

November 2002

CO₂-Reduktion durch Beeinflussung der Treibstoffpreise

Auftraggeber:

Forschungsprogramm Energiewirtschaftliche Grundlagen des Bundesamts für Energie BFE, 3003 Bern

Mitfinanziert durch:

Erdöl-Vereinigung EV, Löwenstrasse 1, 8001 Zürich

Verband der Schweizerischen Gasindustrie SVG, Grütlistrasse 44, 8027 Zürich

Auftragnehmer:

INFRAS, Mühlemattstrasse 45, 3007 Bern

Grütter Consulting, Guggenbühl 21, 8586 Andwil

econcept, Lavaterstrasse 66, 8002 Zürich

Autoren:

Mario Keller, INFRAS

Peter de Haan, INFRAS

René Zbinden, INFRAS

Jürg Grütter, Grütter Consulting

Walter Ott, **econcept**

Diese Studie wurde im Rahmen des Forschungsprogramms „Energiewirtschaftliche Grundlagen“ des Bundesamts für Energie BFE erstellt. Für den Inhalt ist alleine der/die Studiennehmer/in verantwortlich.

Bundesamt für Energie BFE

Worblentalstrasse 32, CH-3063 Ittigen · Postadresse: CH-3003 Bern

Tel. 031 322 56 11, Fax 031 323 25 00 · office@bfe.admin.ch · www.admin.ch/bfe

Vertrieb: BBL, Vertrieb Publikationen, 3003 Bern · www.bbl.admin.ch/bundespublikationen
Bestellnummer 805.559 d / 11.02 / 150

INHALT

VORWORT DES BUNDESAMTS FÜR ENERGIE	7
PREFACE DE L'OFFICE FEDERAL DE L'ENERGIE	8
ZUSAMMENFASSUNG	9
RESUME	21
1. AUFGABENSTELLUNG	35
1.1. AUSGANGSLAGE UND AUFGABENSTELLUNG	35
1.2. ZUM AUFBAU DIESES BERICHTS	36
2. AUSLEGEORDNUNG	37
2.1. KENNGRÖSSEN DER TREND-ENTWICKLUNG	37
2.2. DIE ENTWICKLUNGEN IM MARKT DER PW UND DER LEICHTEN NUTZFAHRZEUGE	38
2.3. DIE FISKALISCHE BELASTUNG DER TREIBSTOFFE	41
2.4. DIE PREISE DER TREIBSTOFFE IM VERGLEICH ZUM AUSLAND	42
2.5. ZUR METHODIK DER ÖKONOMISCHEN BEURTEILUNG	45
3. VERBILLIGUNG DES DIESELS (STÄNDERATS-MOTION)	47
3.1. DER VORSCHLAG	47
3.2. ANALYSE AUSLÄNDISCHER PW-FLOTTEN	47
3.2.1. Methode	47
3.2.2. Ergebnisse	48
3.2.3. Interpretation, Fazit	52
3.3. UMSETZUNG, AUSWIRKUNGEN	53
3.3.1. Änderungen im PW-und Lieferwagen-Markt	53
3.3.2. Änderungen im Strassengüterverkehr	56
3.3.3. Tanktourismus im Diesel-Sektor	57
3.3.4. Benzinpreiserhöhungen zur Kompensation der Steuerausfälle	58
3.4. SENSITIVITÄT	60
3.5. AUSWIRKUNGEN AUF DIE UMWELT	61
3.6. OPPORTUNITÄTSKOSTEN DER MASSNAHME	64
3.7. FAZIT	64
4. VARIANTE DER DIESELVERBILLIGUNG: FIXE DIFFERENZ	67
4.1. DER VORSCHLAG	67
4.2. DIE AUSWIRKUNGEN	67
4.3. DIE UMWELTSEITIGEN ASPEKTE	69

4.4.	UMSETZUNGSASPEKTE	70
4.5.	OPPORTUNITÄTSKOSTEN DER MASSNAHME	70
4.6.	FAZIT	71
5.	ALTERNATIVE FÖRDERUNGSMASSNAHMEN	73
5.1.	EINLEITUNG	73
5.2.	ZUR WIRKUNGWEISE VON BONUS/MALUS-SYSTEMEN	73
5.3.	AUSGESTALTUNGSASPEKTE	74
5.4.	KONKRETISIERUNG	76
5.5.	VOLLZUGSASPEKTE	81
5.6.	MOTORFAHRZEUGSTEUERN NACH VERBRAUCH DIFFERENZIEREN?	84
5.7.	UMWELTASPEKTE	86
5.8.	OPPORTUNITÄTSKOSTEN DER MASSNAHME	87
5.9.	FAZIT	87
6.	GAS ALS TREIBSTOFF	89
6.1.	ÜBERSICHT	89
6.2.	ÜBERBLICK ENTWICKLUNG EUROPA	89
6.3.	LUFTSCHADSTOFF-EMISSIONEN	91
6.4.	TREIBHAUSGASEMISSIONEN	91
6.4.1.	Treibhauseffekt Erdgas	91
6.4.2.	Treibhauseffekt Biogas	93
6.5.	RAHMENBEDINGUNGEN DES EINSATZES VON GAS	93
6.6.	SZENARIO	94
6.7.	OPPORTUNITÄTSKOSTEN DER MASSNAHME	96
6.8.	FOLGERUNGEN	96
7.	BIOTREIBSTOFFE	99
7.1.	ÜBERSICHT BIOTREIBSTOFFE	99
7.2.	FÖRDERSTRATEGIEN AUSGEWÄHLTER LÄNDER	99
7.2.1.	Europäische Union	99
7.2.2.	USA	101
7.2.3.	Japan	102
7.2.4.	Brasilien	102
7.3.	STAND IN DER SCHWEIZ	103
7.4.	EMISSIONEN VON BIOTREIBSTOFFEN OHNE TREIBHAUSGASE	104
7.4.1.	Emissionen der Fahrzeuge	104

7.4.2.	Emissionen im Lebenszyklus	104
7.5.	TREIBHAUSEFFEKT VON BIOTREIBSTOFFEN	105
7.6.	WEITERE EFFEKTE VON BIOTREIBSTOFFEN	107
7.7.	KOSTEN VON BIOTREIBSTOFFEN	108
7.7.1.	Weltmarktpreise und Herstellkosten	108
7.8.	SZENARIEN FÜR BIOTREIBSTOFFE	110
7.8.1.	Szenario 1: Beimischung von 10% Ethanol im Benzin	110
7.8.2.	Szenario 2: Verkauf von E85	112
7.8.3.	Szenario 3: Verkauf von RME	112
7.9.	OPPORTUNITÄTSKOSTEN DER MASSNAHME	113
7.10.	FOLGERUNGEN BIOTREIBSTOFFE	114
ANNEX		117
ANNEX 1:	QUANTITATIVE ANGABEN ZUM SOG. GRUNDSZENARIO	117
ANNEX 2:	GRUNDLAGEN ZUR ANALYSE AUSLÄNDISCHER FLOTTEN	119
ANNEX 3:	ANALYSE REAKTION AUF KOSTENÄNDERUNGEN	122
ANNEX 4:	BERECHNUNG DER AUSWIRKUNGEN IM DIESELFÖRDERUNGSSZENARIO VAR. 1: DIESELVERBILLIGUNG UM 25 RP./L	123
ANNEX 5:	BERECHNUNG DER AUSWIRKUNGEN IM DIESELFÖRDERUNGSSZENARIO VAR. 2: FIXE DIFFERENZ VON 25 RP./L ZWISCHEN DIESEL UND BENZIN	125
GLOSSAR		126
LITERATUR		127

VORWORT DES BUNDESAMTS FÜR ENERGIE

Das CO₂-Gesetz und das Programm EnergieSchweiz schreiben für die CO₂-Emissionen quantitative Ziele vor: Die CO₂-Emissionen sollen im Vergleich zum Stichjahr 1990 im Jahr 2010 um 10 Prozent reduziert werden, bei den Brennstoffen um 15 Prozent, bei den Treibstoffen um 8 Prozent. Heute sieht die Bilanz wie folgt aus: Der Brennstoffverbrauch hat in der Schweiz zwischen 1990 und 2001 um 3.7 Prozent abgenommen. Ohne Flugtreibstoffe hat der Treibstoffverbrauch im gleichen Zeitraum um 7.3 Prozent zugenommen. Dies ergibt bei den Treibstoffen eine Ziellücke von rund 15 Prozent oder 2 bis 2.5 Mio Tonnen CO₂. Um die Ziele zu erreichen, sind daher alle Massnahmen zur Emissionsminderung zu prüfen und, wenn sinnvoll und möglich, umzusetzen.

Die vorliegende Untersuchung wurde unter anderem aufgrund aktueller parlamentarischer Vorstösse zur haushaltsneutralen Differenzierung der Treibstoffbesteuerung durchgeführt. Diese Vorstösse zielen auf die Senkung der CO₂-Emissionen im Verkehrsbereich. Gegenstand der Untersuchung ist die steuerliche Begünstigung von Diesel, Erd- und Flüssiggas sowie Biotreibstoffen mit Kompensation der Steuerausfällen auf der Benzinseite. Das Projekt wurde um die Frage der Fördermöglichkeiten energieeffizienter Personenwagen erweitert. Der Bericht dient als Input für die Erarbeitung einer Auslegeordnung für die weiteren Arbeiten der Verwaltung.

Die Untersuchung wurde von einer Arbeitsgruppe begleitet, bestehend aus Vertretern des Bundesamts für Energie BFE, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL, Bundesamt für Strassen ASTRA, Bundesamt für Raumentwicklung ARE, Eidgenössische Finanzverwaltung EFV, Oberzolldirektion OZD, Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt EMPA, Erdöl-Vereinigung EV und Verband der Schweizerischen Gasindustrie SVG. Für den Inhalt der Studie sind alleine die Auftragnehmer verantwortlich. Die Ergebnisse der Untersuchung wurden in der Arbeitsgruppe zum Teil kontrovers beurteilt und decken sich nicht notwendigerweise mit der Auffassung der einzelnen Arbeitsgruppenmitglieder. Die Erdöl-Vereinigung hat grundsätzliche Vorbehalte zum Vorgehen und zum Bericht.

PREFACE DE L'OFFICE FEDERAL DE L'ENERGIE

La loi sur le CO₂ et le programme SuisseEnergie comportent des objectifs chiffrés. D'ici à 2010, les émissions de CO₂ doivent être dans l'ensemble réduites de 10 % par rapport à 1990, plus précisément de 15 % pour les émissions dues aux agents combustibles et de 8 % pour celles dues aux carburants. Le bilan actuel est contrasté. Car si la consommation de combustibles a diminué en Suisse de 3,7 % entre 1990 et 2001, celle de carburant – sans le kérosène – a augmenté de 7,3 % au cours de la même période. Dans le cas des carburants, l'écart par rapport aux objectifs fixés avoisine 15 %, soit 2 à 2,5 millions de tonnes de CO₂. Afin d'y remédier, il s'agit de passer en revue les mesures susceptibles de réduire les émissions, et d'appliquer celles qui sont à la fois judicieuses et réalisables.

La présente étude a notamment pour but de répondre aux récentes motions parlementaires préconisant de réduire les rejets de CO₂ dans le domaine des transports par une différenciation – sans incidence fiscale – de l'imposition des carburants. Elle examine donc la diminution des taxes grevant le diesel, le gaz naturel et le gaz de pétrole liquide ainsi que les biocarburants, diminution couplée au renchérissement de l'essence pour compenser les pertes fiscales. En outre, le projet prend en compte les possibilités de promouvoir les véhicules à bon rendement énergétique. En somme, le rapport se veut une contribution à l'analyse nécessaire avant que l'administration n'entreprenne de nouveaux travaux.

Un groupe de travail a accompagné la réalisation de ce document. Y étaient représentés les organismes suivants: Office fédéral de l'énergie OFEN, Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage OFEFP, Office fédéral de l'aménagement du territoire ARE, Administration fédérale des finances AFF, Direction générale des douanes DGD, Laboratoire fédéral d'essai des matériaux et de recherches EMPA, Union pétrolière UP et Association suisse de l'industrie gazière ASIG. Les mandataires portent seul la responsabilité du contenu de cette étude. Ajoutons que ses résultats ont fait l'objet d'appréciations controversées au sein du groupe de travail, et qu'ils ne reflètent pas nécessairement l'opinion de chacun de ses membres. Ainsi, l'Union pétrolière a exprimé des réserves de fond quant à la procédure adoptée et au rapport réalisé.

ZUSAMMENFASSUNG

Ausgangslage, Fragestellung

Der Ständerat hat am 6. März 2002 einer Motion der UREK zugestimmt, die eine haushaltsneutrale Verbilligung von klimafreundlichen Treibstoffen zur Minderung des CO₂-Ausstosses im Verkehrsbereich vorschlägt und „die Besteuerung des Dieselöls sowie des als Treibstoff zu verwendenden Erd-, Flüssig- und Biogases signifikant – mindestens aber um 25 Rappen (Diesel) bzw. 50 Rappen (Erd-, Flüssig- und Biogas)“ senken will. Das Bundesamt für Energie (BFE) hat diese Motion zum Anlass genommen, die Auswirkungen dieses Vorschlags untersuchen zu lassen. Gleichzeitig sollen auch alternative Massnahmen erörtert werden, welche die Energieeffizienz steigern bzw. die CO₂-Emissionen reduzieren sollen. Neben der Verbilligung von Diesel soll namentlich die gezielte Förderung von effizienten Fahrzeugen sowie die Förderung von alternativen Treibstoffen, insbesondere Gas und Bio-Treibstoffen untersucht werden. Letzteres verlangt auch die Motion der UREK-Kommission des Nationalrates vom 20. Aug. 2002.

Fakten zur Ausgangslage

Im CO₂-Gesetz vom 8.10.1999 sind rechtlich verbindliche Reduktionsziele für die energiebedingt bedingten CO₂-Emissionen verankert. Diese müssen bis 2010 insgesamt um 10% unter das Niveau von 1990 gesenkt werden, für Treibstoffe gilt das Teilziel von minus 8%. Gemäss Emissionsinventar ist mit einem Anstieg der verkehrsbedingten CO₂-Emissionen um rund 13% gegenüber 1990 zu rechnen, bei den PW beträgt die Zunahme rund 5%. Deshalb ist eine Ziellücke von rund 2.5 Mio t CO₂-Emissionen absehbar. Gemäss internationaler Konvention sind für die CO₂-Emissionen die Absatzzahlen (und nicht die nur modellmässig ermittelbaren Verbräuche) relevant. Namentlich in kleinen Ländern wie der Schweiz können zwischen Verbrauch und Absatz namhafte Differenzen bestehen. Eine wichtige Erklärungsgrösse besteht im sog. Tanktourismus, der sich aufgrund unterschiedlicher Preise in angrenzenden Ländern ergibt. In der Schweiz herrscht gegenwärtig Benzin-Export (weil Benzin in der Regel günstiger ist als in den Nachbarländern), beim Diesel ist es umgekehrt.

Dieselfahrzeuge verbrauchen weniger Treibstoff als Fahrzeuge mit einem Benzinmotor. Im Direktvergleich kann dieser Vorteil zwischen 20 und 30% liegen. Dies motiviert letztlich den eingangs erwähnten ständerätlichen Vorstoss, um damit einen Beitrag zur Reduktion der CO₂-Emissionen zu leisten. Weil die neuzugelassenen Diesel-PW aber grösser und schwerer als die Benziner sind, liegt der bestandesgewichtete Vorteil zwischen 15% und 20%. Wegen der höheren Kraftstoffdichte beträgt der CO₂-Vorteil im Mittel knapp 10%.

Die Vorschläge zur CO₂-Reduktion sind in der Regel an die Bedingung der Aufkommensneutralität (Haushaltsneutralität) gebunden. Die Erträge machen heute – bei Absatzzahlen im Jahr 2000 von 4 Mio t Benzin bzw. 1.3 Mio t Diesel – rund 5 Mrd CHF aus (3.9 Mrd CHF von Benzin, 1.1 Mrd. CHF von Diesel). Die heutige Fiskalbelastung beträgt beim Benzin rund 83 Rp./l und beim Diesel 86 Rp./l. Diese scheinbare Bevorzugung von Benzin ist faktisch eine bereits heute existierende Privilegierung von Diesel, denn pro kg Treibstoff beträgt die Benzin-Belastung CHF 1.12, beim Diesel sind es CHF 1.03 (oder CHF 0.356 /kg CO₂ beim Benzin bzw. CHF 0.327/kg CO₂ beim Diesel).

Verbilligung des Diesels (Ständerats-Motion)

Die ständerätlichen Motion will den Dieselpreis um mindestens 25 Rp. senken. Dabei soll die Massnahme haushaltsneutral erfolgen, das heisst, die Steuerausfälle sollen über den Benzinpreis wettgemacht werden. Das hätte im Verkehrsmarkt im wesentlichen vier Effekte:

- › Der vordergründigste – und beabsichtigte Effekt besteht darin, dass die Verbilligung des Diesels zu einer substanziellen Veränderung der PW-Flotte führt. Aufgrund eines Vergleichs mit der Entwicklung im Ausland wird erwartet, dass der Dieselanteil an den Neuwagen innert weniger Jahre von derzeit gut 13% (2001) auf rund 60% (2010) ansteigt. Damit würden rund 40% der Fahrzeug-Kilometer im Jahr 2010 durch Diesel-PW zurückgelegt (statt 17% in einer unterstellten Trendentwicklung). Auch bei den Lieferwagen wäre mit einem erhöhten Diesel-Anteil zu rechnen. CO₂-mässig wäre der Effekt aber vergleichsweise bescheiden: es würden rund 0.15 Mio t CO₂ reduziert – bei einer Ziellücke von 2.5 Mio t.
- › Eine zweite wesentliche Änderung ergibt sich im Strassengüterverkehr: Durch die Verbilligung des Diesels werden die Transportkosten gesenkt. Dadurch wäre tendenziell mit Mehrverkehr zu rechnen, der sich allerdings in Grenzen halten dürfte. Es ist festzustellen, dass der Güterverkehr von einer Massnahme profitiert, der keine Leistung (und damit Rechtfertigung) gegenübersteht. Deshalb muss von einem Steuergeschenk gesprochen werden, welches von der Anlage her mit der schweizerischen Verkehrspolitik (Stichwort Verlagerungspolitik im Transitverkehr) inkohärent ist. Unmittelbar spürbar werden die Steuerausfälle, die über den Benzinpreis aufzufangen sind.
- › Eine Dieselvebilligung um 25 Rp. würde – drittens – zu einer Umkehr des Tanktourismus im Verkehr zu den Nachbarstaaten führen. Wie Benzin würde neu auch Diesel „exportiert“. Als Konsequenz davon wäre mit zusätzlichen Steuererträgen zu rechnen, und der Benzinpreis müsste weniger stark angehoben werden. Allerdings würden der Schweiz auch die

entsprechenden CO₂-Emissionen angelastet. Die Berechnungen haben ergeben, dass diese absatzseitige CO₂-Mehremission die verbrauchsseitige Minderemission deutlich übertrifft.

- › Weil die Dieselvebilligung haushaltsneutral umgesetzt werden soll, müssen die Steuerausfälle über Benzinpreiserhöhungen wettgemacht werden. Die Berechnungen ergaben, dass kurzfristig der Benzinpreis um rund 6 Rp. erhöht werden müsste. Weil aber die Steuerausfälle innert weniger Jahre markant ansteigen, muss auch der Benzinpreis schnell angehoben werden, auf rund 16 Rp. im Jahr 2010. Das wiederum bewirkt Minderverkehr bei den Benzin-PW und gleichzeitig Rückgang des Benzin-Tanktourismus, was weitere Steuerausfälle zur Folge hat. Dies führt zu einer unheilvollen zeitlichen Dynamik: Weil der Benzinverbrauch laufend zurückgeht und gleichzeitig die zu kompensierenden Steuerausfälle immer weiter ansteigen, steigt auch der benötigte Preiszuschlag beim Benzin an. Es ergibt sich ein eigentlicher Spiraleffekt. Die nötige Erhöhung für 2010 dürfte deshalb deutlich über die erwähnten 16 Rp. hinausgehen, weil die Basis immer schmaler wird, auf welche die Steuerausfälle aus dem Dieselmotorbereich – und in der Folge auch jene aus dem Benzinsektor – überwältigt werden können. Dabei bleibt die CO₂-Bilanz negativ, weil die absatzseitige Minder-Emission beim Benzin die diesel-bedingte Mehr-Emission nicht zu kompensieren vermag. Netto bleibt für 2010 eine Mehremission von 0.5 Mio t. Die Massnahme ist deshalb kontraproduktiv und nicht zielführend.

Neben diesen Auswirkungen auf den Verkehrsmarkt, die CO₂-Emissionen und die fiskalische Seite ist auch die Lufthygiene in Betracht zu ziehen. Der geringeren CO₂-Emission von Dieselfahrzeugen im Vergleich mit Benzinfahrzeugen steht eine beträchtliche Mehremission von Russpartikeln (Faktor 100 bis 1000) gegenüber; auch die NO_x-Emissionen, die zur Ozonbildung beitragen, sind höher (Faktor 3 bis 5). Zwar wird die neueste Gesetzgebungsstufe (EURO-4 ab dem Jahr 2006) die NO_x- wie auch die Partikelemissionen von Dieselfahrzeugen weiter reduzieren. Aber erst wenn Dieselfahrzeuge mit Partikelfilter ausgerüstet werden, sinkt das Partikelniveau massgeblich ab (um einen Faktor 99). Solche Fahrzeug-Modelle sind heute auf dem Markt verfügbar, die Abgasstufe EURO-4 garantiert aber den Einsatz von PM-Filtern nicht. Ähnliches gilt für die NO_x-Emissionen: erst wenn die Fahrzeuge (zu einem späteren Zeitpunkt) mit DeNO_x-Systemen ausgerüstet sein werden, wird das NO_x-Emissionsniveau massiv absinken.

Die Partikel werden inzwischen auch im Kontext Treibhausgasproblematik thematisiert. Die Grundfrage lautet, ob der abkühlende Effekt der CO₂-Minderung beim Ersatz von Benzin durch Dieselfahrzeuge grösser ist als der erwärmende Effekt aufgrund der zusätzlichen Russmissionen. Eine US-Studie folgert, dass die Dieselförderung vieler europäischer Staaten

bezüglich Klimaerwärmung kontraproduktiv ist. Erst Personenwagen, die mit einem Partikelfilter ausgestattet sind, sind aus einer integralen Klima-Optik, welche nicht nur CO₂ ins Kalkül aufnimmt, förderungswürdig.

Variante der Dieselverbilligung: fixe Differenz von 25 Rp. zwischen Diesel und Benzin

Aufgrund der Analyse des ursprünglichen Vorschlags stellt sich die Frage, ob die Dieselverbilligung nicht ohne negative Auswirkungen umgesetzt werden kann. Eine mögliche Alternative besteht darin, dass nicht die fiskalische Belastung des Diesels um einen fixen Betrag reduziert wird, sondern das Verhältnis zwischen Benzin- und Dieselpreis eine fixe Differenz aufweisen soll. Die Bedingung der Aufkommensneutralität soll dabei aufrechterhalten werden.

Mit diesem Vorschlag wird vor allem darauf abgezielt, die negativen Effekte auf die Marktverhältnisse (Benzinmarkt, Tanktourismus) zu vermeiden.

Das Umsetzungsmuster mit einer fixen Differenz zwischen zwei Treibstoffen wurde bereits bei der Einführung des bleifreien Benzins im Zeitraum 1985 bis 2000 erfolgreich umgesetzt. Das Prinzip besteht darin, dass die Differenz umgekehrt proportional zum Absatz auf die beiden Produkte aufgeteilt wird.

Wie beim ersten Vorschlag sind auch hier ähnliche Effekte zu erörtern:

- › Die Auswirkungen auf die PW-Flotte dürften ähnlich sein wie im ersten Vorschlag, weil die Preisdifferenz zwischen Diesel und Benzin auch hier 25 Rp. beträgt, auch wenn die absoluten Treibstoff-Preise anders ausfallen. Aufgrund der Mengenverhältnisse würde der Dieselpreis anfänglich um rund 20 Rappen gesenkt, der Benzinpreis um 5 Rp. erhöht; bereits 2005 läge der Dieselanteil bei gut 30%, d.h. die Belastung würde um je 3 Rp. erhöht (Diesel -17 Rp., Benzin +8 Rp.), und im Jahr 2010 wäre der Diesel-Anteil bei knapp 50%, somit müsste die Steuerbelastung erneut um je 4 Rp. angehoben werden (Diesel -13 Rp., Benzin +12 Rp.).
- › Der Einfluss auf den Güterverkehr wäre etwas geringer als beim ersten Vorschlag, und er wird sich mit der Zeit wieder zurückbilden, weil auch der Dieselpreis nach und nach wieder angehoben wird. Allerdings werden auch hier Signale gesetzt, die mit der Verlagerungspolitik nicht im Einklang stehen.
- › Der Tanktourismus spielt auch bei diesem Vorschlag eine Rolle: Zu Beginn wird der Tanktourismus insgesamt zunehmen. Die Preise von Diesel und Benzin werden aber wegen der „Dieselisierung“ des Fahrzeugparks über die Jahre zwangsläufig angehoben. Absehbar ist, dass der Tanktourismus (und damit die Steuererträge aus dem Tanktourismus) kurzfristig

zwar ansteigt, mittelfristig aber unter das heutige Niveau sinkt. Die damit verbundenen Steuerausfälle sind deshalb mit einer Verlagerung der Belastung auf inländische Konsumenten verbunden. Mittelfristig werden die CO₂-Emissionen nicht nur verbrauchs-, sondern auch absatzmässig zurückgehen. Somit wird das Ziel der (der Schweiz angelasteten) CO₂-Emissionsminderung in dieser Variante erreicht, wenn auch der Beitrag von 0.23 Mio t, d.h. weniger als 10% zur Schliessung der Ziellücke von 2.5 Mio t CO₂ bescheiden wirkt vor dem Hintergrund des respektablen Eingriffs ins Preisgefüge.

Theoretisch lässt sich die Massnahme ohne grundsätzliche Hindernisse umsetzen. Die OZD hat die Machbarkeit bei der Einführung des bleifreien Benzins nachgewiesen. Bei der Umsetzung gilt es allerdings die „Aufkommensneutralität“ konkret zu bestimmen, was aufgrund des sich ändernden Einflusses des Tanktourismus nicht trivial sein wird.

Diese Variante der Dieserverbilligung hat gegenüber dem ersten Vorschlag den Vorteil, dass eine „Bremse“ eingebaut ist und die Kosten der Dieserverbilligung nicht grenzenlos einer Konsumentengruppe (den Benzinfahrenden) aufbürdet. Auch bei dieser Variante kommt der Strassengüterverkehr ohne eigene Sonderleistung und damit ohne besondere Rechtfertigung in den Genuss einer Steuererleichterung.

Umweltseitig fällt die Beurteilung praktisch gleich aus wie jene der ersten Variante. Auch hier gilt, dass erst Personenwagen, die mit Abgasnachbehandlungssystemen (wie Partikelfilter und, sobald marktreif verfügbar, DeNox-Systemen) ausgestattet sind, aus gesundheitlicher Sicht sowie aus einer integralen Klima-Optik, welche nicht nur CO₂ berücksichtigt, förderungswürdig sind.

Bonus/Malus-Systeme

Eine Alternative zur allgemeinen Dieselförderung über den Treibstoffpreis sind Bonus/Malus-Systeme. Denkbar sind insbesondere die Einführung einer nach Energieverbrauch differenzierenden Steuer, die beim Fahrzeugkauf, d.h. bei Neuwagen ansetzt (z.B. eine Anpassung der Automobilsteuer) und die Differenzierung der (kantonalen) Motorfahrzeugsteuer. Ein Bonus-Malus-System hat gegenüber der allgemeinen Dieselförderung über den Treibstoffpreis entscheidende Vorteile:

- › gezielte Auswahl des Fördersubjekts (effiziente und ggf. emissionsarme Fahrzeuge),
- › keine (ungerechtfertigte) Bevorzugung des Güterverkehrs,
- › kein Eingriff ins internationale Preisgefüge und damit den Tanktourismus.

Dazu lässt sich festhalten:

- › Da sich eine Differenzierung der Verkaufssteuer (oder Automobilsteuer) direkter auf den Kaufpreis auswirkt, wird deren Wirkung höher eingeschätzt als jene einer Differenzierung der Motorfahrzeugsteuern, insbesondere dann, wenn sie mit flankierenden Massnahmen (Marketing) gekoppelt wird. Der Lenkungseffekt einer Differenzierung der Motorfahrzeugsteuern ist aufgrund der indirekten und längerfristigen Wirkung relativ gering. Die internationalen Erfahrungen zeigen, dass von einer Differenzierung der Automobilsteuer eine höhere Wirkung zu erwarten ist als von der Differenzierung der Motorfahrzeugsteuern.
- › Zur Erzielung einer möglichst hohen Wirkung sollte die Differenzierung beim Kauf des Fahrzeuges spürbar sein, flexibel gestaltet werden und mit flankierenden Massnahmen (Information, Kommunikation) verbunden werden.
- › Als Bemessungsgrundlage bietet sich die Energieetikette für Personenwagen an, die ab 2003 eingeführt wird. Sie umfasst 7 Klassen (A-G) und beruht auf dem Energieverbrauch bzw. den CO₂-Emissionen. Das Ziel der Energieetikette ist ein reduzierter Energieverbrauch der Fahrzeuge via verbesserte Konsumenteninformation und dadurch Beeinflussung des Kaufverhaltens. Dessen Effekt wird durch ein ergänzendes Bonus-Malus-Anreizsystem massiv verstärkt. Durch ein verändertes Kaufverhalten ergibt sich mit der Zeit auch eine Angebotsanpassung der Hersteller resp. Importeure, was einen induzierten Effekt darstellt.
- › Heute fallen rund 9% der Neufahrzeuge in die effizienteste Kat. A. Das sind fast ausschliesslich Dieselfahrzeuge. Ein Bonus-Malus-System ist demzufolge vor allem eine Dieselförderung. Gleichzeitig wird es aber auch im Benzinbereich zu einer Effizienzzunahme kommen, allerdings weniger wegen des Bonus' als vielmehr durch das Vermeiden des Malus'. Damit auch Benziner in den Genuss eines Bonus gelangen, wären auch Kat. B-Fahrzeuge zu belohnen. Für andere Treibstoffarten müssten allenfalls Sonderregelungen getroffen werden (z.B. Bonusberechtigung von Gasfahrzeugen aufgrund lufthygienischer Argumente).
- › Zur Ausgestaltung: In jedem Fall sollte ein Bonus-Malus-System aufkommensneutral ausgestaltet sein und eine spürbare Differenzierung aufweisen. Zur Illustration wird ein Fördermodell mit einem Bonus von 3000 CHF für alle Fahrzeuge der Kategorie A unterstellt. Zur Kompensation müsste bei den Fahrzeugen der Kat. E bis G ein Malus von rund 850 - 900 CHF erhoben werden.
- › Eine quantitative Einschätzung der Auswirkung ist nur näherungsweise machbar, weil kaum empirische Grundlagen zu Substitutionselastizitäten bestehen. Aufgrund von Kostenüberlegungen wurde hergeleitet, dass der Lenkungseffekt bzgl. Energieeffizienz im

Umfang durchaus vergleichbar ist mit der Dieselpreisreduktion – bei geringeren Kosten, einerseits durch Verlagerung in Richtung A-Kategorie (sprich Diesel), andererseits durch Effizienzsteigerung innerhalb der Segmente (d.h. auch innerhalb der Benzinfahrzeuge).

- › Vorbehalte bleiben aus Umweltoptik wegen der faktischen Dieselförderung bzw. der zugehörigen Partikel- und NO_x-Problematik. Aus Umweltsicht müssten deshalb lufthygienischen Zusatzanforderungen eingeführt werden: förderungswürdig sind Dieselfahrzeuge nur, wenn sie die EURO-4-Grenzwerte einhalten und mit Abgasnachbehandlungssystemen wie Partikelfilter (und später DeNO_x-Systemen) ausgerüstet sind.
- › Vollzugsseitig stehen dem keine grundlegenden Hindernisse im Weg, da für Neufahrzeuge die nötigen Typeninformationen vorliegen. Für die Einführung eines Bonus-Malus-Systems auf Bundesebene bedarf es jedoch einer neuen gesetzlichen Grundlage oder zumindest einer Gesetzesanpassung, falls die Automobilsteuer als Basis verwendet wird. Der Vollzug kann zwar etablierte Prozeduren nutzen, wird aber aufwendiger, weil für jedes importierte Fahrzeug der Bonus-Malus bzw. die Automobilsteuer fahrzeugspezifisch entsprechend seiner Klassierung gemäss Energie-Etikette und seinem Abgasverhalten festgelegt werden müsste.
- › Ein Bonus-Malus-System bei der Motorfahrzeugsteuer kann grundsätzlich wie das bei der Automobilsteuer praktizierte Modell ausgestaltet werden. Der Lenkungseffekt einer Differenzierung der Motorfahrzeugsteuern ist aufgrund der indirekten und längerfristigen Wirkung jedoch relativ gering. Der Gesamtbeitrag dürfte auch deshalb wesentlich geringer sein, weil kaum damit zu rechnen ist, dass alle Kantone das gleiche Differenzierungsmodell einführen würden. Vollzugsseitig ist mit grösserem Aufwand bzw. Hindernissen zu rechnen als bei einem Bundesmodell, da das System auch für Altfahrzeuge gelten würde. Das setzt voraus, dass auch für Altfahrzeuge die nötigen Informationen (Energieverbrauch und CO₂-Emission) ermittelt und die Klassierung gemäss Energie-Etikette im nachhinein bestimmt werden müsste. Ausserdem müssten die lufthygienischen Anforderungen an die Abgasemissionen fahrzeugspezifisch kontrolliert werden, was den Vollzug noch einmal erschweren würde.

Gas als Treibstoff

- › Bei der Betrachtung von Gasfahrzeugen unterscheidet man grundsätzlich zwischen zwei Kraftstoffen: Flüssiggas (LPG) und Erd-/Biogas. Ca. 40% des Weltmarktangebotes von LPG resultiert als ein Nebenprodukt von Raffinerieoperationen und 60% aus der Separierung von Naturgasprodukten. LPG wird primär bei der Umrüstung von Ottomotoren benützt.

Bio- oder Kompogas wird aus landwirtschaftlichem Mähgut, Gülle und organischen Abfällen gewonnen.

- › Erdgasfahrzeuge sind mit unterschiedlichen Antriebsarten (bivalent, monovalent) erhältlich. Neuere Fahrzeugtypen (spätestens ab Euro 4) sind innerhalb eines angemessenen finanziellen Rahmens praktisch nicht mehr umrüstbar. Dies bedingt in Zukunft den Einsatz von speziell auf den Gasbetrieb konstruierten Fahrzeugen.
- › Der Betrieb von Gasfahrzeugen bedingt den Aufbau einer Tankstelleninfrastruktur. In einer ersten Phase führt das Fehlen einer solchen Infrastruktur meist zum Einsatz von Gasfahrzeugen bei Transportunternehmen, welche lokal operieren und über eigene Betankungsmöglichkeiten verfügen (z.B. Busbetriebe, Taxis).
- › Die EU sieht Erdgas mittelfristig mit einem hohen Wachstumspotenzial als Treibstoff, primär aus Gründen der Versorgungssicherheit und der Diversifizierung der Anbieter.
- › Bisher besteht in der Schweiz nur ein kleines Netz von Erdgastankstellen. Für eine Verbreitung auch bei Individualkunden ohne eigene Betankungseinrichtung ist eine deutliche Ausdehnung der Betankungsinfrastruktur nötig.
- › Das Angebot an Gasfahrzeugen, gerade im Personenwagenbereich, ist stark beschränkt. Angesichts der prognostizierten Entwicklung der Gasfahrzeuge in Europa kann eine gemässigte Ausdehnung des Angebotes bis 2010 und eine weitergehende Ausdehnung bis 2020 in Richtung vergleichbare Fahrzeugpalette wie von Dieselfahrzeugen erwartet werden.
- › Die Luftschadstoffemissionen von Erdgas sind tiefer als bei vergleichbaren Diesel- oder Benzinmotoren.
- › Die Treibhausgasemissionen von Erdgas sind bei leichten Fahrzeugen etwa 10-15% geringer als diejenigen von Dieselmotoren und 15-25% geringer als diejenigen von Benzinmotoren. Beim Vergleich mit schweren Dieselfahrzeugen resultiert kein Vorteil von Gas bezüglich THG-Emissionen.
- › Biogas weist klar tiefere THG-Emissionen aus. Das Produktionspotenzial in der Schweiz entspricht einem Ersatz von ca. 80 Millionen Liter Benzin (dies entspräche ca. einer potenziellen Reduktion von 200 000 Tonnen CO₂/Jahr). Das Problem von Biogas ist allerdings, dass gegenwärtig die Herstellung von Elektrizität wirtschaftlich attraktiver ist als die Herstellung von Treibstoff, dies trotz Erlass der Treibstoffabgabe.
- › Werden Erdgas und Biogas steuerlich gleichgestellt, d.h. werden identische Steuerreduktionen erlassen, so ist in der Schweiz hergestelltes Biogas nicht konkurrenzfähig im Vergleich zu Erdgas. Die Erdgasförderung könnte so zu einer Behinderung der Förderung des

ökologisch und vom CO₂ her sinnvollerem Einsatzes von Biogas führen. Eine Abstufung der Steuerbefreiung in Abhängigkeit des Anteils regenerativ erzeugten Methans ist möglicherweise eine Lösung für diesen Konflikt. Vereinbarungen zwischen Biogasanbietern und der Gaswirtschaft, welche parallel zum Marktzutritt des Erdgases auch den Marktzutritt für Biogas unter Berücksichtigung seines kostenseitigen Handicaps ermöglichen, sind ein weiterer Lösungsansatz.

- › Das Szenario einer Gasförderung erweist sich als gangbarer Weg. Durch diese Massnahme könnten im Jahre 2010 36'000 t und im Jahr 2020 rund 170'000 t CO₂ eingespart werden. Zum Vergleich: in den Dieselförder-Szenarien wird die CO₂-Reduktion per 2010 auf rund 300'000 t geschätzt, jene per 2020 auf 350'000 bis 400'000 t. Bei einer zusätzlichen Förderung von Biogas und einer angenommenen Marktdurchdringung im Gasmarkt von 10%, resp. 20% des Gastreibstoffes als Biogas würde der CO₂-Effekt auf 52'000 (2010) resp. 350'000 t CO₂ (2020) anwachsen.

Biotreibstoffe

- › Biotreibstoffe im Transportsektor sind primär Bio-Ethanol und Biodiesel. Ethanol wird primär aus zucker- und stärkehaltigem Pflanzenmaterial resp. aus Holzbiomasse hergestellt. Biodiesel wird aus pflanzlichen Ölen, tierischen Fetten und aus rezyklierten Fetten hergestellt. Ethanol wird normalerweise dem Benzin beigemischt, während Biodiesel bis heute mehr als Alleintreibstoff verbreitet ist, obwohl auch dieser dem normalen Diesel beigemischt werden kann.
- › Verschiedene Länder, v.a. aber die EU planen eine verstärkte Nutzung von Biotreibstoffen. Dies wird u.a. als Massnahme zur Reduktion der CO₂-Emissionen des Verkehrssektors betrachtet, v.a. aber auch als Instrument zur Verbesserung der Versorgungssicherheit. Die EU hat aber die von der Kommission deklarierten Ziele als nicht-bindend erklärt und die EU Umweltbehörde äussert sich generell kritisch zum Vorhaben. Auch wird der Treibhauseffekt als eher gering beurteilt, infolge der signifikanten N₂O - Emissionen beim Anbau von Biotreibstoffen.
- › Bei den Betriebsemissionen weisen Biotreibstoffe keine signifikanten Vor- oder Nachteile gegenüber konventionellen Treibstoffen auf.
- › Betrachtet man die vorgelagerten Emissionen weisen Biotreibstoffe Nachteile bezüglich Eutrophierung, Säurebildung, Ozonbildungspotenzial als auch bezüglich der Zerstörung der Ozonschicht auf.

- › Der Treibhauseffekt von Biotreibstoffen ist klar positiv bei der Betrachtung der reinen Betriebsemissionen resp. bei einer absatzorientierten Betrachtung von CO₂-Emissionen und einem Import der Biotreibstoffe.
- › Der Treibhauseffekt ist auch bei einer Betrachtung der vorgelagerten Prozesse positiv, aber in geringerem Ausmass (v.a. bei Rapsmethylester [RME], wo bedingt v.a. durch N₂O-Emissionen im Vergleich zu Diesel je nach Anbaumethode kein positiver Treibhauseffekt mehr erzielt wird).
- › Die Szenarien¹ RME und E85 erweisen sich als nicht gangbar: RME aufgrund der sehr hohen CO₂-Vermeidungskosten und der negativen lokalen Umweltwirkung, und das Szenario E85 aufgrund der Fahrzeugumstellkosten und den zusätzlichen Infrastrukturkosten.
- › Das Szenario einer Beimischung von 10 Volumenprozenten Ethanol (E10) erweist sich als gangbarer Weg. Durch diese Massnahme könnten im Jahre 2010 rund 400'000 bis 450'000 t CO₂-Emissionen vermieden werden, also mehr als von einer Dieselerbilligung erwartet werden kann.
- › Ethanol kann auch in Diesel zugemischt werden. Hier sind allerdings die Erfahrungen noch beschränkt. Sollten die Reduktionskosten nicht wesentlich höher liegen als bei der Beimischung zu Benzin würde hier nochmals ein CO₂-Reduktionspotenzial in der gleichen Grössenordnung wie bei der E10-Variante mit Benzin vorliegen.

Ein selektiver Quervergleich

Die bisherigen Ausführungen haben die verschiedenen Möglichkeiten jeweils einzeln diskutiert, ihre Potenziale bezüglich CO₂-Reduktion sowie weitere Vor- und Nachteile wie weitere Umweltauswirkungen, Vollzugsaspekte etc. erörtert. Abschliessend soll ein kurzer – allerdings selektiver – Quervergleich angefügt werden. Dieser Quervergleich betrachtet die verschiedenen Möglichkeiten lediglich unter einem bestimmten Aspekt, nämlich dem der Allokationseffizienz, d.h. inwieweit werden die „theoretisch“ verfügbaren Mittel dort eingesetzt, wo sie die grösstmögliche Wirkung bezüglich CO₂-Reduktion erzielen. Als Indikator für die Beurteilung dienen die Opportunitätskosten pro vermiedene Tonne CO₂ der jeweiligen Massnahme. Opportunitätskosten sind keine „realen“ Kosten im herkömmlichen Sinn, sondern existieren bei den diskutierten Massnahmen in dem Sinne, dass aufgrund der Bedingung der Haushaltsneutralität die steuerlichen Einnahmehausfälle (z.B. als Folge der Dieselpreissenkung) durch anderweitige Preiserhöhungen (z.B. beim Benzin) kompensiert

¹ RME: Rapsmethylester; E85: Benzin/Ethanol- Mischung mit 85% Ethanol (Volumenanteil).

werden müssen. Konkret wird die erwartete relative Wirkung (d.h. CO₂-Reduktion) mit der nötigen Zusatzbelastung (infolge Preiserhöhung) verglichen. Die nachstehende Tabelle zeigt die Opportunitätskosten pro Tonne CO₂ der verschiedenen erörterten Massnahmen.

OPPORTUNITÄTSKOSTEN DER MASSNAHMEN			
Massnahme	CO₂-Wirkung 2010 (in t CO₂)	Opportunitätskosten in Mio CHF	Opportunitätskosten pro Tonne CO₂
Dieselförderung (Verbilligung 25Rp; Verbrauchsprinzip)	306 000 t	530 Mio CHF	1 700 CHF/t CO ₂
Variante fixe Differenzierung Die- selverbilligung (Verbrauchsprin- zip) ²	275 000 t	400 Mio CHF	1 500 CHF/t CO ₂
Bonus/Malus	275 000 t	90 Mio CHF	330 CHF/t CO ₂
Erdgasförderung	36 000 t	30 Mio CHF	900 CHF/t CO ₂
Kombinierte Bio- gas/Erdgasförderung	52 000 t	40 Mio CHF	800 CHF/t CO ₂
Ethanolbeimischung (E10); impor- tiertes Ethanol ³	730 000 t	220 Mio CHF	300 CHF/t CO ₂
Ethanolbeimischung (E10); schweizerisches Ethanol	730 000 t	490 mio CHF	670 CHF/t CO ₂
RME Förderung ⁴	<1'000 t (800 t)	5 mio CHF	6 300 CHF/t CO ₂

Nach RME ist Dieselförderung die Massnahme mit den höchsten Opportunitätskosten. Am günstigsten ist Ethanolförderung (ohne Bevorzugung von schweizerischem Ethanol), das Bonus/Malus System und eine kombinierte Biogas/Erdgasförderung. Gesamthaft könnten mit allen Massnahmen ca. die Hälfte der Ziellücke von 2.5 mio t CO₂ gedeckt werden. Bei einer Beimischung von Ethanol zu Diesel würde nochmals ein CO₂-Reduktionspotenzial in der Grössenordnung von ca. 400'000 t CO₂ vorliegen.

