



22. Oktober 2008

---

# Erreichung der Reduktionsziele von Kyoto-Protokoll und CO<sub>2</sub>-Gesetz

(Stand: September 2008)

## 1. Ausgangslage

Mit der Ratifikation des Kyoto-Protokolls im Juli 2003 hat sich die Schweiz verpflichtet, die Treibhausgasemissionen (Kohlendioxid, Methan, Lachgas und synthetische Gase) im Zeitraum 2008 bis 2012 um 8 % unter das Niveau von 1990 zu senken. Das CO<sub>2</sub>-Gesetz fixiert für den gleichen Zeitraum eine Reduktion der gesamten energetischen CO<sub>2</sub>-Emissionen um 10 %. Ergänzend zu inländischen Massnahmen können auch Emissionszertifikate angerechnet werden, die durch die Realisierung von Klimaschutzprojekten im Ausland (Joint Implementation und Clean Development Mechanism) generiert wurden. Das Kyoto-Protokoll erlaubt zusätzlich die Anrechnung der Senkenleistung des Schweizer Waldes für die Erfüllung des Reduktionsziels.

## 2. Referenzentwicklung

### 2.1 Modellüberblick

Die Kurzfristperspektiven der CO<sub>2</sub>-Emissionen der Brenn- und Treibstoffe, die 75 % der gesamten Treibhausgasemissionen ausmachen, werden auf der Basis eines ökonometrischen Modells bestimmt. In das Modell für die Brennstoffe fliessen die Wachstumsraten der folgenden Bestimmungsgrössen ein:

- CO<sub>2</sub>-Emissionen der Brennstoffe des Vorjahres,
- Heizgradtage,
- Bruttoinlandprodukt,
- Preis Heizöl extra leicht (HEL).

In das Modell für die Treibstoffe fliessen die Wachstumsraten der folgenden Bestimmungsgrössen ein:

- CO<sub>2</sub>-Emissionen der Treibstoffe des Vorjahres,
- Warenexport,
- Preis der Treibstoffe (mengengewichtetes Mittel aus Benzin- und Dieselpreis),
- Treibstoffpreisdifferenz zwischen Deutschland und der Schweiz.

Für methodische Details sei auf den Schlussbericht der Studie über die Kurzfristperspektiven der energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen der Schweiz verwiesen (Ecoplan 2008<sup>1</sup>).

---

<sup>1</sup> Ecoplan 2008: CO<sub>2</sub>-Emissionen 2008 bis 2012, Kurzfrist-Perspektiven der energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen der Schweiz, Bern

## 2.2 Rahmenbedingungen

Die für die Referenzentwicklung angenommene künftige Entwicklung der Bestimmungsgrößen des ökonomischen Modells ist in der Tabelle 1 zusammengestellt.

Tabelle 1: Referenzentwicklung: unterstellte Entwicklung der Bestimmungsgrößen

Referenzentwicklung						
	Wachstum BIP real	Wachstum Warenexporte	Preis HEL nominal	Preis Treibstoff nominal	Preisverhältnis Benzin D / CH	Heizgradtage
	%	%	CHF/100l	CHF/l	%	Grad
2007	3.1%	8.40%	76.7	1.67	131%	3101
2008	1.9%	2.50%	115.0	1.95	131%	3295
2009	1.3%	3.90%	125.0	1.90	131%	3285
2010	1.7%	4.95%	125.0	1.90	131%	3276
2011	1.6%	4.90%	125.0	1.90	131%	3266
2012	1.6%	4.86%	125.0	1.90	131%	3257

Im ökonomischen Modell können – methodisch bedingt – Effekte, die erst kürzlich aufgetreten sind, nicht abgebildet werden (z.B. der neue Dieseltanktourismus, der im Laufe des Jahres 2007 entstanden ist, da mit dem starken Euro der Dieselpreis in der Schweiz neuerdings tiefer ist als in den Nachbarländern). Ebenso sind Effekte von Reduktionsmassnahmen, die erst in der Periode 2008 – 2012 wirksam werden, nicht im ökonomischen Modell enthalten. Annahmen dazu müssen zusätzlich getroffen werden (siehe Tabellen 2 und 3).

Zusätzlich ist für das Kyoto-Protokoll die Entwicklung der nicht-energetischen Emissionen zu schätzen. Diese Emissionen sind in den vergangenen Jahren ungefähr konstant geblieben. Es wird angenommen, dass sich diese Konstanz bis 2012 fortsetzt.

