Abbildung 127:</b> Prognostiziertes fossiles Kraftstoffsubstitutions- und CO <sub>2</sub> -Einsparpotenzial bei einem theoretischen Flächenbedarf für die Ernährung von 2.000 m <sup>2</sup> /Person und ökologisch optimierter Fruchtfolge bei der Fahrleistungsprognose „WM high“ im Jahr 2020.....	180

**Abbildung 128:** Prognostiziertes fossiles Kraftstoffsubstitutions- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial bei einem theoretischen Flächenbedarf für die Ernährung von 2.000 m<sup>2</sup>/Person und ökologisch optimierter Fruchtfolge bei der Fahrleistungsprognose „WAM“ im Jahr 2020 ..... 181

**Abbildung 129:** Prognostiziertes fossiles Kraftstoffsubstitutions- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial bei einem theoretischen Flächenbedarf für die Ernährung von 2.000 m<sup>2</sup>/Person und Biokraftstoff ertragsmaximierter Fruchtfolge bei der Fahrleistungsprognose „WM high“ im Jahr 2020 ..... 181

**Abbildung 130:** Prognostiziertes fossiles Kraftstoffsubstitutions- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial bei einem theoretischen Flächenbedarf für die Ernährung von 2.000 m<sup>2</sup>/Person und Biokraftstoff ertragsmaximierter Fruchtfolge bei der Fahrleistungsprognose „WAM“ im Jahr 2020 ..... 182

**Abbildung 131:** Prognostiziertes fossiles Kraftstoffsubstitutions- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial bei einem theoretischen Flächenbedarf für die Ernährung von 2.000 m<sup>2</sup>/Person und Biomethan ertragsmaximierter Fruchtfolge bei der Fahrleistungsprognose „WM high“ im Jahr 2020 ..... 182

**Abbildung 132:** Prognostiziertes fossiles Kraftstoffsubstitutions- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial bei einem theoretischen Flächenbedarf für die Ernährung von 2.000 m<sup>2</sup>/Person und Biomethan ertragsmaximierter Fruchtfolge bei der Fahrleistungsprognose „WAM“ im Jahr 2020 ..... 183

## 12 Anhang

<b>Anhang I:</b> Im Verkehr etwas bewegen (EUROPÄISCHE KOMMISSION 2006c [75]) .....	225
<b>Anhang II:</b> Kraftfahrzeug-Bestand 1948 bis 2006 (eigene Darstellung, Daten: STATISTIK AUSTRIA 1975 [185], STATISTIK AUSTRIA 2007b [194] und ÖGHK 2006b [148]) .....	226
<b>Anhang III:</b> Gegenüberstellung von Verbrauch und Verzehr von Lebensmitteln 2002 (LEBENSMINISTERIUM 2003 [130]) .....	227
<b>Anhang IV:</b> Versorgungsbilanz Fleisch 1996 - 2005 (STATISTIK AUSTRIA - AMA 2007 [197]) .....	228
<b>Anhang V:</b> Versorgungsbilanz Geflügel 1996 - 2005 (STATISTIK AUSTRIA - AMA 2007 [197]) .....	229
<b>Anhang VI:</b> Versorgungsbilanz Rind- und Kalbfleisch 1996 - 2005 (STATISTIK Austria - AMA 2007 [197]).....	230
<b>Anhang VII:</b> Versorgungsbilanz Schweinefleisch 1996 - 2005 (STATISTIK AUSTRIA - AMA 2007 [197]) .....	231
<b>Anhang VIII:</b> Versorgungsbilanz Schaf- und Ziegenfleisch 1996 - 2005 (STATISTIK AUSTRIA - AMA 2007 [197]).....	232
<b>Anhang IX:</b> Versorgungsbilanz Pferdefleisch 1996 - 2005 (STATISTIK AUSTRIA - AMA 2007 [197]) .....	233
<b>Anhang X:</b> Versorgungsbilanz Hülsenfrüchte 1996 - 2005 (STATISTIK AUSTRIA - AMA 2007 [197]) .....	234
<b>Anhang XI:</b> Versorgungsbilanz Getreide 1995/1996 - 2005/2006 (STATISTIK AUSTRIA - AMA 2007 [197]).....	234
<b>Anhang XII:</b> Versorgungsbilanz Weichweizen 1995/1996 - 2005/2006 (STATISTIK AUSTRIA - AMA 2007 [197]).....	235
<b>Anhang XIII:</b> Versorgungsbilanz Hartweizen 1995/1996 - 2005/2006 (STATISTIK AUSTRIA - AMA 2007 [197]).....	236
<b>Anhang XIV:</b> Versorgungsbilanz Roggen 1995/1996 - 2005/2006 (STATISTIK AUSTRIA - AMA 2007 [197]).....	237
<b>Anhang XV:</b> Versorgungsbilanz Gerste 1995/1996 - 2005/2006 (STATISTIK AUSTRIA - AMA 2007 [197]).....	238
<b>Anhang XVI:</b> Versorgungsbilanz Hafer 1995/1996 - 2005/2006 (STATISTIK AUSTRIA - AMA 2007 [197]) .....	239
<b>Anhang XVII:</b> Versorgungsbilanz anderes Getreide 1995/1996 - 2005/2006 (STATISTIK AUSTRIA - AMA 2007 [197]).....	240
<b>Anhang XVIII:</b> Versorgungsbilanz Erdäpfel und Erdäpfelstärke 2002/2003 - 2005/2006 (STATISTIK AUSTRIA - AMA 2007 [197]).....	241
<b>Anhang XIX:</b> Versorgungsbilanz Zucker 1995/1996 - 2005/2006 (STATISTIK AUSTRIA - AMA 2007 [197]).....	242
<b>Anhang XX:</b> Versorgungsbilanz Rohmilch 1996 - 2005 (STATISTIK AUSTRIA - AMA 2007 [197]) .....	243
<b>Anhang XXI:</b> Versorgungsbilanz Konsummilch 1996 - 2005 (STATISTIK Austria - AMA 2007 [197]) .....	243

<b>Anhang XXII:</b> Versorgungsbilanz Eier 1996 - 2005 (STATISTIK AUSTRIA - AMA 2007 [197])	244
<b>Anhang XXIII:</b> Flächenbedarf für Österreich (Versorgungsbilanz 2005)	245
<b>Anhang XXIV:</b> Flächenbedarf für Österreich (Versorgungsbilanz 1996)	246
<b>Anhang XXV:</b> Zuordnung des theoretischen Flächenanspruchs für die Lebensmittelproduktion je Kulturfläche nach SEEMÜLLER (2000 [181])	247
<b>Anhang XXVI:</b> Theoretische Biokraftstoffträge alternativer ökologisch optimierter Fruchtfolgen auf dem Ackerland	248
<b>Anhang XXVII:</b> Theoretische Biokraftstoffträge alternativer Biokraftstoff ertragsmaximierte alternative Fruchtfolgen auf dem Ackerland	249
<b>Anhang XXVIII:</b> Versorgungsbilanz pflanzliche Öle 1996 - 2005 (STATISTIK AUSTRIA - AMA 2007 [197])	250
<b>Anhang XXIX:</b> Viehbestand in Österreich (BMLFUW 2006a [36])	251
<b>Anhang XXX:</b> Kraftstoffspezifische Kenndaten (verändert nach BGBl. Nr. 417/2004 [30])	252
<b>Anhang XXXI:</b> Kraftstoffverbrauch je Fahrzeugtyp für das Jahr 2005 (eigene Berechnung; Daten HBEFA 2.1)	253
<b>Anhang XXXII:</b> Kraftstoffverbrauch je Fahrzeugtyp für das Jahr 2020 (eigene Berechnung; Daten HBEFA 2.1)	255
<b>Anhang XXXIII:</b> Kraftstoffverbrauch im Jahr 2005 im Szenario HBEFA 2.1	257
<b>Anhang XXXIV:</b> Kraftstoffverbrauch im Jahr 2005 im Szenario Mikrozensus 2001	258
<b>Anhang XXXV:</b> Prognosen der Jahresfahrleistung (verändert nach EICHLSEDER und HAUSBERGER (2005 [59]))	259
<b>Anhang XXXVI:</b> Jahresfahrleistung für das Jahr 2020 der Fahrleistungsprognose WM 260	
<b>Anhang XXXVII:</b> Jahresfahrleistung für das Jahr 2020 der Fahrleistungsprognose WM low	261
<b>Anhang XXXVIII:</b> Jahresfahrleistung für das Jahr 2020 der Fahrleistungsprognose WM high	262
<b>Anhang XXXIX:</b> Jahresfahrleistung für das Jahr 2020 der Fahrleistungsprognose WAM	263
<b>Anhang XL:</b> Prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage für das Jahr 2020 im Szenario BAU der Fahrleistungsprognose WM	264
<b>Anhang XLI:</b> Prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage für das Jahr 2020 im Szenario 5- Liter-Auto (120 g CO <sub>2</sub> /km) der Fahrleistungsprognose WM	265
<b>Anhang XLII:</b> Prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage für das Jahr 2020 im Szenario 3- Liter-Auto (90 g CO <sub>2</sub> /km) der Fahrleistungsprognose WM	266
<b>Anhang XLIII:</b> Prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage für das Jahr 2020 im Szenario Gasfahrzeug der Fahrleistungsprognose WM	267
<b>Anhang XLIV:</b> Prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage für das Jahr 2020 im Szenario 10 % E-Fzg der Fahrleistungsprognose WM	268
<b>Anhang XLV:</b> Prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage für das Jahr 2020 im Szenario BAU der Fahrleistungsprognose WM low	269

<b>Anhang XLVI:</b> Prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage für das Jahr 2020 im Szenario 5-Liter-Auto (120 g CO <sub>2</sub> /km) der Fahrleistungsprognose WM low .....	270
<b>Anhang XLVII:</b> Prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage für das Jahr 2020 im Szenario 3-Liter-Auto (90 g CO <sub>2</sub> /km) der Fahrleistungsprognose WM low .....	271
<b>Anhang XLVIII:</b> Prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage für das Jahr 2020 im Szenario Gasfahrzeug der Fahrleistungsprognose WM low.....	272
<b>Anhang XLIX:</b> Prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage für das Jahr 2020 im Szenario 10 % E-Fzg der Fahrleistungsprognose WM low .....	273
<b>Anhang L:</b> Prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage für das Jahr 2020 im Szenario BAU der Fahrleistungsprognose WM high .....	274
<b>Anhang LI:</b> Prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage für das Jahr 2020 im Szenario 5-Liter-Auto (120 g CO <sub>2</sub> /km) der Fahrleistungsprognose WM high.....	275
<b>Anhang LII:</b> Prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage für das Jahr 2020 im Szenario 3-Liter-Auto (90 g CO <sub>2</sub> /km) der Fahrleistungsprognose WM high.....	276
<b>Anhang LIII:</b> Prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage für das Jahr 2020 im Szenario Gasfahrzeug der Fahrleistungsprognose WM high .....	277
<b>Anhang LIV:</b> Prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage für das Jahr 2020 im Szenario 10 % Elektrofahrzeuge der Fahrleistungsprognose WM high.....	278
<b>Anhang LV:</b> Prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage für das Jahr 2020 im Szenario BAU der Fahrleistungsprognose WAM .....	279
<b>Anhang LVI:</b> Prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage für das Jahr 2020 im Szenario 5-Liter-Auto (120 g CO <sub>2</sub> /km) der Fahrleistungsprognose WAM.....	280
<b>Anhang LVII:</b> Prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage für das Jahr 2020 im Szenario 3-Liter-Auto (90 g CO <sub>2</sub> /km) der Fahrleistungsprognose WAM.....	281
<b>Anhang LVIII:</b> Prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage für das Jahr 2020 im Szenario Gasfahrzeug der Fahrleistungsprognose WAM .....	282
<b>Anhang LIX:</b> Prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage für das Jahr 2020 im Szenario 10 % Elektrofahrzeuge der Fahrleistungsprognose WAM.....	283
<b>Anhang LX:</b> Übersicht der Szenarien.....	284
<b>Anhang LXI:</b> Kriterien für die ökologische Nachhaltigkeit von Biokraftstoffen und anderen flüssigen Brennstoffen (EUROPÄISCHE KOMMISSION 2007b [79]) .....	290
<b>Anhang LXII:</b> Nachhaltige Bewirtschaftung von Flächen (§ 2BioNachV 2007 [15]) .....	292
<b>Anhang LXIII:</b> Typische Werte und Standardwerte für Biokraftstoffe bei Herstellung ohne Nettokohlenstoffemission infolge geänderter Flächennutzung (EUROPÄISCHE KOMMISSION 2007b [79]).....	293

**Anhang I:** Im Verkehr etwas bewegen (EUROPÄISCHE KOMMISSION 2006c [75])

Anhang: Maßnahmenvorschläge

Anhang3:Im Verkehr etwas bewegen

- Maßnahmen, erforderlichenfalls auch legislativer Art, um durch ein umfassendes und schlüssiges Konzept das Ziel von 120 g CO<sub>2</sub>/km bis 2012 zu erreichen (2007-2011); dieses Ziel sollte ausgehend von dem durch freiwillige Vereinbarungen bis 2008/2009 erreichten Wert von 140 g CO<sub>2</sub>/km verwirklicht werden
- Intensivierung der Anstrengungen zur Entwicklung von Märkten für umweltfreundlichere, intelligentere sicherere und energieeffizientere Fahrzeuge im Anschluss an den Vorschlag der Kommission für eine Richtlinie über die Förderung sauberer Straßenfahrzeuge (KOM (2005) 634) (2007-2012)
- Unterstützung von EU-weiten Echtzeitinformationssystemen für Verkehrs- und Reiseinformationen und Verkehrsmanagement (2007-2012)
- Förderung der Bereitstellung von Finanzmitteln für die Markteinführung energieeffizienter Fahrzeuge (2007)
- Vorschlag zur Änderung der Richtlinie über die Bereitstellung von Informationen über den Kraftstoffverbrauch von Personenkraftwagen (1999/94/EG) (2007)
- Erteilung eines Mandats für eine europäische und internationale Norm für die Messung des Rollwiderstands von Reifen (2008)
- Hinwirken auf Mindestanforderungen an die Energieeffizienz von Klimaanlageanlagen in Kraftfahrzeugen (2007-2008)
- Vorschlag für ein Kennzeichnungssystem für Reifen (2008)
- Erleichterung von freiwilligen Vereinbarungen und Vorschläge für weitere Maßnahmen in Bezug auf präzise Reifendruckkontrollsysteme (2008-2009)
- Prüfung einer verbindlichen Vorschrift zur Ausrüstung von Neufahrzeugen mit Reifendruckkontrollsystemen (2008-2009)
- Vorlage eines Grünbuchs über den Stadtverkehr, um gemeinsame Lösungen auf der Grundlage erfolgreich erprobter konkreter Maßnahmen vorschlagen, etwa ggf. Infrastruktur- und Straßennutzungsentgelte sowie Überlastungsgebühren (2007)
- Vorlage von Gesetzesvorschlägen und Fördermaßnahmen zur Vereinheitlichung der Vorschriften zur Einbeziehung der Kraftstoffeffizienz in die Ausbildungspläne von Fahrschulen (2008)
- Förderung der Energieeffizienz im Luftverkehr im Rahmen von SESAR46
- Vorschlag für Rechtsakte zur Einbeziehung des Luftfahrtsektors in den EU-Emissionshandel (Ende 2006)
- Nutzung des Potenzials zur Optimierung der Reinigung von Schiffsrümpfen
- Realisierung von Einsparungen durch die landseitige Stromversorgung von Schiffen in Häfen durch Vorschlag eines entsprechenden Rechtsakts (2008-2009)
- Förderung des Kurzstreckenseeverkehrs und der Hochgeschwindigkeits-Seewege (2007/2012)
- Umsetzung des Rechtsrahmens für den Eisenbahntransport (2007).

**Anhang II: Kraftfahrzeug-Bestand 1948 bis 2006 (eigene Darstellung, Daten: STATISTIK AUSTRIA 1975 [185], STATISTIK AUSTRIA 2007b [194] und ÖGHK 2006b [148])**

Jahr	Kraftfahrzeuge							Anhänger	Straßenfahrzeuge insgesamt	
	Krafträder		Personenkraftwagen <sup>3)</sup>	Omni-busse	Lastkraftwagen <sup>4)</sup>	Zugmaschinen	Sonstige Kfz <sup>5)</sup>			insgesamt
	Motorfahrräder <sup>1)</sup>	Motorräder <sup>2)</sup>								
1948	-	98.916	34.382	1.927	35.869	11.702	2.985	185.781	13.642	199.423
1949	-	125.742	43.974	2.655	41.248	14.624	3.392	231.635	19.994	251.629
1950	-	139.035	51.314	3.269	43.870	17.763	3.648	258.899	25.528	284.427
1951	-	152.935	59.422	3.521	48.478	21.944	3.958	290.258	30.685	320.943
1952	-	164.102	65.533	3.626	48.979	28.421	4.212	314.873	34.465	349.338
1953	-	202.408	74.504	3.691	50.612	35.659	4.529	371.403	37.133	408.536
1954	42.015	248.980	91.963	3.898	55.765	43.354	4.842	490.827	40.145	530.972
1955	81.878	301.569	143.099	4.263	62.682	55.939	5.406	654.836	43.727	698.563
1956	160.079	327.006	187.938	4.412	65.379	72.240	5.917	822.971	47.172	870.143
1957	226.998	325.188	233.175	4.480	66.515	86.395	6.716	949.467	48.970	998.437
1958	289.268	322.344	286.051	4.557	69.059	100.083	8.850	1.080.212	51.637	1.131.849
1959	341.876	317.814	340.980	4.607	71.605	112.627	10.662	1.200.171	53.734	1.253.905
1960	384.164	304.089	404.042	4.815	74.414	125.718	13.867	1.311.109	55.389	1.366.498
1961	416.684	288.406	474.538	5.043	78.430	140.989	17.002	1.421.092	59.029	1.480.121
1962	439.769	267.205	556.757	5.226	83.432	155.685	20.171	1.528.245	62.467	1.590.712
1963	459.467	248.868	627.582	5.476	87.360	168.910	22.793	1.620.456	65.461	1.685.917
1964	475.683	227.535	702.034	5.655	91.614	182.236	25.190	1.710.007	68.809	1.778.816
1965	490.320	204.123	790.675	5.870	95.564	197.632	25.582	1.809.770	71.967	1.881.737
1966	496.423	180.835	881.642	6.131	101.041	210.691	26.209	1.902.972	75.344	1.978.316
1967	496.579	159.840	964.929	6.291	104.019	221.732	28.136	1.981.526	78.439	2.059.965
1968	489.747	139.649	1.056.290	6.429	107.126	230.880	27.286	2.057.407	81.416	2.138.823
1969	484.069	126.802	1.124.183	6.614	112.958	240.362	28.742	2.123.730	85.166	2.208.896
1970	482.945	113.146	1.196.584	6.804	121.048	250.381	30.113	2.201.021	89.199	2.290.220
1971	482.168	102.082	1.325.162	6.906	128.068	259.841	31.293	2.335.520	93.870	2.429.390
1972	486.601	92.656	1.460.163	7.269	137.805	269.813	32.222	2.486.529	100.782	2.587.311
1973	465.727	80.334	1.540.749	7.360	139.730	275.865	32.852	2.542.617	106.751	2.649.368
1974	467.580	80.458	1.635.926	7.704	143.841	283.914	33.583	2.653.016	115.586	2.768.602
1975	485.672	81.678	1.720.722	7.964	146.041	291.578	33.808	2.767.463	125.785	2.893.248
1976	515.815	82.211	1.828.050	8.143	150.990	299.968	34.147	2.919.324	138.939	3.058.263
1977	544.196	83.027	1.965.250	8.420	155.844	307.871	34.660	3.099.268	152.696	3.251.964
1978	546.109	83.928	2.040.268	8.509	162.387	315.454	35.250	3.191.905	163.957	3.355.862
1979	553.026	87.240	2.138.678	8.678	172.464	323.535	36.145	3.319.766	179.179	3.498.945
1980	483.137	90.967	2.246.950	8.890	183.724	333.396	37.338	3.384.492	194.425	3.578.917
1981	516.652	87.580	2.312.932	9.147	190.236	339.506	37.952	3.494.065	208.332	3.702.397
1982	539.543	81.084	2.361.071	9.184	192.987	345.280	38.672	3.567.821	220.474	3.788.295
1983	555.069	83.409	2.414.466	9.154	197.125	351.920	39.303	3.650.446	233.335	3.883.781
1984	561.269	84.480	2.468.452	9.200	203.322	358.417	40.823	3.725.963	248.406	3.974.369
1985	563.756	84.640	2.530.800	9.183	206.746	364.317	42.089	3.801.531	262.913	4.064.444
1986	543.151	85.952	2.609.390	9.209	212.463	369.924	43.485	3.873.574	278.310	4.151.884
1987	522.115	87.980	2.684.780	9.267	221.139	375.352	45.487	3.946.117	293.566	4.239.686
1988	501.845	99.445	2.784.732	9.274	234.611	381.055	48.062	4.059.084	310.512	4.369.596
1989	484.609	104.840	2.902.949	9.405	246.823	386.876	50.190	4.185.692	326.227	4.511.919
1990	442.858	105.177	2.991.284	9.402	252.504	386.438	52.121	4.239.784	339.775	4.579.559
1991	416.489	112.219	3.100.014	9.269	259.308	389.061	54.682	4.341.042	355.988	4.697.030
1992	402.032	124.904	3.244.920	9.375	269.268	395.985	57.594	4.504.078	375.403	4.879.481
1993	387.418	138.034	3.367.626	9.483	275.543	400.663	60.298	4.639.065	392.948	5.032.013
1994	378.028	154.297	3.479.595	9.598	283.157	405.462	62.383	4.772.520	412.817	5.185.337
1995	371.505	174.907	3.593.588	9.752	290.290	410.033	64.463	4.914.538	434.287	5.348.825
1996	366.506	193.685	3.690.692	9.740	293.614	417.771	66.199	5.038.207	455.589	5.493.796
1997	362.953	212.791	3.782.544	9.718	300.726	425.710	67.801	5.162.243	477.371	5.639.614
1998	362.864	237.767	3.887.174	9.675	309.630	432.830	69.280	5.309.220	498.416	5.807.636
1999	359.630	263.297	4.009.604	9.834	318.757	439.194	70.632	5.470.948	517.788	5.988.736
2000	352.984	279.728	4.097.145	9.918	326.784	442.949	71.936	5.581.444	535.794	6.117.238
2001	346.591	294.843	4.182.027	9.902	331.394	446.593	72.894	5.684.244	552.320	6.236.564
2002	304.255	292.569	3.987.093	9.179	319.981	436.391	69.605	5.419.073	553.670	5.972.743
2003	301.387	305.481	4.054.308	9.231	326.087	439.637	69.796	5.505.927	566.866	6.072.793
2004	296.522	315.638	4.109.129	9.408	332.976	442.390	69.614	5.575.677	580.770	6.156.447
2005	301.425	326.286	4.156.743	9.301	338.888	444.439	69.800	5.646.882	592.587	6.239.469
2006	306.592	338.721	4.204.969	9.297	345.480	447.369	70.196	5.722.624	604.781	6.327.405