Es muss hier klar darauf hingewiesen werden, dass dies nur die Opportunitätskosten von CO₂ umfasst und keine volkswirtschaftliche Kosten/Nutzen Rechnung der Massnahmen darstellt. Die Aussage bezieht sich nur auf die Allokationseffizienz der Massnahmen zur Reduktion von CO₂. Andere Aspekte wie Vollzugsfragen oder erhöhte Schadstoffemissionen von Dieselfahrzeugen (Stickoxide und Russpartikel) sind in diesen Quervergleich nicht eingeflossen.

² Berechnung aufgrund Benzinbelastung 12 Rp pro Liter im Jahr 2010; Diesel- und Benzinwirkung

³ Absatzprinzip

⁴ LCA Analyse, da in der Schweiz angebaut

RESUME

Situation initiale, énoncé du problème

Le 6 mars 2002, le Conseil des Etats a adopté une motion déposée par la CEATE-CE, proposant une diminution fiscalement neutre du prix des carburants à faible incidence sur le climat aux fins de réduire les émissions de CO₂ dans le transport routier, et exigeant notamment que « la taxation du diesel, ainsi que du gaz naturel, du gaz liquide et du biogaz – au cas où ceux-ci sont utilisés comme carburants – soit réduite de manière significative, soit d'au moins 25 centimes le litre pour le diesel et de 50 centimes pour le gaz naturel, le gaz liquide et le biogaz ». L'Office fédéral de l'énergie (OFEN) a profité de cette motion pour faire étudier les répercussions d'une telle proposition. Dans le même temps, il s'agit d'examiner des mesures alternatives susceptibles d'accroître le rendement énergétique et de réduire les émissions de CO₂. Outre la diminution du prix du diesel, on analysera en particulier les possibilités de promouvoir de façon ciblée les véhicules efficaces et d'encourager les carburants dits alternatifs, notamment le gaz et les biocarburants. C'est également ce qu'a exigé la commission du Conseil national (motion CEATE-CN du 20 août 2002).

Faits et chiffres

La loi sur le CO₂ du 8 octobre 1999 contient des objectifs de réduction obligatoires pour les émissions de CO₂ dues à l'utilisation énergétique des agents fossiles. Ces émissions doivent être dans l'ensemble réduites de 10% par rapport à 1990, et ce d'ici 2010. Pour les carburants, l'objectif est une diminution de 8%. Selon l'inventaire des émissions, les émissions de CO₂ dues au trafic routier progresseront d'environ 13% par rapport à 1990 ; pour les voitures de tourisme, cette augmentation sera de l'ordre de 5%. Par rapport à l'objectif fixé dans la loi, ce sont là environ 2,5 millions de tonnes d'émissions de CO₂ en trop. Conformément aux traités internationaux, les émissions de CO₂ sont calculées sur la base des chiffres de ventes (et non seulement au moyen des chiffres relatifs à la consommation, obtenus par modélisation). Dans les petits pays comme la Suisse, il peut y avoir des écarts considérables entre la consommation et les ventes. Ces écarts s'expliquent notamment par le « tourisme de l'essence », dû aux différences de prix entre la Suisse et les pays limitrophes. Actuellement, la Suisse exporte de l'essence (généralement moins chère que dans les pays voisins), alors que l'on observe le phénomène inverse dans le cas du diesel.

Les véhicules diesel consomment moins de carburant que les véhicules équipés d'un moteur à essence. En comparaison directe, la différence peut atteindre 20 à 30%. C'est ce qui a motivé la motion susmentionnée au Conseil des Etats, dont le but est de fournir une contri-

bution à la réduction des émissions de CO₂. Les véhicules diesel nouvellement immatriculés sont cependant plus grands et plus lourds que les véhicules fonctionnant à l'essence ; aussi la différence en chiffres pondérés n'est-elle plus que de 15% à 20%. Compte tenu de la plus forte densité du carburant, la diminution des rejets de CO₂ serait en moyenne de 10% à peine.

En règle générale, les propositions visant à réduire les émissions de CO₂ sont liées à la condition qu'elles n'affectent pas les recettes fiscales (neutralité fiscale). Les recettes s'élèvent aujourd'hui à environ 5 milliards de francs (3,9 milliards de francs pour l'essence, 1,1 milliard pour le diesel), pour des ventes en l'an 2000 de 4 millions de tonnes d'essence et de 1,3 million de tonnes de diesel. La charge fiscale actuelle est d'environ 83 centimes/litre pour l'essence et de 86 centimes/litre pour le diesel. Cet avantage accordé à l'essence n'est qu'une apparence. En réalité, le diesel est aujourd'hui déjà favorisé, dans la mesure où la charge fiscale est de 1,12 franc par kilo d'essence, et de 1,03 franc par kilo de diesel (ou 0,356 franc/kg de CO₂ pour l'essence et de 0,327 franc/kg de CO₂ pour le diesel).

Diminution du prix du diesel (motion déposée au Conseil des Etats)

La motion déposée au Conseil des Etats demande une diminution du prix du diesel d'au moins 25 centimes. Cette diminution ne doit pas affecter les recettes fiscales ; en d'autres termes, la baisse de la taxe doit être compensée par une augmentation du prix de l'essence. Les principales conséquences d'une telle mesure pour le marché du trafic routier sont au nombre de quatre :

- › Le principal effet – par ailleurs voulu – d'une diminution du prix du diesel sera de modifier de manière substantielle le parc des véhicules privés. Sur la base de l'évolution observée à l'étranger, on s'attend à ce que la part des véhicules diesel nouvellement admis à la circulation passera en moins de dix ans de 13% (2001) à près de 60% (2010). Ainsi, en 2010, environ 40% des kilomètres-véhicules seraient parcourus par des voitures diesel (au lieu de 17% en cas d'évolution normale). Cette augmentation de la proportion du diesel s'appliquerait également aux véhicules utilitaires. Sur le plan des émissions de CO₂, l'effet serait toutefois relativement faible : on pourrait s'attendre à une diminution de l'ordre de 0,15 million de tonnes, ce qui est peu compte tenu des 2,5 millions de tonnes excédentaires par rapport à l'objectif fixé.
- › Un deuxième changement de taille est attendu dans le domaine du transport routier de marchandises. La diminution du prix du diesel réduirait les coûts de transport. On assisterait par conséquent à une augmentation du trafic, qui ne devrait cependant pas être trop

importante. Il faut relever que le transport routier de marchandises profiterait en l'occurrence d'une mesure sans avoir à fournir de contrepartie (c'est-à-dire sans avoir à la justifier). On peut donc à proprement parler d'un cadeau fiscal qui entrerait en contradiction avec la conception de la politique suisse des transports (transfert sur le rail du trafic de transit). La diminution des recettes fiscales se ferait immédiatement sentir et devrait être compensée par une augmentation du prix de l'essence.

- › Troisièmement, une diminution de 25 centimes du prix du diesel aurait pour effet d'inverser le « tourisme du diesel » entre la Suisse et les pays voisins. Comme c'est déjà le cas pour l'essence, le diesel serait lui aussi « exporté ». La conséquence d'une telle évolution serait une augmentation des recettes fiscales et, partant, un relèvement plus modéré du prix de l'essence. Cependant, la Suisse subirait l'augmentation des émissions de CO₂ résultant de ce tourisme transfrontalier. Des calculs ont montré que l'accroissement des émissions de CO₂ dû aux ventes dépasse très nettement la diminution des émissions liée à la consommation.
- › La diminution du prix du diesel devant obéir au principe de la neutralité fiscale, la baisse des recettes fiscales devra être compensée par une augmentation du prix de l'essence. Il ressort des calculs qu'à court terme, ce dernier devrait le cas échéant être relevé d'environ 6 centimes. Cependant, du fait que les recettes fiscales diminueront considérablement au cours des premières années, l'augmentation du prix de l'essence devra elle aussi être rapide, et atteindra environ 16 centimes en 2010. Il en résultera une diminution du trafic des véhicules privés à essence et, en même temps, une réduction du tourisme de l'essence, ce qui entraînera une nouvelle baisse des rentrées fiscales. Cette évolution engendre une dynamique néfaste : puisque la consommation d'essence diminue régulièrement, et qu'en même temps, la baisse des recettes devant être compensée devient toujours plus importante, l'augmentation du prix de l'essence progresse elle aussi. On assiste ainsi à un véritable effet de spirale. L'augmentation qui serait nécessaire en 2010 devrait par conséquent être largement supérieure aux 16 centimes annoncés, du fait du rétrécissement de la base qui permettrait de compenser les pertes fiscales du secteur diesel et, partant, celles du secteur de l'essence. Quant au bilan des émissions de CO₂, il reste négatif : en effet, la diminution des émissions due à la baisse des ventes d'essence ne compense pas l'augmentation des émissions dues au diesel. Le résultat net en 2010 est un surcroît d'émissions de 0,5 million de tonnes. La mesure est par conséquent contre-productive et ne permet pas d'atteindre l'objectif visé.

Outre ces répercussions sur le marché des transports routiers, sur les émissions de CO₂ et la fiscalité, il convient de tenir compte également de l'hygiène de l'air. Si les véhicules diesel émettent effectivement moins de CO₂ que les véhicules à essence, ils rejettent par contre 100 à 1000 fois plus de poussière fine, et produisent 3 à 5 fois plus d'oxyde d'azote. Les prescriptions européennes les plus récentes en matière de gaz d'échappement (norme EURO-4, dès l'an 2006) permettront certes de réduire encore les émissions de particules fines. Cependant, il faudra équiper les véhicules diesel de filtres à particules pour que le niveau des émissions baisse de manière considérable (émissions 99 fois inférieures). De tels modèles sont aujourd'hui disponibles sur le marché ; cependant, la norme EURO-4 ne prescrit pas l'installation de filtres à particules. Ce constat s'applique également aux émissions NOx: leur niveau ne baissera de manière sensible que lorsque les véhicules seront équipés (à l'avenir) de catalyseurs DeNox.

Entre-temps, les particules fines sont devenues un sujet à débat dans le contexte des gaz à effet de serre. La question fondamentale est de savoir si l'effet de refroidissement obtenu par la diminution des émissions de CO₂ en cas de remplacement des véhicules à essence par des véhicules diesel est plus important que le réchauffement dû aux émissions supplémentaires de particules fines. Il ressort d'une étude réalisée aux Etats-Unis que sur le plan du réchauffement climatique, l'encouragement du diesel par de nombreux Etats européens est contre-productif. Dans une optique environnementale globale, qui ne tient pas uniquement compte du CO₂, seules les voitures privées équipées d'un filtre à particules doivent être favorisées.

Variante de la diminution du prix du diesel : différence fixe de 25 centimes entre le diesel et l'essence

Compte tenu de l'analyse de la proposition initiale, la question se pose de savoir s'il est possible d'éviter les répercussions négatives liées à une diminution du prix du diesel. A cet effet, on pourrait envisager la solution suivante : au lieu de réduire d'un montant déterminé la charge fiscale grevant le diesel, il s'agirait d'imposer une différence fixe entre le prix de l'essence et celui du diesel. La condition de la neutralité fiscale devrait être remplie.

Cette proposition vise avant tout à éviter les effets négatifs sur le marché (marché de l'essence, tourisme du carburant).

Le modèle de différence fixe entre deux carburants a déjà été appliqué avec succès lors de l'introduction de l'essence sans plomb entre 1985 et 2000. Le principe consiste à répartir

la différence sur les deux produits dans une mesure inversement proportionnelle aux ventes.

Les effets sont semblables à ceux de la première proposition :

- › Les répercussions sur le parc des voitures particulières seraient largement les mêmes, étant donné que l'écart de prix entre le diesel et l'essence serait également de 25 centimes, même si, en chiffres absolus, les prix des carburants seraient différents. Compte tenu des rapports quantitatifs, le prix du diesel serait, dans un premier temps, réduit d'environ 20 centimes, alors que le prix de l'essence augmenterait de 5 centimes. En 2005 déjà, la part du diesel se monterait à 30%, ce qui signifie que la charge fiscale grevant les deux carburants augmenterait de 3 centimes (diesel -17 centimes, essence +8 centimes) ; en 2010, la proportion du diesel ayant atteint près de 50%, la charge fiscale s'alourdirait à nouveau de 4 centimes (diesel -13 centimes, essence +12 centimes).
- › L'influence sur le transport routier de marchandises serait légèrement moins importante que dans la première proposition, et elle diminuerait encore avec le temps, à mesure que le prix du diesel augmenterait également. Cependant, cette mesure n'irait pas dans le sens de la politique de transfert du trafic marchandises de la route vers le rail.
- › Le tourisme du carburant joue également un rôle, comme dans la première proposition. Au début, il augmenterait d'une manière générale. Par la force des choses, les prix du diesel et de l'essence seraient néanmoins relevés au fil des ans, en raison de l'augmentation de la part des véhicules diesel. Il est à prévoir que le tourisme du carburant (et les recettes fiscales qui y sont liées) augmenterait à court terme, pour passer en dessous du niveau actuel à moyen terme. Les pertes fiscales qui en résulteraient impliqueraient par conséquent un déplacement de la charge fiscale vers les consommateurs domestiques. A moyen terme, on obtiendra une diminution des émissions de CO₂, non seulement en termes de consommation, mais également en terme de ventes. Ainsi, cette variante permet d'atteindre l'objectif de la diminution des émissions de CO₂ (imputées à la Suisse), même si la contribution de 0,23 million de tonnes – soit moins de 10% des 2,5 millions de tonnes de CO₂ qui nous séparent encore de l'objectif prescrit par la loi – peut sembler bien modeste au regard de l'intervention somme toute considérable dans la structure des prix.

Théoriquement, la mise en œuvre d'une telle mesure ne se heurterait à aucun obstacle particulier. La DGD en a prouvé la faisabilité lors de l'introduction de l'essence sans plomb. Lors de la réalisation, il s'agit néanmoins de déterminer de manière concrète le principe de la « neutralité des coûts », ce qui, compte tenu de l'influence changeante du tourisme du carburant, risque de ne pas être une tâche simple.

Par rapport à la première proposition, cette variante de diminution du prix du diesel présente l'avantage de contenir un « frein », de sorte que les coûts de cette mesure ne grèvent pas de façon démesurée un seul groupe de consommateurs (en l'occurrence, les conducteurs de véhicules à essence). Quant au transport routier de marchandises, il est une fois encore mis au bénéfice d'un allègement fiscal sans avoir eu à fournir de prestation spéciale, et par conséquent sans justification particulière.

Sur le plan de l'impact sur l'environnement, l'évaluation est pratiquement la même que pour la première variante. Dans ce cas également, il conviendrait de n'encourager que les voitures équipées de systèmes de traitement des gaz d'échappement (comme les filtres à particules) ou de systèmes DeNox dès que ces derniers seront commercialisés, ceci pour deux raisons: d'une part, pour des motifs de santé publique, d'autre part, dans l'optique d'une approche globale des problèmes climatiques prenant aussi en compte d'autres objectifs que la diminution des émissions de CO₂.

Systèmes bonus-malus

Les systèmes bonus-malus forment une alternative à la promotion du diesel par le biais du prix du carburant. On peut envisager notamment l'introduction d'un impôt sur les véhicules automobiles différencié selon la consommation d'énergie, lequel serait perçu au moment de l'achat, autrement dit sur les voitures neuves (p. ex. adaptation de l'impôt sur les véhicules automobiles) et la différenciation des impôts (cantonaux) sur les véhicules à moteur. Par rapport à la promotion du diesel par le biais de l'allègement fiscal, le système bonus-malus présente des avantages décisifs :

- › choix ciblé des véhicules à promouvoir (véhicules à bon rendement énergétique et peu polluants) ;
- › aucun avantage (injustifié) du transport routier de marchandises ;
- › aucune intervention dans la structure internationale des prix et, partant, dans le tourisme de l'essence.

Ces systèmes appellent les constatations suivantes:

- › Une différenciation de la taxe à la vente (ou impôt sur les véhicules automobiles) ayant une incidence plus directe sur le prix d'achat, son effet est estimé plus marqué que celui produit par une différenciation des impôts cantonaux sur les véhicules à moteur, en particulier lorsqu'elle est flanquée de mesures d'accompagnement (marketing). L'effet d'incitation d'une différenciation des impôts sur les véhicules à moteur est relativement

faible en raison de son incidence indirecte et à long terme. Il ressort des expériences faites au plan international qu'une différenciation des taux d'impôt sur les véhicules automobiles a un effet plus marqué qu'une différenciation des impôts sur les véhicules à moteur.

- › Afin d'obtenir un maximum d'effet, la différenciation doit être perceptible au moment de l'achat du véhicule ; elle doit en outre être flexible et assortie de mesures d'accompagnement (information, communication).
- › L'évaluation est basée sur l'étiquette énergétique pour les automobiles, qui sera introduite dès 2003. Elle comprend 7 catégories (A à G) et indique la consommation de carburant et les émissions de CO₂. L'objectif visé est de réduire la consommation d'énergie des véhicules par le biais d'une meilleure information des consommateurs et d'une modification du comportement d'achat. L'introduction d'un système d'incitation bonus-malus renforcerait nettement l'effet de l'étiquette énergétique. Avec le temps, un changement de comportement de la part des consommateurs inciterait les fabricants et les importateurs à adapter leur offre (effet induit).
- › Aujourd'hui, 9% environ des automobiles neuves appartiennent à la catégorie A. Il s'agit presque exclusivement de véhicules diesel. L'introduction simultanée d'un système bonus-malus revient par conséquent surtout à promouvoir le diesel ; en même temps, elle conduit également à une amélioration du rendement énergétique des voitures à essence, moins cependant en raison du bonus que pour éviter le malus. Afin que les automobiles à essence puissent elles aussi profiter d'un bonus, il conviendrait de récompenser aussi les véhicules de la catégorie B. Pour tous les autres types de carburants, il faudrait adopter une réglementation spéciale (p. ex. droit au bonus des véhicules fonctionnant au gaz pour des raisons de qualité de l'air).
- › Mise en œuvre : en tous les cas, le système bonus-malus doit obéir au principe de la neutralité des coûts et permettre une nette différenciation. A titre d'exemple, on peut imaginer un système comportant un bonus de 3000 francs pour tous les véhicules de la catégorie A. En guise de compensation, il faudrait prélever un malus de 850 à 900 francs pour les automobiles des catégories E à G.
- › L'évaluation quantitative des effets d'un tel système ne saurait être qu'approximative. Il n'existe en effet guère de fondements empiriques en matière d'élasticité de substitution. L'analyse des coûts a révélé qu'en matière de rendement énergétique, l'effet d'incitation est tout à fait comparable à celui induit par une réduction du prix du diesel, et cela à des coûts moindres : d'une part en raison du déplacement vers la catégorie A (véhicules die-

sel), d'autre part en raison de l'efficacité accrue à l'intérieur même des segments (soit également parmi les véhicules à essence).

- › En ce qui concerne l'impact sur l'environnement, la promotion effective du diesel n'est pas sans poser des problèmes à cause des émissions NO_x et de particules que ce carburant occasionne. Il conviendrait par conséquent d'introduire des exigences complémentaires en matière d'hygiène de l'air : ne seraient encouragés que les véhicules diesel respectant la norme EURO-4 et équipés de dispositifs de post-traitement des gaz d'échappement, tels que les filtres à particules (et, ultérieurement, de catalyseurs DeNO_x).
- › Cette solution serait applicable sans trop de difficultés, étant donné que pour les nouveaux véhicules toutes les informations voulues sont disponibles. Par contre, l'introduction au niveau de la Confédération d'un système bonus-malus basé sur l'impôt sur les véhicules automobiles requiert l'adoption d'une nouvelle base légale ou, pour le moins, une adaptation du droit actuel. Cela dit, même si l'on peut s'appuyer sur des procédures établies, la mise en application d'un tel système s'avèrera plus coûteuse. En effet, il faudra calculer le bonus-malus de chaque véhicule importé, soit l'impôt automobile correspondant à sa classification selon l'étiquetteEnergie et à la quantité de ses émissions polluantes.
- › Un système bonus-malus dans le cadre de l'imposition des véhicules à moteur peut être conçu sur le même modèle que celui qui est pratiqué dans l'impôt sur les véhicules automobiles. Cependant, une différenciation des impôts sur les véhicules à moteur aurait un effet d'incitation relativement faible, en raison de son incidence indirecte et à long terme. En plus, il ne faut guère s'attendre à ce que tous les cantons adoptent le même modèle de différenciation : l'effet global en serait d'autant plus faible. La mise en application d'une telle solution s'avèrerait certainement plus onéreuse et devrait surmonter de plus grands obstacles qu'un modèle fédéral. En effet, elle suppose qu'il faille d'une part mesurer la consommation d'énergie et les émissions de CO₂ des anciens véhicules et, d'autre part, déterminer après coup leur classification dans les catégories de consommation prévues par l'étiquetteEnergie. Il faudrait en outre vérifier la conformité de chaque véhicule avec les exigences en matière d'hygiène de l'air, ce qui viendrait encore compliquer les choses.

Le gaz en tant que carburant

- › En matière de véhicules propulsés au gaz, on distingue généralement entre deux types de carburants : le gaz de pétrole liquide (LPG) et le gaz naturel/biogaz. Près de 40% de l'offre mondiale de LPG sont des dérivés résultant d'opérations de raffinerie et 60% proviennent

de la séparation de produits de gaz naturel. Le LPG est surtout utilisé lors de la transformation de moteur à essence. Le biogaz ou compogaz s'obtient à partir de déchets agricoles, de purin et de déchets organiques.

- › Les véhicules fonctionnant au gaz naturel sont équipés de systèmes de propulsion différents (bivalents, monovalents). Pour des raisons financières, il sera pratiquement impossible de procéder à la transformation de nouveaux types de véhicules (au plus tard dès l'application des directives Euro 4). Voilà qui exigera, à l'avenir, l'utilisation de véhicules conçus spécialement pour la propulsion au gaz.
- › L'exploitation de véhicules propulsés au gaz nécessite la mise en place de stations-service spéciales. Dans un premier temps, l'absence d'une telle infrastructure signifie généralement que les véhicules à gaz sont utilisés par des entreprises de transport qui opèrent sur le plan régional et qui disposent de leurs propres possibilités d'approvisionnement (p. ex. entreprises de transports par bus, taxis).
- › L'UE considère qu'à moyen terme, le gaz naturel présente un fort potentiel de croissance en tant que carburant, avant tout pour des raisons de sécurité de l'approvisionnement et de diversification de l'offre.
- › La Suisse ne compte actuellement qu'un réseau restreint de points d'approvisionnement en gaz naturel. Ce réseau devra être considérablement étoffé si l'on veut encourager les particuliers à opter pour des véhicules propulsés au gaz naturel.
- › Dans le domaine des voitures particulières, l'offre de véhicules fonctionnant au gaz est très limitée. Compte tenu de l'évolution prévisible des véhicules à gaz en Europe, on peut s'attendre à une extension très progressive de l'offre d'ici 2010, suivie d'une accélération jusqu'en 2020. La palette des véhicules disponibles ressemblera de plus en plus à celle des véhicules diesel.
- › Les moteurs fonctionnant au gaz naturel produisent moins de substances nocives que des moteurs diesel ou à essence comparables.
- › Dans la catégorie des véhicules légers, les moteurs fonctionnant au gaz naturel produisent 10 à 15% de gaz à effet de serre (GES) en moins que les moteurs diesel et 15 à 25% de moins que les moteurs à essence. La comparaison avec des véhicules diesel lourds ne fait ressortir aucun avantage du gaz en qui concerne les émissions de GES.
- › Le biogaz produit nettement moins de GES. En Suisse, le potentiel de production correspond à environ 80 millions de litres d'essence (ce qui équivaut à une réduction potentielle de 200 000 tonnes de CO₂/an). Cependant, le problème du biogaz est qu'actuellement, la

production d'électricité présente davantage d'attraits économiques que la production de carburant, et cela malgré la taxe sur les carburants.

- › Si le gaz naturel et le biogaz étaient mis sur un pied d'égalité au plan fiscal, en d'autres termes, si les deux produits bénéficiaient de réductions fiscales identiques, le biogaz produit en Suisse ne serait pas compétitif par rapport au gaz naturel. Le cas échéant, la promotion du gaz naturel pourrait entraver celle du biogaz, dont le bilan écologique est pourtant plus favorable (moins d'émissions de CO₂). Il serait éventuellement possible de résoudre ce conflit en échelonnant l'exonération en fonction de la part de méthane obtenu par régénération. Autre solution envisageable: la conclusion d'accords entre producteurs de biogaz et l'industrie gazière qui tiennent compte du handicap en termes de coûts du biogaz, afin que ce dernier bénéficie des mêmes conditions d'accès au marché que le gaz naturel.
- › Le scénario consistant à promouvoir le gaz est envisageable. Cette mesure permettrait de réduire les émissions de CO₂ de 36 000 tonnes en 2010 et d'environ 170 000 tonnes en 2020. A titre de comparaison : dans les scénarios de promotion du diesel, la réduction des émissions de CO₂ est estimée à 300 000 tonnes en 2010 et à 350 000 à 400 000 tonnes en 2020. Si l'on encourageait d'avantage le biogaz au point que le taux de pénétration du carburant biogaz sur le marché du gaz atteigne 10 %, l'impact bénéfique sur les émissions de CO₂ passerait à 52 000 tonnes de CO₂ en 2010. (350 000 tonnes de CO₂ en 2020 si l'on prend pour base un taux de pénétration de 20 %).

Biocarburants

- › Dans le secteur des transports, le bioéthanol et le biodiesel sont les principaux biocarburants. L'éthanol est produit à partir de matières premières agricoles contenant du sucre et des féculents, ou à partir de biomasse de bois. Le biodiesel s'obtient à partir d'huiles végétales, de graisses animales et de graisses recyclées. L'éthanol est normalement mélangé à l'essence ; le biodiesel a jusqu'à maintenant plutôt été utilisé seul, bien qu'il puisse également être mélangé au diesel normal.
- › Divers pays, mais surtout l'UE, prévoient une utilisation accrue de biocarburants. Il s'agit entre autre d'une mesure en vue de réduire les émissions de CO₂ dans le trafic routier, mais avant tout d'un instrument permettant d'améliorer la sécurité de l'approvisionnement. Cependant, les objectifs fixés par la Commission ont été déclarés non contraignants par l'UE ; quant à l'Agence européenne pour l'environnement (AEE), elle adopte une attitude critique en la matière. En outre, le bilan en ce qui concerne l'effet de serre est jugé relative-

ment faible, compte tenu des émissions importantes de N_2O lors de la fabrication de biocarburants.

- › Sur le plan des émissions d'exploitation, les biocarburants ne présentent pas d'avantages ni d'inconvénients significatifs par rapport aux carburants conventionnels.
- › Si l'on considère les émissions en amont, les biocarburants présentent des inconvénients en matière d'eutrophisation, d'acidification, de potentiel de formation d'ozone et de destruction de la couche d'ozone.
- › En ce qui concerne l'effet de serre, le bilan des biocarburants est clairement positif si l'on considère les émissions d'exploitation, de même que si l'on considère les émissions de CO_2 sous l'angle des ventes et de l'importation des biocarburants.
- › Le bilan en matière d'effet de serre est également positif si l'on considère les processus en amont, mais dans une mesure plus faible (surtout en ce qui concerne l'ester méthylique de colza [EMC] qui, selon la méthode de fabrication, ne présente pas du tout un bilan positif en matière d'effet de serre comparé au diesel, ce en raison avant tout des émissions de N_2O).
- › Les scénarios EMC et E85⁵ ne tiennent pas la route : dans le cas de l'EMC en raison des coûts d'évitement du CO_2 , très élevés, et de l'effet négatif sur l'environnement local, dans le cas du scénario E85 en raison des coûts de transformation des véhicules et des coûts d'infrastructure supplémentaires.
- › Le scénario d'un mélange éthanol-essence à 10% (E10) semble envisageable. Cette mesure permettrait d'éviter, en 2010, 400 000 à 450 000 tonnes d'émissions de CO_2 , soit nettement plus que ne le permettrait une diminution du prix du diesel.
- › L'éthanol peut également être mélangé au diesel. Dans ce domaine cependant, les expériences sont pour le moment limitées. Si les coûts de réduction n'étaient pas nettement plus élevés que pour le mélange éthanol-essence, on disposerait d'un potentiel de réduction du CO_2 comparable à celui de la variante E10 avec essence.

Comparaison transversale sélective

Jusqu'à présent, la présente étude s'est contentée d'examiner les différents scénarios envisagés sous l'angle de leur potentiel de diminution des émissions de CO_2 . Elle s'est également penchée sur les avantages et les inconvénients de chacun d'eux en fonction de critères déterminés (impact environnemental, difficulté de leur mise en œuvre, etc.). Il s'agit mainte-

⁵ E85: mélange essence/éthanol avec 85 % d'éthanol (volume).

nant de procéder à une brève – mais sélective – comparaison transversale. Celle-ci se bornera exclusivement à évaluer l'efficacité allocative des solutions envisagées, autrement dit, à répondre à la question suivante: dans quelle mesure les ressources « théoriquement » disponibles sont-elles utilisées là où elles sont susceptibles de produire le maximum d'effet ? Les coûts d'opportunité ne sont pas des coûts « réels » au sens usuel du terme. Pour les évaluer, on se sert des coûts de réduction marginaux de chaque mesure par tonne de CO₂. En l'espèce et parce que la présente étude postule la neutralité budgétaire des mesures envisagées, ils correspondent aux pertes de recettes fiscales (p. ex. dues à une baisse du prix du diesel) à compenser par le relèvement du prix d'un autre bien (p. ex. essence). Concrètement, on compare l'effet relatif attendu (c.-à-d. la diminution des émissions de CO₂) avec la charge fiscale supplémentaire nécessaire (par suite de l'augmentation des prix). Le tableau ci-dessous indique pour chaque mesure examinée les coûts d'opportunité par tonne de CO₂:

Coûts d'opportunité des mesures			
Mesures	Diminution des émissions de CO₂ 2010 (en tonnes de CO₂)	Coûts d'opportunité en millions de francs	Coûts d'opportunité par tonne de CO₂
Promotion du diesel (réduction de 25 ct. du prix; principe de la quantité consommée)	306 000 t	530 Mio CHF	1 700 CHF/t CO ₂
Scénario réduction différenciée à taux fixe du prix du diesel (principe de la quantité consommée) ⁶	275 000 t	400 Mio CHF	1 500 CHF/t CO ₂
Bonus/Malus	275 000 t	90 Mio CHF	330 CHF/t CO ₂
Encouragement du gaz naturel	36 000 t	30 Mio CHF	900 CHF/t CO ₂
Promotion combinée du biogaz et du gaz naturel	52 000 t	40 Mio CHF	800 CHF/t CO ₂
Mélange d'essence faible en éthanol (E10) ⁷ ; Importation d'éthanol	730 000 t	220 Mio CHF	300 CHF/t CO ₂
Mélange d'essence faible en éthanol (E10) ⁸ ; Ethanol de production suisse	730 000 t	490 mio CHF	670 CHF/t CO ₂
Promotion de l'ester méthylique de colza (EMC)	<1'000 t (800 t)	5 mio CHF	6 300 CHF/t CO ₂

Après l'ECM, la promotion du diesel est la mesure dont les coûts d'opportunité sont les plus élevés. Les scénarios les plus avantageux sont la promotion du compogaz et de l'éthanol (sans favoriser l'éthanol suisse), suivis du système bonus/malus et de la promotion combinée du biogaz et du gaz naturel. L'application de l'ensemble des mesures permettrait de réduire de moitié les émissions excédentaires de CO₂, qui s'élèvent à 2,5 millions de tonnes.

⁶ Calcul sur la base de charges sur l'essence de 12 ct. par litre en 2010, effet diesel et essence

⁷ Principe de la quantité vendue

⁸ Analyse LCA colza cultivé en Suisse

En mélangeant de l'éthanol au diesel, on disposerait d'un potentiel de réduction supplémentaire de l'ordre de 400 000 tonnes de CO₂.

Précision importante: les chiffres présentés ici indiquent les coûts d'opportunité du CO₂ et non les rapports coûts/utilité de chaque mesure. La comparaison ne porte que sur l'efficacité allocative des mesures en relation avec la réduction des émissions de CO₂. Elle ne se préoccupe donc pas des questions telles que le surcroît d'émissions polluantes rejetées par les véhicules diesel (oxyde d'azote ou particules de suie) ou les problèmes de mise en œuvre.

1. AUFGABENSTELLUNG

1.1. AUSGANGSLAGE UND AUFGABENSTELLUNG

Der Ständerat hat am 6. März 2002 einer Motion der UREK zugestimmt. Diese schlägt eine haushaltsneutrale Verbilligung von klimafreundlichen Treibstoffen zur Minderung des CO₂-Ausstosses im Verkehrsbereich vor und will „die Besteuerung des Dieselöls sowie des als Treibstoff zu verwendenden Erd-, Flüssig- und Biogases signifikant – mindestens aber um 25 Rappen (Diesel) bzw. 50 Rappen (Erd-, Flüssig- und Biogas)“ senken. Die vorberatende Kommission des Nationalrats (UREK-N) lehnt den Vorschlag der Verbilligung des Dieselpreises ab, unterstützt aber die Förderung von Gas und Biotreibstoffen (Motion vom 20. Aug. 2002). Das Bundesamt für Energie (BFE) hat diese Motionen zum Anlass genommen, die Auswirkungen dieser Vorschläge untersuchen zu lassen. Dabei sollen folgende Fragen geklärt werden:

- › Es sollen zweckmässige Energieeffizienz- und Emissionsszenarien für Benzin-, Diesel-, Gas- und weiteren Fahrzeuge skizziert werden.
- › Es sollen die Energieeffizienz- und CO₂-Reduktions-Potenziale bei einem höheren Anteil an Diesel-, Gas- und weiteren Fahrzeugen mit vergleichsweise geringem CO₂-Ausstoss aufgezeigt werden.
- › Massnahmen zur Beeinflussung der Effizienz- und CO₂-Reduktionspotenziale sollen erörtert werden.
- › Insbesondere sollen die Auswirkungen veränderter Treibstoffpreise aufgezeigt werden, wobei auf ökologische Nebenwirkungen der vorgeschlagenen Massnahmen wie auch auf Auswirkungen bei andern Fahrzeugen (insbesondere schwere Nutzfahrzeuge)⁹ einzugehen ist.
- › Auswirkungen reduzierter Diesel- und Gaspreise in der Schweiz, insbesondere auch auf die Beschaffung und den Verbrauch bei den schweren Nutzfahrzeugen.

Diese Untersuchung wurde durchgeführt von der Arbeitsgemeinschaft Infrac / Grütter / Econcept. Die Arbeiten wurden durch eine Arbeitsgruppe begleitet, in der mehrere Bundesämter (ARE, ASTRA, BFE, BUWAL, EFV, OZD), interessierte Organisationen (EV/ Erdölvereinigung, VSG/Verband der Schweiz. Gasindustrie) sowie Experten (EMPA) vertreten waren.

⁹ Die Auswirkungen für den Off-Road-Bereich (Baumaschinen, Landwirtschaft) werden als unwesentlich eingestuft, weil diese Bereiche heute über Steuerrückerstattungen bereits der steuerlichen Lenkungswirkung entgehen. Dieser Bericht geht nicht weiter auf diese Bereiche ein.

1.2. ZUM AUFBAU DIESES BERICHTS

Der Bericht umfasst folgende Teile:

Teil 1 beschäftigt sich mit den konventionellen Treibstoffen, namentlich mit der Dieselförderung. In einer einleitenden Auslegeordnung (Kap. 2) werden verschiedene Aspekte zur Thematik dargelegt, auf die bei der späteren Erörterung von Massnahmen zurückgegriffen wird. Im Zentrum von Kapitel 3 steht die Diskussion der ständerätlichen Motion, d.h. die haushaltsneutrale Verbilligung von Diesel zur Minderung des CO₂-Ausstosses im Verkehrsreich (konkret: Verbilligung des Diesels um 25 Rp./L). Im anschliessenden Kapitel 4 wird eine Variante dieses Vorschlags erörtert, wonach Diesel relativ gefördert werden soll (konkret: Anstelle einer Absenkung um 25 Rp./L soll der Diesel um 25 Rp. billiger sein als Benzin, im Bedarfsfall sollen die Steuersätze laufend angepasst werden, um diese Differenz beizubehalten). Im Kapitel 5 wird namentlich auf die Bevorzugung von effizienten Fahrzeugen mittels Bonus-Malus-Systemen eingegangen.

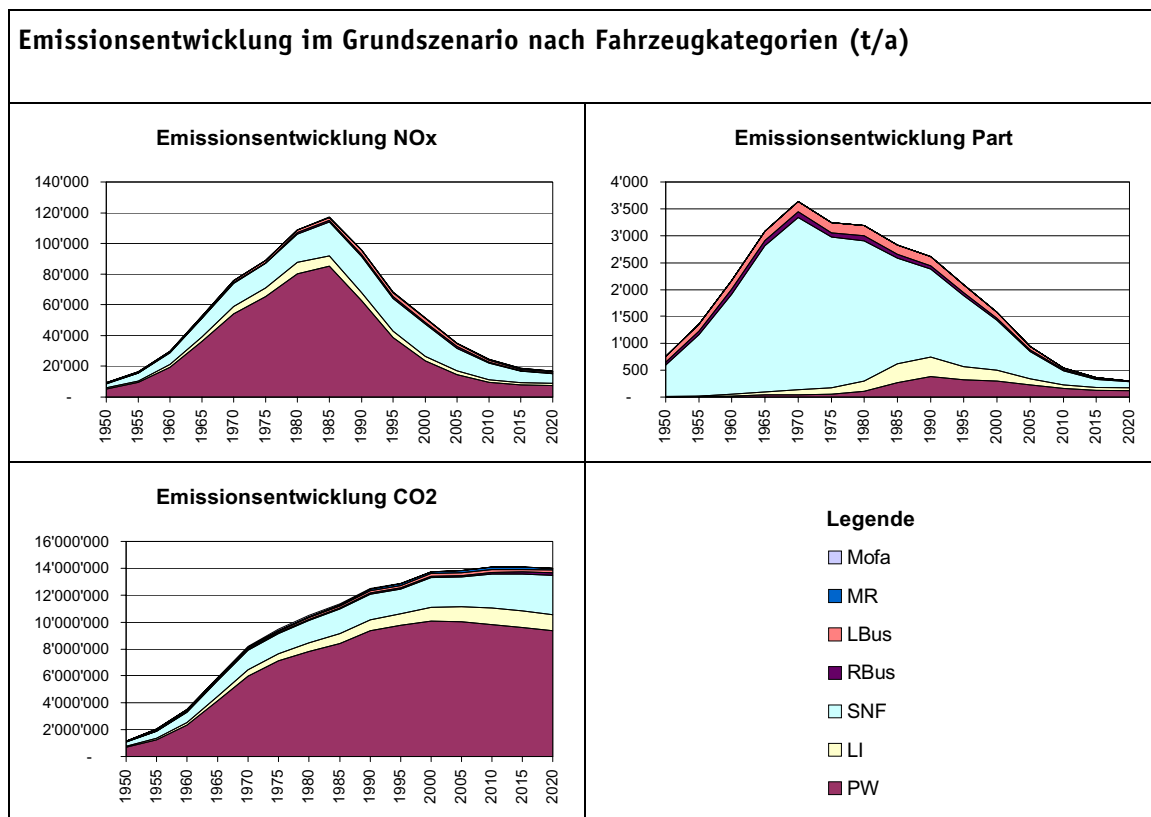
Teil 2 beschäftigt sich mit alternativen Treibstoffen. Kapitel 6 beschäftigt sich mit Gas als Treibstoff, und Kapitel 7 geht auf Bio-Treibstoffe ein.

2. AUSLEGEORDNUNG

2.1. KENNGRÖSSEN DER TREND-ENTWICKLUNG

Im CO₂-Gesetz vom 8.10.1999 sind rechtlich verbindliche Reduktionsziele für die energetisch bedingten CO₂-Emissionen verankert. Gesamthaft müssen diese bis 2010 um 10% unter das Niveau von 1990 gesenkt werden. Darüber hinaus sind Teilziele für die verschiedenen Sektoren festgelegt. Für Treibstoffe gilt das Teilziel von minus 8%. Gemäss Emissionsinventar (BUWAL/UNFCCC 2001) ist für die Schweiz eine Ziellücke bei den Treibstoffen im Umfang von rund 2.5 Mio t CO₂-Emissionen absehbar. Die Berechnungen basieren auf dem sog. Grundszenario, das letztmals im Jahr 1999 aktualisiert wurde (veröffentlicht Anfang 2000 in BUWAL 2000 bzw. INFRAS 2000). Demnach ist bis 2010 mit einem Anstieg der verkehrsbedingten CO₂-Emissionen um rund 13% gegenüber 1990 zu rechnen, bei den PW beträgt die Zunahme rund 5% (vgl. Figur 1). Diese Zahlen beziehen sich auf die Nachfrage, also jene Energiemenge, die auf den schweizerischen Strassen verbraucht wird (Territorialprinzip). Relevant für die CO₂-Bilanz sind allerdings gemäss internationaler Konvention die Absatzzahlen, da diese statistisch erfasst sind – im Gegensatz zu den Verbrauchszahlen, die zwangsläufig auf Modellrechnungen basieren. Auch für die Steuererträge sind die Absatzzahlen relevant, nicht die Verbrauchsangaben. Namentlich in kleinen Ländern wie der Schweiz können zwischen Verbrauch und Absatz namhafte Differenzen bestehen. Eine wichtige Erklärungsgrösse besteht im sog. Tanktourismus (vgl. 2.4). Bei allen Überlegungen zur Beeinflussung des Treibstoffnachfrage über die Preise ist deshalb zwangsläufig auch der Tanktourismus in Rechnung zu stellen. Die in den folgenden Kapiteln gemachten Erörterungen und quantitativen Abschätzungen basieren im wesentlichen auf dem Mengengerüst des Grundszenarios. Die Zahlen dazu finden sich in Annex 1. Die jüngste Entwicklung im Verkehr deutet allerdings darauf hin (Vgl. ExPost-Analyse 2001 in INFRAS 2002), dass das Grundszenario das Verkehrswachstum eher unterschätzt, die „Ziellücke“ demnach eher grösser zu veranschlagen wäre.

Im Unterschied zur Entwicklung der CO₂-Emissionen wird bei den Schadstoffen mit markanten Absenkungen gerechnet (BUWAL 2000). Neuere Messungen deuten allerdings darauf hin, dass die künftige Emissionsentwicklung (v.a. NO_x und Partikel) zu optimistisch dargestellt wurde. Die realen Absenkungen der spezifischen Emissionen durch die neueren Motoren-Konzepte namentlich bei den schweren Motorwagen (Euro2, Euro3) liegen unter den Erwartungen, die sich am Pfad der Grenzwertabsenkung orientierten.