Die Entwicklung der Senkenleistung des Schweizer Waldes ist in einer separaten Studie geschätzt worden<sup>2</sup>. Darin wird aufgezeigt, dass wegen der zusätzlichen Holznutzung die Senkenleistung in den nächsten Jahren deutlich abnehmen wird. Sie wird während der Periode 2008 – 12 mit 0.7 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr angenommen<sup>3</sup>. Ein Teil der zusätzlichen Holznutzung substituiert fossile Brennstoffe. Zu diesem Effekt liegt ebenfalls eine separate Schätzung vor<sup>4</sup>.

<sup>2</sup> BAFU 2008: Schätzung der Senkenleistung des Schweizer Waldes für die erste Verpflichtungsperiode des Kyoto-Protokolls. Abt. Wald, Bern

<sup>3</sup> In der vorliegenden Schätzung wird die Obergrenze des Bereichs der ausgewiesenen Senkenleistung verwendet, da die Veränderung der Menge des Totholzes im Wald bisher nicht in der Schätzung der Senkenleistung berücksichtigt wurde. Die Totholzmenge hat in den letzten Jahren zugenommen.

<sup>4</sup> BAFU 2008: Entwicklung der Schweizer Holzernte bis 2013, CO<sub>2</sub>-Substitutionseffekt durch Energieholz. Abt. Wald, Bern

Tabelle 2: Referenzentwicklung: Annahmen zu Effekten, die nicht im ökonomischen Modell abgebildet sind

<b>Nicht im ökonomischen Modell enthaltene Effekte Referenzentwicklung</b>				
	Neuer Diesel-Tanktourismus		CO <sub>2</sub> -Substitution durch zusätzliche Holznutzung	
	Mio. t CO <sub>2</sub>	Quelle	Mio. t CO <sub>2</sub>	Quelle
2008	0.7	Schätzung BAFU	-0.2	separates Papier, BAFU 08
2009	0.7		-0.3	
2010	0.7		-0.4	
2011	0.7		-0.5	
2012	0.7		-0.6	
Mittel 08-12	0.7		-0.4	

Tabelle 3: Referenzentwicklung: Annahmen zur Wirkung von Massnahmen, die erst 2008 – 2012 in Kraft treten (nicht im ökonomischen Modell abgebildet).

<b>CO<sub>2</sub>-Reduktion durch Massnahmen, die in der Periode 2008 - 12 starten Referenzentwicklung</b>						
	Einführung Bonus-Malus Personenwagen		Förderung Erdgas- und biogene Treibstoffe		Aktionspläne Energie, übrige Massnahmen	
	Mio. t CO <sub>2</sub>	Quelle	Mio. t CO <sub>2</sub>	Quelle	Mio. t CO <sub>2</sub>	Quelle
2008	0	BFE: Aktionsplan Energieeffizienz	0	Änderung MinöStV 31.01.08	0	BFE: Aktionspläne
2009	0		-0.05		0	
2010	-0.1		-0.1		-0.1	
2011	-0.15		-0.15		-0.3	
2012	-0.25		-0.2		-0.6	
Mittel 08-12	-0.1		-0.1		-0.2	

### 3. Zielerreichung Kyoto-Protokoll (Referenzentwicklung)

Auf der Basis der oben genannten Annahmen ergibt sich für das Kyoto-Protokoll folgende Bilanz.

Tabelle 4: Zielerreichung Kyoto-Protokoll

	Treibhausgasemissionen in Millionen Tonnen CO <sub>2</sub> eq
Emissionen Ausgangsjahr 1990	52.8
Inländische Reduktion (gemäss Annahmen in Kap. 2)	-2.1
Ausländische Emissionszertifikate	-1.6
Senkenleistung des Schweizer Waldes	-0.7
<b>Netto-Emissionen 2008 - 12</b>	<b>48.4</b>
<b>Zielwert Kyoto-Protokoll (-8% gegenüber 1990)</b>	<b>48.6</b>
Reserve	0.2

### 4. Zielerreichung CO<sub>2</sub>-Gesetz (Referenzentwicklung)

Auf der Basis der oben genannten Annahmen ergibt sich für das Gesamtziel des CO<sub>2</sub>-Gesetzes folgende Bilanz.