## Anhang III: Gegenüberstellung von Verbrauch und Verzehr von Lebensmitteln 2002 (LEBENS MINISTERIUM 2003 [130])

Verbrauch und Verzehr von Lebensmitteln 2002 [kg/pro Kopf]							
Lebensmittel	Verbrauch	Verzehr*	Differenz	Lebensmittel	Verbrauch	Verzehr*	Differenz
Weizen	57,1	48,5	8,6	Rind und Kalb	18,8	10,5	8,3
Roggen	10,5	8,9	1,6	Geflügel	18	9,2	8,8
Kartoffeln	62	52,7	9,3	Käse	17	13,9	3,1
Reis	3,9	3,4	0,5	Butter	4,7	2,8	1,9
Bier	111,3	94,6	16,7	Milch	98	67,9	30,1
Wein	30,5	25,9	4,6	Gemüse, gesamt	101,9	86,6	15,3
Eier (in Stück)	233	198,1	34,9	Paradeiser	17,4	14,8	2,6
Obst, gesamt	95	58,9	36,1	Salat (nur Kopfsalat)	8,1	6,9	1,2
Apfel	28,7	17,8	10,9	Zwiebeln	9,7	8,3	1,4
Bananen	9,8	6,1	3,7	Kraut	6,5	5,5	1
Birnen	7,8	4,8	3	Karotten	5,5	4,7	0,8
Marillen	2,9	1,8	1,1	Champignons/Pilze	1,8	1,6	0,2
Kirschen/Weichseln	3,6	2,2	1,4	Erbsen	0,5	0,5	0
Pfirsich/Nektarinen	5,1	3,2	1,9	Gurken (Cornichons)	2,2	1,9	0,3
Zwetschken/Pflaumen	6,4	3,9	2,5	Gurken (Salat)	4,2	3,6	0,6
Erdbeeren	3,9	2,4	1,5	Karfiol	1,5	1,2	0,3
Sonstige Beeren	5,4	3,4	2	Kohl/Chinakohl	5,1	4,4	0,7
Tafeltrauben	3,8	2,3	1,5	Melonen	1,8	1,6	0,2
Ananas	1,4	0,8	0,6	Rote Rüben	1,3	1,1	0,2
Grapefruits	0,4	0,3	0,1	Sonstiger Salat	2,3	2	0,3
Mandarinen	3,8	2,4	1,4	Sellerie	1,6	1,3	0,3
Orangen	7	4,3	2,7	Spargel	0,5	0,4	0,1
Zitronen	2,5	1,6	0,9	Spinat	0,9	0,8	0,1
Sonstige Zitrusfrüchte	0,4	0,2	0,2	Zucchini	1,2	1,1	0,1
Sonstige Obstsorten	2,1	1,3	0,8	Übrige Gemüsesorten	15,6	13,3	2,3
Fleisch, gesamt	98,1	58,9	39,2	Quelle: Statistik Austria, brainbows Darstellung 5.1 ,			
Schwein	56,6	34	22,6	* rechnerisch ermittelter Verzehr unter Berücksichtigung der Korrekturfaktoren.			

## Anhang IV: Versorgungsbilanz Fleisch 1996 - 2005 (STATISTIK AUSTRIA - AMA 2007 [197])

<b>FLEISCH INSGESAMT</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>
<b>BRUTTOEIGENERZEUGUNG</b>	841.905	849.988	866.098	886.254	868.999	862.365	868.513	879.044	872.792	855.491
Einfuhr lebender Tiere	16.474	19.052	25.219	32.648	38.089	33.270	47.340	44.566	58.884	70.855
Ausfuhr lebender Tiere	24.588	27.450	29.893	28.514	25.166	17.009	17.557	19.152	21.526	23.372
<b>NETTOERZEUGUNG</b>	833.792	841.589	861.424	890.388	881.922	878.626	898.296	904.458	910.150	902.973
Anfangsbestand	-	10.728	14.069	9.129	422	167	2.749	1.158	-	-
Endbestand	10.728	14.069	9.129	422	167	2.749	1.158	-	-	-
Einfuhr	110.732	112.939	124.722	151.768	168.099	157.401	160.508	161.001	213.447	254.371
Ausfuhr	149.130	168.158	200.621	244.589	218.119	241.091	269.072	265.163	310.812	334.010
<b>INLANDSVERBRAUCH</b>	784.666	783.029	790.465	806.274	832.157	792.354	791.323	801.454	812.785	823.334
Pro-Kopf/kg	97,5	97,1	97,8	99,7	102,6	98,3	98,6	99,1	99,4	100
<b>Selbstversorgungsgrad [%]</b>	<b>107</b>	<b>109</b>	<b>110</b>	<b>110</b>	<b>104</b>	<b>109</b>	<b>110</b>	<b>110</b>	<b>107</b>	<b>104</b>
<b>MENSCHLICHER VERZEHR</b>	532.802	521.054	527.143	535.394	554.685	527.130	526.834	534.034	538.703	546.464
Pro-Kopf/kg	66,2	64,6	65,4	66,2	68,3	65,3	65,6	66	66	66,4

**Anhang V:** Versorgungsbilanz Geflügel 1996 - 2005 (STATISTIK AUSTRIA - AMA 2007 [197])

<b>GEFLÜGEL INSGESAMT</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>
<b>BRUTTOEIGENERZEUGUNG</b>	98.080	103.750	107.176	105.788	105.935	108.387	109.250	112.122	114.170	113.768
Einfuhr lebender Tiere	242	914	557	1.627	5.490	5.112	2.834	1.546	6.305	6.168
Ausfuhr lebender Tiere	49	2.132	1.766	237	235	488	116	289	253	353
<b>NETTOERZEUGUNG</b>	<b>98.273</b>	<b>102.532</b>	<b>105.967</b>	<b>107.178</b>	<b>111.190</b>	<b>113.011</b>	<b>111.968</b>	<b>113.379</b>	<b>120.222</b>	<b>119.583</b>
Anfangsbestand	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Endbestand	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Einfuhr	31.522	35.841	39.042	39.853	36.600	45.049	45.611	46.883	57.658	81.989
Ausfuhr	3.225	5.089	5.361	5.542	8.373	9.921	14.552	16.930	20.509	34.642
<b>INLANDSVERBRAUCH</b>	<b>126.570</b>	<b>133.284</b>	<b>139.648</b>	<b>141.489</b>	<b>139.417</b>	<b>148.139</b>	<b>143.027</b>	<b>143.332</b>	<b>157.371</b>	<b>166.930</b>
Pro-Kopf/kg	15,7	16,6	17,2	17,5	17,1	18,4	17,9	17,7	19,2	20,2
<b>Selbstversorgungsgrad [%]</b>	<b>78</b>	<b>78</b>	<b>77</b>	<b>75</b>	<b>76</b>	<b>73</b>	<b>76</b>	<b>78</b>	<b>73</b>	<b>68</b>
<b>MENSCHLICHER VERZEHR</b>	<b>75.309</b>	<b>79.304</b>	<b>83.091</b>	<b>84.186</b>	<b>82.954</b>	<b>88.144</b>	<b>85.101</b>	<b>85.282</b>	<b>93.636</b>	<b>99.323</b>
Pro-Kopf/kg	9,4	9,9	10,4	10,5	10,1	10,9	10,6	10,5	11,5	12

**Anhang VI: Versorgungsbilanz Rind- und Kalbfleisch 1996 - 2005 (STATISTIK Austria - AMA 2007 [197])**

<b>RIND- UND KALBFLEISCH</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>
<b>BRUTTOEIGENERZEUGUNG</b>	238.768	220.791	210.372	218.850	215.032	225.781	219.862	216.852	211.808	207.621
Einfuhr lebender Tiere	3.297	5.772	8.299	6.716	9.367	2.173	4.731	4.840	9.044	13.038
Ausfuhr lebender Tiere	20.997	20.542	21.789	22.233	20.910	12.858	12.738	13.955	14.750	16.191
<b>NETTOERZEUGUNG</b>	<b>221.068</b>	<b>206.021</b>	<b>196.882</b>	<b>203.333</b>	<b>203.489</b>	<b>215.096</b>	<b>211.855</b>	<b>207.737</b>	<b>206.102</b>	<b>204.468</b>
Anfangsbestand	-	10.728	14.069	8.411	-	167	2.749	1.158	-	-
Endbestand	10.728	14.069	8.411	-	167	2.749	1.158	-	-	-
Einfuhr	13.351	13.651	14.415	18.652	14.728	10.283	12.187	14.663	17.488	23.106
Ausfuhr	62.874	58.315	67.510	74.223	59.261	74.330	74.616	70.932	79.465	79.693.
<b>INLANDSVERBRAUCH</b>	<b>160.817</b>	<b>158.016</b>	<b>149.445</b>	<b>156.173</b>	<b>158.789</b>	<b>148.467</b>	<b>151.017</b>	<b>152.626</b>	<b>144.125</b>	<b>147.881</b>
Pro-Kopf/kg	20	19,6	18,5	19,3	19,6	18,4	18,8	18,8	17,6	18
<b>Selbstversorgungsgrad [%]</b>	<b>149</b>	<b>140</b>	<b>141</b>	<b>140</b>	<b>135</b>	<b>152</b>	<b>146</b>	<b>142</b>	<b>147</b>	<b>140</b>
<b>MENSCHLICHER VERZEHR</b>	<b>107.747</b>	<b>105.871</b>	<b>100.128</b>	<b>104.636</b>	<b>106.389</b>	<b>99.473</b>	<b>101.181</b>	<b>102.259</b>	<b>96.564</b>	<b>99.080</b>
Pro-Kopf/kg	13,4	13,1	12,4	12,9	13,1	12,3	12,6	12,6	11,8	12

**Anhang VII:** Versorgungsbilanz Schweinefleisch 1996 - 2005 (STATISTIK AUSTRIA - AMA 2007 [197])

<b>SCHWEINEFLEISCH</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>
<b>BRUTTOEIGENERZEUGUNG</b>	461.894	465.419	488.072	500.051	485.370	465.424	476.915	484.364	479.021	467.250
Einfuhr lebender Tiere	12.150	11.101	14.644	22.352	21.082	24.315	37.214	35.581	39.677	46.919
Ausfuhr lebender Tiere	1.850	1.839	3.163	2.835	1.067	1.064	2.000	2.376	4.045	4.084
<b>NETTOERZEUGUNG</b>	472.194	474.681	499.553	519.568	505.385	488.675	512.129	517.569	514.653	510.085
Anfangsbestand	-	-	-	718	422	-	-	-	-	-
Endbestand	-	-	718	422	-	-	-	-	-	-
Einfuhr	47.920	54.268	60.718	82.282	102.173	88.027	88.216	85.774	117.402	134.085
Ausfuhr	59.429	77.681	95.796	134.894	115.964	118.871	140.706	135.638	164.235	176.362
<b>INLANDSVERBRAUCH</b>	460.685	451.268	463.757	467.252	492.016	457.831	459.639	467.705	467.820	467.808
Pro-Kopf/kg	57,2	55,9	57,4	57,7	60,7	56,8	57,2	57,8	57,2	56,8
<b>Selbstversorgungsgrad [%]</b>	<b>100</b>	<b>103</b>	<b>105</b>	<b>107</b>	<b>99</b>	<b>102</b>	<b>104</b>	<b>104</b>	<b>102</b>	<b>100</b>
<b>MENSCHLICHER VERZEHR</b>	324.783	318.144	326.949	329.413	346.871	322.771	324.045	329.732	329.813	329.805
Pro-Kopf/kg	40,3	39,4	40,5	40,7	42,8	40	40,3	40,7	40,3	40,1

**Anhang VIII:** Versorgungsbilanz Schaf- und Ziegenfleisch 1996 - 2005 (STATISTIK AUSTRIA - AMA 2007 [197])

<b>SCHAF- UND ZIEGENFLEISCH</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>
<b>BRUTTOEIGENERZEUGUNG</b>	6.964	7.510	7.593	6.871	8.533	8.262	7.940	7.911	7.153	7.144
Einfuhr lebender Tiere	3	2	27	2	11	3	1	13	257	441
Ausfuhr lebender Tiere	88	282	332	313	248	267	287	234	270	329
<b>NETTOERZEUGUNG</b>	6.879	7.230	7.288	6.560	8.296	7.998	7.654	7.690	7.140	7.256
Anfangsbestand	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Endbestand	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Einfuhr	2.629	2.270	2.257	2.116	2.113	2.014	1.909	1.707	2.414	2.530
Ausfuhr	220	27	29	55	62	60	62	55	66	116
<b>INLANDSVERBRAUCH</b>	9.288	9.473	9.516	8.621	10.347	9.952	9.501	9.342	9.488	9.670
Pro-Kopf/kg	1,2	1,2	1,2	1,1	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
<b>Selbstversorgungsgrad [%]</b>	<b>75</b>	<b>79</b>	<b>80</b>	<b>80</b>	<b>83</b>	<b>83</b>	<b>84</b>	<b>85</b>	<b>75</b>	<b>74</b>
<b>MENSCHLICHER VERZEHR</b>	6.177	6.300	6.328	5.733	6.881	6.618	6.318	6.212	6.310	6.431
Pro-Kopf/kg	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8

## Anhang IX: Versorgungsbilanz Pferdefleisch 1996 - 2005 (STATISTIK AUSTRIA - AMA 2007 [197])

<b>PFERDEFLEISCH</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>
<b>BRUTTOEIGENERZEUGUNG</b>	706	828	834	854	943	1.198	1.166	832	628	798
Einfuhr lebender Tiere	141	145	163	145	127	127	131	196	143	44
Ausfuhr lebender Tiere	515	614	621	668	683	1.027	1.063	814	557	624
<b>NETTOERZEUGUNG</b>	332	359	376	331	387	298	234	214	214	218
Anfangsbestand	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Endbestand	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Einfuhr	768	480	311	382	474	430	430	438	470	550
Ausfuhr	-	-	3	1	-	-	15	-	6	-
<b>INLANDSVERBRAUCH</b>	1.100	839	684	712	861	728	649	652	678	768
Pro-Kopf/kg	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
<b>Selbstversorgungsgrad [%]</b>	<b>64</b>	<b>99</b>	<b>122</b>	<b>120</b>	<b>110</b>	<b>165</b>	<b>180</b>	<b>128</b>	<b>93</b>	<b>104</b>
<b>MENSCHLICHER VERZEHR</b>	721	550	448	466	564	477	425	427	444	503
Pro-Kopf/kg	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

**Anhang X:** Versorgungsbilanz Hülsenfrüchte 1996 - 2005 (STATISTIK AUSTRIA - AMA 2007 [197])

Hülsenfrüchte [to]	1995/96	1996/97	1997/98	1998/99	1999/00	2000/01	2001/02	2002/03	2003/04	2004/05	2005/06	+/- % zum Vorjahr
<b>Erzeugung</b>	77.276	102.259	168.642	183.686	145.739	103.620	119.876	107.416	106.134	134.835	107.480	-20,8
Einfuhr	16.412	16.977	11.231	5.679	6.043	9.275	6.033	5.574	6.381	5.612	3.179	-43,4
Ausfuhr	1.847	1.740	12.084	10.930	6.518	6.552	7.605	5.255	4.803	7.158	11.217	56,7
<b>Inlandsverwendung</b>	91.841	117.496	167.789	178.435	145.264	106.343	118.304	107.735	107.712	133.289	99.442	-25,4
Futter	77.168	99.322	147.300	161.358	129.242	91.215	102.986	93.060	94.125	118.172	86.885	-26,5
Saat	6.537	9.695	10.950	8.822	8.043	7.582	8.264	8.466	7.944	7.624	7.258	-4,8
Verluste	2.318	3.068	5.059	5.511	4.372	3.109	3.596	3.222	3.184	4.045	3.224	-20,3
<b>Nahrungsverbrauch</b>	5.818	5.411	4.480	2.744	3.607	4.437	3.458	2.987	2.459	3.448	2.075	-39,8
Pro-Kopf/kg	0,7	0,7	0,6	0,3	0,4	0,5	0,4	0,4	0,3	0,4	0,3	-25
<b>Selbstversorgungsgrad [%]</b>	84	87	101	103	100	97	101	100	99	101	108	

**Anhang XI:** Versorgungsbilanz Getreide 1995/1996 - 2005/2006 (STATISTIK AUSTRIA - AMA 2007 [197])

GETREIDE INSGESAMT	1995/96	1996/97	1997/98	1998/99	1999/00	2000/01	2001/02	2002/03	2003/04	2004/05	2005/06
<b>Erzeugung</b>	4.457.730	4.496.985	5.012.912	4.776.266	4.813.564	4.497.502	4.833.794	4.757.311	4.263.773	5.315.271	4.898.324
Anfangsbestand	211.152	280.130	404.712	355.450	382.848	374.356	439.948	461.685	421.597	381.545	532.826
Endbestand	280.130	404.712	355.450	382.848	374.357	439.948	461.685	421.597	381.545	532.826	478.216
Einfuhr 1)	561.147	676.289	612.695	740.351	755.246	1.068.881	1.049.981	1.161.815	1.145.212	1.143.835	1.174.756
Ausfuhr 1)	762.637	596.831	866.408	978.071	1.253.936	786.919	1.030.434	1.051.523	912.446	1.207.799	1.426.410
<b>Inlandsverwendung</b>	4.187.262	4.451.861	4.808.461	4.511.148	4.323.365	4.713.872	4.831.604	4.907.691	4.536.591	5.100.026	4.701.280
Futter	2.736.382	2.898.606	3.219.212	2.838.478	2.595.397	2.779.968	2.904.893	2.967.852	2.601.524	3.267.996	2.866.531
Saat	121.904	126.250	127.012	120.984	121.626	119.392	118.237	117.520	117.421	116.596	114.605
industrielle Verwertung	502.429	557.895	549.396	618.891	664.610	824.869	821.224	809.797	792.864	664.160	650.133
Verluste	146.535	152.566	155.089	144.230	138.333	140.412	143.295	143.505	136.110	158.269	148.046
<b>Nahrungsverbrauch (brutto)</b>	680.012	716.544	757.752	788.565	803.399	849.231	843.955	869.017	888.672	893.004	921.965
Nahrungsverbrauch (netto) 2)	527.923	565.449	584.817	608.494	618.768	650.570	648.770	669.620	684.951	688.398	711.405
Pro-Kopf/kg	65,5	70,1	72,4	75,4	76,5	80,3	80,7	83,2	84	83,9	86,1
<b>Selbstversorgungsgrad [%]</b>	106	101	104	106	111	95	100	97	94	104	104

**Anhang XII:** Versorgungsbilanz Weichweizen 1995/1996 - 2005/2006 (STATISTIK AUSTRIA - AMA 2007 [197])

<b>WEICHWEIZEN</b>	<b>1995/96</b>	<b>1996/97</b>	<b>1997/98</b>	<b>1998/99</b>	<b>1999/00</b>	<b>2000/01</b>	<b>2001/02</b>	<b>2002/03</b>	<b>2003/04</b>	<b>2004/05</b>	<b>2005/06</b>
<b>Erzeugung</b>	1.264.623	1.197.904	1.301.923	1.275.721	1.317.759	1.269.306	1.462.162	1.384.753	1.127.551	1.630.234	1.390.369
Anfangsbestand	98.783	121.975	177.242	143.944	165.019	174.070	197.823	204.563	199.813	156.943	243.171
Endbestand	121.975	177.242	143.944	165.019	174.070	197.823	204.563	199.813	156.943	243.171	195.863
Einfuhr 1)	70.381	75.875	104.816	156.520	139.765	118.005	187.679	236.233	160.171	251.287	305.913
Ausfuhr 1)	373.602	312.581	492.067	460.084	489.171	417.793	672.811	657.504	433.292	723.796	696.422
<b>Inlandsverwendung</b>	938.210	905.931	947.970	951.082	959.302	945.765	970.290	968.232	897.300	1.071.497	1.047.168
Futter	426.611	371.454	405.308	377.434	386.363	358.045	403.898	367.496	274.951	435.733	381.311
Saat	42.613	44.553	44.588	43.308	49.042	48.748	49.714	45.950	49.051	49.230	48.364
industrielle Verwertung	8.368	7.792	8.950	22.962	15.048	18.312	3.278	3.766	4.237	10.170	23.261
Verluste	20.781	23.008	21.770	19.889	16.626	17.674	18.679	19.361	19.214	22.842	18.925
<b>Nahrungsverbrauch (brutto)</b>	439.837	459.124	467.354	487.489	492.223	502.986	494.721	531.659	549.847	553.521	575.307
Nahrungsverbrauch (netto) 2)	358.467	374.186	380.894	397.304	401.162	409.934	403.198	433.302	448.125	451.120	468.875
Pro-Kopf/kg	44,5	46,4	47,2	49,2	49,5	50,5	50,2	53,8	55	55	56,8
<b>Selbstversorgungsgrad [%]</b>	<b>135</b>	<b>132</b>	<b>137</b>	<b>134</b>	<b>137</b>	<b>134</b>	<b>151</b>	<b>143</b>	<b>126</b>	<b>152</b>	<b>133</b>

