

Standortbestimmung CO₂-Gesetz

CO₂-Perspektiven und Sensitivitäten
Stand: Oktober 2002

An das
Bundesamt für Umwelt,
Wald und Landschaft,
Bern

Ansprechpartner:
Konrad Eckerle
Michael Schlesinger

Basel, Oktober 2002
561 - 5865

Prognos AG

Gustav Greve
Geschäftsführer

Basel

Aeschenplatz 7
CH-4010 Basel
Telefon +41 61 32 73-200
Telefax +41 61 32 73-300
info@prognos.com
www.prognos.com

Berlin

Dovestraße 2–4
D-10587 Berlin
Telefon +49 30 399 22-800
Telefax +49 30 399 22-801
info-berlin@prognos.com

Brüssel

Boulevard Louis Schmidt 119/2
B-1040 Brüssel
Telefon +32 2 743 82 55
Telefax +32 2 736 82 51
info-bruessel@prognos.com

Köln

Unter Sachsenhausen 37
D-50667 Köln
Telefon +49 221 160 27-0
Telefax +49 221 13 38 22
info-koeln@prognos.com

Bremen

Wilhelm-Herbst-Straße 5
D-28359 Bremen
Telefon +49 421 20 15-784
Telefax +49 421 20 15-789
info-bremen@prognos.com

Inhaltsverzeichnis	Seite
Das Wichtigste in Kürze	1
1. Aufgabenstellung, Inhalt des Zwischenberichtes und methodisches Vorgehen	9
2. Rahmenbedingungen in der Referenzentwicklung	11
2.1 Statistische Ausgangslage	11
2.2 Ökonomische und demografische Rahmensetzungen	14
2.3 Entwicklung der Energiepreise	17
2.4 Energiepolitische Rahmensetzungen	21
3. Ergebnisse Referenzentwicklung	26
3.1 Energieverbrauch	26
3.2 CO ₂ -Emissionen	30
4. Sensitivitätsanalysen	34
4.1 Auswahl der Sensitivitäten	34
4.2 Sensitivität 1: Höheres und niedrigeres Wirtschaftswachstum	36
4.2.1 Annahmensetzung	36
4.2.2 Ergebnisse Sensitivität 1	38
4.3 Sensitivität 2: Höhere und niedrigere Weltmarktpreise für Energie	46
4.3.1 Annahmensetzung	46
4.3.2 Ergebnisse Sensitivität 2	48
4.4 Sensitivität 3: Höheres und niedrigeres Verkehrswachstum	55
4.4.1 Annahmensetzung	55
4.4.2 Ergebnisse Sensitivität 3	57
4.5 Sensitivität 4: Verschärfte Standards für Neubauten und Sanierungen	64
4.5.1 Annahmensetzung	64
4.5.2 Ergebnisse Sensitivität 4	65
4.6 Sensitivität 5: Kombination „ungünstiger und „günstiger“ Rahmenbedingungen	69
4.6.1 Annahmensetzung	69
4.6.2 Ergebnisse Sensitivität 5	70
4.7 Zusammenfassung der Sensitivitätsrechnungen	78
4.8 Exkurs: Der Einfluss kalter Winter auf die Erreichung des Kyotozieles	83

Übersicht 1:	Entwicklung der CO ₂ -Emissionen und CO ₂ -Ziellücken	8
---------------------	---	---

Tabellen

Tabelle 2.1-1:	Entwicklung der CO ₂ -Emissionen in der Schweiz 1990 bis 2000 Ist-Entwicklung und klimabereinigte Werte	13
Tabelle 2.2-1:	Ökonomische und demografische Rahmendaten für das Referenzszenario 2002 (Vergleich mit Referenzszenario 2000)	16
Tabelle 2.3-1:	Entwicklung ausgewählter Energiepreise für das Referenz- szenario 2002, reale Preise (Basis 2000), Vergleich mit Referenzszenario 2000	20
Tabelle 2.4-1:	Energiepolitische Annahmen für die Referenzentwicklung: Energiegesetz (EnG), CO ₂ -Gesetz und sonstige Massnahmen (Ansatzpunkte und ihre Konkretisierung)	24
Tabelle 3.1-1:	Komponenten der Energieverbrauchsentwicklung (fossile Energieträger) in der neuen Referenz (Änderungen gegenüber alter Referenz) in PJ	26
Tabelle 3.1-2:	Entwicklung des Energieverbrauchs, in PJ, Referenz 2000	29
Tabelle 3.2-1:	Komponenten der CO ₂ -Emissionsentwicklung in der neuen Referenz (Änderungen gegenüber alter Referenz) Mio t	30
Tabelle 3.2-2:	Entwicklung der CO ₂ -Emissionen, in Mio t, Referenz 2002	32
Tabelle 4.2-1:	Ökonomische Rahmendaten für Sensitivität 1: Höheres und niedrigeres Wirtschaftswachstum (Vergleich mit Referenz- entwicklung)	36
Tabelle 4.2-2:	Entwicklung des Energieverbrauchs, in PJ Sensitivität höheres Wirtschaftswachstum	40
Tabelle 4.2-3:	Entwicklung der CO ₂ -Emissionen, in Mio t Sensitivität höheres Wirtschaftswachstum	41
Tabelle 4.2-4:	Entwicklung des Energieverbrauchs, in PJ Sensitivität niedrigeres Wirtschaftswachstum	43
Tabelle 4.2-5:	Entwicklung der CO ₂ -Emissionen, in Mio t Sensitivität niedrigeres Wirtschaftswachstum	44
Tabelle 4.3-1:	Sensitivität 2: Höhere und niedrigere Energiepreise (Vergleich mit Referenzentwicklung)	47

Tabelle 4.3-2:	Entwicklung des Energieverbrauchs, in PJ Sensitivität höhere Energiepreise	50
Tabelle 4.3-3:	Entwicklung der CO ₂ -Emissionen, in Mio t Sensitivität höhere Energiepreise	51
Tabelle 4.3-4:	Entwicklung des Energieverbrauchs, in PJ Sensitivität niedrigere Energiepreise	52
Tabelle 4.3-5:	Entwicklung der CO ₂ -Emissionen, in Mio t Sensitivität niedrigere Energiepreise	53
Tabelle 4.4-1:	Entwicklung des Treibstoffverbrauchs nach Energieträgern	57
Tabelle 4.4-2:	Entwicklung des Energieverbrauchs, in PJ Sensitivität höheres Verkehrswachstum	59
Tabelle 4.4-3:	Entwicklung der CO ₂ -Emissionen, in Mio t Sensitivität höheres Verkehrswachstum	60
Tabelle 4.4-4:	Entwicklung des Energieverbrauchs, in PJ Sensitivität niedrigeres Verkehrswachstum	61
Tabelle 4.4-5:	Entwicklung der CO ₂ -Emissionen, in Mio t Sensitivität niedrigeres Verkehrswachstum	62
Tabelle 4.5-1:	Heizenergiebedarf nach SIA 380/1 neu und Minergie I, in MJ m ²	64
Tabelle 4.5-2:	Entwicklung des Energieverbrauchs, in PJ Sensitivität Minergie I	66
Tabelle 4.5-3:	Entwicklung der CO ₂ -Emissionen, in Mio t Sensitivität Minergie I	67
Tabelle 4.6-1:	Entwicklung des Energieverbrauchs, in PJ Sensitivität ungünstige Kombination	72
Tabelle 4.6-2:	Entwicklung der CO ₂ -Emissionen, in Mio t Sensitivität ungünstige Kombination	73
Tabelle 4.6-3:	Entwicklung des Energieverbrauchs, in PJ Sensitivität günstige Kombination	75
Tabelle 4.6-4:	Entwicklung der CO ₂ -Emissionen, in Mio t Sensitivität günstige Kombination	76
Tabelle 4.7-1:	Entwicklung der CO ₂ -Emissionen nach Sensitivitäten (geordnet nach der Höhe der CO ₂ -Emissionen in 2010)	79

