

CO₂-Emissionen 2008 bis 2012

Kurzfrist-Perspektiven der energiebedingten CO₂-Emissionen
der Schweiz

Schlussbericht

3. September 2010

zuhanden des Bundesamts für Umwelt

Update 2010

(Beobachtungen für 1975-2009,
Kurzfrist-Perspektiven für 2010-2012)

Impressum

Empfohlene Zitierweise

Autor: Ecoplan
Titel: CO₂-Emissionen 2008 bis 2012
Untertitel: Kurzfrist-Perspektiven der energiebedingten CO₂-Emissionen der Schweiz
Auftraggeber: Bundesamt für Umwelt
Ort: Bern
Jahr: 3. September 2010
Bezug: www.ecoplan.ch

Begleitung seitens des Bundesamts für Umwelt

Paul Filliger

Projektteam Ecoplan

André Müller (Projektleitung)
Renger van Nieuwkoop

Der Bericht gibt die Auffassung der Autoren wieder, die nicht notwendigerweise mit derjenigen des Auftraggebers oder der Begleitorgane übereinstimmen muss.

Ecoplan

Forschung und Beratung
in Wirtschaft und Politik

www.ecoplan.ch

Thunstrasse 22

CH - 3005 Bern

Tel +41 31 356 61 61

Fax +41 31 356 61 60

bern@ecoplan.ch

Postfach

CH - 6460 Altdorf

Tel +41 41 870 90 60

Fax +41 41 872 10 63

altdorf@ecoplan.ch

Inhaltsverzeichnis

	Das Wichtigste auf einer Seite.....	2
1	Einleitung	3
1.1	Tool für CO ₂ -Emissions-Perspektiven 2008 bis 2012.....	3
1.2	Beschränkung auf energiebedingte CO ₂ -Emissionen.....	3
1.3	Methodik.....	4
2	Datenaufbereitung	5
2.1	Datenquellen.....	5
2.2	CO ₂ -Emissionen 1975 bis 2009.....	9
2.3	Erklärende Variablen.....	17
3	Modellentwicklung	19
3.1	Bestes Modell Brennstoffe.....	20
3.2	Bestes Modell Treibstoffe.....	23
4	Schätzungen 2010 – 2012 (Stand August 2010).....	26
4.1	CO ₂ -Emissionen aus Brennstoffen: Schätzung 2010 - 2012	26
4.2	CO ₂ -Emissionen aus Treibstoffen: Schätzung 2010 - 2012.....	29
4.3	CO ₂ -Emissionen aus Brenn- und Treibstoffen: Schätzung 2010 - 2012.....	32
5	Anhang A: Datenaufbereitung.....	33
	Literaturverzeichnis	42

Das Wichtigste auf einer Seite

Für die Einschätzung der Zielerreichung des CO₂-Gesetzes und des Kyoto-Protokolls für die Periode 2008 bis 2012 hat das Bundesamt für Umwelt (BAFU) von EcoPlan ein einfach zu handhabendes Tool entwickeln lassen, das eine ökonometrische Schätzung der energiebedingten CO₂-Emissionen für die Verpflichtungsperiode 2008 bis 2012 und ein jährliches Update mit den neuen Erklärungsvariablen (BIP, Energiepreise usw.) erlaubt. Die erste Schätzung wurde für die Beobachtungsperiode 1975 bis 2007 im Jahr 2008 durchgeführt. Für die Aktualisierung im Jahr 2009 wurde die Beobachtung für das Jahr 2008 integriert und die Schätzmodelle für Brenn- und Treibstoffe modifiziert. Die vorliegende Aktualisierung 2010 berücksichtigt neu die Beobachtung für das Jahr 2009, die Schätzmodelle mussten nicht angepasst werden.

Schätzmodell für CO_{2, Brennstoffe} und CO_{2, Treibstoffe}

Auf Basis der Zeitreihen von 1975 bis 2009 wurden die CO₂-Emissionen 2010 bis 2012 – getrennt für Brenn- und Treibstoffe – mit einem ökonometrischen Modell geschätzt. Ein umfassender Test hat für die beiden Modellgleichungen folgende Erklärungsvariablen hervorgebracht:

- CO_{2, Brennstoffe} = f (Heizgradtage, BIP, Preis für Heizöl EL sowie die vorjährigen Werte (Lags) von Heizgradtagen und CO_{2, Brennstoffen})
- CO_{2, Treibstoffe} = f (Preis für Benzin, relativer Dieselpreis Deutschland/Schweiz, BIP sowie eine Strukturvariable im Jahr 1993)

Mit dem Schätzmodell werden nicht die absoluten CO₂-Emissionen erklärt, sondern die jährlichen Wachstumsraten.

Nicht alle Effekte im Schätzmodell erfasst

Der Einfluss der künftigen Massnahmen bzw. der erst kürzlich eingeführten Massnahmen kann mittels einer Schätzung aus der Vergangenheit nicht erfasst werden. Weiter kann das Schätzmodell die Auswirkungen noch nie beobachteter Konstellationen nicht abbilden. Sowohl künftige bzw. kürzlich eingeführte Massnahmen und noch nie beobachtete Konstellationen sind mittels bottom-up- bzw. Plausibilitätsansätzen abzuschätzen.

Jährliches Update der Schätzung und der Schätzgleichung

Es ist geplant, die Schätzungen jährlich zu aktualisieren. Nach Vorliegen der Gesamtenergiestatistik (jeweils Ende Juni) kann eine Aktualisierung mit den neuesten Beobachtungen vorgenommen werden. Dabei wird jeweils die Gültigkeit des bestehenden Schätzmodells überprüft und die Gleichung für die Jahre 1975 bis 2010 bzw. 2011 usw. neu geschätzt.

1 Einleitung

1.1 Tool für CO₂-Emissions-Perspektiven 2008 bis 2012

Die Schweiz hat sich mit dem Kyoto-Protokoll verpflichtet, die CO₂-Emissionen in der Periode 2008 bis 2012 um 8% gegenüber den Emissionen im Jahre 1990 zu reduzieren. Im CO₂-Gesetz wurden die Ziele konkretisiert: Gesamthaft sollen die energiebedingten CO₂-Emissionen bis 2010 gegenüber dem Stand von 1990 um 10 Prozent gesenkt werden. Dazu sollen die Brennstoffe mit einer Reduktion von 15% und die Treibstoffe mit 8% beitragen.

Für die Einschätzung der Zielerreichung des CO₂-Gesetzes und des Kyoto-Protokolls für die Periode 2008 bis 2012 hat das Bundesamt für Umwelt (BAFU) von EcoPlan im Jahre 2008 ein Tool¹ entwickeln lassen, das:

- eine Schätzung der energiebedingten CO₂-Emissionen für die Periode 2008 bis 2012 und
- ein jährliches Update mit den neuen Rahmendaten (BIP, Heizgradtage, Energiepreise usw.) erlaubt.

Ausgangspunkt sind die aktuellen und in der Vergangenheit beobachteten CO₂-Emissionen. Die CO₂-Emissionen 2008 bis 2012 werden mit Hilfe von Annahmen zu den Erklärungsvariablen (bspw. künftiges Wirtschaftswachstum, Bevölkerungsentwicklung, Energiepreise und weitere Parameter) geschätzt.

Das entwickelte Tool ist einfach und transparent und kann mit den jährlichen Änderungen der Erklärungsvariablen leicht und einfach aktualisiert werden.

Dieses Kurzfrist-Perspektiv-Tool bezieht sich auf einen Zeithorizont bis maximal 2012.

1.2 Beschränkung auf energiebedingte CO₂-Emissionen

Mit der vorliegenden Schätzung werden einzig die energiebedingten CO₂-Emissionen geschätzt. Das Schätztool ist begrenzt auf die CO₂-Emissionen aus Brenn- und Treibstoffen. Die restlichen Treibhausgas-Quellen werden nicht analysiert.

Die Schätzung unterscheidet zwischen CO₂-Emissionen aus Brennstoffen (inkl. CO₂-Emissionen aus Energieumwandlung sowie Liechtenstein) sowie Treibstoffen (nach dem Absatzprinzip, also inklusive Tanktourismus und Liechtenstein). Die Schätzungen sind für die Jahre 2008 bis 2012 (Kyoto-Verpflichtungsperiode) vorzunehmen, wobei für das vorliegende Update 2010 die Jahre 2008 und 2009 bereits als Beobachtungen vorliegen.

¹ Die Ergebnisse der Beobachtungen 1975 bis 2008 sind in folgendem Bericht veröffentlicht: EcoPlan (2009), CO₂-Emissionen 2008 bis 2012. Kurzfrist-Perspektiven der energiebedingten CO₂-Emissionen der Schweiz. Update 2009. Auftraggeber: Bundesamt für Umwelt. Der vorliegende Bericht wiederholt die wesentlichen Texte aus dem letztjährigen Bericht, so dass der letztjährige Bericht nicht zusätzlich konsultiert werden muss.

Künftige bzw. erst kürzlich in Kraft getretene Massnahmen

Der Einfluss der künftigen Massnahmen bzw. der erst kürzlich eingeführten Massnahmen kann nicht mittels einer Schätzung aus der Vergangenheit abgeschätzt werden.

Der kurzfristige Zielbeitrag aus künftigen bzw. neueren Massnahmen (bspw. Aktionspläne Energie) muss aufgrund von bottom-up-Schätzungen (bspw. abgeleitet aus Energieperspektiven) geschätzt werden. Die Berücksichtigung der künftigen und erst kürzlich in Kraft getretenen Massnahmen ist nicht Thema der nachfolgenden Schätzung.

1.3 Methodik

Es wurde ein Perspektiv-Modell geschätzt, das die CO₂-Emissionen aus Brenn- und Treibstoffen mit Variablen erklärt, für die Informationen zur künftigen Entwicklung bereits besteht. Diese erklärenden Variablen sind in erster Linie:

- Bruttoinlandprodukt (BIP) (Konjunkturelle Prognose und Langfristperspektive des seco)
- Energiepreise (Px) (grobe Abschätzung auf Basis der aktuellen und absehbaren Preisentwicklung)
- Heizgradtage (HGT) (Abschätzung auf Basis der vergangenen Entwicklung)
- Weitere Variablen haben sich als nicht signifikant herausgestellt:
- Bevölkerungsperspektiven (POP) (Bevölkerungsszenarien des BFS)
- Bahnangebot (Zugkilometer)
- usw.

Weiter können auch Vorjahreswerte der CO₂-Emissionen als erklärende Variable verwendet werden (AR – autoregressive Modelle). Grundsätzlich gilt es somit folgende Gleichungen zu schätzen und hinsichtlich ihres Erklärungsgehalts und Schätzgenauigkeit zu optimieren:

$$\text{Brennstoffe: } CO_2 = f\{BIP, HGT, Px, CO_2(-1)\}$$

$$\text{Treibstoffe: } CO_2 = f\{BIP, Px, CO_2(-1)\}$$

2 Datenaufbereitung

2.1 Datenquellen

Zusammenhang zwischen Gesamtenergiestatistik, Emissionen nach CO₂-Gesetz und Kyoto-Protokoll²

In der Grafik 2-1 ist der Zusammenhang zwischen Gesamtenergiestatistik und den massgebenden Emissionen nach CO₂-Gesetz bzw. nach Kyoto-Protokoll dargestellt. Die vom Bundesamt für Energie jährlich publizierte Gesamtenergiestatistik ist eine wichtige Basis für die Bestimmung der energetischen CO₂-Emissionen gemäss Absatzprinzip (siehe nachfolgender Exkurs). Aus der Aufteilung nach den einzelnen fossilen Energieträgern lassen sich mit Hilfe von CO₂-Emissionsfaktoren die CO₂-Emissionen berechnen. Relevant nach CO₂-Gesetz sind nur die CO₂-Emissionen aus fossilen Brenn- und Treibstoffen, ausgenommen die CO₂-Emissionen der Raffinerien und, wie beim Kyoto-Protokoll, die CO₂-Emissionen des internationalen Flugverkehrs. Nach Kyoto-Protokoll müssen weitere Emissionen mit einbezogen werden, nämlich die CO₂-Emissionen aus den industriellen Prozessen (nicht-energetische CO₂-Emissionen) und der Abfallverbrennung sowie die Emissionen von Methan, Lachgas und der synthetischen Gase. Die Nicht-CO₂-Emissionen werden dabei in CO₂-Äquivalente umgerechnet.

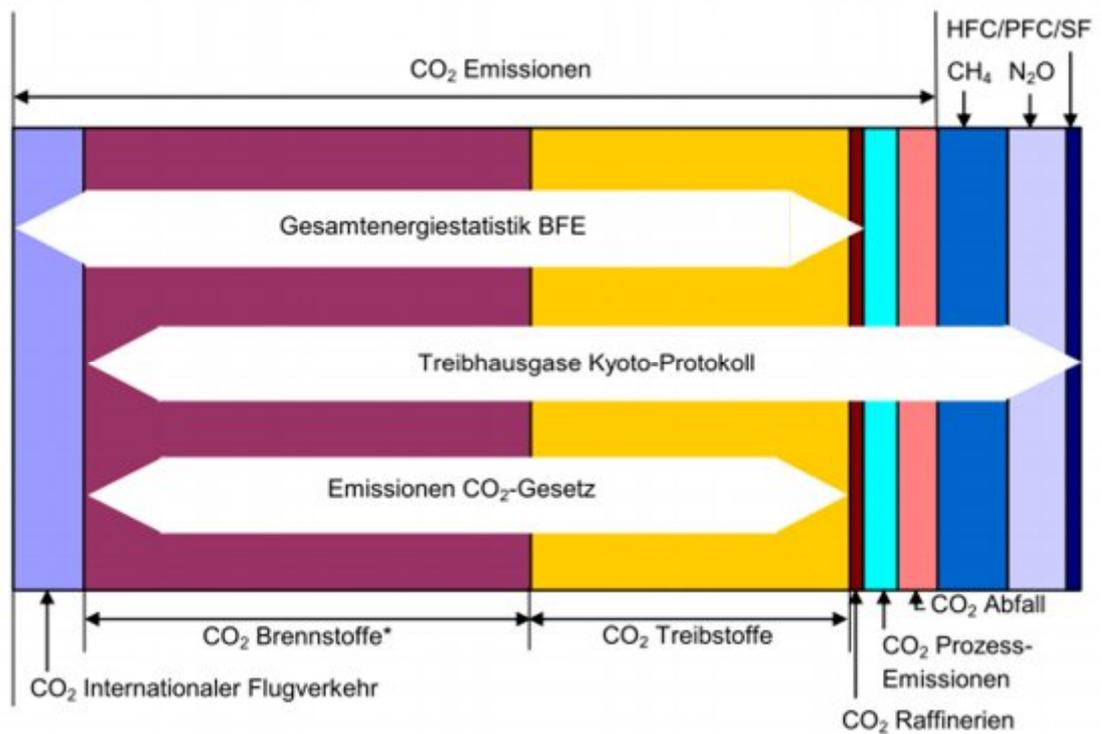
Exkurs Absatzprinzip / Verbrauchsprinzip in CO₂-Statistik und Treibhausgasinventar

Bei den Erhebungen nach dem Absatzprinzip werden die Energiemenge und die daraus entstehenden Emissionen demjenigen Land zugeordnet, in dem der Energieträger abgesetzt (verkauft) wird. Dieses Prinzip gilt für die Erhebungen der Treibstoffe. Beispiel: Benzin, das in der Schweiz getankt, jedoch im Ausland verfahren wird, muss zu den schweizerischen Emissionen hinzugezählt werden.