**Anhang XIII:** Versorgungsbilanz Hartweizen 1995/1996 - 2005/2006 (STATISTIK AUSTRIA - AMA 2007 [197])

<b>HARTWEIZEN</b>	<b>1995/96</b>	<b>1996/97</b>	<b>1997/98</b>	<b>1998/99</b>	<b>1999/00</b>	<b>2000/01</b>	<b>2001/02</b>	<b>2002/03</b>	<b>2003/04</b>	<b>2004/05</b>	<b>2005/06</b>
<b>Erzeugung</b>	39.300	41.819	50.358	66.099	98.441	43.656	46.121	49.455	63.829	88.590	62.704
Anfangsbestand	6.908	9.380	9.949	9.331	18.003	12.713	8.247	8.614	5.169	12.574	18.144
Endbestand	9.380	9.949	9.331	18.003	12.713	8.247	8.614	5.169	12.574	18.144	9.159
Einfuhr 1)	42.020	53.243	63.225	62.120	64.025	83.714	94.318	60.141	64.624	93.995	103.005
Ausfuhr 1)	30.491	30.288	41.174	44.759	88.650	46.384	50.172	40.704	55.147	96.765	91.926
<b>Inlandsverwendung</b>	48.357	64.205	73.027	74.788	79.106	85.452	89.900	72.337	65.901	80.250	82.768
Futter	0	--	3.926	5.491	5.419	1.792	9.383	3.521	3.696	17.964	13.886
Saat	2.172	2.464	3.338	3.996	3.132	2.407	2.515	3.345	3.533	3.092	3.178
industrielle Verwertung	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Verluste	83	209	376	464	256	143	414	390	1.183	1.410	697
<b>Nahrungsverbrauch (brutto)</b>	46.102	61.532	65.387	64.837	70.299	81.110	77.588	65.081	57.489	57.784	65.007
Nahrungsverbrauch (netto) 2)	32.963	43.995	46.752	46.358	50.264	57.994	55.475	46.533	41.105	41.315	46.480
Pro-Kopf/kg	4,1	5,5	5,8	5,7	6,2	7,2	6,9	5,8	5	5	5,6
<b>Selbstversorgungsgrad [%]</b>	<b>81</b>	<b>65</b>	<b>69</b>	<b>88</b>	<b>124</b>	<b>51</b>	<b>51</b>	<b>68</b>	<b>97</b>	<b>110</b>	<b>76</b>

**Anhang XIV: Versorgungsbilanz Roggen 1995/1996 - 2005/2006 (STATISTIK AUSTRIA - AMA 2007 [197])**

<b>ROGGEN</b>	<b>1995/96</b>	<b>1996/97</b>	<b>1997/98</b>	<b>1998/99</b>	<b>1999/00</b>	<b>2000/01</b>	<b>2001/02</b>	<b>2002/03</b>	<b>2003/04</b>	<b>2004/05</b>	<b>2005/06</b>
<b>Erzeugung</b>	313.835	156.227	207.238	236.356	218.183	182.781	213.530	171.089	132.839	213.478	163.653
Anfangsbestand	21.379	33.570	36.312	31.848	24.633	30.769	32.042	40.788	25.889	27.068	36.696
Endbestand	33.570	36.312	31.848	24.633	30.769	31.042	40.788	25.889	27.068	36.696	24.202
Einfuhr 1)	3.001	52.565	27.243	22.824	38.577	45.941	23.096	29.407	59.727	33.601	52.165
Ausfuhr 1)	61.188	30.266	6.658	14.064	80.119	7.042	10.182	15.296	6.037	16.486	17.241
<b>Inlandsverwendung</b>	243.457	175.784	232.287	252.331	170.505	221.407	216.698	200.099	185.350	220.965	211.071
Futter	127.067	51.790	106.052	125.388	47.009	98.850	96.224	81.801	66.639	98.161	92.915
Saat	7.683	8.671	8.892	8.385	7.871	7.683	7.072	6.000	6.850	6.427	4.039
industrielle Verwertung	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1.200	228
Verluste	6.452	4.168	4.885	5.307	4.824	4.369	4.847	4.425	3.556	5.145	4.124
<b>Nahrungsverbrauch (brutto)</b>	102.255	111.155	112.458	113.251	110.801	110.505	108.555	107.873	108.305	110.031	109.765
Nahrungsverbrauch (netto) 2)	79.759	86.701	87.717	88.336	86.425	86.194	84.673	84.141	84.478	85.824	85.617
Pro-Kopf/kg	9,9	10,7	10,9	10,9	10,7	10,6	10,5	10,4	10,4	10,5	10,4
<b>Selbstversorgungsgrad [%]</b>	<b>129</b>	<b>89</b>	<b>89</b>	<b>94</b>	<b>128</b>	<b>83</b>	<b>99</b>	<b>86</b>	<b>72</b>	<b>97</b>	<b>78</b>

**Anhang XV:** Versorgungsbilanz Gerste 1995/1996 - 2005/2006 (STATISTIK AUSTRIA - AMA 2007 [197])

<b>GERSTE</b>	<b>1995/96</b>	<b>1996/97</b>	<b>1997/98</b>	<b>1998/99</b>	<b>1999/00</b>	<b>2000/01</b>	<b>2001/02</b>	<b>2002/03</b>	<b>2003/04</b>	<b>2004/05</b>	<b>2005/06</b>
<b>Erzeugung</b>	1.065.188	1.082.789	1.257.800	1.211.557	1.152.801	854.667	1.012.407	861.391	882.322	1.006.742	879.628
Anfangsbestand	13.911	15.159	43.299	45.990	48.700	36.083	34.471	54.277	33.314	35.639	87.774
Endbestand	15.159	43.299	45.990	48.700	36.083	34.471	54.277	33.314	35.639	87.774	49.911
Einfuhr 1)	76.927	102.243	75.356	80.929	80.171	178.578	132.624	141.458	167.068	185.293	206.002
Ausfuhr 1)	198.562	135.116	97.459	273.450	507.319	80.514	136.548	81.498	86.147	115.156	209.425
<b>Inlandsverwendung</b>	942.305	1.021.776	1.233.006	1.016.326	738.270	954.343	988.677	942.314	960.918	1.024.744	914.068
Futter	682.112	762.353	969.053	762.629	487.547	717.970	737.661	689.040	710.467	776.740	662.370
Saat	47.964	48.306	49.090	45.193	41.287	39.935	37.026	39.235	35.155	35.335	38.266
industrielle Verwertung	172.855	172.190	173.141	170.218	171.276	162.270	178.186	181.071	181.911	177.076	181.525
Verluste	36.532	36.504	39.210	36.328	35.310	30.997	32.648	29.829	30.197	32.534	28.888
<b>Nahrungsverbrauch (brutto)</b>	2.842	2.423	2.512	1.958	2.850	3.171	3.156	3.139	4.188	3.059	3.019
Nahrungsverbrauch (netto) 2)	2.132	1.817	1.884	1.469	2.138	2.378	2.367	2.354	3.141	2.294	2.264
Pro-Kopf/kg	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3
<b>Selbstversorgungsgrad [%]</b>	113	106	102	119	156	90	102	91	92	98	96

**Anhang XVI:** Versorgungsbilanz Hafer 1995/1996 - 2005/2006 (STATISTIK AUSTRIA - AMA 2007 [197])

<b>HAFER</b>	<b>1995/96</b>	<b>1996/97</b>	<b>1997/98</b>	<b>1998/99</b>	<b>1999/00</b>	<b>2000/01</b>	<b>2001/02</b>	<b>2002/03</b>	<b>2003/04</b>	<b>2004/05</b>	<b>2005/06</b>
<b>Erzeugung</b>	161.645	152.705	196.684	164.204	152.381	117.571	128.253	116.943	128.533	138.831	128.432
Anfangsbestand	12.071	5.095	10.959	20.218	9.948	5.829	6.811	8.776	10.399	10.492	12.897
Endbestand	5.095	10.959	20.218	9.948	5.829	6.811	8.776	10.399	10.492	12.897	6.291
Einfuhr 1)	11.166	25.963	19.099	14.571	15.776	16.438	18.181	15.915	18.153	19.083	16.299
Ausfuhr 1)	3.154	2.192	8.833	16.586	8.603	2.564	7.913	9.247	10.107	9.101	14.379
<b>Inlandsverwendung</b>	176.633	170.612	197.691	172.459	163.673	130.463	136.556	121.988	136.486	146.408	136.958
Futter	154.107	146.550	173.124	150.953	142.435	109.251	114.351	100.695	115.763	124.939	114.972
Saat	7.074	7.834	6.887	6.036	5.607	5.346	5.458	5.846	5.148	5.137	5.976
industrielle Verwertung	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Verluste	8.043	7.595	8.960	7.291	7.310	5.589	5.976	4.953	5.490	6.182	5.782
<b>Nahrungsverbrauch (brutto)</b>	7.409	8.633	8.720	8.179	8.321	10.277	10.771	10.494	10.085	10.150	10.228
Nahrungsverbrauch (netto) 2)	5.557	6.475	6.540	6.134	6.241	7.708	8.078	7.871	7.564	7.613	7.671
Pro-Kopf/kg	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	1	1	1	0,9	0,9	0,9
<b>Selbstversorgungsgrad [%]</b>	<b>92</b>	<b>90</b>	<b>99</b>	<b>95</b>	<b>93</b>	<b>90</b>	<b>94</b>	<b>96</b>	<b>94</b>	<b>95</b>	<b>94</b>

**Anhang XVII:** Versorgungsbilanz anderes Getreide 1995/1996 - 2005/2006 (STATISTIK AUSTRIA - AMA 2007 [197])

<b>ANDERES GETREIDE</b>	<b>1995/96</b>	<b>1996/97</b>	<b>1997/98</b>	<b>1998/99</b>	<b>1999/00</b>	<b>2000/01</b>	<b>2001/02</b>	<b>2002/03</b>	<b>2003/04</b>	<b>2004/05</b>	<b>2005/06</b>
<b>Erzeugung</b>	3.200	3.500	4.200	5.250	7.424	7.296	6.692	12.308	18.016	20.304	18.556
Anfangsbestand	112	-	345	1.134	1.421	1.299	264	378	393	921	2.216
Endbestand	183	345	1.134	1.421	1.300	264	378	393	921	2.216	1.591
Einfuhr 1)	4.966	4.317	2.579	4.001	4.195	7.491	11.113	9.690	11.248	12.399	11.052
Ausfuhr 1)	751	1.998	2.676	5.495	8.096	7.987	7.381	9.755	13.893	16.233	15.870
<b>Inlandsverwendung</b>	<b>7.344</b>	<b>5.657</b>	<b>3.314</b>	<b>3.469</b>	<b>3.644</b>	<b>7.835</b>	<b>10.310</b>	<b>12.228</b>	<b>14.843</b>	<b>15.175</b>	<b>14.363</b>
Futter	5.675	3.636	1.735	1.495	1.265	2.548	5.415	8.721	8.498	6.110	5.396
Saat	14	16	22	24	29	27	49	72	81	81	82
industrielle Verwertung	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Verluste	152	142	106	164	263	274	241	665	764	983	885
<b>Nahrungsverbrauch (brutto)</b>	<b>1.503</b>	<b>1.863</b>	<b>1.451</b>	<b>1.786</b>	<b>2.087</b>	<b>4.986</b>	<b>4.605</b>	<b>2.770</b>	<b>5.500</b>	<b>8.000</b>	<b>8.000</b>
Nahrungsverbrauch (netto) 2)	1.127	1.397	1.088	1.340	1.565	3.740	3.454	2.078	4.125	6.000	6.000
Pro-Kopf/kg	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,5	0,4	0,3	0,5	0,7	0,7
<b>Selbstversorgungsgrad [%]</b>	<b>44</b>	<b>62</b>	<b>127</b>	<b>151</b>	<b>204</b>	<b>93</b>	<b>65</b>	<b>101</b>	<b>121</b>	<b>134</b>	<b>129</b>

## Anhang XVIII: Versorgungsbilanz Erdäpfel und Erdäpfelstärke 2002/2003 - 2005/2006 (STATISTIK AUSTRIA - AMA 2007 [197])

Obstart	Erdäpfel						Erdäpfelstärke					
	2000/01	2001/02	2002/03	2003/04	2004/05	2005/06	2000/01	2001/02	2002/03	2003/04	2004/05	2005/06
Erzeugung	694.609	694.602	684.321	560.340	693.054	763.165	48.378	44.772	40.144	31.895	46.397	52.595
Anfangsbestand	-	-	-	-	-	-	1.579	11.000	5.731	3.642	6.278	11.886
Endbestand	-	-	-	-	-	-	11.000	5.731	3.642	6.278	11.886	11.206
Einfuhr <sup>1)</sup>	114.577	124.697	142.470	148.684	137.592	148.320	4.477	6.961	10.331	8.526	6.604	6.511
Ausfuhr <sup>1)</sup>	57.940	43.932	51.825	56.321	69.247	114.494	2	-	-	-	-	-
Inlandsverwendung	751.246	775.367	774.966	652.703	761.399	796.991	43.432	57.002	52.564	37.785	47.393	59.786
Futter	1.000	10.000	12.500	1.000	8.000	10.000	-	-	-	-	-	-
Saat	55.498	54.055	50.691	52.618	53.247	52.608	-	-	-	-	-	-
Verarbeitung <sup>2)</sup>	42.911	48.884	47.281	44.205	80.851	69.721	-	-	-	-	9.000	5.000
Industrie <sup>3)</sup>	187.089	165.116	149.645	105.348	123.122	176.049	34.432	47.002	43.064	28.285	28.393	44.786
Verluste	27.784	48.622	54.746	22.414	48.514	45.790	-	-	-	-	-	-
Nahrungsverbrauch	436.964	448.690	460.103	427.118	447.665	442.823	9.000	10.000	9.500	9.500	10.000	10.000
Pro Kopf in kg	53,9	55,7	56,8	52,5	54,6	53,6	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Pro Kopf in kg (in Erdäpfelwert)	-	-	-	-	-	-	5,3	6,1	5,8	5,4	5,2	5,6
<b>Selbstversorgungsgrad [%]</b>	<b>92</b>	<b>90</b>	<b>88</b>	<b>86</b>	<b>91</b>	<b>96</b>	<b>111</b>	<b>79</b>	<b>76</b>	<b>84</b>	<b>98</b>	<b>88</b>
1) Inklusive Erdäpfelprodukte, 2) Erdäpfeln zur Stärkerzeugung für Lebensmittel, 3) Erdäpfeln zur Stärkerzeugung für den technischen Bereich												
Quelle: Statistik Austria												

**Anhang XIX: Versorgungsbilanz Zucker 1995/1996 - 2005/2006 (STATISTIK AUSTRIA - AMA 2007 [197])**

<b>Versorgungsbilanz für Zucker – Weißzuckerwert [to]</b>											
<b>ZUCKER</b>	<b>1995/96</b>	<b>1996/97</b>	<b>1997/98</b>	<b>1998/99</b>	<b>1999/00</b>	<b>2000/01</b>	<b>2001/02</b>	<b>2002/03</b>	<b>2003/04</b>	<b>2004/05</b>	<b>2005/06</b>
<b>Erzeugung</b>	442.301	491.767	483.940	490.439	501.102	411.208	423.415	455.826	386.213	458.137	488.932
Anfangsbestand	151.212	171.421	228.398	238.877	240.274	245.964	197.300	182.200	208.447	154.684	181.077
Endbestand	171.421	228.398	238.877	240.274	245.964	197.300	182.200	208.447	154.684	181.077	123.754
<b>Einfuhr</b>	82.867	106.708	148.951	155.607	172.537	178.069	208.529	224.930	251.862	368.729	509.551
als Zucker	6.998	15.544	28.491	11.801	11.333	14.235	28.680	41.487	29.483	110.216	178.355
in zuckerhaltigen Erzeugnissen	75.869	91.164	120.460	143.806	161.204	163.834	179.850	183.443	222.379	258.513	331.196
<b>Ausfuhr</b>	173.913	205.767	277.257	293.910	310.314	297.256	314.207	326.166	334.504	460.519	667.908
als Zucker	69.811	92.919	133.211	142.364	152.917	123.958	125.746	129.007	87.175	175.551	296.667
in zuckerhaltigen Erzeugnissen	104.102	112.848	144.046	151.546	157.397	173.299	188.461	197.159	247.329	284.968	371.240
<b>Inlandsverwendung</b>	331.046	335.731	345.155	350.740	357.635	340.684	332.837	328.343	357.334	339.954	387.898
Futter	4.000	3.700	3.900	3.500	3.400	3.300	3.100	3.000	2.900	2.800	2.800
industrielle Verwertung (non-food)	6.604	6.741	13.835	27.042	35.907	14.756	15.496	11.933	43.050	20.849	60.118
<b>Nahrungsverbrauch</b>	320.442	325.290	327.420	320.198	318.328	322.628	314.241	313.410	311.384	316.305	324.980
Pro-Kopf/kg	39,8	40,4	40,5	39,6	39,3	39,8	39	38,7	38,2	38,6	39,3
<b>Selbstversorgungsgrad in %</b>	<b>134</b>	<b>146</b>	<b>140</b>	<b>140</b>	<b>140</b>	<b>121</b>	<b>127</b>	<b>139</b>	<b>108</b>	<b>135</b>	<b>126</b>

**Anhang XX:** Versorgungsbilanz Rohmilch 1996 - 2005 (STATISTIK AUSTRIA - AMA 2007 [197])

<b>Rohmilch insgesamt</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>
ERZEUGUNG 1)	2.977.910	3.037.320	3.066.330	3.155.270	3.257.320	3.323.656	3.316.366	3.252.785	3.158.238	3.135.852
Einfuhr	-	-	-	-	0	0	-	-	-	-
Ausfuhr	-	-	-	-	0	0	-	-	-	-
INLANDSVERWENDUNG	2977910	3037320	3066330	3155270	3257320	3323656	3316366	3252785	3158238	3135852
Futter1)	372.660	366.792	346.361	358.037	357.175	415.355	410.245	370.785	340.248	314.999
Verarbeitung	2.426.452	2.497.220	2.546.398	2.621.589	2.724.479	2.721.789	2.716.211	2.707.997	2.679.227	2.684.497
Verluste	29.779	30.375	30.663	31.554	32.568	33.229	33.164	32.528	31.583	31.358
NAHRUNGSVERBRAUCH2)	149019	142933	142908	144090	143098	153283	156746	141475	107180	104998
Pro-Kopf/kg	18,5	17,7	17,7	17,9	17,6	19	19,5	17,5	13,1	12,8

**Anhang XXI:** Versorgungsbilanz Konsummilch 1996 - 2005 (STATISTIK Austria - AMA 2007 [197])

<b>Konsummilch</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>
ERZEUGUNG3)	583.938	600.120	627.075	634.328	653.476	690.568	731.121	761.767	787.828	823.307
Anfangsbestand	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Endbestand	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Einfuhr	20.595	32.527	41.700	45.215	60.953	63.781	64.514	68.791	58.524	68.579
Ausfuhr	17.636	39.472	61.802	69.671	101.489	139.330	153.704	198.125	223.995	247.574
INLANDSVERWENDUNG	586.897	593.175	606.973	609.872	612.940	615.018	641.932	632.433	622.358	644.312
Futter	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Verarbeitung	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Verluste	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NAHRUNGSVERBRAUCH	586.897	593.175	606.973	609.872	612.940	615.018	641.932	632.433	622.358	644.312
Pro-Kopf/kg	72,8	73,5	75,1	75,4	75,6	76,3	79,9	78,1	76,1	78,3
SELBSTVERSORGUNGSGRAD [%]	99	101	103	104	107	112	114	120	127	128

**Anhang XXII:** Versorgungsbilanz Eier 1996 - 2005 (STATISTIK AUSTRIA - AMA 2007 [197])

EIER	1996		2000		2005	
	1.000 Stk.	[to]	1.000 Stk.	[to]	1.000 Stk.	[to]
Erzeugung	1.640.082	98.405	1.434.217	86.053	1.487.850	89.271
davon Bruteier	48.018	2.881	41.608	2.496	58.505	3.510
Einfuhr Schaleneier	213.792	12.828	210.677	12.641	321.353	19.281
davon Bruteier	45.500	2.730	37.205	2.232	27.858	1.672
Einfuhr Eiprodukte (Schaleneiwert)	136.787	8.207	346.083	20.765	336.494	20.190
Ausfuhr Schaleneier	27.037	1.622	15.857	951	60.795	3.648
davon Bruteier	10.105	606	5.672	340	6.110	367
Ausfuhr Eiprodukte (Schaleneiwert)	19.817	1.189	45.683	2.741	86.987	5.219
Inlandsverwendung	1.943.807	116.629	1.929.437	115.766	1.997.915	119.875
Bruteier	83.413	5.005	73.141	4.388	80.253	4.815
Nahrungsverbrauch	1.860.394	111.624	1.586.296	111.378	1.917.662	115.060
Pro-Kopf in Stk. bzw. kg	231	13,9	229	13,7	233	14
<b>Selbstversorgungsgrad [%]</b>		84		74		74

## Anhang XXIII: Flächenbedarf für Österreich (Versorgungsbilanz 2005)

Versorgungsbilanz 2005	Jährlicher Verbrauch [kg/Kopf]	Flächenverbrauch (nach Seemüller) [m <sup>2</sup> /kg]		Flächenbedarf pro Person [m <sup>2</sup> ]		Flächenbedarf 2005 [Mio. ha] (bei 100 % Eigenversorgung)	
		konventionell	ökologisch	konventionell	ökologisch	konventionell	ökologisch
Weizen <sup>3)</sup>	62,4	2,1	3,5	131,04	218,40	0,108	0,180
Roggen <sup>3)</sup>	10,4	2,8	3,7	29,12	38,48	0,024	0,032
Sonstiges Getreide <sup>1)</sup>	13,3	3,3	4,8	43,89	63,84	0,036	0,053
Hülsenfrüchte <sup>3)</sup>	0,3	3,4	4,3	1,02	1,29	0,001	0,001
Kartoffeln <sup>3,4)</sup>	54,8	0,3	0,7	16,44	38,36	0,014	0,032
Zucker <sup>3)</sup>	39,3	1,6	1,6	62,88	62,88	0,052	0,052
Schweinefleisch <sup>2)</sup>	56,8	7,7	12,4	437,36	704,32	0,360	0,580
Rind- und Kalbfleisch <sup>2)</sup>	18,0	7,9	10,2	142,20	183,60	0,117	0,151
Geflügelfleisch <sup>2)</sup>	20,2	7,7	11,2	155,54	226,24	0,128	0,186
Schaf- und Ziegenfleisch <sup>2)</sup>	1,2	33,1	37,4	39,72	44,88	0,033	0,037
Pferdefleisch <sup>2)</sup>	0,1	961,6	1.117,1	96,16	111,71	0,079	0,092
Milch <sup>2,5)</sup>	91,1	2,1	2,8	191,31	255,08	0,158	0,210
Eier und Eierzeugnisse <sup>2,3)</sup>	14,0	4,4	6,4	61,60	89,60	0,051	0,074
<b>Summe</b>	<b>381,9</b>	<b>1.038,0</b>	<b>1.216,1</b>	<b>1.408,3</b>	<b>2.038,7</b>	<b>1,159</b>	<b>1,679</b>