Tabelle 4.7-2: CO ₂ -Reduktionsziele und CO ₂ -Ziellücken nach Sensitivitäten, Mio t	80
--	----

Tabelle 4.8-1: Der Einfluss kalter Witterung auf die CO ₂ -Emissionen, in Mio t	85
--	----

Abbildungen

Abbildung 3.2-1: CO ₂ -Emissionen nach Energieträgern, Referenz, Abgrenzung nach CO ₂ -Gesetz und NOGA-Systematik, in Mio t	33
---	----

Abbildung 4.2-1: CO ₂ -Emissionen und Reduktionsziele, Sensitivität Wirtschaftswachstum, Abgrenzung nach CO ₂ -Gesetz und NOGA-Systematik, in Mio t	45
---	----

Abbildung 4.3-1: CO ₂ -Emissionen und Reduktionsziele, Sensitivität Energiepreise, Abgrenzung nach CO ₂ -Gesetz und NOGA-Systematik, in Mio t	54
---	----

Abbildung 4.4-1: CO ₂ -Emissionen und Reduktionsziele, Sensitivität Verkehrswachstum, Abgrenzung nach CO ₂ -Gesetz und NOGA-Systematik, in Mio t	63
--	----

Abbildung 4.5-1: CO ₂ -Emissionen und Reduktionsziele, Sensitivität Minergie, Abgrenzung nach CO ₂ -Gesetz und NOGA-Systematik, in Mio t	68
--	----

Abbildung 4.6-1: CO ₂ -Emissionen und Reduktionsziele, Sensitivität Kombination Rahmenbedingungen, Abgrenzung nach CO ₂ -Gesetz und NOGA-Systematik, in Mio t	77
---	----

Abbildung 4.7-1: CO ₂ -Ziellücken für fossile Brennstoffe nach Sensitivitäten, Mio t	81
---	----

Abbildung 4.7-2: CO ₂ -Ziellücken für fossile Treibstoffe nach Sensitivitäten, Mio t	81
---	----

Abbildung 4.7-3: CO ₂ -Ziellücken insgesamt nach Sensitivitäten, Mio t	82
---	----

Das Wichtigste in Kürze

Im CO₂-Gesetz sind konkrete Ziele für die Reduktion der CO₂-Emissionen bis 2010 festgelegt, insgesamt sollen sie um 10 %, im Bereich der Brennstoffe um 15 % und bei den Treibstoffen um 8 % im Vergleich zu 1990 vermindert werden. In dieser Studie geht es darum zu untersuchen, wie sich vom heutigen Kenntnisstand aus die CO₂-Emissionen in den nächsten Jahren entwickeln werden, ob die Reduktionsziele erreicht werden, wo Ziellücken entstehen und wie gross diese sind. Diese Aufgabenstellung bezieht sich zum einen zunächst auf die Analyse der wahrscheinlichen Referenzentwicklung, zum anderen auf die Analyse der möglichen Schwankungsbreite der Ergebnisse in Abhängigkeit von modifizierten Rahmensetzungen (Sensitivitätsrechnungen). Die Berechnungen der CO₂-Emissionen orientieren sich durchweg an der Abgrenzung und den Vorgaben des CO₂-Gesetzes.

Die Arbeiten zur Referenzentwicklung bauen auf den Ergebnissen der letzten Referenzschätzung auf. Diese waren jedoch aufgrund verschiedener Veränderungen bei den Rahmensetzungen zu revidieren und zu aktualisieren. Dies bezieht sich nicht nur auf die statistische Ausgangsbasis, sondern betrifft insbesondere auch modifizierte Perspektiven zu den langfristigen demografischen und wirtschaftlichen Entwicklungslinien, zu den Energiepreisen und Änderungen in den energiepolitischen Rahmensetzungen. Folgende Annahmen wurden zugrundegelegt:

- Die aktuellsten Wirtschaftsszenarien erwarten bis 2010, ausgehend vom relativ hohen Niveau für 2000, ein durchschnittliches BIP-Wachstum von 1,7 % p.a. Für die Industrieproduktion wird ein durchschnittlicher Anstieg von 1,9 % unterstellt.
- Die Perspektive für die Bevölkerungsentwicklung geht vom „Trend“-Szenario des BFS aus, danach ergibt sich zwischen 2000 und 2010 ein Anstieg um rd. 150 Tsd.
- Die Energiebezugsflächen steigen im selben Zeitraum um rd. 10 %, das sind knapp 60 Mio m².
- Im Vergleich zu den bisherigen Annahmen geht das aktualisierte Szenario von deutlich höheren realen Energiepreisen aus, beim HEL beträgt der Unterschied in 2010 mehr als 20 %, bei den Treibstoffen etwa 7 %. Demgegenüber sind die Abweichungen beim Erdgas und beim Strom relativ gering.
- Bei den energiepolitischen Rahmensetzungen sind im Vergleich zu den bisherigen Vorgaben vor allem folgende Änderungen wichtig: Für Neubauten und Gebäudesanierungen wird davon ausgegangen, dass die neuen Grenzwerte der SIA 380/1 ab 2003 nach und nach umgesetzt werden und bis 2008 ein Vollzugsgrad von 100 % erreicht wird. Es wird unterstellt,

dass mit der Wirtschaft Vereinbarungen über ihren Beitrag zur CO₂-Reduzierung getroffen werden. Für die Industrie und das Gewerbe sehen diese vor, dass 40 % der CO₂-Emissionen der Jahre 1990 bis 2010 um 25 % reduziert werden. Für den Dienstleistungssektor werden 6 % der CO₂-Emissionen erfasst, diese sollen um 15 % gesenkt werden. Auch für die Autoimporteure werden Zielvereinbarungen vorgegeben: Danach wird beginnend ab 2002 bis 2008 eine Absenkung des durchschnittlichen Flottenverbrauchs (Neuwagen) um jährlich 3 % zugrundegelegt, nach 2008 ein Rückgang um 1 % angenommen.

