



25. November 2009

Erreichung der Reduktionsziele von Kyoto-Protokoll und CO₂-Gesetz

(Stand: November 2009)

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 CO₂-Gesetz fixiert für den gleichen Zeitraum eine Reduktion der gesamten energetischen CO₂-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 CO₂-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:

- CO₂-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:

- CO₂-Emissionen der Treibstoffe des Vorjahres,
- Bruttoinlandprodukt,
- Benzinpreis,
- Dieselpreisverhältnis zwischen Deutschland und der Schweiz.

Für methodische Details sei auf den Schlussbericht der Studie über die Kurzfristperspektiven der energiebedingten CO₂-Emissionen der Schweiz verwiesen (Ecoplan 2009¹). Im Vergleich zum letztjährigen Modell wurde das Treibstoffmodell erweitert und verbessert.

¹ Ecoplan 2009: CO₂-Emissionen 2008 bis 2012, Kurzfrist-Perspektiven der energiebedingten CO₂-Emissionen der Schweiz, Update 2009, 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 | Preis HEL nominal | Preis Benzin nominal | Preisverhältnis Diesel D / CH | Heizgradtage |
| | % | CHF/100l | CHF/l | % | Grad |
| 2007 | 3.6% | 92.2 | 1.68 | 109% | 3101 |
| 2008 | 1.6% | 90.3 | 1.79 | 104% | 3347 |
| 2009 | -2.7% | 70.0 | 1.60 | 104% | 3285 |
| 2010 | -0.4% | 70.0 | 1.60 | 104% | 3276 |
| 2011 | 1.6% | 70.0 | 1.60 | 104% | 3266 |
| 2012 | 1.6% | 70.0 | 1.60 | 104% | 3257 |

Im ökonomischen Modell können – methodisch bedingt – Effekte, die erst kürzlich aufgetreten sind, nicht abgebildet werden. Ebenso sind Effekte von Reduktionsmassnahmen, die erst in der Periode 2009 – 2012 wirksam werden, nicht im ökonomischen Modell enthalten. Annahmen dazu müssen zusätzlich getroffen werden (siehe Tabelle 2).

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 worden². 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 0.35 Millionen Tonnen CO₂ pro Jahr angenommen (0.2 – 0.5 Mio. t). Ein Teil der zusätzlichen Holznutzung substituiert fossile Brennstoffe. Dieser Effekt ist ebenfalls im Faktenblatt ausgewiesen.

² BAFU 2009: Faktenblatt zu CO₂-Leistungen von Wald und Holz bis 2020. 06.08.2009, Abt. Wald, Bern

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

| CO₂-Reduktion durch Effekte und Massnahmen, die nicht im ökonomischen Modell enthalten sind | | | | | | |
|---|---|---------------------------------------|--|--------------------------------|---|-------------------------|
| Referenzentwicklung | | | | | | |
| | Erhöhung CO ₂ -Abgabe | | Gebäudeprogramm | | Einführung PW-Emissionsvorschriften | |
| | Mio. t CO ₂ | Quelle | Mio. t CO ₂ | Quelle | Mio. t CO ₂ | Quelle |
| 2008 | | | | | | |
| 2009 | 0 | Botschaft | -0.1 | Botschaft | 0 | Botschaft |
| 2010 | -0.46 | CO ₂ -Abgabe 22.06.2005 | -0.3 | Revision | 0 | Revision |
| 2011 | -0.46 | | -0.5 | CO ₂ -Gesetz | 0 | CO ₂ -Gesetz |
| 2012 | -0.46 | | -0.7 | | -0.23 | |
| Mittel 08-12 | -0.28 | | -0.32 | | -0.05 | |
| | Förderung alternative Treibstoffe + verbrauchsabhängige MfZ Steuern | | Zusätzliche Inlandmassnahmen Klimarappen | | CO ₂ -Substitution durch zusätzliche Holznutzung | |
| | Mio. t CO ₂ | Quelle | Mio. t CO ₂ | Quelle | Mio. t CO ₂ | Quelle |
| 2008 | | | | | | |
| 2009 | -0.05 | Änderung MinöStV 31.01.08 | -0.2 | Zusatzvereinbarung Klimarappen | 0 | Faktenblatt BAFU 2009 |
| 2010 | -0.10 | | -0.2 | | -0.1 | |
| 2011 | -0.15 | | -0.2 | | -0.2 | |
| 2012 | -0.20 | | -0.2 | | -0.3 | |
| Mittel 08-12 | -0.10 | | -0.16 | | -0.12 | |