<sup>1)</sup> Körnermais, Triticale, Hafer und anderes Getreide

<sup>2)</sup> Versorgungsbilanz für 2005

<sup>3)</sup> Versorgungsbilanz für 2005/2006

<sup>4)</sup> inkl. Kartoffelstärke

<sup>5)</sup> Versorgungsbilanz Rohmilch inkl. Konsummilch

## Anhang XXIV: Flächenbedarf für Österreich (Versorgungsbilanz 1996)

Versorgungsbilanz 1996	Jährlicher Verbrauch [kg/Kopf]	Flächenverbrauch (nach Seemüller) [m <sup>2</sup> /kg]		Flächenbedarf pro Person [m <sup>2</sup> ]		Flächenbedarf 1996 [Mio. ha] (bei 100 % Eigenversorgung)	
		konventionell	ökologisch	konventionell	ökologisch	konventionell	ökologisch
Weizen <sup>3)</sup>	48,6	2,1	3,5	102,06	170,10	0,081	0,135
Roggen <sup>3)</sup>	9,9	2,8	3,7	27,72	36,63	0,022	0,029
Sonstiges Getreide <sup>1)</sup>	7,1	3,3	4,8	23,43	34,08	0,019	0,027
Hülsenfrüchte <sup>3)</sup>	0,7	3,4	4,3	2,38	3,01	0,002	0,002
Kartoffeln <sup>3,4)</sup>	61,0	0,3	0,7	18,30	42,70	0,015	0,034
Zucker <sup>3)</sup>	39,8	1,6	1,6	63,68	63,68	0,051	0,051
Schweinefleisch <sup>2)</sup>	57,2	7,7	12,4	440,44	709,28	0,351	0,565
Rind- und Kalbfleisch <sup>2)</sup>	20,0	7,9	10,2	158,00	204,00	0,126	0,162
Geflügelfleisch <sup>2)</sup>	15,7	7,7	11,2	120,89	175,84	0,096	0,140
Schaf- und Ziegenfleisch <sup>2)</sup>	1,2	33,1	37,4	39,72	44,88	0,032	0,036
Pferdefleisch <sup>2)</sup>	0,1	961,6	1.117,1	96,16	111,71	0,077	0,089
Milch <sup>2,5)</sup>	91,3	2,1	2,8	191,73	255,64	0,153	0,203
Eier und Eierzeugnisse <sup>2,3)</sup>	13,9	4,4	6,4	61,16	88,96	0,049	0,071
<b>Summe</b>	<b>366,5</b>	<b>1.038,0</b>	<b>1.216,1</b>	<b>1.345,7</b>	<b>1.940,5</b>	<b>1,071</b>	<b>1,544</b>

<sup>1)</sup> Körnermais, Triticale, Hafer und anderes Getreide

<sup>2)</sup> Versorgungsbilanz für 1996

<sup>3)</sup> Versorgungsbilanz für 1995/1996

<sup>4)</sup> inkl. Kartoffelstärke

<sup>5)</sup> Versorgungsbilanz Rohmilch inkl. Konsummilch

**Anhang XXV:** Zuordnung des theoretischen Flächenanspruchs für die Lebensmittelproduktion je Kulturläche nach SEEMÜLLER (2000 [181])

Flächenbedarf nach Anbauart		Ackerland		Grünland	
konventionell	gesamt [ha]	[ha]	[%]	[ha]	[%]
Rind-, Kalbfleisch	861.893	685.945	79,59%	175.948	20,41%
Schaf-, Ziegenfleisch	117.504	5.434	4,62%	112.070	95,38%
Pferdefleisch	253.532	36.719	14,48%	216.813	85,52%
Milch <sup>1)</sup>	5.018.761	1.221.944	24,35%	3.796.817	75,65%
<b>ökologisch</b>					
Rind-, Kalbfleisch	1.105.616	910.119	82,32%	195.497	17,68%
Schaf-, Ziegenfleisch	132.453	7.931	5,99%	124.522	94,01%
Pferdefleisch	294.490	53.587	18,20%	240.903	81,80%
Milch <sup>1)</sup>	6.752.708	1.683.817	24,94%	5.068.891	75,06%

<sup>1)</sup> zusätzlich inkludiert ist Krafftutternabau für die Nachzucht.

**Anhang XXVI:** Theoretische Biokraftstoffenerträge alternativer ökologisch optimierter Fruchtfolgen auf dem Ackerland

Kulturpflanze	Standortbedingungen [%]			Biokraftstoff	theoretische Biokraftstoff- ertrag [kg/ha]
	günstig	ungünstig	gewählt		
Weizen	33	25	33	Bioethanol <sup>1)</sup>	557
Raps	33	25	33	Biodiesel	483
Mais	40	25	34	Biomethan	1.438
<b>Summe</b>	<b>106</b>	<b>75</b>	<b>100</b>		<b>2.477</b>

<sup>1)</sup> inkl. theor. Steigerung bis 2015 um durchschn. 19 %.

Kulturpflanze	Standortbedingungen [%]			Biokraftstoff	theoretische Biokraftstoff- ertrag [kg/ha]
	günstig	ungünstig	gewählt		
Weizen	33	25	33	Bioethanol <sup>1)</sup>	557
Raps	33	25	33	Biodiesel	483
Fruchtfolge Amon et al.	40	25	34	Biomethan	869
<b>Summe</b>	<b>106</b>	<b>75</b>	<b>100</b>		<b>1.908</b>

<sup>1)</sup> inkl. theor. Steigerung bis 2015 um durchschn. 19 %.

Kulturpflanze	Standortbedingungen [%]			Biokraftstoff	theoretische Biokraftstoff- ertrag [kg/ha]
	günstig	ungünstig	gewählt		
Zuckerrüben	33	25	33	Bioethanol <sup>1)</sup>	1.251
Mais	40	25	34		731
Kartoffel	33	25	33		716
<b>Summe</b>	<b>106</b>	<b>75</b>	<b>100</b>		<b>2.699</b>

<sup>1)</sup> inkl. theor. Steigerung bis 2015 um durchschn. 19 %.

Kulturpflanze	Standortbedingungen [%]			Biokraftstoff	theoretische Biokraftstoff- ertrag [kg/ha]
	günstig	ungünstig	gewählt		
Zuckerrüben	33	25	33	Bioethanol <sup>1)</sup>	1.251
Mais	40	25	34		731
Weizen	33	25	33		557
<b>Summe</b>	<b>106</b>	<b>75</b>	<b>100</b>		<b>2.539</b>

<sup>1)</sup> inkl. theor. Steigerung bis 2015 um durchschn. 19 %.

**Anhang XXVII:** Theoretische Biokraftstofferrträge alternativer Biokraftstoff ertragsmaximierte alternative Fruchtfolgen auf dem Ackerland

Kulturpflanze	Standortbedingungen [%]			Biokraftstoff	theoretische Biokraftstoff- ertrag [kg/ha]
	günstig	ungünstig	gewählt		
Getreide	75	75	75	Bioethanol <sup>1)</sup>	1.244
Zuckerrüben	33	25	25		948
<b>Summe</b>	<b>108</b>	<b>100</b>	<b>100</b>		<b>2.192</b>

<sup>1)</sup> inkl. theor. Steigerung bis 2015 um durchschn. 19 %.

Kulturpflanze	Standortbedingungen [%]			Biokraftstoff	theoretische Biokraftstoff- ertrag [kg/ha]
	günstig	ungünstig	gewählt		
Zuckerrüben	33	25	33	Bioethanol <sup>1)</sup>	1.251
Kartoffel	33	25	33		716
Weizen	33	25	33		557
<b>Summe</b>	<b>99</b>	<b>75</b>	<b>99</b>		<b>2.524</b>

<sup>1)</sup> inkl. theor. Steigerung bis 2015 um durchschn. 19 %.

Kulturpflanze	Standortbedingungen [%]			Biokraftstoff	theoretische Biokraftstoff- ertrag [kg/ha]
	günstig	ungünstig	gewählt		
Mais	40	25	40	Biomethan/Benzin <sup>1)</sup>	1.882
Getreide	75	75	60	Bioethanol <sup>2)</sup>	995
<b>Summe</b>	<b>115</b>	<b>100</b>	<b>100</b>		<b>2.878</b>

<sup>1)</sup> Hier als Benzinsubstitut in Benzinäquivalent berechnet: 1 kg Biomethan = 1,5l bzw. 1,113 kg Benzin

<sup>2)</sup> inkl. theor. Steigerung bis 2015 um durchschn. 19 %.

Kulturpflanze	Standortbedingungen [%]			Biokraftstoff	theoretische Biokraftstoff- ertrag [kg/ha]
	günstig	ungünstig	gewählt		
Getreide	75	75	50	Bioethanol <sup>1)</sup>	829
Sonnenblumen	17	12	17	Biodiesel	246
Raps	33	25	33		483
<b>Summe</b>	<b>125</b>	<b>112</b>	<b>100</b>		<b>1.558</b>

<sup>1)</sup> inkl. theor. Steigerung bis 2015 um durchschn. 19 %.

## Anhang XXVIII: Versorgungsbilanz pflanzliche Öle 1996 - 2005 (STATISTIK AUSTRIA - AMA 2007 [197])

Versorgungsbilanz für pflanzliche Öle – Reinfett [to]												
PFLANZLICHE ÖLE	1995/96	1996/97	1997/98	1998/99	1999/00	2000/01	2001/02	2002/03	2003/04	2004/05	2005/06	+/-% zum Vorjahr
<b>Erzeugung</b>	94.276	82.904	69.558	117.771	118.627	125.845	116.916	110.773	113.829	138.394	142.310	2,8
Anfangsbestand	0	6.000	7.000	0	8.000	0	--	--	--	6.000	22.000	266,7
Endbestand	6.000	7.000	0	8.000	0	0	--	--	6.000	22.000	44.000	100
Einfuhr	108.517	125.010	136.888	138.182	137.863	128.765	139.085	140.409	146.370	157.066	202.517	28,9
Ausfuhr	12.080	15.378	19.429	47.798	56.071	52.034	62.645	61.851	60.572	68.593	82.903	20,9
<b>Inlandsverwendung</b>	184.713	191.536	194.017	200.155	208.419	202.576	193.356	189.330	193.627	210.868	239.924	13,8
Futter	3.000	3.000	3.000	3.000	1.500	1.500	4.000	4.000	6.000	6.000	6.500	8,3
Verarbeitung	51.205	50.270	47.708	60.440	76.367	69.004	69.382	62.351	50.325	49.316	50.586	2,6
- Margarine	38.829	34.511	35.194	35.125	36.262	34.433	34.888	32.800	25.188	30.379	27.141	-10,7
- Speisefette	12.376	15.759	12.514	25.315	40.105	34.571	34.494	29.551	25.137	18.937	23.445	23,8
Industrie <sup>1)</sup>	41.037	50.006	53.307	40.529	35.145	36.488	22.221	24.733	35.411	49.088	69.403	41,4
Verluste	5.540	4.860	4.302	6.386	6.407	6.884	6.153	5.747	5.892	7.964	9.434	18,5
<b>Nahrungsverbrauch<sup>2)</sup></b>	83.931	83.400	85.700	89.800	89.000	88.700	91.600	92.500	96.000	98.500	104.000	5,6
Pro-Kopf/kg	10,4	10,3	10,6	11,1	11	10,9	11,4	11,5	11,8	12	12,6	4,8
<b>Selbstversorgungsgrad [%]<sup>3)</sup></b>	51	43	36	59	57	42	47	47	38	44	40	

<sup>1)</sup> Technische und chemische Industrie.

<sup>2)</sup> einschließlich von der Nahrungsmittelindustrie verwendeter Mengen.

<sup>3)</sup> Berechnet auf Basis des Ölwertes der Ölsaatenproduktion.

## Anhang XXIX: Viehbestand in Österreich (BMLFUW 2006a [36])

Viehbestand auf Basis GVE nach Tierkategorien laut INVEKOS-Tierliste (1)											
	Burgenland	Kärnten	Nieder- österreich	Ober- österreich	Salzburg	Steiermark	Tirol	Vorarlberg	Wien	Österreich	
Pferde	2.062	6.573	11.906	11.014	5.885	9.647	6.091	1.745	9	54.932	in GVE
Rinder	15.236	146.792	319.420	428.988	129.437	246.391	136.870	46.934	51	1.470.119	
Schweine	7.672	16.706	93.980	128.684	1.194	95.288	1.975	1.261	128	346.888	
Schafe	382	4.427	6.075	4.620	2.499	5.365	6.810	1.107	14	31.299	
Ziegen	60	467	1.314	1.159	443	690	1.230	276	8	5.647	
Geflügel	1.356	2.931	7.011	5.856	437	8.530	356	173	2	26.651	
Sonstige Tiere	111	677	1.326	1.611	173	1.367	147	80	0	5.492	
Pferde	2.321	7.922	13.265	12.623	7.247	11.181	7.498	2.074	9	64.140	in Stück
Rinder (4)	21.198	190.479	454.672	593.549	162.325	326.257	180.200	61.474	40	1.990.194	
Schweine	64.949	143.274	836.585	1.135.220	9.318	802.476	17.073	10.858	885	3.020.638	
Schafe	4.425	50.912	69.609	51.718	28.521	61.601	73.939	12.571	182	353.478	
Ziegen	612	4.784	11.814	11.238	4.572	6.695	12.085	2.737	67	54.604	
Geflügel	277.381	1.188.336	2.685.238	2.336.384	121.879	3.347.201	92.744	44.055	453	10.093.671	
Sonstige Tiere	2.522	6.324	21.565	14.046	2.156	18.930	1.947	969	16	68.475	

**Anhang XXX:** Kraftstoffspezifische Kenndaten (verändert nach BGBl. Nr. 417/2004 [30])

In der vorliegenden Arbeit wurde mit folgenden kraftstoffspezifischen Kenndaten, welche aus dem BGBl. II, Nr. 417/2004 (2004 [30]) entstammen und mit Daten aus FNR (2007 [83]) erweitert wurden, gerechnet:

Kraftstoff	Energieinhalt		Dichte	
	Wert	Einheit	Wert	Einheit
Diesel	11,78	[kWh/kg]	0,832	[kg/l]
Biodiesel	10,25	[kWh/kg]	0,883	[kg/l]
Pflanzenöl	9,77	[kWh/kg]	0,92	[kg/l]
Benzin	11,59	[kWh/kg]	0,742	[kg/l]
ETBE	10,08	[kWh/kg]	0,744	[kg/l]
MTBE	9,70	[kWh/kg]	0,744	[kg/l]
Ethanol	7,41	[kWh/kg]	0,794	[kg/l]
Methanol	5,42	[kWh/kg]	0,797	[kg/l]
Erdgas	9,94	[kWh/Nm <sup>3</sup> ]	0,730	[kg/Nm <sup>3</sup> ]
Biogas	9,52	[kWh/Nm <sup>3</sup> ]	0,730	[kg/Nm <sup>3</sup> ]
Sonnenblumenöl <sup>1)</sup>	37,1	[MJ/kg]	0,930	[kg/l]
	10,31	[kWh/kg]		
BtL <sup>1)</sup>	26,7	[MJ/kg]	0,760	[kg/l]
	7,42	[kWh/kg]		

<sup>1)</sup> FNR (2007): Biokraftstoffe. Basisdaten Deutschland.  
Stand: August 2007

**Anhang XXXI:** Kraftstoffverbrauch je Fahrzeugtyp für das Jahr 2005 (eigene Berechnung; Daten HBEFA 2.1)

Land	Jahr	Fzkgategorie	Schadstoff	Kraftstoff	Emissionsfaktor	Einheit
A	2005	PKW/PW	CO	B	4,046	[g/FzKm]
A	2005	PKW/PW	CO <sub>2</sub>	B	178,056	[g/FzKm]
A	2005	PKW/PW	HC	B	0,401	[g/FzKm]
A	2005	PKW/PW	NO <sub>x</sub>	B	0,366	[g/FzKm]
A	2005	PKW/PW	Part	B	0	[g/FzKm]
Kraftstoffverbrauch nach 1999/100/EG					7,88	[l/100km]
A	2005	PKW/PW	CO	D	0,285	[g/FzKm]
A	2005	PKW/PW	CO <sub>2</sub>	D	162,722	[g/FzKm]
A	2005	PKW/PW	HC	D	0,053	[g/FzKm]
A	2005	PKW/PW	NO <sub>x</sub>	D	0,528	[g/FzKm]
A	2005	PKW/PW	Part	D	0,051	[g/FzKm]
Kraftstoffverbrauch nach 1999/100/EG					6,19	[l/100km]
A	2005	LI/LNF	CO	B	15,256	[g/FzKm]
A	2005	LI/LNF	CO <sub>2</sub>	B	261,932	[g/FzKm]
A	2005	LI/LNF	HC	B	1,008	[g/FzKm]
A	2005	LI/LNF	NO <sub>x</sub>	B	1,412	[g/FzKm]
A	2005	LI/LNF	Part	B	0	[g/FzKm]
Kraftstoffverbrauch nach 1999/100/EG					12,27	[l/100km]
A	2005	LI/LNF	CO	D	0,381	[g/FzKm]
A	2005	LI/LNF	CO <sub>2</sub>	D	272,63	[g/FzKm]
A	2005	LI/LNF	HC	D	0,068	[g/FzKm]
A	2005	LI/LNF	NO <sub>x</sub>	D	0,954	[g/FzKm]
A	2005	LI/LNF	Part	D	0,103	[g/FzKm]
Kraftstoffverbrauch nach 1999/100/EG					10,36	[l/100km]
A	2005	SNF	CO	B	4,111	[g/FzKm]
A	2005	SNF	CO <sub>2</sub>	B	575,707	[g/FzKm]
A	2005	SNF	HC	B	3,966	[g/FzKm]
A	2005	SNF	NO <sub>x</sub>	B	4,907	[g/FzKm]
A	2005	SNF	Part	B	0	[g/FzKm]
Kraftstoffverbrauch nach 1999/100/EG					25,25	[l/100km]
A	2005	SNF	CO	D	1,45	[g/FzKm]
A	2005	SNF	CO <sub>2</sub>	D	703,225	[g/FzKm]
A	2005	SNF	HC	D	0,432	[g/FzKm]
A	2005	SNF	NO <sub>x</sub>	D	7,352	[g/FzKm]
A	2005	SNF	Part	D	0,188	[g/FzKm]
Kraftstoffverbrauch nach 1999/100/EG					26,79	[l/100km]
A	2005	LBus	CO	D	2,641	[g/FzKm]
A	2005	LBus	CO <sub>2</sub>	D	883,305	[g/FzKm]
A	2005	LBus	HC	D	0,959	[g/FzKm]
A	2005	LBus	NO <sub>x</sub>	D	10,223	[g/FzKm]

A	2005	LBus	Part	D	0,359	[g/FzK <sub>m</sub> ]
Kraftstoffverbrauch nach 1999/100/EG					33,75	[l/100km]
A	2005	RBus	CO	D	1,847	[g/FzK <sub>m</sub> ]
A	2005	RBus	CO <sub>2</sub>	D	934,343	[g/FzK <sub>m</sub> ]
A	2005	RBus	HC	D	0,581	[g/FzK <sub>m</sub> ]
A	2005	RBus	NO <sub>x</sub>	D	10,341	[g/FzK <sub>m</sub> ]
A	2005	RBus	Part	D	0,284	[g/FzK <sub>m</sub> ]
Kraftstoffverbrauch nach 1999/100/EG					35,59	[l/100km]
Mittelwert Kraftstoffverbrauch Bus					34,67	[l/100km]
A	2005	KR	CO	B	10,212	[g/FzK <sub>m</sub> ]
A	2005	KR	CO <sub>2</sub>	B	91,82	[g/FzK <sub>m</sub> ]
A	2005	KR	HC	B	2,875	[g/FzK <sub>m</sub> ]
A	2005	KR	NO <sub>x</sub>	B	0,285	[g/FzK <sub>m</sub> ]
A	2005	KR	Part	B	0	[g/FzK <sub>m</sub> ]
Kraftstoffverbrauch nach 1999/100/EG					4,97	[l/100km]

**Anhang XXXII:** Kraftstoffverbrauch je Fahrzeugtyp für das Jahr 2020 (eigene Berechnung; Daten HBEFA 2.1)

Land	Jahr	Fzgekategorie	Schadstoff	Kraftstoff	Emissionsfaktor	Einheit
A	2020	PKW/PW	CO	B	1,956	[g/FzKm]
A	2020	PKW/PW	CO <sub>2</sub>	B	159,585	[g/FzKm]
A	2020	PKW/PW	HC	B	0,179	[g/FzKm]
A	2020	PKW/PW	NO <sub>x</sub>	B	0,141	[g/FzKm]
A	2020	PKW/PW	Part	B	0	[g/FzKm]
Kraftstoffverbrauch nach 1999/100/EG					6,93	[l/100km]
A	2020	PKW/PW	CO	D	0,203	[g/FzKm]
A	2020	PKW/PW	CO <sub>2</sub>	D	148,715	[g/FzKm]
A	2020	PKW/PW	HC	D	0,039	[g/FzKm]
A	2020	PKW/PW	NO <sub>x</sub>	D	0,35	[g/FzKm]
A	2020	PKW/PW	Part	D	0,022	[g/FzKm]
Kraftstoffverbrauch nach 1999/100/EG					5,65	[l/100km]
A	2020	LI/LNF	CO	B	6,336	[g/FzKm]
A	2020	LI/LNF	CO <sub>2</sub>	B	245,946	[g/FzKm]
A	2020	LI/LNF	HC	B	0,283	[g/FzKm]
A	2020	LI/LNF	NO <sub>x</sub>	B	0,576	[g/FzKm]
A	2020	LI/LNF	Part	B	0	[g/FzKm]
Kraftstoffverbrauch nach 1999/100/EG					10,90	[l/100km]
A	2020	LI/LNF	CO	D	0,174	[g/FzKm]
A	2020	LI/LNF	CO <sub>2</sub>	D	269,554	[g/FzKm]
A	2020	LI/LNF	HC	D	0,035	[g/FzKm]
A	2020	LI/LNF	NO <sub>x</sub>	D	0,519	[g/FzKm]
A	2020	LI/LNF	Part	D	0,035	[g/FzKm]
Kraftstoffverbrauch nach 1999/100/EG					10,23	[l/100km]
A	2020	SNF	CO	B	4,113	[g/FzKm]
A	2020	SNF	CO <sub>2</sub>	B	574,736	[g/FzKm]
A	2020	SNF	HC	B	3,972	[g/FzKm]
A	2020	SNF	NO <sub>x</sub>	B	4,896	[g/FzKm]
A	2020	SNF	Part	B	0	[g/FzKm]
Kraftstoffverbrauch nach 1999/100/EG					25,21	[l/100km]

A	2020	SNF	CO	D	0,962	[g/FzKm]
A	2020	SNF	CO <sub>2</sub>	D	717,866	[g/FzKm]
A	2020	SNF	HC	D	0,387	[g/FzKm]
A	2020	SNF	NO <sub>x</sub>	D	2,641	[g/FzKm]
A	2020	SNF	Part	D	0,045	[g/FzKm]
Kraftstoffverbrauch nach 1999/100/EG					27,31	[l/100km]
A	2020	LBus	CO	D	1,65	[g/FzKm]
A	2020	LBus	CO <sub>2</sub>	D	887,992	[g/FzKm]
A	2020	LBus	HC	D	0,609	[g/FzKm]
A	2020	LBus	NO <sub>x</sub>	D	4,649	[g/FzKm]
A	2020	LBus	Part	D	0,107	[g/FzKm]
Kraftstoffverbrauch nach 1999/100/EG					33,82	[l/100km]
A	2020	RBus	CO	D	1,334	[g/FzKm]
A	2020	RBus	CO <sub>2</sub>	D	960,384	[g/FzKm]
A	2020	RBus	HC	D	0,541	[g/FzKm]
A	2020	RBus	NO <sub>x</sub>	D	4,549	[g/FzKm]
A	2020	RBus	Part	D	0,086	[g/FzKm]
Kraftstoffverbrauch nach 1999/100/EG					36,54	[l/100km]
Mittelwert Kraftstoffverbrauch Bus					35,18	[l/100km]
A	2020	KR	CO	B	6,871	[g/FzKm]
A	2020	KR	CO <sub>2</sub>	B	85,522	[g/FzKm]
A	2020	KR	HC	B	1,888	[g/FzKm]
A	2020	KR	NO <sub>x</sub>	B	0,259	[g/FzKm]
A	2020	KR	Part	B	0	[g/FzKm]
Kraftstoffverbrauch nach 1999/100/EG					4,34	[l/100km]

Für Motorräder wird anstelle von „MR“ in der Onlineversion „KR“ ausgegeben (Stand 28.11.2007).