Für die Brennstoffe gilt das Verbrauchsprinzip. Dabei müssen die CO₂-Emissionen aus dem Verbrauch von Brennstoffen innerhalb der Landesgrenzen ausgewiesen werden.

² Die nachfolgenden Ausführungen basieren auf: BAFU (2010), Emissionen nach CO₂-Gesetz und Kyoto-Protokoll, Stand 28.06.2010.

Grafik 2-1: Zusammenhänge zwischen Gesamtenergiestatistik, den Treibhausgasen gemäss Kyoto-Protokoll und den CO₂-Emissionen gemäss CO₂Gesetz



Anmerkung: Die CO₂-Emissionen der Brennstoffe nach CO₂-Gesetz werden klimakorrigiert (vgl. nachfolgenden Exkurs). Sie können sich deshalb nach unten oder oben von den im Treibhausgas-Inventar nach Kyoto-Protokoll aufgeführten Werten unterscheiden.

Exkurs: Klimabereinigung³

Im Gegensatz zum *Kyoto-Protokoll* sieht das *CO₂-Gesetz* eine Klimabereinigung vor. Für die CO₂-Emissionen nach *CO₂-Gesetz* wird eine sogenannte Klimabereinigung (oder Klimakorrektur) durchgeführt, die den Einfluss unterschiedlich kalter Winter auf den Verbrauch von Brennstoffen berücksichtigt. Damit werden Schwankungen des Brennstoffverbrauchs (für die Raumwärme) ausgeglichen, die sich aus dem unterschiedlichen Heizbedarf ergeben.

Die Korrektur erfolgt über die Zahl der Heizgradtage. Die Heizgradtage ergeben sich aus der Summe der täglichen Abweichungen der mittleren Aussentemperatur von der Raumtemperatur von 20 °C, und zwar an jenen Tagen, an denen die mittlere Aussentemperatur 12 °C oder weniger beträgt. Heizgradtage werden von der MeteoSchweiz für diverse Stationen berechnet. In der Gesamtenergiestatistik des BFE wird ein schweizerischer Mittelwert publiziert (GEST, Tab. 43a, mit ergänzenden Erläuterungen im Anhang). Dieser ist für die Berechnungen massgebend.

Als Normierungswert (klimatisches Normaljahr) gilt der Wert von 3588. Es handelt sich um den Mittelwert der Jahre 1970 bis 1992. Dieser Wert wurde aus den Arbeiten zu den schweizerischen Energieperspektiven übernommen (Prognos-Modell). Die Wahl des Normierungswerts ist für die Bestimmung der Veränderungen ohne grossen Einfluss. Die Klimakorrektur erfolgt nach folgender Gleichung:

$$\text{CO}_2_{\text{klimakorrigiert}} = \frac{\text{CO}_2_{\text{effektiv}} \cdot 3588}{3588 + (\text{HGT} - 3588) \cdot a} \quad a = 0.65$$

Die Anwendung obiger Gleichung auf die Gesamtmenge der Brennstoffe entspricht einer Approximation gegenüber einem detaillierten Verfahren, das die Raumwärme- und Warmwasseranteile an den Endenergieverbräuchen der verschiedenen Verursachergruppen unterscheidet (Modell Prognos). Die Unterschiede zwischen dem approximativen Verfahren gemäss obiger Gleichung und dem detaillierten Verfahren gemäss Modell Prognos sind sehr gering (< 0.5 %). Aus Gründen der Einfachheit und Nachvollziehbarkeit wird das approximative Verfahren verwendet.

Der Faktor $a = 0.65$ sagt aus, dass die Abhängigkeit des Energieverbrauchs von der Heizgradtagzahl unterproportional ist. Der Wert von 0.65 ist ein Schätzwert, der aus dem Vergleich zwischen dem approximativen Verfahren gemäss obiger Gleichung und dem detaillierten Verfahren gemäss Modell Prognos bestimmt wurde. Für diesen Vergleich wurden die Jahre 1990 - 1999 berücksichtigt. Der Wert $a = 0.65$ ist kleiner als der Wert, der für Raumwärme (0.75) gemäss Anhang zur Richtlinie eingesetzt werden sollte. Dies ist dadurch begründet, dass im Total der Brennstoffe auch Verbräuche mit berücksichtigt sind, die nicht Raumwärme erzeugen (z.B. Warmwasseraufbereitung, Prozesswärme). Für diese Verbräuche gelten Faktoren, die kleiner sind als 0.75, bei der Prozesswärme ist der Faktor z.B. null (unabhängig vom Klima). Somit muss für das Total der Brennstoffe ein Faktor < 0.75 resultieren.

³ Die nachfolgenden Ausführungen basieren auf: BAFU (2002), Emissionen nach CO₂-Gesetz, Informationen zur Klimakorrektur, Referenz/Aktenzeichen: G251-1293.

Treibhausgasinventar und Emissionen nach CO₂-Gesetz (CO₂-Statistik)

Die Datenquelle für die zu erklärende Variable – die CO₂-Emissionen – ist die CO₂-Statistik die ihrerseits auf dem Treibhausgasinventar aufbaut. Dieses enthält detaillierte Informationen zu den CO₂-Emissionen und deren Berechnung für die Jahre ab 1990. Die Berechnung der energiebedingten Treibhausgasemissionen basiert im Wesentlichen auf der Gesamtenergiestatistik, wobei einige zusätzliche Abschätzungen aus weiteren Quellen gemacht werden.

Exkurs: Treibhausgasinventar und CO₂ Statistik

Datenreihe: 1990 bis 2009.

Variablen werden im Treibhausgasinventar im Energiebereich in folgende Gruppen gegliedert:

- CO₂ aus Energieumwandlung (Elektrizitätsproduktion/WKK, Raffinerien)
- CO₂ aus Industrie (unterteilt in 8 Sektoren)
- CO₂ aus Verkehr (Strasse, Schiene, Luft-, Schifffahrt, andere, militärische Luftfahrt)
- CO₂ aus anderen Sektoren (DL, Privathaushalte, Land-Forstwirtschaft)
- CO₂ übrige (Baumaschinen und Militär)

Gesamtenergiestatistik

Die Daten der Gesamtenergiestatistik reichen weiter zurück als diejenigen des Treibhausgasinventars. Weiter werden in der Gesamtenergiestatistik erklärende Variablen – wie Preise oder BIP – aufbereitet.

Exkurs: Gesamtenergiestatistik

Datenreihe: 1975 bis 2009 (teilweise auch Werte bis 1930 zurück vorhanden).

Die Gesamtenergiestatistik zeigt den Energieverbrauch von:

- Brennstoffen (Heizöl EL, Heizöl MS, Erdgas, usw.)
- Treibstoffen (Benzin, Diesel, Flugtreibstoffe)

Weiter fasst die Gesamtenergiestatistik aus anderen Statistiken auch folgende Grössen zusammen:

- BIP
- Index der industriellen Produktion
- Bevölkerung
- Wohnungszuwachs/Wohnungsbestand
- Motorfahrzeugbestand
- Heizgradtage
- Konsumentenpreise (Heizöl EL, Erdgas, Elektrizität, Benzin, LIK)
- Produzentenpreise (Heizöl EL, Erdgas, Elektrizität, Diesel, Produzentenpreisindex)

Fazit: Die Modellentwicklung ist auf Zeitreihen angewiesen, die vor 1990 zurückreichen. Die CO₂-Emissionen (zu erklärende Variable) muss somit auf Basis der Gesamtenergiestatistik für eine längere Zeitreihe konstruiert werden. Diese „konstruierte“ Zeitreihe sollte ab 1990 möglichst der CO₂-Statistik entsprechen.

Das nachfolgende Kapitel zeigt, wie aus der Gesamtenergiestatistik die CO₂-Emissionen aus Brenn- und Treibstoffen für die Jahre ab 1975 berechnet wurden.

2.2 CO₂-Emissionen 1975 bis 2009

Nachfolgend wird dargelegt, wie aus der Gesamtenergiestatistik die energiebedingten CO₂-Emissionen ab dem Jahr 1975 berechnet werden. Ziel war es eine möglichst lange Zeitreihe zu erstellen. Der Zeitpunkt 1975 als Startpunkt für das Schätzmodell wurde aus folgenden Gründen gewählt:

Die Periode vor 1975 (Erdölkrise und 60er-Jahre) ist kaum mehr typisch für die heutigen Reaktionsmuster und Verhalten.

Nicht alle untersuchten Grössen stehen für die Jahre vor 1975 zur Verfügung.

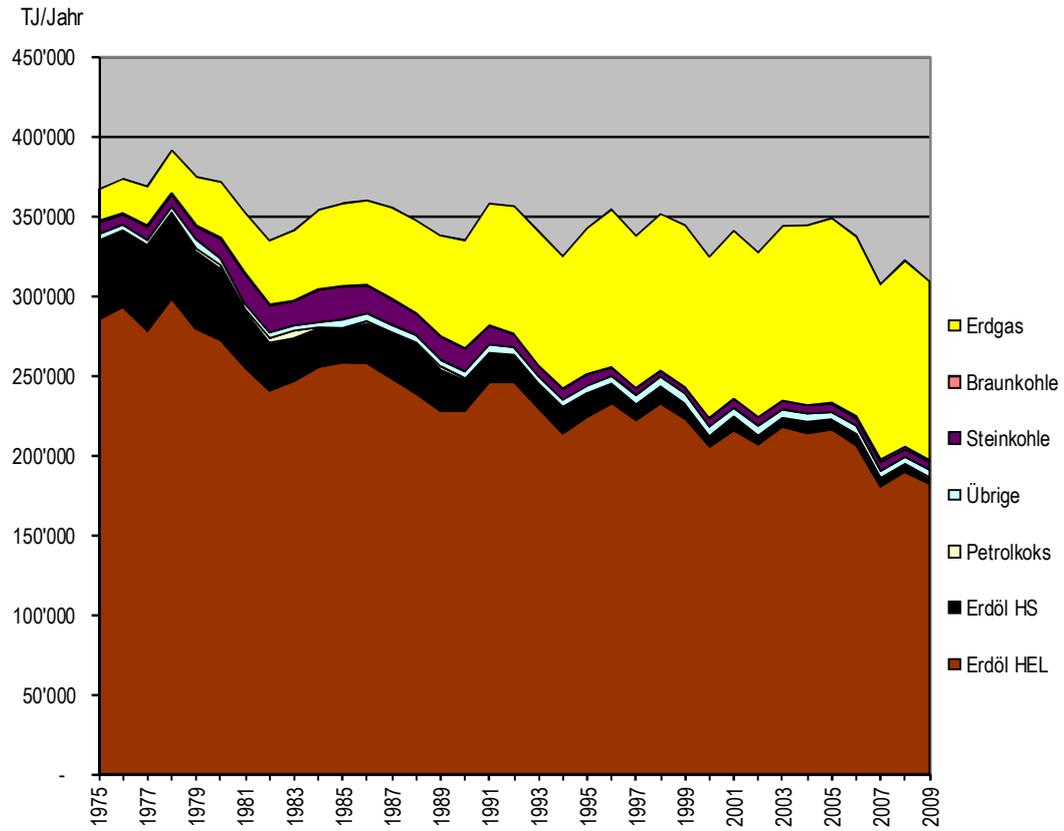
Schritt 1: Brennstoff- und Treibstoffverbrauch

Die Brenn- und Treibstoffverbräuche wurden wie folgt aus der Gesamtenergiestatistik (GEST) aufbereitet:

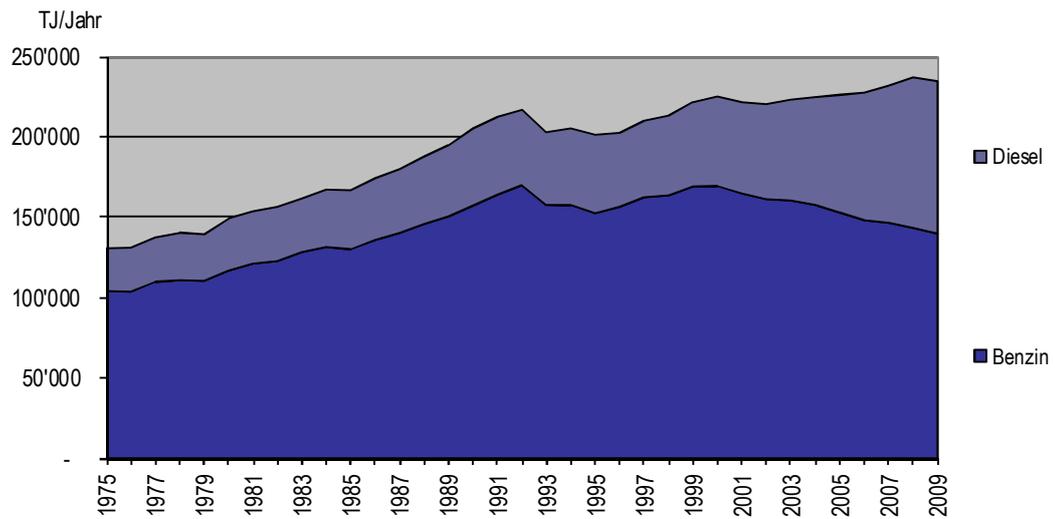
- **Erdölprodukte** (Erdöl HEL, Erdöl HS, Benzin, Diesel, Petrolkoks, Übrige): Die Original-einheiten in 1000 t gemäss GEST, Tabelle 20, wurden für die gesamte Datenreihe mit demselben energieträgerspezifischen Heizwert in TJ umgerechnet (vgl. Tabelle 5-1 und Tabelle 5-2).
- **Kohle** (Stein- und Braunkohle): Die Originaleinheiten in 1000 t gemäss GEST, Tabelle 30, wurden für die gesamte Datenreihe mit demselben energieträgerspezifischen Heizwert in TJ umgerechnet (vgl. Tabelle 5-3).
- **Erdgas**: Erdgasverbrauch nach unterem Heizwert gemäss GEST, Tabelle 23 (vgl. Tabelle 5-3).
- **Energieumwandlung** (Erdölprodukte (HEL), Erdgas, Steinkohle): Die Verbräuche in TJ gemäss GEST, Tabelle 11, wurden für die gesamte Datenreihe auf denselben Heizwert umgerechnet (vgl. Tabelle 5-4).