3. Zielerreichung Kyoto-Protokoll (Referenzentwicklung)

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

Tabelle 3: Zielerreichung Kyoto-Protokoll

| | Treibhausgasemissionen in Millionen Tonnen CO ₂ eq |
|---|---|
| Emissionen Ausgangsjahr 1990 | 52.71 |
| Inländische Reduktion (gemäss Annahmen in Kap. 2) | -1.85 |
| Ausländische Emissionszertifikate (Klimarappen und Firmen im Emissionshandelsystem) | -2.2 |
| Senkenleistung des Schweizer Waldes | -0.35 |
| Netto-Emissionen 2008 - 12 | 48.31 |
| Zielwert Kyoto-Protokoll (gemäss Zuteilung von Emissionsrechten durch UN) | 48.57 |
| Reserve | 0.26 |

4. Zielerreichung CO₂-Gesetz (Referenzentwicklung)

Auf der Basis der oben genannten Annahmen ergibt sich für das Gesamtziel des CO₂-Gesetzes folgende Bilanz.

Tabelle 4: Zielerreichung CO₂-Gesetz (Summe der Brenn- und Treibstoffe)

| | CO ₂ -Emissionen in Millionen Tonnen CO ₂ |
|---|--|
| Emissionen Ausgangsjahr 1990 (Brennstoffe klimabereinigt) | 40.88 |
| Inländische Reduktion (gemäss Annahmen in Kap. 2) | -2.0 |
| Ausländische Emissionszertifikat (Klimarappen und Firmen im Emissionshandelsystem) | -2.2 |
| Netto-Emissionen 2008 - 12 | 36.68 |
| Zielwert CO₂-Gesetz (-10% gegenüber 1990) | 36.8 |
| Reserve | 0.12 |

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,
- 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 5 und 6 zusammengestellt.

Tabelle 5: Szenario „hohe Emissionen“: unterstellte Entwicklung der Bestimmungsgrössen

| Szenario "hohe Emissionen" | | | | | |
|----------------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|-------------------------------------|--------------|
| | Wachstum BIP real | Preis HEL nominal | Preis Benzin nominal | Preisverhältnis Diesel D / CH | Heizgradtage |
| | % | CHF/100l | CHF/l | % | Grad |
| 2007 | 3.6% | 92.2 | 1.68 | 109% | 3101 |
| 2008 | 1.6% | 90.3 | 1.79 | 104% | 3347 |
| 2009 | -2.2% | 55.0 | 1.40 | 109% | 3429 |
| 2010 | 0.1% | 55.0 | 1.40 | 109% | 3429 |
| 2011 | 2.1% | 55.0 | 1.40 | 109% | 3429 |
| 2012 | 2.1% | 55.0 | 1.40 | 109% | 3429 |

Tabelle 6: Szenario „hohe Emissionen“: Annahmen zu Effekten und Massnahmen, die nicht im Modell enthalten sind

| Nicht im Modell enthaltene Effekte / Massnahmen 2009 - 2012 | | | | | | |
|---|----------------------------------|------------------------|-------------------------------------|---|--|---|
| Szenario hohe THG-Emissionen | | | | | | |
| | Erhöhung CO ₂ -Abgabe | Gebäudeprogramm | Einführung PW-Emissionsvorschriften | Förderung alternative Treibstoffe + verbrauchsabhängige MfZ Steuern | Zusätzliche Inlandmassnahmen Klimarappen | CO ₂ -Substitution durch zusätzliche Holznutzung |
| | Mio. t CO ₂ | Mio. t CO ₂ | Mio. t CO ₂ | Mio. t CO ₂ | Mio. t CO ₂ | Mio. t CO ₂ |
| 2008 | | | | | | |
| 2009 | 0.0 | -0.05 | 0 | -0.025 | -0.1 | 0 |
| 2010 | -0.23 | -0.15 | 0 | -0.05 | -0.1 | -0.05 |
| 2011 | -0.23 | -0.25 | 0 | -0.075 | -0.1 | -0.1 |
| 2012 | -0.23 | -0.35 | 0 | -0.1 | -0.1 | -0.15 |
| Mittel 08-12 | -0.14 | -0.16 | 0.0 | -0.05 | -0.08 | -0.06 |