## Anhang XXXIII: Kraftstoffverbrauch im Jahr 2005 im Szenario HBEFA 2.1

Jahr: 2005 Szenario: HBEFA 2.1		[l/100 km]	[l/km]	[kg/km]	[Mio. Kfz-km]	[Kfz-km]	[kg]	[to]	[Mio. to]	Anteil
		Summe Straße			65.353	65.353.000.000	4.395.639.613	4.395.640	4,396	100,00%
PKW	Otto mit Kat	7,88	0,079	0,058	21.370	21.370.000.000	1.250.121.501	1.250.122	1,250	28,44%
	Otto ohne Kat	7,88	0,079	0,058	1.475	1.475.000.000	86.285.878	86.286	0,086	1,96%
	Diesel	6,19	0,062	0,052	31.527	31.527.000.000	1.623.732.423	1.623.732	1,624	36,94%
LNF	Otto mit Kat	12,27	0,123	0,091	460	460.000.000	41.896.647	41.897	0,042	0,95%
	Otto ohne Kat	12,27	0,123	0,091	165	165.000.000	15.028.145	15.028	0,015	0,34%
	Diesel	10,36	0,104	0,086	5.377	5.377.000.000	463.611.004	463.611	0,464	10,55%
SNF	< 14 t Otto	25,25	0,253	0,187	14	14.000.000	2.623.188	2.623	0,003	0,06%
	< 14t Diesel	26,79	0,268	0,223	286	286.000.000	63.745.956	63.746	0,064	1,45%
	> 14 t	26,79	0,268	0,223	197	197.000.000	43.908.928	43.909	0,044	1,00%
	Sattelz. & Lastz.	26,79	0,268	0,223	2.783	2.783.000.000	620.297.187	620.297	0,620	14,11%
	Busse	34,67	0,347	0,288	484	484.000.000	139.608.787	139.609	0,140	3,18%
	Mofas+Motorräder	4,97	0,050	0,037	1.215	1.215.000.000	44.779.969	44.780	0,045	1,02%
	<b>Benzin gesamt</b>								<b>1,441</b>	<b>32,78%</b>
	<b>Diesel gesamt</b>								<b>2,955</b>	<b>67,22%</b>

## Anhang XXXIV: Kraftstoffverbrauch im Jahr 2005 im Szenario Mikrozensus 2001

Jahr: 2005 Szenario: Mikrozensus		[l/100 km]	[l/km]	[kg/km]	[Mio. Kfz-km]	[Kfz-km]	[kg]	[to]	[Mio. to]	Anteil
		Summe Straße			65.353	65.353.000.000	4.763.319.411	4.763.319	4,763	100,00%
PKW	Otto mit Kat	8,80	0,088	0,065	21.370	21.370.000.000	1.395.375.520	1.395.376	1,395	29,29%
	Otto ohne Kat	8,80	0,088	0,065	1.475	1.475.000.000	96.311.600	96.312	0,096	2,02%
	Diesel	7,00	0,070	0,058	31.527	31.527.000.000	1.836.132.480	1.836.132	1,836	38,55%
LNF	Otto mit Kat	12,27	0,123	0,091	460	460.000.000	41.896.647	41.897	0,042	0,88%
	Otto ohne Kat	12,27	0,123	0,091	165	165.000.000	15.028.145	15.028	0,015	0,32%
	Diesel	10,36	0,104	0,086	5.377	5.377.000.000	463.611.004	463.611	0,464	9,73%
SNF	< 14 t Otto	25,25	0,253	0,187	14	14.000.000	2.623.188	2.623	0,003	0,06%
	< 14t Diesel	26,79	0,268	0,223	286	286.000.000	63.745.956	63.746	0,064	1,34%
	> 14 t	26,79	0,268	0,223	197	197.000.000	43.908.928	43.909	0,044	0,92%
	Sattelz. & Lastz.	26,79	0,268	0,223	2.783	2.783.000.000	620.297.187	620.297	0,620	13,02%
	Busse	34,67	0,347	0,288	484	484.000.000	139.608.787	139.609	0,140	2,93%
	Mofas+Motorräder	4,97	0,050	0,037	1.215	1.215.000.000	44.779.969	44.780	0,045	0,94%
	<b>Benzin gesamt</b>								<b>1,596</b>	<b>33,51%</b>
	<b>Diesel gesamt</b>								<b>3,167</b>	<b>66,49%</b>

**Anhang XXXV:** Prognosen der Jahresfahrleistung (verändert nach EICHLSEDER und HAUSBERGER (2005 [59]))

Jahr	[Mio. kfz-km]							
	Summe Straße Inland	WM	Abweichung	WM-low	Abweichung	WM-high	Abweichung	
1990	48.472	48.359	100%	48.359	100%	48.359	100%	
1991	50.030	54.278	108%	54.278	108%	54.278	108%	
1992	51.600	53.593	104%	53.593	104%	53.593	104%	
1993	52.630	53.405	101%	53.405	101%	53.405	101%	
1994	54.588	53.767	98%	53.767	98%	53.767	98%	
1995	55.409	54.446	98%	54.446	98%	54.446	98%	
1996	56.579	55.959	99%	55.959	99%	55.959	99%	
1997	57.782	55.123	95%	55.123	95%	55.123	95%	
1998	59.212	61.569	104%	61.569	104%	61.569	104%	
1999	60.851	60.664	100%	60.664	100%	60.664	100%	
2000	61.941	63.494	103%	63.494	103%	63.494	103%	
2001	62.862	68.159	108%	68.159	108%	68.159	108%	
2002	64.187	77.179	120%	77.179	120%	77.179	120%	
2003	65.075	84.050	129%	84.050	129%	84.050	129%	
2004	65.669	82.677	126%	82.678	126%	82.678	126%	
2005	65.353	83.263	127%	83.263	127%	83.394	128%	
<b>Prognose</b>								<b>WMA</b>
2006		84.135	100%	83.414	99%	86.385	103%	84.135
2007		84.994	100%	83.863	99%	88.190	104%	84.323
2008		85.830	100%	84.205	98%	90.349	105%	81.808
2009		86.628	100%	84.515	98%	92.612	107%	79.252
2010		87.418	100%	84.788	97%	94.914	109%	76.754
2011		88.189	100%	85.739	97%	96.704	110%	77.223
2012		88.961	100%	85.968	97%	98.814	111%	77.692
2013		89.736	100%	86.559	96%	100.373	112%	78.200
2014		90.498	100%	87.139	96%	102.439	113%	78.712
2015		91.251	100%	87.516	96%	104.561	115%	79.189
2016		92.002	100%	88.075	96%	106.669	116%	79.665
2017		92.754	100%	88.637	96%	108.812	117%	80.132
2018		93.512	100%	89.198	95%	110.991	119%	80.605
2019		94.258	100%	89.750	95%	113.173	120%	81.059
2020		94.992	100%	90.283	95%	115.418	122%	81.501

## Anhang XXXVI: Jahresfahrleistung für das Jahr 2020 der Fahrleistungsprognose WM

						2020	
Jahr: 2005 Prognose: WM		Kfz- Bestand	[Mio. Kfz-km]		durchschn. [Mio. Kfz-km]	durschn. Jahres- kilometerleistung	[Mio. Kfz-km]
<b>Summe Straße</b>		<b>5.151.805</b>	<b>65.353</b>	<b>100,00%</b>	<b>0,013</b>	<b>12.685,46</b>	<b>74.559</b>
<b>PKW</b>	Otto mit Kat	1.811.009	21.370	32,70%	0,012	11.800,05	24.380
	Otto ohne Kat	334.822	1.475	2,26%	0,004	4.405,33	1.683
	Diesel	2.010.912	31.527	48,24%	0,016	15.677,96	35.968
<b>LNF</b>	Otto mit Kat	18.392	460	0,70%	0,025	25.010,87	525
	Otto ohne Kat	8.828	165	0,25%	0,019	18.690,53	188
	Diesel	254.847	5.377	8,23%	0,021	21.098,93	6.134
<b>SNF</b>	< 14 t Otto	657	14	0,02%	0,021	21.308,98	16
	< 14t Diesel	10.957	286	0,44%	0,026	26.102,04	326
	> 14 t	7.559	197	0,30%	0,026	26.061,65	225
	Sattelz. & Lastz.	56.809	2.783	4,26%	0,049	48.988,72	3.175
	Busse	9.301	484	0,74%	0,052	52.037,42	552
	Mofas	301.425	301	0,46%	0,001	998,59	343
	Motorräder	326.286	914	1,40%	0,003	2.801,22	1.043

## Anhang XXXVII: Jahresfahrleistung für das Jahr 2020 der Fahrleistungsprognose WM low

							2020
Jahr: 2005 Prognose: WM low		Kfz- Bestand	[Mio. Kfz-km]		durchschn. [Mio. Kfz-km]	durschn. Jahres- kilometerleistung	[Mio. Kfz-km]
<b>Summe Straße</b>		<b>5.151.805</b>	<b>65.353</b>	<b>100,00%</b>	<b>0,013</b>	<b>12.685,46</b>	<b>70.863</b>
<b>PKW</b>	Otto mit Kat	1.811.009	21.370	32,70%	0,012	11.800,05	23.172
	Otto ohne Kat	334.822	1.475	2,26%	0,004	4.405,33	1.599
	Diesel	2.010.912	31.527	48,24%	0,016	15.677,96	34.185
<b>LNF</b>	Otto mit Kat	18.392	460	0,70%	0,025	25.010,87	499
	Otto ohne Kat	8.828	165	0,25%	0,019	18.690,53	179
	Diesel	254.847	5.377	8,23%	0,021	21.098,93	5.830
<b>SNF</b>	< 14 t Otto	657	14	0,02%	0,021	21.308,98	15
	< 14t Diesel	10.957	286	0,44%	0,026	26.102,04	310
	> 14 t	7.559	197	0,30%	0,026	26.061,65	214
	Sattelz. & Lastz.	56.809	2.783	4,26%	0,049	48.988,72	3.018
	Busse	9.301	484	0,74%	0,052	52.037,42	525
	Mofas	301.425	301	0,46%	0,001	998,59	326
	Motorräder	326.286	914	1,40%	0,003	2.801,22	991

## Anhang XXXVIII: Jahresfahrleistung für das Jahr 2020 der Fahrleistungsprognose WM high

						2020	
Jahr: 2005 Prognose: WM high		Kfz- Bestand	[Mio. Kfz-km]		durchschn. [Mio. Kfz-km]	durschn. Jahres- kilometerleistung	[Mio. Kfz-km]
<b>Summe Straße</b>		<b>5.151.805</b>	<b>65.353</b>	<b>100,00%</b>	<b>0,013</b>	<b>12.685,46</b>	<b>90.591</b>
<b>PKW</b>	Otto mit Kat	1.811.009	21.370	32,70%	0,012	11.800,05	29.623
	Otto ohne Kat	334.822	1.475	2,26%	0,004	4.405,33	2.045
	Diesel	2.010.912	31.527	48,24%	0,016	15.677,96	43.702
<b>LNF</b>	Otto mit Kat	18.392	460	0,70%	0,025	25.010,87	638
	Otto ohne Kat	8.828	165	0,25%	0,019	18.690,53	229
	Diesel	254.847	5.377	8,23%	0,021	21.098,93	7.454
<b>SNF</b>	< 14 t Otto	657	14	0,02%	0,021	21.308,98	19
	< 14t Diesel	10.957	286	0,44%	0,026	26.102,04	396
	> 14 t	7.559	197	0,30%	0,026	26.061,65	273
	Sattelz. & Lastz.	56.809	2.783	4,26%	0,049	48.988,72	3.858
	Busse	9.301	484	0,74%	0,052	52.037,42	671
	Mofas	301.425	301	0,46%	0,001	998,59	417
	Motorräder	326.286	914	1,40%	0,003	2.801,22	1.267

## Anhang XXXIX: Jahresfahrleistung für das Jahr 2020 der Fahrleistungsprognose WAM

						2020	
Jahr: 2005 Prognose: WAM		Kfz- Bestand	[Mio. Kfz-km]		durchschn. [Mio. Kfz-km]	durschn. Jahres- kilometerleistung	[Mio. Kfz-km]
<b>Summe Straße</b>		<b>5.151.805</b>	<b>65.353</b>	<b>100,00%</b>	<b>0,013</b>	<b>12.685,46</b>	<b>63.970</b>
<b>PKW</b>	Otto mit Kat	1.811.009	21.370	32,70%	0,012	11.800,05	20.918
	Otto ohne Kat	334.822	1.475	2,26%	0,004	4.405,33	1.444
	Diesel	2.010.912	31.527	48,24%	0,016	15.677,96	30.860
<b>LNF</b>	Otto mit Kat	18.392	460	0,70%	0,025	25.010,87	450
	Otto ohne Kat	8.828	165	0,25%	0,019	18.690,53	162
	Diesel	254.847	5.377	8,23%	0,021	21.098,93	5.263
<b>SNF</b>	< 14 t Otto	657	14	0,02%	0,021	21.308,98	14
	< 14t Diesel	10.957	286	0,44%	0,026	26.102,04	280
	> 14 t	7.559	197	0,30%	0,026	26.061,65	193
	Sattelz. & Lastz.	56.809	2.783	4,26%	0,049	48.988,72	2.724
	Busse	9.301	484	0,74%	0,052	52.037,42	474
	Mofas	301.425	301	0,46%	0,001	998,59	295
	Motorräder	326.286	914	1,40%	0,003	2.801,22	895

**Anhang XL: Prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage für das Jahr 2020 im Szenario BAU der Fahrleistungsprognose WM**

Prognose: WM Szenario: BAU		[l/100 km]	[l/km]	[kg/km]	[Mio. kfz-km]	[Kfz-km]	[kg]	[to]	[Mio. to]	Anteil
		Summe Straße			74.559	74.559.073.970	4.667.644.208	4.667.644	4,668	100,00%
PKW	PKW Otto mit Kat	6,93	0,069	0,051	24.380	24.380.325.475	1.253.714.666	1.253.715	1,254	26,86%
	PKW Otto ohne Kat	6,93	0,069	0,051	1.683	1.682.778.665	86.533.885	86.534	0,087	1,85%
	PKW Diesel	5,65	0,057	0,047	35.968	35.968.110.493	1.691.640.112	1.691.640	1,692	36,24%
LNF	Otto mit Kat	10,90	0,109	0,081	525	524.798.770	42.457.731	42.458	0,042	0,91%
	Otto ohne Kat	10,90	0,109	0,081	188	188.243.037	15.229.403	15.229	0,015	0,33%
	Diesel	10,23	0,102	0,085	6.134	6.134.441.276	522.136.918	522.137	0,522	11,19%
SNF	< 14 t Otto	25,21	0,252	0,187	16	15.972.136	2.987.934	2.988	0,003	0,06%
	< 14t Diesel	27,31	0,273	0,227	326	326.287.931	74.138.384	74.138	0,074	1,59%
	> 14 t	27,31	0,273	0,227	225	224.750.778	51.067.349	51.067	0,051	1,09%
	Sattelz. & Lastz.	27,31	0,273	0,227	3.175	3.175.032.559	721.423.510	721.424	0,721	15,46%
	Busse	35,18	0,352	0,293	552	552.179.576	161.636.628	161.637	0,162	3,46%
	Mofas+Motorräder	4,34	0,043	0,032	1.386	1.386.153.273	44.677.688	44.678	0,045	0,96%
	<b>Benzin gesamt</b>								<b>1,446</b>	<b>30,97%</b>
	<b>Diesel gesamt</b>								<b>3,222</b>	<b>69,03%</b>

**Anhang XLI: Prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage für das Jahr 2020 im Szenario 5-Liter-Auto (120 g CO<sub>2</sub>/km) der Fahrleistungsprognose WM**

Prognose: WM Szenario: 120 g CO <sub>2</sub> /km		[l/100 km]	[l/km]	[kg/km]	[Mio. kfz-km]	[Kfz-km]	[kg]	[to]	[Mio. to]	Anteil
		Summe Straße			74.559	74.559.073.970	4.166.966.472	4.166.966	4,167	100,00%
PKW	PKW Otto mit Kat	5,18	0,052	0,038	24.380	24.380.325.475	937.072.438	937.072	0,937	22,49%
	PKW Otto ohne Kat	5,18	0,052	0,038	1.683	1.682.778.665	64.678.608	64.679	0,065	1,55%
	PKW Diesel	4,58	0,046	0,038	35.968	35.968.110.493	1.370.586.431	1.370.586	1,371	32,89%
LNF	Otto mit Kat	10,70	0,107	0,079	525	524.798.770	41.665.874	41.666	0,042	1,00%
	Otto ohne Kat	10,70	0,107	0,079	188	188.243.037	14.945.368	14.945	0,015	0,36%
	Diesel	10,30	0,103	0,086	6.134	6.134.441.276	525.697.080	525.697	0,526	12,62%
SNF	< 14 t Otto	33,00	0,330	0,245	16	15.972.136	3.910.937	3.911	0,004	0,09%
	< 14t Diesel	32,10	0,321	0,267	326	326.287.931	87.142.370	87.142	0,087	2,09%
	> 14 t	32,10	0,321	0,267	225	224.750.778	60.024.640	60.025	0,060	1,44%
	Sattelz. & Lastz.	32,10	0,321	0,267	3.175	3.175.032.559	847.962.296	847.962	0,848	20,35%
	Busse	36,35	0,364	0,302	552	552.179.576	166.996.773	166.997	0,167	4,01%
	Mofas+Motorräder	4,50	0,045	0,033	1.386	1.386.153.273	46.283.658	46.284	0,046	1,11%
	<b>Benzin gesamt</b>								<b>1,109</b>	<b>26,60%</b>
	<b>Diesel gesamt</b>								<b>3,058</b>	<b>73,40%</b>

**Anhang XLII:** Prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage für das Jahr 2020 im Szenario 3-Liter-Auto (90 g CO<sub>2</sub>/km) der Fahrleistungsprognose WM

Prognose: WM Szenario: 90 g CO <sub>2</sub> /km		[l/100 km]	[l/km]	[kg/km]	[Mio. kfz-km]	[Kfz-km]	[kg]	[to]	[Mio. to]	Anteil
		Summe Straße			74.559	74.559.073.970	3.578.279.200	3.578.279	3,578	100,00%
PKW	PKW Otto mit Kat	3,90	0,039	0,029	24.380	24.380.325.475	705.517.859	705.518	0,706	19,72%
	PKW Otto ohne Kat	3,90	0,039	0,029	1.683	1.682.778.665	48.696.249	48.696	0,049	1,36%
	PKW Diesel	3,44	0,034	0,029	35.968	35.968.110.493	1.029.436.097	1.029.436	1,029	28,77%
LNF	Otto mit Kat	10,70	0,107	0,079	525	524.798.770	41.665.874	41.666	0,042	1,16%
	Otto ohne Kat	10,70	0,107	0,079	188	188.243.037	14.945.368	14.945	0,015	0,42%
	Diesel	10,30	0,103	0,086	6.134	6.134.441.276	525.697.080	525.697	0,526	14,69%
SNF	< 14 t Otto	33,00	0,330	0,245	16	15.972.136	3.910.937	3.911	0,004	0,11%
	< 14t Diesel	32,10	0,321	0,267	326	326.287.931	87.142.370	87.142	0,087	2,44%
	> 14 t	32,10	0,321	0,267	225	224.750.778	60.024.640	60.025	0,060	1,68%
	Sattelz. & Lastz.	32,10	0,321	0,267	3.175	3.175.032.559	847.962.296	847.962	0,848	23,70%
	Busse	36,35	0,364	0,302	552	552.179.576	166.996.773	166.997	0,167	4,67%
	Mofas+Motorräder	4,50	0,045	0,033	1.386	1.386.153.273	46.283.658	46.284	0,046	1,29%
	<b>Benzin gesamt</b>								<b>0,861</b>	<b>24,06%</b>
	<b>Diesel gesamt</b>								<b>2,717</b>	<b>75,94%</b>

## Anhang XLIII: Prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage für das Jahr 2020 im Szenario Gasfahrzeug der Fahrleistungsprognose WM