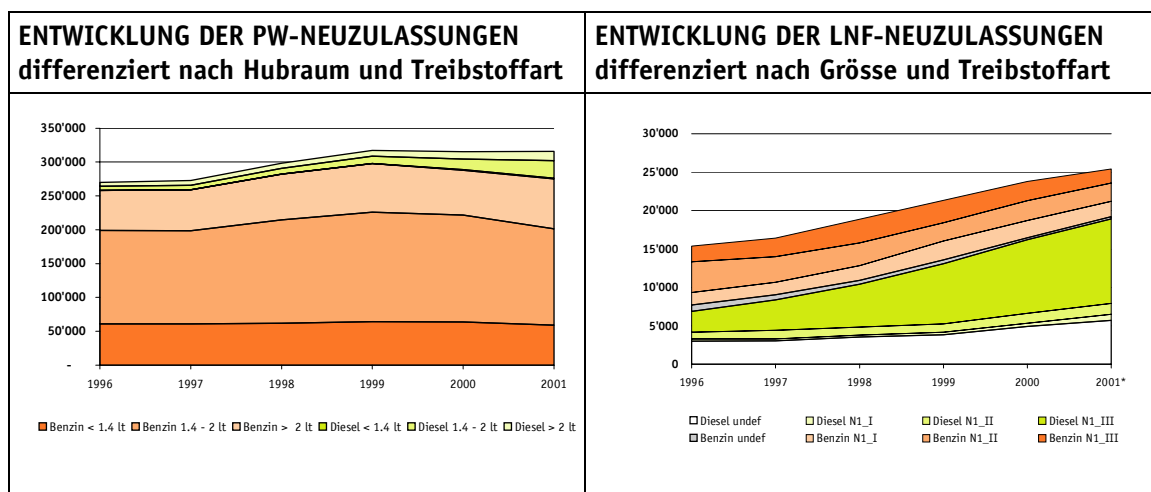
Figur 1 Schadstoffemissionsentwicklungen gemäss BUWAL 2000

2.2. DIE ENTWICKLUNGEN IM MARKT DER PW UND DER LEICHTEN NUTZFAHRZEUGE

Im Jahre 2001 lag in der Schweiz bei den **Personenwagen** der Diesel-Anteil bei 4.7%. Allerdings waren 13% aller Personenwagen-Neuzulassungen Dieselfahrzeuge (im ersten Halbjahr 2002 waren es gut 17%). Dieser Anteil ist in den letzten 10 Jahren kontinuierlich gestiegen; das Wachstum hat sich in den letzten zwei Jahren beschleunigt. Dieses Wachstum fand trotz der in der Schweiz vergleichsweise hohen Dieselpreise statt (vgl. Abschnitt 2.4). Ein wesentliches Element scheint die Verfügbarkeit von Dieselfahrzeugen zu sein, welche erst in jüngster Zeit ein solches Wachstum ermöglichte. Eine Absenkung des Dieselpreises wird zweifellos dazu führen, dass Dieselpersonenwagen noch stärker nachgefragt werden. Im Kapitel 3 wird anhand von ausländischen Erfahrungen auf diesen Einfluss näher eingegangen.

Bei den **leichten Nutzfahrzeugen** (LNF, Lieferwagen) ist eine ähnliche Tendenz zur „Dieselisierung“ festzustellen. Der Dieselanteil stieg von 45% im Jahr 1996 auf 75% im Jahr

2001. Gleichzeitig nahm dort auch der Anteil der schwereren Fahrzeuge zu, was zumindest teilweise auf die LSVA zurückzuführen ist¹⁰.



Figur 2 Entwicklung der Neuzulassungen (Quelle: Bestandesanalyse der Motorfahrzeugstatistik durch INFRAS)

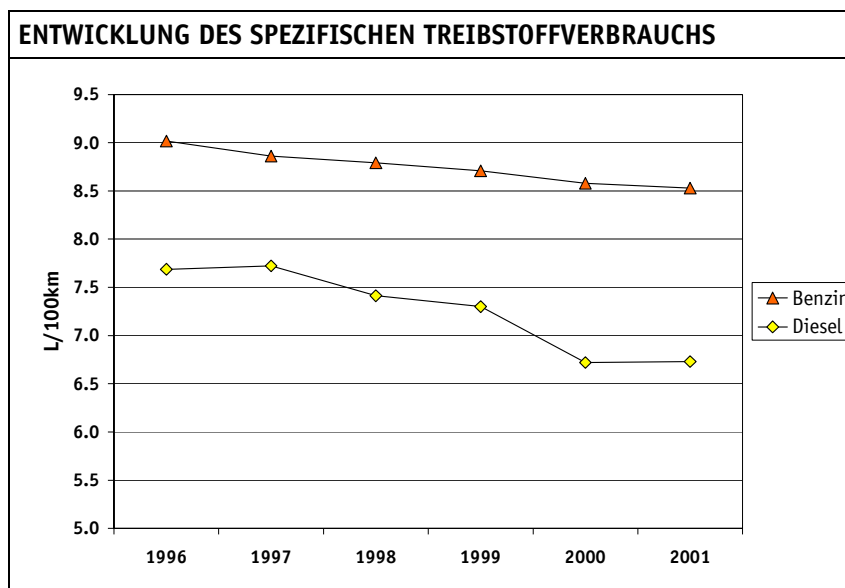
Ein wichtiges Element in der Diskussion um die Dieselförderung ist der **spezifische Treibstoffverbrauch**. Dieselfahrzeuge verbrauchen weniger Treibstoff als Fahrzeuge mit einem Benzinmotor. Im Direktvergleich, d.h. beim Vergleich von Fahrzeugen mit vergleichbaren Fahrleistungen, kann dieser Vorteil zwischen 20 und 30% liegen. Dies motiviert letztlich den eingangs erwähnten ständerächtlichen Vorstoss, um damit einen Beitrag zur Reduktion der CO₂-Emissionen zu leisten. Die jährlichen Erhebungen der VSAI zeigen allerdings in Tabelle 1, dass die neuzugelassenen Diesel-PW (bestandesgewichtet) um 15% (1996) bis 21% (2001) effizienter sind als die entsprechenden Benzinern. Ein wesentlicher Grund liegt beim höheren mittleren Gewicht und beim grösserem Hubraum (Angaben für 2001: Benzinern: 1340 kg Leergewicht und 1945 cm³ Hubraum, Dieseler: 1582 kg und 2125 cm³). Trotz der höheren Kraftstoffdichte (B: 0.742 kg/L; D: 0.832 kg/L) weisen sie damit zwar immer noch einen CO₂-Vorteil aus, der allerdings im Mittel nur mehr 5 bis 10% beträgt. Die technologische Absenkung war bei den Diesel-PW in den letzten Jahren ausgeprägter als bei den Benzinern, was u.a. auf die zunehmende Verbreitung der Direkteinspritzer zurückzuführen ist; eine Entwicklung, die bei den Benzinern noch ansteht und dort auch eine zusätzliche Ab-

¹⁰ Die LNF-Klassen sind wie folgt definiert:

- „Klasse M“: LNF mit Zweck Personentransport und Gesamtgewicht ≤ 2.5t und Sitzplätzen ≤ 6
- „Klasse N“ sind LNF mit Gesamtgewicht > 2.5 t oder Sitzplätzen > 6 („N1-I“: Leergewicht ≤ 1225 kg, „N1-II“: 1225 kg < Leergewicht ≤ 1675 kg, „N1-III“: 1675 kg < Leergewicht)

senkung erwarten lässt. Für die quantitativen Abschätzungen in dieser Untersuchung werden Annahmen getroffen, wie sie im wesentlichen bereits im Grundszenario unterlegt wurden:

- › Für Diesel-PW wird davon ausgegangen, dass sie im Mittel rund 17% effizienter sind als Benzin-PW, d.h. der CO₂-Vorteil beträgt gut 8%. Würde demnach die halbe PW-Flotte auf Diesel-PW umgelagert, so betrüge die CO₂-Reduktion rund 4%.
- › Für die künftige technologische Entwicklung wird eine konstante Reduktion des mittleren Verbrauchs um 1.5% pro Jahr unterstellt¹¹ – bei Benzinern gleichermassen wie auch bei Diesel-PW. Analoges wird auch für den Verlauf bei den LNF angenommen. In der DTC-Studie (2001), welche der Zielvereinbarung der VSAI mit dem UVEK zugrundeliegt und wonach der Neuwagen-Flottenverbrauch von 8.4 l/100 km im Jahr 2000 per 2008 auf 6.4 l/100 gesenkt werden soll, werden demgegenüber deutlich optimistischere Absenkungen erwartet (-2% bei Diesel, -3% bei Benzin). Die bisherige Entwicklung kontrastiert allerdings deutlich mit diesen Erwartungen.



Figur 3 Spezifischer Treibstoffverbrauch von Diesel- bzw. Benzin-PW (Quelle: VSAI 2002)

¹¹ Dies entspricht dem heutigen Mittelwert über die letzten 5 Jahre. Im Mittelwert von 1.5% ist auch die Verschiebung zu Dieselfahrzeugen eingerechnet. Bei den Benzinern betrug die Abnahme 1.1%/a, bei den Diesel-PW 2.6%/a. Die Vergangenheitswerte der VSAI zeigen, dass vor 1995 praktisch keine Absenkung stattfand (Schwankung des mittleren Verbrauch zwischen 1989 und 1995 zwischen 8.03 und 8.16 l/100 km; gemessen im FTP-Zyklus).

SPEZIFISCHER VERBRAUCH DER NEUFAHRZEUGE (PW)						
	Ben- zin-PW l/100 km	In % zum Vorjahr	Diesel- PW l/100 km	In % zum Vorjahr	%Anteil Diesel an Neufzg.	Verbrauchs- vorteil Diesel vs. Benzin (vo- lum.)
1996	9.02		7.69		5.2%	14.7%
1997	8.86	-1.8%	7.72	+0.4%	5.2%	12.9%
1998	8.79	-0.8%	7.41	-4.0%	5.8%	15.7%
1999	8.71	-0.9%	7.3	-1.5%	6.9%	16.2%
2000	8.58	-1.5%	6.72	-7.9%	10.0%	21.7%
2001	8.53	-0.6%	6.73	+0.1%	13.5%	21.1%

Tabelle 1 Spezifischer Treibstoffverbrauch von Diesel- bzw. Benzin-PW sowie Diesel-Anteil der Neufahrzeuge (Quelle: VSAI 2002)

2.3. DIE FISKALISCHE BELASTUNG DER TREIBSTOFFE

Die Vorschläge zur Beeinflussung der Treibstoffpreise werden in der Regel an die Bedingung der Haushaltsneutralität geknüpft. Deshalb sei hier ein Hinweis auf die heutige Fiskalbelastung von Benzin und Diesel gemacht, die beim Benzin rund 83 Rp./l und beim Diesel 86 Rp./l ausmacht (vgl. Tabelle 2). Dies scheint auf eine Bevorzugung von Benzin hinzudeuten. Faktisch ist es – aus CO₂-Sicht – umgekehrt: Diesel ist genaugenommen weniger belastet als Benzin, da hier die Belastung je Liter ausgewiesen ist. Pro kg Treibstoff beträgt die Benzin-Belastung CHF 1.12, beim Diesel sind es CHF 1.03. Damit besteht auch bereits eine Privilegierung bezüglich CO₂: beim Benzin beträgt die Abgabe CHF 0.356/kg CO₂, beim Diesel sind es CHF 0.327/kg CO₂. Diese Verzerrung hat historische Gründe: die ursprüngliche Zollbelastung war für Benzin und Diesel – wie auch bei andern Produkten üblich – gleich hoch (je kg Treibstoff und damit auch je kg CO₂). Die im März 1993 vom Volk angenommene Erhöhung der Treibstoffpreise um 20 Rp. bezog sich auf *Liter* und wurde von der OZD (korrekterweise) in kg umgerechnet und der Mineralölsteuer zugeschlagen, weshalb seither die Mineralölsteuer pro kg Treibstoff bzw. pro kg CO₂-Emission nicht mehr identisch ist. Auch der Mineralölsteuerzuschlag ist in gleicher Höhe zu entrichten für Benzin wie für Diesel, aber wiederum CHF 0.30 je Liter (und nicht je kg), was aus CO₂-Sicht eine weitere Verschiebung zugunsten des Diesels ergibt.

TREIBSTOFFPREISE UND FISKALBELASTUNG (RP. / LITER, STAND APRIL 2001)		
	Benzin un- verbleit	Dieselöl
Mineralölsteuer	43.12	45.87
Mineralölsteuerzuschlag	30.00	30.00
<i>Gesamtsteuersatz</i>	<i>73.12</i>	<i>75.87</i>
Mehrwertsteuer 7.6% (bzgl. Tankst. Preis)	9.68	9.75
<i>Gesamtfiskalbelastung</i>	<i>82.80</i>	<i>85.62</i>
CARBURA-Gebühr	1.30	0.805
<i>Total Belastung</i>	<i>84.10</i>	<i>86.42</i>
Durchsch. Tankstellenpreis inkl. MWSt [April 2001]	137.00	138.00
Warenwert inkl. Handel (aus Differenz zw. Tankstellenpreis und „Total Belastung“)	52.90	51.60

Tabelle 2 Fiskalbelastung der Treibstoffe

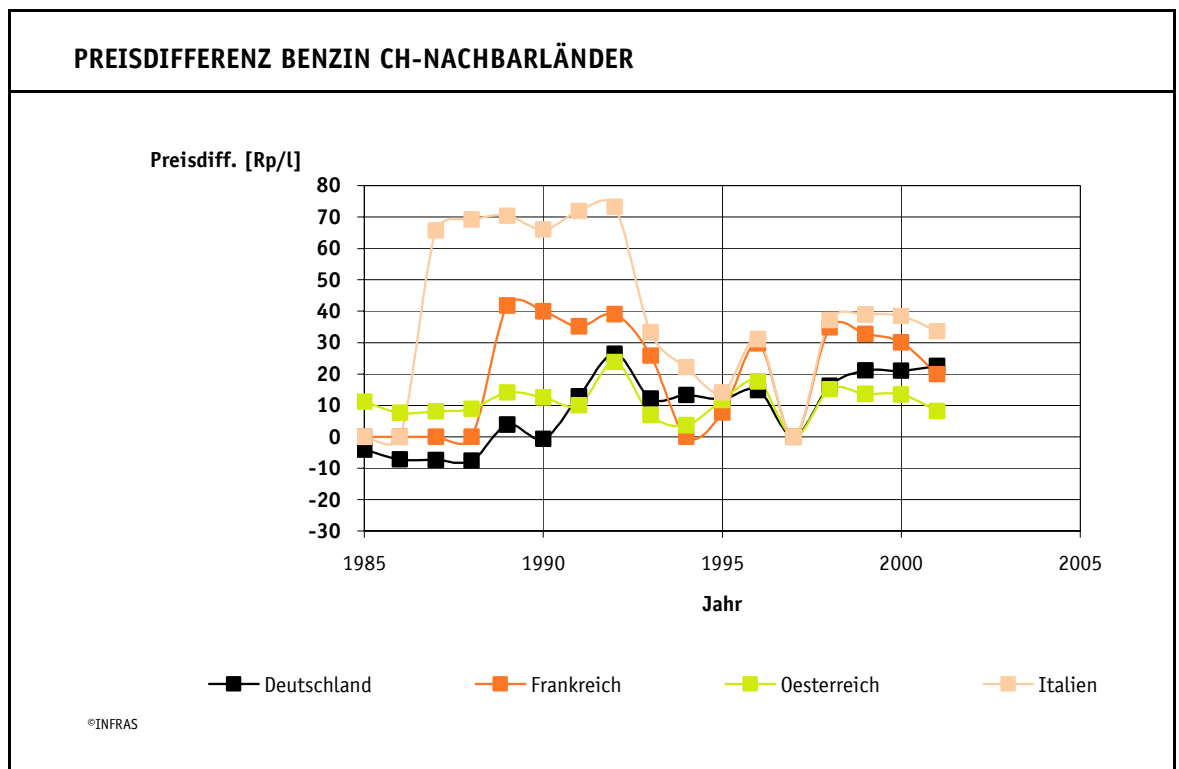
Die gesamten Erträge machen heute – bei Absatzzahlen im Jahr 2000 von 3'983'000 t Benzin bzw. 1'307'000 t Diesel – rund 5 Mrd CHF aus, wovon 3.9 Mrd CHF on Benzin, 1.1 Mrd. CHF von Diesel. Für die Wirkungsabschätzung wird dabei auf ein „Modellmengengerüst“ Bezug genommen, das diese Steuererträge nachbildet (Details in Anhang 1).

2.4. DIE PREISE DER TREIBSTOFFE IM VERGLEICH ZUM AUSLAND

Bekanntlich bestehen deutliche Differenzen bei den Treibstoffpreisen zwischen der Schweiz und dem angrenzenden Ausland. Diese führen zum sog. Tanktourismus. Weil Benzin in der Schweiz billiger ist als im angrenzenden Ausland, wird heute Benzin „exportiert“, d.h. es wird überproportional Benzin in der Schweiz getankt, aber im Ausland „verfahren“. Umgekehrt ist die Situation beim Diesel, wo „importiert“ wird. Das quantitative Ausmass des Tanktourismus ist nicht genau bekannt. Die Grössenordnung kann man jedoch eingrenzen: beim **Diesel** dürfte der Wert zwischen 130'000 t/a (auf der Basis von OZD-Verkehrszahlen zum Güterverkehr [SNF]) bis 200'000 t/a¹² liegen. Wir gehen hier für die weiteren Überlegungen von einem Wert von 160'000 t/a aus (2000), was gut 12% des Diesel-Absatzes entspricht. Auch beim **Benzin** ist das Ausmass nicht genau fassbar. In der Expost-Analyse 2000 (BFE 2001) wird aus dem Vergleich Verbrauch / Absatz für das Jahr 2000 eine Absatzlücke von rund 530'000 t Treibstoff (oder 13.5% des Absatzes) ausgewiesen. Diese Zahl scheint hoch; wir vermuten, dass die Verbrauchszahlen zu tief sind, zum einen wegen potenzieller

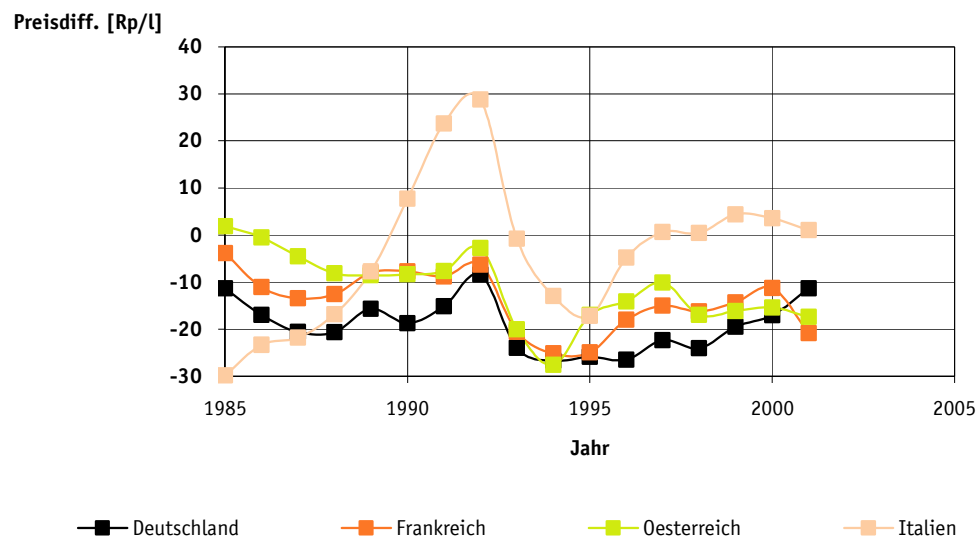
¹² 130'000 t/a gemäss Tanktourismus-Studie (BFE / BUWAL/ EV 2000); 200'000 t/a gemäss ExPost-Analyse 2000 (BFE 2001)

Unterschätzung der Fahrleistung, zum andern wegen optimistischen Verbrauchsfaktoren (im Vergleich etwa zu den VSAI-Angaben, welche sich auf Idealbedingungen beziehen). Für eine Grobabschätzung des Effekts gehen wir im weiteren von einem Wert von 400'000 t / a aus. Diese Hinweise machen deutlich, dass der Umfang des Tanktourismus bedeutend, aber mit Unsicherheiten behaftet ist. Diese Unsicherheit rührt zudem daher, dass die relativen Preisverhältnisse im Laufe der Jahre stark variieren, wie dies die beiden nachstehenden Figuren zeigen. Eingriffe ins Preisgefüge werden den Tanktourismus aber in jedem Fall beeinflussen. Wegen der Unsicherheiten muss mit Sensitivitäten operiert werden.



Figur 4 Entwicklung der Preisdifferenzen zwischen der Schweiz und ihren Nachbarländer für Benzin 1985 – 2001 (negative Werte: Treibstoff ist in der Schweiz teurer als im entsprechenden Land); Quelle: OZD.

PREISDIFFERENZ DIESEL CH-NACHBARLÄNDER



Figur 5 Entwicklung der Preisdifferenzen zwischen der Schweiz und ihren Nachbarländer für Diesel 1985 – 2001 (negative Werte: Treibstoff ist in der Schweiz teurer als im entsprechenden Land); Quelle: OZD.

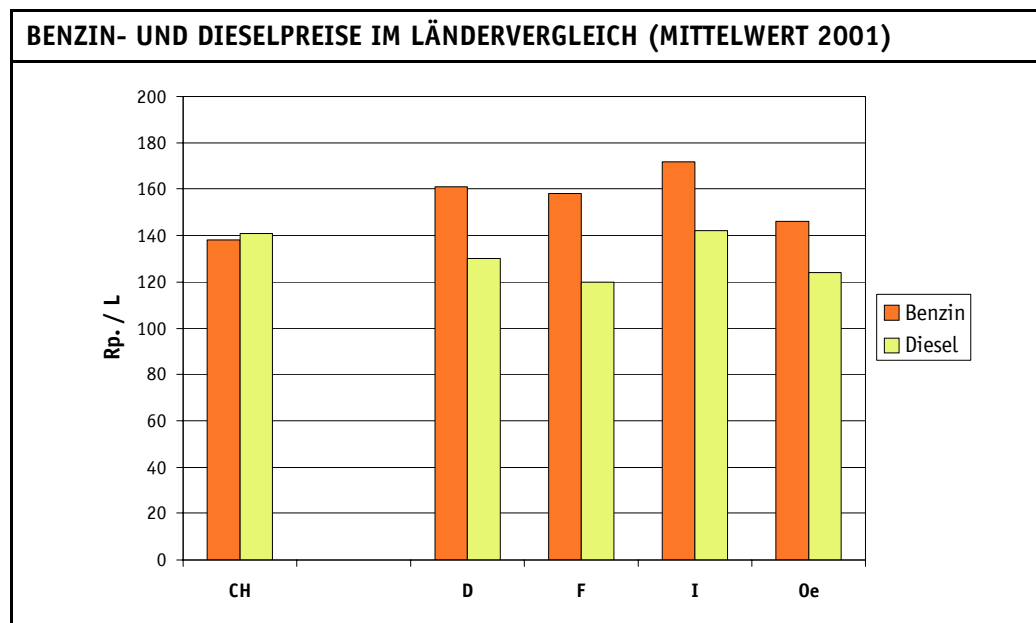
Für die quantitativen Abschätzungen gehen wir von den Treibstoffpreisen und Preisrelationen aus, wie sie im Durchschnitt im Jahr 2001 galten:

Diesel

› CH:	141 Rp/l
› Italien:	142 Rp/l
› Deutschland:	130 Rp/l
› Frankreich:	120 Rp/l
› Österreich:	124 Rp/l

Benzin

CH:	138 Rp/l
Italien:	172 Rp/l (Lombardei: ca. CH)
Deutschland	161 Rp/l
Frankreich:	158 Rp/l
Österreich:	146 Rp/l



Figur 6 Benzin- und Dieselpreis in der Schweiz und ihren Nachbarländer (Quelle: OZD)

2.5. ZUR METHODIK DER ÖKONOMISCHEN BEURTEILUNG

In den folgenden Kapiteln werden verschiedene Möglichkeiten zur Reduktion der CO₂-Emissionen diskutiert. Dabei werden die Potenziale bezüglich CO₂-Reduktion, aber auch weitere Vor- und Nachteile wie Umweltauswirkungen, Vollzugsaspekte etc. erörtert. Weil die Massnahmen von ihrem Ansatz her heterogen sind, wird keine integrale Bewertung gemacht, hingegen werden Hinweise für eine ökonomische Beurteilung gemacht. Diese erfolgt unter einem bestimmten Aspekt, nämlich dem der Allokationseffizienz, d.h. inwieweit werden die verfügbaren Mittel dort eingesetzt, wo sie die grösstmögliche Wirkung bezüglich CO₂-Reduktion erzielen.

Als Indikator für die Beurteilung dienen die Opportunitätskosten pro Tonne CO₂. Opportunitätskosten existieren bei allen vorgeschlagenen Massnahmen in dem Sinne, dass die steuerlichen Einnahmeausfälle bedingt durch die Senkung eines Treibstoffpreises (z.B. von Diesel) kompensiert werden durch zusätzliche Steuereinnahmen z.B. durch die Erhöhung der Belastung eines anderen Treibstoffes (z.B. Benzin), denn der Vorschlag der Veränderung relativer Treibstoffpreise als Instrument zur Reduktion der CO₂-Emissionen wurde an die Vorgabe der Haushaltsneutralität gebunden. Die zusätzlichen Einnahmen aus der Erhöhung z.B. des Benzinpreises könnten aber auch anderweitig verwendet werden, wodurch ev. ein höherer CO₂-Effekt ausgelöst werden könnte (z.B. zur Reduktion des Gaspreises oder auch für Massnahmen ausserhalb der Treibstoffe). Selbst bei einer Verwendung der Mittel der

Zusatzeinnahmen z.B. für den Kauf von ausländischen Zertifikaten wäre die Massnahme haushaltsneutral¹³. Die Darstellung der Opportunitätskosten ist daher ein wichtiges Instrument zur Beurteilung der allokativen Effizienz der verschiedenen Massnahmen. Eine Veränderung relativer Preise hat weitere volkswirtschaftliche Effekte unabhängig der Haushaltneutralität, z.B. potenzielle Verteilungseffekte. Wir konzentrieren wir uns aber im folgenden auf die Opportunitätskosten pro Tonne reduziertes CO₂ für einen (selektiven) Vergleich der Massnahmen. Konkret wird die erwartete relative Wirkung mit den prognostizierten Mehrkosten (Zusatzsteuereinnahmen) verglichen. Die Zusatzeinnahmen werden benötigt, um die Massnahmen zu finanzieren (Massnahmen sind dabei die Reduktion der Dieselpreise, Gaspreise etc.).

¹³ Die Haushaltsneutralität wäre in diesem Falle nicht nur auf den Treibstoffbereich reduziert. Eine solche Massnahme wäre aber nicht unbedingt staatsquotenneutral, wenn der Staat die Zertifikate akquiriert.

3. VERBILLIGUNG DES DIESELS (STÄNDERATS-MOTION)

3.1. DER VORSCHLAG

In diesem Kapitel werden die Auswirkungen der ständerätlichen Motion erörtert. Diese will den Dieselpreis um mindestens 25 Rp. senken, wobei die Massnahme haushaltsneutral erfolgen soll.

Für die Diskussion der Auswirkungen dieses Vorschlags sind im wesentlichen vier Aspekte zu beleuchten: Der vordergründigste Teil ist der absehbare Effekt, dass diese Verbilligung zu einer substanziellen Veränderung der PW-Flotte führt (Aspekt 1). Die Verbilligung kommt auch den Nutzfahrzeugen zugute, was entsprechende Änderungen nach sich zieht (Aspekt 2). Im weiteren ändert der Vorschlag die Preisrelationen und führt zu Änderungen im „Tanktourismus“ des Dieselbereichs (Aspekt 3). Schliesslich verlangt die Bedingung der Haushaltsneutralität, dass allfällige Steuerausfälle durch Erhöhung des Benzinpreises kompensiert werden (Aspekt 4), was entsprechende Rückkopplungen erwarten lässt. Methodisch werden zuerst die Auswirkungen auf die Fahrzeugflotten bzw. die damit einhergehenden Fahrleistungen abgeschätzt, anschliessend werden die Effekte auf die Steuererträge (unter Einschluss des Tanktourismus) sowie die CO₂-Emissionen aufgezeigt, welche letztlich den Vorschlag motiviert hat. Am Schluss wird zudem auf Umweltaspekte eingegangen. Die zugehörigen Zahlen sind in Anhang 4 dokumentiert.

3.2. ANALYSE AUSLÄNDISCHER PW-FLOTTEN

3.2.1. METHODE

Eine Absenkung des Dieselpreises wird dazu führen, dass Dieselpersonenwagen stärker nachgefragt werden. Die Frage lautet, wie sich in der Folge deren Anteil quantitativ entwickeln würde. In einem ersten Schritt wird anhand der Marktentwicklung in anderen europäischen Ländern versucht, die Auswirkung einer Dieselpreissenkung auf das Kaufverhalten zu quantifizieren.

Ausgegangen wird vom Dieselanteil an den Neuzulassungen in der Schweiz, 14 weiteren Ländern der Europäischen Union sowie Norwegen. Die EU-Länder Dänemark und Griechenland wurden nicht betrachtet. Die Situation in Dänemark ist gekennzeichnet durch eine hohe Kaufsteuer in Höhe von ca. 200% des Neuwagenwerts, was zu einem gänzlich anderen Kaufverhalten führt. In Griechenland sind Dieselpersonenwagen nicht zugelassen.

Der jeweilige Dieselanteil wird den Jahreskosten für die Verwendung eines Personenwagens gegenübergestellt. Diese Jahreskosten werden für Diesel- und Benzinpersonenwagen separat errechnet. Sie setzen sich zusammen aus Steuern, die beim Erwerb eines Fahrzeugs

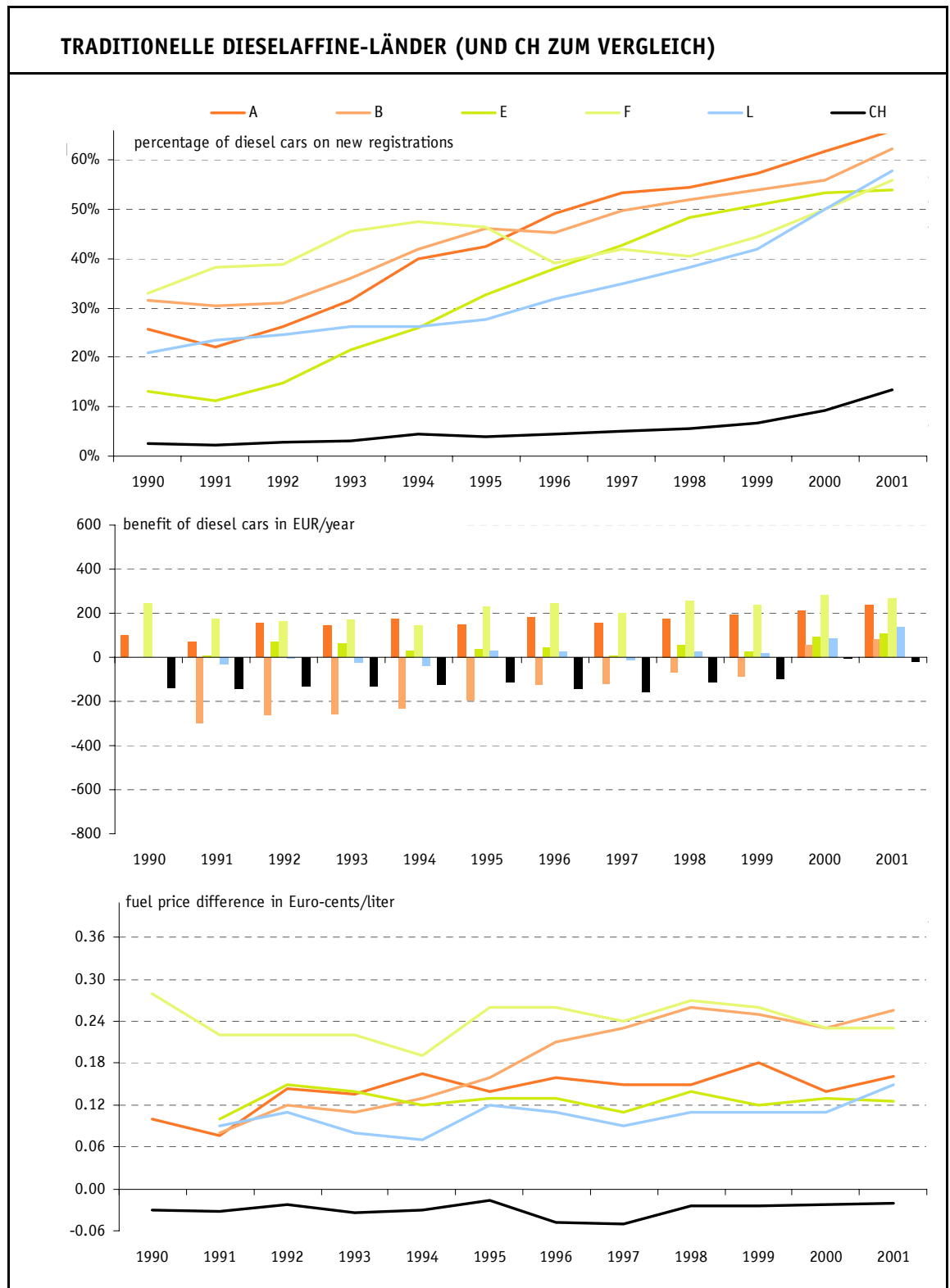
fällig werden („purchase tax“), der Amortisation des Kaufpreises (Neuwagenpreis 12'650 € für Benzin- und 14'000 € für Diesel-PW; Abschreibung 10% jährlich sowie je 10'000 km zusätzliche 2%), die jährlichen, nicht von der Fahrleistung abhängigen Steuern („owner tax“), sowie die Treibstoffkosten. Weitere Betriebskosten (Schmieröle, Reifenverschleiss, etc.) werden für diese Analyse ignoriert, weil angenommen werden darf, dass sie nicht von der Treibstoffart abhängig sind.

Betrachtet werden jeweils jahresmittlere Werte, für den Zeitraum 1990 bis 2001. Als Bezugswährung wird rückwirkend bis 1990 der Euro verwendet. Alle Angaben (steuerliche Belastung, Jahresfahrleistung, mittlerer Verbrauch, usw.) beziehen sich immer auf die in einem Kalenderjahr neu zugelassenen Fahrzeuge, nicht auf die jeweilige Gesamtflotte. Anhang 2 gibt Details zu den verwendeten Grundlagen.

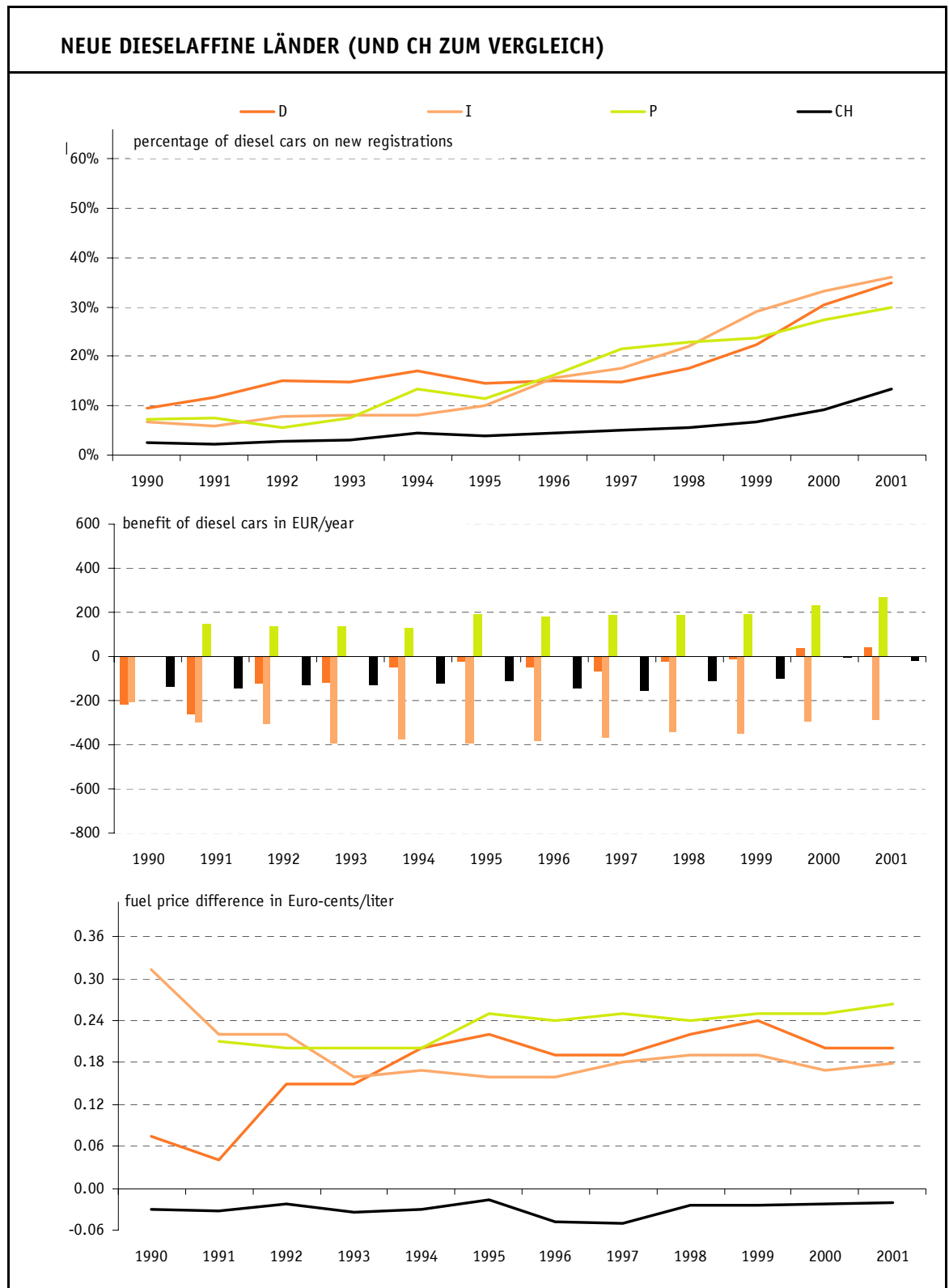
3.2.2. ERGEBNISSE

Im Folgenden werden die Diesel-Anteile bei den Neuzulassungen, die mittleren Jahreskosten bei einer Fahrleistung von 14'000 km/a sowie separat die Treibstoffpreise dargestellt. Die Länder werden dabei in drei Gruppen aufgeteilt:

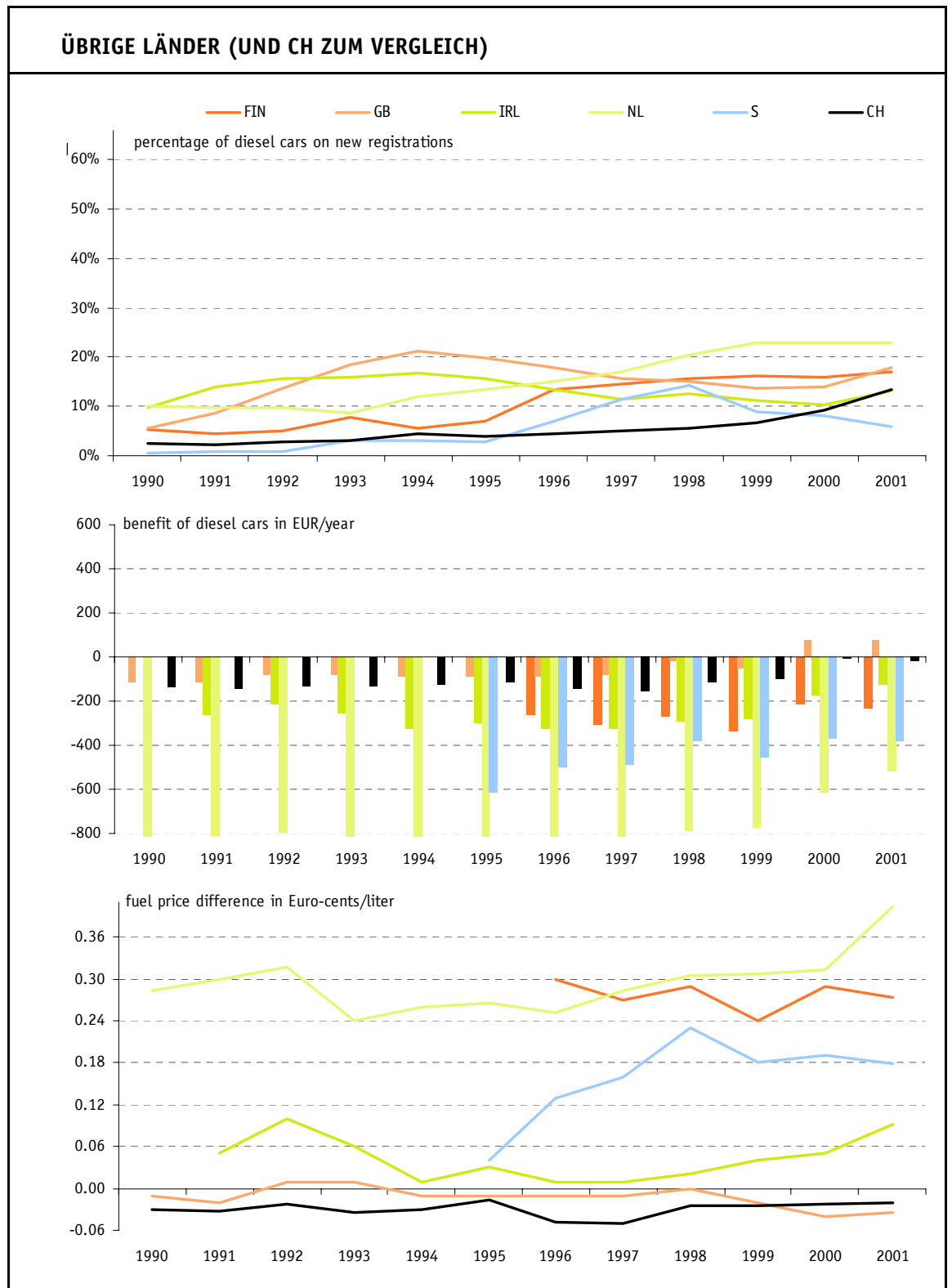
- › Traditionelle Diesellaffine-Länder: Österreich, Belgien, Spanien, Frankreich, Luxemburg (Figur 7);
- › Neue Diesellaffine-Länder: Italien, Deutschland, Portugal (Figur 8);
- › Übrige: Niederlande, Grossbritannien, Finnland, Irland, Schweden (Figur 9).



Figur 7 Diesel-Anteile bei Neuzulassungen, Jahreskosten sowie Treibstoffpreise (Quelle: vgl. Annex 2)



Figur 8 Diesel-Anteile bei Neuzulassungen, Jahreskosten sowie Treibstoffpreise (Quelle: vgl. Annex 2)



Figur 9 Diesel-Anteile bei Neuzulassungen, Jahreskosten sowie Treibstoffpreise (Quelle: vgl. Annex 2)

3.2.3. INTERPRETATION, FAZIT

Derzeit betragen die mittleren Jahreskosten für neu zugelassene Personenwagen in der Schweiz 3'109 (Benzin) bzw. 3'125 (Diesel) Euro pro Jahr (Jahresfahrleistung von 14'000 km). Dies ergibt eine geringe Differenz von ca. 24 CHF (16 €) pro Jahr. Heute besteht also (im Mittel, für eine Jahresfahrleistung von 14'000 km) auf Jahreskostenbasis noch ein „Benefit“ zugunsten des Benzins. Dieses wird vor allem verursacht durch die Amortisation des im Mittel um angenommene 1.35 k€ (2 kCHF) höheren Neuwagenwerts der Dieselfahrzeuge. Die in jüngster Zeit feststellbare Erhöhung des Anteils kann mit Änderungen in den preislichen Rahmenbedingungen in Zusammenhang gebracht werden (der „relative Nutzen“ gegenüber Benzin hat zugenommen). Relevant dürfte (wie aus Gesprächen mit Garagisten zu erfahren war) aber insbesondere auch der Umstand sein, dass die Dieselsechnologie grosse Fortschritte gemacht hat (bzgl. Fahrkomfort, Fahrleistung etc.).

Die Absenkung des Dieselpreises um 25 Rappen je Liter würde die Jahreskosten eines Dieselpersonenwagens (bei gleicher Fahrleistung) um 160 Euro (230 CHF) auf neu noch 2'965 Euro (4'445 CHF) absenken. Damit beträgt die Differenz dann neu –145 Euro (–215 CHF) pro Jahr, wechselt also das Vorzeichen zugunsten von Dieselfahrzeugen. Damit würde die Schweiz neu aufschliessen zu jenen Ländern, die eine eindeutige Dieselförderungspolitik betreiben. Nur Österreich, Portugal und Frankreich kennen noch grössere Kostenvorteile für Dieselpersonenwagen. Die Kostenvorteile in der Schweiz wären vergleichbar mit jenen Luxemburgs, Spaniens und Belgiens. Diese drei Länder hatten 2001 Dieselanteile bei den Neuzulassungen von 57.8%, 54% bzw. 62.4%. Demnach kann erwartet werden, dass eine Dieselpreissenkung um 25 Rappen den Dieselanteil auf etwa 60% ansteigen lassen wird.