Vor dem Hintergrund dieser Rahmenbedingungen ergibt sich für die CO₂-Emissionen folgende Referenzentwicklung: Im Vergleich zum Basisjahr 1990 gehen die CO₂-Emissionen insgesamt bis 2010 um 1.8 Mio t (-4,4 %) zurück. Das im CO₂-Gesetz formulierte Reduktionsziel beträgt -10 %. Für die Brennstoffe errechnet sich eine Minderung der CO₂-Emissionen um 3 Mio t, ein Rückgang um 11,6 %, der Zielwert liegt bei -15 %. Bei den Treibstoffen sieht die CO₂-Bilanz weniger günstig aus, ihr CO₂-Ausstoss nimmt gegenüber dem Vergleichsjahr 1990 um 1,2 Mio t zu (+7,6 %), dem steht ein Reduktionsziel von -8 % gegenüber (vgl. Übersicht 1).

Für die Sensitivitätsberechnungen wurden folgende Rahmensetzungen im Vergleich zu den Referenzannahmen modifiziert:

- Höheres und niedrigeres Wirtschaftswachstum: Alternativ zur Referenzannahme wird für die mittel- und langfristige Entwicklung ein durchweg um 0,5 %-Punkte höherer und symmetrisch dazu ein um 0,5 %-Punkte niedrigeres Wirtschaftswachstum angenommen.
- Höhere und niedrigere Weltmarktpreise für Energie: Im Fall hoher Preise wird unterstellt, dass der reale Weltmarktpreis für Rohöl bei 28 USD/bbl verbleibt. Im Fall niedriger Preise liegt er bis 2010 bei 15 USD/bbl und steigt danach auf 24 USD/bbl an.
- Höheres und niedrigeres Verkehrswachstum: In dieser Sensitivität wird untersucht, wie sich eine autonome Veränderung der Verkehrsnachfrage auswirkt. Unterstellt wird alternativ ein um 5 % höheres bzw. 5 % niedrigeres Verkehrsaufkommen im Vergleich zur Referenz.
- Verschärfte Standards für Neubauten und Sanierungen: Es wird angenommen, dass der Minergie I-Standard ab 2003 für Neubauten und Sanierungen zum Zuge kommt und bis 2010 50 % der Neubauten und Sanierungen nach Minergie I durchgeführt werden.
- Kombination „ungünstiger“, d.h. den Energieverbrauch erhöhender Rahmenbedingungen und Kombination „günstiger“,

den Energieverbrauch senkender Rahmenbedingungen: Für den Fall der „ungünstigen“ Rahmensetzungen wurden folgende Annahmen kombiniert: Höheres Wirtschaftswachstum, niedrigere Energiepreise und höheres Verkehrswachstum. Für den Fall „günstiger“ Rahmensetzungen wurden die Annahmen niedrigeres Wirtschaftswachstum, höhere Energiepreise, niedrigeres Verkehrswachstum und Minergie I-Standard für Neubauten und Sanierungen kombiniert.

Die Sensitivitätsberechnungen spannen einen Ergebniskorridor für die Entwicklung der CO₂-Emissionen auf. Wie erwartet werden der obere und der untere Rand dieses Korridors für die CO₂-Emissionen insgesamt durch die beiden Kombinationen gebildet. Die CO₂-Differenz zwischen beiden Entwicklungspfaden beträgt ungefähr 4 Mio t, das sind etwa 10 % der CO₂-Emissionen. Die Unterschiede zu den Referenzwerten sind nicht ganz symmetrisch, nach oben beträgt die Abweichung 1,85 Mio t, nach unten bis 2,2 Mio t.

Gemessen an den im CO₂-Gesetz formulierten Reduktionsziele erkennt man, dass streng genommen nur im Fall der „günstigen“ Kombination die Ziele erreicht werden, dies gilt insbesondere für den Brennstoffbereich. Demgegenüber werden die Reduktionsziele bei den Treibstoffen auch bei günstigen Rahmenbedingungen nicht erfüllt (vgl. Übersicht 1).

Übersicht 1: Entwicklung der CO₂-Emissionen und CO₂-Ziellücken

In Mio t	1990 ¹⁾	2000 ¹⁾	2005	2008/2012 Durchschnitt	2020	2030
Brenn- und Treibstoffe						
Referenz	41.0	41.2	40.4	39.2	37.8	37.0
günstige Kombination			39.3	37.0	34.8	33.7
ungünstige Kombination			41.5	41.0	40.4	40.5
Fossile Brennstoffe						
Referenz	25.5	24.3	23.6	22.6	21.6	21.0
günstige Kombination			23.1	21.4	19.9	19.2
ungünstige Kombination			24.1	23.5	23.0	23.1
Fossile Treibstoffe						
Referenz	15.5	16.9	16.8	16.6	16.2	16.0
günstige Kombination			16.3	15.6	14.9	14.5
ungünstige Kombination			17.4	17.6	17.4	17.3
Entwicklung 1990/2010²⁾	Veränderung 1990/2010		Reduktionsziel 2010		Ziellücken 2010	
in Mio t						
Brenn- und Treibstoffe						
Referenz	-1.8		-4.1		-2.3	
günstige Kombination	-4.0		-4.1		-0.1	
ungünstige Kombination	0.0		-4.1		-4.1	
Fossile Brennstoffe						
Referenz	-3.0		-3.8		-0.9	
günstige Kombination	-4.2		-3.8		0.3	
ungünstige Kombination	-2.1		-3.8		-1.8	
Fossile Treibstoffe						
Referenz	1.2		-1.2		-2.4	
günstige Kombination	0.1		-1.2		-1.4	
ungünstige Kombination	2.1		-1.2		-3.4	
in %						
Brenn- und Treibstoffe						
Referenz	-4.4		-10.0		-5.6	
günstige Kombination	-9.8		-10.0		-0.2	
ungünstige Kombination	0.1		-10.0		-10.1	
Fossile Brennstoffe						
Referenz	-11.6		-15.0		-3.4	
günstige Kombination	-16.3		-15.0		1.3	
ungünstige Kombination	-8.1		-15.0		-6.9	
Fossile Treibstoffe						
Referenz	7.6		-8.0		-15.6	
günstige Kombination	1.0		-8.0		-9.0	
ungünstige Kombination	13.8		-8.0		-21.8	

1) Klimabereinigte Ist-Werte

2) 2010 jeweils als Durchschnitt 2008/2012

L'essentiel en bref

La loi sur le CO₂ fixe des objectifs concrets de réduction des émissions de CO₂: d'ici à 2010, la réduction doit être de 10 % pour l'ensemble des émissions, de 15 % pour les combustibles et de 8 % pour les carburants, et ce par rapport au niveau de 1990. La présente étude détermine, à partir de l'état actuel des connaissances, la façon dont les émissions de CO₂ vont évoluer dans les années à venir; elle examine aussi si les objectifs de réduction pourront être atteints et dans quelle mesure et dans quels domaines des écarts se produiront. En d'autres termes, cette étude se propose d'analyser d'une part l'évolution de référence probable, et d'autre part la marge de fluctuation possible des résultats en fonction des variations des paramètres (calculs de sensibilité). Les calculs des émissions de CO₂ se font toujours dans l'optique des définitions et des exigences de la loi sur le CO₂.