Prognose: WM Szenario: Gasfzg (120 g CO <sub>2</sub> /km)		[l/100 km]	[l/km]	[kg/km]	[Mio. Kfz-km]	[Kfz-km]	[kg]	[to]	[Mio. to]	Anteil
		Summe Straße			74.559	74.559.073.970	4.548.814.925	4.548.815	4,549	100,00%
PKW	PKW Gasfzg			0,044	62.031	62.031.214.633	2.754.185.930	2.754.186	2,754	60,55%
LNF	Otto mit Kat	10,70	0,107	0,079	525	524.798.770	41.665.874	41.666	0,042	0,92%
	Otto ohne Kat	10,70	0,107	0,079	188	188.243.037	14.945.368	14.945	0,015	0,33%
	Diesel	10,30	0,103	0,086	6.134	6.134.441.276	525.697.080	525.697	0,526	11,56%
SNF	< 14 t Otto	33,00	0,330	0,245	16	15.972.136	3.910.937	3.911	0,004	0,09%
	< 14t Diesel	32,10	0,321	0,267	326	326.287.931	87.142.370	87.142	0,087	1,92%
	> 14 t	32,10	0,321	0,267	225	224.750.778	60.024.640	60.025	0,060	1,32%
	Sattelz. & Lastz.	32,10	0,321	0,267	3.175	3.175.032.559	847.962.296	847.962	0,848	18,64%
	Busse	36,35	0,364	0,302	552	552.179.576	166.996.773	166.997	0,167	3,67%
	Mofas+Motorräder	4,50	0,045	0,033	1.386	1.386.153.273	46.283.658	46.284	0,046	1,02%
	<b>Benzin gesamt</b>								<b>0,107</b>	<b>2,35%</b>
	<b>Diesel gesamt</b>								<b>1,688</b>	<b>37,10%</b>
	<b>Gas gesamt</b>								<b>2,754</b>	<b>60,55%</b>

## Anhang XLIV: Prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage für das Jahr 2020 im Szenario 10 % E-Fzg der Fahrleistungsprognose WM

Prognose: WM Szenario: 10 % E-Fzg		[l/100 km]	[l/km]	[kg/km]	[Mio. Kfz-km]	[Kfz-km]	[kg]	[to]	[Mio. to]	Anteil
		Summe Straße			68.356	68.355.952.507	4.366.414.004	4.366.414	4,366	100,00%
PKW	PKW Otto mit Kat	6,93	0,069	0,051	21.942	21.942.292.927	1.128.343.199	1.128.343	1,128	24,17%
	PKW Otto ohne Kat	6,93	0,069	0,051	1.515	1.514.500.799	77.880.497	77.880	0,078	1,67%
	PKW Diesel	5,65	0,057	0,047	32.371	32.371.299.444	1.522.476.101	1.522.476	1,522	32,62%
LNF	Otto mit Kat	12,27	0,123	0,091	525	524.798.770	47.798.497	47.798	0,048	1,02%
	Otto ohne Kat	12,27	0,123	0,091	188	188.243.037	17.145.113	17.145	0,017	0,37%
	Diesel	10,36	0,104	0,086	6.134	6.134.441.276	528.918.445	528.918	0,529	11,33%
SNF	< 14 t Otto	25,25	0,253	0,187	16	15.972.136	2.992.708	2.993	0,003	0,06%
	< 14t Diesel	26,79	0,268	0,223	326	326.287.931	72.725.651	72.726	0,073	1,56%
	> 14 t	26,79	0,268	0,223	225	224.750.778	50.094.242	50.094	0,050	1,07%
	Sattelz. & Lastz.	26,79	0,268	0,223	3.175	3.175.032.559	707.676.524	707.677	0,708	15,16%
	Busse	34,67	0,347	0,288	552	552.179.576	159.275.043	159.275	0,159	3,41%
	Mofas+Motorräder	4,97	0,050	0,037	1.386	1.386.153.273	51.087.985	51.088	0,051	1,09%
	<b>Benzin gesamt</b>								<b>1,325</b>	<b>28,39%</b>
	<b>Diesel gesamt</b>								<b>3,041</b>	<b>65,15%</b>

## Anhang XLV: Prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage für das Jahr 2020 im Szenario BAU der Fahrleistungsprognose WM low

Prognose: WM low Szenario: BAU		[l/100 km]	[l/km]	[kg/km]	[Mio. Kfz-km]	[Kfz-km]	[kg]	[to]	[Mio. to]	Anteil
		Summe Straße			70.863	70.862.987.149	4.436.256.969	4.436.257	4,436	100,00%
PKW	PKW Otto mit Kat	6,93	0,069	0,051	23.172	23.171.729.460	1.191.564.775	1.191.565	1,192	26,86%
	PKW Otto ohne Kat	6,93	0,069	0,051	1.599	1.599.358.959	82.244.176	82.244	0,082	1,85%
	PKW Diesel	5,65	0,057	0,047	34.185	34.185.077.898	1.607.781.121	1.607.781	1,608	36,24%
LNF	Otto mit Kat	10,90	0,109	0,081	499	498.783.133	40.352.991	40.353	0,040	0,91%
	Otto ohne Kat	10,90	0,109	0,081	179	178.911.341	14.474.442	14.474	0,014	0,33%
	Diesel	10,23	0,102	0,085	5.830	5.830.341.100	496.253.236	496.253	0,496	11,19%
SNF	< 14 t Otto	25,21	0,252	0,187	15	15.180.356	2.839.814	2.840	0,003	0,06%
	< 14t Diesel	27,31	0,273	0,227	310	310.112.991	70.463.152	70.463	0,070	1,59%
	> 14 t	27,31	0,273	0,227	214	213.609.298	48.535.808	48.536	0,049	1,09%
	Sattelz. & Lastz.	27,31	0,273	0,227	3.018	3.017.637.954	685.660.674	685.661	0,686	15,46%
	Busse	35,18	0,352	0,293	525	524.806.601	153.623.881	153.624	0,154	3,46%
	Mofas+Motorräder	4,34	0,043	0,032	1.317	1.317.438.058	42.462.899	42.463	0,042	0,96%
	<b>Benzin gesamt</b>								<b>1,374</b>	<b>30,97%</b>
	<b>Diesel gesamt</b>								<b>3,062</b>	<b>69,03%</b>

**Anhang XLVI:** Prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage für das Jahr 2020 im Szenario 5-Liter-Auto (120 g CO<sub>2</sub>/km) der Fahrleistungsprognose WM low

Prognose: WM low Szenario: 120 g CO <sub>2</sub> /km		[l/100 km]	[l/km]	[kg/km]	[Mio. Kfz-km]	[Kfz-km]	[kg]	[to]	[Mio. to]	Anteil
		Summe Straße			70.863	70.862.987.149	3.941.012.797	3.941.013	3,941	100,00%
PKW	PKW Otto mit Kat	5,09	0,051	0,038	23.172	23.171.729.460	875.145.244	875.145	0,875	22,21%
	PKW Otto ohne Kat	5,09	0,051	0,038	1.599	1.599.358.959	60.404.269	60.404	0,060	1,53%
	PKW Diesel	4,57	0,046	0,038	34.185	34.185.077.898	1.299.798.706	1.299.799	1,300	32,98%
LNF	Otto mit Kat	10,70	0,107	0,079	499	498.783.133	39.600.388	39.600	0,040	1,00%
	Otto ohne Kat	10,70	0,107	0,079	179	178.911.341	14.204.487	14.204	0,014	0,36%
	Diesel	10,30	0,103	0,086	5.830	5.830.341.100	499.636.911	499.637	0,500	12,68%
SNF	< 14 t Otto	33,00	0,330	0,245	15	15.180.356	3.717.062	3.717	0,004	0,09%
	< 14t Diesel	32,10	0,321	0,267	310	310.112.991	82.822.497	82.822	0,083	2,10%
	> 14 t	32,10	0,321	0,267	214	213.609.298	57.049.063	57.049	0,057	1,45%
	Sattelz. & Lastz.	32,10	0,321	0,267	3.018	3.017.637.954	805.926.604	805.927	0,806	20,45%
	Busse	36,35	0,364	0,302	525	524.806.601	158.718.310	158.718	0,159	4,03%
	Mofas+Motorräder	4,50	0,045	0,033	1.317	1.317.438.058	43.989.257	43.989	0,044	1,12%
	<b>Benzin gesamt</b>								<b>1,037</b>	<b>26,31%</b>
	<b>Diesel gesamt</b>								<b>2,904</b>	<b>73,69%</b>

**Anhang XLVII:** Prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage für das Jahr 2020 im Szenario 3-Liter-Auto (90 g CO<sub>2</sub>/km) der Fahrleistungsprognose WM low

Prognose: WM low Szenario: 90 g CO <sub>2</sub> /km		[l/100 km]	[l/km]	[kg/km]	[Mio. Kfz-km]	[Kfz-km]	[kg]	[to]	[Mio. to]	Anteil
		Summe Straße			70.863	70.862.987.149	3.385.184.310	3.385.184	3,385	100,00%
PKW	PKW Otto mit Kat	3,83	0,038	0,028	23.172	23.171.729.460	658.508.111	658.508	0,659	19,45%
	PKW Otto ohne Kat	3,83	0,038	0,028	1.599	1.599.358.959	45.451.543	45.452	0,045	1,34%
	PKW Diesel	3,43	0,034	0,029	34.185	34.185.077.898	975.560.079	975.560	0,976	28,82%
LNF	Otto mit Kat	10,70	0,107	0,079	499	498.783.133	39.600.388	39.600	0,040	1,17%
	Otto ohne Kat	10,70	0,107	0,079	179	178.911.341	14.204.487	14.204	0,014	0,42%
	Diesel	10,30	0,103	0,086	5.830	5.830.341.100	499.636.911	499.637	0,500	14,76%
SNF	< 14 t Otto	33,00	0,330	0,245	15	15.180.356	3.717.062	3.717	0,004	0,11%
	< 14t Diesel	32,10	0,321	0,267	310	310.112.991	82.822.497	82.822	0,083	2,45%
	> 14 t	32,10	0,321	0,267	214	213.609.298	57.049.063	57.049	0,057	1,69%
	Sattelz. & Lastz.	32,10	0,321	0,267	3.018	3.017.637.954	805.926.604	805.927	0,806	23,81%
	Busse	36,35	0,364	0,302	525	524.806.601	158.718.310	158.718	0,159	4,69%
	Mofas+Motorräder	4,50	0,045	0,033	1.317	1.317.438.058	43.989.257	43.989	0,044	1,30%
	<b>Benzin gesamt</b>								<b>0,805</b>	<b>23,79%</b>
	<b>Diesel gesamt</b>								<b>2,580</b>	<b>76,21%</b>

## Anhang XLVIII: Prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage für das Jahr 2020 im Szenario Gasfahrzeug der Fahrleistungsprognose WM low

Prognose: WM low Szenario: Gasfzg (120 g CO <sub>2</sub> /km)		[l/100 km]	[l/km]	[kg/km]	[Mio. Kfz-km]	[Kfz-km]	[kg]	[to]	[Mio. to]	Anteil
		Summe Straße			70.863	70.862.987.149	4.323.318.362	4.323.318	4,323	100,00%
PKW	PKW Gasfzg			0,044	58.956	58.956.166.316	2.617.653.784	2.617.654	2,618	60,55%
LNF	Otto mit Kat	10,70	0,107	0,079	499	498.783.133	39.600.388	39.600	0,040	0,92%
	Otto ohne Kat	10,70	0,107	0,079	179	178.911.341	14.204.487	14.204	0,014	0,33%
	Diesel	10,30	0,103	0,086	5.830	5.830.341.100	499.636.911	499.637	0,500	11,56%
SNF	< 14 t Otto	33,00	0,330	0,245	15	15.180.356	3.717.062	3.717	0,004	0,09%
	< 14t Diesel	32,10	0,321	0,267	310	310.112.991	82.822.497	82.822	0,083	1,92%
	> 14 t	32,10	0,321	0,267	214	213.609.298	57.049.063	57.049	0,057	1,32%
	Sattelz. & Lastz.	32,10	0,321	0,267	3.018	3.017.637.954	805.926.604	805.927	0,806	18,64%
	Busse	36,35	0,364	0,302	525	524.806.601	158.718.310	158.718	0,159	3,67%
	Mofas+Motorräder	4,50	0,045	0,033	1.317	1.317.438.058	43.989.257	43.989	0,044	1,02%
	<b>Benzin gesamt</b>								<b>0,102</b>	<b>2,35%</b>
	<b>Diesel gesamt</b>								<b>1,604</b>	<b>37,10%</b>
	<b>Gas gesamt</b>								<b>2,618</b>	<b>60,55%</b>

## Anhang XLIX: Prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage für das Jahr 2020 im Szenario 10 % E-Fzg der Fahrleistungsprognose WM low

Prognose: WM low Szenario: 10 % E-Fzg		[l/100 km]	[l/km]	[kg/km]	[Mio. Kfz-km]	[Kfz-km]	[kg]	[to]	[Mio. to]	Anteil
		<b>Summe Straße</b>			<b>64.967</b>	<b>64.967.370.518</b>	<b>4.149.959.528</b>	<b>4.149.960</b>	<b>4,150</b>	<b>100,00%</b>
PKW	PKW Otto mit Kat	6,93	0,069	0,051	20.855	20.854.556.514	1.072.408.298	1.072.408	1,072	24,17%
	PKW Otto ohne Kat	6,93	0,069	0,051	1.439	1.439.423.063	74.019.759	74.020	0,074	1,67%
	PKW Diesel	5,65	0,057	0,047	30.767	30.766.570.108	1.447.003.009	1.447.003	1,447	32,62%
LNF	Otto mit Kat	12,27	0,123	0,091	499	498.783.133	45.429.002	45.429	0,045	1,02%
	Otto ohne Kat	12,27	0,123	0,091	179	178.911.341	16.295.185	16.295	0,016	0,37%
	Diesel	10,36	0,104	0,086	5.830	5.830.341.100	502.698.584	502.699	0,503	11,33%
SNF	< 14 t Otto	25,25	0,253	0,187	15	15.180.356	2.844.352	2.844	0,003	0,06%
	< 14t Diesel	26,79	0,268	0,223	310	310.112.991	69.120.451	69.120	0,069	1,56%
	> 14 t	26,79	0,268	0,223	214	213.609.298	47.610.940	47.611	0,048	1,07%
	Sattelz. & Lastz.	26,79	0,268	0,223	3.018	3.017.637.954	672.595.162	672.595	0,673	15,16%
	Busse	34,67	0,347	0,288	525	524.806.601	151.379.366	151.379	0,151	3,41%
	Mofas+Motorräder	4,97	0,050	0,037	1.317	1.317.438.058	48.555.421	48.555	0,049	1,09%
	<b>Benzin gesamt</b>								<b>1,260</b>	<b>28,39%</b>
	<b>Diesel gesamt</b>								<b>2,890</b>	<b>65,15%</b>

**Anhang L:** Prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage für das Jahr 2020 im Szenario BAU der Fahrleistungsprognose WM high

Prognose: WM high Szenario: BAU		[l/100 km]	[l/km]	[kg/km]	[Mio. Kfz-km]	[Kfz-km]	[kg]	[to]	[Mio. to]	Anteil
		<b>Summe Straße</b>			<b>90.591</b>	<b>90.591.409.798</b>	<b>5.671.321.366</b>	<b>5.671.321</b>	<b>5,671</b>	<b>100,00%</b>
PKW	PKW Otto mit Kat	6,93	0,069	0,051	29.623	29.622.793.558	1.523.299.218	1.523.299	1,523	26,86%
	PKW Otto ohne Kat	6,93	0,069	0,051	2.045	2.044.624.263	105.141.149	105.141	0,105	1,85%
	PKW Diesel	5,65	0,057	0,047	43.702	43.702.284.160	2.055.391.174	2.055.391	2,055	36,24%
LNF	Otto mit Kat	10,90	0,109	0,081	638	637.645.533	51.587.359	51.587	0,052	0,91%
	Otto ohne Kat	10,90	0,109	0,081	229	228.720.680	18.504.161	18.504	0,019	0,33%
	Diesel	10,23	0,102	0,085	7.454	7.453.521.804	634.411.306	634.411	0,634	11,19%
SNF	< 14 t Otto	25,21	0,252	0,187	19	19.406.603	3.630.425	3.630	0,004	0,06%
	< 14t Diesel	27,31	0,273	0,227	396	396.449.179	90.080.260	90.080	0,090	1,59%
	> 14 t	27,31	0,273	0,227	273	273.078.630	62.048.291	62.048	0,062	1,09%
	Sattelz. & Lastz.	27,31	0,273	0,227	3.858	3.857.755.474	876.550.222	876.550	0,877	15,46%
	Busse	35,18	0,352	0,293	671	670.913.995	196.393.132	196.393	0,196	3,46%
	Mofas+Motorräder	4,34	0,043	0,032	1.684	1.684.215.918	54.284.670	54.285	0,054	0,96%
	<b>Benzin gesamt</b>								<b>1,756</b>	<b>30,97%</b>
	<b>Diesel gesamt</b>								<b>3,915</b>	<b>69,03%</b>

**Anhang LI:** Prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage für das Jahr 2020 im Szenario 5-Liter-Auto (120 g CO<sub>2</sub>/km) der Fahrleistungsprognose WM high

Prognose: WM high Szenario: 120 g CO <sub>2</sub> /km		[l/100 km]	[l/km]	[kg/km]	[Mio. Kfz-km]	[Kfz-km]	[kg]	[to]	[Mio. to]	Anteil
		Summe Straße			90.591	90.591.409.798	5.038.200.048	5.038.200	5,038	100,00%
PKW	PKW Otto mit Kat	5,09	0,051	0,038	29.623	29.622.793.558	1.118.787.743	1.118.788	1,119	22,21%
	PKW Otto ohne Kat	5,09	0,051	0,038	2.045	2.044.624.263	77.220.960	77.221	0,077	1,53%
	PKW Diesel	4,57	0,046	0,038	43.702	43.702.284.160	1.661.665.729	1.661.666	1,662	32,98%
LNF	Otto mit Kat	10,70	0,107	0,079	638	637.645.533	50.625.229	50.625	0,051	1,00%
	Otto ohne Kat	10,70	0,107	0,079	229	228.720.680	18.159.050	18.159	0,018	0,36%
	Diesel	10,30	0,103	0,086	7.454	7.453.521.804	638.737.005	638.737	0,639	12,68%
SNF	< 14 t Otto	33,00	0,330	0,245	19	19.406.603	4.751.901	4.752	0,005	0,09%
	< 14t Diesel	32,10	0,321	0,267	396	396.449.179	105.880.475	105.880	0,106	2,10%
	> 14 t	32,10	0,321	0,267	273	273.078.630	72.931.656	72.932	0,073	1,45%
	Sattelz. & Lastz.	32,10	0,321	0,267	3.858	3.857.755.474	1.030.298.470	1.030.298	1,030	20,45%
	Busse	36,35	0,364	0,302	671	670.913.995	202.905.861	202.906	0,203	4,03%
	Mofas+Motorräder	4,50	0,045	0,033	1.684	1.684.215.918	56.235.970	56.236	0,056	1,12%
	<b>Benzin gesamt</b>								<b>1,326</b>	<b>26,31%</b>
	<b>Diesel gesamt</b>								<b>3,712</b>	<b>73,69%</b>

**Anhang LII: Prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage für das Jahr 2020 im Szenario 3-Liter-Auto (90 g CO<sub>2</sub>/km) der Fahrleistungsprognose WM high**

Prognose: WM high Szenario: 90 g CO <sub>2</sub> /km		[l/100 km]	[l/km]	[kg/km]	[Mio. Kfz-km]	[Kfz-km]	[kg]	[to]	[Mio. to]	Anteil
		Summe Straße			90.591	90.591.409.798	4.327.627.601	4.327.628	4,328	100,00%
PKW	PKW Otto mit Kat	3,83	0,038	0,028	29.623	29.622.793.558	841.838.321	841.838	0,842	19,45%
	PKW Otto ohne Kat	3,83	0,038	0,028	2.045	2.044.624.263	58.105.359	58.105	0,058	1,34%
	PKW Diesel	3,43	0,034	0,029	43.702	43.702.284.160	1.247.158.304	1.247.158	1,247	28,82%
LNF	Otto mit Kat	10,70	0,107	0,079	638	637.645.533	50.625.229	50.625	0,051	1,17%
	Otto ohne Kat	10,70	0,107	0,079	229	228.720.680	18.159.050	18.159	0,018	0,42%
	Diesel	10,30	0,103	0,086	7.454	7.453.521.804	638.737.005	638.737	0,639	14,76%
SNF	< 14 t Otto	33,00	0,330	0,245	19	19.406.603	4.751.901	4.752	0,005	0,11%
	< 14t Diesel	32,10	0,321	0,267	396	396.449.179	105.880.475	105.880	0,106	2,45%
	> 14 t	32,10	0,321	0,267	273	273.078.630	72.931.656	72.932	0,073	1,69%
	Sattelz. & Lastz.	32,10	0,321	0,267	3.858	3.857.755.474	1.030.298.470	1.030.298	1,030	23,81%
	Busse	36,35	0,364	0,302	671	670.913.995	202.905.861	202.906	0,203	4,69%
	Mofas+Motorräder	4,50	0,045	0,033	1.684	1.684.215.918	56.235.970	56.236	0,056	1,30%
	<b>Benzin gesamt</b>								<b>1,030</b>	<b>23,79%</b>
	<b>Diesel gesamt</b>								<b>3,298</b>	<b>76,21%</b>

## Anhang LIII: Prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage für das Jahr 2020 im Szenario Gasfahrzeug der Fahrleistungsprognose WM high

Prognose: WM high Szenario: Gasfzg (120 g CO <sub>2</sub> /km)		[l/100 km]	[l/km]	[kg/km]	[Mio. Kfz-km]	[Kfz-km]	[kg]	[to]	[Mio. to]	Anteil
		<b>Summe Straße</b>			<b>90.591</b>	<b>90.591.409.798</b>	<b>5.526.940.384</b>	<b>5.526.940</b>	<b>5,527</b>	<b>100,00%</b>
<b>PKW</b>	PKW Gasfzg			0,044	75.370	75.369.701.980	3.346.414.768	3.346.415	3,346	60,55%
<b>LNF</b>	Otto mit Kat	10,70	0,107	0,079	638	637.645.533	50.625.229	50.625	0,051	0,92%
	Otto ohne Kat	10,70	0,107	0,079	229	228.720.680	18.159.050	18.159	0,018	0,33%
	Diesel	10,30	0,103	0,086	7.454	7.453.521.804	638.737.005	638.737	0,639	11,56%
<b>SNF</b>	< 14 t Otto	33,00	0,330	0,245	19	19.406.603	4.751.901	4.752	0,005	0,09%
	< 14t Diesel	32,10	0,321	0,267	396	396.449.179	105.880.475	105.880	0,106	1,92%
	> 14 t	32,10	0,321	0,267	273	273.078.630	72.931.656	72.932	0,073	1,32%
	Sattelz. & Lastz.	32,10	0,321	0,267	3.858	3.857.755.474	1.030.298.470	1.030.298	1,030	18,64%
	Busse	36,35	0,364	0,302	671	670.913.995	202.905.861	202.906	0,203	3,67%
	Mofas+Motorräder	4,50	0,045	0,033	1.684	1.684.215.918	56.235.970	56.236	0,056	1,02%
	<b>Benzin gesamt</b>								<b>0,130</b>	<b>2,35%</b>
	<b>Diesel gesamt</b>								<b>2,051</b>	<b>37,10%</b>
	<b>Gas gesamt</b>								<b>3,346</b>	<b>60,55%</b>