Die Entwicklung des Brennstoffverbrauchs (mit einem einheitlichen Heizwert über die gesamte Zeitreihe) kann der Grafik 2-2 bzw. der Tabelle 5-5 entnommen werden. Die Grafik 2-3 bzw. die Tabelle 5-6 zeigt die Treibstoffverbrauchsentwicklung.

Grafik 2-2: Brennstoffverbrauch 1975 bis 2009



Grafik 2-3: Treibstoffverbrauch 1975 bis 2009



Schritt 2: Berechnung der CO₂-Emissionen

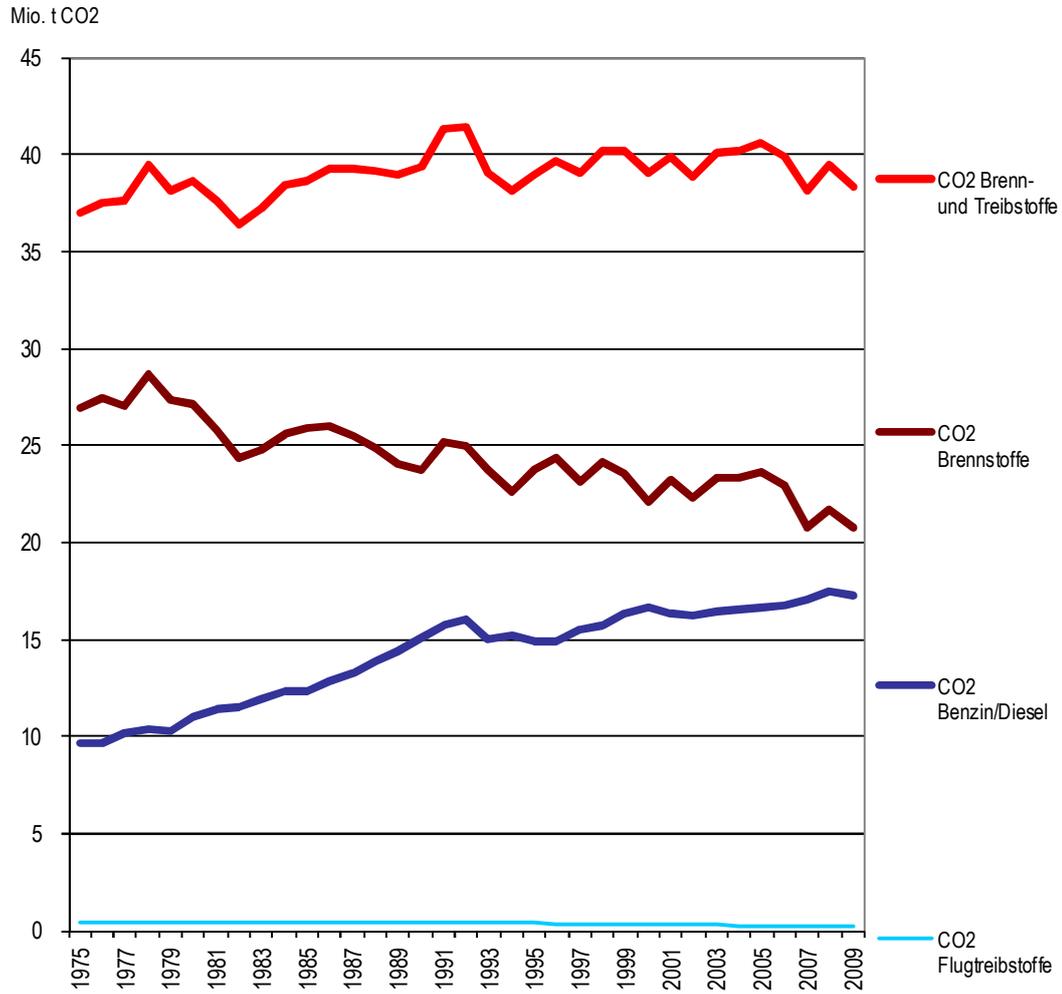
Mit Hilfe der nachfolgenden Emissionsfaktoren wurden die CO₂-Emissionen aus den Brenn- und Treibstoffverbräuchen berechnet.

Tabelle 2-1: Emissionsfaktoren in t CO₂/TJ

Brennstoffe:						
Erdöl HEL	Erdöl HS	Gas	Steinkohle	Braunkohle	Petrolkoks	Übrige
73.7	77.0	55.0	94.0	104.0	94.0	65.5
Treibstoffe						
Benzin	Diesel	Kerosen				
73.9	73.6	73.2				

Flugtreibstoffe

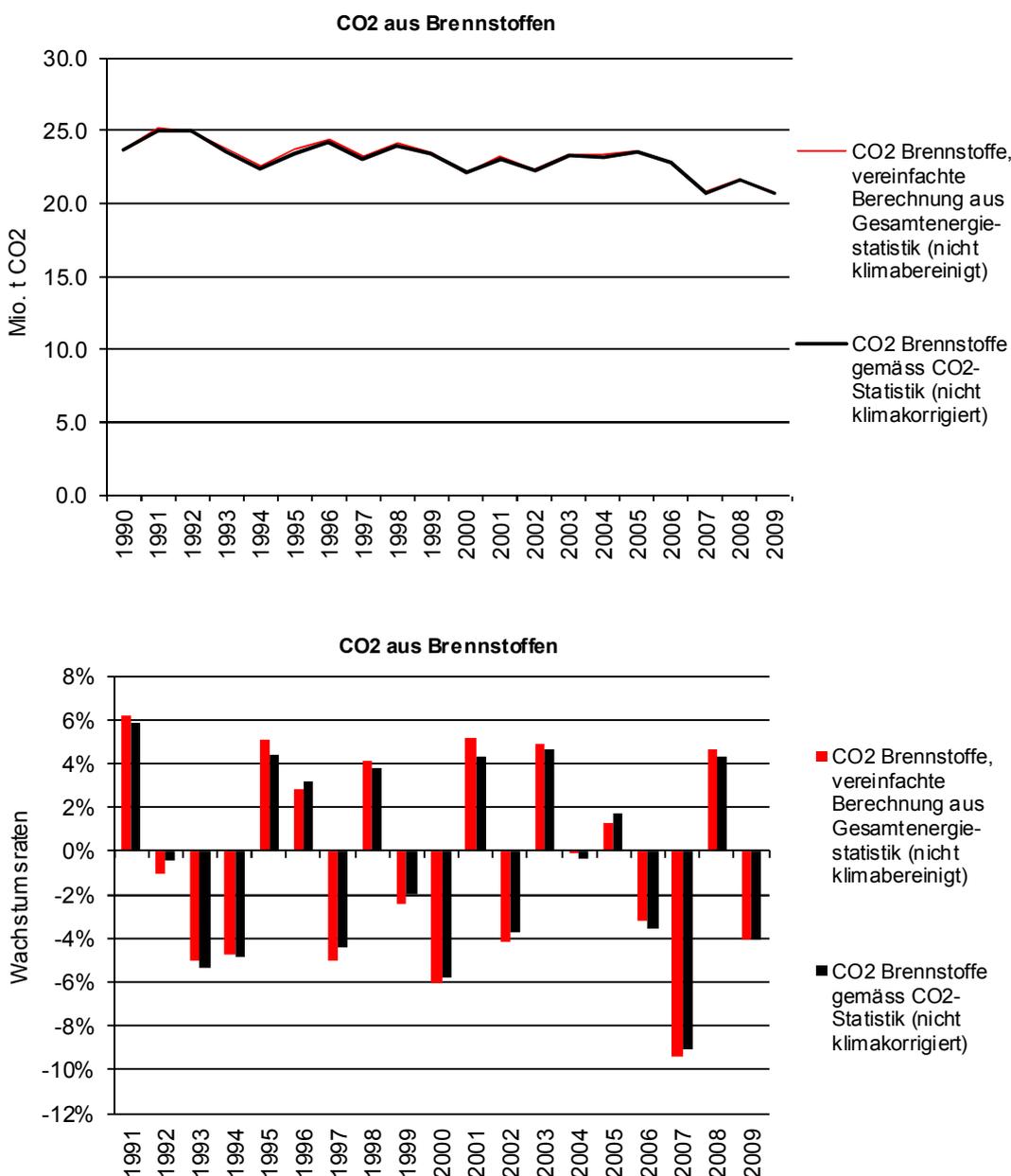
Für die Flugtreibstoffe liegt in der Gesamtenergiestatistik nur die in der Schweiz abgesetzte Menge vor. Diese enthält sowohl den Absatz für den nationalen und internationalen Flugverkehr. Da der internationale Flugverkehr vom CO₂-Gesetz und vom Kyoto-Protokoll ausgenommen ist (vgl. Grafik 2-1), ist einzig der Absatz für den nationalen Flugverkehr relevant. Dieser nationale Kerosenabsatz liegt im Treibhausgasinventar erst ab den Jahren 1990 vor. Vereinfachend wurde angenommen, dass sich der Absatz für den nationalen Flugverkehr für die Jahre 1975 bis 1989 demjenigen des Jahres 1990 entspricht (vgl. Tabelle 5-7).

Grafik 2-4: Energiebedingte CO₂-Emissionen 1975 bis 2009

Schritt 3: Vergleich der berechneten CO₂-Emissionen mit den in der CO₂-Statistik ausgewiesenen CO₂-Emissionen

Für die Periode 1990 bis 2009 können die aus der Gesamtenergiestatistik hochgerechneten CO₂-Emissionen mit der CO₂-Statistik verglichen werden. Die drei nachfolgenden Grafiken zeigen diesen Vergleich für Brennstoffe, Treibstoffe und für das Total aus Brenn- und Treibstoffen. Die jeweils obere Grafik zeigt den absoluten Verlauf in Mio. t CO₂ (Skalierung beachten) und die untere Grafik die jährlichen Wachstumsraten der CO₂-Emissionen.

Grafik 2-5: Brennstoffe: Vergleich der berechneten Werte mit der CO₂-Statistik



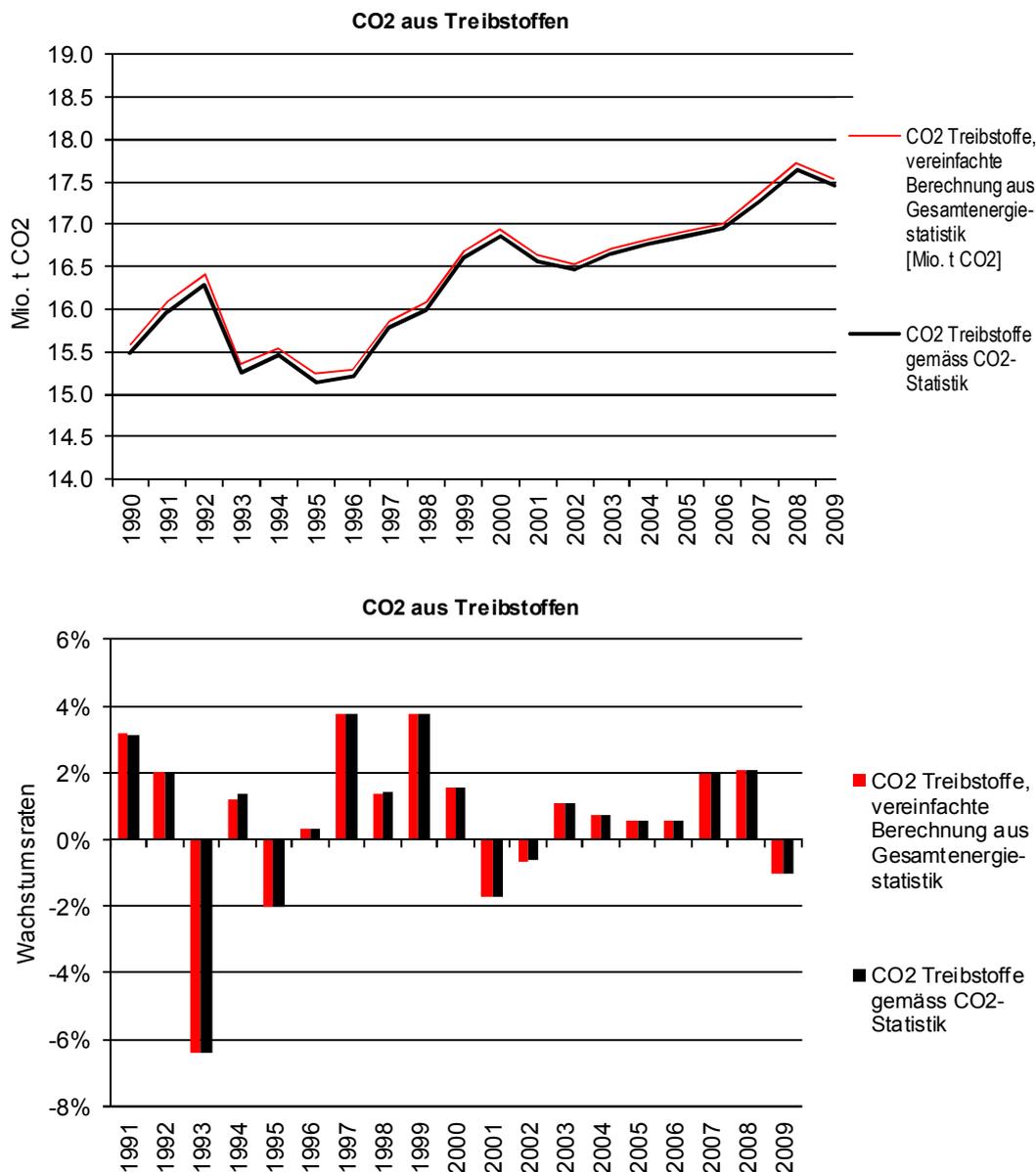
Differenzen beim Brennstoff

Die mit einem vereinfachten Verfahren aus der GEST berechneten Werte liegen 0.30 Mio. t CO₂ oder 1.27% (Jahr 1995) bis -0.02 Mio. t CO₂ oder -0.07% (Jahr 2000) höher bzw. tiefer als die CO₂-Emissionen gemäss CO₂-Statistik (Treibhausgasinventar bzw. THG-Inventar). Die Differenzen in den Wachstumsraten liegen zwischen -0.61% (Jahr 1992) und +0.81% (Jahr 2001). Die Unterschiede sind wie folgt zu erklären:

Liechtenstein: Der Brennstoffverbrauch des Fürstentums Liechtenstein ist in der GEST enthalten, im THG-Inventar aber nicht. Die Differenz von 0.12 bis 0.16 Mio. t CO₂ ist durch die Mitberücksichtigung von Liechtenstein in der GEST zu erklären.