Les travaux sur l'évolution de référence se fondent sur les résultats de la dernière estimation de référence. Toutefois, comme les paramètres ont varié entre-temps, il a fallu revoir et actualiser les données. Les variations concernent non seulement la base statistique, mais aussi les perspectives en matière d'évolution démographique et économique à long terme, les coûts de l'énergie ainsi que les paramètres de la politique énergétique. Les principes suivants ont été adoptés:

- Les scénarios économiques les plus récents tablent sur une croissance moyenne du PIB de 1,7 % par an jusqu'en 2010, étant donné son niveau relativement élevé en 2000. Un taux de 1,9 % est adopté pour la production industrielle.
- Les perspectives en matière d'évolution démographique se fondent sur les prévisions de l'OFS, c'est-à-dire sur une augmentation de quelque 150 000 personnes entre 2000 et 2010.
- Dans le même temps, les surfaces de référence énergétique augmenteront d'environ 10 %, soit quelque 60 millions de m².
- Par rapport aux hypothèses habituelles, le scénario actualisé prévoit une hausse nettement plus importante des coûts réels de l'énergie: plus de 20 % d'ici à 2010 pour l'HEL et environ 7 % pour les carburants. En revanche, le gaz naturel et l'électricité ne devraient pas beaucoup augmenter.
- Les paramètres de la politique énergétique ont surtout été modifiés sur les points suivants: dans le domaine des nouvelles constructions et des assainissements de bâtiments, on estime que les nouvelles valeurs limites de la recommandation SIA 380/1 seront mises en œuvre progressivement dès 2003 et qu'elles seront totalement

appliquées en 2008. On part du principe qu'il sera conclu des conventions avec les milieux économiques pour qu'ils contribuent à la réduction des émissions de CO₂. L'industrie et l'artisanat, qui sont à l'origine de 40 % des émissions de CO₂, doivent en effet réduire leurs émissions de 25 % entre 1990 et 2010. Le secteur des services, responsable de 6 % des émissions, doit les réduire de 15 %. Des conventions avec les importateurs d'automobiles seront également contractées: la consommation spécifique moyenne du parc de voitures neuves devrait ainsi diminuer de 3 % par an entre 2002 et 2008 et de 1 % après 2008.

Dans ce contexte, l'évolution de référence pour les émissions de CO₂ est la suivante: d'ici à 2010, les émissions de CO₂ seront réduites de 1,8 million de tonnes (4,4 %) au total par rapport à 1990. L'objectif formulé dans la loi sur le CO₂ est une réduction de 10 %. Pour les combustibles, le recul prévu est de 3 millions de tonnes, soit 11,6 %, pour un objectif de 15 %. Quant au bilan de CO₂ pour les carburants, il est nettement moins favorable, puisque les émissions de CO₂ augmenteront de 1,2 million de tonnes (7,6 %), pour un objectif de 8 % de réduction (cf. tableau 1).

Pour les calculs de sensibilité, les paramètres suivants ont été modifiés:

- Croissance économique: par rapport au taux de référence, on a calculé l'évolution à moyen et à long termes pour des taux supérieur et inférieur respectivement de 0,5 point de pourcentage.
- Coût de l'énergie sur le marché mondial: le prix du pétrole brut sur le marché mondial a été évalué à 28 dollars par baril au maximum (coût actuel), et à 15 dollars par baril au minimum jusqu'en 2010, puis à 24 dollars par baril au minimum.
- Croissance du trafic: les calculs de sensibilité examinent les effets d'une modification autonome de la demande de trafic. Par rapport à la valeur de référence, le volume du trafic est estimé à 5 % en plus ou en moins.
- Nouvelles constructions et assainissements: on part du principe que la norme Minergie I sera appliquée dès 2003 aux nouvelles constructions et aux assainissements et que 50 % de ces travaux seront réalisés selon cette norme d'ici à 2010.
- Conditions « défavorables » (augmentation de la consommation d'énergie) et conditions « favorables » (diminution de la consommation d'énergie): les conditions défavorables correspondent à la combinaison d'une croissance économique élevée, d'un coût de l'énergie réduit et d'une forte croissance du trafic. Les conditions favorables

correspondent à la combinaison d'une croissance économique faible, d'un coût de l'énergie élevé, d'une croissance du trafic limitée et de l'application de la norme Minergie I pour les nouvelles constructions et les assainissements.

Les calculs de sensibilité proposent une marge de fluctuation pour l'évolution des émissions de CO₂. Comme il fallait s'y attendre, les limites inférieure et supérieure de cette marge correspondent aux combinaisons de conditions favorables et défavorables. L'écart entre ces deux limites est d'environ 4 millions de tonnes de CO₂, soit quelque 10 % des émissions. Les résultats ne sont pas tout à fait symétriques par rapport aux valeurs de référence: la limite supérieure s'en écarte de 1,85 million de tonnes et la limite inférieure de 2,2 millions de tonnes.

On constate que les objectifs de réduction fixés par la loi sur le CO₂, notamment pour les combustibles, ne pourront être atteints que dans le cas de conditions favorables. Quant aux objectifs de réduction pour les carburants, ils ne pourront pas être atteints, même dans le cas de conditions favorables (cf. tableau 1).

Tableau 1: Evolution des émissions de CO₂ et écarts par rapport aux objectifs

En millions de tonnes	1990 ¹⁾	2000 ¹⁾	2005	Moyenne 2008/2012	2020	2030
Combustibles et carburants						
Valeur de référence	41,0	41,2	40,4	39,2	37,8	37,0
Conditions favorables			39,3	37,0	34,8	33,7
Conditions défavorables			41,5	41,0	40,4	40,5
Combustibles fossiles						
Valeur de référence	25,5	24,3	23,6	22,6	21,6	21,0
Conditions favorables			23,1	21,4	19,9	19,2
Conditions défavorables			24,1	23,5	23,0	23,1
Carburants fossiles						
Valeur de référence	15,5	16,9	16,8	16,6	16,2	16,0
Conditions favorables			16,3	15,6	14,9	14,5
Conditions défavorables			17,4	17,6	17,4	17,3
Evolution 1990/2010²⁾	Changements 1990/2010		Objectifs de réduction 2010		Ecarts 2010	
En millions de tonnes						
Combustibles et carburants						
Valeur de référence	-1,8		-4,1		-2,3	
Conditions favorables	-4,0		-4,1		-0,1	
Conditions défavorables	0,0		-4,1		-4,1	
Combustibles fossiles						
Valeur de référence	-3,0		-3,8		-0,9	
Conditions favorables	-4,2		-3,8		0,3	
Conditions défavorables	-2,1		-3,8		-1,8	
Carburants fossiles						
Valeur de référence	1,2		-1,2		-2,4	
Conditions favorables	0,1		-1,2		-1,4	
Conditions défavorables	2,1		-1,2		-3,4	
En %						
Combustibles et carburants						
Valeur de référence	-4,4		-10,0		-5,6	
Conditions favorables	-9,8		-10,0		-0,2	
Conditions défavorables	0,1		-10,0		-10,1	
Combustibles fossiles						
Valeur de référence	-11,6		-15,0		-3,4	
Conditions favorables	-16,3		-15,0		1,3	
Conditions défavorables	-8,1		-15,0		-6,9	
Carburants fossiles						
Valeur de référence	7,6		-8,0		-15,6	
Conditions favorables	1,0		-8,0		-9,0	
Conditions défavorables	13,8		-8,0		-21,8	