Aufgrund einer Trägheit der Märkte und des Käuferverhaltens wird es allerdings mehrere Jahre dauern, bis eine solche Änderung voll durchschlägt. Die grössten Anstiege im Dieselanteil von einem auf das nächstfolgende Jahr in Europa von 1991 bis 2001 (vgl. Anhang 3) betragen ca. 7% (2 Fälle aus Spanien, 1 Fall aus Luxemburg, 1 Fall aus Österreich, 2 Fälle aus Frankreich). Die grösste vorgekommene Zunahme im Dieselanteil betrug über 8%. Sie wurde in 3 Fällen beobachtet: in Österreich (Anstieg von 32% in 1993 auf 40% in 1994), in Deutschland (Anstieg von 22% in 1999 auf 30% in 2000) und in Luxemburg (Anstieg von 52% in 1999 auf 60% im 2000). Daraus lässt sich abschätzen, dass vom derzeitigen Niveau von 13% bei den Neuzulassungen (2001) es mindestens 6 Jahre, eher 7 Jahre dauern wird, bis sich der Dieselanteil bei den Neuzulassungen auf die geschätzten 60% eingependelt haben wird.

3.3. UMSETZUNG, AUSWIRKUNGEN

3.3.1. ÄNDERUNGEN IM PW-UND LIEFERWAGEN-MARKT

Ausgangspunkt für die Quantifizierung ist ein Basis-Szenario (~Trend), das im wesentlichen dem Grundszenario der BFE-Energieperspektiven (BFE 2000) entspricht. Diesem Basis-Szenario wird dann ein sog. Dieselförder-Szenario gegenübergestellt. Im Basis-Szenario wurden drei Faktoren geändert:

- › der Anteil der Diesel-Neu-Fahrzeuge (PW) wird neu von 5% auf 15% erhöht (2001: 13% gemäss Statistik, ansteigend bis 2005 auf 15% und dann so belassen). Die 15% als Trend-Entwicklung sind bewusst tief gehalten (bzw. sind durch die neuste Entwicklung bereits überholt¹⁴), um nicht zum vorneherein das Potenzial der Massnahme einzuschränken. Das beobachtbare Wachstum lässt aber durchaus Raum für die Auffassung, dass der Dieselan-teil ohnehin zunimmt, ohne dass der Dieselpreis gezielt gesenkt wird.
- › Analoge Anpassungen wurden für die Lieferwagen gemacht: hier wurde der Diesel-Anteil an die jüngste Bestandesentwicklung angepasst (2000: 38.6%, Annahme für 2010: 56%, 2020: 70%).
- › Gleichzeitig wurde der Energieverbrauch der Diesel-PW an die Angaben der VSAI angepasst, so dass der volumetrische Vorteil der Diesel-PW gegenüber den Benzin-PW 15-20% beträgt.

Die Dieselerbilligung lässt im Bereich der PW folgende Effekte erwarten:

- › Veränderungen in der PW-Flotte bzw. beim Split der PW-Fahrleistungen zwischen Diesel- und Benzin-PW: Bei den Neuzulassungen wird ein (beschleunigter) Anstieg auf 60% Diesel-Anteil bis ins Jahr 2008 unterstellt; anschliessend wird der 60%-Anteil beibehalten. Über „Überlebenswahrscheinlichkeitskurven“ kann dann der Anstieg des Dieselanteils in der Flotte bestimmt werden, der zwangsläufig dem Dieselanteil der Neuzulassungen hinten-nachhinkt. Gleichzeitig wird berücksichtigt, dass die Diesel-PW heute höhere KM/a fahren als Benzin-PW (ca. 19'000 KM gegenüber ca 13'500 KM). Deshalb ist der Anteil der Diesel-PW an der Fahrleistung höher als im Flottenbestand. Im Diesel-Szenario wird das allerdings so korrigiert, dass die Gesamtfahrleistung aller PW gleich bleibt (zur dieselspezifischen Fahrleistungskorrektur sh. unten). In der nachstehenden Figur 10 sind die unterstellten Neuzulassungen dargestellt, gleichzeitig werden illustrativ eine der verwendeten Überlebenswahrscheinlichkeitskurven bzw. die resultierende Zusammensetzung der PW nach Alter gezeigt, und schliesslich zeigt die Grafik auch die wichtigsten Ergebnisse im

14 2002: 17.7% Dieselanteil an den Neuzulassungen

Vergleich der beiden Szenarien, d.h. die Diesel-PW-Anteile an den Neuzulassungen, in der Flotte sowie bezogen auf die Fahrleistung (Fzkm). Demnach steigt der Diesel-PW-Anteil an den FzKm im Jahr 2010 von 17% auf 38%, im Jahr 2015 von 20% auf 52%¹⁵.

- › Bei den Lieferwagen wird unterstellt, dass der Diesel-Anteil im Bestand noch ausgeprägter wächst, d.h. bereits im Jahr 2010 auf 75% (statt 56%) und längerfristig auf 85% (statt 70%). Aufgrund höherer Fahrleistungen der Dieselfahrzeuge beträgt deren Anteil an den FzKm per 2010 rund 80% (statt 61% im Basis-Szenario). CO₂-mässig ändert das allerdings wenig, da die Dieselfahrzeuge schwerer sind und somit pro km zwar rund 10% weniger Treibstoff emittieren, aber etwa gleichviel CO₂. Die relevanteren Einflüsse stammen deshalb vom PW-Markt.

- › Änderungen bei den Fahrleistungen:

In der obigen Darstellung wurde unterstellt, dass die Gesamtfahrleistung der PW sich nicht verändert. In der Tat bewirkt die Dieselverbilligung aber eine Kostenreduktion für die bisherigen Diesel-PW-Halter wie auch die „Umsteigenden“ (von Benzin zu Diesel). Quantitativ bewirkt die Verbilligung eine „Voll-Kostenreduktionen“ von 11% (bisherige) bzw. 20% (für Umsteigende)¹⁶. Unterstellt man eine Elastizität von -0.2, so ergeben sich Zunahmen der Fahrleistung von 1.3% (2010) bis 2% (2020).

- › Änderungen beim spezifischen Treibstoff-Verbrauch:

Derzeit weisen die Diesel-PW im Mittel höheren Hubraum und Gewicht auf als Benzin-PW. Man kann argumentieren, dass eine derart starke Veränderung des B/D-Splits dazu führt, dass die „neue“ Diesel-Flotte sich tendenziell dem Benzin-Mittel anpasst¹⁷. Das würde bedeuten, dass der CO₂-Diesel-Vorteil gegenüber Benzin-PW noch weiter zunehmen würde. Das scheint allerdings spekulativ, da vor allem „Vielfahrer“ (mit tendenziell grösseren Fahrzeugen, wo der etwas höhere Kaufpreis [+ca. 2 kCHF] weniger stark ins Gewicht fällt als bei kleineren Fahrzeugen) zu den Umsteigenden zählen, die relativen Verhältnisse also nicht zwangsläufig ändern. Es kommt dazu, dass gerade in jüngster Zeit von zwei „Flaggschiffen“ als Repräsentanten kleiner, sparsamer und effizienter Diesel-PW bekannt wurde, dass die Produktion eingestellt wird (VW Lupo, Audi A2).

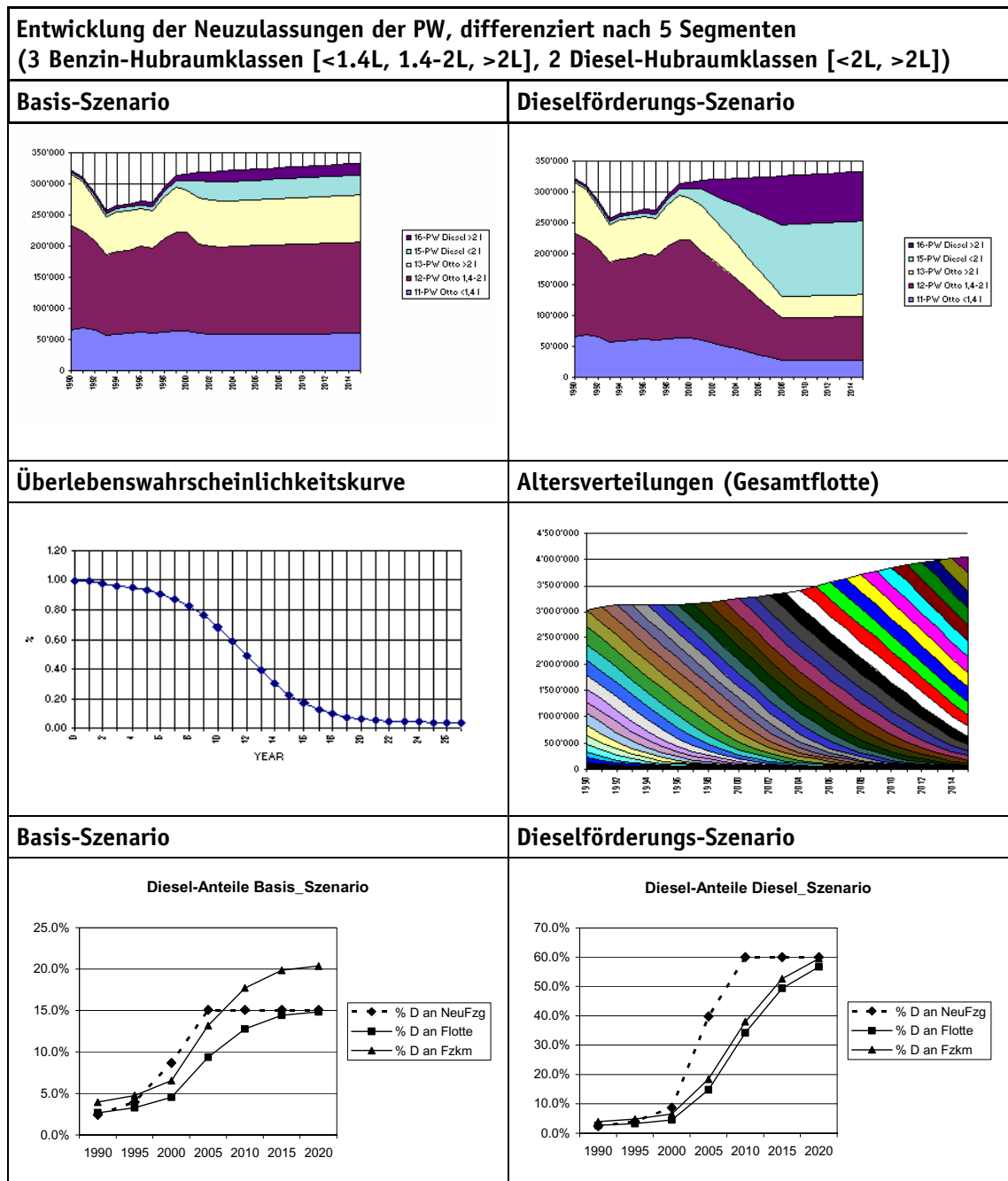
¹⁵ Die hier gezeigten Ergebnisse beziehen sich auf die CH-Fahrzeuge, die rund 85% der FzKm leisten. In den Berechnungen zu den Auswirkungen (vgl. Anhang 3) sind auch noch die ausländischen Fahrzeuge mitberücksichtigt, für die ebenfalls eine stärkere Durchdringung mit Diesel-PW unterstellt wird. Die Prozentzahlen können deshalb 1-2%-Punkte abweichen.

¹⁶ Jahreskosten gemäss Abschnitt 3.2 bzw. Anhang 2

¹⁷ Werte 2000:

Hubraum-Mittel: Diesel: 2119 cm³, Benzin: 1926 cm³

Leergewichts-Mittel: Diesel: 1567 kg, Benzin: 1340 kg



Figur 10 Kenngrößen des Basis-Szenarios sowie des Dieselförderszenarios (Quelle: Berechnungen INFRAS, Anhang 4)

› Die beiden eben erwähnten Effekte sind gegenläufig sowohl bezüglich CO_2 als auch bezüglich Steuerausfällen. Sie könnten sich gegenseitig aufheben und werden deshalb für die Abschätzung der Auswirkungen (Fzkm, CO_2 , Steuererträge) ausser acht gelassen.

Auswirkungen auf CO₂ und Steuererträge der PW

Die Berechnungen zeigen für den PW-Bereich folgendes:

- › Trotz der markanten Zunahme der Diesel-PW an Flotte und Fahrleistung bleibt die CO₂-Reduktion bescheiden, nämlich etwa 1.8% oder 0.175 Mio t CO₂ für 2010 (bei einer „Ziellücke“ von 2.5 Mio t CO₂). Für 2020 beträgt die Reduktion bei den PW rund 0.25 Mio t CO₂.
- › Die Steuerausfälle ergeben sich dadurch, dass pro Liter Diesel statt 86 Rp. nurmehr 61 Rp. an Steuererträgen anfallen werden. Die mit der Verbilligung einhergehenden Ausfälle betragen für die PWs (Verbrauchsoptik) im Jahr 2005 rund 270 Mio Fr, im Jahr 2010 rund 470 Mio CHF
- › Kernannahmen für diese Aussagen sind:
 - › gleiche Gesamtfahrleistung, mit Verschiebung des Diesel-PW-Anteils (Fzkm) von 17% auf 40% (2010) zwischen den zwei Szenarien.
 - › unveränderte Verbrauchsfaktoren, d.h. rund 18% volumetrischer Verbrauchsvorteil der Diesel-PW gegenüber Benzin-PW, was bezüglich CO₂ einem Vorteil von 8% entspricht. Weil im 2010 38% statt 17% der Fz-Km durch Diesel-PW erbracht werden, wird somit das theoretische Potenzial von 8% Reduktion zu 21% ausgeschöpft, was der oben erwähnten CO₂-Minderung von knapp 2% entspricht.

3.3.2. ÄNDERUNGEN IM STRASSENGÜTERVERKEHR

Bei den Schweren Nutzfahrzeugen (SNF) sind keine strukturellen Änderungen wie im PW-Markt zu erwarten, da praktisch alle Fahrzeuge bereits mit Dieselmotoren betrieben werden. Die Verbilligung wird hingegen Änderungen bei den Fahrleistungen und im Tankverhalten auslösen. Gemäss einer jüngsten Arbeit des ARE¹⁸ werden die Transportkosten der SNF durch die Verbilligung um 25 Rp./l um rund 2.5% sinken. Mit einer über die verschiedenen Gütergruppen gewichteten Elastizität von rund -0.5 ergeben sich dadurch vergleichsweise geringe Verkehrszunahmen (in SNF-Km) von 1.25% und erhöhen die CO₂-Emissionen (geringfügig) um rund 0.03 Mio t, was etwa einem Sechstel der PW-seitigen Einsparungen (von 0.175 Mio t) entspricht. Wohl relevanter als die Auswirkungen auf die Emissionen sind Effekte auf die Steuererträge. Diese Ausfälle betragen zusätzlich zu den PW-bedingten Ausfällen rund 200 Mio CHF (2005) bis 235 Mio CHF (2010) mit steigender Tendenz. Diesen Ausfällen stehen allerdings Zusatzerträge aufgrund veränderten Tankverhaltens gegenüber (sh. unten). Auch wenn das quantitative Ausmass sich demnach in Grenzen hält, man kommt

¹⁸ auf der Basis der Grundlagenstudie GVF 1999

nicht umhin festzustellen, dass hier der Güterverkehr von einer Massnahme profitiert, der keinerlei Leistung (und damit Rechtfertigung) gegenübersteht. Vielmehr muss von einem eigentlichen Steuergeschenk gesprochen werden, welches von der Anlage her mit der Verkehrspolitik (Stichwort Verlagerungspolitik im Transitverkehr) inkohärent ist.

Zwischenbilanz, Auswirkungen auf CO₂ und Steuererträge

Dadurch ergibt sich als Zwischenbilanz (aus Verbrauchssicht, vgl. Anhang 4):

- › Relativ geringe CO₂-Einsparungen von 0.15 Mio t (bei einer Ziellücke von 2.5 Mio t) im Jahre 2010
- › Deutliche Steuerertragsausfälle von rund 530 Mio CHF (2005) bzw. 835 Mio CHF (2010) – dies unter Einbezug aller Fahrzeugkategorien.

3.3.3. TANKTOURISMUS IM DIESEL-SEKTOR

Für die Steuererträge – wie auch für die CO₂-Emissionen – interessiert die Absatzseite. Deshalb muss neben der Verbrauchsoptik das Tankverhalten mit betrachtet werden. Hier geht es vor allem um die Frage des Tanktourismus. Wie in Kapitel 2.4 ausgeführt, besteht heute „Diesel-Import“, weil die Schweiz in der Regel höhere **Dieselpreise** kennt. Eine Reduktion um 25 Rp würde also gegenüber allen Nachbarländern eine zum Teil deutliche Reduktion des Tanktourismus bzw. eine Umkehr der Verhältnisse bewirken. Man kann deshalb davon ausgehen, dass der Tanktourismus nicht nur auf Null zurückgeht, sondern ins Gegenteil verkehrt wird, dass also Diesel „exportiert“ werden wird. Das hat zwei beachtenswerte Konsequenzen:

- › Zusätzlich Steuererträge: Mit einem „Invertierungsfaktor“¹⁹ von 2 ergeben sich dadurch Zusatzerträge von 235 Mio CHF (2005) bis 275 Mio CHF (2010). Zum Vergleich: Das ARE erwartet für den Güterverkehr Netto-Mehreinnahmen von rund 200 bis 340 Mio CHF ; die grosse Spannweite rührt vom Transitverkehr, bei dem das Verhalten schlecht einschätzbar ist (Wechsel von Import zu Export). Gerade hier zeigt sich aber, dass die Massnahme für den Transitverkehr eher attraktivitätsfördernd ist und zumindest einen Teil der LSVA wieder kompensiert.²⁰ Ausgehend von unseren oben erwähnten Zahlen reduzieren sich somit die Steuerausfälle auf netto 270 Mio CHF (2005) bzw. 540 Mio CHF (2010).

¹⁹ Ein Invertierungsfaktor von 1 hiesse, dass der heutige „Import“ jetzt neu in der Schweiz getankt wird, was dem in der Schweiz gefahrenen Verbrauch entspricht. Ein Invertierungsfaktor von 2 heisst, dass zusätzlich auch Fahrleistungen im Ausland mit in der Schweiz getanktem Diesel zurückgelegt werden, und zwar im Ausmass des heutigen Imports.

²⁰ Ein Rechenbeispiel: mit einer Tankfüllung von 1000 l erhält ein italienischer Transporteur pro Transitfahrt eine Reduktion um $1000 \cdot 25 \text{ Rp} = 250 \text{ Fr.}$

- › CO₂-Emissionen: Für diesen Zusatzabsatz muss allerdings neu auch die CO₂-Emission „verbucht“ werden, was die Gesamtemission im Diesel-Szenario deutlich erhöht, nämlich um 1 Mio t im 2005 bzw. um 1.2 Mio t im 2010 (im Vergleich zur verbrauchsseitigen Minderung um 0.175 bis 0.2 Mio t). Der tanktourismus-bedingte Zusatzabsatz (Mehremission) übertrifft also die verbrauchsbedingte Minderung bei weitem.

Wichtig ist der Hinweis, dass dieser Tanktourismus sehr schnell reagieren wird – unmittelbar nach Einführung der Massnahme, während die Umschichtung im PW-Markt erst nach und nach wirksam wird.

3.3.4. BENZINPREISERHÖHUNGEN ZUR KOMPENSATION DER STEU- ERAUSFÄLLE

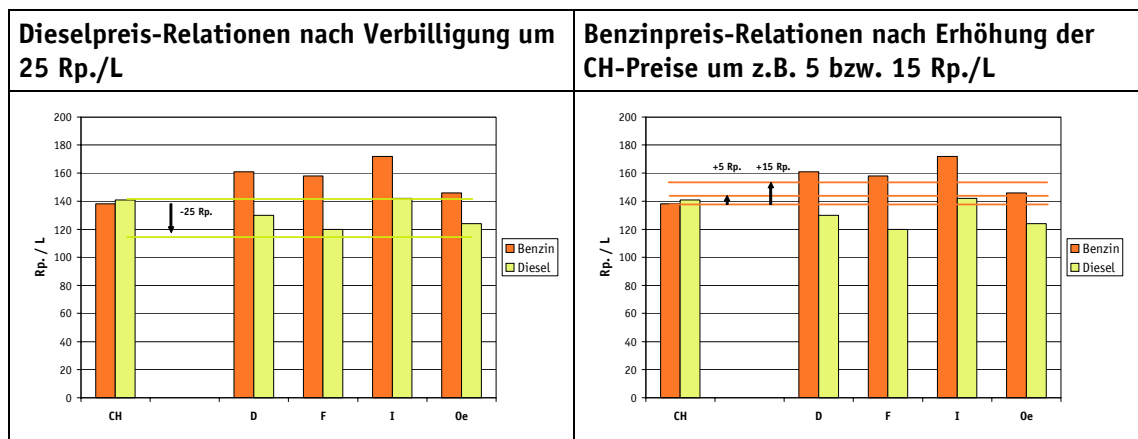
Weil die Dieselvebilligung haushaltsneutral umgesetzt werden soll, müssen die Steuerausfälle von 270 Mio CHF (2005) bzw. 540 Mio CHF (2010) über Benzinpreiserhöhungen wettgemacht werden²¹. Aufgrund dieser Absatzzahl kann man ausrechnen, dass im Jahr 2005 dafür eine Erhöhung von 6 Rp./L ausreicht, für 2010 muss der Preis aber bereits um mehr als das Doppelte – nämlich 16 Rp./L – angehoben werden, weil einerseits die Steuerausfälle (und die Zahl der Nutzniesser) im Verlauf der Zeit immer grösser werden, andererseits weil die Zahl der Bezahlenden (d.h. die Benzin-Konsumenten) immer kleiner wird, m.a.W. die immer grösser werdenden Ausfälle müssen durch eine laufend kleiner werdende Gruppe finanziert werden. Daraus ergeben sich zusätzliche Effekte:

- › Minderverkehr infolge von Benzinpreiserhöhungen: Die Preiserhöhung wird einen zusätzlichen Rückgang des Benzinkonsums verursachen. Bei 5-6 Rp. /L Preiserhöhung kann man davon ausgehen, dass noch keine nennenswerte Reaktion von Verbraucherseite erfolgt, also kaum ein zusätzlicher Rückgang. Bei 16 Rp. wird dieser Einfluss markant und muss mit in Rechnung gestellt werden. Quantitativ wird dies mit einer Elastizität von -0.2 berücksichtigt²².
- › Rückgang des Benzin-Tanktourismus: Weil Benzin in der Schweiz billiger ist als im angrenzenden Ausland, existiert heute „Benzinexport“. Wie in Kapitel 2.4 ausgeführt gehen wir von einem Wert von 400'000 t / a aus. Dieser Wert wird fortgeschrieben in Abhängigkeit der Gesamtfahrleistung (Fz-Km CH), in der Annahme, das Verkehrsaufkommen im

²¹ Als Vergleichsbasis dafür ist das Trend-Szenario herangezogen, und nicht etwa das Zielszenario, in dem die „Ziellücke“ geschlossen ist.

²² Elastizitätsangaben streuen relativ stark. Der Wert von -0.2 ist als eher hohe kurzfristige Reaktion zu interpretieren, langfristige Elastizitäten liegen jedoch tendenziell höher (vgl. z.B. TRACE 1999, PROGNOS 2000, INFRAS 2000, INFRAS 2002).

Ausland entwickle sich ähnlich wie in der Schweiz. Der Tanktourismus wird aber zwangsläufig zurückgehen (und damit weitere Steuerausfälle verursachen), wenn die Preise in der Schweiz einseitig angehoben werden. Bei 16 Rp. wird dieser Rückgang bereits namhaft sein (wir gehen davon aus, dass er auf rund einen Viertel zurückgeht).



Figur 11 Illustration der Treibstoff-Preisniveaus heute bzw. nach den Anpassungsschritten

Dies alles führt zu einer **unheilvollen zeitlichen Dynamik**: Weil der Benzinverbrauch laufend zurückgeht und gleichzeitig die zu kompensierenden Steuerausfälle immer weiter ansteigen, steigt auch der benötigte Preiszuschlag beim Benzin an, es ergibt sich ein eigentlicher Spiraleffekt. Die nötige Erhöhung für 2010 dürfte deshalb deutlich über die erwähnten 16 Rp. hinausgehen und eher gegen 30 Rp./l zu liegen kommen, weil die Basis schmälern wird, auf welche die Steuerausfälle aus dem Dieselpreisbereich – und in der Folge auch jene aus dem Benzinsektor – überwältigt werden können, die ihrerseits die Basis noch weiter schmälern. Oder anders formuliert: aufgrund dieser Rückkopplungen müssen die Preise schon früher angehoben werden als es oben angegeben wurde. Man muss folgern, dass dies ein eigentliches Crash-Szenario ist.

Auswirkungen auf die CO₂-Emissionen

Aus Sicht CO₂-Emission mag man diesem Szenario allenfalls positiv abzugewinnen, dass mit dem Minderabsatz auch Minder-CO₂-Emissionen zu verbuchen sind. Allerdings bleibt die CO₂-Bilanz negativ, da die absatzseitige Minder-Emission beim Benzin die diesel-bedingte Mehr-Emission gemäss Abschnitt 3.3.3 in keiner Art zu kompensieren vermag. Netto bleibt für 2005 eine CO₂-**Mehr**-Emission von rund 1 Mio t CO₂ und für 2010 von 0.5 Mio t. Erst im Zeitraum 2015/2020 geht der Benzin-Absatz so drastisch zurück, dass damit die dieselbedingte

Mehr-Emission kompensiert würde. In jedem Fall muss aber festgestellt werden, dass die Massnahme eigentlich kontraproduktiv ist: statt eine Minderemission resultiert eine Mehr-emission (von 0.5 mio t per 2010).

Man kann gegen diese *absatz*-bezogene Sichtweise einwenden, es sei eine „Buchhalter-Perspektive“, und relevanter sei die effektive CO₂-Emission (also die *Verbrauchssicht*). In der Tat nimmt die aufgrund des Verbrauchs ermittelte CO₂-Emission in diesem Dieselförder-Szenario ab, allerdings um vergleichsweise bescheidene 0.3 Mio t (im Jahr 2010)²³ bei einer Ziellücke von 2.5 Mio t. Gleichwohl gilt aufgrund der internationalen Konventionen der *Absatz* als Messgrösse, und die Schweiz müsste dann in absehbar schwierigen Verhandlungen erläutern, weshalb ein Plus eigentlich ein Minus sei. Auch das CO₂-Gesetz basiert auf dem Absatzprinzip. Deshalb ist der Absatz die letztlich massgebende Grösse.

3.4. SENSITIVITÄT

Diese Berechnungen basieren auf einer Reihe von Annahmen. Während die Annahmen auf der Verbrauchsseite relativ robust sind, sind vor allem die Annahmen zum Tanktourismus sensitiv. Namentlich die Frage, was mit dem Dieselimport bzw. -export passiert, prägt die Auswirkungen. Weniger sensitiv sind demgegenüber die Annahmen über das Ausmass des „Tanktourismus“ im Benzinsektor. Vor allem ist das Ausmass des Tanktourismus auch abhängig von den Massnahmen und allfälligen Reaktionen des Auslands; es wurde hier davon ausgegangen, dass die Preisrelationen einseitig durch die Massnahmen von Schweizer Seite beeinflusst werden, was zweifellos eine vereinfachende Annahme ist. Man kann es aber drehen und wenden wie man will, wir können dieser Umsetzungsform der Dieselförderung keine überzeugenden Vorteile abgewinnen:

- › Wird beispielsweise unterstellt, dass kein zusätzlicher Dieselelexport entstehe, sondern lediglich der heutige Import neutralisiert werde²⁴, so stiegen die zu kompensierenden Steuerausfälle schnell stark an (im Jahr 2005 650 Mio CHF statt 270 Mio CHF, bzw. im Jahr 2010 970 Mio CHF statt 540 Mio CHF). Das hiesse, dass der Benzinpreis schon im 2005 auf 9 Rp. und im 2010 auf 20 Rp. angehoben werden müsste. Die Differenz Benzin-Diesel wäre also schon im 2005 bei fast 35 Rp./l, was den Anreiz zum Umsteigen auf Diesel beschleunigen würde. Die (negativen) Spiraleffekte würden also bereits früher einsetzen.

²³ Diese Zahl und die in Anhang 4 aufgeführten Werte zu den CO₂-Emissionen berücksichtigen die Benzinpreiserhöhung aufgrund der Änderungen im Dieselsektor, nicht aber die Rückkopplungen, die sich in der Folge aufgrund der Änderungen im Benzinmarkt selber ergeben.

²⁴ d.h. Inversionsfaktor von 1

- › Wird demgegenüber angenommen, die Dieselverbilligung werde vor allem über den Tanktourismus finanziert (z.B. im doppelten Umfang dessen was heute importiert wird²⁵), so könnte die Benzinpreiserhöhung etwas hinausgeschoben werden (10 statt 16 Rp. im Jahr 2010), die CO₂-Emission auf der Basis des Absatzes berechnet würde aber noch höher (+1.5 Mio t CO₂), das beabsichtigte Ziel also noch weiter verfehlt als im oben skizzierten Förder-szenario. Verbrauchsmässig betrachtet wäre die CO₂-Minderung noch etwas geringer (-0.25 Mio t CO₂).

3.5. AUSWIRKUNGEN AUF DIE UMWELT

Die bisherigen Ausführungen haben lediglich die beiden Aspekte CO₂-Emissionen und Fiskalität betrachtet. Kontrovers werden die Auswirkungen auf die Umwelt diskutiert. Im Zentrum der Debatte stehen die Partikel- und die NO_x-Emissionen.

Unstrittig ist, dass der geringeren CO₂-Emission von Dieselfahrzeugen im Vergleich mit Benzinfahrzeugen eine beträchtliche Mehremission von Russpartikeln gegenübersteht; auch die NO_x-Emissionen sind höher. Neuere Messungen der EMPA zeigen, dass ein Diesel-PW (EURO3) im Vergleich zu einem Benzin-PW (EURO3) rund 3 bis 5mal mehr NO_x-Emissionen und rund 100 bis 1000mal mehr Partikel-Emissionen emittiert^{26,27}. Man kann davon ausgehen, dass mit der Abgasstufe EURO4, die ab 2006 gilt, das Partikelniveau von Diesel-PW absinkt, aber bestenfalls um einen Faktor zwei (entsprechend der Absenkung des PM-Grenzwertes von heute 0.05 g/km [EURO3] auf 0.025 g/km ab 2006 [EURO4]). Erst wenn Dieselfahrzeuge mit Partikelfilter ausgerüstet werden, sinkt das Partikelniveau massgeblich ab (um einen Faktor 95 bis 99). Einzelne Hersteller setzen auf diese Technologie (Peugeot, Citroën), andere Hersteller erklären, dass sie die Vorgaben der EURO4-Norm für einen Grossteil der Flotte mit innermotorischen Massnahmen erreichen werden (im Fall von VW zumindest bis zur Passat-Klasse; Schindler 2002). EURO 4 erfordert den Einsatz von Partikelfiltern und DeNox-Systemen noch nicht. Aus lufthygienischer Sicht bestehen deshalb grosse Vorbehalte gegenüber einer allgemeinen Dieselförderung, welche bei den Fahrzeugen nicht nach Ausstattung mit Partikelfiltern differenziert.

25 d.h. Inversionsfaktor von 3

26 Bezogen auf den Grenzwert beträgt dieser Faktor bei NO_x rund 3 (Grenzwerte EURO3 wie auch EURO4). Bei den PM-Emissionen ist ein Vergleich anhand der Grenzwerte nicht möglich, da für Benzin-Fahrzeuge keine definiert sind. Die PM-Emissionen von Benzinfahrzeugen (in g/km) sind nahezu Null, dh. sie liegen unterhalb der gravimetrischen Messbarkeit. Der erwähnte Faktor 100 – 1000 im Vergleich Benzin / Diesel bezieht sich auf die Anzahl Partikel und nicht auf die Masse, es besteht bei den Dieselfahrzeugen jedoch eine Korrelation zwischen Anzahl und Masse.

27 Bei Benzin-PW mit Direkteinspritzung liegen die Partikel-Emissionen rund 10mal höher als bei Fahrzeugen ohne Direkteinspritzung, sind aber noch immer Faktor 50 bis 500 tiefer als bei Diesel-PW.

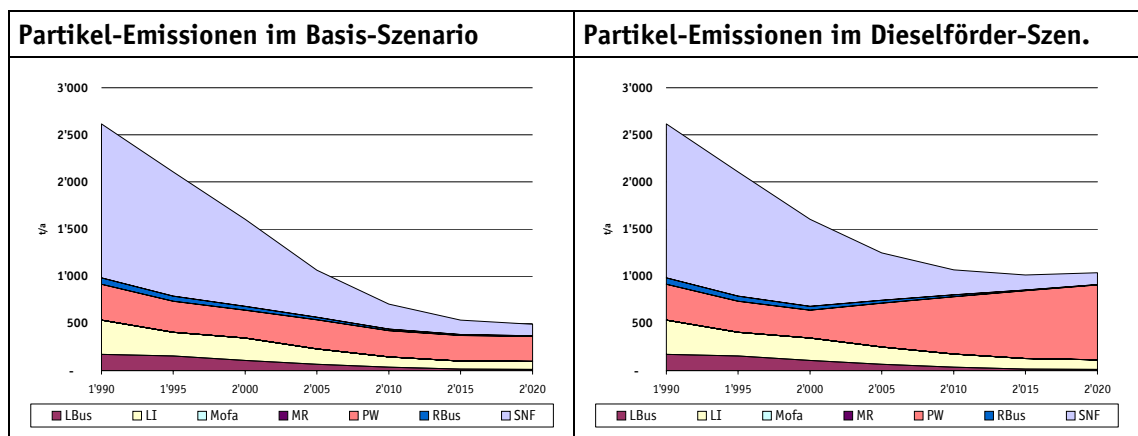
Die Partikel werden inzwischen auch im Kontext Treibhausgasproblematik thematisiert. Gemäss neuestem IPCC Bericht führen die Russpartikel zu einer Klimaerwärmung. Die Diskussion im IPCC Bericht bezieht sich auf globale Effekte und es ist deshalb schwierig, daraus Schlüsse für ein einzelnes Fahrzeug zu ziehen. Die Grundfrage im Zusammenhang mit der Dieselförderung lautet: Ist der abkühlende Effekt der CO₂-Minderung beim Ersatz von Benzin- durch Dieselfahrzeuge grösser als der erwärmende Effekt verursacht durch die zusätzlichen Russemissionen. In einer neuen Studie von M. Jacobsen (Journal of Geophysical Research, Oct. 8, 2001) werden konkrete Vergleich dieser Effekte auf dem Einzelfahrzeug-Niveau gemacht. Es wird ein Klimamodell eingesetzt, das insbesondere den Aerosolbereich ausführlich behandelt und damit für die Fragestellung geeignet ist. Die Studie kommt zum Schluss, dass bei Dieselfahrzeugen, die den heute gültigen Normen entsprechen (EURO3) der Effekt der Klimaerwärmung durch den Ausstoss an Russpartikeln grösser ist als die abkühlende Wirkung durch den geringeren CO₂-Ausstoss. Dies bedeutet, dass die heutige Dieselförderung vieler europäischer Staaten bezüglich Klimaerwärmung kontraproduktiv ist ("fuel- and carbon-tax laws that favor diesel, promote global warming"). Erst wenn die Partikelemission ungefähr <0.01 g/km ist, überwiegt der abkühlende Effekt. Dies bedeutet, dass selbst für Dieselaautos, die der EURO4 Norm entsprechen, der Klimaeffekt noch immer negativ ist, d.h. erwärmend und nicht abkühlend. Erst Personenwagen, die mit einem Partikelfilter ausgestattet sind, erreichen Partikel-Emissionswerte, die deutlich unter 0.01 g/km sind. Aus einer integralen Klima-Optik, welche nicht nur CO₂ ins Kalkül aufnimmt, sind deshalb nur Dieselfahrzeuge mit Partikelfiltern förderungswürdig.

Zu den quantitativen Auswirkungen: Die nachstehende Figur zeigt illustrativ den Verlauf der Partikel-Emissionen im Basis- bzw. im Dieselförder-Szenario (Zahlen in Anhang 4). Daraus geht hervor, dass heute die schweren Motorwagen für den Grossteil der Partikelemissionen verantwortlich sind. Diese erfahren künftig eine markante Reduktion durch die absehbaren Neuerungen, veranlasst durch die Gesetzgebungsstufen Euro 3, 4 und 5. Durch die Dieselförderung werden vor allem jene Verbesserungsperspektiven stark reduziert, indem die PW neue Mehremissionen liefern und das längerfristige Niveau nicht mehr bei 500 t, sondern bei etwa 1000 t / a zu liegen kommt. Diese Aussagen müssen allerdings relativiert werden: Neuere Messungen zeigen, dass die hier unterstellten Absenkungen v.a. bei den Schweren Motorwagen mutmasslich etwa um einen Faktor 2 zu optimistisch sind²⁸. Es ist

²⁸ Den Berechnungen liegen die Emissionsfaktoren des BUWAL-Handbuchs (BUWAL 1999) zugrunde. Neuere Messungen, die im Kontext mit der gegenwärtig laufenden Aktualisierung des Handbuchs Emissionsfaktoren und dem Projekt ARTEMIS durchgeführt wurden, zeigen, dass z.B. EURO 3- LkW bei den NO_x nicht 60% (wie früher aufgrund der Grenzwertentwicklung an-

deshalb zu erwarten, dass die erwartete Absenkung der Emissionen durch die als Folge der Dieselförderung induzierte Mehremission wieder kompensiert wird, mithin das Emissionsniveau bzw. die Luftqualität (bei den Partikeln und NO_x) sich gegenüber heute nicht verbessert. Weil NO_2 - und Ozon-Immissionsgrenzwerte noch weiträumig überschritten sind, ist eine Absenkung der NO_x -Emissionen dringlich.

Sowohl aus lufthygienischer wie Klima-Optik gelten nur Fahrzeuge mit Partikelfilter (und zu einem späteren Zeitpunkt mit DeNox-Systemen, sobald marktreif) als förderungswürdig. Die Abgasgesetzgebung schreibt aber keine Technologie vor, sondern setzt Emissionsniveaus fest, die Technologiewahl überlässt der Gesetzgeber den Herstellern. Von diesem bewährten Ansatz dürfte kaum abgerückt werden. Eine neue Abgasstufe („EURO-5“), welche das Emissionsniveau so tief ansetzt, dass faktisch über diesen indirekten Weg Partikelfilter erzwungen werden, steht nicht unmittelbar bevor. Es bestehen allerdings Bestrebungen in diese Richtung. Auch mit einem optimistischen Fahrplan würde es aber noch mehrere Jahre dauern, bis eine solche neue Regelung in Kraft treten würde, und bis der Effekt auch in der Flotte bzw. in den Gesamtemissionen spürbar wird, würden noch einmal ein paar Jahre verstreichen.



Figur 12 Partikelemissionsentwicklung in den 2 Szenarien (Quelle: links: BUWAL 2000, rechts: eigene Berechnungen, vgl. Anhang 4)

genommen) , sondern nur 30% besser sind als die sog. „EURO-0“-Fahrzeuge, und bei den Partikeln ist das reale Emissionsniveau nicht um 80% sondern lediglich um 40-50% besser als früher erwartet.

3.6. OPPORTUNITÄTSKOSTEN DER MASSNAHME

Betrachtet man nur die Verbrauchsseite der Massnahme, so resultiert eine CO₂-Wirkung von ca. 300'000 t bei Opportunitätskosten von ca. 530 Mio CHF²⁹ resp. ca. 1'700 CHF pro Tonne CO₂ Opportunitätskosten.

3.7. FAZIT

Die Überlegungen und Berechnungen haben gezeigt, dass ein so konzipiertes „Dieselförderungsszenario“ dem Ziel, CO₂-Emissionen zu mindern, nicht gerecht wird. Betrachtet man allein die Verbrauchsseite, so ist mit nur marginalen CO₂-Minderungen zu rechnen (rund 0.3 Mio t CO bei einer Ziellücke von 2.5 Mio t). Betrachtet man die Absatzseite (welche für das Erreichen der Kyoto-Ziele die massgebende Messgrösse ist), so resultieren statt CO₂-Minderemissionen gar Mehremissionen, das heisst, die neu angelasteten CO₂-Emissionen übersteigen die verbrauchsbedingten Minderungen bei weitem. So betrachtet ist die Massnahme kontraproduktiv. Das ist auf den Tanktourismus im Dieselsektor zurückzuführen, der von Import zu Export wechselt. Als positiv daran kann man vermerken, dass dadurch Steuermehrerträge resultieren. Diese reichen aber nicht aus, um die durch die Verbilligungsaktion bedingten Ausfälle zu kompensieren. Dadurch muss der Benzinpreis angehoben werden. Bemerkenswert ist dabei die zeitliche Dynamik: Kurzfristig liegt die nötige Benzinpreiserhöhung bei rund 5 bis 6 R./L, mittelfristig (2010/2015) muss aber aufgrund steigender Ausfälle im Dieselsektor und abnehmender Bezugsbasis im Benzinsektor der Benzinpreis kontinuierlich weiter auf 15 bis 25 Rappen angehoben werden, um die Haushaltsneutralität der Massnahme zu gewährleisten. Eine solche Erhöhung wird zu Rückkopplungseffekten im Benzinmarkt selbst führen, indem einerseits der Benzin-Tanktourismus zurückgeht (und weitere Steuerausfälle generiert) und andererseits die Benzin-Nachfrage selbst absenkt. Damit wird der Anreiz zur Verlagerung zum Diesel (und zur Nutzniessung der Steuerreduktion) immer grösser. Für den Benzinmarkt selber hat das fatale Konsequenzen – ohne dass die Massnahme einen massgeblichen Beitrag zur Zielerreichung leistet. Realistischerweise ist damit zu rechnen, dass dieses Szenario nach wenigen Jahren abgebrochen würde. Als Alternative würde wohl auch der Dieselpreis erhöht. Faktisch würde also zu einem Muster gegriffen, bei dem beispielsweise eine fixe Differenz zwischen Benzin- und Dieselpreis eingeführt würde – ein Szenario, auf das im nächsten Kapitel näher eingegangen wird.

²⁹ Ausgehend von 16Rp Zusatzsteuern beim Benzin

Weil auch neuere Dieselfahrzeuge PW (EURO3) mehr Stickoxide (rund 3-5x mehr) und deutlich mehr Partikel (Faktor 100 bis 1000) emittieren als vergleichbare Benzin-PW (EURO3), ist eine allgemeine Förderung von Dieselfahrzeugen nicht angebracht. Erst wenn diese mit Partikelfiltern ausgerüstet sind, entfallen die Bedenken aus gesundheitlicher Sicht. Das gilt auch mit Bezug auf die Treibhausgasproblematik. Neuere Untersuchungen zeigen, dass Dieselfahrzeuge möglicherweise aufgrund ihrer Partikelemissionen trotz CO₂-Vorteil gar keinen Beitrag zur Klimaproblematik liefern. Erst in Kombination mit Partikelfiltern (und De-Nox-Systemen) ergäbe sich ein positiver Beitrag. Auch die neueste Abgasstufe Euro4 erfordert aber diese Technologien nicht, auch wenn Partikelfilter heute auf dem Markt verfügbar sind. Eine allgemeine Dieselförderung über den Dieselpreis ist deshalb nicht zweckmässig. Aufgrund dieser Überlegungen muss die Massnahme als nicht zielführend beurteilt werden.

4. VARIANTE DER DIESELVERBILLIGUNG: FIXE DIFFERENZ

4.1. DER VORSCHLAG

Aufgrund der Analyse des ursprünglichen Vorschlags stellt sich die Frage, ob die Dieselverbilligung nicht ohne negative Auswirkungen umgesetzt werden kann. Eine mögliche Alternative besteht darin, dass nicht die fiskalische Belastung des Diesels per se um einen fixen Betrag reduziert wird, sondern das Verhältnis zwischen Benzin- und Dieselpreis eine fixe Differenz aufweisen soll. Die Bedingung der Haushaltsneutralität soll dabei aufrechterhalten werden.