Energieumwandlung: Bei den Erdölprodukten für die Energieumwandlung kann aus der GEST die Aufteilung in Heizöl EL und Heizöl MS nicht gemacht werden. Es wurde vereinfachend angenommen, dass alle Erdölprodukte aus der Umwandlung Heizöl EL sei (gilt heute, war Anfang 90er Jahre aber nicht der Fall).

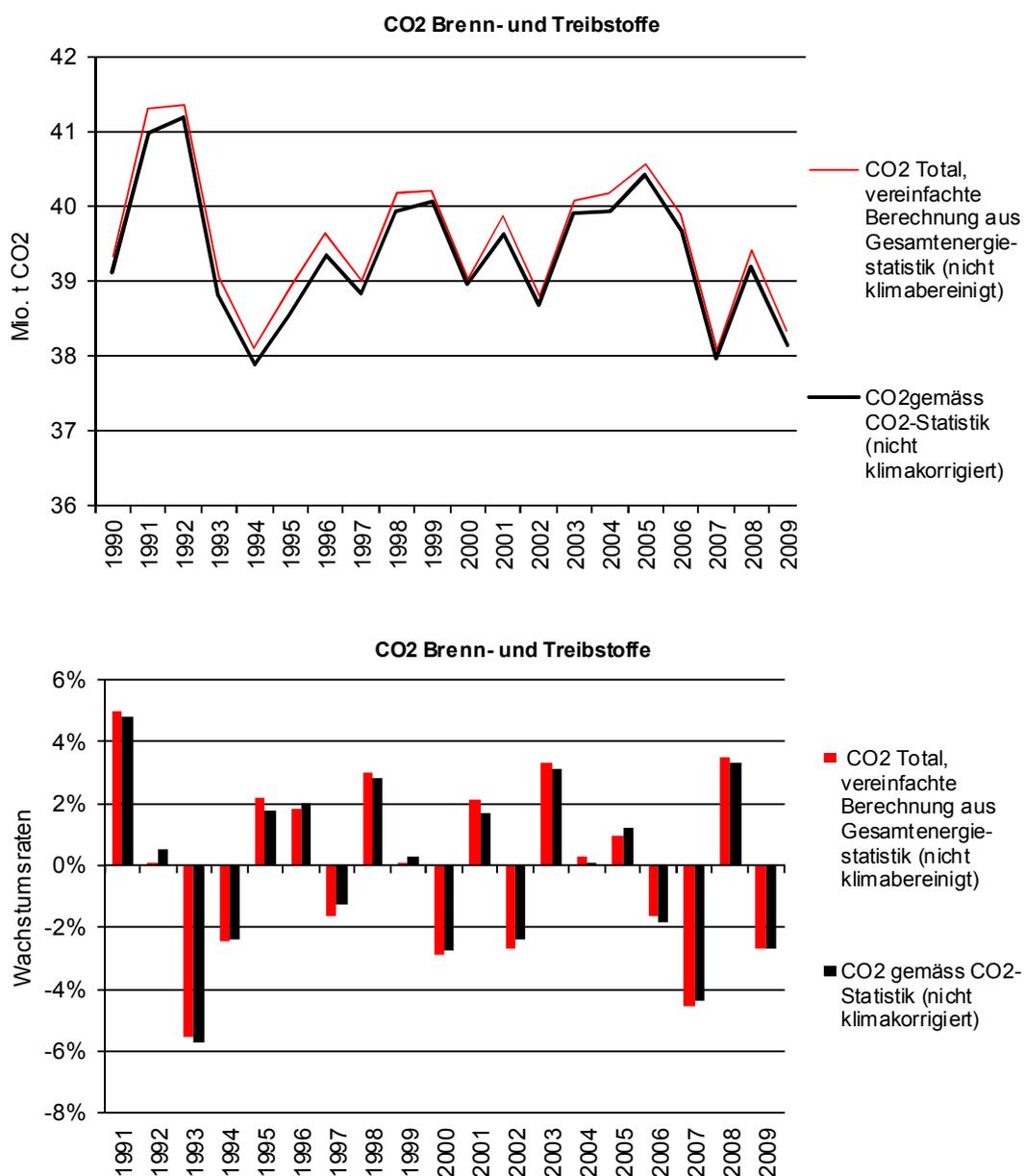
Eigenverbrauch der Kompressorstation der Transitgasleitung: Dieser Eigenverbrauch ist in der GEST nicht speziell aufgeschlüsselt und müsste eigentlich dazugezählt werden.

Grafik 2-6: Treibstoffe: Vergleich der berechneten Werte mit der CO₂-Statistik

Differenzen beim Treibstoff

Die aus der GEST berechneten Werte liegen 0.13 Mio. t CO₂ oder 0.81% (Jahr 1991) bis 0.06 Mio. t CO₂ oder 0.38% (Jahr 2004) höher als die CO₂-Emissionen gemäss CO₂-Statistik (THG-Inventar). Die Differenzen in den Wachstumsraten liegen zwischen -0.17% (Jahr 1994) und +0.05% (Jahr 1991). Die Unterschiede sind im Wesentlichen auf den Treibstoffverbrauch des Fürstentums Liechtenstein zurückzuführen, die in der GEST enthalten sind, im THG-Inventar aber nicht (die ständige Wohnbevölkerung Liechtensteins beträgt etwa 0.46% der Schweiz).

Grafik 2-7: Brenn- und Treibstoffe: Vergleich der berechneten Werte mit der CO₂-Statistik



Differenzen beim Total aus Brenn- und Treibstoffen

Die aus der GEST berechneten Werte liegen 0.39 Mio. t CO₂ oder 1.00% (Jahr 1995) bis 0.07 Mio. t CO₂ oder 0.18% (Jahr 2000) höher als die CO₂-Emissionen gemäss THG-Inventar. Die Differenzen in den Wachstumsraten liegen zwischen -0.39% (Jahr 1992) und +0.45% (Jahr 2001). Die Unterschiede wurden bereits erklärt: Die Werte liegen generell um rund 0.5% höher, da Liechtenstein in der GEST mitberücksichtigt ist. Die restlichen Differenzen sind vor allem auf die unterschiedliche Behandlung bei der Energieumwandlung zurückzuführen.

2.3 Erklärende Variablen

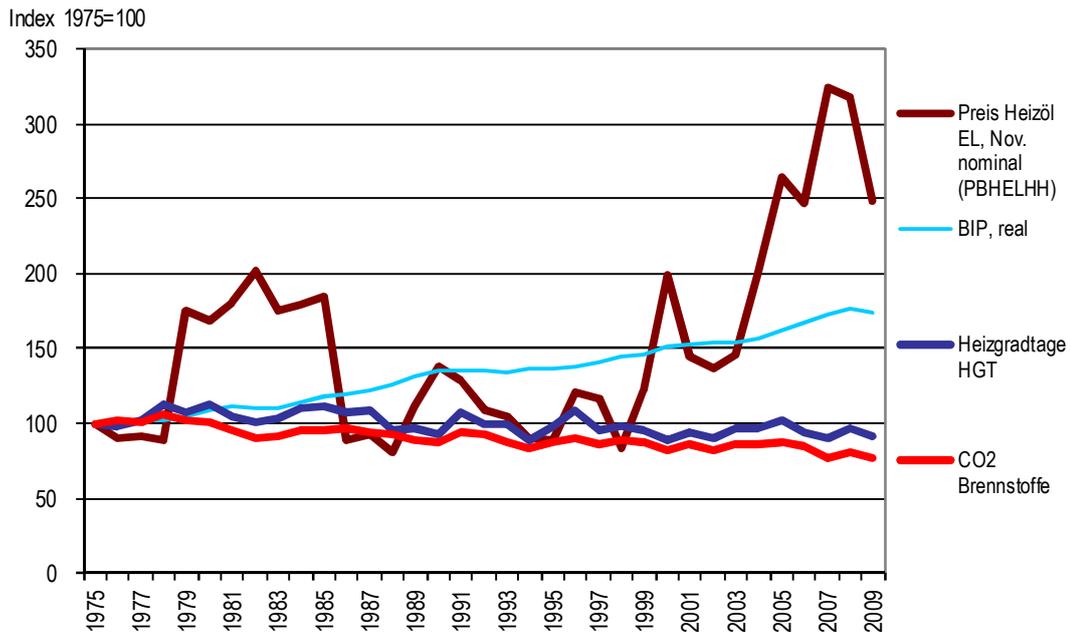
Folgende erklärende Variablen (geschätzt wurden die Wachstumsraten, siehe nachfolgendes Kapitel 3) wurden aufbereitet und auf ihren Erklärungsgehalt für die CO₂-Emissionen getestet (die mit (B) bzw. (T) bezeichneten Variablen waren signifikant für die CO₂-Brennstoff- bzw. CO₂-Treibstoffemissionen, die restlichen getesteten Variablen waren nicht signifikant bzw. weniger signifikant als die hervorgehobenen Variablen):

- **BIP Bruttoinlandprodukt (B)**
- **Heizgradtage (B)**
- **Preis für Heizöl EL (B)**
- **Gelagte Linkhandvariable (B), entspricht der letztjährigen Wachstumsrate der CO₂-Emissionen aus Brennstoffen**
- **Preis Benzin**
- **Relativer Dieselpreis Deutschland/Schweiz (T)**
- **BIP Bruttoinlandprodukt (T)**
- **Strukturvariable 1993 (T)**
- Wohnbevölkerung
- Index der industriellen Produktion
- Wohnungsbestand
- Fahrzeugbestand
- Treibstoffpreis (mengengewichteter Benzin- und Dieselpreis)
- Preis Benzin-Diesel gewichtet
- Preis Diesel
- Relativer Benzinpreis Deutschland/Schweiz
- Gewichteter Preisindex Brennstoffe (mengengewichteter Preisindex in drei Varianten: Konsumentenpreise Erdgas und Heizöl EL, Produzentenpreise Erdgas und Heizöl, Konsumenten- und Produzentenpreise Erdgas und Heizöl)
- Arbeitskräftepotenzial (20-64-Jährige)
- Personenverkehr (Mio. pkm)
- Güterverkehr (Mio. FZGkm)
- Angebot öffentlicher Verkehr in Zug-km
- Relatives Bahn-Strassenangebot
- Ausrüstungsinvestitionen
- Bauinvestitionen
- Warenexporte
- Warenexporte + Ausrüstungsinvestitionen
- Warenexporte + Ausrüstungs- + Bauinvestitionen
- Zeitvariable für techn. Fortschritt
- Diverse Strukturvariablen und Lags der Linkhandvariablen und erklärenden Variablen

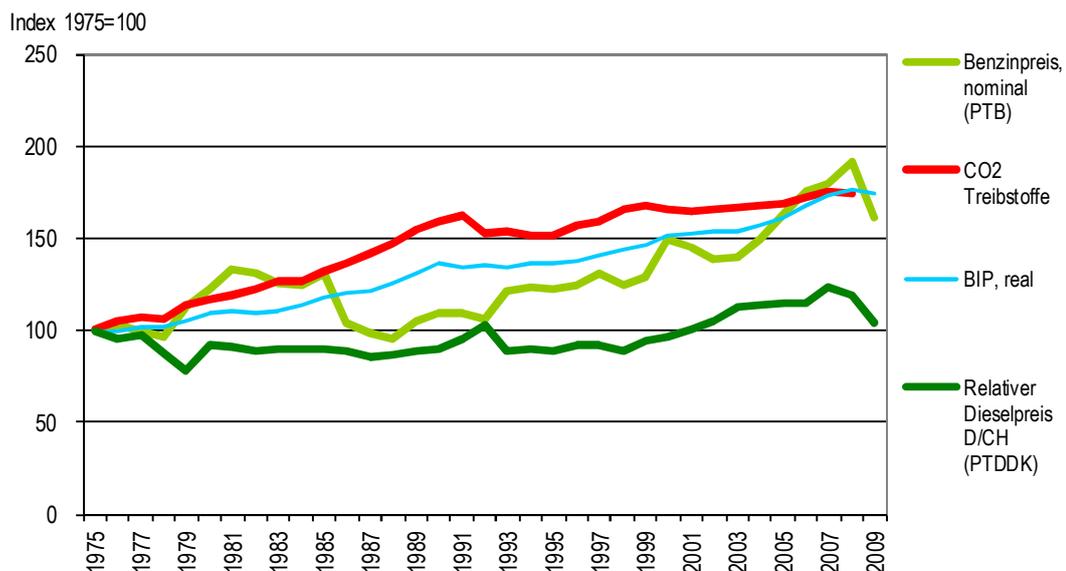
Weiter wurde auch getestet, ob die Treibstoffgleichung in zwei Einzelgleichungen für Benzin und Diesel getrennt werden soll. Es hat sich gezeigt, dass die Schätzung einer Treibstoffgleichung besser ist als die getrennte Einzelschätzung.

Die beiden nachfolgenden Grafiken zeigen den Verlauf der CO₂-Emissionen sowie die erklärenden Variablen im Brenn- und Treibstoffbereich (die beiden besten Schätzmodelle werden im folgenden Kapitel vorgestellt).

Grafik 2-8: CO₂ Brennstoff-Emissionen mit ihren erklärenden Variablen



Grafik 2-9: CO₂ Treibstoff-Emissionen mit ihren erklärenden Variablen



3 Modellentwicklung

Die Schätzmodelle wurden in folgenden Schritten entwickelt:

- Grafische Darstellung der Reihen: alle Reihen weisen einen Trend auf. Ist der Trend stochastisch oder deterministisch? (vgl. nachfolgenden Exkurs)
- Augmented Dickey-Fuller Test auf Einheitswurzel (ADF-Test): Alle Reihen weisen gemäss dem ADF-Test einen stochastischen Trend auf. Zeitreihen mit stochastischem Trend werden nicht im Niveau geschätzt, sondern es werden Wachstumsraten (logarithmierte Differenzen) für die Schätzung verwendet. Aus diesem Test folgt also, dass nicht das Niveau, sondern die jährliche Wachstumsrate der CO₂-Emissionen als zu erklärende Variable (Linkhandvariable) geschätzt werden muss.
- Erklärende Variablen sollen gegenseitig unabhängig sein (keine Linearkombinationen): Prüfung der Korrelationen ergibt keine „problematischen“ Zusammenhänge, ausser die hohe gegenseitige Abhängigkeit der Preisvariablen. Fazit: Pro Modell wird nur eine inländische Preisvariable verwendet.
- Modell konstruieren: Ausgangsbasis war ein Modell, welches alle theoretisch möglichen Einflussfaktoren für CO₂ Treibstoffe bzw. Brennstoffe als erklärende Variablen enthielt. Alle erklärenden Variablen wurden in den Perioden t und (t-1) im Ausgangsmodell berücksichtigt (d.h. ein gelagter/verzögerter Wert bzw. Vorjahreswert). Schrittweise wurden dann die Variablen mit der jeweils kleinsten Signifikanz eliminiert („backward elimination“).
- Bei den Treibstoffen wurde zusätzlich Diesel und Benzin getrennt geschätzt. Die Diesel-Gleichung hatte aber einen sehr tiefen Erklärungsgehalt, so dass dieser Ansatz nicht mehr weiter verfolgt wurde.
- Modell optimieren:
 - Variablen, für die keine Prognosen oder Schätzungen zur künftigen Entwicklung bestehen, werden nach Möglichkeit ersetzt. Beispiel: Es wurde bspw. geprüft, ob die industrielle Produktion (IP) durch das Bruttoinlandsprodukt (BIP) oder den Warenexport (WE) ersetzt werden kann.
 - Von den so optimierten Modell-Varianten wurde letztlich dasjenige Modell mit dem kleinsten Prognosefehler (RMSE – root mean squared error) ausgewählt.