1) Valeurs avec correction climatique

2) La valeur pour 2010 correspond à la moyenne des années 2008 à 2012

1. Aufgabenstellung, Inhalt des Berichtes und methodisches Vorgehen

Im CO₂-Gesetz hat sich die Schweiz verpflichtet, die CO₂-Emissionen bis zum Jahr 2010 gegenüber 1990 insgesamt um 10 %, für den Bereich der Brennstoffe um 15 % und für den Bereich der Treibstoffe um 8 % zu reduzieren. Wenn absehbar ist, dass diese Ziele nicht erreicht werden, soll gemäss Gesetz eine CO₂-Abgabe eingeführt werden. Für die Erarbeitung einer entsprechenden Verordnung zum CO₂-Gesetz durch das BUWAL soll untersucht werden, wie sich ausgehend vom heutigen Kenntnisstand die CO₂-Emissionen in den nächsten Jahren möglicherweise entwickeln werden. Folgende Aufgaben stehen hierbei im Mittelpunkt:

- Die Analyse der wahrscheinlichen Referenzentwicklung,
- die Darstellung der möglichen Schwankungsbreite der CO₂-Entwicklung in Abhängigkeit von veränderten Rahmensetzungen (Sensitivitäten) und
- die Bestimmung der sich daraus ableitbaren CO₂-Lücken zu den Reduktionszielen des CO₂-Gesetzes für die Periode 2008 bis 2012, jeweils getrennt zwischen Brenn- und Treibstoffen.

Inhaltlich gliedert sich der Bericht in zwei Hauptbereiche. Der erste Bereich bezieht sich auf die aktualisierte Referenzentwicklung, die Diskussion der hierfür festgelegten Rahmensetzungen, ihre Unterschiede zu den bisherigen Referenzannahmen sowie die Darstellung ihrer Auswirkungen auf die Energieverbrauchsentwicklung und die CO₂-Emissionen. Diese werden nach den einzelnen Verbrauchssektoren differenziert und Schlussfolgerungen für die möglichen CO₂-Ziellücken bei den Brenn- und Treibstoffen aufgezeigt (vgl. dazu die Abschnitte 2 und 3). Der zweite Bereich umfasst die Sensitivitätsrechnungen, in denen jeweils wichtige Rahmendaten der Referenzentwicklung verändert und in ihren Auswirkungen auf Energieverbrauch und CO₂-Emissionen untersucht werden. Insgesamt werden sechs verschiedene Sensitivitäten formuliert (vgl. dazu Abschnitt 4).

Grundlage für die Aktualisierung der Referenzentwicklung bildet das Referenzszenario, das den Berichten „Energetische und klimatische Auswirkungen der Förderabgabe und der Abgabe gemäss Grundnorm“ (BFE, Prognos 2000) sowie „Szenarien zu den Initiativen Strom ohne Atom und Moratorium Plus“ (BFE, Prognos 2001) zugrunde liegt. Bei der Aktualisierung dieses Referenzszenarios geht es neben der Aufdatierung der Energieverbrauchsdaten vor allem darum, die veränderten Rahmensetzungen bei der Bevölkerungsentwicklung, beim Wirtschaftswachstum, den Energiepreisen und bei den energiepolitischen Vorgaben herauszu-

arbeiten und zu untersuchen, wie und in welchem Ausmass dadurch die Ergebnisse der bisherigen Referenzentwicklung tangiert werden. Aufgrund der vielfältigen Berechnungen und verschiedenen Sensitivitätsannahmen fällt umfangreiches Datenmaterial an. In einem separaten Anhang wird dieses Material dokumentiert. Die wesentlichen Ergebnisse werden innerhalb des Textes ausgewiesen.

Methodisch liegen den Berechnungen Bottom-up-Modelle zugrunde. Sie sind in der Lage, die wichtigsten Einflussgrössen der Energieverbrauchsentwicklung voneinander zu trennen und somit Änderungen dieser Einflussgrössen (z.B. der Energiebezugsflächen, der Industrieproduktion, der Verkehrsmengen oder der technischen Parameter) in ihren Wirkungen auf den Energieverbrauch zu bestimmen. Dies gilt auch für den Einfluss veränderter energiepolitischer Rahmensetzungen, soweit sie sich mit Hilfe plausibler Annahmen in den Einflussgrössen der Modelle abbilden lassen. Veränderte Annahmen zur Entwicklung der Energiepreise werden mit Elastizitätsmodellen quantifiziert. Sie finden ihren Niederschlag in Verhaltensänderungen (Einsparinvestitionen) und in möglichen Verschiebungen des Energieträgermixes.

2. Rahmenbedingungen in der Referenzentwicklung

2.1 Statistische Ausgangslage

Die Revision der bisherigen Referenzentwicklung bot sich im Rahmen dieser Untersuchung aufgrund einer Reihe von Veränderungen seit der letzten Szenarioschätzung an. Dazu gehören sowohl modifizierte Perspektiven zu den langfristigen demografischen und wirtschaftlichen Entwicklungslinien, als auch Änderungen in den energiepolitischen Rahmensetzungen (vgl. zu beidem weiter unten). Ausserdem war es notwendig, die statistische Ausgangsbasis auf den neuesten Stand zu bringen. Das letzte Referenzszenario basiert auf den Verbrauchsdaten von 1998. Für diese Referenzperspektive werden die Verbrauchswerte von 2000 zugrunde gelegt. Zwischenzeitlich hat es wesentliche Revisionen in der Systematik der Gesamtenergiestatistik gegeben, die für einige Verbrauchssektoren eine unmittelbare Vergleichbarkeit der Daten mit den „alten“ Verbrauchswerten erschweren. Dies betrifft insbesondere die ehemaligen Verbrauchssektoren „Gewerbe, Landwirtschaft und Dienstleistungen“ und „Industrie“. Die Umstellung der Wirtschaftszweigsystematik auf die NOGA-Systematik¹ führt dazu, dass in der Gesamtenergiestatistik ab 1999 die Energieverbräuche des industriellen Kleingewerbes und des Baugewerbes nunmehr der Industrie zugeordnet sind² und der Dienstleistungssektor allein nur noch die Dienstleistungsbranchen entsprechend der NOGA-Systematik umfasst. Der Verbrauch des Landwirtschaftssektors ist ausgegliedert und in einer Restgruppe enthalten.³

Änderungen in der Abgrenzung betreffen auch den Verkehrssektor: Im Unterschied zur früheren Abgrenzung umfasst er jetzt den gesamten privaten und öffentlichen Verkehr und die dazu gehörenden Energieverbräuche, d.h. u.a. auch den Treibstoffverbrauch in der Landwirtschaft und von Baumaschinen („Off-Road“-Verbräuche).