Dieses Umsetzungsmuster wurde bereits bei der Einführung des bleifreien Benzins im Zeitraum 1985 bis 2000 erfolgreich umgesetzt. Damals betrug die vorgegebene Differenz 8 Rp./l zwischen dem bevorzugten bleifreien gegenüber dem bleihaltigen Benzin. Das Prinzip besteht darin, dass die Differenz umgekehrt proportional zum Absatz auf die beiden Produkte aufgeteilt wird. Konkret wurde im Jahr 1985 die Steuerbelastung so aufgeteilt, dass das bleifreie Benzin (mit damals 25% Marktanteil) um 6 Rp. verbilligt und das bleihaltige Benzin (mit damals 75% Marktanteil) um 2Rp. verteuert wurde. Im Jahr 1989 waren die Marktanteile ausgewogen (50%/50%). Deshalb wurde sowohl das bleifreie wie auch das bleihaltige Benzin um 2 Rp. verteuert. Damit blieb das bleifreie Benzin noch um 4 Rp. billiger gegenüber dem Referenzzustand, das bleihaltige war 4 Rp. teurer. So wurde der Steuersatz durch die OZD in 5 Schritten angepasst, bis das System per 1.1.2000 aufgehoben wurde. Kennzeichen des Systems ist es, dass der Steuervorteil des bevorzugten Produkts bei kleinen Marktanteil relativ gross ist, und je erfolgreicher die Verbreitung ist, desto geringer wird dann die Bevorzugung.

Mit diesem Vorschlag wird vor allem darauf abgezielt, die negativen Effekte auf die Marktverhältnisse (Benzinmarkt, Tanktourismus) zu vermeiden. Dem umweltseitigen Anliegen, dass gezielt nur jene Dieselfahrzeugen zu fördern seien, die mit Partikelfilter ausgerüstet sind, wird – das ist bereits an dieser Stelle festzuhalten – auch diese Massnahme nicht gerecht.

4.2. DIE AUSWIRKUNGEN

Die Erörterung der Auswirkungen orientiert sich an den gleichen Einflussgrössen, die bereits im vorangehenden Kapitel angesprochen wurden: Veränderung der PW-Flotte, Auswirkungen auf den Strassengüterverkehr, Tanktourismus im Dieselmotorbereich und Auswirkungen im Benzinsektor selber (Benzinnachfrage, Benzin-Tanktourismus). Dabei geben sich enge Interaktionen, die ein schnelles Anpassen der Preisverhältnisse bedingen (vgl. dazu unter Umset-

zungsaspekte). Modellhaft dürfte sich etwa folgender Mechanismus mit bemerkenswertem Ergebnis abspielen:

Auswirkungen auf die PW-Flotte

Die Preisdifferenz zwischen Diesel und Benzin beträgt gemäss Vorgabe auch hier 25 Rp., deshalb ist die Anreizwirkung dieses Vorschlags vergleichbar mit jener des ersten Vorschlags. (Die Differenz könnte ggf. auch geringer sein, was aber an der Mechanik nicht viel ändert). Die Auswirkung auf die zunehmende Durchdringung der PW- und LNF-Flotte mit Dieselfahrzeugen dürfte recht ähnlich sein. Wir gehen deshalb davon aus, dass die quantitativen Auswirkungen auf den Verbrauch (und damit die CO₂-Emissionen) vergleichbar sind mit dem ersten Szenario. Allerdings sind die absoluten Treibstoff-Preise anders als im ersten Vorschlag: aufgrund der Mengenverhältnisse (Dieselanteil heute ca. 21%), würde der Dieselpreis anfänglich um rund 20 Rappen gesenkt, der Benzinpreis um 5 Rp. erhöht. Bereits im Jahr 2005 – berücksichtigt man die Verschiebung hin zu Diesel der PW-Flotte – liegt aber der D-Anteil bei gut 30%, d.h. man müsste die Belastung um je 3 Rp. erhöhen (Diesel -17 Rp., Benzin +8 Rp.). Im Jahr 2010 wäre der D-Anteil bei knapp 50%, somit müsste dann die Steuerbelastung erneut um je 4 Rp. angehoben werden (Diesel -13 Rp., Benzin +12 Rp.). Für 2015 lauten die Verhältnisse dann: D-Anteil ca. 56%, Diesel -11 Rp., Benzin +14 Rp. etc.

Auswirkungen auf den Güterverkehr

Im Unterschied zum ersten Szenario sinkt der Diesel-Preis bereits zu Beginn weniger stark (und steigt innert weniger Jahre sukzessive an), der Einfluss auf den Güterverkehr wäre also etwas geringer als beim ersten Szenario, und er wird sich mit der Zeit wieder zurückbilden, weil (auch) der Dieselpreis nach und nach wieder angehoben wird. Das Vorzeichen ist aber auch in diesem Fall noch gleichgerichtet, d.h. auch hier werden Signale gesetzt, die mit der Verlagerungspolitik nicht eben im Einklang stehen. Das quantitative Ausmass dürfte sich aber in Grenzen halten, d.h. ist etwas geringer als im ersten Szenario.

Einfluss des Tanktourismus

Die Preissetzung bei dieser Massnahme wird sicherlich durch die Verschiebungen im Inlandmarkt, namentlich innerhalb der PW-Flotte, geprägt. Gleichwohl spielt auch hier der Tank-

tourismus eine nicht zu vernachlässigende Rolle³⁰: Im Diesel-Sektor wird sich der Tanktourismus zu Beginn (bei -20 Rp.) von Import in Export umkehren (wenn auch in geringerem Ausmass als im ersten Szenario). Dadurch werden fiskalische Zusatzerträge generiert, die aber strenggenommen gar nicht notwendig wären, weil der Mechanismus so ausgelegt ist, dass die Haushaltsneutralität unter konstanten Rahmenbedingungen gewährleistet ist. Gleichzeitig steigt auch der Benzinpreis an, was bewirkt dass der Benzin-Tanktourismus tendenziell zurückgeht, zu Beginn (ca. 2005) allerdings nur geringfügig. Das heisst, zu Beginn werden eher Überschüsse erzielt. Die Preise von Diesel und Benzin werden nun aber über die Jahre zwangsläufig angehoben wegen der „Dieselisierung“ des Fahrzeugparks, damit geht der Dieselelexport (und die entsprechenden Steuererträge) tendenziell wieder zurück, gleichzeitig geht mit steigenden Preisen auch der Benzinexport (und die entsprechenden Steuererträge) zurück, so dass nach ein paar Jahren auch dieser gegenüber heute stark reduziert ist. Aufgrund dieser Mechanik erreicht man somit, dass sich nach einigen Jahren (wenn etwa der Dieselpreis um 10 Rp. gesenkt und der Benzinpreis um 15 Rp. erhöht wird) der Tanktourismus „netto“ zurückbildet. Dadurch – dies der positive Effekt – gehen mittelfristig die CO₂-Emissionen nicht nur verbrauchs-, sondern in diesem Szenario auch absatzmässig zurück. In Zahlen ausgedrückt (vgl. Annex 5):

2005:	Verbrauchsoptik:	-0.15 Mio t CO ₂ ,	Absatzoptik:	+0.47 Mio t CO ₂
2010:	Verbrauchsoptik:	-0.28 Mio t CO ₂ ,	Absatzoptik:	-0.23 Mio t CO ₂
2015:	Verbrauchsoptik:	-0.32 Mio t CO ₂ ,	Absatzoptik:	-0.56 Mio t CO ₂

Gleichzeitig schwinden aber auch die Steuererträge des Tanktourismus. Das heisst faktisch, dass bezüglich Steuerbelastung eine Verlagerung stattfindet vom „Tanktourismus“ zu den inländischen Konsumenten.

4.3. DIE UMWELTSEITIGEN ASPEKTE

Die Anreizstruktur bezüglich Umschichtung von Benzin zu Diesel wirkt sehr ähnlich wie das erste Szenario. Aus Umweltoptik gibt es deshalb keine grundlegenden Unterschiede. Das Dilemma bleibt hier bestehen, dass die Dieselförderung über den Treibstoffpreis sehr pauschal wirkt und damit auch jenen Fahrzeugen zugute kommt, welche diese Förderung aus Umweltoptik gar nicht rechtfertigen, nämlich ältere, ineffiziente oder „dreckige“ Fahrzeu-

³⁰ Hinter diesen Überlegungen steht die Einschätzung, dass heute dem Diesel-Import ein Benzin-Export gegenübersteht, der rund 2.5 bis 3mal grösser ist, netto also ein Überschuss besteht. Bezüglich Steuerertrag dürfte dieser rund 250 bis 300 Mio Fr. ausmachen.

ge; ebenso die schweren Nutzfahrzeuge, die bezüglich CO₂-Emissionen keine besondere Leistung erbringen um in den Genuss der steuerlichen Begünstigung zu kommen.

4.4. UMSETZUNGSASPEKTE

Theoretisch lässt sich die Massnahme ohne grundsätzliche Hindernisse umsetzen. Die OZD hat die Machbarkeit bei der Einführung des bleifreien Benzins nachgewiesen³¹. Als gesetzliche Grundlage sind verschiedene Varianten denkbar:

- › eine Version auf Gesetzesebene, welche die Entscheidungsbefugnis beim Parlament lässt, und die Anpassung der Steuersätze realistischerweise alle 4 bis 5 Jahre vorsieht.
- › Eine spezielle Verordnung, welche auf der Basis des Mineralölsteuergesetzes die Entscheidungsbefugnis beim Bundesrat ansiedelt und eine periodische Anpassung ermöglicht.

Die Umsetzung dürfte aber rein praktisch nicht ganz trivial sein, insbesondere gilt es die „Haushaltsneutralität“ konkret zu bestimmen. Handelte es sich um einen „geschlossenen Markt“ (wie es etwa der Benzinmarkt mit den Subprodukten bleihaltig/bleifrei war), so scheint diese Definition vergleichsweise klar und eindeutig. Die Umsetzung bedingt, dass man die Steuersätze aufgrund beobachteter Marktanteile prospektiv festlegt. Es ist zu erwarten, dass die realisierten von den erwarteten Ergebnissen abweichen (nach oben oder nach unten). Die Steuersätze sollten so festgelegt werden, dass über eine gewisse Zeit hinweg das Ergebnis ausgeglichen ist. Nun spielt im Verhältnis Diesel / Benzin der Tanktourismus eine nicht unbedeutende Rolle. Gerade nach Einführung der Massnahme dürften die Steuererträge überproportional ansteigen, weil neu Diesel in der Schweiz getankt wird, der vorher im Ausland getankt wurde; gleichzeitig schwindet der Benzinexport nur geringfügig. Mittelfristig, wenn sowohl Benzin- und Dieselpreis ansteigen, sinken aber diese Erträge unter das heutige Niveau. Der Vorschlag sollte deshalb mit einer Verhaltensanweisung gekoppelt werden, wie diese Haushaltsneutralität definiert werden soll. Eine genauere Einschätzung des quantitativen Ausmasses des Tanktourismus wäre dazu hilfreich.

4.5. OPPORTUNITÄTSKOSTEN DER MASSNAHME

Betrachtet man nur die Verbrauchsseite der Massnahme so resultiert eine CO₂-Wirkung von ca. 275'000 t bei Opportunitätskosten von ca. 400 Mio CHF³² resp. ca. 1'500 CHF pro Tonne CO₂ Opportunitätskosten.

31 Vgl. internes Arbeitspapier OZD vom 12.8.2002: Impôt sur les huiles minérales: promotion de l'huile diesel par le biais d'un allègement fiscal (motion CEATE-CE)

32 Ausgehend von 12Rp Zusatzsteuern beim Benzin

4.6. FAZIT

Diese Variante der Dieserverbilligung hat gegenüber dem ersten Szenario den entscheidenden Vorteil, dass eine „Bremse“ eingebaut ist und die Kosten der Dieserverbilligung nicht ohne Fallnetz einer Konsumentengruppe (die Benzinfahrer) aufbürdet. Zwar werden die Benzinfahrer noch immer einseitig für die Dieserverbilligung aufkommen müssen, aber immerhin wird die Förderung reduziert, je weiter verbreitet Diesel ist. Auch bei dieser Variante kommt der Strassengüterverkehr ohne eigene Sonderleistung und damit ohne besondere Rechtfertigung in den Genuss einer Steuererleichterung, was an sich nicht einsehbar ist. Immerhin wird das Ziel der (der Schweiz angelasteten) CO₂-Emissionsminderung in dieser Variante erreicht, wenn auch der Beitrag von weniger als 10% zur Schliessung der Ziellücke von 2.5 Mio t CO₂ recht bescheiden wirkt vor dem Hintergrund des respektablen Eingriffs ins Preisgefüge. Absehbar ist, dass der Tanktourismus (und damit die Steuererträge) kurzfristig zwar ansteigt, mittelfristig aber unter das heutige Niveau sinkt. Die damit verbundenen Steuerausfälle sind deshalb mit einer Verlagerung der Belastung auf inländische Konsumenten verbunden.

Bezüglich Umsetzung sind keine grundsätzlichen Hindernisse auszumachen, allerdings dürfte die konkrete Realisierung einige knifflige Fragen aufwerfen, namentlich die Definition der Haushaltsneutralität, weil die Massnahme ins (internationale) Preisgefüge eingreift (Tanktourismus!) und deshalb nicht a priori klar ist, welches Steueraufkommen zur Beurteilung der Haushaltsneutralität herangezogen werden soll.

Umweltseitig fällt die Beurteilung gleich aus wie jene der ersten Variante: Aus gesundheitlicher Sicht ist eine Förderung von Dieselfahrzeugen abzulehnen. Und möglicherweise liefern Dieselfahrzeuge aufgrund ihrer Partikelemissionen trotz CO₂-Vorteil gar keinen Beitrag zur Klimaproblematik. Erst in Kombination mit Partikelfiltern (und künftig DeNox-Systemen, sobald marktreif) ergäbe sich ein gesicherter positiver Beitrag, sowohl was die lokale als auch was die globale Umweltkomponente betrifft.

5. ALTERNATIVE FÖRDERUNGSMASSNAHMEN

5.1. EINLEITUNG

Aufgrund der negativen Beurteilung der ersten Variante der Dieselvebilligung und den Vorbehalten auch gegenüber der zweiten Variante sollen im folgenden Alternativen beleuchtet werden. Zur Diskussion stehen insbesondere Bonus/Malus-Systeme, welche eine gezielte Förderung von Fahrzeugtypen erlauben. Zur Ausgestaltung und den Auswirkungen eines Bonus/Malusmodells bestehen bereits Grundlagen für kantonale Fördermodelle (INFRAS 1999) sowie für ein Bundesmodell (INFRAS/METRON 2001). Ein Bundesmodell wurde in der zweitgenannten Untersuchung nicht weiter in Erwägung gezogen, da dafür eine neue gesetzliche Grundlage geschaffen werden müsste. An dieser Stelle wird dies nicht als hinreichende Begründung betrachtet, um ein Bonus/Malus-System nicht weiterzuverfolgen. Die Ausgangslage unterscheidet sich auch entscheidend dadurch, dass in der Zwischenzeit die Energie-Etikette (Energie label) für Personenwagen per 2003 eingeführt wird. Damit ist ein wichtiges Vollzugshindernis aus dem Wege geräumt. Zu erörtern sind somit zwei Modelle:

- › Die Einführung einer nach Energieverbrauch differenzierenden Verkaufssteuer,
- › Die Differenzierung der (kantonalen) Motorfahrzeugsteuer.

5.2. ZUR WIRKUNGWEISE VON BONUS/MALUS-SYSTEMEN

Aufgrund der Arbeiten für die Kantone bzw. für die Bundesebene gehen wir von folgenden Erkenntnissen und Grundsätzen aus:

- › Da sich eine Differenzierung der Verkaufssteuer direkter auf den Kaufpreis auswirkt, wird die Wirkung höher eingeschätzt als eine Differenzierung der Motorfahrzeugsteuern, insbesondere dann, wenn sie mit flankierenden Massnahmen (Marketing) gekoppelt wird.
- › Zur Erzielung einer möglichst hohen Wirkung sollte die Differenzierung beim Kauf des Fahrzeuges spürbar sein, flexibel gestaltet werden, mit flankierenden Massnahmen (Information, Kommunikation) verbunden und in eine ganzheitliche Steuerpolitik eingebunden werden, die auch eine Besteuerung der Treibstoffpreise miteinbezieht (Erhöhung der variablen Kosten).
- › Die Motorfahrzeugsteuern stellen einen fixen Kostenbestandteil dar. Eine Differenzierung bewirkt über die Beeinflussung des Kaufentscheids eine Veränderung des Fahrzeugbestandes. Da die Massnahme langfristig und indirekt auf den Kaufentscheid wirkt, ist der Lenkungseffekt relativ gering. Der umweltseitige Lenkungseffekt einer Variabilisierung des

Steuersystems (Transformation von fixen in variable Kosten) ist sowohl kurz- als auch langfristig bedeutend grösser als derjenige einer Differenzierung.

- › Der Lenkungseffekt einer Differenzierung der Motorfahrzeugsteuern ist aufgrund der indirekten und längerfristigen Wirkung relativ gering. Die internationalen Erfahrungen zeigen, dass von einer Differenzierung der Verkaufssteuern eine höhere Wirkung zu erwarten ist als von der Differenzierung der Motorfahrzeugsteuern.
- › In der Schweiz liegen wenige Erfahrungen mit der Differenzierung der Motorfahrzeugsteuern vor. Im Kanton Luzern wurde ein solches System 1996 eingeführt (Bonus für sparsame Fahrzeuge; Steuerzuschlag für Fahrzeuge, die die vorgeschriebenen Abgaswerte nicht einhalten). Das System läuft per Ende dieses Jahres aus und wird durch eine vereinfachte Version ersetzt (nur mehr Förderung von „echt innovativen“ Fahrzeugen, wie Hybride, Elektromobile); durch die Tatsache, dass die Zahl der Nicht-Kat-Fahrzeuge immer kleiner wird, wird auch die Fördersumme und damit auch die Lenkungswirkung immer geringer. Aufgrund dieser Erkenntnisse legen wir den Fokus in erster Linie auf ein Bonus-Malussystem, das direkt beim Kaufentscheid ansetzt und diskutieren Differenzierungsmodelle im Nachgang dazu.

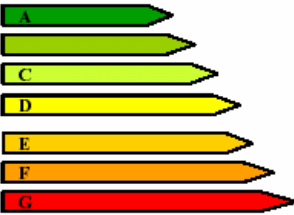
5.3. AUSGESTALTUNGSASPEKTE

Ein Grossteil der Diskussion (und Hindernisse) um Bonus-Malus-Systeme drehte sich bisher um die Bemessungsgrundlagen. So wurden der Treibstoffverbrauch (NEFZ), die CO₂-Emissionen, abgasspezifische Kriterien (EURO-Grenzwerte), die Leistung oder das Gewicht erwogen. In der Zwischenzeit ist der Entscheid um das Energielabel bzw. die „energieEtikette“ entschieden³³, und es ist nahe liegend, dieses Label als Bemessungsgrundlage zu verwenden. Die Energie-Etikette (als Warendeklaration) beruhend auf dem Energieverbrauch bzw. den CO₂-Emissionen stellt ein marktwirtschaftliches Instrument zur Reduktion des Treibstoffverbrauches dar. Das Ziel der Warendeklaration ist letztlich ein reduzierter Energieverbrauch der Fahrzeuge via verbesserte Konsumenteninformation und dadurch Beeinflussung des Kaufverhaltens. Durch ein verändertes Kaufverhalten ergibt sich mit der Zeit auch eine Angebotsanpassung der Hersteller resp. Importeure, was einen induzierten Effekt darstellt.

Gemäss Verordnung werden Fahrzeuge in 7 Kategorien eingeteilt. Käufer, die sich für eine bestimmte Fahrzeuggrösse entschieden haben, sollen zum Kauf eines ver-gleichbaren, aber

³³ www.energieetikette.ch/

energetisch günstigeren Modelles, motiviert werden. Ein standardisiertes Format, entsprechend dem EU Haushaltslabel wird am Fahrzeug im Verkaufspunkt angebracht (vgl. nachstehende Figur). Die Energie-Etikette wird zudem von anderen Informationsinstrumenten unterstützt (z.B. Broschüre mit den Angaben zu allen Fahrzeugen). Wer einen neuen Personenwagen anbietet, muss den Treibstoffverbrauch in Liter pro 100 Kilometer und die CO₂-Emissionen in Gramm pro Kilometer³⁴ angeben. Zusätzlich muss die Treibstoffverbrauchs-kategorie angegeben werden (A-G). Diese Klassierung basiert auf einer Berechnungsmethode, die sich am Gewicht des Fahrzeugs orientiert, also eine Nutzenkomponente enthält und den Energieverbrauch in g/km berücksichtigt, was äquivalent ist zur CO₂-Emission pro km.

Energieeffizienz des Fahrzeugs	
Marke Typ Treibstoff Getriebe Gewicht	XXX XXX XXX XXXX kg
Treibstoffverbrauch Durchschnitt: gemessen nach den Vorschriften der EG-Richtlinie 80/1268/EWG CO₂-Emissionen CO ₂ ist das für die Erderwärmung hauptverantwortliche Treibhausgas	X,X Liter / 100 km XXX Gramm / km
Relativer Verbrauch Treibstoffverbrauch verglichen mit allen angebotenen Fahrzeugtypen 	
Informationen zum Treibstoffverbrauch und zu den CO ₂ -Emissionen, inklusive einer Auflistung aller angebotenen Neuwagen, sind kostenlos an allen Verkaufsstellen erhältlich oder im Internet unter www.energie-schweiz.ch abrufbar. Der Treibstoffverbrauch und die CO ₂ -Emissionen eines Fahrzeugs sind auch vom Fahrstil und anderen nichttechnischen Faktoren abhängig.	

Figur 13 Ausgestaltung der Energie-Etikette gemäss Energieverordnung (Anhang 3.6)

³⁴ gemäss Richtlinie 1999/94/EG

Die Differenzierung wird üblicherweise aufkommensneutral ausgestaltet. Dies erhöht die Akzeptanz. Die Differenzierung zwischen den Fahrzeugkategorien sollte für den Käufer spürbar sein. Eine zu geringe Differenzierung zeigt praktisch keinen Lenkungseffekt (Bsp. Kt. Luzern; Österreich). Um den Anreizeffekt aufrechtzuerhalten, sollte die Differenzierung flexibel sein und laufend an die technologische Entwicklung angepasst werden. Das ist in der Verordnung zur Energie-Etikette entsprechend vorgesehen (Anhang 3.6), indem der spezifische Treibstoffverbrauch der Neuwagenflotte jährlich ausgewertet wird³⁵.

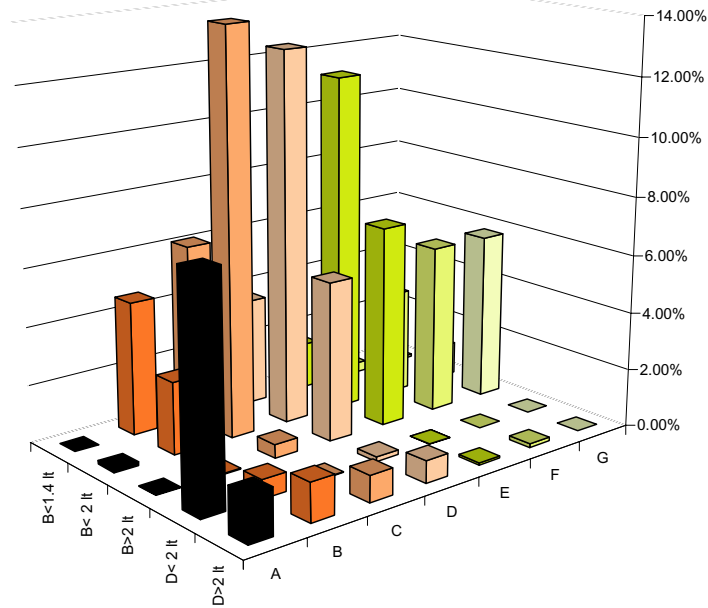
5.4. KONKRETISIERUNG

Ausgangspunkt: Neuwagenpark heute

Um den Lenkungseffekt grob einzustufen, haben wir eine Analyse des heutigen Neuwagenparks durchgeführt. Die nachstehende Grafik zeigt die Verteilung der Neufahrzeuge des Jahres 2001 (Jan – Sept) nach Grösse (Hubraum), Treibstoffart und Verbrauchskategorie gemäss Energie-Etikette. Sie macht deutlich, dass sich in der energieeffizientesten Klasse A praktisch keine Benzinfahrzeuge finden, und dass die Dieseler überwiegend in die Kategorie A oder B fallen. Wie auch immer ein Fördermodell konzipiert wird, es wird deshalb auf eine Dieselförderung hinauslaufen (falls nicht zusätzliche Bedingungen eingeführt werden). Rund 23% der Neufahrzeuge finden sich in der mittleren Klasse D, A-C umfassen knapp 40%, und die restlichen 37% fallen in die ineffizienten Klassen E-G.

³⁵ Als Basis für die Festlegung der Kategorie D gilt der mittlere Treibstoffverbrauch in kg/100 km pro Durchschnittsfahrzeuggewicht aller in der Schweiz zum Verkauf angebotenen Neuwagen. Anschliessend werden die Kategorien so festgelegt, dass maximal ein Siebtel in die Kat. A fallen (vgl. Anhang 3.6, Energieverordnung).

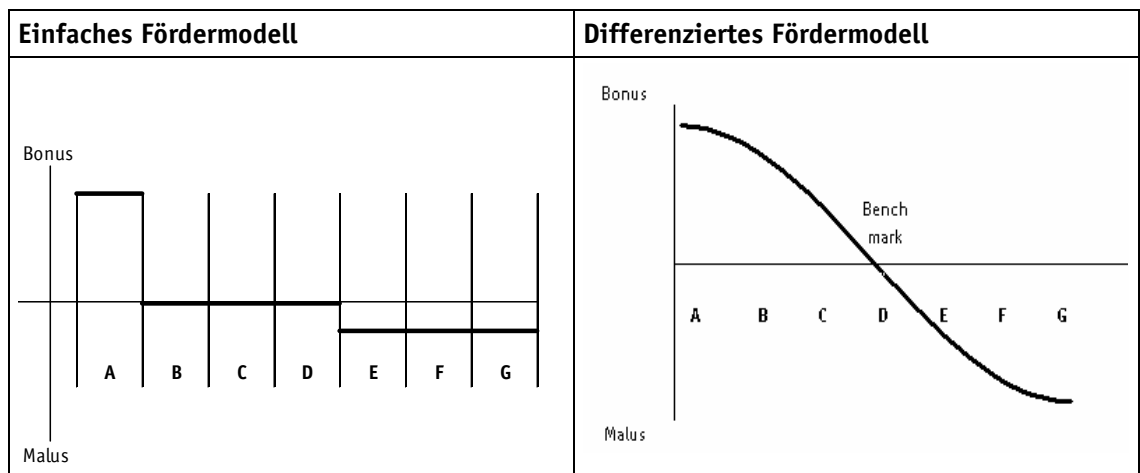
NEUFahrzeugBESTAND 2001 NACH TREIBSTOFFART, HUBRAUM UND VERBRAUCHSKATEGORIE GEMÄSS ENERGIE-ETIKETTE



Figur 14 Aufteilung des Neufahrzeugbestandes nach Treibstoffart, Hubraumgröße und Energielabel-Kategorien

Ausgestaltung eines Fördermodells

Ein Fördermodell kann unterschiedlich ausgestaltet sein: Die nachstehende Figur zeigt zwei mögliche Modelle. Im ersten Fall würden z.B. die Fahrzeuge der Kategorie A einen Bonus erhalten, der über einen einheitlichen tieferen Malus der ineffizienteren Kategorien E-G finanziert wird. Alternativ erhalten in einem differenzierten Modell alle überdurchschnittlich guten Kategorien (A-C) abgestuft einen Bonus, alle unterdurchschnittlichen Kategorien E-G einen abgestuften Malus, wobei die mittlere Kategorie D den Benchmark bilden würde.



Figur 15 Mögliche Ausgestaltungsformen des Bonus-Malus-Systems

In jedem Fall sollte das Fördermodell – bei spürbarer Differenzierung – aufkommensneutral ausgestaltet sein. Eine Illustration am Beispiel des Bestandes 2001: wird ein Bonus von 3000 CHF für alle Fahrzeuge der Kategorie A ausgeschüttet, so müsste – gemäss Muster in Figur 15 links – ein Malus von rund 850 - 900 CHF erhoben werden. Insgesamt würden rund 90 Mio CHF umverteilt, bei insgesamt etwa 30'000 Fahrzeugen (fast ausschliesslich Diesel-Fahrzeuge) der Kat. A. Der Bonus entspricht einer Reduktion des Verkaufspreises von ca. 12% bis 15%, der Malus verteuert die Fahrzeuge um max. 2% bis 3%. Damit auch Benziner in den Genuss eines Bonus gelangen, wären auch Kat. B-Fahrzeuge zu belohnen. Für andere Treibstoffarten müssten allenfalls Sonderregelungen getroffen werden (z.B. Bonusberechtigung von Gasfahrzeugen aufgrund lufthygienischer Argumente).

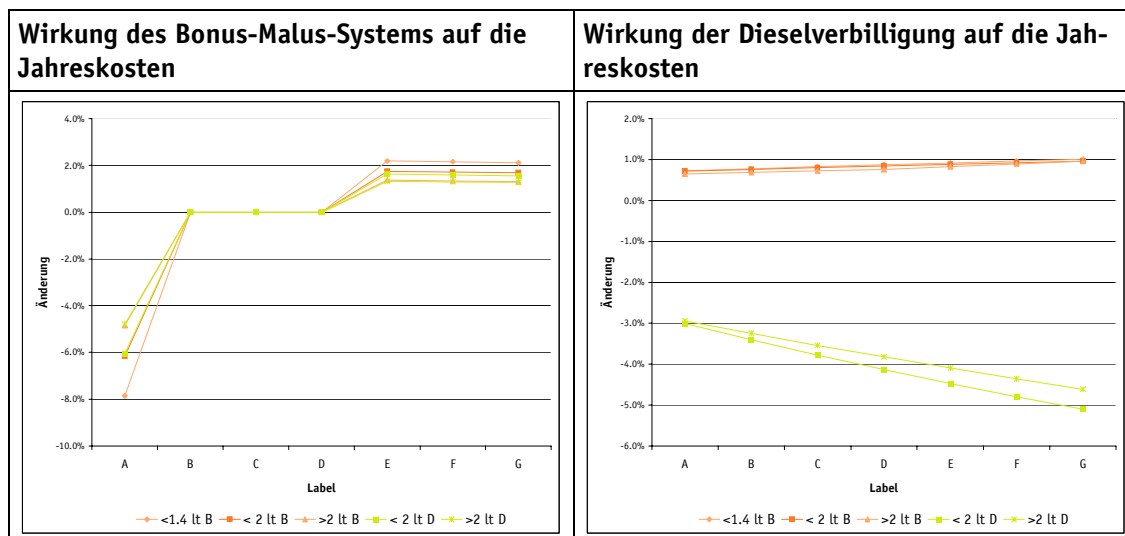
Lenkungseffekt

Die Frage, welche Wirkung ein solches Modell hätte, lässt sich nur näherungsweise abschätzen. Beim Bonus-Malus-System geht es um Substitutionsvorgänge, gesucht wäre demnach für eine Abschätzung die Substitutionselastizität der Nachfrage. Sie gibt an, bei welchem Preis ein AutokäuferIn von einem andern Fahrzeug auf dieses wechselt. Substitutionselastizitäten sind leider kaum bekannt, man kann aber davon ausgehen, dass sie deutlich höher sind als die Preiselastizität. Gemäss Umfragen reagieren Käuferinnen und Käufer durchaus auf den Verbrauch beim Kauf ihres neuen Fahrzeuges. Eine Umfrage bei 4500 Autokäuferinnen und -käufern des Jahres 1998 ergab, dass etwa ein Drittel der 1000 Antwortenden auf Grund der Verbrauchszahlen eine Motorenvariante mit geringerem Verbrauch oder ein Fahrzeug tieferer Klasse gewählt hat (Interface 2000). Man kann erwarten, dass die Reaktion auf Preissignale noch grösser ist.

Betrachtet man die Verteilung des heutigen Neuwagenparks nach Grösse und Effizienz, so dürfte ein Bonus-Malus-System vor allem zwei Effekte haben: zum einen wird es Verschiebungen zwischen Segmenten geben, das heisst im wesentlichen Verlagerungen hin zu Diesel, da (zumindest heute) der überwiegende Teil Bonus-berechtigt ist. Zum andern wird es eine Umschichtung innerhalb der jeweils gleichen Grössenklasse geben (von ineffizienten zu effizienteren Fahrzeugen). Das heisst, auch im Benzinbereich dürfte es zu einer Effizienzsteigerung kommen, allerdings weniger wegen des Bonus als vielmehr durch das Vermeiden des Malus, da zumindest im jetzigen Bestand kaum A-Benzin-Fahrzeuge vorkommen; aber es ist wohl denkbar, dass künftig auch solche Fahrzeuge nachgefragt werden und damit auch die Angebotsseite stimuliert wird.

Eine quantitative Einschätzung dieser Effekte ist nicht schlüssig machbar. In der nachstehenden Figur berechnen wir die Wirkung des Bonus-Malus-Systems auf die (theoretischen) Jahreskosten und vergleichen sie mit dem Effekt einer Dieselpreisreduktion. Für die Jahreskosten berücksichtigen wir (wie in Kap. 3.2, aber differenziert nach Hubraumklassen) den Kaufpreis plus Bonus-Malus, die Energiekosten sowie weitere Fixkosten wie Mfz-Steuer etc.³⁶. Erwartungsgemäss sinken die Kosten der Kategorie A-Fahrzeuge durch das Bonus-Malus-System spürbar ab. Die Jahreskosten sowohl von Benzin- wie von Diesel-Fahrzeugen nehmen etwa in vergleichbarem Umfang ab. Die Kosten der ineffizienteren Fahrzeuge nehmen ebenfalls sehr ähnlich zu, mit je 1-2% allerdings in sehr begrenztem Rahmen. Das Fördermuster der Dieselpreisreduktion wirkt demgegenüber ganz anders (Figur 16, rechts), indem auch ineffiziente Diesel-Fahrzeuge bevorzugt werden, während auch effiziente Benziner verteuert werden. Aus dieser Gegenüberstellung kann man folgern, dass zumindest die Anreizstruktur des Bonus-Malus-Systems zielkonformer ist als eine allgemeine Dieselpreisreduktion.

³⁶ im wesentlichen in Anlehnung an TCS 2000 (Kilometerkosten), aber mit reduzierten Fixkosten. Die Kaufkosten schlagen gemäss dieser Annahme mit etwa 12% zu Buche (Abschreibung, Verzinsung und Wertminderung), das gilt auch für den Bonus/Malus, d.h. er entspricht in dieser Rechnung einem Äquivalent von rund 300 – 350 CHF / a.



Figur 16 Vergleich der Jahreskosten infolge des Bonus-Malus-Systems und infolge der Dieselpreisverbilligung

Neben diese (theoretischen) Jahreskosten stellen wir einige pragmatische Kostenüberlegungen anhand des Vergleichs zweier Fahrzeuge mit ähnlichen Fahrleistungen (z.B. ein 2-L-Benzin-PW mit einem 2-L-Diesel-PW): Bei Kaufpreisdifferenzen von 2000 CHF (zulasten des Diesels) beträgt dessen Energiekostenvorteil etwa 400 bis 500 CHF bei der Annahme einer um 25% höheren Energieeffizienz des Dieselfahrzeugs³⁷. Der Kaufkostennachteil ist also bei heutigen Treibstoffpreisen in 4-5 Jahren wieder wettgemacht, bei höheren Fahrleistungen ist dies entsprechend früher der Fall. Offensichtlich könnte ein Bonus in der Grössenordnung der erwähnten 3000 CHF hier zu markanten Verschiebungen führen, da der Kaufkostennachteil des Diesel-PW in einen Vorteil umgewandelt wird während die Betriebskosten ohnehin schon günstiger sind. Durch den zusätzlichen Malus ergeben sich gar Preisdifferenzen von 3800 CHF, oder rund 15%. Betrachtet man das Segment der Kat. A-Fahrzeuge isoliert und unterstellt man eine Kaufpreiselastizität³⁸ von z.B. -0.8 bis -1, so wäre in diesem Segment, das derzeit rund 10% ausmacht, mit einer Zunahme von 12 bis 15% zu rechnen. Das ist aber sicher eine untere Grenze, da wie oben vermerkt Substitutionseffekte weit stärker zu Buche schlagen dürften.

Man kann dem weiter die Kostensenkung gegenüberstellen, die sich durch eine Dieselpreisabsenkung gemäss der oben diskutierten Variante (durch 25 Rp./l) ergäbe. Diese liegt

37 Annahmen: 14000 km/a bis 20'000 km/a, Verbrauch Benzin-PW: 8.3 l/100 km, Verbrauch Diesel-PW -25%, Treibstoffpreise wie im vorangehenden Kapitel.

38 Solche Elastizitäten schwanken je nach Quelle bzw. Erhebungsart und -umfeld sehr stark. In Infrac (2000) werden Werte von 0.25 bis über 1 zitiert.

bei rund 200 bis 300 CHF. Dieser Kostensenkung wurde „zugetraut“, dass sie einen markante Verlagerung hin zu Diesel auslösen könne. Demnach darf man erwarten, dass auch ein zwar einmaliger, aber ausgesprochen markanter Kaufbonus in der Grössenordnung von 3000 CHF eine namhafte Verschiebung in Richtung A-Kategorie (sprich Diesel) auslösen wird. Dieser Effekt mag womöglich etwas geringer sein als im Dieselförderszenario, aber zusammen mit der Effizienzsteigerung innerhalb der Segmente (namentlich Vermeiden des Malus) darf man davon ausgehen, dass die Effizienzzunahme bzw. die CO₂-Reduktion durchaus in der gleichen Grössenordnung liegt wie das Dieselförderszenario (im Dieselszenario wurde der Beitrag mit rund 300'000 t CO₂ per 2010 veranschlagt). Im Vergleich dazu sind die dafür nötigen finanziellen Mittel hier zwar hoch (im erwähnten Beispiel rund 90 Mio CHF), aber geringer als die Geldumlagerungen, welche im Dieselförderszenario benötigt wurden (z.B. in Variante 1: zu kompensierende Mineralölsteuerausfälle von gegen 400 Mio Fr. im Jahr 2010). So betrachtet ist ein Bonus-Malus-System als effizienter einzustufen als eine allgemeine Dieselförderung durch Preisverbilligung.

5.5. VOLLZUGSASPEKTE

Mit dem Bonus/Malus-Modell sollen neu in Verkehr gesetzte energieeffiziente Fahrzeuge zum Zeitpunkt des Erstkaufes gefördert werden. Mit der Energie-Etikette ist eine wichtige Vollzugsfrage gelöst. Es bleiben aber weitere Punkte anzusprechen, wie

- › Wer legt die Bonus/Malussätze fest? Wie werden mögliche Schwankungen ausgeglichen? Wie erfolgt die Dynamisierung?
- › Wie werden die Zahlungsströme abgewickelt? Wie erfolgen die Abrechnung, das Clearing, etc ?

Festlegung und Abwicklung der Bonus/Malus-Beträge

Zweckmässigerweise werden die Bonus/Malussätze vom Bundesamt für Energie (BFE) jährlich festgesetzt. Im ersten Jahr erfolgt die Festlegung der Sätze anhand der Erstinverkehrssetzungen des vergangenen Jahres sowie einer Abschätzung der Verhaltensreaktionen. In den Folgejahren werden neben den letztjährigen Erstinverkehrssetzungen und der erwarteten technologischen Entwicklung der Stand des Fonds sowie der erwarteten Reaktionen der Fahrzeugkäufer bei der Festlegung berücksichtigt. Die Sätze sind so festzulegen, dass sich die Bonus- und Maluszahlungen mittelfristig ausgleichen (Aufkommensneutralität).

Der Bonus resp. Malus wird dem Fahrzeughalter zum Zeitpunkt der Erst-Inverkehrsetzung mittels eines einmaligen Betrags ausgerichtet. Von der Förderung betroffen sind nur neue, d.h. erstmalig bei den Kantonen in Verkehr gesetzte Fahrzeuge³⁹.

Für die Erhebung der Bonus/Malus-Beträge sind grundsätzlich zwei verschiedene Varianten denkbar. Die Erhebung der Beträge kann bei den kantonalen Strassenverkehrsämtern im Rahmen der Zulassung oder beim Import der Fahrzeuge durch die Eidg. Zollverwaltung (EZV) erfolgen. In Infrac/Metron 2001 wurde der ersten Variante der Vorzug gegeben:

- › Werden die Bonus/Malus-Beträge beim Import der Fahrzeuge erhoben, sind die Zahlungen von den Importeuren im Voraus zu leisten, unabhängig, wann und ob das Fahrzeug in Verkehr gesetzt wird. Andererseits würden die Importeure bei den energieeffizienten Fahrzeugen Boni erhalten, ohne sie überhaupt verkauft zu haben.
- › Bei den kantonalen Strassenverkehrsämtern sind die Zulassungsverfahren bereits Routine, sie kennen die notwendigen Daten (und in Bälde die Energie-Etikette), der Vollzug bräuchte nur geringe Zusatzaufwendungen.
- › Ein Sonderfall stellen die zum Eigengebrauch direkt importierten Fahrzeugen dar: ein allfälliger Bonus oder Malus wird aufgrund des vom Käufer über den Hersteller nachgewiesenen oder behördlich geschätzten Verbrauch bestimmt.
- › Die finanziellen Ströme (Zahlungen) werden über einen vom BFE speziell eingerichteten Fonds abgewickelt. Der Fonds hat aufgrund hoher Boni zusätzlich auszuschüttende Beträge abzusichern. Da die Verhaltensreaktionen der Fahrzeugkäufer unsicher sind, sollte in den ersten Jahren ein finanzieller Rückhalt geschaffen werden, um allfällige zusätzliche Zahlungen resp. Schwankungen auszugleichen.
- › Die Bonus/Malus-Sätze orientieren sich an der Energie-Etikette (zur Frage weiterer Anforderungen vgl. Abschnitt 5.7). Dieses wird gemäss Verordnungsentwurf dynamisch angepasst, da es sich am Durchschnittsverbrauch der angebotenen Neuwagen orientiert, welcher mutmasslich jährlich sinken wird. Gleichzeitig werden die Kategorien so festgelegt, dass max. ein Siebtel aller Fahrzeuge in die Kat. A fallen. Damit ist auch für den Förderbetrag eine obere Grenze eingebaut (Beispiel: bei rund 300'000 Neuwagen wie heute sind das max. ca. 50'000; bei einem Bonus von CHF 3000 sind dies max. 150 Mio CHF. Würden luft-hygienische Zusatzanforderungen integriert, wäre das Ausmass deutlich geringer.) Weil

³⁹ Ausgenommen sind

- > Fahrzeuge, die bereits in anderen Kantonen immatrikuliert worden sind und aufgrund eines Verlegung des Standortkantons oder eines Halterwechsels neu zugelassen werden,
- > Fahrzeuge, die bereits im Ausland in Verkehr gesetzt worden sind und neu in der Schweiz zugelassen werden.

die Reaktionen des Marktes nur schwer abschätzbar sind, können sich vor allem in der Anfangsphase beträchtliche Schwankung beim Finanzierungsziels ergeben.

Gesetzliche Grundlagen

Die Frage der gesetzlichen Grundlage eines Bonus/Malus-Systems wurden in Infrac/Metron 2001 angesprochen. Demnach müsste der Gesetzgeber, um ein Bonus/Malus-System auf Bundesebene zu realisieren, dieses mit einer neuen gesetzlichen Grundlage einführen. In der Botschaft zum Energiegesetz betont der Bundesrat, dass im Rahmen des EnG als marktwirtschaftliche Instrumente Zertifikatlösungen, jedoch keine Bonus/Malus-Modelle eingeführt werden sollen: „Ausgeschlossen sind Lenkungsabgaben auf Anlagen, Fahrzeugen und Geräten und damit auch das im Vernehmlassungsentwurf noch enthaltene Bonus-Malus-System“ (Bundesrat 1996).