Exkurs: Zeitreihen mit deterministischem oder stochastischem Trend

Eine Zeitreihe weist einen Trend auf, wenn der Erwartungswert von Y_t über die Zeit zu- bzw. abnimmt.

Ein deterministischer Trend ist eine Funktion, $f(t)$ der Zeit, die den Erwartungswert von Y beschreibt: $Y_t = f(t) + u_t$ mit weissem Rauschen u_t .

Ein stochastischer Trend ist ein zufälliges Fluktuieren von ΔY_t um den Erwartungswert d : $Y_t = d + Y_{t-1} + u_t$ oder $\Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1} = d + u_t$. Y_t folgt einem random walk mit Trend.

3.1 Bestes Modell Brennstoffe

Die nachfolgende Tabelle zeigt diejenige Schätzgleichung, welche die CO₂-Emissionen aus Brennstoffen am besten erklären kann.

Tabelle 3-1: Modell Brennstoffe

unabhängige Variable: DLOG(CO ₂ B)				
Variable	Koeffizient	Std. Abweichung	t-Statistik	Prob.
C	-0.013	0.005	-2.516	0.018
DLOG(P09_CO2B(-1))	-0.328	0.136	-2.412	0.023
DLOG(P09_HGT)	0.546	0.053	10.328	0.000
DLOG(P09_HGT(-1))	0.301	0.082	3.660	0.001
DLOG(P09_BIP)	0.296	0.227	1.307	0.202
DLOG(P09_PBHELHH)	-0.049	0.013	-3.623	0.001
R-Quadrat	0.828	Durbin-Watson	1.635	
adj. R-Quadrat	0.796	F-Statistik	25.905	

Im Modell Brennstoffe erklären folgende Variablen die Wachstumsrate CO₂-Brennstoffe DLOG(CO₂B):

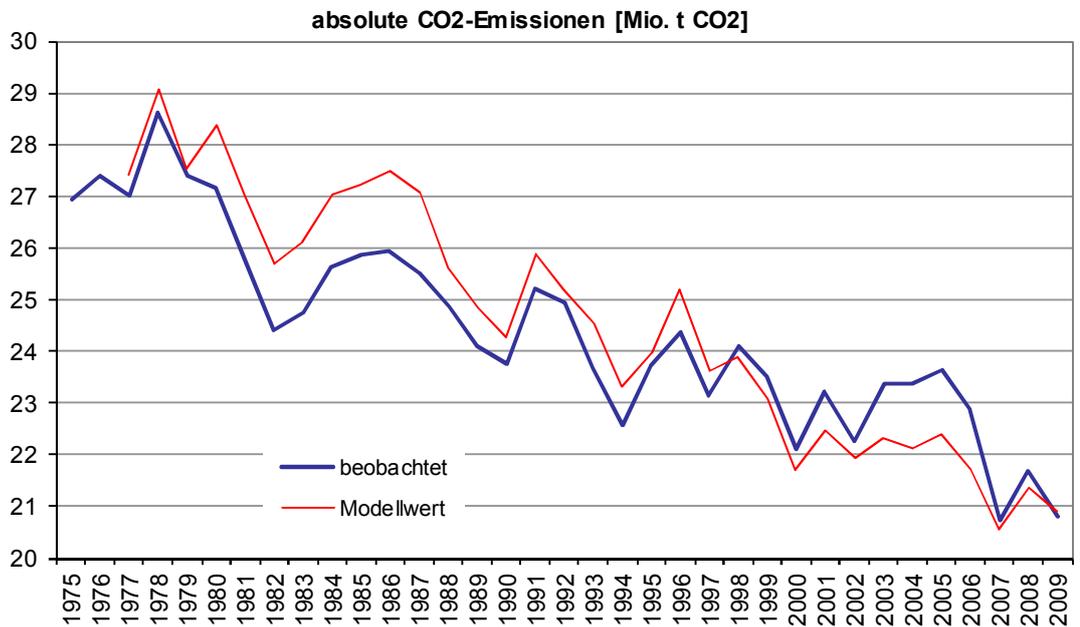
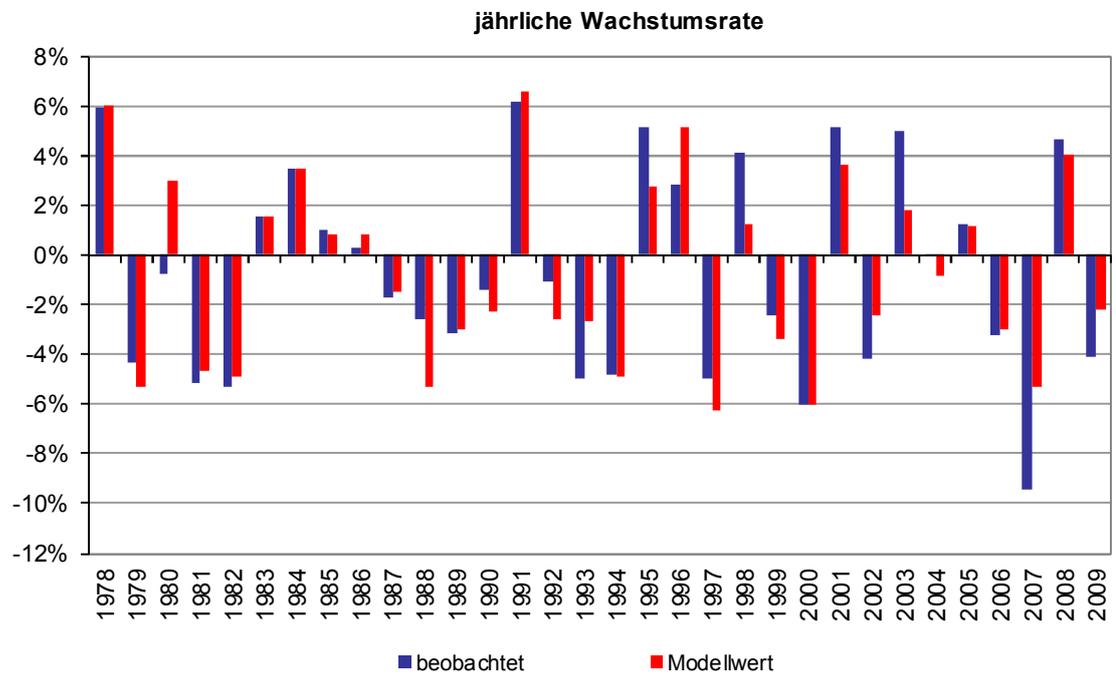
- C: Konstante
- DLOG(CO₂B(-1)): Die letztjährige Wachstumsrate CO₂-Brennstoffe. Eine letztjährig positive Wachstumsrate senkt den aktuellen CO₂-Ausstoss.
- DLOG(HGT) und DLOG(HGT(-1)): Die Wachstumsrate der Heizgradtage des aktuellen Jahres sowie des Vorjahres. Ein positives Wachstum der vergangenen Heizgradtage erhöht den aktuellen CO₂-Ausstoss. Dieser Effekt könnte mit der Lagerhaltung erklärt werden: Nach einem Winter mit vielen Heizgradtagen sind die Tanks leer und müssen wieder gefüllt werden. Da wir mit „lagerhaltungsbereinigten“ Werten arbeiten, kann zumindest vermutet werden, dass die Korrektur der Absatzwerte um die Veränderung der Lagerhaltung nicht den ganzen Effekt erfasst.
- DLOG(BIP): Das Wachstum des Bruttoinlandprodukts erhöht den CO₂-Ausstoss bei den Brennstoffen. Im Vergleich zu den übrigen Variablen im Modell ist dieser Zusammenhang statistisch am wenigsten signifikant, wurde aber aus Konsistenzgründen in der Treibstoffgleichung trotzdem miteinbezogen.
- DLOG(PBHELHH): Das Preiswachstum für Heizöl extra leicht (nominaler Konsumentenpreisindex im November = „Preissignal“ für den Brennstoffpreis im Winter) hat ebenfalls einen Einfluss auf den CO₂-Ausstoss von Brennstoffen. Ein positives Preiswachstum reduziert den CO₂-Ausstoss.

Der obere Teil der Grafik 3-1 zeigt die beobachteten und geschätzten Wachstumsraten der CO₂-Emissionen. Zu beachten ist, dass die Schätzung (Modell, vgl. Tabelle 3-1) mit den Wachstumsraten durchgeführt worden ist. Der Vergleich der beobachteten und geschätzten

Werte zeigt, dass die geschätzten Werte sowohl in der Richtung wie auch im Ausmass die Wachstumsraten recht gut erklären können (adj. R-Quadrat von rund 0.8). Die grössten Abweichungen zwischen den beobachteten und geschätzten Wachstumsraten sind in den beiden Jahren 1980 und 2007 festzustellen.

Der untere Teil der Grafik 3-1 zeigt die Entwicklung der beobachteten und geschätzten absoluten CO₂-Emissionen aus Brennstoffen in Mio. t CO₂. Der Umstand, dass zwischen 1980 und 2000 die Modellwerte immer deutlich über den effektiven Werten liegen, ist darauf zurückzuführen, dass die Wachstumsrate im Jahr 1980 im Modell schlecht geschätzt wird. Die daraus entstehende Differenz zum effektiven Wert bleibt und wird erst im Jahr 2000 wieder abgebaut. Solche Niveaudifferenzen zwischen Modellwert und den Beobachtungen sind für die Schätzungen der CO₂-Werte für die Jahre 2008 bis 2012 jedoch nicht relevant, da mittels Wachstumsraten am aktuellen Rand der beobachteten Werte geschätzt wird.

Grafik 3-1: Wachstumsrate und absolute Werte der CO₂-Brennstoff-Emissionen: Beobachtete und Modellwerte



3.2 Bestes Modell Treibstoffe

Die nachfolgende Tabelle zeigt diejenige Schätzgleichung, welche die CO₂-Emissionen aus Treibstoffen am besten erklären kann.

Tabelle 3-2: Modell Treibstoffe

unabhängige Variable: DLOG(CO ₂ T)				
Variable	Koeffizient	Std. Abweichung	t-Statistik	Prob.
C	0.019	0.005	3.800	0.001
DLOG(P09_BIP)	0.523	0.197	2.662	0.013
DLOG(P09_PTDDK)	0.166	0.046	3.594	0.001
DLOG(P09_PTB)	-0.080	0.038	-2.120	0.043
P09_STRUKTUR93	-0.021	0.006	-3.872	0.001
R-Quadrat	0.640	Durbin-Watson	1.705	
adj. R-Quadrat	0.590	F-Statistik	12.873	

Im Modell Treibstoffe erklären folgende Variablen die Wachstumsrate des CO₂-Ausstosses von Treibstoffen DLOG(CO₂T):

- C: Konstante
- DLOG(BIP): Wachstum des realen BIP. Eine positive Veränderung erhöht den CO₂-Ausstoss an Treibstoffen. Ein steigendes BIP ist ein wichtiger Indikator für das allgemeine Wirtschaftswachstum, das wiederum zu mehr Güter- und Personentransporten führt.
- DLOG(PTDDK): Erhöht sich die Dieselpreisdifferenz zwischen Deutschland und der Schweiz, dann nimmt auch der hiesige CO₂-Ausstoss zu. Dies kann zurückgeführt werden auf vermehrten Tanktourismus. Also je höher der relative Dieselpreis zwischen Deutschland und der Schweiz ist, desto mehr Deutsche Lastwagen und auch Personenwagen⁴ tanken in der Schweiz (oder allgemeiner: Grenzbewohner aus allen angrenzenden Ländern).⁵
- DLOG(PTB): Erhöht sich der Preis für Benzin, so sinkt der von Treibstoffen verursachte CO₂-Ausstoss.⁶
- STRUKTUR93: Aus Grafik 3-2 wird ersichtlich, dass die Zeitreihe „CO₂-Ausstoss Treibstoffe“ im Jahr 1993 einen Strukturbruch aufweist. Von 1975 bis 1992 ist die Zeitreihe stei-

⁴ Es wurden sowohl Benzin- als auch Dieselpreisrelationen getestet. Die Dieselpreisrelation ergibt die bessere Schätzung.

⁵ Aufgrund der Verfügbarkeit der ausländischen Dieselpreisstatistiken und den fehlenden Informationen für eine sinnvolle Gewichtung wurde nur der Dieselpreis von Deutschland berücksichtigt. Es wurde also keine gewichtete Dieselpreisrelation Ausland/Schweiz gebildet, welche auch die Preise von Frankreich, Italien und Österreich mit einbezogen hätte.