**Anhang LIV:** Prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage für das Jahr 2020 im Szenario 10 % Elektrofahrzeuge der Fahrleistungsprognose WM high

Prognose: WM high Szenario: 10 % E-Fzg		[l/100 km]	[l/km]	[kg/km]	[Mio. Kfz-km]	[Kfz-km]	[kg]	[to]	[Mio. to]	Anteil
		Summe Straße			83.054	83.054.439.600	5.305.318.043	5.305.318	5,305	100,00%
PKW	PKW Otto mit Kat	6,93	0,069	0,051	26.661	26.660.514.202	1.370.969.296	1.370.969	1,371	24,17%
	PKW Otto ohne Kat	6,93	0,069	0,051	1.840	1.840.161.837	94.627.034	94.627	0,095	1,67%
	PKW Diesel	5,65	0,057	0,047	39.332	39.332.055.744	1.849.852.057	1.849.852	1,850	32,62%
LNF	Otto mit Kat	12,27	0,123	0,091	638	637.645.533	58.076.543	58.077	0,058	1,02%
	Otto ohne Kat	12,27	0,123	0,091	229	228.720.680	20.831.803	20.832	0,021	0,37%
	Diesel	10,36	0,104	0,086	7.454	7.453.521.804	642.651.055	642.651	0,643	11,33%
SNF	< 14 t Otto	25,25	0,253	0,187	19	19.406.603	3.636.226	3.636	0,004	0,06%
	< 14t Diesel	26,79	0,268	0,223	396	396.449.179	88.363.748	88.364	0,088	1,56%
	> 14 t	26,79	0,268	0,223	273	273.078.630	60.865.938	60.866	0,061	1,07%
	Sattelz. & Lastz.	26,79	0,268	0,223	3.858	3.857.755.474	859.847.240	859.847	0,860	15,16%
	Busse	34,67	0,347	0,288	671	670.913.995	193.523.738	193.524	0,194	3,41%
	Mofas+Motorräder	4,97	0,050	0,037	1.684	1.684.215.918	62.073.364	62.073	0,062	1,09%
	<b>Benzin gesamt</b>								<b>1,610</b>	<b>28,39%</b>
	<b>Diesel gesamt</b>								<b>3,695</b>	<b>65,15%</b>

## Anhang LV: Prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage für das Jahr 2020 im Szenario BAU der Fahrleistungsprognose WAM

Prognose: WAM Szenario: BAU		[l/100 km]	[l/km]	[kg/km]	[Mio. Kfz-km]	[Kfz-km]	[kg]	[to]	[Mio. to]	Anteil
		Summe Straße			63.970	63.970.008.924	4.004.733.773	4.004.734	4,005	100,00%
PKW	PKW Otto mit Kat	6,93	0,069	0,051	20.918	20.917.771.039	1.075.658.992	1.075.659	1,076	26,86%
	PKW Otto ohne Kat	6,93	0,069	0,051	1.444	1.443.786.256	74.244.128	74.244	0,074	1,85%
	PKW Diesel	5,65	0,057	0,047	30.860	30.859.830.021	1.451.389.178	1.451.389	1,451	36,24%
LNF	Otto mit Kat	10,90	0,109	0,081	450	450.265.544	36.427.778	36.428	0,036	0,91%
	Otto ohne Kat	10,90	0,109	0,081	162	161.508.293	13.066.486	13.066	0,013	0,33%
	Diesel	10,23	0,102	0,085	5.263	5.263.212.675	447.981.735	447.982	0,448	11,19%
SNF	< 14 t Otto	25,21	0,252	0,187	14	13.703.734	2.563.580	2.564	0,003	0,06%
	< 14t Diesel	27,31	0,273	0,227	280	279.947.708	63.609.067	63.609	0,064	1,59%
	> 14 t	27,31	0,273	0,227	193	192.831.113	43.814.637	43.815	0,044	1,09%
	Sattelz. & Lastz.	27,31	0,273	0,227	2.724	2.724.106.542	618.965.149	618.965	0,619	15,46%
	Busse	35,18	0,352	0,293	474	473.757.659	138.680.592	138.681	0,139	3,46%
	Mofas+Motorräder	4,34	0,043	0,032	1.189	1.189.288.339	38.332.452	38.332	0,038	0,96%
	<b>Benzin gesamt</b>								<b>1,240</b>	<b>30,97%</b>
	<b>Diesel gesamt</b>								<b>2,764</b>	<b>69,03%</b>

**Anhang LVI:** Prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage für das Jahr 2020 im Szenario 5-Liter-Auto (120 g CO<sub>2</sub>/km) der Fahrleistungsprognose WAM

Prognose: WAM Szenario: 120 g CO <sub>2</sub> /km		[l/100 km]	[l/km]	[kg/km]	[Mio. Kfz-km]	[Kfz-km]	[kg]	[to]	[Mio. to]	Anteil
		Summe Straße			63.970	63.970.008.924	3.557.662.948	3.557.663	3,558	100,00%
PKW	PKW Otto mit Kat	5,09	0,051	0,038	20.918	20.917.771.039	790.018.193	790.018	0,790	22,21%
	PKW Otto ohne Kat	5,09	0,051	0,038	1.444	1.443.786.256	54.528.631	54.529	0,055	1,53%
	PKW Diesel	4,57	0,046	0,038	30.860	30.859.830.021	1.173.364.801	1.173.365	1,173	32,98%
LNF	Otto mit Kat	10,70	0,107	0,079	450	450.265.544	35.748.383	35.748	0,036	1,00%
	Otto ohne Kat	10,70	0,107	0,079	162	161.508.293	12.822.789	12.823	0,013	0,36%
	Diesel	10,30	0,103	0,086	5.263	5.263.212.675	451.036.273	451.036	0,451	12,68%
SNF	< 14 t Otto	33,00	0,330	0,245	14	13.703.734	3.355.496	3.355	0,003	0,09%
	< 14t Diesel	32,10	0,321	0,267	280	279.947.708	74.766.194	74.766	0,075	2,10%
	> 14 t	32,10	0,321	0,267	193	192.831.113	51.499.791	51.500	0,051	1,45%
	Sattelz. & Lastz.	32,10	0,321	0,267	2.724	2.724.106.542	727.532.582	727.533	0,728	20,45%
	Busse	36,35	0,364	0,302	474	473.757.659	143.279.476	143.279	0,143	4,03%
	Mofas+Motorräder	4,50	0,045	0,033	1.189	1.189.288.339	39.710.338	39.710	0,040	1,12%
	<b>Benzin gesamt</b>								<b>0,936</b>	<b>26,31%</b>
	<b>Diesel gesamt</b>								<b>2,621</b>	<b>73,69%</b>

**Anhang LVII:** Prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage für das Jahr 2020 im Szenario 3-Liter-Auto (90 g CO<sub>2</sub>/km) der Fahrleistungsprognose WAM

Prognose: WAM Szenario: 90 g CO <sub>2</sub> /km		[l/100 km]	[l/km]	[kg/km]	[Mio. Kfz-km]	[Kfz-km]	[kg]	[to]	[Mio. to]	Anteil
		Summe Straße			63.970	63.970.008.924	3.055.900.961	3.055.901	3,056	100,00%
PKW	PKW Otto mit Kat	3,83	0,038	0,028	20.918	20.917.771.039	594.453.768	594.454	0,594	19,45%
	PKW Otto ohne Kat	3,83	0,038	0,028	1.444	1.443.786.256	41.030.384	41.030	0,041	1,34%
	PKW Diesel	3,43	0,034	0,029	30.860	30.859.830.021	880.665.485	880.665	0,881	28,82%
LNF	Otto mit Kat	10,70	0,107	0,079	450	450.265.544	35.748.383	35.748	0,036	1,17%
	Otto ohne Kat	10,70	0,107	0,079	162	161.508.293	12.822.789	12.823	0,013	0,42%
	Diesel	10,30	0,103	0,086	5.263	5.263.212.675	451.036.273	451.036	0,451	14,76%
SNF	< 14 t Otto	33,00	0,330	0,245	14	13.703.734	3.355.496	3.355	0,003	0,11%
	< 14t Diesel	32,10	0,321	0,267	280	279.947.708	74.766.194	74.766	0,075	2,45%
	> 14 t	32,10	0,321	0,267	193	192.831.113	51.499.791	51.500	0,051	1,69%
	Sattelz. & Lastz.	32,10	0,321	0,267	2.724	2.724.106.542	727.532.582	727.533	0,728	23,81%
	Busse	36,35	0,364	0,302	474	473.757.659	143.279.476	143.279	0,143	4,69%
	Mofas+Motorräder	4,50	0,045	0,033	1.189	1.189.288.339	39.710.338	39.710	0,040	1,30%
	<b>Benzin gesamt</b>								<b>0,727</b>	<b>23,79%</b>
	<b>Diesel gesamt</b>								<b>2,329</b>	<b>76,21%</b>

## Anhang LVIII: Prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage für das Jahr 2020 im Szenario Gasfahrzeug der Fahrleistungsprognose WAM

Prognose: WAM Szenario: Gasfzg (120 g CO <sub>2</sub> /km)		[l/100 km]	[l/km]	[kg/km]	[Mio. Kfz-km]	[Kfz-km]	[kg]	[to]	[Mio. to]	Anteil
		<b>Summe Straße</b>			<b>63.970</b>	<b>63.970.008.924</b>	<b>3.902.780.920</b>	<b>3.902.781</b>	<b>3,903</b>	<b>100,00%</b>
<b>PKW</b>	PKW Gasfzg			0,044	53.221	53.221.387.315	2.363.029.597	2.363.030	2,363	60,55%
<b>LNF</b>	Otto mit Kat	10,70	0,107	0,079	450	450.265.544	35.748.383	35.748	0,036	0,92%
	Otto ohne Kat	10,70	0,107	0,079	162	161.508.293	12.822.789	12.823	0,013	0,33%
	Diesel	10,30	0,103	0,086	5.263	5.263.212.675	451.036.273	451.036	0,451	11,56%
<b>SNF</b>	< 14 t Otto	33,00	0,330	0,245	14	13.703.734	3.355.496	3.355	0,003	0,09%
	< 14t Diesel	32,10	0,321	0,267	280	279.947.708	74.766.194	74.766	0,075	1,92%
	> 14 t	32,10	0,321	0,267	193	192.831.113	51.499.791	51.500	0,051	1,32%
	Sattelz. & Lastz.	32,10	0,321	0,267	2.724	2.724.106.542	727.532.582	727.533	0,728	18,64%
	Busse	36,35	0,364	0,302	474	473.757.659	143.279.476	143.279	0,143	3,67%
	Mofas+Motorräder	4,50	0,045	0,033	1.189	1.189.288.339	39.710.338	39.710	0,040	1,02%
	<b>Benzin gesamt</b>								<b>0,092</b>	<b>2,35%</b>
	<b>Diesel gesamt</b>								<b>1,448</b>	<b>37,10%</b>
	<b>Gas gesamt</b>								<b>2,363</b>	<b>60,55%</b>

## Anhang LIX: Prognostizierte fossile Kraftstoffnachfrage für das Jahr 2020 im Szenario 10 % Elektrofahrzeuge der Fahrleistungsprognose WAM

Prognose: WAM Szenario: 10 % E-Fzg		[l/100 km]	[l/km]	[kg/km]	[Mio. Kfz-km]	[Kfz-km]	[kg]	[to]	[Mio. to]	Anteil
		Summe Straße			58.648	58.647.870.192	3.746.285.032	3.746.285	3,746	100,00%
PKW	PKW Otto mit Kat	6,93	0,069	0,051	18.826	18.825.993.935	968.093.093	968.093	0,968	24,17%
	PKW Otto ohne Kat	6,93	0,069	0,051	1.299	1.299.407.630	66.819.715	66.820	0,067	1,67%
	PKW Diesel	5,65	0,057	0,047	27.774	27.773.847.018	1.306.250.260	1.306.250	1,306	32,62%
LNF	Otto mit Kat	12,27	0,123	0,091	450	450.265.544	41.010.036	41.010	0,041	1,02%
	Otto ohne Kat	12,27	0,123	0,091	162	161.508.293	14.710.122	14.710	0,015	0,37%
	Diesel	10,36	0,104	0,086	5.263	5.263.212.675	453.800.132	453.800	0,454	11,33%
SNF	< 14 t Otto	25,25	0,253	0,187	14	13.703.734	2.567.677	2.568	0,003	0,06%
	< 14t Diesel	26,79	0,268	0,223	280	279.947.708	62.396.973	62.397	0,062	1,56%
	> 14 t	26,79	0,268	0,223	193	192.831.113	42.979.733	42.980	0,043	1,07%
	Sattelz. & Lastz.	26,79	0,268	0,223	2.724	2.724.106.542	607.170.544	607.171	0,607	15,16%
	Busse	34,67	0,347	0,288	474	473.757.659	136.654.406	136.654	0,137	3,41%
	Mofas+Motorräder	4,97	0,050	0,037	1.189	1.189.288.339	43.832.342	43.832	0,044	1,09%
	<b>Benzin gesamt</b>								<b>1,137</b>	<b>28,39%</b>
	<b>Diesel gesamt</b>								<b>2,609</b>	<b>65,15%</b>

Szenario-nr.	Flächenmodell	Fruchtfolgemodell <sup>1)</sup>	Kraftstoffnachfrage-szenario für 2020	Fahrleistungs-prognose <sup>2)</sup>	prog. foss. Kraftstoffnachfrage 2020 [Mio. to]				progn. Biokraftstoffproduktionsszenariol [Mio. to]				progn. Substitutionspotenzial an Biokraftstoffen		direkte CO <sub>2</sub> -Emission <sup>3)</sup> [Mio. to]	Nr.
					Benzin	Diesel	Erdgas	Dieseläqui. ges.	Benzinäquiv.	Dieseläquiv.	Biomethan	Dieseläqui. ges.	Benzinäquiv.	Dieseläqui. ges.		
1	Jahr: 2020 Flächenbedarf für die Ernährung: 1.500 m <sup>2</sup> /Person*a	ökologisch optimierte Fruchtfolge	Business as Usual	WM	1,446	3,222		4,644	2,003	1,285		3,255	139%	70%	14,717	1
2				WM low	1,374	3,062		4,414					146%	74%	13,988	2
3				WM high	1,756	3,915		5,643					114%	58%	17,882	3
4				WAM	1,240	2,764		3,985					161%	82%	12,627	4
5			5-Liter-Auto (120 g CO <sub>2</sub> /km)	WM	1,109	3,058		4,149					181%	78%	13,138	5
6				WM low	1,037	2,904		3,924					193%	83%	12,426	6
7				WM high	1,326	3,712		5,017					151%	65%	15,885	7
8				WAM	0,936	2,621		3,543					214%	92%	11,217	8
9			3-Liter-Auto (90 g CO <sub>2</sub> /km)	WM	0,861	2,717		3,564					233%	91%	11,282	9
10				WM low	0,818	2,583		3,388					245%	96%	10,723	10
11				WM high	1,030	3,298		4,311					195%	76%	13,645	11
12				WAM	0,727	2,329		3,044					275%	107%	9,635	12
13			10 % Fahrleistung durch Elektrofahrzeuge	WM	1,325	3,041		4,345					151%	75%	13,767	13
14				WM low	1,260	2,890		4,130					159%	79%	13,085	14
15				WM high	1,610	3,695		5,279					124%	62%	16,728	15
16				WAM	1,137	2,609		3,728					176%	87%	11,812	16
17			Gasfahrzeug (4,44 kg/100 km)	WM	0,107	1,688	2,754	4,996					1875%	65%	13,135	17
18				WM low	0,102	1,604	2,618	4,748					1973%	69%	12,484	18
19				WM high	0,130	2,051	3,346	6,070					1543%	54%	15,959	19
20				WAM	0,092	1,448	2,363	4,286					2186%	76%	11,269	20
21		Biokraftstoff ertragsmaximierte Fruchtfolge	Business as Usual	WM	1,446	3,222		4,644	2,117	1,285		3,367	146%	73%	14,717	21
22				WM low	1,374	3,062		4,414					154%	76%	13,988	22
23				WM high	1,756	3,915		5,643					121%	60%	17,882	23
24				WAM	1,240	2,764		3,985					171%	85%	12,627	24
25			5-Liter-Auto (120 g CO <sub>2</sub> /km)	WM	1,109	3,058		4,149					191%	81%	13,138	25
26				WM low	1,037	2,904		3,924					204%	86%	12,426	26
27				WM high	1,326	3,712		5,017					160%	67%	15,885	27
28				WAM	0,936	2,621		3,543					226%	95%	11,217	28
29			3-Liter-Auto (90 g CO <sub>2</sub> /km)	WM	0,861	2,717		3,564					246%	94%	11,282	29
30				WM low	0,818	2,583		3,388					259%	99%	10,723	30
31				WM high	1,030	3,298		4,311					206%	78%	13,645	31
32				WAM	0,727	2,329		3,044					291%	111%	9,635	32
33			10 % Fahrleistung durch Elektrofahrzeuge	WM	1,325	3,041		4,345					160%	78%	13,767	33
34				WM low	1,260	2,890		4,130					168%	82%	13,085	34
35				WM high	1,610	3,695		5,279					131%	64%	16,728	35
36				WAM	1,137	2,609		3,728					186%	90%	11,812	36
37			Gasfahrzeug (4,44 kg/100 km)	WM	0,107	1,688	2,754	4,996					1982%	67%	13,135	37
38				WM low	0,102	1,604	2,618	4,748					2085%	71%	12,484	38
39				WM high	0,130	2,051	3,346	6,070					1631%	55%	15,959	39
40				WAM	0,092	1,448	2,363	4,286					2310%	79%	11,269	40

41	Biomethan ertragsmaximierte Fruchtfolge	Business as Usual	WM	1,446	3,222		4,644	0,395	0,399	1,594	2,641	27%	57%	14,717	41
42			WM low	1,374	3,062		4,414					29%	60%	13,988	42
43			WM high	1,756	3,915		5,643					23%	47%	17,882	43
44			WAM	1,240	2,764		3,985					32%	66%	12,627	44
45		5-Liter-Auto (120 g CO <sub>2</sub> /km)	WM	1,109	3,058		4,149					36%	64%	13,138	45
46			WM low	1,037	2,904		3,924					38%	67%	12,426	46
47			WM high	1,326	3,712		5,017					30%	53%	15,885	47
48			WAM	0,936	2,621		3,543					42%	75%	11,217	48
49		3-Liter-Auto (90 g CO <sub>2</sub> /km)	WM	0,861	2,717		3,564					46%	74%	11,282	49
50			WM low	0,818	2,583		3,388					48%	78%	10,723	50
51			WM high	1,030	3,298		4,311					38%	61%	13,645	51
52			WAM	0,727	2,329		3,044					54%	87%	9,635	52
53		10 % Fahrleistung durch Elektrofahrzeuge	WM	1,325	3,041		4,345					30%	61%	13,767	53
54			WM low	1,260	2,890		4,130					31%	64%	13,085	54
55			WM high	1,610	3,695		5,279					25%	50%	16,728	55
56			WAM	1,137	2,609		3,728					35%	71%	11,812	56
57		Gasfahrzeug (4,44 kg/100 km)	WM	0,107	1,688	2,754	4,996					370%	53%	13,135	57
58			WM low	0,102	1,604	2,618	4,748					390%	56%	12,484	58
59			WM high	0,130	2,051	3,346	6,070					305%	44%	15,959	59
60			WAM	0,092	1,448	2,363	4,286					432%	62%	11,269	60
61	ökologisch optimierte Fruchtfolge	Business as Usual	WM	1,446	3,222		4,644	1,102	0,685		1,769	76%	38%	14,717	61
62			WM low	1,374	3,062		4,414					80%	40%	13,988	62
63			WM high	1,756	3,915		5,643					63%	31%	17,882	63
64			WAM	1,240	2,764		3,985					89%	44%	12,627	64
65		5-Liter-Auto (120 g CO <sub>2</sub> /km)	WM	1,109	3,058		4,149					99%	43%	13,138	65
66			WM low	1,037	2,904		3,924					106%	45%	12,426	66
67			WM high	1,326	3,712		5,017					83%	35%	15,885	67
68			WAM	0,936	2,621		3,543					118%	50%	11,217	68
69		3-Liter-Auto (90 g CO <sub>2</sub> /km)	WM	0,861	2,717		3,564					128%	50%	11,282	69
70			WM low	0,818	2,583		3,388					135%	52%	10,723	70
71			WM high	1,030	3,298		4,311					107%	41%	13,645	71
72			WAM	0,727	2,329		3,044					152%	58%	9,635	72
73		10 % Fahrleistung durch Elektrofahrzeuge	WM	1,325	3,041		4,345					83%	41%	13,767	73
74			WM low	1,260	2,890		4,130					87%	43%	13,085	74
75			WM high	1,610	3,695		5,279					68%	34%	16,728	75
76			WAM	1,137	2,609		3,728					97%	47%	11,812	76
77		Gasfahrzeug (4,44 kg/100 km)	WM	0,107	1,688	2,754	4,996					1032%	35%	13,135	77
78			WM low	0,102	1,604	2,618	4,748					1085%	37%	12,484	78
79			WM high	0,130	2,051	3,346	6,070					849%	29%	15,959	79
80			WAM	0,092	1,448	2,363	4,286					1202%	41%	11,269	80

81	Biokraftstoff ertragsmaximierte Fruchtfolge	Business as Usual	WM	1,446	3,222		4,644	1,162	0,685	1,828	80%	39%	14,717	81	
82			WM low	1,374	3,062		4,414				85%	41%	13,988	82	
83			WM high	1,756	3,915		5,643				66%	32%	17,882	83	
84			WAM	1,240	2,764		3,985				94%	46%	12,627	84	
85		5-Liter-Auto (120 g CO <sub>2</sub> /km)	WM	1,109	3,058		4,149				105%	44%	13,138	85	
86			WM low	1,037	2,904		3,924				112%	47%	12,426	86	
87			WM high	1,326	3,712		5,017				88%	36%	15,885	87	
88			WAM	0,936	2,621		3,543				124%	52%	11,217	88	
89		3-Liter-Auto (90 g CO <sub>2</sub> /km)	WM	0,861	2,717		3,564				135%	51%	11,282	89	
90			WM low	0,818	2,583		3,388				142%	54%	10,723	90	
91			WM high	1,030	3,298		4,311				113%	42%	13,645	91	
92			WAM	0,727	2,329		3,044				160%	60%	9,635	92	
93		10 % Fahrleistung durch Elektrofahrzeuge	WM	1,325	3,041		4,345				88%	42%	13,767	93	
94			WM low	1,260	2,890		4,130				92%	44%	13,085	94	
95			WM high	1,610	3,695		5,279				72%	35%	16,728	95	
96			WAM	1,137	2,609		3,728				102%	49%	11,812	96	
97		Gasfahrzeug (4,44 kg/100 km)	WM	0,107	1,688	2,754	4,996				1088%	37%	13,135	97	
98			WM low	0,102	1,604	2,618	4,748				1144%	38%	12,484	98	
99			WM high	0,130	2,051	3,346	6,070				895%	30%	15,959	99	
100			WAM	0,092	1,448	2,363	4,286				1268%	43%	11,269	100	
101	Biomethan ertragsmaximierte Fruchtfolge	Business as Usual	WM	1,446	3,222		4,644	0,208	0,219	0,882	1,449	14%	31%	14,717	101
102			WM low	1,374	3,062		4,414					15%	33%	13,988	102
103			WM high	1,756	3,915		5,643					12%	26%	17,882	103
104			WAM	1,240	2,764		3,985					17%	36%	12,627	104
105		5-Liter-Auto (120 g CO <sub>2</sub> /km)	WM	1,109	3,058		4,149					19%	35%	13,138	105
106			WM low	1,037	2,904		3,924					20%	37%	12,426	106
107			WM high	1,326	3,712		5,017					16%	29%	15,885	107
108			WAM	0,936	2,621		3,543					22%	41%	11,217	108
109		3-Liter-Auto (90 g CO <sub>2</sub> /km)	WM	0,861	2,717		3,564					24%	41%	11,282	109
110			WM low	0,818	2,583		3,388					25%	43%	10,723	110
111			WM high	1,030	3,298		4,311					20%	34%	13,645	111
112			WAM	0,727	2,329		3,044					29%	48%	9,635	112
113		10 % Fahrleistung durch Elektrofahrzeuge	WM	1,325	3,041		4,345					16%	33%	13,767	113
114			WM low	1,260	2,890		4,130					16%	35%	13,085	114
115			WM high	1,610	3,695		5,279					13%	27%	16,728	115
116			WAM	1,137	2,609		3,728					18%	39%	11,812	116
117		Gasfahrzeug (4,44 kg/100 km)	WM	0,107	1,688	2,754	4,996					195%	29%	13,135	117
118			WM low	0,102	1,604	2,618	4,748					205%	31%	12,484	118
119			WM high	0,130	2,051	3,346	6,070					160%	24%	15,959	119
120			WAM	0,092	1,448	2,363	4,286					227%	34%	11,269	120

<sup>1)</sup> inkl. Biomethan von Wirtschaftsgrünland und biogenen Reststoffen.