Diese Systematikänderungen beeinträchtigen die zeitliche Vergleichbarkeit der Verbrauchswerte zwar innerhalb der betroffenen Verbrauchssektoren, für die Bewertung des **Gesamtenergieverbrauchs** sind sie jedoch ohne Bedeutung. Hierfür zeigt sich fol-

1 Allgemeine Wirtschaftszweigsystematik 1995 (NOGA)
 2 Diese Branchenzuordnung liegt im Prinzip auch den Bottom-up-Modellen zugrunde, die für die Langfristperspektiven auf der Basis der Ausgangswerte von 1990 entwickelt worden sind, vgl. dazu Prognos, 1996.
 3 Diese Restgruppe wird in der GEST als „Statistische Differenz“ ausgewiesen und enthält neben den landwirtschaftlichen Verbräuchen auch Sonstige Verbräuche und statistische Differenzen.

gende Ausgangslage: Die Entwicklung des (klimabereinigten) Gesamtenergieverbrauchs seit der letzten Referenzprognose führte für 2000 zu höheren Verbrauchswerten als damals erwartet wurde. Bei den fossilen Brennstoffen beträgt der Unterschied immerhin fast 20 PJ, etwa 3,1 %. Übertragen auf die CO₂-Emissionen entspricht dies einem CO₂-Ausstoss von 1,4 Mio t. Dieser Unterschied ist zu einem guten Teil auf die günstige konjunkturelle Situation in 2000 zurückzuführen. Da die Fortschreibung der Rahmendaten, speziell des Wirtschaftswachstums, von den jeweiligen Ist-Werten des Jahres 2000 ausgeht, basieren auch die Perspektiven für den Energieverbrauch auf dem höheren Verbrauchsniveau des Jahres 2000.¹

Diese Entwicklung schlägt sich entsprechend in der CO₂-Emissionsbilanz nieder. In Tabelle 2.1-1 sind die **klimabereinigten** CO₂-Emissionen der Jahre 1990 und 2000 einander gegenübergestellt. Gemessen an den Gesamtemissionen (inkl. internationaler Flugverkehr) haben die CO₂-Emissionen in der Schweiz in den 90er Jahren um 2 Mio t von 44,5 Mio t (1990) auf 46,5 Mio t (2000) zugenommen.

Für die Zwecke dieser Untersuchung stehen jedoch weniger die Gesamtemissionen im Mittelpunkt, sondern die CO₂-Emissionen in der Abgrenzung des CO₂-Gesetzes und die dort formulierten CO₂-Reduktionsziele. Danach werden die auf den internationalen Flugverkehr entfallenden CO₂-Emissionen nicht den jeweiligen nationalen CO₂-Emissionen zugerechnet, sondern als internationale Bunkerungen ausgebucht. Somit werden die schweizerischen CO₂-Emissionen aus Auslandsflügen ausgeklammert. Daneben bleibt auch der Eigenverbrauch der heimischen Raffinerien und der darauf entfallende CO₂-Ausstoss in der nationalen CO₂-Bilanz unberücksichtigt. Für beide Bereiche zusammen lagen die CO₂-Emissionen nach Berechnungen des BUWAL im Jahr 1990 bei rd. 3,6 Mio t, davon allein 3,2 Mio t für die Auslandsflüge.

Sowohl bei den Auslandsflügen als auch beim Eigenverbrauch der Raffinerien haben die CO₂-Emissionen in den 90er Jahren stark überdurchschnittlich zugenommen. Auf der Basis dieses Messkonzepts stellt sich die CO₂-Entwicklung nunmehr folgendermassen dar (vgl. Tabelle 2.1-1):

1 Möglich wäre nämlich auch, konjunkturbereinigte Werte für Wirtschaft und Energieverbrauch an Stelle der konjunkturell beeinflussten Istwerte zu Grunde zu legen. In diesem Fall läge die durchschnittliche Zuwachsrate der Rahmendaten bei sonst gleichen Annahmen höher. Für die mittel- und längerfristigen Perspektiven des Energieverbrauchs wäre dies aber ohne Bedeutung.

- Danach haben sich die (klimabereinigten) CO₂-Emissionen insgesamt in den 90er Jahren kaum verändert, im Jahr 1990 lagen sie bei ziemlich genau 41 Mio t, im Jahr 2000 bei 41,2 Mio t.
- Zwischen Brenn- und Treibstoffen gibt es wesentliche Unterschiede, die Entwicklung verläuft völlig gegenläufig: Die CO₂-Emissionen der Brennstoffe sind rückläufig, sie gingen von 25,5 auf 24,3 Mio t um 1,2 Mio t zurück, das entspricht einem Rückgang um immerhin fast 5 %. Gemessen an dem im CO₂-Gesetz formulierten Reduktionsziel für die Nutzung fossiler Brennstoffe um 15 % (bis 2010) ist das bisherige Reduktionstempo allerdings nicht ausreichend.
- Bei den Emissionen aus Treibstoffen war demgegenüber bisher noch keine Trendwende in Sicht, so nahmen sie von 15,5 Mio t (1990) um 1,4 Mio t auf 16,9 Mio t zu, ein Anstieg um 9,1 %. Die Vorgabe des CO₂-Gesetzes sieht jedoch für die Treibstoffe eine Reduktion um 8 % bis 2010 vor.

*Tabelle 2.1-1: Entwicklung der CO₂-Emissionen in der Schweiz 1990 bis 2000
Ist-Entwicklung und klimabereinigte Werte¹⁾*

	1990	2000	Veränderung 2000/1990	
	Mio t	Mio t	in Mio t	in %
Basis Gesamtenergie				
Insgesamt Ist	42.9	44.4	1.5	3.5
Insgesamt klimabereinigt	44.5	46.6	2.0	4.7
Basis CO₂-Gesetz				
Ist-Werte				
- Insgesamt	39.4	39.1	-0.3	-0.8
- fossile Brennstoffe	23.9	22.2	-1.7	-7.1
- fossile Treibstoffe	15.5	16.9	1.4	9.1
Klimabereinigte Werte				
- Insgesamt	41.0	41.2	0.2	0.5
- fossile Brennstoffe	25.5	24.3	-1.2	-4.7
- fossile Treibstoffe	15.5	16.9	1.4	9.1

1) Die Klimabereinigung erfolgte auf der Basis des langfristigen Durchschnitts der Heizgradtage von 3588.
Quellen: GEST, BUWAL; eigene Berechnungen