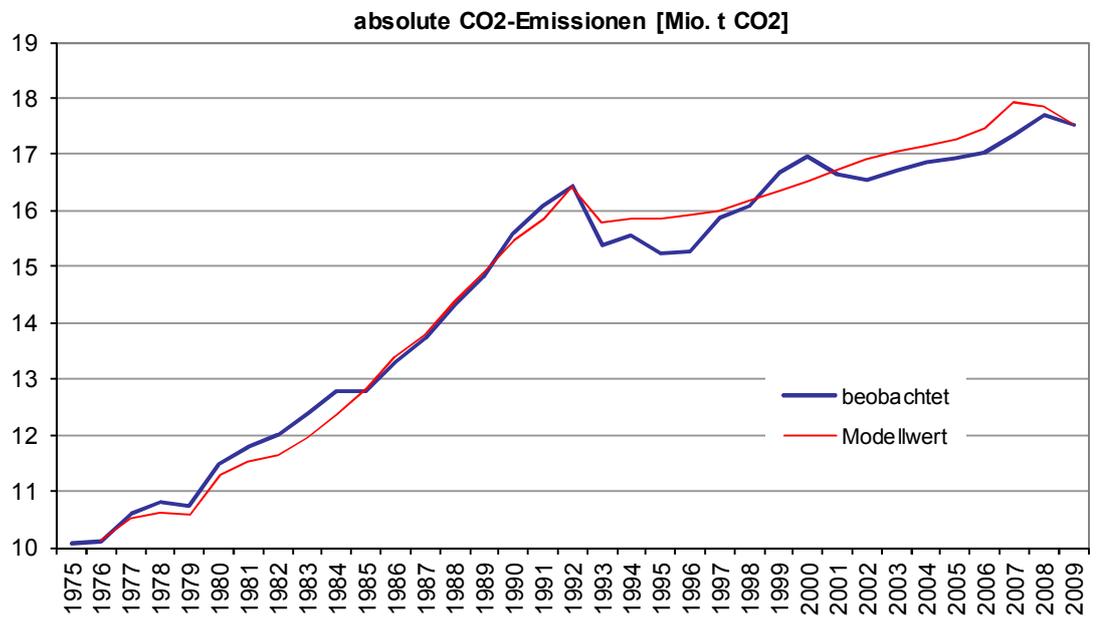
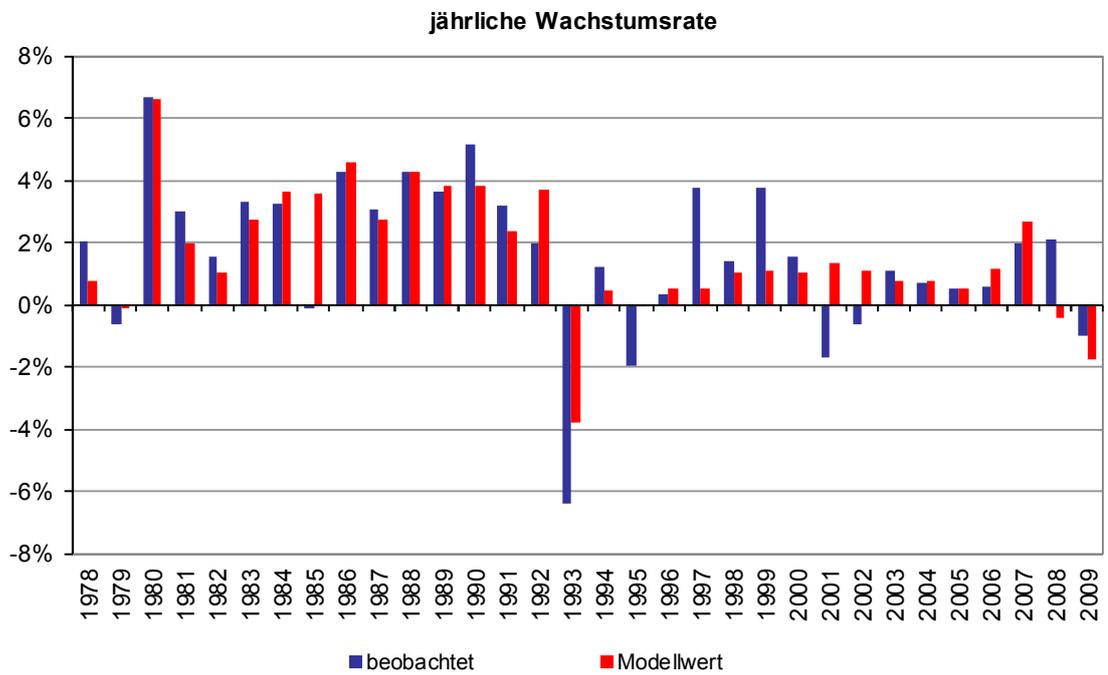
⁶ Der Benzinpreis wird als nominale Grösse in die Schätzgleichung eingegeben, das erhöht die Transparenz bei den Vorgaben für das Forecasting (reale wie nominale Benzinpreise haben in etwa denselben Erklärungsgehalt).

ler und weist nur geringe Schwankungen auf. Ab 1993 ist die Steigung wesentlich flacher und die Schwankungen werden grösser. Dieser Effekt wird mit der Variablen „STRUKTUR93“ abgebildet, einer Dummy-Variablen mit dem Wert „1“ für die Jahre 1993 bis 2009. Die flachere Steigung ab 1993 wird im negativen Koeffizienten von STRUKTUR93 abgebildet.

Der obere Teil der Grafik 3-2 zeigt die beobachteten und geschätzten Wachstumsraten der CO₂-Emissionen. Zu beachten ist, dass die Schätzung (Modell, vgl. Tabelle 3-2) mit den Wachstumsraten durchgeführt worden ist. Der Vergleich der beobachteten und geschätzten Werte zeigt, dass die geschätzten Werte sowohl in der Richtung wie auch im Ausmass die Wachstumsraten recht gut erklären können (adj. R-Quadrat von 0.59). Die grössten Abweichungen zwischen den beobachteten und geschätzten Wachstumsraten ist in den beiden Jahren 1985 und 1997 festzustellen.

Der untere Teil der Grafik 3-2 zeigt die Entwicklung der beobachteten und geschätzten absoluten CO₂-Emissionen aus Treibstoffen in Mio. t CO₂. Zu beachten ist, dass der Strukturbruch im Jahre 1993 anhand einer Dummy-Variablen erfasst wird, also nicht mit den erklärenden Variablen Preise, Preisrelationen oder BIP.

Grafik 3-2: Wachstumsrate und absolute Werte der CO₂-Treibstoff-Emissionen: Beobachtete und Modellwerte



4 Schätzungen 2010 – 2012 (Stand August 2010)

Auf der Basis der beobachteten Werte 1975 bis 2009 soll eine Schätzung für die energiebedingten CO₂-Emissionen der Jahre 2010 - 2012 erstellt werden.

4.1 CO₂-Emissionen aus Brennstoffen: Schätzung 2010 - 2012

Auf Basis bestehender Prognosen werden Annahmen zur Entwicklung der Erklärungsfaktoren getroffen (Heizgradtage, BIP, Preis Heizöl EL). Liegen keine Prognosen vor, werden Annahmen getroffen. Die Tabelle 4-1 zeigt die Prognosen und Annahmen für ein „mittleres“ Szenario auf Basis des Wissenstandes Mitte 2010.

Die Tabelle 4-2 zeigt beispielhaft eine Schätzung der CO₂-Brennstoff-Emissionen für die Jahre 2010 bis 2012 für ein „mittleres“, „tiefes“ und „hohes“ Szenario. Die Tabelle 4-2 zeigt, dass allein aufgrund der unterschiedlichen Prognosen und Annahmen für die Erklärungsvariablen eine Bandbreite der CO₂-Brennstoff-Emissionen von 20.389 bis 21.682 Mio. t CO₂ im Durchschnitt für die Jahre 2008 bis 2012 errechnet wird (beobachtete Werte für 2008 und 2009 sowie geschätzte Werte für 2010 bis 2012). **Die Schätzung setzt am aktuellen Rand an** (d.h. für die vorliegende Schätzung auf dem beobachteten Wert von 2009).

Die eigentliche Unsicherheit ist allerdings grösser, da zur Unsicherheit der Prognosen bzw. Annahme für die Erklärungsvariablen die Prognoseunsicherheit aus dem Modell hinzukommt.

Tabelle 4-1: Prognose/Annahmen zur Entwicklung der Erklärungsvariablen für CO₂-Brennstoff-Emissionen

Variable: BIP			
Jahr	BIP		Quelle
	real	Wachstumsrate	
2006	406'900		beobachtet
2007	421'570	3.6%	beobachtet
2008	429'073	1.8%	beobachtet
2009	422'833	-1.45%	Schätzung, publiziert in GEST basierend auf Hochrechnung seco
2010	430'444	1.80%	seco (2010), Konjunkturtendenzen Sommer 2010, Bern.
2011	437'331	1.60%	seco (2010), Konjunkturtendenzen Sommer 2010, Bern.
2012	444'328	1.60%	seco (2010), Perspektiven des potenziellen BIPs, internes Dokument.

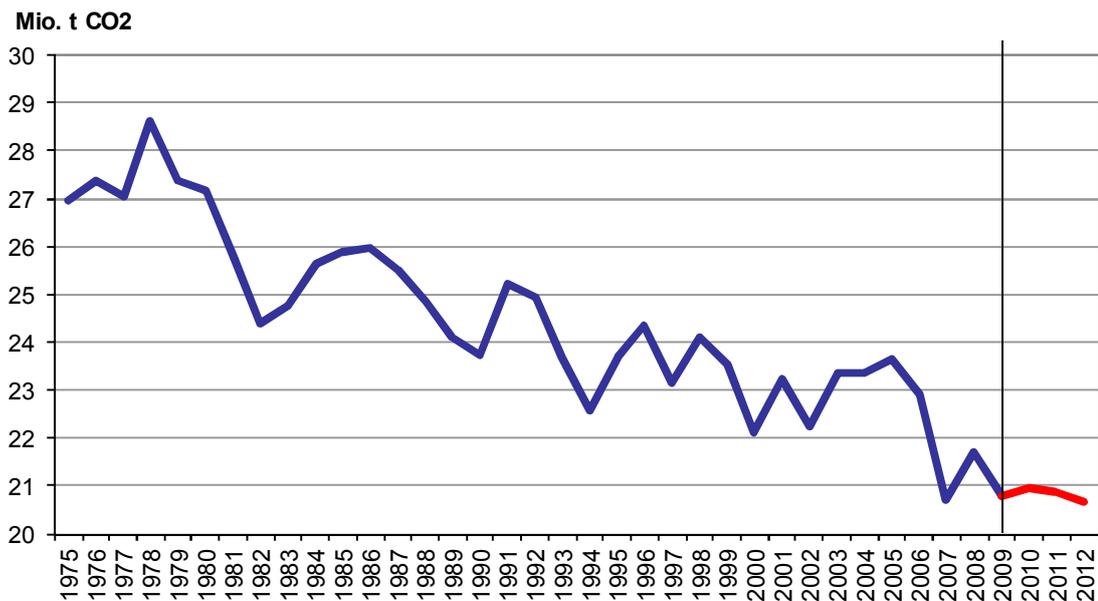
Variable: HGT			
Jahr	HGT		Quelle
	real	Veränderung	
2006	3'246		beobachtet
2007	3'101	-4.5%	beobachtet
2008	3'347	7.9%	beobachtet
2009	3'182	-4.9%	beobachtet
2010	3'276	2.9%	Schätzung (MA-Schätzung)
2011	3'266	-0.3%	"
2012	3'257	-0.3%	"

Variable: PBHELHH			
Jahr	Preis Heizöl EL, Nov.	Wachstumsraten	Quelle
	nominal		LIK Heizöl
2006	69.22		96.08 beobachtet EV (über 20'000 Liter)
2007	90.97	31.42%	126.27 zurückgerechnet mit LIK für Heizöl
2008	89.05	-2.1%	123.61 beobachtet EV (über 20'000 Liter), November 2008
2009	69.56	-21.9%	96.55 beobachtet EV (über 20'000 Liter), November 2009
2010	70.00	0.6%	Annahme
2011	70.00	0.0%	"
2012	70.00	0.0%	"

Tabelle 4-2: Schätzung der CO₂-Brennstoff-Emissionen für ein mittleres, tiefes und hohes Szenario

	HGT	BIP	Preis Heizöl EL (PBHELHHnom)	CO ₂ aus Brennstoffen (CO ₂ B)	
				[Wachstums- rate in %]	[Wachstums- rate in %]
				[Mio t CO ₂]	[Wachstums- rate in %]
Basisvariante					
2007				20.726	-9.44%
2008				21.689	4.64%
2009				20.803	-4.09%
2010	2.95%	1.80%	0.63%	20.942	0.67%
2011	-0.29%	1.60%	0.00%	20.880	-0.30%
2012	-0.29%	1.60%	0.00%	20.683	-0.94%
Ø 2008-2012				20.999	1.32%
Variante tief					
2007				20.726	-9.44%
2008				21.689	4.64%
2009				20.803	-4.09%
2010	-3.66%	1.30%	22.20%	19.962	-4.04%
2011	0.00%	1.10%	0.00%	19.816	-0.73%
2012	0.00%	1.10%	0.00%	19.678	-0.70%
Ø 2008-2012				20.389	-1.63%
Variante hoch					
2007				20.726	-9.44%
2008				21.689	4.64%
2009				20.803	-4.09%
2010	10.03%	2.30%	-20.93%	21.972	5.62%
2011	0.00%	2.10%	0.00%	22.057	0.39%
2012	0.00%	2.10%	0.00%	21.887	-0.77%
Ø 2008-2012				21.682	4.61%

Grafik 4-1: Entwicklung der CO₂-Brennstoff-Emissionen für die Jahre 1975 bis 2009 und Schätzung für die Jahre 2010 bis 2012 („mittleres“ Szenario)



4.2 CO₂-Emissionen aus Treibstoffen: Schätzung 2010 - 2012

Auf Basis bestehender Prognosen werden Annahmen zur Entwicklung der Erklärungsfaktoren getroffen (BIP, Benzinpreis und Dieselpreisrelation Deutschland/Schweiz). Liegen keine Prognosen vor, werden Annahmen getroffen. Die Tabelle 4-3 zeigt die Prognosen und Annahmen für ein „mittleres“ Szenario auf Basis des Wissenstandes Mitte 2010.

Die Tabelle 4-4 zeigt beispielhaft eine Schätzung der CO₂-Treibstoff-Emissionen für die Jahre 2010 bis 2012 für ein „mittleres“, „tiefes“ und „hohes“ Szenario. Die Tabelle 4-4 zeigt, dass allein aufgrund der unterschiedlichen Prognosen und Annahmen für die Erklärungsvariablen eine Bandbreite der CO₂-Treibstoff-Emissionen von 17.275 bis 18.157 Mio. t CO₂ im Durchschnitt für die Jahre 2008 bis 2012 errechnet wird (beobachtete Werte für 2008 und 2009 sowie geschätzte Werte für 2010 bis 2012).

Die eigentliche Unsicherheit ist allerdings grösser, da zur Unsicherheit der Prognosen bzw. Annahme für die Erklärungsvariablen die Prognoseunsicherheit aus dem Modell hinzukommt.

Tabelle 4-3: Prognose/Annahmen zur Entwicklung der Erklärungsvariablen für CO₂-Treibstoff-Emissionen

Variable: BIP			
Jahr	BIP	Wachstums- rate	Quelle
	real		
2006	406'900		beobachtet
2007	421'570	3.6%	beobachtet
2008	429'073	1.8%	beobachtet
2009	422'833	-1.45%	Schätzung, publiziert in GEST basierend auf Hochrechnung seco
2010	430'444	1.80%	seco (2010), Konjunkturtendenzen Sommer 2010, Bem.
2011	437'331	1.60%	seco (2010), Konjunkturtendenzen Sommer 2010, Bem.
2012	444'328	1.60%	seco (2010), Perspektiven des potenziellen BIPs, internes Dokument.