Unter den oben genannten Annahmen ergeben sich für das **Kyoto-Protokoll** Treibhausgasemissionen die **2.2 Millionen Tonnen höher** sind als in der Referenzentwicklung. Mit diesem Szenario ist demnach mit einer Ziellücke von 2.0 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalenten pro Jahr zu rechnen.

Die energetischen CO₂-Emissionen gemäss **CO₂-Gesetz** sind in diesem Szenario **1.3 Millionen Tonnen höher** als in der Referenzentwicklung und es resultiert eine Ziellücke von 1.2 Millionen Tonnen CO₂ pro Jahr.

6. Szenario „tiefe Emissionen“

Das Szenario „tiefe Emissionen“ geht aus von:

- einem tieferen BIP-Wachstum,
- 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 7 und 8 zusammengestellt.

Tabelle 7: Szenario „tiefe Emissionen“: unterstellte Entwicklung der Bestimmungsgrössen

| Szenario "tiefe Emissionen" | | | | | |
|-----------------------------|-------------------|-------------------|----------------------|-------------------------------|--------------|
| | Wachstum BIP real | Preis HEL nominal | Preis Benzin nominal | Preisverhältnis Diesel D / CH | Heizgradtage |
| | % | CHF/100l | CHF/l | % | Grad |
| 2007 | 3.6% | 92.2 | 1.68 | 109% | 3101 |
| 2008 | 1.6% | 90.3 | 1.79 | 104% | 3347 |
| 2009 | -3.2% | 85.0 | 1.80 | 100% | 3228 |
| 2010 | -0.9% | 85.0 | 1.80 | 100% | 3228 |
| 2011 | 1.1% | 85.0 | 1.80 | 100% | 3228 |
| 2012 | 1.1% | 85.0 | 1.80 | 100% | 3228 |

Tabelle 8: Szenario „tiefe Emissionen“: Annahmen zu Effekten und Massnahmen, die nicht im Modell enthalten sind

| Nicht im Modell enthaltene Effekte / Massnahmen 2009 - 2012 | | | | | | |
|---|-------------------------------------|------------------------|---|--|---|--|
| Szenario tiefe THG-Emissionen | | | | | | |
| | Erhöhung CO ₂ -Abgabe | Gebäude- programm | Einführung PW-Emissions- vorschriften | Förderung alternative Treibstoffe + verbrauchs- abhängige MfZ Steuern | Zusätzliche Inlandmass- nahmen Klimarappen | CO ₂ - Substitution durch zusätzliche Holznutzung |
| | Mio. t CO ₂ | Mio. t CO ₂ | Mio. t CO ₂ | Mio. t CO ₂ | Mio. t CO ₂ | Mio. t CO ₂ |
| 2008 | | | | | | |
| 2009 | 0.00 | -0.13 | 0.00 | -0.07 | -0.27 | 0.00 |
| 2010 | -0.61 | -0.40 | 0.00 | -0.13 | -0.27 | -0.13 |
| 2011 | -0.61 | -0.67 | 0.00 | -0.20 | -0.27 | -0.27 |
| 2012 | -0.61 | -0.93 | -0.31 | -0.27 | -0.27 | -0.40 |
| Mittel 08-12 | -0.37 | -0.43 | -0.06 | -0.13 | -0.21 | -0.16 |

Unter den oben genannten Annahmen ergeben sich für das **Kyoto-Protokoll** Treibhausgasemissionen die **1.5 Millionen Tonnen tiefer** sind als in der Referenzentwicklung. Mit diesem Szenario ist demnach mit einer Reserve von 1.7 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalenten pro Jahr zu rechnen.

Die energetischen CO₂-Emissionen gemäss **CO₂-Gesetz** sind in diesem Szenario **1.1 Millionen Tonnen tiefer** als in der Referenzentwicklung und es resultiert eine Reserve von 1.2 Millionen Tonnen CO₂ 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 CO₂-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.