2.2 Ökonomische und demografische Rahmensetzungen

Die Annahmen zum **Wirtschaftswachstum**, die dem bisherigen Referenzszenario zugrunde lagen, waren zumindest für den Zeitraum bis 2010, der in dieser Untersuchung im Vordergrund steht, vergleichsweise optimistisch. Für 2000 bis 2010 wurde ein reales Durchschnittswachstum von 2,1 % p.a. erwartet. Danach war von einer deutlichen Abschwächung der wirtschaftlichen Dynamik ausgegangen worden. Für diese Untersuchung werden die aktuellen Wirtschaftsszenarien, die von der KOF der ETH Zürich erarbeitet wurden, verwendet (Bericht 2001). Sie dienen als einheitlicher verbindlicher Orientierungsrahmen für die sektorpolitische Perspektivarbeiten der verschiedenen Bundesämter und kommen daher auch für diese Arbeiten zum Zuge. Die KOF hat in Abhängigkeit von den Annahmen zur Wirtschaftsentwicklung im OECD-Raum drei unterschiedliche Szenarien berechnet. Für unsere Arbeiten wird das sog. Basisszenario zugrunde gelegt. Wir können und wollen hier nicht näher auf die Einzelheiten des Szenarios eingehen. Wesentlich sind folgende Ergebnisse:

- Bis 2010 wird, ausgehend von relativ hohem Niveau für 2000, ein durchschnittliches Wachstum des BIP von 1,7 % erwartet.
- Für die Zeit danach geht die KOF von einer Beschleunigung des Wirtschaftswachstums auf etwa 2,2 % p.a. aus.

Im Vergleich zu den bisherigen Vorgaben liegt das BIP für das aktualisierte Szenario bis 2010 durchwegs niedriger, in 2010 beträgt der Unterschied -3,5 % (siehe Tabelle 2.2-1). Mit der danach unterstellten Wachstumsbeschleunigung kehrt sich dies dann um, in 2020 liegt das reale BIP um fast 2 %, in 2025 um fast 8 % über dem BIP-Niveau des bisherigen Referenzszenarios.¹

Nachteilig ist, dass der KOF-Bericht keine Informationen zum längerfristigen sektoralen Strukturwandel der Schweizer Wirtschaft enthält.² Ersatzweise haben wir hierfür auf die Ergebnisse des Prognos Industrieländer Reports zurückgegriffen, der Prognosen für die Schweiz bis 2010 enthält. Danach wird für die **Industrie-
produktion** ein durchschnittliches Wachstum von 1,9 % p.a. erwartet, d.h. 0,2 %-Punkte über dem BIP-Wachstum.³ Für den Zeit-

1 Der KOF-Prognosezeitraum endet 2025. Für die weiteren 5 Jahre bis 2030 haben wir den von KOF vorgegebenen Zuwachs zwischen 2020 und 2025 beibehalten.

2 Nach vorliegenden Informationen werden neuere Schätzungen zur längerfristigen Branchenentwicklung erst in 2003 verfügbar sein.

3 Das durchschnittliche BIP-Wachstum ist im Prognos Industrieländer Report mit 1.7% gleich hoch wie im KOF-Bericht.

raum nach 2010 wird unterstellt, dass die Industrieproduktion sich parallel zum gesamtwirtschaftlichen Wachstum entwickelt. Im Vergleich zu den bisherigen Annahmen bedeutet dies folgende Unterschiede: In 2010 liegt die industrielle Wertschöpfung etwa 1,2 % höher als im alten Referenzszenario, in 2020 beträgt die Abweichung nahe 9 % (vgl. Tabelle 2.2-1).

Unterschiede im Wirtschaftswachstum und bei der Industrieproduktion bedeuten entsprechende Unterschiede im Aktivitätsniveau der Wirtschaft. Dies schlägt sich allerdings nicht in gleich grossen Unterschieden beim Energieverbrauch nieder. Das hat verschiedene Gründe, z.B. der Strukturwandel innerhalb der Gesamtwirtschaft und innerhalb der Industrie, der Trend zur steigenden Wertdichte der Güter (höhere Wertschöpfung muss nicht mit einem Anstieg des Materialverbrauchs einhergehen) oder der Zusammenhang, dass Unterschiede im Produktionswachstum mit Unterschieden im Wachstum der Ausrüstungsinvestitionen verbunden sind. Höheres Wachstum bedeutet zugleich schnellere Marktdurchdringung mit energieeffizienteren Produktionsmethoden und vice versa. Diese Effekte dämpfen den Einfluss des Produktionswachstums auf den Energieverbrauch, kompensieren können sie ihn jedoch keinesfalls. Insofern haben die beschriebenen Unterschiede im Wirtschaftswachstum im Vergleich zur alten Referenzprognose auch entsprechende gleichgerichtete Verbrauchseffekte (vgl. dazu die Ergebnisse in Kapitel 3).

Als Perspektiven für die längerfristige **Bevölkerungsentwicklung** in der Schweiz werden die Ergebnisse der neuesten Fortschreibung des Bundesamtes für Statistik (BFS) verwendet, und zwar das sog. „Trend“-Szenario (Bezeichnung A-00-2000). Dieses liegt auch dem verwendeten Wirtschaftsszenario der KOF zugrunde und ist damit zu diesem konsistent und daher auch für diese Untersuchung zu verwenden. Die Bevölkerungsentwicklung gemäss diesem Szenario unterstellt eine Fortführung der bisherigen Entwicklung mit Geburtenraten, die im Vergleich zu den beobachteten Werten in der jüngsten Vergangenheit nur leicht höher liegen. Daneben wurden auch politische Veränderungen wie das Inkrafttreten der bilateralen Abkommen zwischen der Schweiz und der EU mit einbezogen. Die Prognosewerte des BFS sind Jahresendwerte. Für unsere Zwecke wurden sie auf Jahresdurchschnittswerte umgerechnet. Gegenüber den bisherigen Annahmen ergeben sich folgende Abweichungen: In 2010 liegt das Niveau der Bevölkerung knapp 2 % unter der bisherigen Fortschreibung, in 2020 ist der Unterschied nur noch marginal. Insgesamt bleiben somit der Einfluss des modifizierten Bevölkerungsszenarios gering.

Bezüglich der **Energiebezugsflächen** sind im Vergleich zu den bisherigen Referenzannahmen keine nennenswerten Anpassungen erforderlich. Die Daten zur Entwicklung der Energiebezugsflächen werden im Rahmen der Ex-post-Analyse von Wüest & Part-

ner jährlich fortgeführt. Die Ist-Ergebnisse für 2000 zeigen bei den Wohnflächen keinen Unterschied zu den ehemaligen Prognose-
daten für 2000, bei den Energiebezugsflächen im Dienstleistungs-
sektor gibt es einen allerdings nur geringfügigen Anpassungsbe-
darf an die Ist-Entwicklung. Die Dynamik der Flächenentwicklung
bei den Wohnungen und Dienstleistungen bleibt, ausgehend von
den aufdatierten Werten für 2000, unverändert (vgl. Tabelle 2.2-1).