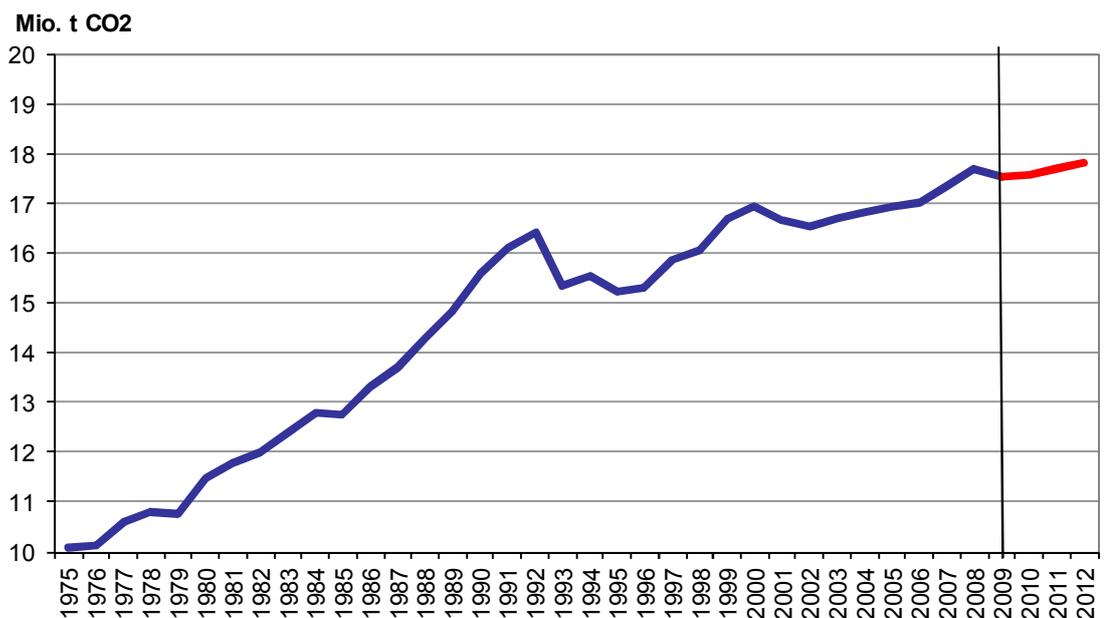
Variable: PTB			
Jahr	Preis Benzin *)	Wachstums- raten	Quelle
		nominal	
2006		1.64	beobachtet
2007		1.68	2.4% beobachtet
2008		1.79	6.5% beobachtet
2009		1.51	-15.6% beobachtet
2010		1.60	6.0% Annahme
2011		1.60	0.0% "
2012		1.60	0.0% "

Variable: PTDDK			
Jahr	relativer Dieselpreis Ausland	Wachstums- raten	Quelle
	relativer Dieselpreis Ausland		
2006	1.011		beobachtet
2007	1.086	7.4%	beobachtet
2008	1.043	-3.9%	beobachtet
2009	0.916	-12.3%	beobachtet
2010	0.916	0.0%	Annahme
2011	0.916	0.0%	"
2012	0.916	0.0%	"

Tabelle 4-4: Schätzung der CO₂-Treibstoff-Emissionen für ein mittleres, tiefes und hohes Szenario

	Jahr	Bruttoinland- produkt (BIP) [Wachstums- rate in %]	Benzinpreis (PTB) [Wachstums- rate in %]	Dieselpreis- relation D-CH (PTDDK) [Wachstums- rate in %]	CO ₂ aus Treibstoffen (CO ₂ T)	
					[Mio t CO ₂]	[Wachstums- rate in %]
Basisvariante	2007				17.351	1.94%
	2008				17.714	2.09%
	2009				17.535	-1.01%
	2010	1.80%	5.96%	0.00%	17.583	0.27%
	2011	1.60%	0.00%	0.00%	17.693	0.63%
	2012	1.60%	0.00%	0.00%	17.805	0.63%
	Ø 2008-2012				17.666	1.82%
Variante tief	2007				17.351	1.94%
	2008				17.714	2.09%
	2009				17.535	-1.01%
	2010	1.30%	19.21%	-12.62%	16.979	-3.17%
	2011	1.10%	0.00%	0.00%	17.042	0.37%
	2012	1.10%	0.00%	0.00%	17.105	0.37%
	Ø 2008-2012				17.275	-0.44%
Variante hoch	2007				17.351	1.94%
	2008				17.714	2.09%
	2009				17.535	-1.01%
	2010	2.30%	-7.28%	20.15%	18.350	4.64%
	2011	2.10%	0.00%	0.00%	18.512	0.89%
	2012	2.10%	0.00%	0.00%	18.676	0.89%
	Ø 2008-2012				18.157	4.65%

Grafik 4-2: Entwicklung der CO₂-Treibstoff-Emissionen für die Jahre 1975 bis 2009 und Schätzung für die Jahre 2010 bis 2012 („mittleres“ Szenario)



4.3 CO₂-Emissionen aus Brenn- und Treibstoffen: Schätzung 2010 - 2012

Der Einfluss der künftigen Massnahmen bzw. der erst kürzlich eingeführten Massnahmen kann mittels Schätzung aus der Vergangenheit nicht abgeschätzt werden. Weiter kann das Schätzmodell die Auswirkungen noch nie beobachteter Konstellationen nicht abbilden. Sowohl künftige bzw. kürzlich eingeführte Massnahmen und noch nie beobachtete Konstellationen sind mittels bottom-up- bzw. Plausibilitätsansätzen abzuschätzen. Die vorgängige Schätzung der CO₂-Emissionen aus Brenn- und Treibstoffen muss also wie folgt ergänzt werden, damit die gesamten Treibhausgasemissionen abgeschätzt werden können:

+	CO ₂ -Emissionen aus Brennstoffen (gemäss Kapitel 4.1)
+	CO ₂ -Emissionen aus Treibstoffen (gemäss Kapitel 4.2)
-	CO ₂ -Emissionen aus Brenn- und Treibstoffen für Liechtenstein
-	CO ₂ -Einsparung aufgrund zusätzlicher Massnahmen
+	Übrige THG-Emissionen
<hr/>	
=	Schweizerische THG-Emissionen gemäss Treibhausgasinventar
<hr/>	
-	Senkenleistung Schweizer Wald
-	Kauf ausländischer Emissionszertifikate
<hr/>	
=	Relevante „THG-Emissionen“ für den Vergleich mit dem Ziel gemäss Kyoto-Protokoll ⁷
<hr/>	

⁷ Für die Schätzung der Zielerreichung gemäss CO₂-Gesetz müssen die Brennstoffemissionen klimabereinigt werden (gemäss Formel im Exkurs „Klimabereinigung“ im Kapitel 2.1) und die Senkenleistung des Schweizer Waldes wie die übrigen THG-Emissionen dürfen nicht mitgerechnet werden.

5 Anhang A: Datenaufbereitung

Tabelle 5-1: Brennstoff-Verbräuche: Erdölprodukte (in 1000 t)

Quelle: GEST, Tabelle 20

in 1000 t (nicht klimakorrigiert)

Jahr	Erdöl		Benzin	Diesel	Kerosen (nat.+ internat.)	Petrol-koks (vor 1979 in übrige enthalten)	Übrige energet. Erdöl- produkte	End- verbrauch Erdöl- produkte
	HEL	Erdöl HS						
	in 1000 t	in 1000 t	in 1000 t	in 1000 t				
1975	6224	1209	2444	621	663		86	11247
1976	6410	1168	2440	636	675		78	11407
1977	6098	1309	2582	645	765		68	11467
1978	6669	1303	2609	687	764		79	12111
1979	6189	1163	2594	681	756	68	124	11575
1980	6204	1084	2744	759	768	70	90	11719
1981	5837	852	2850	763	725	46	65	11138
1982	5482	728	2888	782	718	90	73	10761
1983	5634	646	3014	782	783	135	72	11066
1984	5876	589	3087	836	828	22	68	11306
1985	5912	506	3058	861	883	25	117	11362
1986	5898	603	3197	896	930	36	106	11666
1987	5666	687	3298	925	957	25	102	11660
1988	5470	749	3429	981	1019	35	98	11781
1989	5218	628	3539	1036	1062	59	92	11634
1990	5236	458	3702	1117	1118	40	98	11769
1991	5599	422	3856	1133	1083	28	114	12235
1992	5567	409	3995	1098	1142	9	103	12323
1993	5296	349	3705	1057	1181	32	99	11719
1994	4953	362	3703	1121	1212	42	102	11495
1995	5191	332	3590	1141	1278	36	102	11670
1996	5376	269	3682	1071	1320	30	106	11854
1997	5150	237	3823	1113	1367	8	126	11824
1998	5331	252	3851	1157	1425	13	134	12163
1999	5192	208	3979	1227	1517	15	145	12283
2000	4803	146	3983	1307	1582	16	129	11966
2001	5043	195	3873	1330	1492	12	121	12066
2002	4836	120	3795	1377	1380	20	134	11662
2003	5092	129	3776	1460	1241	6	116	11820
2004	5001	151	3708	1568	1171	24	113	11736
2005	5051	119	3595	1712	1186	33	100	11796
2006	4809	139	3484	1852	1243	46	110	11683
2007	4217	97	3450	1988	1326	39	99	11216
2008	4432	95	3375	2186	1418	33	94	11633
2009	4259	69	3283	2221	1360	38	100	11330

Tabelle 5-2: Brennstoff-Verbräuche: Erdölprodukte (in TJ)

in TJ (nicht klimakorrigiert)								
Jahr	Umrechnungsfaktor TJ/t							End- verbrauch Erdöl- produkte in TJ
	0.0426	0.0412	0.0425	0.0428	0.043	0.035	0.046	
	Erdöl HEL in TJ	Erdöl HS in TJ	Benzin in TJ	Diesel in TJ	Kerosen (nat.+ internat.) in TJ	Petrol-koks (vor 1979 in übrige enthalten) in TJ	Übrige energet. Erdöl- produkte in TJ	
1975	265'142	49'811	103'870	26'579	28'509	-	3'956	477'867
1976	273'066	48'122	103'700	27'221	29'025	-	3'588	484'721
1977	259'775	53'931	109'735	27'606	32'895	-	3'128	487'070
1978	284'099	53'684	110'883	29'404	32'852	-	3'634	514'555
1979	263'651	47'916	110'245	29'147	32'508	2'380	5'704	491'551
1980	264'290	44'661	116'620	32'485	33'024	2'450	4'140	497'670
1981	248'656	35'102	121'125	32'656	31'175	1'610	2'990	473'315
1982	233'533	29'994	122'740	33'470	30'874	3'150	3'358	457'118
1983	240'008	26'615	128'095	33'470	33'669	4'725	3'312	469'894
1984	250'318	24'267	131'198	35'781	35'604	770	3'128	481'065
1985	251'851	20'847	129'965	36'851	37'969	875	5'382	483'740
1986	251'255	24'844	135'873	38'349	39'990	1'260	4'876	496'446
1987	241'372	28'304	140'165	39'590	41'151	875	4'692	496'149
1988	233'022	30'859	145'733	41'987	43'817	1'225	4'508	501'150
1989	222'287	25'874	150'408	44'341	45'666	2'065	4'232	494'872
1990	223'054	18'870	157'335	47'808	48'074	1'400	4'508	501'048
1991	238'517	17'386	163'880	48'492	46'569	980	5'244	521'069
1992	237'154	16'851	169'788	46'994	49'106	315	4'738	524'946
1993	225'610	14'379	157'463	45'240	50'783	1'120	4'554	499'148
1994	210'998	14'914	157'378	47'979	52'116	1'470	4'692	489'547
1995	221'137	13'678	152'575	48'835	54'954	1'260	4'692	497'131
1996	229'018	11'083	156'485	45'839	56'760	1'050	4'876	505'110
1997	219'390	9'764	162'478	47'636	58'781	280	5'796	504'125
1998	227'101	10'382	163'668	49'520	61'275	455	6'164	518'564
1999	221'179	8'570	169'108	52'516	65'231	525	6'670	523'798
2000	204'608	6'015	169'278	55'940	68'026	560	5'934	510'360
2001	214'832	8'034	164'603	56'924	64'156	420	5'566	514'534
2002	206'014	4'944	161'288	58'936	59'340	700	6'164	497'385
2003	216'919	5'315	160'480	62'488	53'363	210	5'336	504'111
2004	213'043	6'221	157'590	67'110	50'353	840	5'198	500'355
2005	215'173	4'903	152'788	73'274	50'998	1'155	4'600	502'890
2006	204'863	5'727	148'070	79'266	53'449	1'610	5'060	498'045
2007	179'644	3'996	146'625	85'086	57'018	1'365	4'554	478'289
2008	188'803	3'914	143'438	93'561	60'974	1'155	4'324	496'169
2009	181'433	2'843	139'528	95'059	58'480	1'330	4'600	483'273

Tabelle 5-3: Brennstoff-Verbräuche: Kohle und Erdgas

Quelle: GEST, Tabelle 30

in 1000 t und TJ (nicht klimakorrigiert)

Jahr				Umrechnungsfaktor TJ/t			Erdgas in TJ
	Steinkohle	Braunkohle	Endverbrauch Kohle	Steinkohle	Braunkohle	Endverbrauch Kohle	
	in 1000 t	in 1000 t	in 1000 t	in TJ	in TJ	in TJ	
				0.0262624	0.0201		
1975	279	48	327	7'327	965	8'292	18'870
1976	252	43	295	6'618	864	7'482	20'430
1977	320	40	360	8'404	804	9'208	24'120
1978	289	40	329	7'590	804	8'394	22'450
1979	296	44	340	7'774	884	8'658	25'420
1980	452	46	498	11'871	925	12'795	30'370
1981	688	40	728	18'069	804	18'873	33'370
1982	615	33	648	16'151	663	16'815	35'830
1983	537	29	566	14'103	583	14'686	39'920
1984	728	29	757	19'119	583	19'702	45'420
1985	729	31	760	19'145	623	19'768	47'660
1986	631	22	653	16'572	442	17'014	48'980
1987	584	23	607	15'337	462	15'800	52'830
1988	502	16	518	13'184	322	13'505	53'800
1989	521	13	534	13'683	261	13'944	58'830
1990	521	13	534	13'683	261	13'944	63'430
1991	441	15	456	11'582	302	11'883	71'660
1992	303	13	316	7'958	261	8'219	75'570
1993	254	11	265	6'671	221	6'892	79'520
1994	257	11	268	6'749	221	6'971	78'110
1995	279	8	287	7'327	161	7'488	85'990
1996	205	10	215	5'384	201	5'585	92'230
1997	159	7	166	4'176	141	4'316	88'430
1998	131	6	137	3'440	121	3'561	91'360
1999	138	6	144	3'624	121	3'745	94'940
2000	202	6	208	5'305	121	5'426	95'220
2001	218	3	221	5'725	60	5'786	98'840
2002	201	4	205	5'279	80	5'359	97'160
2003	208	4	212	5'463	80	5'543	102'610
2004	199	4	203	5'226	80	5'307	105'960
2005	199	33	232	5'226	663	5'890	108'820
2006	167	86	253	4'386	1'729	6'114	106'720
2007	204	85	289	5'358	1'709	7'066	104'370
2008	186	75	261	4'885	1'508	6'392	110'760
2009	177	66	243	4'648	1'327	5'975	106'340