Eine Alternative dazu besteht darin, das Bonus-Malus-System in die **Automobilsteuer** zu integrieren. Seit 1997 erhebt die Zollverwaltung bei der Einfuhr und bei der Herstellung im Inland eine Automobilsteuer von 4 % auf dem Wert. Die Automobilsteuer hat die Fiskalzölle auf Automobilen und ihren Teilen ersetzt. Sie ist heute eine Verbrauchssteuer mit ausschliesslich fiskalischen Zielen und bringt jährliche Einnahmen von über 300 Mio CHF (2001). Diese Einnahmen werden zu 99,9 % bei der Einfuhr erzielt. Der Einbau des Bonus-Malus-Systems in die Automobilsteuer würde den Charakter der Steuer ändern (in Richtung Lenkungsabgabe) und würde eine Gesetzesänderung bedingen. Im Unterschied zur oben skizzierten Lösung wäre es jedoch keine „neue“ Steuer, wodurch die Einführung kurzfristiger möglich scheint. Der Vollzug kann etablierte Prozeduren nutzen, wird aber aufwendiger, weil für jedes importierte Fahrzeug die Automobilsteuer fahrzeugspezifisch festgelegt würde, d.h. neben dem Warenwert muss auch seine Klassierung (gemäss Energie-Etikette und ggf. lufthygienische Zusatzanforderungen, vgl. Abschnitt 5.7) bekannt sein. Nachteilig bleibt in diesem Modell der oben bereits erwähnte Umstand, dass – wenn die Bonus/Malus-Beträge beim Import der Fahrzeuge erhoben werden – die Zahlungen von den Importeuren im Voraus zu leisten sind, unabhängig, wann und ob das Fahrzeug in Verkehr gesetzt wird. Andererseits würden die Importeure bei den energieeffizienten Fahrzeugen Boni erhalten, ohne sie überhaupt verkauft zu haben. Soll der Bonus/Malus-Effekt greifen, müsste dafür gesorgt werden, dass die Beträge tatsächlich an die Konsumenten als Bonus bzw. Malus weitergegeben werden. Eine Variante könnte allenfalls darin bestehen, die Automobilsteuer zweistufig zu erfassen (4% wie bisher beim Import, die Bonus/Malus-Beiträge über die kantonalen Strassenverkehrsämter bei der effektiven Neuzulassung), was allerdings den Vollzugsaufwand weiter erhöhen würde.

5.6. MOTORFAHRZEUGSTEUERN NACH VERBRAUCH DIFFERENZIEREN?

Ausgangslage

Eine Alternative (oder Ergänzung) zum Bonus-Malus-System für Neufahrzeuge ist die Einführung einer Differenzierung der Motorfahrzeugsteuern nach dem Verbrauch. Die Motorfahrzeugsteuern werden von den Kantonen nach unterschiedlichen Bemessungskriterien erhoben. Die Arbeitsgruppe „Differenzierung der kantonalen Motorfahrzeugsteuern nach Treibstoffsteuern“ (Infras 1999) hat den Kantonen empfohlen, „aus Vollzugs- und Effizienzgründen von einer verbrauchsabhängigen Differenzierung der Motorfahrzeugsteuern abzu-
sehen und eine Besteuerung nach Gesamtgewicht einzuführen. Dieses Kriterium ist eine einfache, weitgehend zielkonforme Bemessungsgrundlage. Mit einer Umstellung auf das Gesamtgewicht wird die Harmonisierung der Besteuerungsgrundlagen gefördert. Ergänzend könnten die Motorfahrzeugsteuern aus lufthygienischen Gründen nach den EURO-Grenzwerten differenziert werden.“

Nachdem die Energie-Etikette eingeführt wird, stellt sich die Frage, ob diese Empfehlung zu revidieren sei und ein Bonus-Malus-System auf dieser Basis eingeführt werden solle.

Ziele und Zielkonflikte

Die kantonalen Motorfahrzeugsteuern dienen der Mittelbeschaffung zur Deckung des Aufwands für den Strassenbau und -unterhalt. Die gesamtschweizerischen Einnahmen dieser zweckgebundenen Steuern betragen pro Jahr rund 1,7 Mrd. Franken. Mit einer Differenzierung der Motorfahrzeugsteuern nach Treibstoffverbrauch, oder einem Bonus-Malus-System, soll neben der Beschaffung von stabilen Einnahmen zusätzlich ein Anreiz zum Kauf sparsamer Fahrzeuge und damit ein Beitrag zur Reduktion des Energieverbrauchs resp. der CO₂-Emissionen geleistet werden.

Die Arbeitsgruppe hat schon damals Zielkonflikte ausgemacht:

- › zwischen einer stabilen Mittelbeschaffung und einer möglichst grossen energiepolitischen Wirkung,
- › zwischen dem Anreiz, vermehrt verbrauchsarme Fahrzeuge zu kaufen und einer Kompensation der dadurch erzielten Treibstoffeinsparungen, etwa in Form einer Zunahme von Zweitwagen oder einer Erhöhung der Fahrleistungen,
- › zwischen der Reduktion des Treibstoffverbrauchs und der CO₂-Emissionen sowie der daraus resultierenden Erhöhung der Luftschadstoffemissionen bei einer Förderung des Dieselmotors. Die Ausrichtung auf das energiepolitische Ziel sollte nicht zu einer Erhöhung der Emissionen führen.

Lenkungswirkung

Im weitem hat die Gruppe festgehalten – und an dieser Feststellung hat sich nichts geändert –, dass der Lenkungseffekt einer Differenzierung der Motorfahrzeugsteuern aufgrund der indirekten und längerfristigen Wirkung relativ gering ist. Die geringe Wirkung ist dadurch zu erklären, dass die Motorfahrzeugsteuern bei einer aufkommensneutralen Ausgestaltung nur einen kleinen Teil der Fahrzeugkosten ausmachen und als Bestandteil der fixen Kosten über eine Anpassung des Fahrzeugbestandes nur indirekt auf den Treibstoffverbrauch wirkt. Deshalb ist es zweckmässiger, direkt beim Kaufentscheid anzusetzen. Die internationalen Erfahrungen zeigen, dass von einer Differenzierung der Verkaufssteuern eine höhere Wirkung zu erwarten ist als von der Differenzierung der Motorfahrzeugsteuern. Zur Erzielung einer möglichst hohen Wirkung sollte die Differenzierung beim Kauf des Fahrzeuges spürbar sein und mit flankierenden Massnahmen (Information, Kommunikation) verbunden sein. Überdies werden bei der Steuer nicht nur neue Kaufentscheide bewirkt, sondern es werden vor allem bisherige Entscheide (Altfahrzeuge) honoriert, von denen keine neue Lenkungswirkung zu erwarten ist.

Vollzugsaspekte

Die Energie-Etikette gilt für Neufahrzeuge. Damit sind für ein Bonus-Malus-System beim Kaufentscheid wichtige Vollzugsprobleme ausgeräumt. Im Fall der Motorfahrzeugsteuern müsste der Treibstoffverbrauch bzw. die Energie-Etikette auch für Altfahrzeuge definiert werden. Trotz kantonaler Regelungen wäre es zweckmässig, diese Energie-Etikette in allen Kantonen abgestimmt zu erfassen. Das ist grundsätzlich machbar, da seit 1996 der Treibstoffverbrauch einheitlich nach der gleichen Methode erhoben wird (NEFZ). Für früher in Betrieb gesetzte Fahrzeuge müsste eine Übergangsregelung getroffen werden; diese gilt für immer weniger Fahrzeuge und sollte kein grundsätzliches Problem darstellen. Das zeigen auch die bestehenden Erfahrungen im In- und Ausland (z.B. Kanton Luzern, Österreich, Dänemark). Schwieriger dürfte dies werden, wenn lufthygienische Zusatzanforderungen in das Bonus-Malus-System eingebaut werden (wie z.B. Partikelfilter oder zu einem späteren Zeitpunkt DeNox-Systeme). Das würde voraussetzen, dass der/die HalterIn den Nachweis eines (funktionierenden) Abgasnachbehandlungssystems (wie Filter) liefern müsste. Dazu wäre ein Zertifikat (durch die EMPA oder ein vergleichbares Institut) nötig, was als Novum erst entwickelt und eingeführt werden müsste. Der Vollzug würde damit recht aufwendig.

Ausgestaltung

Ein Bonus-Malus-System bezüglich Motorfahrzeugsteuer kann grundsätzlich wie das oben für den Kaufentscheid skizzierte Modell ausgestaltet werden. Allerdings ist der Spielraum

geringer. Konkret dürfte ein solches Modell die Fahrzeuge der Kat. A (und ggf. lufthygienischen Zusatzbedingungen) bevorzugen (z.B. 50% Steuerrabatt), was durch die ineffizienteren Fahrzeuge aufgebracht werden müsste (z.B. 10-15% Erhöhung für ineffizientere Fahrzeuge). Die Wirkung wird von der Struktur her sehr ähnlich sein wie jene des Bonus-Malus-Systems für Neufahrzeuge vom Umfang her aber deutlich geringer, weil auch Altfahrzeuge honoriert werden, bei denen die Massnahme keine (zusätzliche) CO₂-Reduktion auslöst. Der Gesamtbeitrag dürfte auch deshalb geringer sein, weil kaum damit zu rechnen ist, dass alle Kantone das gleiche Differenzierungsmodell einführen würden.

5.7. UMWELTASPEKTE

Weil ein Bonus-Malus-System faktisch und auf absehbare Zeit eine Dieselförderstrategie ist, gelten aus Sicht der Luftreinhaltung und des Schutzes der menschlichen Gesundheit die gleichen Vorbehalte wie im Dieselszenario, wo die Förderungswürdigkeit nur Fahrzeugen mit Partikelfilter (und zu einem späteren Zeitpunkt mit DeNox-Systemen) zugesprochen wurde. Zum Schutze der menschlichen Gesundheit und als lufthygienische Zusatzbedingung müssten solche Abgasnachbehandlungssysteme eingeführt werden, was bei dieser Massnahme – im Unterschied zur Dieselförderung über den Dieselpreis – möglich ist, aber den Vollzug aufwendiger macht. Wird das Bonus-Malus-System an die Automobilsteuer gekoppelt, so muss, wie in Abschnitt 5.5 ausgeführt, für jedes importierte Fahrzeug nicht nur die Energie-Kategorie (gemäss Etikette) bekannt sein, sondern auch ob das (Diesel-)Fahrzeug die neuesten EURO-4-Grenzwerte einhält und überdies mit einem Partikelfilter resp. einen entsprechend tiefen Partikelemissionsgrenzwert einhält. Vorschläge für einen solchen Grenzwert hat das deutsche Umweltbundesamt bereits gemacht. Die Alternative besteht im Vertrauen auf eine neue Gesetzgebungsstufe auf EU-Ebene. Dieser Pfad braucht allerdings einen langen Atem, da solche EU-Beschlüsse noch in weiter Ferne sind. Jedoch haben die EU-Mitgliedstaaten die Möglichkeit, die Einführung von neuen Technologien zu beschleunigen, indem sie über finanzielle Anreize diese bevorzugen (z.B. Steuererleichterung für EURO4-Fahrzeuge, die vor dem offiziellen EURO-4-Einführungstermin von 2006 in den Verkehr gesetzt werden). Im konkreten Fall fehlt aber noch eine Stufe „EURO-5“, so dass entsprechende Anreize derzeit noch nicht möglich sind. Es laufen allerdings Diskussionen, um solche Anreizsysteme auch über die beschlossene Stufe EURO-4 hinaus zu ermöglichen (wie Steuererleichterungen für Diesel-PW mit Partikelfilter oder DeNOx-System). Es besteht kein grundsätzliches Hindernis, für ein schweizerisches Bonus-Malus-System eigene Bedingungen festzulegen.

Als Fazit ergibt sich, dass ein Bonus-Malus-System, das sich lediglich auf die Energieeffizienz abstützt, machbar ist, aber den Vollzug aufwendiger macht. Vor allem aber stehen dem lufthygienische Vorbehalte gegenüber. Der Einbezug von lufthygienischen Anforderungen wie die Einhaltung speziell tiefer Grenzwerte oder die Ausrüstung mit Abgasnachbehandlungstechniken macht den Vollzug des Vorschlags (unwesentlich) aufwendiger, weil einerseits die dazu nötigen Bedingungen erst festzulegen wären und andererseits die Bedingungen (z.B. beim Import) fahrzeugspezifisch geprüft werden müssten. Im Fall der kantonalen Motorfahrzeugsteuern wäre es vollzugsseitig deutlich komplizierter und aufwendiger, solche lufthygienischen Zusatzanforderungen zu berücksichtigen, weil die dafür nötigen Kontrollinstrumente entwickelt und eingesetzt werden müssten.

5.8. OPPORTUNITÄTSKOSTEN DER MASSNAHME

Betrachtet man nur die Verbrauchsseite der Massnahme so resultiert eine CO₂ Wirkung von ca. 275'000 t bei Opportunitätskosten von ca. 90 Mio CHF resp. ca. 330 CHF pro Tonne CO₂ Opportunitätskosten.

5.9. FAZIT

Ein Bonus-Malus-System hat gegenüber der allgemeinen Dieselförderung über den Treibstoffpreis entscheidende Vorteile:

- › gezielte Auswahl des Fördersubjekts (effiziente und ggf. emissionsarme Fahrzeuge),
- › keine (ungerechtfertigte) Bevorzugung des Güterverkehrs,
- › (praktisch) kein Eingriff ins internationale Preisgefüge und damit den Tanktourismus⁴⁰.

Faktisch läuft ein Bonus-Malus-System auf Dieselförderung hinaus, setzt aber auch Signale zur Effizienzsteigerung innerhalb der Benzin-Segmente. Das heisst, dass der Dieselanteil markant zunehmen dürfte (wenn auch geringer als im Dieselszenario), gleichzeitig nimmt aber auch der mittlere Treibstoffverbrauch innerhalb der Benzin- wie Dieselsegmente ab, so dass mit einer ähnlich grossen CO₂-Reduktion gerechnet werden kann wie beim Dieselszenario. Vollzugsseitig kann das Bonus-Malus-System über die Automobilsteuer implementiert werden. Das bedingt eine Gesetzesanpassung und erhöht den Vollzugaufwand.

Vorbehalte bleiben aus Umweltoptik wegen der faktischen Dieselförderung bzw. der zugehörigen Partikel-Problematik: förderungswürdig sind Dieselfahrzeuge nur, wenn sie die EURO-4-Grenzwerte einhalten und mit Abgasnachbehandlungssystemen wie Partikelfilter

⁴⁰ Es wäre zwar auch mit Steuerausfällen zu rechnen, weil im Dieselmarkt eine Tendenz zu Käufen im Ausland besteht. Wir beurteilen das Ausmass aber als vergleichsweise gering.

(und später DeNOx-Systemen) ausgerüstet sind. Wird eine auf Kat. A-Neu-Fahrzeuge fokussierte Förderung in diesem Sinne lufthygienisch ergänzt, so erhöht dies den Vollzugsaufwand unwesentlich (z.B. PM-Filter-Nachweis).

Folgerungen zum Bonus-Malus-System für die kantonalen Motorfahrzeugsteuern

Ein Bonus-Malus-System bei der Motorfahrzeugsteuer kann grundsätzlich wie das bei der Verkaufssteuer praktizierte Modell ausgestaltet werden. Der Lenkungseffekt einer Differenzierung der Motorfahrzeugsteuern ist aufgrund der indirekten und längerfristigen Wirkung jedoch relativ gering. Der Gesamtbeitrag dürfte auch deshalb wesentlich geringer sein, weil kaum damit zu rechnen ist, dass alle Kantone das gleiche Differenzierungsmodell einführen würden. Zweckmässiger und effizienter ist deshalb ein System, das beim Kauf ansetzt. Das Dilemma zwischen Energieeffizienz und Lufthygiene bleibt auch bei der Differenzierung der Motorfahrzeugsteuern gleichgelagert. Der Aufwand für den Vollzug dieses Modells ist allerdings erheblich: zum einen müsste die Energie-Etikette auf alle Fahrzeuge ausgedehnt werden (was machbar, aber für den Grossteil der Fahrzeugtypen erst noch durchzuführen ist), zum andern müssten die lufthygienischen Anforderungen fahrzeugspezifisch kontrolliert werden, was vor allem für besondere Abgasnachbehandlungstechniken wie Partikelfilter aufwendig ist, weil diese Informationen noch nirgends registriert sind.

6. GAS ALS TREIBSTOFF

6.1. ÜBERSICHT

Bei der Betrachtung von Gasfahrzeugen unterscheidet man grundsätzlich zwischen zwei Kraftstoffen: Flüssiggas (LPG) und Erd-/Biogas. Ca. 40% des Weltmarktangebotes von LPG resultiert als ein Nebenprodukt von Raffinerieoperationen und 60% aus der Separierung von Naturgasprodukten⁴¹. Der erste, kostengünstigere Teil ist allerdings nur begrenzt verfügbar. LPG wird primär bei der Umrüstung von Ottomotoren benützt. LPG ist schwerer als Luft, wodurch in geschlossenen Räumen ein gewisses Gefahrenpotenzial entsteht. Erdgas hat eine hohe Oktanzahl (134) was eine hohe Verdichtung und damit einen guten Wirkungsgrad der Motoren ermöglicht. Bio- oder Kompogas wird aus landwirtschaftlichem Mähgut, Gülle und organischen Abfällen gewonnen. Die Zusammensetzung von Biogas schwankt je nach Herkunft und Produktion.

Erdgasfahrzeuge sind mit unterschiedlichen Antriebsarten erhältlich. Man unterscheidet zwischen bivalenten (wahlweiser Antrieb von Erdgas und Benzin) und monovalenten Fahrzeugen d.h. das Fahrzeug wird nur von Erdgas angetrieben. Zudem gibt es Fahrzeuge, welche für den Gasbetrieb nachgerüstet werden. Die Nachrüstung von Euro1-3 Fahrzeugen ist relativ unproblematisch und kostet ca 3'000 bis 10'000 CHF pro Fahrzeug⁴². Euro 4 Fahrzeuge sind innerhalb eines angemessenen finanziellen Rahmens praktisch nicht mehr umrüstbar. Dies bedingt in Zukunft den Einsatz von speziell auf den Gasbetrieb konstruierten Fahrzeugen.

Der Betrieb von Gasfahrzeugen bedingt den Aufbau einer Tankstelleninfrastruktur, v.a. bei Erdgasfahrzeugen. Das Fehlen einer solchen Infrastruktur führt meist zu einer Anwendung von Gasfahrzeugen bei Transportunternehmen, welche lokal operieren und über eigene Betankungsmöglichkeiten verfügen (z.B. Busbetriebe, Taxis) respektive zum Einsatz von bivalenten Fahrzeugen.

6.2. ÜBERBLICK ENTWICKLUNG EUROPA

Die EU Kommission hat in einem Green Paper als Ziel bis ins Jahr 2020 den Ersatz von 20% der konventionellen durch alternative Treibstoffe⁴³ für den Strassenverkehrssektor festgelegt⁴⁴. Der grossflächige Einsatz von Erdgas bedingt für eine Ausnutzung des Effizienzpo-

⁴¹ www.lpga.co.uk

⁴² Angaben von VSG Schweiz und LP Gas Association UK; Euro 0 Fahrzeuge sind noch günstiger umzurüsten.

⁴³ Biotreibstoffe, Erdgas und Wasserstoff werden dabei primär als erfolgversprechend betrachtet

⁴⁴ COM(2000) 769 vom 29.11.2000

tenziales den Einsatz von Gasfahrzeugen, d.h. für den Gebrauch von Erdgas optimierten Fahrzeugen, welche nur diesen Treibstoff brauchen. In einem optimistischen Entwicklungsszenario sieht die EU einen Erdgasanteil von 0% im Jahre 2005, 2% im Jahre 2010, und 10% im Jahre 2020 d.h. im Vergleich zu den Biotreibstoffen wird dem Erdgas ein mittelfristiges Potenzial zugesprochen. Dies würde im Jahre 2020 ca. 24 Millionen Gasfahrzeuge in Europa bedeuten oder 50x mehr Gasfahrzeuge als heute in Europa zirkulieren⁴⁵. Gas soll primär aus Gründen der Versorgungssicherheit und der Diversifikation der Energieträger eingesetzt werden. LPG resultiert als Nebenprodukt bei der Erdölraffinierung und als Teil bei der Produktion von Erdgas. Eine Ausdehnung des LPG-Angebotes durch eine zielgerichtete Produktion von LPG aus schwereren Petroleumteilen wird von der EU aus Umweltgründen nicht weiter propagiert. Biogas wird von der EU den Biotreibstoffen zugeordnet.

Italien spielt mit fast 400 000 Fahrzeugen welche Erdgas tanken in Europa eine Vorreiterrolle. Das restliche Europa hat noch 50 000 weitere Fahrzeuge. Holland, Italien und UK haben einen relativ hohen Anteil von Gasfahrzeugen welche LPG benutzen^{46,47}. In Deutschland zirkulieren ca. 15'000 Gasfahrzeuge mit 320 Tankstellen (davon viele Betriebstankstellen), wobei in den nächsten 5 Jahren ein Ausbau auf ca. 1'000 Tankstellen geplant ist⁴⁸. Erdgas genießt bis Ende 2020 in Deutschland eine Steuerbefreiung von 75% der Mineralölsteuer. Dadurch kommt Erdgas auf einen Preis von durchschnittlich 0.61€/kg⁴⁹ verglichen mit 1.04 €/l Superbenzin und 0.84 €/l Diesel⁵⁰, d.h. Erdgas ist ca. 60% billiger als Benzin und 40% billiger als Diesel. Ohne die relative Subventionierung resp. mindere Fiskalbelastung wäre Erdgas aber, zumindest heute klar teurer als beide Treibstoffe. Zusätzlich werden Erdgasfahrzeuge von Gaswerken oder -verbänden subventioniert. Bei monovalenten Fahrzeugen ist zudem auch die Strassenverkehrssteuer reduziert und es existieren viele lokale Förderprogramme z.B. für Busse oder Taxis.

In der Schweiz operieren gegenwärtig 30 Erdgas-Tankstellen⁵¹ und etwas mehr als 500 Fahrzeuge. Zur Zeit sind sechs Kompogas-Anlagen mit einer totalen Kapazität von 55 000 t/Jahr in Betrieb⁵². Eine Anlage mit 10 000 t/Jahr kann dabei ca. 700 000 Liter Benzinäqui-

45 ENGVA press release, 12.12.2001

46 ENGVA

47 weitere Länder mit einer hohen Zahl Erdgasfahrzeuge sind Argentinien (>600 000 Fz) und Pakistan (>100 000 Fz); Quelle ENGVA, Stand 7/2001

48 „Erdgas mobil“ Pressemitteilung vom 19.4.2002

49 1 kg Erdgas ergibt so viel Energie wie 1.5 Liter Benzin oder 1.25 Liter Diesel

50 <http://www.gibgas.de/german/fakten/preisfindung.html#b>

51 www.erdgas.ch

52 www.kompogas.ch; eine siebte ältere Anlage hat keine Energienutzung

valent produzieren d.h. theoretisch wäre heute eine Produktion von ca. 4 Millionen Liter Benzinäquivalent pro Jahr möglich⁵³. Biogas ist bei den gegenwärtigen Produktionsmengen befreit von der Treibstoffbesteuerung. Kompogasanlagen stellen aber heute vornehmlich Elektrizität und nicht Treibstoff her, da dieses Produkt für sie wirtschaftlich attraktiver ist.

6.3. LUFTSCHADSTOFF-EMISSIONEN

Erdgas reduziert die Emissionen von Schadstoffen wie NO_x , NMHC, N_2O und anderen Kohlenwasserstoffen. Dies gilt aber v.a. für speziell für den Gasbetrieb gebaute Fahrzeuge und nicht für nachträglich umgebaute. Im Vergleich zu Dieselmotoren weisen Gasmotoren auch niedrigere Partikel- und NO_x -Emissionswerte aus, wenngleich sich dieser Vorteil mit neuen Motorentechnologien und der Abgasnachbehandlung (Partikelfilter) bei Dieselmotoren verkleinert⁵⁴.

6.4. TREIBHAUSGASEMISSIONEN

Erdgas wird wie andere konventionelle Treibstoffe in die Schweiz importiert. Der Einfluss der vorgelagerten Prozesse wird daher nur sekundär betrachtet⁵⁵. Primär werden die Treibhausgasemissionen im Fahrbetrieb untersucht, basierend auf verschiedenen Literaturquellen. Bei Biogas muss wiederum auch der vorgelagerte Prozess in eine Gesamtbetrachtung miteinbezogen werden.

6.4.1. TREIBHAUSEFFEKT ERDGAS

Die Treibhausgasemissionen von Gasmotoren können mit Benzin- (v.a. für leichte MFZ) und mit Dieselmotoren (v.a. bei schweren Fahrzeugen) verglichen werden. Die nachstehenden zwei zeigen die Resultate verschiedener Studien.

⁵³ theoretisch, weil dies das Produktionspotenzial ist und die Kompogasanlagen Strom (mit einem BHKW) oder Treibstoff produzieren.

⁵⁴ Siehe etwa Rütter, Emissionen und Verbrauch von Gasmotoren für schwere Nutzfahrzeuge, EMPA, 2001

⁵⁵ Der Einfluss der Verluste in der Produktion und in der Verteilung von Gas wird in neueren Untersuchungen auch als geringer betrachtet als in früheren Analysen wo z.B. in Russland sehr grosse Pipeline-Verluste berechnet wurden; siehe z.B. GM et.al.2001

RELATIVE VERÄNDERUNG VON TREIBHAUSGASEN BEI EINER BENUTZUNG VON GAS (NUR BETRIEB) ⁵⁶		
Quelle	Vergleich mit Diesel	Vergleich mit Benzin
EMPA, 2002; leichte MfZ ⁵⁷	-5 bis -15% ⁵⁸	-20 bis -30% ⁵⁹
EMPA, 2001 Motorenvergleich, schwere Fz	-1% bis + 5%	kein Vergleich
EU, 2001	kein Vorteil (allg.)	- 15 bis -20%
BUWAL, 1998; leichte MfZ	- 17%	- 22%
BUWAL, 1998; schwere MfZ	+ 4%	kein Vergleich
BUWAL, 1998 basierend auf Bussen	+13% ⁶⁰	kein Vergleich
EBP, 1995, Busse ⁶¹	+ 2%	kein Vergleich

Tabelle 3

RELATIVE VERÄNDERUNG VON TREIBHAUSGASEN BEI EINER BENUTZUNG VON GAS (INKL. VORLAGERTE PROZESSE) ⁶²		
Quelle	Vergleich mit Diesel	Vergleich mit Benzin
General Motors et.al, 2001	+ 6%	- 8%
BUWAL, 1998; leichte MFZ	- 5%	- 16%
BUWAL, 1998; schwere MFZ	+ 18 %	kein Vergleich
EBP, 1995, Busse	+ 11%	kein Vergleich

Tabelle 4

Erdgas weist v.a. bei leichten Benzinfahrzeugen und in geringerem Masse bei leichten Dieselfahrzeugen einen Vorteil bezüglich Treibhauseffekt auf. Es ist aber fraglich, inwieweit dieser Vorteil mit der Durchdringung neuer und sparsamerer Benzintechnologie in diesem Masse erhalten bleibt. Bei schweren Dieselfahrzeugen hat Erdgas keinen Vorteil.

⁵⁶ CO₂, CH₄ und N₂O entsprechend GWP vom IPCC

⁵⁷ Kommunikation mit C. Bach, EMPA, 19.6.2002

⁵⁸ Tiefster Wert bivalente Gasfahrzeuge; höchster Wert monovalente aufgeladene Erdgasfahrzeuge, welche heute noch nicht im Markt sind

⁵⁹ Tiefster Wert bivalente Gasfahrzeuge; höchster Wert monovalente aufgeladene Erdgasfahrzeuge, welche heute noch nicht im Markt sind

⁶⁰ basierend auf den Daten von 12 Bussen während 2 Jahren. Der Energieverbrauch der Gasbusse war 45% höher als von Dieseln.

⁶¹ Berechnung Grütter anhand Annex 2 mit IPCC GWP

⁶² CO₂, CH₄ und N₂O entsprechend GWP vom IPCC

6.4.2. TREIBHAUSEFFEKT BIOGAS

Der Treibhauseffekt von Bio- oder Kompogas hängt vom Ausgangsstoff, von der Verarbeitung, wie auch von der üblichen Verwendung der Abfallstoffe ab. BFE 1998 weisen negative THG-Emissionen aus, da beim Kompostieren (dies entspricht dem „Normalfall“ bei Abwesenheit der Erzeugung von Biogas) relativ hohe Mengen Methan entweichen. Das Produktionspotenzial von Biogas wird auf ca. 80 Millionen Liter Benzinersatz pro Jahr geschätzt⁶³. Bei der Biogasnutzung steht die Stromerzeugung, bei der Holznutzung die Wärme- und Stromerzeugung aber in Konkurrenz zur Treibstoffherzeugung. Im heutigen wirtschaftlichen Umfeld produzieren deshalb die Kompogasanlagen primär Strom, da dies das rentablere Produkt darstellt – trotz Befreiung von der Mineralölsteuer. Das technisch realisierbare und das wirtschaftlich umgesetzte Potenzial der Treibstoffherzeugung sind deshalb nicht deckungsgleich. Eine verstärkte Förderung und eine vermehrte Produktion von Biogas und dessen Benutzung als Treibstoff wäre aber unter dem CO₂-Gesichtspunkt sehr zu fördern.

6.5. RAHMENBEDINGUNGEN DES EINSATZES VON GAS

Der massive Einsatz von Gas bedingt drei Komponenten, welche alle attraktiv sein müssen für den Kunden, damit er sich für ein Gas- und gegen ein konventionelles Fahrzeug entscheidet:

- › Hohe Verfügbarkeit von Gas d.h. ein dichtes Tankstellennetz – für Privatbenutzer auch im Ausland
- › Verfügbarkeit von Fahrzeugen mit Gasbetrieb zu einem guten Preis- Leistungsverhältnis
- › Ökonomisch attraktive Treibstoffpreise

Gegenwärtig ist nur die erste Komponente partiell in der Schweiz erfüllt. Das Gasnetz soll weiter ausgebaut werden – nichtsdestotrotz ist die Dichte wesentlich geringer als von konventionellen Treibstoffen, was zu einem relativen Nachteil für den Einsatz von Gasfahrzeugen führt.

Weniger als 10 spezifisch für den Gasbetrieb hergestellte Fahrzeuge sind momentan in der Schweiz verfügbar. Die Preise sind zudem etwas höher als von vergleichbaren Dieselfahrzeugen⁶⁴ und wesentlich höher als von Benzinfahrzeugen. Umgerüstete Fahrzeuge sind in einer wesentlich breiteren Palette verfügbar. Diese sind aber energetisch weniger effi-

⁶³ BFE, 1998; entspricht ca. 1.5% des Benzin- und Dieselverbrauches; die EMPA geht von einem theoretisch möglichen Ersatz von 10% des Treibstoffverbrauches durch Biogas aus (umfasst Kompogas, Biogas, Synthesegas); Kommunikation mit C. Bach, EMPA, 19.6.2002

⁶⁴ 1'000 bis 5'000 CHF mehr als ein vergleichbares Dieselfahrzeug oder 2'000 bis 6'000 höher als ein Benzinfahrzeug; siehe auch www.erdgasfahrzeuge.de

zient, nicht auf den Gasbetrieb optimiert und in Zukunft, mit Euro 4 wird Umrüstung kein Thema mehr sein, da technologisch zu aufwändig. Zur Marktdurchdringung ist daher ein massiver Ausbau der Fahrzeugpalette notwendig. Sollten sich die Pläne der EU bezüglich Anzahl Gasfahrzeuge erfüllen, würde sich die Palette der Fahrzeuge sicherlich signifikant erhöhen, allerdings erst ab 2010 (bis 2010 ist erst eine Durchdringung von 2% Gasfahrzeugen im optimistischen Szenario vorgesehen). Kurz- und mittelfristig ist diese Hürde signifikanter Natur. Bei den schweren Gasfahrzeugen besteht der Nachteil des Zusatzgewichtes durch den Tank (bis zu 2.5 Tonnen zusätzlich) wodurch das Nutzgewicht abnimmt. Für den Fuhrunternehmer steigen dadurch die Kosten pro Tonne Nutzlast signifikant an, da der Energieverbrauch wie auch die LSVA in Abhängigkeit vom Gesamtgewicht sind. Schwere Gasfahrzeuge werden daher zurzeit praktisch keine in der Schweiz abgesetzt.

Tiefe Gaspreise führen zu einer Mehrnutzung dieses Treibstoffes, wie die Erfahrung in Italien gezeigt hat. Allerdings nicht alleine: Deutschland hat z.B. nach mehr als 2 Jahren günstigem Gas erst sehr wenige Fahrzeuge und auch Versuche in Zürich mit einem attraktiven Gaspreis führten zu keinem messbaren Erfolg. Eine Veränderung alleine der relativen Preise von Gas zu Benzin oder Diesel resultiert daher nicht in einer signifikanten Veränderung der Anzahl gasbetriebener Fahrzeuge. Die Mehrkosten der Gasfahrzeuge sind auch bei einer signifikanten Verbilligung des Gaspreises ein ökonomisches Hindernis. Die Zusatzkosten des Gasfahrzeuges sind z.B. mit den relativen Gas-/Benzinpreisen in Deutschland erst ab ca. 100'000 km oder nach 6 Jahren eingefahren und dies bei einer statischen Betrachtung d.h. ohne Diskontierung⁶⁵. Wirtschaftlich rentabel ist daher der Einsatz von Gasfahrzeugen, selbst bei einer massiven Vergünstigung des Gaspreises, erst bei einer wesentlich höheren Kilometerleistung pro Jahr.

Angesichts dieser Rahmenbedingungen optiert der schweizerische Gasverband kurzfristig für eine Strategie der Anpeilung von Kunden im Bereich Taxis und Flottenfahrzeuge. Ökonomische Argumente und ein begrenztes Tankstellennetz sind für diese Kundengruppen relevanter als für den Normalverbraucher. Eine signifikante Marktdurchdringung kann aufgrund dieser Umstände daher erst nach 2010 erwartet werden.

6.6. SZENARIO

Zwei Szenarien werden dargestellt:

⁶⁵ www.gibgas.de

- › Szenario 1: Reine Erdgasförderung, d.h. keine signifikante Zunahme von Biogaseinspeisung infolge fehlender wirtschaftlicher Attraktivität im Vergleich zur Stromerzeugung.
- › Szenario 2: Steigende Durchdringung im Gasmarkt mit Biogasfahrzeugen. Diese machen im Jahre 2010 10% (d.h. 7'500 Fz) und im Jahre 2020 20% (d.h. 80'000) Fz aus. Das Potenzial liegt (gemäss EMPA) bei ca. 10% des verbrauchten Treibstoffes oder ca. 350'000 Fz.

Tabelle 5 zeigt die Parameter, welche für die beiden Szenarien angenommen wurden.

Parameter Gasförderung			
Szenarium	THG Effekt pro km	Veränderungen sonstige Emissionen	Anzahl Gasfahrzeuge 2010 und 2020 (Annahme)
Erdgasförderung	-20% PW-Benzin -10% PW-Diesel	PW Benzin: NMHC und CO weniger Rest dito PW Diesel ⁶⁶ : PM und NO _x weniger Rest dito	basierend auf 2% resp. 10% Marktdurchdringung mit Erdgasfahrzeugen entsprechend EU-Strategie Gasfahrzeuge, d.h. 2010 ca. 75'000 Fzg, 2020 ca. 400'000 Fzg.
Erdgasförderung kombiniert mit spezieller Biogasförderung	Biogasfz -100%	Dito oben	7'500 Fz mit Biogas 2010 und 40'000 2020

Tabelle 5

Annahmen:

- › THG (Treibhausgas) Effekt: keine Betrachtung des Lebenszyklus. Die Methanemissionen des Verteilnetzes innerhalb der Schweiz werden nicht als signifikant höher eingestuft, als die Raffinerie- und Verteilemissionen resultierend aus inländischem Diesel und Benzin. Bei der Betrachtung des Absatzprinzips (nach CO₂-Gesetz und Kyoto-Protokoll) sind die inländischen Emissionen massgebend. Daher wird bei Gas der Vergleich der Fahrzeugemissionen vorgenommen. Zudem sind die vorgelagerten Emissionen bei Gas nicht von entscheidender Bedeutung.
- › Gegenwärtige schweizerische Tankstellenpreise: Erdgas 1.4 bis 1.8 CHF/kg und Biogas 1.19 CHF/kg⁶⁷. Biogas befreit von der Minerölsteuer bei Szenarium 2.
- › Einsatz von Gasfahrzeugen v.a. in Flotten und Taxis (nur PWs). Es wird angenommen, dass Gasfahrzeuge nach dem bestehenden Split Diesel- resp. Gasfahrzeuge ersetzen.

⁶⁶ vergleichbare Werte resultieren für Dieselmotoren bei einem Einsatz eines Partikelfilters und eines DeNO_x System; siehe EMPA, 2001

⁶⁷ VSG, 3-2002

Resultate Szenarien Gasförderung			
CO ₂ -Reduktion in Tonnen 2010		CO ₂ -Reduktion in Tonnen 2020	
Szenarium 1	Szenarium 2	Szenarium 1	Szenarium 2
36'000	52 000	170'000	350'000

Gemäss Basis- Szenario Modell INFRAS (Annahmen: 2% bzw. 10% des Verbrauchs der PW Benzin bzw. Diesel, mit den entsprechenden Reduktionen gemäss Tabelle 5)

Tabelle 6

Zum Vergleich: in den Dieselförder-Szenarien wird die CO₂-Reduktion per 2010 auf rund 300'000 t geschätzt, jene per 2020 auf 350'000 bis 400'000 t.

6.7. OPPORTUNITÄTSKOSTEN DER MASSNAHME

Betrachtet man nur die Verbrauchsseite der Massnahme so resultieren:

- › Szenarium 1 eine CO₂ Wirkung von ca. 36'000 t bei Opportunitätskosten von ca. 30 Mio CHF resp. ca. 900 CHF pro Tonne CO₂ Opportunitätskosten⁶⁸.
- › Szenarium 2 eine CO₂ Wirkung von ca. 52'000 t bei Opportunitätskosten von ca. 40 Mio CHF resp. ca. 800 CHF pro Tonne CO₂ Opportunitätskosten.

Eine reine Biogasförderung wäre dabei von den Opportunitätskosten der CO₂ Reduktion her am günstigsten. Diese Variante ist aber nicht realistisch, da es einerseits die Erdgasinfrastruktur braucht und andererseits das Biogas-Potenzial auch beschränkt ist.

6.8. FOLGERUNGEN

Folgende Schlüsse werden bezüglich Gas getroffen:

- › Die EU sieht Erdgas mittelfristig mit einem hohen Wachstumspotenzial als Treibstoff, primär aus Gründen der Versorgungssicherheit und der Diversifizierung der Anbieter.
- › Bisher besteht in der Schweiz nur ein kleines Netz von Erdgastankstellen. Für eine massive Verbreitung u.a. auch bei Individualkunden ohne eigene Betankungseinrichtung ist eine massive Ausdehnung der Betankungsinfrastruktur nötig.
- › Das Angebot an Gasfahrzeugen, gerade im Personenwagenbereich, ist sehr stark beschränkt. Angesichts der prognostizierten Entwicklung der Gasfahrzeuge in Europa kann eine gemässigte Ausdehnung des Angebotes bis 2010 und eine weitergehende Ausdehnung

⁶⁸ basierend auf einer Reduktion der Treibstoffsteuer von 40Rp pro Liter Benzinaequivalent, 15% Benzin- und 85% Dieselanteil; Emissionen Diesel 2.67kg CO₂/l und Benzin 2.39 kgCO₂/l; verbesserung Benzin 20% und Diesel 10%; Bei Biogas 50Rp Reduktion; Split 10% Fz Biogas, 90% Erdgas

bis 2020 in Richtung vergleichbare Fahrzeugpalette wie von Dieselfahrzeugen erwartet werden.

- › Die Luftschadstoffemissionen von Erdgas sind tiefer als bei vergleichbaren Diesel- oder Benzinmotoren.
- › Die Treibhausgasemissionen von Erdgas sind bei leichten Fahrzeugen etwa 10-15% geringer als diejenigen von Dieselmotoren und 15-25% geringer als diejenigen von Benzinmotoren. Beim Vergleich mit schweren Dieselfahrzeugen resultiert kein Vorteil von Gas bezüglich THG-Emissionen.
- › Biogas weist klar tiefere THG-Emissionen aus. Das Produktionspotenzial in der Schweiz entspricht einem Ersatz von ca. 80 Millionen Liter Benzin (dies entspräche ca. einer potenziellen Reduktion von 200 000 Tonnen CO₂/Jahr). Das Problem von Biogas ist allerdings, dass gegenwärtig die Herstellung von Elektrizität wirtschaftlich attraktiver ist als die Herstellung von Treibstoff. Dies trotz Erlass der Treibstoffabgabe. Eine Senkung des Treibstoffzolles von Gas (was weniger darstellt als der heute gültige vollständige Erlass der Treibstoffsteuer für beschränkte Mengen von Biogas) würde daher alleine noch zu keiner signifikanten Zunahme von Biogas führen. Bei einer stärkeren Förderung von Biogas und daraus folgend einer Marktdurchdringung von 10% resp. 20% der Gasfahrzeugen mit Biogas wäre der THG-Effekt jedoch signifikant höher.
- › Werden Erdgas und Biogas steuerlich gleichgestellt, d.h. werden identische Steuerreduktionen erlassen, so ist in der Schweiz hergestelltes Biogas nicht konkurrenzfähig zu Erdgas. Die Erdgasförderung könnte so zu einer Behinderung der Förderung des ökologisch und vom CO₂ her sinnvolleren Einsatzes von Biogas führen. Eine Abstufung der Steuerbefreiung in Abhängigkeit des Anteils regenerativ erzeugten Methans ist möglicherweise eine Lösung für diesen Konflikt. Eine vollständige Steuerbefreiung von Biogas (auch von grösseren Mengen d.h. nicht nur von Pilotanlagen) wäre angesichts des CO₂ Reduktionspotenziales sinnvoll. Die Erdgasförderung dient klar auch der Biogasförderung (durch die dadurch initiierte verbesserte Gasinfrastruktur und durch ein grösseres Angebot ans Gasfahrzeugen) – nur ist dies noch nicht hinreichend, um einer massiven Ausdehnung von Biogas auch genüge zu tun. Vereinbarungen zwischen Biogasanbietern und der Gaswirtschaft, welche parallel zum Marktzutritt des Erdgases auch den Marktzutritt für Biogas unter Berücksichtigung seines kostenseitigen Handicaps ermöglichen, sind ein weiterer Lösungsansatz.
- › Das Szenario einer Gasförderung erweist sich als gangbarer Weg. Durch diese Massnahme könnten im Jahre 2010 36'000 t und im Jahr 2020 rund 170'000 t CO₂ eingespart werden.

Zum Vergleich: in den Dieselförder-Szenarien wird die CO₂-Reduktion per 2010 auf rund 300'000 t geschätzt, jene per 2020 auf 350'000 bis 400'000 t.

7. BIOTREIBSTOFFE

7.1. ÜBERSICHT BIOTREIBSTOFFE

Biotreibstoffe im Transportsektor sind primär Bio-Ethanol (im Folgenden wird nur noch der Begriff Ethanol benutzt mit Bezug aber auf Bio-Ethanol) und Biodiesel. Ethanol wird primär aus zucker- und stärkehaltigem Pflanzenmaterial resp. aus Holzbiomasse hergestellt. Biodiesel wird aus pflanzlichen Ölen, tierischen Fetten und aus rezyklierten Fetten hergestellt. Biotreibstoffe werden auch entsprechend der Rohstoffherkunft in solche aus dem landwirtschaftlichen Anbau (inkl. forstwirtschaftlicher Produktion) und solche aus biogenen Abfällen unterschieden. Aus Bioabfällen wird dabei im wesentlichen Gas hergestellt. Ethanol wird normalerweise dem Benzin beigemischt (eine Beimischung zum Diesel ist technisch auch möglich), während Biodiesel bis heute mehr als Alleintreibstoff verbreitet ist, obwohl auch dieser problemlos dem normalen Diesel beigemischt werden kann. Beim Gebrauch von Ethanol als reinem Treibstoff sind Anpassungen am Fahrzeug erforderlich, wie auch die Bereitstellung einer entsprechenden Betankungsinfrastruktur.