Tabelle 5: Zielerreichung CO<sub>2</sub>-Gesetz (Summe der Brenn- und Treibstoffe)

	CO <sub>2</sub> -Emissionen in Millionen Tonnen CO <sub>2</sub>
Emissionen Ausgangsjahr 1990 (Brennstoffe klimabereinigt)	40.9
Inländische Reduktion (gemäss Annahmen in Kap. 2)	-2.2
Ausländische Emissionszertifikate	-1.6
<b>Netto-Emissionen 2008 - 12</b>	<b>37.1</b>
<b>Zielwert CO<sub>2</sub>-Gesetz (-10% gegenüber 1990)</b>	<b>36.8</b>
Ziellücke	0.3
Bundesratbeschluss vom 20.02.2008, zusätzliche Leistungen Klimarap- pen <sup>5</sup>	-0.5
Reserve	0.2

<sup>5</sup> siehe Medienmitteilung vom 21.02.2008:  
<http://www.bafu.admin.ch/dokumentation/medieninformation/00962/index.html?lang=de&msg-id=17400>

## 5. Szenario „hohe Emissionen“

Die Referenzentwicklung gibt die nach derzeitigem Wissensstand wahrscheinlichste Entwicklung wieder. Der Effekt veränderter Rahmenbedingungen kann mit Hilfe von Sensitivitätsanalysen quantifiziert werden. Das Szenario „hohe Emissionen“ geht aus von:

- einem höheren BIP-Wachstum,
- höheren Warenexporten,
- tieferen Preisen der fossilen Energieträger,
- höherer Differenz der Treibstoffpreise zwischen der Schweiz und Deutschland (grösserer Tanktourismus),
- tieferen Wintertemperaturen,
- reduzierter Wirkung der zusätzlichen Massnahmen,
- leichter Zunahme der nicht-energetischen Treibhausgasemissionen,
- reduzierter Waldsenkenleistung.

Die Annahmen sind in den Tabellen 6 und 7 zusammengestellt.

Tabelle 6: Szenario „hohe Emissionen“: unterstellte Entwicklung der Bestimmungsgrössen

Szenario "hohe Emissionen"						
	Wachstum BIP real	Wachstum Warenexporte	Preis HEL nominal	Preis Treibstoff nominal	Preisverhältnis Benzin D / CH	Heizgradtage
	%	%	CHF/100l	CHF/l	%	Grad
2007	3.1%	8.40%	76.7	1.67	131%	3101
2008	1.9%	2.50%	115.0	1.95	131%	3295
2009	2.8%	7.50%	100.0	1.80	140%	3429
2010	2.8%	7.50%	100.0	1.80	140%	3429
2011	2.8%	7.50%	100.0	1.80	140%	3429
2012	2.8%	7.50%	100.0	1.80	140%	3429

Tabelle 7: Szenario „hohe Emissionen“: Annahmen zu Effekten und Massnahmen, die nicht im Modell enthalten sind

Nicht im Modell enthaltene Effekte / Massnahmen 2008 - 2012					
Szenario "hohe Emissionen"					
	Neuer Diesel- Tanktourismus	CO <sub>2</sub> - Substitution durch zusätzliche Holznutzung	Einführung Bonus-Malus Personenwagen	Förderung Erdgas- und biogene Treibstoffe	Aktionspläne Energie, übrige Massnahmen
	Mio. t CO <sub>2</sub>	Mio. t CO <sub>2</sub>	Mio. t CO <sub>2</sub>	Mio. t CO <sub>2</sub>	Mio. t CO <sub>2</sub>
2008	1.0	0	0	0	0
2009	1.0	-0.15	0	-0.05	0
2010	1.0	-0.3	0	-0.075	-0.1
2011	1.0	-0.45	0	-0.1	-0.2
2012	1.0	-0.6	0	-0.125	-0.4
Mittel 08-12	1.0	-0.3	0	-0.07	-0.14

Unter den oben genannten Annahmen ergeben sich für das **Kyoto-Protokoll** Treibhausgasemissionen die **2.4 Millionen Tonnen höher** sind als in der Referenzentwicklung. Mit diesem Szenario ist demnach mit einer Ziellücke von 2.2 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalenten pro Jahr zu rechnen.