Quelle: GEST, Tabelle 23

in TJ (nicht klimakorr.)
(zum unteren Heizwert)

Umrechnungsfaktor TJ/t	
0.0363	
	Erdgas
	in TJ
	18'870
	20'430
	24'120
	22'450
	25'420
	30'370
	33'370
	35'830
	39'920
	45'420
	47'660
	48'980
	52'830
	53'800
	58'830
	63'430
	71'660
	75'570
	79'520
	78'110
	85'990
	92'230
	88'430
	91'360
	94'940
	95'220
	98'840
	97'160
	102'610
	105'960
	108'820
	106'720
	104'370
	110'760
	106'340

Tabelle 5-4: Brennstoff-Verbräuche: Energieumwandlung

Quelle: GEST, Tabelle 11

in TJ (nicht klimakorrigiert)

alter HW 0.041868 Umrechnung:

neuer HW 0.0426 BW->HW 0.9

Jahr	Erdöl- produkte (HEL)	Erdöl- produkte (HEL)	Gas Brennwert (*)	Gas Heizwert	Kohle (als Steinkohle behandelt)
	in TJ	in TJ	in TJ	in TJ	in TJ
1975	19'080	19'414		940	0
1976	19'134	19'469	920	828	0
1977	17'555	17'862	220	198	0
1978	13'895	14'138	4'710	4'239	150
1979	15'220	15'486	5'400	4'860	330
1980	7'400	7'529		4'360	670
1981	5'910	6'013	4'620	4'158	1040
1982	6'540	6'654	4'500	4'050	920
1983	6'330	6'441	4'470	4'023	990
1984	4'610	4'691	4'310	3'879	1210
1985	5'920	6'024		4'060	1280
1986	6'310	6'420	4'530	4'077	930
1987	6'280	6'390	4'990	4'491	450
1988	5'380	5'474		4'190	370
1989	5'120	5'210		4'070	880
1990	4'560	4'560		4'270	530
1991	7'180	7'180		4'710	110
1992	8'490	8'490		4'670	100
1993	3'620	3'620		4'640	60
1994	2'540	2'540		4'730	80
1995	2'600	2'600		5'330	50
1996	3'470	3'470		6'600	0
1997	2'320	2'320		6'960	0
1998	5'120	5'120		6'810	0
1999	1'690	1'690		6'730	0
2000	600	600		5'830	0
2001	650	650		6'330	0
2002	600	600		6'070	0
2003	790	790		6'730	0
2004	660	660		6'860	0
2005	980	980		7'010	0
2006	1'070	1'070		5'900	0
2007	520	520		5'310	0
2008	500	500		6'110	0
2009	570	570		5'820	0

Tabelle 5-5: Brennstoff-Verbräuche (in TJ)

TOTAL BRENNSTOFFE (nicht klimabereinigt)								
Jahr	Erdöl HEL	Erdöl HS	Petrol- koks (vor 1979 in übrige enthalten)	Übrige energet. Erdöl- produkte	Steinkohle	Braunkohle	Erdgas	Total Brennstoffe
	in TJ	in TJ	in TJ	in TJ	in TJ	in TJ	in TJ	in TJ
1975	284'556	49'811	-	3'956	7'327	965	19'810	366'425
1976	292'535	48'122	-	3'588	6'618	864	21'258	372'985
1977	277'637	53'931	-	3'128	8'404	804	24'318	368'221
1978	298'237	53'684	-	3'634	7'740	804	26'689	390'788
1979	279'137	47'916	2'380	5'704	8'104	884	30'280	374'405
1980	271'820	44'661	2'450	4'140	12'541	925	34'730	371'266
1981	254'670	35'102	1'610	2'990	19'109	804	37'528	351'812
1982	240'188	29'994	3'150	3'358	17'071	663	39'880	334'304
1983	246'449	26'615	4'725	3'312	15'093	583	43'943	340'720
1984	255'008	24'267	770	3'128	20'329	583	49'299	353'384
1985	257'875	20'847	875	5'382	20'425	623	51'720	357'747
1986	257'675	24'844	1'260	4'876	17'502	442	53'057	359'655
1987	247'761	28'304	875	4'692	15'787	462	57'321	355'203
1988	238'496	30'859	1'225	4'508	13'554	322	57'990	346'953
1989	227'496	25'874	2'065	4'232	14'563	261	62'900	337'391
1990	227'614	18'870	1'400	4'508	14'213	261	67'700	334'565
1991	245'697	17'386	980	5'244	11'692	302	76'370	357'671
1992	245'644	16'851	315	4'738	8'058	261	80'240	356'107
1993	229'230	14'379	1'120	4'554	6'731	221	84'160	340'394
1994	213'538	14'914	1'470	4'692	6'829	221	82'840	324'505
1995	223'737	13'678	1'260	4'692	7'377	161	91'320	342'225
1996	232'488	11'083	1'050	4'876	5'384	201	98'830	353'911
1997	221'710	9'764	280	5'796	4'176	141	95'390	337'257
1998	232'221	10'382	455	6'164	3'440	121	98'170	350'953
1999	222'869	8'570	525	6'670	3'624	121	101'670	344'049
2000	205'208	6'015	560	5'934	5'305	121	101'050	324'193
2001	215'482	8'034	420	5'566	5'725	60	105'170	340'457
2002	206'614	4'944	700	6'164	5'279	80	103'230	327'011
2003	217'709	5'315	210	5'336	5'463	80	109'340	343'453
2004	213'703	6'221	840	5'198	5'226	80	112'820	344'088
2005	216'153	4'903	1'155	4'600	5'226	663	115'830	348'530
2006	205'933	5'727	1'610	5'060	4'386	1'729	112'620	337'065
2007	180'164	3'996	1'365	4'554	5'358	1'709	109'680	306'826
2008	189'303	3'914	1'155	4'324	4'885	1'508	116'870	321'959
2009	182'003	2'843	1'330	4'600	4'648	1'327	112'160	308'911

Tabelle 5-6: Treibstoff-Verbräuche (in TJ)

TOTAL TREIBSTOFFE <i>(nat.+int. Flugtreibstoff)</i>				
Jahr	Benzin in TJ	Diesel in TJ	Kerosen (nat.+ internat.) in TJ	Total Treibstoffe in TJ
1975	103'870	26'579	28'509	158'958
1976	103'700	27'221	29'025	159'946
1977	109'735	27'606	32'895	170'236
1978	110'883	29'404	32'852	173'138
1979	110'245	29'147	32'508	171'900
1980	116'620	32'485	33'024	182'129
1981	121'125	32'656	31'175	184'956
1982	122'740	33'470	30'874	187'084
1983	128'095	33'470	33'669	195'234
1984	131'198	35'781	35'604	202'582
1985	129'965	36'851	37'969	204'785
1986	135'873	38'349	39'990	214'211
1987	140'165	39'590	41'151	220'906
1988	145'733	41'987	43'817	231'536
1989	150'408	44'341	45'666	240'414
1990	157'335	47'808	48'074	253'217
1991	163'880	48'492	46'569	258'941
1992	169'788	46'994	49'106	265'888
1993	157'463	45'240	50'783	253'485
1994	157'378	47'979	52'116	257'472
1995	152'575	48'835	54'954	256'364
1996	156'485	45'839	56'760	259'084
1997	162'478	47'636	58'781	268'895
1998	163'668	49'520	61'275	274'462
1999	169'108	52'516	65'231	286'854
2000	169'278	55'940	68'026	293'243
2001	164'603	56'924	64'156	285'683
2002	161'288	58'936	59'340	279'563
2003	160'480	62'488	53'363	276'331
2004	157'590	67'110	50'353	275'053
2005	152'788	73'274	50'998	277'059
2006	148'070	79'266	53'449	280'785
2007	146'625	85'086	57'018	288'729
2008	143'438	93'561	60'974	297'972
2009	139'528	95'059	58'480	293'066

Tabelle 5-7: CO₂-Emissionen

CO ₂ -Emissionen (nicht klimabereinigt) in Mio. t CO ₂				
Jahr	CO ₂ Brenn- und Treibstoffe	CO ₂ Brennstoffe	CO ₂ Benzin/Diesel	CO ₂ Flugtreibstoffe
1975	37.03	26.94	9.63	0.45
1976	37.50	27.38	9.67	0.45
1977	37.62	27.03	10.14	0.45
1978	39.44	28.63	10.36	0.45
1979	38.12	27.38	10.29	0.45
1980	38.62	27.16	11.01	0.45
1981	37.57	25.76	11.35	0.45
1982	36.38	24.39	11.53	0.45
1983	37.15	24.77	11.93	0.45
1984	38.40	25.62	12.33	0.45
1985	38.64	25.87	12.32	0.45
1986	39.27	25.95	12.86	0.45
1987	39.24	25.51	13.27	0.45
1988	39.17	24.86	13.86	0.45
1989	38.92	24.09	14.38	0.45
1990	39.34	23.74	15.15	0.45
1991	41.31	25.21	15.68	0.42
1992	41.36	24.94	16.01	0.41
1993	39.05	23.69	14.97	0.40
1994	38.10	22.55	15.16	0.39
1995	38.94	23.70	14.87	0.37
1996	39.66	24.37	14.94	0.35
1997	39.02	23.15	15.51	0.35
1998	40.18	24.10	15.74	0.34
1999	40.20	23.52	16.36	0.32
2000	39.04	22.10	16.63	0.32
2001	39.88	23.23	16.35	0.30
2002	38.80	22.26	16.26	0.28
2003	40.08	23.36	16.46	0.26
2004	40.19	23.35	16.59	0.25
2005	40.58	23.65	16.68	0.24
2006	39.91	22.89	16.78	0.24
2007	38.08	20.73	17.10	0.25
2008	39.40	21.69	17.49	0.23
2009	38.34	20.80	17.31	0.23

Tabelle 5-8: Variablen für die Schätzgleichung der CO₂-Brennstoff-Emissionen

Jahr	CO2 Brennstoffe berechnet aus Gesamtenergie- statistik TOTAL (nicht klimabereinigt) [Mio. t CO ₂] CO2B	Heizgradtage HGT	BIP (real, zu Preisen von 1990) [Mio. CHF] BIP	Konsumenten- preise Heizöl EL (nominal, Index Dez. 2005 =100), Wert für NOVEMBER PBHELHH
1975	26.94	3'456	243'344	39
1976	27.38	3'409	241'301	35
1977	27.03	3'519	246'994	36
1978	28.63	3'917	248'460	35
1979	27.38	3'716	254'504	68
1980	27.16	3'893	265'664	66
1981	25.76	3'613	269'914	70
1982	24.39	3'472	266'380	78
1983	24.77	3'568	268'082	68
1984	25.62	3'811	276'147	70
1985	25.87	3'831	286'292	72
1986	25.95	3'700	291'613	34
1987	25.51	3'757	296'236	36
1988	24.86	3'317	305'946	32
1989	24.09	3'345	319'196	44
1990	23.74	3'203	330'925	54
1991	25.21	3'715	327'794	50
1992	24.94	3'420	328'121	43
1993	23.69	3'421	327'513	41
1994	22.55	3'080	331'413	35
1995	23.70	3'397	332'574	35
1996	24.37	3'753	334'664	47
1997	23.15	3'281	341'610	46
1998	24.10	3'400	350'624	32
1999	23.52	3'313	355'221	47
2000	22.10	3'081	367'946	77
2001	23.23	3'256	372'185	56
2002	22.26	3'135	373'834	53
2003	23.36	3'357	373'095	57
2004	23.35	3'339	382'544	78
2005	23.65	3'518	392'645	103
2006	22.89	3'246	406'900	96
2007	20.73	3'101	421'570	126
2008	21.69	3'347	429'073	124
2009	20.80	3'182	422'833	97

Tabelle 5-9: Variablen für die Schätzgleichung der CO₂-Treibstoff-Emissionen

Jahr	CO2 Treibstoffe, vereinfachte Berechnung aus Gesamtenergie- statistik [Mio. t CO2] CO2T	BIP (real, zu Preisen von 1990) [Mio. CHF] BIP	Preis Benzin (nominal) (CHF/l) PTB	relativer Dieselpreis Ausland (Preis D / Preis CH) PTDDK	Strukturbruch STRUKTUR93
1975	10.09	243'344	0.94	0.88	0
1976	10.12	241'301	0.96	0.84	0
1977	10.59	246'994	0.93	0.86	0
1978	10.81	248'460	0.90	0.77	0
1979	10.75	254'504	1.05	0.68	0
1980	11.46	265'664	1.15	0.81	0
1981	11.81	269'914	1.25	0.80	0
1982	11.99	266'380	1.22	0.78	0
1983	12.38	268'082	1.18	0.79	0
1984	12.78	276'147	1.17	0.79	0
1985	12.77	286'292	1.23	0.79	0
1986	13.32	291'613	0.97	0.78	0
1987	13.73	296'236	0.92	0.76	0
1988	14.31	305'946	0.89	0.77	0
1989	14.83	319'196	0.98	0.78	0
1990	15.60	330'925	1.03	0.80	0
1991	16.10	327'794	1.02	0.84	0
1992	16.42	328'121	0.99	0.91	0
1993	15.36	327'513	1.13	0.78	1
1994	15.55	331'413	1.16	0.79	1
1995	15.24	332'574	1.14	0.78	1
1996	15.29	334'664	1.16	0.81	1
1997	15.86	341'610	1.22	0.81	1
1998	16.08	350'624	1.16	0.78	1
1999	16.69	355'221	1.21	0.82	1
2000	16.94	367'946	1.40	0.85	1
2001	16.65	372'185	1.35	0.89	1
2002	16.54	373'834	1.29	0.92	1
2003	16.72	373'095	1.31	0.99	1
2004	16.84	382'544	1.40	1.00	1
2005	16.93	392'645	1.53	1.01	1
2006	17.02	406'900	1.64	1.01	1
2007	17.35	421'570	1.68	1.09	1
2008	17.71	429'073	1.79	1.04	1
2009	17.54	422'833	1.51	0.92	1

Literaturverzeichnis

BAFU (2010)

Interne Dokumente zu den Emissionen nach CO₂-Gesetz und Kyoto-Protokoll (CO₂-Statistik). Stand Juli 2010. Bern.

BAFU (2002)

Emissionen nach CO₂-Gesetz. Informationen zur Klimakorrektur.
Referenz/Aktenzeichen: G251-1293. Bern.

Seco (2010)

Konjunkturtendenzen, Sommer 2010. Bern.

Statistische Grundlagen:

BFE, Gesamtenergiestatistik (diverse Jahre)

BFS, lange Reihe der VGR-Grössen, internes Dokument

BFS, Landesindex der Konsumentenpreise

BFS, Zeitreihen zum öffentlichen Verkehr und Strassenverkehr, interne Dokumente