Der Bereich Biogas wird unter dem Titel Erdgas behandelt. Biogas ist zwar ein Biotreibstoff, dessen Einsatz ist aber eng mit Erdgas verbunden.

7.2. FÖRDERSTRATEGIEN AUSGEWÄHLTER LÄNDER

Die Aktualität von Biotreibstoffen hat mit der Diskussion um das Kioto Protokoll und mit den Massnahmen zur Reduktion respektive Stabilisierung der CO₂-Transportemissionen klar zugenommen. Die folgende kurze Übersicht stellt ausgewählte Länder dar, die Biotreibstoffe fördern oder eine solche Förderung planen, spezifisch unter dem Gesichtspunkt der Reduktion von Treibhausgasen.

7.2.1. EUROPÄISCHE UNION

Die EU Kommission hat in einem Green Paper als Ziel bis ins Jahr 2020 den Ersatz von 20% der konventionellen durch alternative Treibstoffe⁶⁹ für den Strassenverkehrssektor festgelegt⁷⁰. Der Einsatz von Biodiesel und Ethanol als Zusatz in konventionellen Treibstoffen wird dabei als kurzfristig einfachste Massnahme betrachtet⁷¹. In einem optimistischen Entwicklungsszenario sieht die EU einen Biotreibstoffanteil von 5% im Jahre 2005, 6% im Jah-

⁶⁹ Biotreibstoffe, Gas und Wasserstoff werden dabei primär als erfolgversprechend betrachtet

⁷⁰ COM(2000) 769 vom 29.11.2000

⁷¹ siehe für die folgenden Abschnitte EU Commission; Communication from the Commission...on alternative fuels for road transportation and on a set of measures to promote the use of biofuels, 2001

re 2010, und 8% im Jahre 2020. Gegenwärtig ist deren Anteil weniger als 0.5% des Gesamtverbrauches von Benzin und Diesel, allerdings mit einem Wachstum von fast 100% zwischen 1997 und 1999. Am Treffen der EU Energieminister vom 8 Juni 2002 einigte man sich aber nur für ein nicht-bindendes Ziel. Einzig Österreich, Italien und Spanien wollten ein verpflichtendes Ziel für Biotreibstoffe. Das Europäische Umweltbüro (EEB) argumentierte gegen den Kommissionsvorschlag mit den folgenden Argumenten:

- › die Kommission fördert v.a. traditionelle Anbauprodukte wie Rapsöl, statt neue technologische Lösungen wie die Gewinnung von Ethanol aus Zellulose zu promovieren
- › eine alternative Nutzung der grossen benötigten Anbauflächen z.B. für Futtermittel oder für Wärmegewinnung wäre sinnvoller
- › die Treibhausgaswirkung wird kritisch beurteilt v.a. wegen den grossen zusätzlichen N₂O-Emissionen.

Die Nicht-Bindung des Zieles hat natürlich negative Auswirkungen auf mögliche Förderbeiträge, Steuererlasse und Gesetzesvorschriften zur Beimischung von Biotreibstoffen. Ob die EU dieses nicht-bindende Ziel von knapp 6% Biotreibstoffe wirklich erreichen wird, ist unter diesen Voraussetzungen mehr als fragwürdig.

Gegenwärtig sind die aktivsten Länder im Bereich Biotreibstoffe Frankreich (ca. 0.7% des Gesamttreibstoffverbrauches wird durch Biotreibstoffe abgedeckt) und Österreich. Deutschland verzeichnet ein sehr starkes Wachstum der Biotreibstoffproduktion (Verdoppelung der Produktionskapazität von 2001 auf 2002) und Schweden plant innerhalb von 10 Jahren 10% der konventionellen Treibstoffe durch Biotreibstoffe zu substituieren. Der Konsum wird dabei v.a. im Bereich von "captive fleets" durch verschiedene Steuerbefreiungssysteme gefördert. Die skizzierte Ausweitung des Biotreibstoffanteiles erfordert eine aktive Förderstrategie. Die EU-Kommission betrachtet dabei eine Zumischungsvorschrift für Biotreibstoffe (z.B. zu Beginn 2%) als die einfachste Lösung. Diese Strategie benötigt weder eine kostspielige Zusatzinfrastruktur noch Veränderungen an den Fahrzeugen. Zudem sind die Zusatzkosten für den Konsumenten bei einer tiefen Zumischungsvorschrift minimal. Dies entspricht aber nicht den gängigen Fördermechanismen, wo 100%iger Biotreibstoff in "captive fleets" auf lokaler oder regionaler Ebene eingesetzt werden. Der Vorschlag der EU-Kommission beinhaltet eine bis zu 50%ige Steuerminderung für Biotreibstoffe. EU-Staaten, welche bisher reine Biotreibstoffe völlig steuerbefreit haben, könnten dies bis Ende 2003

beibehalten⁷². Neben der fiskalischen Minderbelastung als Treibstoff kommen Biotreibstoffe auch in unterschiedlichem Ausmasse in den Genuss von Agrarsubventionen.

Der primäre Beitrag von Biotreibstoffen würde innerhalb der EU dem Ethanol und Biogas zufallen. In Deutschland könnte z.B. selbst bei einer vollständigen Ausschöpfung der von der EU eingeräumten Anbauquoten lediglich knapp ein halbes Prozent des Dieselbedarfes mit RME gedeckt werden⁷³.

7.2.2. USA

Die USA verbrauchen pro Jahr fast 6 Milliarden Liter Ethanol als Benzinzusatz (dies entspricht nach Energiegehalt ca. 4 Milliarden Liter Benzin) was ca. 1% des nationalen Benzinverbrauchs entspricht⁷⁴. Gegenwärtig findet ein Ausbau der Produktionskapazität um eine weitere Milliarde Liter statt. Das meiste Ethanol wird bisher aus Mais gewonnen. Allerdings wird das Produktionspotenzial für Ethanol aus Mais als begrenzt betrachtet (Verdoppelung in 10 Jahren). Ethanol aus Zellulose (Gräsern oder Holz) – gegenwärtig noch zu unwirtschaftlich, wird als Erfolgversprechender für die Zukunft angesehen⁷⁵. Meist wird es als E10 Mischung (10% Ethanol, 90% Benzin; Volumenanteil) eingesetzt. Die Nachfrage und die Produktion von Ethanol ist in den USA relativ hoch bedingt durch :

- › Gesetzliche Vorgaben: Der „Clean Air Act“ von 1990 schreibt den Einsatz von sauerstoffhaltigen Treibstoffen in Gebieten mit hohen CO-Immissionen während den Wintermonaten vor, was zu einer starken Nachfrage nach Ethanol führt⁷⁶. Ethanol kann dabei auch MTBE als sauerstoffhaltiges Additiv ersetzen, das infolge Umweltproblemen zunehmend unter Druck kommt⁷⁷.
- › Subventionen: Verschiedene US-Bundesstaaten wie etwa Minnesota, Iowa oder Kalifornien haben spezielle Förderprogramme für Ethanol. Der US Staat subventioniert zudem die Ethanolproduktion mit ca. 15 US cents pro Liter⁷⁸. Ohne diese Subvention würde Ethanol dem Benzin nicht beigemischt.

⁷² EU Commission; Proposal for a council Directive amending Directive 92/81/EEC vom 7.11.2001

⁷³ Pressemitteilung UBA, 01/00

⁷⁴ US Department of Energy

⁷⁵ GM, Argonne National Laboratory, BP, ExxonMobil, Shell: Well-to-Wheel Energy Use and GHG Emissions of Advanced Fuel/Vehicle Systems, 2001

⁷⁶ Obwohl Ethanol teurer ist als MTBE ist der Sauerstoffanteil ca. doppelt so hoch, was die notwendige Zugabemenge zu Benzin reduziert und Ethanol damit konkurrenzfähig zu MTBE macht.

⁷⁷ Kalifornien hat z.B. ein Programm zur graduellen Elimination von MTBE

⁷⁸ Joseph DiPardo, Outlook for Biomass Ethanol Production and Demand, 2000

Mit ca. 19 Millionen Litern im Jahr 2000 wird wesentlich weniger Biodiesel produziert als Ethanol⁷⁹. Auch Biodiesel wird primär als Mischung verwendet (B20 d.h. 20%ige Beimischung von Biodiesel).

7.2.3. JAPAN

Japan ist nach den USA der weltweit zweitgrösste Konsument von Benzin. Die Emissionen vom Transportsektor verursachten 1997 ca. 20% der CO₂-Gesamtemissionen Japans und ca. 22% der treibstoffbedingten-CO₂ Emissionen⁸⁰. Das Beimischen von Ethanol zu Benzin wird aus diesen Gründen vom Umweltministerium als eine Strategie zur Erreichung des Kioto-Zieles bezeichnet. Andererseits braucht deren Umsetzung eine gesetzliche Verpflichtung zur Beimischung oder finanzielle Anreize. Einen Zeitplan oder eine klare Deklaration zur Umsetzung wurde aber bisher nicht vorgegeben. Japan müsste jedenfalls bei einer Beimischung das Ethanol importieren, da die Verfügbarkeit von landwirtschaftlichen Flächen für den Anbau von Biotreibstoffen sehr limitiert ist. In Erwartung eines potenziellen Marktes für Ethanol in Japan hat Mitsui & Co., eines der grössten Handelshäuser Japans, bereits Ende 2001 ein Abkommen mit Coimex Trading von Brasilien zum Import von Ethanol abgeschlossen⁸¹.

7.2.4. BRASILIEN

Das brasilianische Treibstoffethanolprogramm "Proalcool" ist das grösste Biotreibstoffprogramm der Welt. Brasilien mischt dem Benzin gegenwärtig 22% Ethanol bei. Zudem wird auch reines Ethanol, allerdings in einer kleineren Menge, als Treibstoff verkauft. Die Zugabemenge schwankt entsprechend der Zuckerernte zwischen 20 und 25%⁸². Heute zirkulieren in Brasilien ca. 4 Millionen Fahrzeuge, welche „reines“ Ethanol brauchen und über 10 Millionen, welche mit dem Benzin/Ethanol Gemisch fahren⁸³. Seit 1997 ist der Ethanol-Markt in Brasilien im Prozess der Deregulierung, was auch eine Minderung der zu Beginn des Programmes grosszügigen Subventionen bedeutet. Brasilien ist auch weltweit einer der grössten Anbieter von Ethanol. Produktionskapazitäten existieren aber auch in anderen Entwicklungsländern, so z.B. Südafrika. Eine grössere Zahl von Entwicklungsländern ist auch an einer Produktion v.a. von Ethanol interessiert: Als Alternativprodukt zu Zucker und dessen

⁷⁹ US Department of Energy

⁸⁰ 1997 ist das letzte offizielle Kommunikation von Japan an das UNFCCC; Quelle UNFCCC

⁸¹ Siehe carbontrader, news96.001

⁸² http://www.eav.admin.ch/d/n_bio.htm

⁸³ http://www.eav.admin.ch/d/n_bio.htm

starken Preisschwankungen respektive zur Herstellung von Ethanol aus Gräsern oder Biodiesel aus Ölsaaten, welche auch auf marginalen Böden angepflanzt werden können⁸⁴. Für die Hersteller stellt sich dabei die Option, den Biotreibstoff zu exportieren oder (meist importierten) fossilen Treibstoff zu substituieren und gleichzeitig die CO₂-Reduktion im Rahmen des CDM (Clean Development Mechanism) als Emissionsreduktionszertifikate zu verkaufen.

7.3. STAND IN DER SCHWEIZ

Ethanol wird in der Schweiz grosstechnisch nicht hergestellt. Gemäss einer Studie im Auftrage des BFE besteht in der Schweiz ein Flächenpotenzial für Grasbewirtschaftung zur Gewinnung von Ethanol von 100 000 ha oder umgerechnet 200 Millionen Liter Ethanol pro Jahr (Benzinaequivalent von ca. 130 Millionen Litern)⁸⁵. Nach Angaben von Alcosuisse⁸⁶, welche den Einstieg in die Ethanolproduktion überprüft, besitzt die Schweiz bis 2010 das Potenzial knapp 5% des Benzinverbrauches mit Ethanol zu substituieren. Dies würde bei einem Benzinabsatz von ca. 5 400 Millionen Litern im Jahr 2000 eine Jahresproduktion von ca. 400 Millionen Litern Ethanol bedeuten⁸⁷. Ethanol soll dabei primär aus Gräsern, Melasse, Kartoffelüberschüsse, Magermilch, Abfälle von Mühlen und Schreinereien etc. hergestellt werden d.h. die Idee ist, Ethanol primär aus landwirtschaftlichen Überschüssen und z.T. basierend auf Grasanbau (mit einer Reduktion der Milchproduktion) herzustellen. Die Potenzialabschätzung von Alcosuisse ist eher im oberen Bereich. Inwieweit dies realistisch ist, wird auch durch die Konkurrenzfähigkeit von Ethanol, d.h. durch die wirtschaftliche Attraktivität für den Anbieter des Rohstoffes beeinflusst. Die Herstellung von Ethanol aus Holz ist keine primäre Linie u.a. wegen den grossen Transportwegen. Die Nutzung von Holz zu Heizzwecken ist auch energetisch effektiver als deren Verarbeitung zu Treibstoffen.

Aus biogenen Abfällen wird sog. Kompogas in der Schweiz hergestellt, allerdings in geringen Mengen (s. dazu Abschnitt über Gas als Treibstoff).

Biodiesel wird in der Schweiz aus Raps (RME) hergestellt. Der Anbaustand ist gegenwärtig ca. 2000 ha was eine Produktion von etwas über 2 Millionen Liter RME pro Jahr ermöglicht oder etwas mehr als 0.1% des Dieserverbrauches vom Verkehr vom Jahr 2000⁸⁸. Das

⁸⁴ entsprechende Vorstösse existieren z.B. in Kolumbien mit der dortigen Zuckerindustrie oder in Nicaragua unterstützt durch Österreich zur Herstellung von Biodiesel

⁸⁵ BFE, Treibstoffe aus Biomasse, alpha real AG und Carbotech AG, 1998

⁸⁶ Telefoninterview mit Hr. Schaller, 18.3.2002

⁸⁷ Als Projekt eingegeben (bei der Oberzolldirektion zur Befreiung bei der Minerölsteuer) wurden bisher zwei Anlagen zu je 25 Millionen Liter Dieselöläquivalent mit einer Perspektive dies bis auf maximal 170 Millionen Liter Dieselöläquivalent auszuweiten (ca. 300 Millionen Liter Ethanol).

⁸⁸ <http://www.biodiesel.ch/index2.htm>

weitere Entwicklungspotenzial für die Herstellung von RME in der Schweiz wird als begrenzt beurteilt⁸⁹. Eine grosstechnische und kostengünstigere Herstellung ist damit praktisch ausgeschlossen. RME geniesst bisher die Befreiung von der Mineralölsteuer. Zudem wird die Herstellung des Biodiesels finanziell durch den Bund und Kantone subventioniert. Biodiesel wird in der Schweiz primär in reiner Form verkauft⁹⁰. Gewisse Anpassungen des Fahrzeuges sind erforderlich um den Raps-Diesel in serienmässigen Dieselmotoren zu verwenden. Gegenwärtig existieren in der Schweiz 5 Tankstellen mit Raps-Diesel⁹¹.

7.4. EMISSIONEN VON BIOTREIBSTOFFEN OHNE TREIBHAUSGASE

Unterschieden wird zwischen den Emissionen der Fahrzeuge und Umweltauswirkungen über den gesamten Lebensweg der Biotreibstoffe.

7.4.1. EMISSIONEN DER FAHRZEUGE

Beim Einsatz von Ethanol oder Biodiesel ergibt sich eine leichte Verbesserung für praktisch alle Luftschadstoffe, bedingt primär durch Verdünnung⁹². Bei Ethanol erhöhen sich Acetaldehyde, Formaldehyde und Peroxyacetyl Nitrate. Bei einem Vergleich der konventionellen Emissionen von Fahrzeugen bei einer Betankung von Biotreibstoffen gegenüber konventionellen Treibstoffen muss aber beachtet werden, dass der Schwefelgehalt konventioneller Treibstoffe stark reduziert wird und die Abgasnormen von Fahrzeugen verschärft werden. Der ehemalige Vorteil von Biotreibstoffen bezüglich konventioneller Luftschadstoffe (CO, NO_x, VOC, PM) ist daher für die nahe Zukunft nicht mehr gegeben⁹³. Für den vorliegenden Bericht, der Veränderungen im Zeitraum 2008-12 erfasst, wird daher keine Veränderung der Betriebsemissionen bei einer Betankung mit Biotreibstoffen angenommen.

7.4.2. EMISSIONEN IM LEBENSZYKLUS

Wie zu erwarten, ist die Umweltwirkung von Biotreibstoffen abhängig von der Art der Produktion, dem Treibstofftyp und dem Herstellungsland⁹⁴. Der Anbau von Biotreibstoffen er-

89 BFE, Treibstoffe aus Biomasse, alpha real AG und Carbotech AG, 1998; bestätigt durch ein Telefoninterview mit Hr. Rüeggsegger, BFE, 12.3.2002

90 einzelne Firmen verwenden auch den sog. Kombi-Diesel mit 30% RME

91 www.raps-diesel.ch

92 siehe u.a. BUWAL: Ökoprotile von Treibstoffen, 1998; D. Andress, Air Quality and GHG Emissions Associated with using Ethanol in Gasoline Blends, prepared for Oak Ridge National Laboratory & US DOE, 2000

93 s. dazu auch EU Commission; Communication from the Commission...on alternative fuels for road transportation and on a set of measures to promote the use of biofuels, 2001, S. 23

94 s. zu Emissionen im Lebenszyklus: BFE, Treibstoffe aus Biomasse, alpha real AG und Carbotech AG, 1998; IFEU: Life cycle analysis of biofuels for transportation used in fuel cells and conventional technologies under European conditions, 2001

folgt normalerweise mit intensiver Landwirtschaftsnutzung inkl. Einsatz von Pestiziden und Nitraten. Verdrängt der Anbau von Biotreibstoffen einen ökologischen Landbau, so sind negative Folgeemissionen zu erwarten. Die nachstehende Tabelle zeigt einen Vergleich der Emissionen von Biotreibstoffen zu konventionellen Treibstoffen auf.

RELATIVVERGLEICH DER LEBENSZYKLUS-EMISSIONEN VERSCHIEDENER SYSTEME (REFERENZ OTTO-BENZINFahrZEUG)				
System und Treibstoff	Säurebildung	Eutrophierung	Ozonbildung	Ozonschicht-Abbau
Otto-Motor mit Biomethanol aus Forstabfällen	190%	320%	250%	40%
Otto-Motor mit Ethanol aus Zuckerrübe	250%	320%	80%	690%
Dieselfahrzeug	30%	80%	-10%	-20%
Dieselmotor mit RME	260%	430%	±0%	1400%

Quelle: IFEU, Patyk A. und Reinhardt G., 2001

Tabelle 7

Ethanol als auch Biomethanol weisen klar ein höheres Eutrophierungs- und Säurebildungspotenzial auf und auch die Smogbildung durch Ozon wird signifikant verstärkt. Der Einsatz von RME statt konventionellem Diesel führt im Vergleich ebenfalls zu einer stark erhöhten Eutrophierung und Säurebildung. Zudem erfolgt bei der Verwendung von Ethanol gewonnen aus Zuckerrüben wie auch beim Einsatz von RME ein stark erhöhter Abbau der Ozonschicht.

Bei der Herstellung von Ethanol aus Gräsern sind die negativen Umweltwirkungen im Vergleich zur Herstellung aus Zuckerrüben im Bereich von Eutrophierungs- und Säurebildungspotenzial signifikant tiefer (ca. Faktor 3). Die Umweltwirkung von Ethanol aus Zuckerrohr ist in etwa vergleichbar zu Ethanol aus Gräsern .

Verwendet man Verfahren wie die sogenannten Umwelt-Belastungs-Punkte UBP oder eine vergleichbare Aggregierungsmethode zur Beurteilung der Gesamtumweltwirkung, so schneiden Biotreibstoffe unter Einbezug der vorgelagerten Prozesse i.A. schlechter ab als konventionelle Treibstoffe (Ethanol/Methanol verglichen mit Benzinfahrzeugen und RME mit Dieselfahrzeugen).

7.5. TREIBHAUSEFFEKT VON BIOTREIBSTOFFEN

Biotreibstoffe, welche zu 100% aus nachwachsenden Rohstoffen gewonnen werden, absorbieren bei der Produktion (bedingt durch das Pflanzenwachstum) die gleiche Menge CO₂ wie

im Betrieb wieder emittiert wird. Zu betrachten ist aber, dass direkte und indirekte Energieverbräuche zur Herstellung der Biotreibstoffe einen Teil der CO₂-Reduktionen wieder eliminiert. Auch hier spielt wieder eine Rolle wo, auf welche Weise und welcher Biotreibstoff hergestellt wird. Zudem vergleichen gewisse Quellen nur CO₂-Emissionen ohne Berücksichtigung andere Treibhausrelevanter Emissionen, v.a. N₂O beim Rapsanbau. Die nachstehende Tabelle gibt einen Überblick von Treibhausmissionen von Biotreibstoffen verglichen mit den Emissionen bei Verwendung von Benzin und Biodiesel verglichen mit konventionellem Diesel.

VERGLEICH DER REDUKTION VON TREIBHAUSGASEMISSIONEN (THG) VON ETHANOL ZU BENZIN UND RME ZU DIESEL (THG EMISSIONEN PRO FAHRKILOMETER)		
Treibstoff	Nur Betrieb	Betrieb + vorgelagerte Prozesse
RME; Quelle IFEU, 2001	na	- 41%
RME ⁹⁵ ; Quelle BUWAL 1998	- 100%	+ 10-15% ⁹⁶
E85 aus Zellulose; Quelle GM et al, 2001	- 81%	- 68%
E100 aus Zuckerrüben; Quelle IFEU, 2001	na	- 76%
E10 ⁹⁷ aus Getreide; Quelle Argonne 1999	na	- 1bis -2% ⁹⁸
E10 aus Zellulose; Quelle Argonne 1999	na	-6 bis -9% ⁹⁹
E85 ¹⁰⁰ aus Zellulose; Quelle Argonne, 1999	na	-68 bis -102% ¹⁰¹
E85 ¹⁰² aus Getreide; Quelle Argonne, 1999	na	- 14 bis - 26% ¹⁰³
E85 aus Getreide; Quelle BUWAL 1998	na	- 48

Quelle: Grütter, basierend auf verschiedenen Quellen (s. Fussnoten); na: not available

Tabelle 8

Bei der Produktion von RME fallen erhebliche N₂O-Emissionen an. N₂O hat ein GWP von 310 wodurch der N₂O-bedingte Treibhauseffekt im Falle von RME grösser wird als der direkte CO₂-Effekt. Die unterschiedlichen Werte der Angabe vom BUWAL und IFEU sind denn auch u.a. auf unterschiedliche Werte für N₂O zurückzuführen. Ein weiterer Unterschied besteht in der

95 Vergleich mit Diesel gemäss Vorschlag der EU Kommission

96 bei leichten MfZ + 10%, bei schweren MfZ +15%

97 Mischung mit 10% Ethanol (Volumenanteil), US Lebenszyklus

98 tieferer Wert basiert auf heutigen Berechnungen; höhere Reduktion in naher Zukunft (2005) möglich mit veränderter Produktionstechnologie; grossindustrielle Herstellung

99 basierend auf Reduktionsmöglichkeiten in der nahen Zukunft (2005); bis 2010 könnte dieser Wert gar auf -10% ansteigen; grossindustrielle Herstellung

100 Mischung mit 85% Ethanol (Volumenanteil); Vergleich mit Benzin gemäss Vorschlag der EU Kommission

101 basierend auf Reduktionsmöglichkeiten in der nahen Zukunft (2005); grossindustrielle Herstellung; Werte über 100% sind bedingt durch zusätzliche Herstellung von Strom (co-generation) und dessen Einspeisung ins Netz

102 US Lebenszyklus

103 tiefste Zahl „wet mill“ Prozess gegenwärtig; höchster Wert „dry mill“ Prozess in naher Zukunft (2005)

energetischen Nutzung von Nebenprodukten, welche wiederum je nach Land zu gewissen CO₂-Reduktionen führen können.

Basieren die Berechnungen auf einer Beimischung von 10% Ethanol (E10), so sind die zu erwartenden Reduktionen von Treibhausgasen auch relativ gesehen geringer, da bei einem Ethanol-Zusatz von 85% oder mehr die Fahrzeuge auf die höhere Oktanzahl optimiert werden können und dadurch Treibstoffeinsparungen im Umfang von etwa 5% erzielt werden können.

Da für die schweizerischen CO₂-Emissionen das Territorialprinzip gilt, ist es zudem wichtig zu unterscheiden, wo d.h. in welchem Land die entsprechenden Emissionen anfallen. Wird der Biotreibstoff importiert so sind die Betriebsemissionen entscheidend, wird der Treibstoff im Lande hergestellt (wie z.B. RME) so sind auch die vorgelagerten Prozesse relevant.

Bei Betrachtung nur des Betriebsteiles haben die Biotreibstoffe einen klaren Vorteil gegenüber konventionellen Treibstoffen. Diese bleiben nach dem Territorialprinzip auch erhalten bei einem Import von Biotreibstoffen. Werden diese aber national hergestellt, so verringert sich der CO₂-Effekt stark, v.a. bei RME und bei Ethanol hergestellt aus Mais oder Zuckerrüben.

7.6. WEITERE EFFEKTE VON BIOTREIBSTOFFEN

Biotreibstoffe geniessen eine gewisse Attraktivität, weil sie auch zur Schaffung von Arbeitsplätzen in der Landwirtschaft und zur Reduktion von Erdölabhängigkeit und ev. auch der Importabhängigkeit (bei nationaler Produktion) führen können. Biotreibstoffe sind wesentlich arbeitsintensiver in der Herstellung als konventionelle Treibstoffe. Es ist allerdings umstritten, ob durch den Anbau von Biotreibstoffen nachhaltig zusätzliche Arbeitsplätze in der Landwirtschaft geschaffen oder bestehende erhalten werden.

Entwicklungsländer könnten als Biotreibstoffexporteure potenziell ebenfalls von einer zunehmenden Verwendung von Biotreibstoffen profitieren und damit ihre Produktpalette diversifizieren (z.B. Zuckerproduzenten). Die Zuckerproduktion stellt in vielen Entwicklungsländern einen wichtigen Wirtschaftszweig dar, der allerdings stark von den stark schwankenden Zuckerpreisen abhängig ist. Die Ethanolproduktion könnte hier zu einem gewissen Ausgleich führen. Bis anhin ist allerdings der Zugang von Entwicklungsländern mit Agrarprodukten zu Industrieländermärkten ein grosses Problem. Es bleibt abzuwarten, ob Biotreibstoffe nicht dito wie andere Agrarprodukte behandelt werden und die nationale Produktion tarifär oder durch andere Subventionen geschützt wird. Andererseits ist in vie-

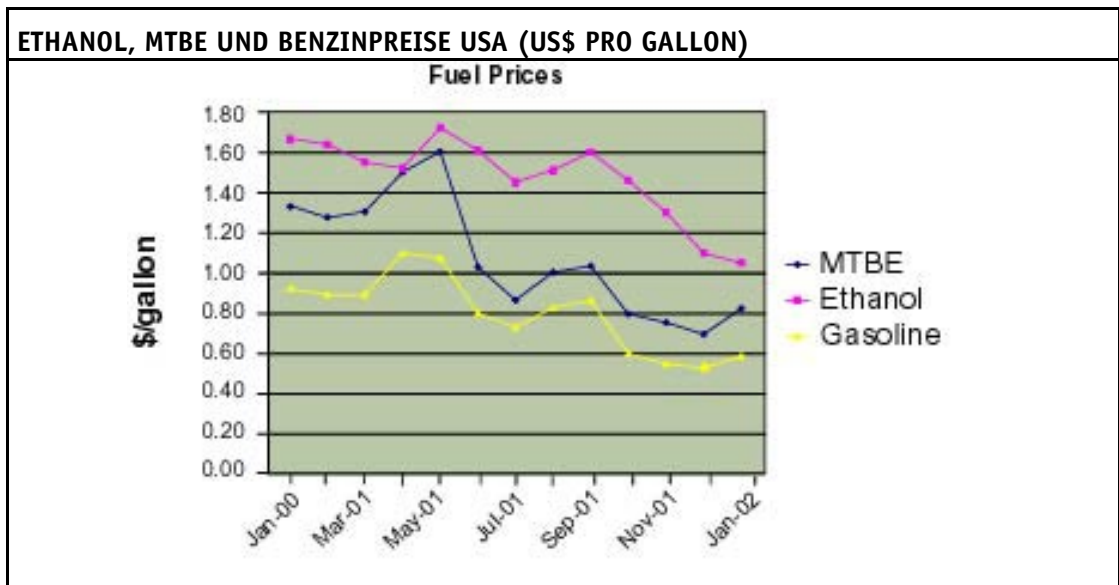
len Entwicklungsländern die Versorgung der Bevölkerung mit günstigen Nahrungsmitteln auch ein wichtiges Thema und die Verdrängung von Anbauflächen für Nahrungsmittel durch Biotreibstoffe kann zu einem potenziellen Problem werden, je nach Art des Biotreibstoffes und der verfügbaren Flächen. Gegenwärtig ist diese Gefahr als gering zu bewerten, da die Nachfrage nach Ethanol begrenzt ist und der Preis noch nicht eine genügende Attraktivität aufweist. Bei einer massiven Veränderung der Rahmenbedingungen, etwa wenn grosse Länder wie die USA, Japan oder die EU den Ethanolzusatz stark fördern und auch Importe forcieren, könnte es aber zu einem direkten oder indirekten „trade-off“ zwischen konventionellem landwirtschaftlichem Anbau und grossindustriellem Zuckeranbau kommen.

7.7. KOSTEN VON BIOTREIBSTOFFEN

Es existiert bei den Biotreibstoffen zwar ein Markt, doch ist dieser noch stark „nationalisiert“, bedingt durch die vielfältigen Subventionen, welche Biotreibstoffe geniessen. Dies gilt stärker noch für RME als für Ethanol.

7.7.1. WELTMARKTPREISE UND HERSTELLKOSTEN

Figur 17 zeigt die US Preise von Ethanol, MTBE und Benzin. Der Ethanolpreis liegt bei ca. 45 Rp. pro Liter, was auch in etwa dem Weltmarktpreis entspricht. Man sieht dabei, dass Ethanol über 60% teurer ist als Benzin oder pro Liter ca. 15 Rp. teurer. Dazu kommt, dass der Energiegehalt von Ethanol tiefer ist als von Benzin, d.h. für einen Kilometer braucht es ca. 1.5 mal mehr Ethanol als Benzin. Basierend auf dem Energiegehalt ist Ethanol daher ca. 40 Rp. pro Liter oder ca. 160% teurer als Benzin. Der Ethanolpreis reagiert zudem sehr sensitiv auf Preisschwankungen im Agrarsektor (in den USA auf den Getreidepreis, in anderen Ländern auf den Zuckerpreis).



Quelle: Biomass Research & Development Initiative basierend auf Ethanol (US Avg: Terminal), MTBE (Houston, TX: spot), Benzin (Gulf Coast: spot, regular grade), 2002

Figur 17

Die Herstellkosten in der Schweiz für Ethanol werden von Alcosuisse bei der Herstellung aus Cellulose auf ca. 90 Rp. pro Liter geschätzt. Dies sind die Produktionskosten. Sie enthalten keine Subventionen (der Weltmarktpreis ist z.T. noch indirekt via Agrarbeiträge subventioniert).

Die Produktionskosten von Biodiesel sind in Europa ca. 500 €/1000 Liter wobei es für den gleichen Energiegehalt ca. 10% mehr Biodiesel braucht als konventionellen Diesel d.h. der vergleichbare Preis wäre bei 550 €/1000 Liter Dieselaequivalent. Verglichen mit dem gegenwärtigen Erdölpreis von ca. 150 €/1000 Liter sind die von der EU geschätzten Zusatzkosten von Biotreibstoff ca. 400 Euro pro 1000 Liter oder 350 Euro bei einer Berücksichtigung des Verkaufes von Glycerin als Nebenprodukt der Biodieselherstellung. Erst bei einem Ölpreis von ca. 70-80 Euro pro Barrel, was dem dreifachen des heutigen Ölpreises entspricht, wäre Biodiesel konkurrenzfähig. Die Produktionskosten von Bioethanol werden als etwas tiefer betrachtet, wenngleich es 1500 Liter Ethanol braucht um 1000 Liter Benzin zu substituieren. Die nachstehende Tabelle zeigt Angaben über Produktionskosten resp. Preise für die verschiedenen Treibstoffe.

PREISE UND KOSTEN VON BIOTREIBSTOFFEN IN CHF			
Treibstoff	Weltmarktpreis pro Liter	Produktionskosten pro Liter	Kosten Diesel / Benzinaequivalent
Benzin/Diesel	0.3	--	0.3
RME EU	--	0.8	0.9
RME CH	--	2.70.- bis 3.10	3 bis 3.50
Ethanol Weltmarkt	0.4	--	0.6
Ethanol CH Zukunft	--	0.9	1.4
Ethanol EU	--	0.6	0.9

Quelle: Zusammenstellung Grütter: für Benzin: TECSON 2002; für RME EU: EU Commission 2001; für RME CH: BFE, 1998; für Ethanol Weltmarkt: Biomass Research and Development 2002 und Alcosuisse 2002; für Ethanol EU: EU Commission, 2001

Tabelle 9

Bei Ethanol gibt es eine Spannbreite bedingt durch die verschiedenen Mischungsverhältnisse, welche vertrieben werden können (z.B. E10, E90). Bei höherem Ethanolgehalt lässt sich eine Motorenoptimierung betreiben, was zu reduzierten CO₂-Emissionen führt.

Die Lebenszyklusemissionen sind beim importierten Bio-Treibstoff für die Erfüllung des schweizerischen CO₂-Gesetzes als auch des Kioto-Protokolles nicht relevant, da nach dem Absatzprinzip verfahren wird.

RME ist auf dem Markt nur beschränkt verfügbar. Die „Importangabe“ dient daher mehr als Referenz. Die Herstellkosten von Ethanol in der Schweiz sind Schätzungen von Alcosuisse. Die Herstellprozesse mit Gras sind aber bisher noch nicht grossindustriell realisiert worden. Die angegebenen Kosten sind daher mit Vorsicht zu geniessen.

7.8. SZENARIEN FÜR BIOTREIBSTOFFE

7.8.1. SZENARIO 1: BEIMISCHUNG VON 10% ETHANOL IM BENZIN

Als Berechnungsgrundlage dient eine Beimischung von 10% Ethanol zum Benzin (Volumenprozent). Alles in der Schweiz verkaufte Benzin wird daher E10 sein. Dies wird primär erreicht durch einen Import von Ethanol, da in der Schweiz hergestelltes Ethanol ohne Subventionen nicht konkurrenzfähig ist. Eine differenzierte Besteuerung von importiertem und von schweizerischem Ethanol ist kaum kompatibel mit WTO-Regeln. Eine 10%ige Beimischung entspricht einer Substitution von ca. 7% Benzin, da Ethanol einen tieferen Energiegehalt als Benzin hat.

Zur Umsetzung dieser Strategie ist keine neue Infrastruktur notwendig, da alle Fahrzeuge ohne Veränderung mit einem solchen Gemisch zirkulieren können. Tabelle 10 zeigt summarisch die Parameter.

PARAMETER E10					
THG Effekt pro km (im Betrieb)	Veränderungen sonstige Emissionen	Veränderung Verbrauch Treibstoff¹⁰⁴	Reduktion Benzinverbrauch¹⁰⁵	Zusatzkosten pro Liter Treibstoff ante Steuer¹⁰⁶	Zusatzkosten pro Liter Benzinaequivalent ante Steuer¹⁰⁷
-7%	keine	+ 3.4%	- 7%	+ 0.01 CHF	+ 0.05 CHF

Bei der Verwendung von CH Ethanol resultieren Mehrkosten pro Liter Benzinaequivalent ante Steuer von CHF 0.11

Tabelle 10

Annahmen:

- › 10% Volumenbeimischung Ethanol in allem verkauften Benzin in der Schweiz
- › Keine Subvention von CH-Ethanol
- › Bei der Verwendung von E85 wäre der THG-Effekt infolge möglicher Effizienzgewinne durch Motorenoptimierung bei hoher Konzentration von Ethanol und dadurch verringertem Treibstoffverbrauch bis zu 10% besser.
- › Zusatzkosten: Preise Benzin und Ethanol siehe Tabelle 3. Hier sind die Angaben pro Liter Ethanol und nicht pro Liter Benzinaequivalent relevant.
- › Veränderungen Verbrauch: Basiert auf dem niedrigeren Energiegehalt von Ethanol. 1 Liter Benzin entspricht dabei ca. 1.5 Liter Ethanol, d.h. 1 Liter Benzin entspricht 1.034 Liter E10. Das Volumen des verkauften Treibstoffes nimmt daher um 3.4% zu zur Wahrung der gleichen Energieleistung. Bei E10 wird kein tieferer Energieverbrauch angenommen, der dies partiell kompensiert

Die gesamten Zusatzkosten für den Fahrzeugbesitzer wären ca. 5 Rp. pro Liter Benzinaequivalent- vor Steuern wegen der Zunahme des Treibstoffverbrauches um ca. 3.4%. Bei Erhebung der Steuer nach Energiegehalt wären der Treibstoffpreis pro Liter E10 etwa aequivalent zu Benzin (leicht tieferer Preis nach Steuer dafür vermutlich etwas höhere Logistik- und Vertriebskosten von E10 infolge des etwas erschwerten Handlings). Da der Verbrauch aber

¹⁰⁴ Verbrauch von E10 gegenüber Verbrauch von Benzin; zu beachten ist der niedrigere Energiegehalt von E10

¹⁰⁵ Dies entspricht nicht den 10% Ethanolbeimischung da Ethanol einen niedrigeren Energiegehalt hat.

¹⁰⁶ Vergleich 1 Liter E10 mit 1 Liter Benzin, E10 hat aber einen niedrigeren Energiegehalt, man verbraucht also mehr Treibstoff

¹⁰⁷ Vergleich mit 1 Liter Benzinaequivalent d.h. wie viel mehr kostet mich E10 zu tanken für die gleiche Kilometerleistung wie beim Betanken von Benzin; basierend auf einem Benzinpreis von 1.3 Sfr pro Liter

um ca. 3.4% steigt, erfährt der Automobilist Netto-Zusatzkosten von ca. 5 Rappen pro Liter Benzinaequivalent, um die gleiche Kilometerleistung zu erbringen. Die CO₂-Vermeidungskosten wären mit dieser Strategie ca. 150 CHF pro Tonne CO₂. Die Einnahmen durch die Mineralölsteuer würden in etwa identisch bleiben bei leicht höheren MWSt-Erträgen infolge der Netto-Zusatzkosten.

Resultate Szenario E10	
CO₂-Reduktion in Tonnen 2010 (Absatzprinzip)	CO₂-Reduktion in Tonnen 2020 (Absatzprinzip)
Ca 730'000 t	Ca 680'000

Gemäss Basis- Szenario Modell INFRAS Resultate CO₂-Emissionen Benzin-Fzg für 2010 und 2020 (Absatzprinzip) mit einer Reduktion der CO₂-Emissionen von 7%

Tabelle 11

Zum Vergleich: in den Dieselförder-Szenarien wird die CO₂-Reduktion per 2010 auf rund 300'000 t geschätzt, jene per 2020 auf 350'000 bis 400'000 t.

7.8.2. SZENARIO 2: VERKAUF VON E85

Der Einsatz von E85 oder 85% Ethanolbeimischung zum Benzin (Volumenprozent) verlangt einen separaten Verkauf an der Tankstelle und signifikante Umstellungen des Motors¹⁰⁸. Letzteres erweist sich v.a. bei modernen Benzinmotoren als potenziell sehr kostspielig. E85- oder E90-Mischungen werden daher bisher auch primär in 'captive fleets' eingesetzt und auch dort nur sehr beschränkt. Die Durchsetzbarkeit und Marktfähigkeit eines solchen Szenarios ist daher zumindest in der Periode bis 2010 nicht gegeben. Auch wären die Kosten signifikant höher und wiegen in keinem Masse den potenziellen Zusatznutzen durch erhöhte Effizienz der Motoren verglichen zu einer E10-Mischung, auf. Dieses Szenario wird daher nicht weiter betrachtet.

7.8.3. SZENARIO 3: VERKAUF VON RME

Bei RME ist ein Import nur beschränkt möglich infolge fehlender Verfügbarkeit auf dem Markt. Auch ist das weitere Produktionspotenzial in der CH beschränkt. Die Berechnungen basieren daher auf der bestehenden Produktionsgrundlage. Tabelle 12 zeigt die Parameter dieses Szenarios auf.

¹⁰⁸ Angaben ETH Zürich, Thomas Lutz

PARAMETER RME				
THG-Effekt pro km	Zusatzkosten pro Liter Treibstoff	Veränderungen Verbrauch Treibstoff	Veränderungen sonstige Emissionen	Potenzial in L Dieseläquivalent (CH)
-15%	3 CHF pro Liter	+10%	keine	2 mio L

Tabelle 12

Annahmen RME:

- › 100% Verkauf von RME als Biodiesel (ein Verkauf einer Mischung verändert die angegebenen Daten nicht)
- › 100% in der CH hergestellt
- › CO₂-Effekt: nach Lebenszyklus.
- › Preis Liter Diesel 0.3 CHF ; Der RME Preis ist nicht dieselaequivalent

Die Wirkung von RME auf die THG-Bilanz der Schweiz ist irrelevant, da das Produktionspotenzial für eine massive Verbreitung nicht besteht. Die Resultate dieses Szenarios sind in Tabelle 13 aufgeführt.

Resultate Szenario RME	
CO ₂ -Reduktion in Tonnen 2010	CO ₂ -Reduktion in Tonnen 2020
< 1000 t	< 1000 t

Gemäss Basis-Szenario Modell INFRAS Resultate CO₂-Emissionen Diesel-Fzg. für 2010 und 2020 mit einer Reduktion der CO₂-Emissionen von 15%

Tabelle 13

7.9. OPPORTUNITÄTSKOSTEN DER MASSNAHME

Betrachtet man nur die Verbrauchsseite der Massnahme so resultieren folgende Opportunitätskosten:

- › E10 mit importiertem Ethanol: Die CO₂-Wirkung ist ca. 730'000 t¹⁰⁹ bei Opportunitätskosten von ca. 220 Mio¹¹⁰ CHF resp. ca. 300 CHF pro Tonne CO₂ Opportunitätskosten.
- › E10 mit schweizerischem Ethanol: Die CO₂-Wirkung ist ebenfalls ca. 730'000 t bei Opportunitätskosten von ca. 490 Mio CHF¹¹¹ resp. ca. 670 CHF pro Tonne CO₂ Opportunitätskosten.

¹⁰⁹ Absatzprinzip ist hier relevant

¹¹⁰ Basierend auf Mehrkosten von 0.35fr/L Ethanol (100%) Benzinaequivalent d.h. 0.055fr pro Liter Benzinaequivalent als Mehrkosten bei der Verwendung von E10; Reduktion von 7% der CO₂ Emissionen bei 2.39kgCO₂/l

- › RME aus schweizerischem Anbau: Die CO₂-Wirkung ist ca. 800 t¹¹² bei Opportunitätskosten von ca. 5 Mio CHF¹¹³ resp. ca. 6'300 CHF pro Tonne CO₂ Opportunitätskosten.