<sup>2)</sup> WM („With Measures“ = Business as Usual Szenario mit schon umgesetzten Maßnahmen, z.B.: Biokraftstoffrichtlinie, EURO 4 bzw. EURO 5, CO<sub>2</sub>-Labeling, etc.); WM high (wie WM, jedoch Ölpreis -50 %, höherer Kraftstoffverbrauch, etc.); WM low (wie WM, jedoch Ölpreis +50 %); WAM („With Additional Measures“, z.B.: Mobilitätsmanagement, Erhöhung Kraftstoffeffizienz, etc.).

<sup>3)</sup> gemäß GEMIS 4.4 (UBA Pölv 2008) direkte Emissionen: 1 kg Benzin bzw. Diesel = 3,153 kg CO<sub>2</sub>; 1 kg Erdgas = 2,714 kg CO<sub>2</sub>.

Modell-nr.	Flächenmodell	Fruchtfolgemodell <sup>1)</sup>	Kraftstoffbedarfsmodell für 2020	Fahrleistungsprognose <sup>2)</sup>	CO <sub>2</sub> -Einsparung [Mio. to]		
					von	auf	um [%]
1	Jahr: 2020 Flächenbedarf für die Ernährung: 1.500 m <sup>2</sup> /Person*a	ökologisch optimierte Fruchtfolge	Business as Usual	WM	7,986	6,731	54%
2				WM low		6,002	57%
3				WM high		9,896	45%
4				WAM		4,641	63%
5			5-Liter-Auto (120 g CO <sub>2</sub> /km)	WM		5,153	61%
6				WM low		4,440	64%
7				WM high		7,900	50%
8				WAM		3,231	71%
9			3-Liter-Auto (90 g CO <sub>2</sub> /km)	WM		3,296	71%
10				WM low		2,737	74%
11				WM high		5,659	59%
12				WAM		1,649	83%
13			10 % Fahrleistung durch Elektrofahrzeuge	WM		5,781	58%
14				WM low		5,099	61%
15				WM high		8,742	48%
16				WAM		3,826	68%
17			Gasfahrzeug (4,44 kg/100 km)	WM		5,149	61%
18				WM low		4,498	64%
19				WM high		7,973	50%
20				WAM		3,283	71%
21		Biotreibstoff ertragsmaximierte Fruchtfolge	Business as Usual	WM	8,240	6,477	56%
22				WM low		5,748	59%
23				WM high		9,642	46%
24				WAM		4,387	65%
25			5-Liter-Auto (120 g CO <sub>2</sub> /km)	WM		4,898	63%
26				WM low		4,186	66%
27				WM high		7,645	52%
28				WAM		2,977	73%
29			3-Liter-Auto (90 g CO <sub>2</sub> /km)	WM		3,042	73%
30				WM low		2,483	77%
31				WM high		5,405	60%
32				WAM		1,395	86%
33			10 % Fahrleistung durch Elektrofahrzeuge	WM		5,527	60%
34				WM low		4,845	63%
35				WM high		8,488	49%
36				WAM		3,572	70%
37			Gasfahrzeug (4,44 kg/100 km)	WM		4,895	63%
38				WM low		4,244	66%
39				WM high		7,719	52%
40				WAM		3,029	73%

41	Biomethan ertragsmaximierte Fruchtfolge	Business as Usual	WM	5,489	9,228	37%
42			WM low		8,499	39%
43			WM high		12,393	31%
44			WAM		7,138	43%
45		5-Liter-Auto (120 g CO <sub>2</sub> /km)	WM		7,649	42%
46			WM low		6,937	44%
47			WM high		10,396	35%
48			WAM		5,728	49%
49		3-Liter-Auto (90 g CO <sub>2</sub> /km)	WM		5,793	49%
50			WM low		5,234	51%
51			WM high		8,156	40%
52			WAM		4,146	57%
53		10 % Fahrleistung durch Elektrofahrzeuge	WM		8,278	40%
54			WM low		7,596	42%
55			WM high		11,239	33%
56			WAM		6,323	46%
57		Gasfahrzeug (4,44 kg/100 km)	WM		7,646	42%
58			WM low		6,995	44%
59			WM high		10,470	34%
60			WAM		5,780	49%
61	ökologisch optimierte Fruchtfolge	Business as Usual	WM	4,332	10,385	29%
62			WM low		9,655	31%
63			WM high		13,549	24%
64			WAM		8,295	34%
65		5-Liter-Auto (120 g CO <sub>2</sub> /km)	WM		8,806	33%
66			WM low		8,094	35%
67			WM high		11,553	27%
68			WAM		6,885	39%
69		3-Liter-Auto (90 g CO <sub>2</sub> /km)	WM		6,950	38%
70			WM low		6,391	40%
71			WM high		9,313	32%
72			WAM		5,303	45%
73		10 % Fahrleistung durch Elektrofahrzeuge	WM		9,435	31%
74			WM low		8,752	33%
75			WM high		12,395	26%
76			WAM		7,480	37%
77		Gasfahrzeug (4,44 kg/100 km)	WM		7,646	42%
78			WM low		6,995	44%
79			WM high		10,470	34%
80			WAM		5,780	49%

Jahr: 2020 Flächenbedarf für die Ernährung: 2.000 m<sup>2</sup>/Person\*a

81	Biokraftstoff ertragsmaximierte Fruchtfolge	Business as Usual	WM	4,466	10,251	30%
82			WM low		9,522	32%
83			WM high		13,416	25%
84			WAM		8,161	35%
85		5-Liter-Auto (120 g CO <sub>2</sub> /km)	WM		8,673	34%
86			WM low		7,960	36%
87			WM high		11,420	28%
88			WAM		6,751	40%
89		3-Liter-Auto (90 g CO <sub>2</sub> /km)	WM		6,816	40%
90			WM low		6,257	42%
91			WM high		9,179	33%
92			WAM		5,169	46%
93		10 % Fahrleistung durch Elektrofahrzeuge	WM		9,301	32%
94			WM low		8,619	34%
95			WM high		12,262	27%
96			WAM		7,346	38%
97		Gasfahrzeug (4,44 kg/100 km)	WM		8,669	34%
98			WM low		8,018	36%
99			WM high		11,493	28%
100			WAM		6,803	40%
101	Biomethan ertragsmaximierte Fruchtfolge	Business as Usual	WM	3,008	11,709	20%
102			WM low		10,979	22%
103			WM high		14,873	17%
104			WAM		9,619	24%
105		5-Liter-Auto (120 g CO <sub>2</sub> /km)	WM		10,130	23%
106			WM low		9,418	24%
107			WM high		12,877	19%
108			WAM		8,209	27%
109		3-Liter-Auto (90 g CO <sub>2</sub> /km)	WM		8,274	27%
110			WM low		7,715	28%
111			WM high		10,637	22%
112			WAM		6,627	31%
113		10 % Fahrleistung durch Elektrofahrzeuge	WM		10,759	22%
114			WM low		10,077	23%
115			WM high		13,719	18%
116			WAM		8,804	25%
117		Gasfahrzeug (4,44 kg/100 km)	WM		10,126	23%
118			WM low		9,475	24%
119			WM high		12,951	19%
120			WAM		8,261	27%

**Anhang LXI:** Kriterien für die ökologische Nachhaltigkeit von Biokraftstoffen und anderen flüssigen Brennstoffen (EUROPÄISCHE KOMMISSION 2007b [79])

1. Biokraftstoffe und andere flüssige Biobrennstoffe werden für die unter den Buchstaben a, b und c aufgeführten Zwecke nur dann berücksichtigt, wenn sie die in den Absätzen 2 bis 5 festgelegten Kriterien erfüllen:
  - (a) Bewertung der Einhaltung der die nationalen Ziele betreffenden Anforderungen der Richtlinie;
  - (b) Bewertung der Einhaltung der Verpflichtungen zur Nutzung erneuerbarer Energie;
  - (c) Möglichkeit der finanziellen Förderung für den Verbrauch von Biokraftstoffen und anderen flüssigen Biobrennstoffen.
  
2. Die durch die Verwendung von Biokraftstoffen und anderen flüssigen Biobrennstoffen erzielte Einsparung bei den Treibhausgasemissionen, die für die in Absatz 1 genannten Zwecke berücksichtigt werden, muss zumindest 35% betragen. Falls Biokraftstoffe und andere flüssige Biobrennstoffe von Anlagen erzeugt werden, die im Januar 2008 in Betrieb waren, gilt Unterabsatz 1 ab dem 1. April 2013.
  
3. Biokraftstoffe und andere flüssige Biobrennstoffe, die für die in Absatz 1 genannten Zwecke berücksichtigt werden, dürfen nicht aus Rohstoffen hergestellt werden, die auf Flächen mit anerkanntem hohem Wert hinsichtlich der biologischen Vielfalt erzeugt werden, das heißt auf Flächen, die im oder nach Januar 2008 folgenden Status hatten, unabhängig davon, ob die Flächen noch diesen Status haben:
  - (a) von signifikanter menschlicher Tätigkeit unberührter Wald, d.h. Wald, in dem es keinen bekannten signifikanten Eingriff des Menschen gegeben hat oder in dem der letzte signifikante Eingriff des Menschen lang genug zurückliegt, dass die natürliche Artenzusammensetzung und die natürlichen Vorgänge wieder gegeben sind;
  - (b) für Naturschutzzwecke ausgewiesene Flächen, sofern nicht nachgewiesen wird, dass die Erzeugung des Rohstoffes solchen Zwecken nicht zuwiderläuft;
  - (c) Grünland mit großer biologischer Vielfalt, das heißt Grünland, das artenreich, nicht gedüngt und nicht geschädigt ist.

Zur Bestimmung, welches Grünland unter Buchstabe c fällt, legt die Kommission Kriterien und geographische Gebiete fest. Eine solche Maßnahme, die eine Änderung nicht wesentlicher Bestimmungen dieser Richtlinie bewirkt, wird gemäß dem in Artikel 21 Absatz 3 genannten Regelungsverfahren mit Kontrolle erlassen.
  
4. Biokraftstoffe und andere flüssige Biobrennstoffe, die für die in Absatz 1 genannten Zwecke berücksichtigt werden, dürfen nicht aus Rohstoffen hergestellt werden, die auf Flächen mit hohem Kohlenstoffbestand gewonnen werden, das heißt auf Flächen, die im Januar 2008 folgenden Status hatten und diesen Status nicht mehr haben:
  - (a) Feuchtgebiete, das heißt Flächen, die ständig oder für einen beträchtlichen Teil des Jahres von Wasser bedeckt oder durchtränkt sind, einschließlich unberührtes Torfand;
  - (b) kontinuierlich bewaldete Gebiete, das heißt Flächen von mehr als 1 ha mit über 5 m hohen Bäumen und einem Übershirmungsgrad von mehr als 30% oder mit Bäumen, die auf dem jeweiligen Standort diese Werte erreichen können.

Dieser Absatz findet keine Anwendung, wenn zum Zeitpunkt der Gewinnung des Rohstoffs die Flächen denselben Status hatten wie im Januar 2008.

5. In der Gemeinschaft angebaute landwirtschaftliche Rohstoffe, die für die Herstellung von Biokraftstoffen und anderen flüssigen Biobrennstoffen, die für die in Absatz 1 genannten Zwecke berücksichtigt werden, verwendet werden, müssen gemäß den in Anhang III Nummer A der Verordnung (EG) Nr. 1782/2003 des Rates unter der Überschrift „Umwelt“ aufgeführten Bestimmungen und im Einklang mit den Mindestanforderungen für den guten landwirtschaftlichen und ökologischen Zustand im Sinne von Artikel 5 Absatz 1 dieser Verordnung gewonnen werden.
6. Die Mitgliedstaaten dürfen Biokraftstoffe und andere flüssige Biobrennstoffe, die in Übereinstimmung mit diesem Artikel gewonnen werden, nicht aus sonstigen Nachhaltigkeitsgründen für die in Absatz 1 genannten Zwecke außer Acht lassen.
7. Die Kommission berichtet über Anforderungen an ein Nachhaltigkeitskonzept für die energetische Nutzung von Biomasse, mit Ausnahme von Biokraftstoffen und anderen flüssigen Biobrennstoffen, bis spätestens 31. Dezember 2010. Gegebenenfalls fügt sie dem Bericht Vorschläge für ein Nachhaltigkeitskonzept für die sonstige energetische Nutzung von Biomasse für das Europäische Parlament und den Rat bei.

**Anhang LXII:** Nachhaltige Bewirtschaftung von Flächen (§ 2BioNachV 2007 [15])

- (1) Die Voraussetzungen des § 1 Abs. 1 Nr. 1 Buchstabe a sind vorbehaltlich Absatz 4 erfüllt, wenn die Biomasse entsprechend den Anforderungen der guten fachlichen Praxis, die sich aus den für die Land-, Forst- und Fischereiwirtschaft geltenden Vorschriften ergeben, oder entsprechend der Vorschriften von Cross Compliance erzeugt wurde.
- (2) Die Voraussetzungen des § 1 Abs. 1 Nr. 1 Buchstabe a gelten vorbehaltlich Absatz 4 auch als erfüllt, wenn in Staaten außerhalb des Geltungsbereichs dieser Verordnung gleichwertige Rechtsvorschriften über die Anforderungen einer guten fachlichen Praxis oder anderer vergleichbarer Regelungen (zum Beispiel Cross Compliance) bestehen und die für Biokraftstoffe bestimmte Biomasse dort entsprechend diesen Anforderungen erzeugt wurde.
- (3) Die Voraussetzungen des § 1 Abs. 1 Nr. 1 Buchstabe a gelten vorbehaltlich Absatz 4 auch als erfüllt, wenn mangels der in Absatz 2 genannten gleichwertigen Rechtsvorschriften über die Anforderungen einer guten fachlichen Praxis oder anderer vergleichbarer Regelungen (zum Beispiel Cross Compliance), bei der Produktion der für Biokraftstoffe bestimmten Biomasse in Staaten außerhalb des Geltungsbereichs dieser Verordnung insbesondere die nachfolgend genannten Anforderungen mit Auswirkungen auf globale Naturschutzgüter eingehalten werden:
  1. keine Zunahme der Emissionen von versauernden, eutrophierenden, Ozon abbauenden oder toxischen Stoffen,
  2. keine Verschlechterung der Bodenfunktionen und der Bodenfruchtbarkeit (zum Beispiel Erhalt organischer Substanz, Schutz vor Erosion),
  3. keine Verschlechterung der Wasserqualität und des Wasserhaushalts,
  4. keine Verschlechterung der Arten- und Ökosystemvielfalt und
  5. umweltgerechter Einsatz von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln.
- (4) Die Biomasse wurde entsprechend den Anforderungen der Kernarbeitsnormen der ILO (ILOÜbereinkommen 29, 87, 98, 100, 105, 111, 138 und 182) erzeugt.

**Anhang LXIII:** Typische Werte und Standardwerte für Biokraftstoffe bei Herstellung ohne Nettokohlenstoffemission infolge geänderter Flächennutzung (EUROPÄISCHE KOMMISSION 2007b [79])

<b>Herstellungsweg des Biokraftstoffs</b>	<b>Typische Einsparung bei den bei den Treibhausemissionen</b>	<b>Standardeinsparung bei den bei den Treibhausemissionen</b>
Ethanol aus Zuckerrüben	48%	35%
Ethanol aus Weizen (Prozessbrennstoff nicht spezifiziert)	21%	0%
Ethanol aus Weizen (Braunkohle als Prozessbrennstoff in KWK-Anlage)	21%	0%
Ethanol aus Weizen (Erdgas als Prozessbrennstoff in konventioneller Anlage)	45%	33%
Ethanol aus Weizen (Erdgas als Prozessbrennstoff in KWK-Anlage)	54%	45%
Ethanol aus Weizen (Stroh als Prozessbrennstoff in KWK-Anlage)	69%	67%
Ethanol aus Mais, in der Gemeinschaft erzeugt (Erdgas als Prozessbrennstoff in KWK-Anlage)	56%	49%
Ethanol aus Zuckerrohr	74%	74%
ETBE (Ethyl-Tertiär-Butylether), Anteil aus erneuerbaren Quellen	Wie beim Herstellungsweg für Ethanol	
TAAE (Tertiär-Amyl-Ethyl-Ether), Anteil aus erneuerbaren Quellen	Wie beim Herstellungsweg für Ethanol	
Biodiesel aus Raps	44%	36%
Biodiesel aus Sonnenblumen	58%	51%
Biodiesel aus Palmöl (Prozessbrennstoff nicht spezifiziert)	32%	16%
Biodiesel aus Palmöl (Verarbeitung ohne Methanemissionen an der Ölmühle)	57%	51%
Biodiesel aus pflanzlichem oder tierischem Abfallöl	83%	77%
hydrobehandeltes Rapsöl	49%	45%
hydrobehandeltes Sonnenblumenöl	65%	60%
hydrobehandeltes Palmöl (Prozess nicht spezifiziert)	38%	24%
hydrobehandeltes Palmöl (Verarbeitung ohne Methanemissionen an der Ölmühle)	63%	60%
reines Rapsöl	57%	55%
Biogas aus organischen Siedlungsabfällen als komprimiertes Naturgas	81%	75%
Biogas aus Gülle als komprimiertes Naturgas	86%	83%
Biogas aus Trockenmist als komprimiertes Naturgas	88%	85%

## 13 Abkürzungsverzeichnis

ACEA	Association des Constructeurs Européens d'Automobiles (Europäische Automobilhersteller)
BtL	Biomass to Liquide
CBG	Compressed Biological Gas
CNG	Compressed Natural Gas
ETBE	Ethyl-Tertiär-Butylether
EJ	Exajoule
FME	Fettsäuremethylester
Gb	Gigabarrel
GJ	Gigajoule
GtL	Gas to Liquide
J	Joule
kg/Nm <sup>3</sup>	Kilogramm pro Normkubikmeter
kJ	Kilojoule
kW	Kilowatt
kWh	Kilowattstunde
LNG	Liquefied Natural Gas
LPG	Liquefied Petroleum Gas
Mb/d	Megabarrel pro Tag
MJ	Megajoule
Mio. to	Millionen Tonnen
MTBE	Methyl-Tertiär-Butylether
MW	Megawatt
m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /ha*a	Kubikmeter Methan pro Hektar und Jahr
Nm <sup>3</sup>	Normkubikmeter
PJ	Petajoule
PME	Pflanzenmethylester
RME	Rapsmethylester
ROZ	Research-Oktanzahl
SME	Sonneblumenmethylester
TJ	Terrajoule

## 14 Curriculum Vitae

### Persönliche Daten

Name	Georg KONRAD
Geburtstag	21/02/1975
Geburtsort	Klagenfurt/Kärnten
Land	Österreich
Staatsbürgerschaft	österreichisch
Familienstand	ledig
Universität	Universität für Bodenkultur, Wien

### Ausbildung

#### Universität

1995 - 2004

Individuelles Diplomstudium

Umwelttechnik und Materialwissenschaften  
an der Universität für Bodenkultur, Wien.

Abschluss als Diplom-Ingenieur am  
07/07/2004.

Diplomarbeit: Flächenanalyse und  
energetisches Nutzungspotenzial von  
Nachwachsenden Rohstoffen im EU-  
Osterweiterungsraum.

Institut für Land-, Umwelt- und Energietechnik  
o. Univ.-Prof. DI Dr. Dr. Josef Ch. Boxberger

Dezember 2004 - Jänner 2007

iC consulenten Ziviltechniker GmbH

Team Energie und Umwelt

Seit Februar 2007

Hornbachner Energie Innovation

Teamleiter Energiesysteme

Juli 2008

### Beruflicher Werdegang

Wien