Die energetischen CO<sub>2</sub>-Emissionen gemäss **CO<sub>2</sub>-Gesetz** sind in diesem Szenario **1.4 Millionen Tonnen höher** als in der Referenzentwicklung und es resultiert eine Ziellücke von 1.2 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr.

## 6. Szenario „tiefe Emissionen“

Das Szenario „tiefe Emissionen“ geht aus von:

- einem tieferen BIP-Wachstum,
- tieferen Warenexporten,
- höheren Preisen der fossilen Energieträger,
- geringerer Differenz der Treibstoffpreise zwischen der Schweiz und Deutschland (geringerer Tanktourismus),
- höheren Wintertemperaturen,
- erhöhter Wirkung der zusätzlichen Massnahmen,
- leichter Abnahme der nicht-energetischen Treibhausgasemissionen,
- erhöhter Waldsenkenleistung.

Die Annahmen sind in den Tabellen 8 und 9 zusammengestellt.

Tabelle 8: Szenario „tiefe Emissionen“: unterstellte Entwicklung der Bestimmungsgrössen

Szenario "tiefe Emissionen"						
	Wachstum BIP real	Wachstum Warenexporte	Preis HEL nominal	Preis Treibstoff nominal	Preisverhältnis Benzin D / CH	Heizgradtage
	%	%	CHF/100l	CHF/l	%	Grad
2007	3.1%	8.40%	76.7	1.67	131%	3101
2008	1.9%	2.50%	115.0	1.95	131%	3295
2009	1.0%	2.50%	150.0	2.00	120%	3228
2010	1.0%	2.50%	150.0	2.00	120%	3228
2011	1.0%	2.50%	150.0	2.00	120%	3228
2012	1.0%	2.50%	150.0	2.00	120%	3228

Tabelle 9: Szenario „tiefe Emissionen“: Annahmen zu Effekten und Massnahmen, die nicht im Modell enthalten sind

Nicht im Modell enthaltene Effekte / Massnahmen 2008 - 2012					
Szenario "tiefe Emissionen"					
	Neuer Diesel- Tanktourismus	CO <sub>2</sub> - Substitution durch zusätzliche Holznutzung	Einführung Bonus-Malus Personenwagen	Förderung Erdgas- und biogene Treibstoffe	Aktionspläne Energie, übrige Massnahmen
	Mio. t CO <sub>2</sub>	Mio. t CO <sub>2</sub>	Mio. t CO <sub>2</sub>	Mio. t CO <sub>2</sub>	Mio. t CO <sub>2</sub>
2008	0.3	0	0	0	0
2009	0.3	-0.25	0	-0.05	0
2010	0.3	-0.5	-0.15	-0.125	-0.2
2011	0.3	-0.75	-0.3	-0.175	-0.5
2012	0.3	-1.0	-0.3	-0.225	-0.8
Mittel 08-12	0.3	-0.5	-0.15	-0.115	-0.3

Unter den oben genannten Annahmen ergeben sich für das **Kyoto-Protokoll** Treibhausgasemissionen die **1.9 Millionen Tonnen tiefer** sind als in der Referenzentwicklung. Mit diesem Szenario ist demnach mit einer Reserve von 2.1 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalenten pro Jahr zu rechnen.

Die energetischen CO<sub>2</sub>-Emissionen gemäss **CO<sub>2</sub>-Gesetz** sind in diesem Szenario **1.4 Millionen Tonnen tiefer** als in der Referenzentwicklung und es resultiert eine Reserve von 1.6 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr.

## **7. Künftige Aufdatierungen**

Das Modell ist so ausgelegt, dass es jährlich aufdatiert werden kann. Voraussetzung ist, dass die energetischen Emissionen des vergangenen Jahres bekannt sind. Die Schätzungen der Referenzentwicklung wie auch der beiden Szenarien werden deshalb künftig im Sommer aufdatiert und danach auf der Homepage des BAFU publiziert.

## **8. Fazit**

Die Ziele des CO<sub>2</sub>-Gesetzes und des Kyoto-Protokolls können knapp erreicht werden. Die Unsicherheiten der Schätzungen sind noch gross. Es sind auch Szenarien denkbar, die zu einer beträchtlichen Ziellücke oder zu einer grösseren Reserve führen. Die Schätzungen werden künftig jährlich aufdatiert. Die Unsicherheiten werden dabei sukzessive abnehmen.