7.10. FOLGERUNGEN BIOTREIBSTOFFE

Bezüglich der Biotreibstoffe werden die folgenden Schlüsse gezogen:

- › Verschiedene Länder, v.a. aber die EU planen eine verstärkte Nutzung von Biotreibstoffen. Die Schweiz würde mit einer solchen Massnahme also keinen Alleingang fahren. Die EU betrachtet dies u.a. als Massnahme zur Reduktion der CO₂-Emissionen des Verkehrssektors, v.a. aber auch als Instrument zur Verbesserung der Versorgungssicherheit. Die EU hat aber die von der Kommission deklarierten Ziele als nicht-bindend erklärt und die EU Umweltbehörde äussert sich generell kritisch zum Vorhaben. Auch wird der Beitrag bzgl. Treibhauseffekt als eher gering beurteilt, infolge der signifikanten N₂O-Emissionen beim Anbau von Biotreibstoffen.
- › Bei den Betriebsemissionen weisen Biotreibstoffe keine signifikanten Vor- oder Nachteile gegenüber konventionellen Treibstoffen auf.
- › Betrachtet man die vorgelagerten Emissionen weisen Biotreibstoffe Nachteile bezüglich Eutrophierung, Säurebildung, Ozonbildungspotenzial als auch bezüglich der Zerstörung der Ozonschicht auf.
- › Der Treibhauseffekt von Biotreibstoffen ist klar positiv bei der Betrachtung der reinen Betriebsemissionen resp. bei einer absatzorientierten Betrachtung von CO₂-Emissionen und einem Import der Biotreibstoffe.
- › Der Treibhauseffekt ist auch bei einer Betrachtung der vorgelagerten Prozesse positiv, aber in einem geringeren Ausmass (v.a. bei RME, wo bedingt v.a. durch N₂O- Emissionen im Vergleich zu Diesel je nach Anbaumethode gar kein positiver Treibhauseffekt mehr erzielt wird,).
- › Die Szenarien RME und E85 erweisen sich als nicht gangbar. RME aufgrund der sehr hohen CO₂-Vermeidungskosten und der negativen lokalen Umweltwirkung und das Szenario E85 aufgrund der Fahrzeugumstellkosten und den zusätzlichen Infrastrukturkosten.
- › Das Szenario einer Beimischung von 10 Volumenprozenten Ethanol erweist sich als gangbarer Weg. Durch diese Massnahme könnten im Jahre 2010 rund 700'000 t CO₂-Emissionen

111 dito oben aber Mehrkosten von 0.11 Sfr pro Liter Benzinaequivalent bei E10 Mischung

112 LCA Analyse da in der CH angebaut

113 Basierend auf 15% THG Reduktion gegenüber 1 Liter Diesel, 3.2kg CO₂ Emissionen pro Liter Diesel Life-Cycle und Mehrkosten von 3 CHF pro Liter

vermieden werden, also wesentlich mehr als von einer Dieselerbilligung erwartet werden kann.

- › Ethanol kann auch in Diesel zugemischt werden. In Spanien werden entsprechende Versuche schon relativ breit getätigt, in der Schweiz ist Alcosuisse mit einer 10% Mischung zu Diesel in einer Versuchsphase. Noch unklar sind die Zusatzkosten (der Beimischung, der Additive) als auch die motorischen Veränderungen (erste Versuchsreihen zeigen bisher keine Probleme auf). Sollten die Reduktionskosten allerdings nicht wesentlich höher liegen als bei der Beimischung zu Ethanol würde hier nochmals ein CO₂-Reduktionspotenzial in der gleichen Grössenordnung wie bei der E10 Variante mit Benzin vorliegen.
- › Die Umstellung auf E5 oder E10 ist kurzfristig mit einem gewissen logistischen Umsetzungsaufwand verbunden, da dieser Treibstoff in Europa noch nicht massiv verbreitet ist (in den USA und Brasilien existieren aber schon mehrjährige Erfahrungen damit). Diese potenziellen Logistikprobleme werden in diesem Bericht nicht abgehandelt, ebenso wenig inwieweit z.B. eine Zumischungsvorschrift von Ethanol zu Benzin oder Diesel potenziell als nichttarifarischer Handelshemmnis verstanden werden könnte.

ANNEX

ANNEX 1: QUANTITATIVE ANGABEN ZUM SOG. GRUNDSZENARIO

(Quelle: BFE 2000)

ENDENERGIEVERBRAUCH VERKEHR INNERHALB DER SCHWEIZ (MODELLRECHNUNG)							
[J/a]	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
Elektrizität	9.42	9.18	9.51	11.14	12.52	12.88	13.18
Benzin	133.65	137.95	140.72	140.08	137.99	135.14	131.71
Diesel	40.63	41.39	50.49	51.95	57.51	60.59	62.89
Kerosen	18.08	20.69	27.16	29.90	32.29	35.58	38.64
Summe	201.78	209.21	227.88	233.07	240.31	244.19	246.41
Index	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
Elektrizität	100.0	97.5	100.9	118.3	132.9	136.7	139.9
Benzin	100.0	103.2	105.3	104.8	103.2	101.1	98.5
Diesel	100.0	101.9	124.3	127.9	141.6	149.1	154.8
Kerosen	100.0	114.4	150.2	165.3	178.6	196.8	213.7
Summe	100.0	103.7	112.9	115.5	119.1	121.0	122.1
ABSCHÄTZUNG ABSATZ AN ENDENERGIE IM VERKEHRSEKTOR IN DER SCHWEIZ							
abs. [PJ/a]	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
Elektrizität	9.42	9.18	9.51	11.14	12.52	12.88	13.18
Benzin	133.65	137.95	140.72	140.08	137.99	135.14	131.71
Diesel	40.63	41.39	50.49	51.95	57.51	60.59	62.89
Kerosen	18.08	20.69	27.16	29.90	32.29	35.58	38.64
Summe	201.78	209.21	227.88	233.07	240.31	244.19	246.41
Index	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
Elektrizität	100.0	97.5	100.9	118.3	132.9	136.7	139.9
Benzin	100.0	103.2	105.3	104.8	103.2	101.1	98.5
Diesel	100.0	101.9	124.3	127.9	141.6	149.1	154.8
Kerosen	100.0	114.4	150.2	165.3	178.6	196.8	213.7
Summe	100.0	103.7	112.9	115.5	119.1	121.0	122.1

Tabelle 14 Energieverbrauch bzw. -absatz in PJ/a – Grundszenario

ABSCHÄTZUNG CO₂-EMISSIONEN (VERBRAUCHSPRINZIP)							
1000 t/a	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
Elektrizität							
Benzin	9'877	10'196	10'400	10'353	10'198	9'987	9'734
Diesel	2'990	3'046	3'716	3'823	4'233	4'459	4'629
Kerosen	1'325	1'516	1'989	2'190	2'365	2'607	2'830
Summe	14'192	14'757	16'105	16'366	16'796	17'053	17'193
ABSCHÄTZUNG CO₂-EMISSIONEN (ABSATZPRINZIP)							
1000 t/a	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
Elektrizität							
Benzin	11'496	11'139	11'978	11'923	11'745	11'502	11'211
Diesel	2'578	2'673	2'886	3'072	3'467	3'696	3'826
Kerosen	3'518	4'026	4'848	5'337	5'763	6'352	6'897
Summe	17'592	17'837	19'712	20'332	20'975	21'550	21'933

Tabelle 15 CO₂-Emissionen auf der Basis des Verbrauchs bzw. des Absatzes

Mengengerüst für Wirkungsabschätzungen (2000)		
Benzin:		
Verbrauch B Strasse	1000t/a	3'187
Verbrauch B NonRoad	1000t/a	76
Verbrauch B übrige Verbraucher	1000t/a	44
Verbrauch B total	1000t/a	3'307
Steuerertrag B (Verbrauch)	Mio CHF	3'691
Absatz B in 1000t gem Statistik	1000t/a	3'983
Annahme Tanktourismus in 1000t		400
Modell-Absatz (Verbrauch+ Tanktourismus)	1000t/a	3'707
Steuerertrag B (Mod. Absatz)	Mio CHF	4'137
Diesel:		
Verbrauch D Strasse	1000t/a	1'184
Verbrauch D NonRoad	1000t/a	44
Verbrauch D übrige Verbraucher (NichtVerkehr)	1000t/a	299
Verbrauch D total	1000t/a	1'527
Verbrauch D total (Steuerrelevant)	1000t/a	1'165
Steuerertrag D (Verbrauch)	Mio CHF	1'198
Absatz D in 1000t gem Statistik	1000t/a	1'307
Annahme Tanktourismus in 1000t		-160
Modell-Absatz gerechnet in 1000 t (Verbrauch+ Tanktourismus)	1000t/a	1'005
Steuerertrag D (Mod. Absatz)	Mio CHF	1'034

Tabelle 16 Für die Wirkungsabschätzungen verwendetes Mengengerüst (Bezugsjahr 2000)

ANNEX 2: GRUNDLAGEN ZUR ANALYSE AUSLÄNDISCHER FLOTTEN

Dieselanteil bei den Neuzulassungen

Angaben zum Dieselanteil konnten für die Schweiz vom VSAI, für Frankreich und Österreich von den nationalen Statistikämtern herangezogen werden. Für Deutschland, Spanien, Finnland, Grossbritannien, Italien, Irland, Norwegen sowie Schweden standen für einige Bezugsjahre Angaben von EUROSTAT zur Verfügung.

Für fehlende Bezugsjahre sowie für die anderen Länder wurden Angaben der ACEA verwendet, welche den kombinierten Dieselanteil der neu zugelassenen leichten Motorwagen (d.h. Summe von Personen- und Lieferwagen) betreffen. Weil hier zuerst je Land und Jahr der Dieselanteil bei den Lieferwagen geschätzt werden musste, um den Dieselanteil der Personewagen berechnen zu können, sind diese Daten weniger belastbar.

Der resultierende Datensatz ist in der Tabelle 17 aufgelistet. In allen Ländern ist der Dieselanteil im Laufe der Jahre gestiegen, wenn von kurzfristigen Fluktuationen abgesehen wird. Diese Grundtendenz wird zurückgeführt auf die laufend Fortschritte beim Einsatz von Dieselmotoren in Personwagen. Es fällt auf, dass in Belgien, Frankreich, Luxemburg, Österreich und Spanien bereits 1990 der Anteil der Dieselfahrzeuge über 10% liegt. Diese fünf Länder haben Dieselpersonenwagen seither weiter gefördert und erreichen 2001 Dieselanteile über 50%. In den anderen Ländern lag der Anteil 1990 unter 10%, im Jahre 2001 liegen sie in einem weiten Band zwischen 6% und 36%, je nach Unterschiede bei den Treibstoffpreisen und der Besteuerung.

ANTEIL DIESELFahrzeuge AN DEN NEUZUGELASSENEN PERSONENWAGEN												
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
A	25.7%	22.1%	26.2%	31.5%	39.9%	42.6%	49.4%	53.3%	54.5%	57.4%	61.8%	66.0%
B	31.6%	30.4%	31.2%	36.1%	41.8%	46.2%	45.4%	49.7%	51.9%	54.1%	56.1%	62.4%
CH	2.6%	2.4%	2.7%	3.2%	4.4%	4.0%	4.6%	5.0%	5.6%	6.6%	9.2%	13.3%
D	9.6%	11.8%	15.0%	14.9%	16.9%	14.6%	15.0%	14.9%	17.6%	22.4%	30.4%	35.0%
E	13.1%	11.2%	14.8%	21.6%	26.1%	32.7%	38.1%	42.9%	48.3%	51.0%	53.5%	54.0%
F	33.0%	38.4%	39.0%	45.5%	47.6%	46.5%	39.3%	42.0%	40.7%	44.4%	50.0%	56.0%
FIN	5.2%	4.4%	5.0%	7.8%	5.6%	6.9%	13.5%	14.6%	15.7%	16.2%	16.0%	17.0%
GB	5.6%	8.7%	13.6%	18.6%	21.4%	19.9%	17.8%	15.8%	15.0%	13.8%	14.0%	18.0%
I	6.6%	6.0%	7.7%	8.0%	8.0%	10.1%	15.5%	17.7%	22.0%	29.2%	33.2%	36.0%
IRL	9.9%	14.1%	15.6%	15.9%	16.7%	15.8%	13.4%	11.5%	12.5%	11.2%	10.4%	13.2%
L	21.1%	23.5%	24.7%	26.4%	26.4%	27.6%	32.0%	34.9%	38.4%	41.9%	50.2%	57.8%
N	3.8%	6.4%	9.5%	14.2%	10.2%	6.2%	8.1%	7.0%	7.6%	9.7%	9.0%	13.0%
NL	10.2%	9.7%	9.9%	8.5%	11.9%	13.5%	15.2%	17.2%	20.3%	22.8%	23.0%	23.0%
P	7.3%	7.6%	5.5%	7.6%	13.4%	11.3%	16.2%	21.4%	23.0%	23.7%	27.5%	30.0%
S	0.7%	0.9%	0.9%	3.1%	3.2%	2.8%	7.1%	11.6%	14.1%	9.0%	8.1%	6.0%

Tabelle 17

Besteuerung

Die Besteuerung setzt sich zusammen aus einmaligen, beim Kauf fälligen Steuern (z.B. die Mehrwertsteuer) und jährlich wiederkehrenden, von der Fahrleistung unanhängigen jährlichen Steuern. Viele Länder unterscheiden bei einem der beiden Steuerarten explizit zwischen Diesel- und Benzinpersonenwagen. Kleinere Differenzen zwischen Diesel und Benzin können auch auftreten, wenn die Besteuerung zum Beispiel auf den Hubraum abstellt, denn der Hubraum von Dieselfahrzeugen ist im Mittel grösser.

Steuerdaten liegen für die Bezugsjahre 1999 und 2001 aus den von der ACEA kompilierten „tax guides“ vor. Berechnet wurden die Steuern jeweils für mittlere Grössen (separat für Benzin- und Dieselpersonenwagen), also je nach Land für das mittlere Leergewicht, die mittlere Leistung, den mittleren Verbrauch, den mittleren Hubraum usw. Für die Schweiz wurde die Besteuerung im Kanton Zürich gewählt.

In Tabelle 18 sind die Kaufsteuern („purchase tax“) aufgelistet. Die Tabelle 19 zeigt die mittlere jährliche Steuerbelastung („owner tax“). In der „owner tax“ enthalten sind auch pauschale, nicht kilometerabhängige Strassenbenützungsgeldern wie z.B. die schweizerische Autobahnvignette. Für die im Weiteren verwendeten Jahreskosten wird angenommen, dass die beim Kauf fälligen Steuern zusammen mit dem Neuwagenwert amortisiert werden (10% pro Jahr sowie zusätzliche 2% je 10'000 km Fahrleistung). Dabei wird angenommen, dass die Differenz im Anschaffungswert zwischen Diesel- und Benzin-PW 2 k€ beträgt.

BEIM KAUF FÄLLIGE STEUERN (IN % DES FAHRZEUG-NEUWERTS)																
		A	B	CH	D	E	F	FIN	GB	I	IRL	L	N	NL	P	S
1999	B	35%	23%	12%	16%	28%	20%	90%	18%	20%	61%	15%	144%	49%	66%	25%
1999	D	30%											223%	65%		
2001	B	35%	23%	12%	16%	28%	20%	93%	18%	20%	61%	15%	142%	49%	60%	25%
2001	D	30%											203%	65%		

Tabelle 18

JÄHRLICHE MITTLERE STEUERN (IN EURO PRO JAHR)																
		A	B	CH	D	E	F	FIN	GB	I	IRL	L	N	NL	P	S
1999	B		241	266	102			118		250	458	81	144	480	111	144
1999	D	440	540	299	313	101	182	547	97	758	642	97	736	1'224	44	736
2001	B		241	266	102			118		250	458	81	144	480	111	144
2001	D	440	439	288	304	108	182	547	97	758	614	93	736	1'144	44	736

Tabelle 19

Treibstoffkosten

› Tankstellenpreise

Analog zur Ermittlung des Dieselanteils bei den Neuzulassungen musste auch für die Tankstellenpreise ein einheitlicher Datensatz aus verschiedenen Quellen zusammengestellt und harmonisiert werden. Von der schweizerischen Oberzolldirektion sind die Tankstellenpreise für Diesel und Benzin ab 1985 für die Schweiz und ihre Nachbarländer vorhanden. Bei den ausländischen Treibstoffpreisen handelt es sich allerdings um jene in Grenznähe, welche zum Teil systematisch vom Landesdurchschnitt abweichen. Auch liegen diese Daten in Schweizerfranken vor, deren Wechselkurs im Vergleich zu den Währungen des jetzigen Euro-Gebietes jeweils Schwankungen unterworfen war.

Datensätze der nationalen Statistikämter liegen für Frankreich, die Niederlande und Norwegen vor. Ab 1990 (Diesel) bzw. 1991 (Benzin) sind für die meisten Ländern ausserdem jahresmittlere Treibstoffpreise in Euro pro Liter durch DG TREN ermittelt und publiziert worden (DG TREN 2002). Beim Benzin wurden für alle Jahre immer nur 95 ROZ Benzin herangezogen, die sog. „Euro-95“-Qualität. Das bis Mitte/Ende (je nach Land) der Neunzigerjahre weiterhin angebotene verbleite Benzin sowie 98-ROZ-Benzin werden ignoriert.

› Mittlerer Verbrauch

Alle Ergebnissen in diesem Kapitel liegt eine Jahresfahrleistung von 14'000 km zugrunde (identisch für Benzin und Diesel). Zur Berechnung der jährlichen Treibstoffkosten muss ein mittlerer Treibstoffverbrauch angenommen werden. Für die in der Schweiz neu zugelassenen Personenwagen in den Jahren 1996 bis 2000 hat der VSAI entsprechende Daten getrennt für Diesel und Benzin erhoben und veröffentlicht. Die entsprechenden Werte werden auch den neu zugelassenen Flotten in den anderen Ländern unterstellt.

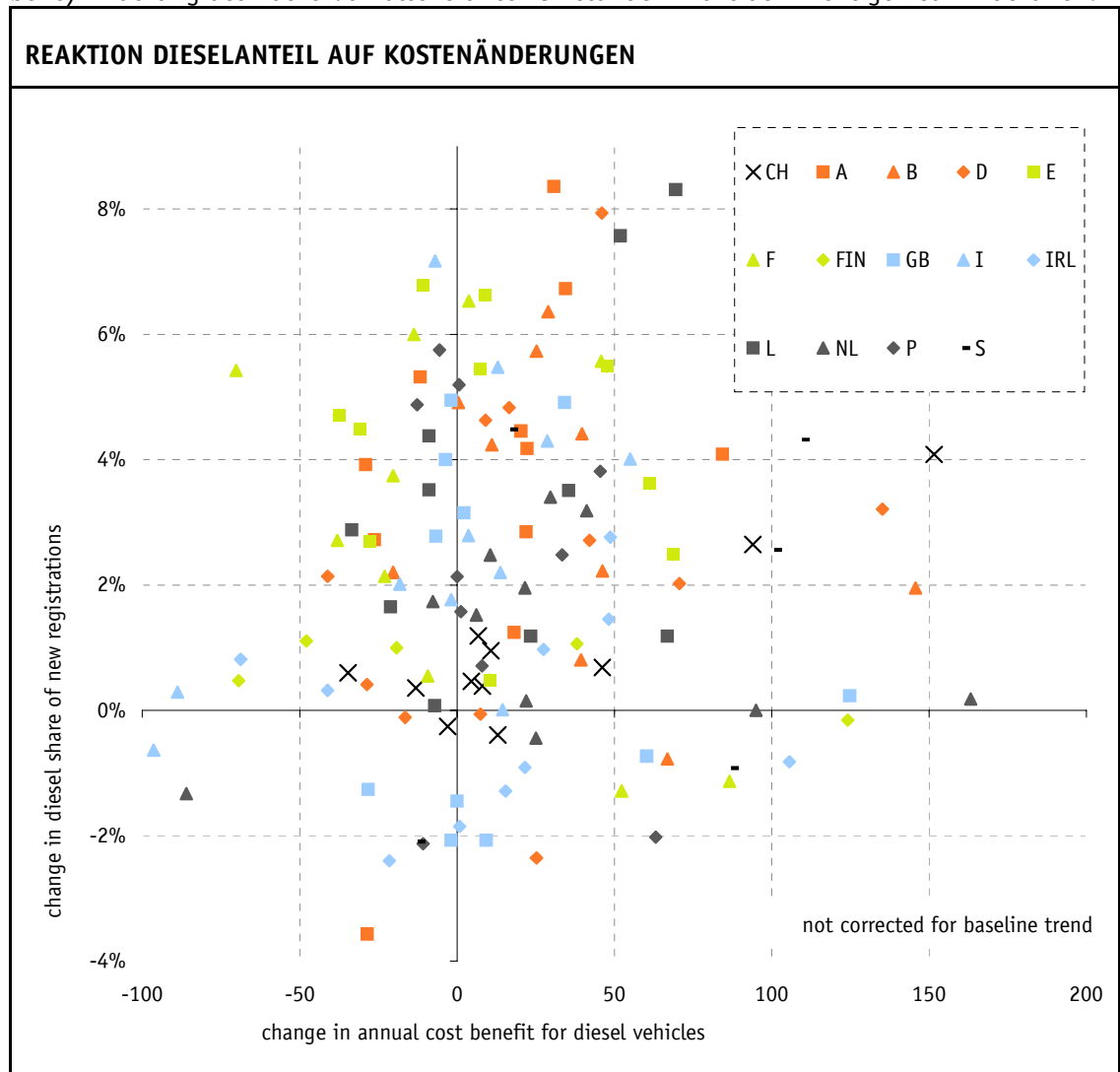
DURCHSCHNITTsverbrauch NEUZUGELASSENER PERSONENWAGEN IN DER SCHWEIZ												
	1990*	1991*	1992*	1993*	1994*	1995*	1996	1997	1998	1999	2000	2001**
Benzin	9.02	9.02	9.02	9.02	9.02	9.02	9.02	8.86	8.79	8.71	8.58	8.48
Diesel	7.69	7.69	7.69	7.69	7.69	7.69	7.69	7.72	7.41	7.30	6.72	6.66
Diff. Vol	14.7%	14.7%	14.7%	14.7%	14.7%	14.7%	14.7%	12.9%	15.7%	16.2%	21.7%	21.5%
Diff. CO ₂	3.3%	3.3%	3.3%	3.3%	3.3%	3.3%	3.3%	1.2%	4.4%	4.9%	11.1%	10.9%
*: Annahme: Verbrauch vor 1996 konstant.												
**: von den Jahren 1996 bis 2000 ausgehend extrapoliert.												

Tabelle 20 Durchschnittsverbrauch. Quelle für 1996 bis 2000: VSAI. „Diff. Vol.“ bezeichnet den volumetrischen, „Diff. CO₂“ den CO₂-bezogenen Verbrauchsvorteil von Dieselpersonenwagen.

ANNEX 3: ANALYSE REAKTION AUF KOSTENÄNDERUNGEN

Die nachstehende Figur stellt die jährliche Änderung des Dieselanteils (konkret: Dieselanteil im Jahre x minus Dieselanteil im Jahre $x-1$) dar in Funktion der jährlichen Änderung der Kostendifferenz zwischen Diesel- und Benzinpersonenwagen (konkret: „cost benefit of diesel cars“ im Jahre x minus den Vorjahreswert).

Erwartungsgemäss zeigen die so dargestellten Daten eine grosse Varianz. Die positive Korrelation (ein Anstieg des Kostenvorteils von Dieselfahrzeugen führt in aller Regel zu einem Anstieg des Dieselanteils bei den Neuzulassungen) ist aber ersichtlich. Der grösste Teil der Streuung wird verursacht durch die jahresmittleren Daten, welche die (zeitverscho-bene) Änderung des Käuferverhaltens unter Umständen nicht dem richtigen Jahr zuordnen.



Figur 18 Jährliche Änderung des Dieselanteils, aufgetragen über dem Kostenvorteil gegenüber Benzin-PW

ANNEX 4: BERECHNUNG DER AUSWIRKUNGEN IM DIESELFÖRDERUNGSSZENARIO VAR. 1: DIESELVERBILLIGUNG UM 25 RP./L

Basis-Szenario

Basis-Szenario		1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
D-Anteil an PW-KM	%	5.2%	6.1%	7.6%	12.6%	16.1%	17.8%	18.2%
D-Anteil an LNF-KM	%	27.2%	33.0%	44.1%	55.8%	61.4%	66.2%	74.0%
Benzinpreis-Veränderung ggü. Basis-Entwicklung	Rp./L	0	0	0	0	0	0	0
Dieselpreis-Veränderung ggü. Basis-Entwicklung	Rp./L	0	0	0	0	0	0	0
Verbrauch B	1000t/a	3'184	3'274	3'307	3'096	2'927	2'803	2'697
Verbrauch D	1000t/a	901	930	1'165	1'375	1'628	1'766	1'850
Verbrauch B+D	1000t/a	4'085	4'204	4'472	4'471	4'555	4'569	4'547
Tanktourismus B	1000t/a	400	400	400	400	400	400	400
Tanktourismus D	1000t/a	-160	-160	-160	-160	-160	-160	-160
Tanktourismus B+D	1000t/a	240	240	240	240	240	240	240
Absatz B	1000t/a	3'584	3'674	3'707	3'496	3'327	3'203	3'097
Absatz D	1000t/a	741	770	1'005	1'215	1'468	1'606	1'690
Absatz B+D	1000t/a	4'325	4'444	4'712	4'711	4'795	4'809	4'787
Steuerertrag Verbrauch B+D	Mio CHF	4'480	4'610	4'889	4'870	4'942	4'945	4'913
Steuerertrag Absatz B+D	Mio CHF	4'762	4'892	5'171	5'151	5'223	5'226	5'195
CO2 Emission (Verbrauch)	1000t/a	12'869	13'242	14'087	14'084	14'349	14'392	14'323
CO2 Emission (Absatz)	1000t/a	13'625	13'998	14'843	14'840	15'105	15'148	15'079

Dieselförderungs-Szenario

1. Zwischen-Bilanz		1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
CO2-Bilanz B (Verbrauch) (DieselSz - BasisSz)	1000t/a	-	-	-	-869	-2'521	-3'472	-3'809
CO2-Bilanz D (Verbrauch) (DieselSz - BasisSz)	1000t/a	-0	-0	-0	830	2'366	3'263	3'579
CO2-Bilanz B+D (Verbrauch) (DieselSz - BasisSz)	1000t/a	-0	-0	-0	-39	-155	-209	-229
CO2 Verh. DieselSzen / BasisSzen	Index	100.0	100.0	100.0	99.7	98.9	98.5	98.4
Steuerbilanz B (Verbrauch)	Mio CH				-308	-893	-1'230	-1'349
Steuerbilanz D (Verbrauch)	Mio CH				-221	58	224	272
Steuerbilanz B+D (Verbrauch)	Mio CH				-529	-835	-1'006	-1'077

Dieselförder-Szenario 1 (Diesel fix -25 Rp/L)		1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
D-Anteil an PW-KM	%	5.2%	6.1%	7.6%	21.5%	40.4%	52.1%	57.8%
D-Anteil an LNF-KM	%	27.2%	33.0%	44.1%	62.0%	80.4%	87.3%	87.6%
Benzinpreis-Veränderung ggü. Basis-Entwicklung	Rp./L	-	-	-	6	16	23	28
Dieselpreis-Veränderung ggü. Basis-Entwicklung	Rp./L	0	0	0	-25	-25	-25	-25
Verbrauch B	1000t/a	3'184	3'274	3'307	2'795	2'079	1'643	1'428
Verbrauch D	1000t/a	901	930	1'165	1'639	2'379	2'802	2'986
Verbrauch B+D	1000t/a	4'085	4'204	4'472	4'433	4'458	4'445	4'415
Tanktourismus B	1000t/a	400	400	400	272	100	8	-39
Tanktourismus D	1000t/a	-160	-160	-160	353	408	443	470
Tanktourismus B+D	1000t/a	240	240	240	625	508	451	431
Absatz B	1000t/a	3'584	3'674	3'707	3'066	2'179	1'651	1'390
Absatz D	1000t/a	741	770	1'005	1'992	2'787	3'245	3'456
Absatz B+D	1000t/a	4'325	4'444	4'712	5'058	4'966	4'895	4'846
Anteil D (D/B+D) [bzgl. Gewicht, Absatz]	%	17%	17%	21%	39%	56%	66%	71%
Steuerertrag Verbrauch B+D	Mio CHF			4'889	4'547	4'489	4'393	4'303
Steuerertrag TT B+D	Mio CHF			282	583	430	334	285
Steuerertrag Absatz B+D	Mio CHF			5'171	5'130	4'918	4'727	4'588
Differenz ggü. Steuerertrag B+D BasisSzen.	Mio CHF			-0	-21	-305	-499	-607
CO2 Emission (Verbrauch)	1000t/a	12'869	13'242	14'087	13'965	14'043	14'001	13'906
CO2 Emission (Absatz)	1000t/a	13'625	13'998	14'843	15'934	15'643	15'420	15'265
Differenz ggü. CO2 Em BasisSzen. (Verbrauch)	1000t/a	-0	-0	-0	-119	-306	-391	-418
Differenz ggü. CO2 Em BasisSzen. (Absatz)	1000t/a	-0	-0	-0	1'094	538	272	185

Umweltindikatoren: Schadstoffemissionen in t/a nach Fahrzeugkategorien

Basis Szenario									
Fzkat	Schadstoff		1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
LBus	HC	t/a	314	321	267	203	158	137	130
LI	HC	t/a	4'669	2'809	1'421	681	361	292	254
Mofa	HC	t/a	2'447	946	558	382	287	260	258
MR	HC	t/a	3'494	2'755	2'497	2'453	2'486	2'517	2'550
PW	HC	t/a	73'500	40'585	18'751	8'813	5'543	4'595	4'489
RBus	HC	t/a	156	144	128	114	103	99	98
SNF	HC	t/a	3'074	2'719	2'374	1'748	1'632	1'621	1'676
			87'654	50'278	25'995	14'396	10'570	9'521	9'455
LBus	NOx	t/a	2'696	2'871	2'520	1'935	1'310	848	621
LI	NOx	t/a	5'392	4'060	3'167	2'488	1'874	1'523	1'449
Mofa	NOx	t/a	9	4	3	3	3	3	3
MR	NOx	t/a	251	326	376	388	406	416	422
PW	NOx	t/a	60'210	36'450	21'665	13'606	9'834	8'503	8'264
RBus	NOx	t/a	1'139	1'105	1'034	929	727	522	398
SNF	NOx	t/a	23'622	21'322	20'986	14'907	10'737	7'581	6'595
			93'319	66'137	49'752	34'256	24'891	19'396	17'750
LBus	Part	t/a	171	152	107	67	34	17	10
LI	Part	t/a	363	254	236	165	108	84	87
Mofa	Part	t/a	-	-	-	-	-	-	-
MR	Part	t/a	-	-	-	-	-	-	-
PW	Part	t/a	382	330	296	305	281	269	265
RBus	Part	t/a	67	55	41	30	18	10	6
SNF	Part	t/a	1'631	1'316	922	499	264	155	121
			2'614	2'107	1'603	1'065	705	535	490

Dieselförder-Szenario									
Fzkat	Schadstoff		1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
LBus	HC	t/a	314	321	267	203	158	137	130
LI	HC	t/a	4'669	2'809	1'421	626	279	221	216
Mofa	HC	t/a	2'447	946	558	382	287	260	258
MR	HC	t/a	3'494	2'755	2'497	2'453	2'486	2'517	2'550
PW	HC	t/a	73'500	40'585	18'751	8'482	4'994	3'818	3'547
RBus	HC	t/a	156	144	128	114	103	99	98
SNF	HC	t/a	3'074	2'719	2'374	1'770	1'652	1'641	1'697
			87'654	50'278	25'995	14'031	9'960	8'694	8'496
LBus	NOx	t/a	2'696	2'871	2'520	1'935	1'310	848	621
LI	NOx	t/a	5'392	4'060	3'167	2'509	1'962	1'614	1'516
Mofa	NOx	t/a	9	4	3	3	3	3	3
MR	NOx	t/a	251	326	376	388	406	416	422
PW	NOx	t/a	60'210	36'450	21'665	14'471	12'028	11'249	11'299
RBus	NOx	t/a	1'139	1'105	1'034	929	727	522	398
SNF	NOx	t/a	23'622	21'322	20'986	15'094	10'871	7'675	6'677
			93'319	66'137	49'752	35'329	27'308	22'328	20'936
LBus	Part	t/a	171	152	107	67	34	17	10
LI	Part	t/a	363	254	236	182	140	110	103
Mofa	Part	t/a	-	-	-	-	-	-	-
MR	Part	t/a	-	-	-	-	-	-	-
PW	Part	t/a	382	330	296	467	610	718	795
RBus	Part	t/a	67	55	41	30	18	10	6
SNF	Part	t/a	1'631	1'316	922	505	267	157	122
			2'614	2'107	1'603	1'250	1'069	1'012	1'036

ANNEX 5: BERECHNUNG DER AUSWIRKUNGEN IM DIESELFÖRDERUNGSSZENARIO VAR. 2: FIXE DIFFERENZ VON 25 RP./L ZWISCHEN DIESEL UND BENZIN

1. Zwischen-Bilanz										
Preisanpassung aufgrund Verhältnis D/(B+D) Absatz (=Verbrauch DiSzen plus TT gemäss BasisSzen)										
				1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
Absatz B in t		t/a		3'583'884	3'673'626	3'707'294	3'220'071	2'526'603	2'100'670	1'888'105
Absatz D in t		t/a		741'464	770'164	1'004'701	1'477'010	2'217'464	2'639'669	2'823'874
Absatz B in Mio L		Mio L		4'830	4'951	4'996	4'340	3'405	2'831	2'545
Absatz D in Mio L		Mio L		891	926	1'208	1'775	2'665	3'173	3'394
Verhältnis D/(B+D) bzgl Absatz in t				0.17	0.17	0.21	0.31	0.47	0.56	0.60
Verhältnis D/(B+D) bzgl Absatz in L				0.16	0.16	0.19	0.29	0.44	0.53	0.57
Preisveränderung B	fix (Rp/l)	25		-	-	-	8	12	14	15
Preisveränderung D				-	-	-	-17	-13	-11	-10

Dieselförder-Szenario 2 (Differenz zw. B/D fix -25 Rp.)				1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
D-Anteil an PW-KM		%		5.2%	6.1%	7.6%	21.5%	40.4%	52.1%	57.8%
D-Anteil an LNF-KM		%		27.2%	33.0%	44.1%	62.0%	80.4%	87.3%	87.6%
Benzinpreis-Veränderung ggü. Basis-Entwicklung		Rp./L		-	-	-	9	13	15	16
Dieselpreis-Veränderung ggü. Basis-Entwicklung		Rp./L		-	-	-	-16	-12	-10	-9
Verbrauch B		1000t/a		3'184	3'274	3'307	2'788	2'091	1'666	1'456
Verbrauch D		1000t/a		901	930	1'165	1'637	2'377	2'800	2'984
Verbrauch B+D		1000t/a		4'085	4'204	4'472	4'425	4'468	4'466	4'440
Tanktourismus B		1000t/a		400	400	400	243	175	132	111
Tanktourismus D		1000t/a		-160	-160	-160	193	79	33	10
Tanktourismus B+D		1000t/a		240	240	240	436	254	165	122
Absatz B		1000t/a		3'584	3'674	3'707	3'031	2'266	1'798	1'567
Absatz D		1000t/a		741	770	1'005	1'830	2'457	2'832	2'994
Absatz B+D		1000t/a		4'325	4'444	4'712	4'861	4'722	4'631	4'562
Anteil D (D/B+D) [bzgl. Gewicht, Absatz]		%		17%	17%	21%	38%	52%	61%	66%
Steuerertrag Verbrauch B+D		Mio CHF				4'889	4'842	4'803	4'757	4'708
Steuerertrag TT B+D		Mio CHF				282	465	296	204	159
Steuerertrag Absatz B+D		Mio CHF				5'171	5'307	5'099	4'961	4'867
Differenz ggü. Steuerertrag B+D BasisSzen.		Mio CHF				-0	156	-124	-266	-328
CO2 Emission (Verbrauch)		1000t/a		12'869	13'242	14'087	13'939	14'074	14'068	13'985
CO2 Emission (Absatz)		1000t/a		13'625	13'998	14'843	15'313	14'876	14'586	14'369
Differenz ggü. CO2 Em BasisSzen. (Verbrauch)		1000t/a		-0	-0	-0	-146	-275	-324	-338
Differenz ggü. CO2 Em BasisSzen. (Absatz)		1000t/a		-0	-0	-0	473	-229	-562	-711

GLOSSAR

ARE	Bundesamt für Raumentwicklung
ASTRA	Bundesamt für Strassen
BFE	Bundesamt für Energie
BUWAL	Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft
DTC	Dynamic Test Center
E10	Benzin unter Beimischung von 10% Ethanol
EFV	Eidg. Finanzverwaltung
EMPA	Eidg. Materialprüfungsanstalt
EV	Erdölvereinigung
FZKAT	Fahrzeugkategorie
IVDA	Inverkehrssetzungsdatum
LBUS	Linienbus
LI	Lieferwagen
LMW	Leichte Motorwagen (PW, LI)
LNF	Leichte Nutzfahrzeuge, Lieferwagen
LSVA	Leistungsabhängige Schwerverkehrsabgabe (wird seit 1.1.2001 auf Fahrzeugen über 3,5 t Gesamtgewicht erhoben)
LW	Lastwagen
MR	Motorrad
NR	Nationalrat
OZD	Oberzolldirektion
PW	Personenwagen
RBUS	Reisebus
RME	Rapsmethylester
SMW	Schwere Motorwagen (SNF, LBUS, RBUS)
SNF	Schwere Nutzfahrzeuge (LW, LZ, SZ)
SR	Ständerat
SZ	Sattelzug
THG	Treibhausgas
UNFCCC	UN Framework Convention on Climate Change
UREK-N	Nationalrätliche Kommission für Umwelt, Raumplanung und Energie
VSAI	Vereinigung Schweizer Automobil-Importeure
VSG	Verband der Schweizerischen Gasindustrie

LITERATUR

- Alpha real 1998:** Alpha real AG und Carbotech AG, Treibstoffe aus Biomasse; im Auftrag des BFE, 1998.
- BFE/BUWAL/EV 2000:** Tanktourismus, durchgeführt von INFRAS im Auftrag BFE, EV, BUWAL, 2000.
- BFE 2000:** Energieperspektiven Verkehr, Aktualisierung Grundszenario, durchgeführt von INFRAS im Auftrag BFE, März 2000 (inkl. Vorläuferstudien 1996 zu den Szenarien I-III sowie Szenario IV).
- BFE 2001:** Ex Post Analyse Verkehr, durchgeführt von INFRAS im Auftrag BFE, diverse Jahre (letztmals 2002).
- BIOMASS 2002:** Biomass Research and development Initiative, Legislation and Technology: The Two-Pronged Advance of Ethanol Acceptance, Newsletter 2/2002.
- BUWAL 1995:** Emissionen des Strassenverkehrs 1950-2020, durchgeführt von INFRAS im Auftrag BUWAL, Bern 1995.
- BUWAL 1998:** Ökopprofile von Treibstoffen, durchgeführt von INFRAS im Auftrag BUWAL, Umweltmaterialien Nr. 104 / Luft, Bern 1998.
- BUWAL 2000:** Emissionen des Strassenverkehrs 1950-2020 - Nachtrag, durchgeführt von INFRAS im Auftrag BUWAL, Bern 2000.
- BUWAL 2002:** Bestandesanalyse Motorfahrzeuge 2001, durchgeführt von INFRAS im Auftrag BUWAL, Bern 2002.
- BUWAL/UNFCCC 2001:** Third National Communication of Switzerland, Bern, July 2001.
- DAA 2000:** David Andress & Assoc., Air Quality and GHG Emissions Associated with Using Ethanol in Gasoline Blends, prepared for Oak Ridge National Laboratory and US DOE, 2000.
- DG TREN (2002):** http://europa.eu.int/comm/energy_transport/etif/energy_prices/.
- DOE 2000:** Joseph DiPardo, Outlook for Biomass Ethanol Production and Demand, US DOE, 2000.
- DTC 2001:** Entwicklung des Flottenverbrauchs in der Schweiz, im Auftrag der Vereinigung Schweizer Automobil-Importeure VSAI, Dynamic Test Center, Vauffelin, April 2001.
- EBP 2001:** Systemvergleich zwischen Trolleybus, Dieselbus und Erdgasbus; im Auftrag der Stadt Winterthur, 1995.
- EC 2001a:** Commission of the European Communities, Proposal for a Council Directive amending Directive 92/81/EEC COM(2001) 547, 2001.

- EC 2001b:** Commission of the European Communities, Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the Economic and Social Committee and the Committee of the Regions on alternative fuels for road transportation and on a set of measures to promote the use of biofuels, 2001.
- EMPA 2001:** EMPA, Erdgas als Treibstoff für Verbrennungsmotoren, ZAP-Tag 2001.
- EV 2001:** Dieselförderung, Vortrag R. Hartl, SSM, 11.9.2001, Luzern.
- GM 2001:** General Motors Corporation, Argonne National Laboratory, BP, ExxonMobil, Shell; Well-to-Wheel Energy Use and Greenhouse Gas Emissions of Advanced Fuel/Vehicle Systems, 2001.
- Grütter 2000:** Jürg M. Grütter, Warendeclaration für Personenwagen, 11/2000, im Auftrage des BFE.
- Grütter et.al. 2002:** Jürg M. Grütter, Rolf Kappel, Peter Staub; Simulating the Market for Greenhouse Gas Emission Reductions, 2002.
- GVF 1999:** Dienst für Gesamtverkehrsfragen, Die verkehrlichen Auswirkungen des bilateralen Landverkehrsabkommens zwischen der Schweiz und der Europäischen Union auf den Strassen- und Schienengüterverkehr, ECOPLAN, GVF-Bericht 2/99; Bern, Juni 1999.
- IFEU 2001:** Andreas Patyk & Guido Reinhardt, IFEU, Life cycle analysis of biofuels for transportation used in fuel cells and conventional technologies under European conditions, 2001.
- INFRAS/Metron 2001:** Instrumente zur Absenkung des spezifischen Treibstoffverbrauchs von Personenwagen, im Auftrag BFE, zusammen mit Metron, Feb. 2001.
- INFRAS 1997:** Möglichkeiten des technischen Umweltschutzes beim öffentlichen Strassenverkehr, im Auftrag BUWAL, 1997.
- INFRAS 1998a:** Gasbusse in Basel, BUWAL 103, 1998.
- INFRAS 1998b:** Ökopprofile von Treibstoffen, BUWAL 104, 1998.
- INFRAS 1999:** Finanzielle Anreize zur Förderung energieeffizienter Personenwagen. Bericht der AG Differenzierung der kantonalen Motorfahrzeugsteuern nach Treibstoffverbrauch, im Auftrag BFE, 1999.
- INFRAS 2000:** Variabilisation and Differentiation Strategies in Road Taxation, im Auftrag ECMT (Group on transport and environment), Feb. 2000
- INFRAS 2002:** Evaluation kurzfristiger Benzinpreiserhöhungen, im Auftrag SVI (Vereinigung Schweizerischer Verkehrsingenieure), Forschungsauftrag 2000/442, Aug. 2002
- Interface 2000:** Evaluation der Verordnung über die Absenkung des Treibstoffverbrauchs bei Motorfahrzeugen, Luzern 8. Mai 2000

- Landqvist et. al. 2001:** R. Landqvist and M. Wilstrand, Sugar Cane to Fuel-Ethanol..., 2001.
- OECD/CEMT 1998:** OECD, ECMC, Incentive programmes for fleet renewal car scrappage schemes, room document No.1/ADD1, 1998.
- OECD/CEMT 1999:** OECD, CEMT, Amelioration des performances environnementales des véhicules: renouvellement du parc et programmes de mise à la casse, CEMT/CS(99)13, 1999.
- Prognos 2000:** Sensitivitäten von Angebots- und Preisänderungen im Personenverkehr, SVI-Forschungsauftrag 44/98, PROGNOS, Basel, April 2000.
- Schindler 2002:** K.-P. Schindler, Minderungspotenziale der PKW-Motoren mit/ohne Abgasnachbehandlung, Vortrag am Seminar „Strategien zur Minimierung der PM-Emissionen von Verbrennungsmotoren“, Haus der Technik, München, am 4./5. Juni 2002.
- TRACE 1999:** Costs of private road travel and their effects on demand including short and long term elasticities. Elasticity handbook, Hague Consulting Group, 1999.
- UBA 2000:** UBA Pressemitteilung 01/00; Rapsöl-Diesel bringt keine entscheidenden Vorteile für die Umwelt.
- VSAI 2002:** Vereinigung Schweizer Automobil-Importeure, Berichterstattung im Rahmen der Verordnung über die Absenkung des spezifischen Treibstoffverbrauchs von Personewagen, im Auftrag BFE, 2002.

Bundesamt für Energie BFE

Worbentalstrasse 32, CH-3063 Ittigen · Postadresse: CH-3003 Bern
Tel. 031 322 56 11, Fax 031 323 25 00 · office@bfe.admin.ch · www.admin.ch/bfe

BBL Bestellnummer 805.559 d / 11.02 / 150