Im Verkehrsbereich bleibt das **Verkehrsmengengerüst** (Fahrlei-
stungen, Güterverkehrsleistungen) unverändert. Demgegenüber
wird der Absenkungspfad beim PW-Flottenverbrauch modifiziert
(siehe dazu Kapitel 2.4).

Interessant ist, dass die hier diskutierten Modifizierungen bei den
ökonomischen und demografischen Rahmendaten sich in ihren
Wirkungen auf den Energieverbrauch und die CO₂-Emissionen bis
2010 weitgehend gegenseitig aufheben. In der Zeit nach 2010
haben sie jedoch mehrheitlich verbrauchserhöhende Effekte (vgl.
Tabelle 3.1-1).

*Tabelle 2.2-1: Ökonomische und demografische Rahmendaten für das Referenz-
szenario 2002 (Vergleich mit Referenzszenario 2000)*

	2000	2005	2010	2020	2030
Bevölkerung, in 1000	7'206	7'294	7'352	7'410	7'433
BIP, Mrd CHF (Preise 1990)	346.7	375.5	410.2	507.4	631.5
Index der Industrieproduktion (1990 = 100)	121.1	133.6	146.7	181.4	225.8
Energiebezugsflächen (Mio m ²)					
- Wohnungen	432.5	457.0	478.0	506.0	522.0
- Dienstleistungen, LW	147.5	154.1	161.0	169.9	178.6
Abweichungen Referenz 2002/Ref2000 in %					
Bevölkerung, in 1000		-1.8	-1.9	-0.3	0.7
BIP, Mrd CHF (Preise 1990)		-1.4	-3.5	1.9	14.0
Index der Industrieproduktion (1990=100)		1.2	1.2	8.6	22.1
Energiebezugsflächen (Mio m ²)					
- Wohnungen		0.0	0.0	0.0	0.0
- Dienstleistungen, LW		0.2	0.2	0.2	0.2

2.3 Entwicklung der Energiepreise

Die Annahmen für die Entwicklung der Schweizer Energiepreise, die der letzten Referenzentwicklung zugrunde lagen, gingen aufgrund der vorgegebenen angebots- und nachfrageseitigen Faktoren von einem vergleichsweise niedrigen Preisniveau auf den Weltenergiemärkten aus, d.h. bis etwa 2010 reale Konstanz von 17 bis 18 USD/bbl, erst danach ein allmählicher Anstieg der realen Weltmarktpreise. Wesentliche Voraussetzung hierfür war die Annahme, dass sich die OPEC nicht auf Produktionshöchstgrenzen werde einigen können bzw. entsprechende Vereinbarungen nur von kurzer Dauer sein werden.

Nach den Erfahrungen der letzten Jahre scheint die OPEC jedoch gewillt und in der Lage zu sein, die (**nominalen**) Ölpreise durch Abstimmung der Fördermengen in dem von ihr festgelegten Korridor von 22 bis 28 USD/bbl zu halten.

Konkret bedeutet dies, dass die **realen** Ölpreise (Preise von 2000) bis 2010 bei etwa 23 USD/bbl liegen, dann wird ein allmählicher Anstieg bis auf real 25 bis 26 USD bis 2020 erwartet. In laufenden Preisen gemessen (mit dem BIP-Deflator der USA) entsprechen diese Werte rd. 28 USD in 2010 bzw. 37 USD in 2020. Wie in der Vergangenheit wird auch dieser Preispfad durch mehr oder weniger starke Schwankungen um diesen Trend überlagert sein.

Mit dieser Preisvorgabe wird implizit davon ausgegangen, dass es entsprechend der überwiegenden Mehrheit der Experten in den nächsten 20 Jahren angebotsseitig keine gravierenden knappheitsbedingten Preiseffekte beim Rohöl geben werde. Dagegen sind weitere Reduzierungen der Förderkosten, technische Fortschritte im Bereich der nicht-konventionellen Öle mit Verbesserung ihrer Wettbewerbschancen zu erwarten. Die Deckung der **zusätzlichen** Weltnachfrage wird allerdings überwiegend durch die OPEC bzw. den Nahen und Mittleren Osten erfolgen müssen, entsprechend wird die Marktmacht dieser Region steigen. Dadurch liesse sich eine Tendenz zu stärker steigenden Preisen ableiten. Allerdings sind einem signifikant stärkeren Preisanstieg als von uns unterstellt durch alte und neue Konkurrenztechnologien (sog. Backstop-Technologien) Grenzen gesetzt. Sie liegen bei real 25-30 USD/bbl.

Nachfrageseitig ist unter Status-quo-Bedingungen ein weiterer Anstieg des Ölverbrauchs zu erwarten, die Einhaltung der Kyoto-Zielvorgabe und weiterer globaler umweltpolitischer Zielsetzungen werden das Ölverbrauchswachstum jedoch verlangsamen. Risiken dieses Preisszenarios liegen zum einen weiterhin in der zunehmenden Abhängigkeit der Rohölversorgung vom Nahen und Mittleren Osten, einer Region, die politisch und sozialökonomisch ins-

gesamt sehr instabil ist, zum anderen in der Unsicherheit über die langfristige technologische und weltwirtschaftliche Entwicklung.

Die **inländischen Preise** für Mineralölprodukte (Heizöl leicht und schwer, Benzin, Diesel u.a.) hängen kostenseitig von den Rohöleinstandskosten (Rohölpreis frei Grenze), den Raffinerieverarbeitungskosten sowie den Transport- und Vertriebskosten ab. Hinzu kommen ein Gewinnaufschlag und die fiskalischen Belastungen (Mineralölsteuern, Carburabgabe, Mehrwertsteuer). Neben diesen kostenseitigen und fiskalischen Einflüssen spielen auch die jeweiligen Marktbedingungen eine Rolle.

Für die Fortschreibung der Inlandspreise wurden folgende Annahmen getroffen:

- Der Franken-Dollar-Wechselkurs wird bis 2010 bei knapp unter 1,50 fallen und in 2020 bei rd. 1,43 liegen. Diese Entwicklung beruht auf der These, dass **langfristig** (über Jahrzehnte hinweg) der Ausgleich der Inflationsraten zwischen den Ländern letztlich über den Wechselkursmechanismus erfolgt (Kaufkraftparitätentheorie).
- Für die Verarbeitung des Rohöls, die Verwaltungs- und Betriebskosten werden in Anlehnung an die Vergangenheitsentwicklung real konstante Kosten angenommen.
- Die gegenwärtig bestehenden fiskalischen Belastungen (Heizölsteuer, Mineralölsteuer, Bevorratungsabgaben) werden ebenfalls real konstant gehalten, d.h. nominal mit dem Deflator des BIP fortgeschrieben.
- Die Mehrwertsteuer wurde entsprechend den Annahmen im KOF-Bericht festgeschrieben. Das bedeutet einen Anstieg des Satzes auf 10,1 % bis 2010, der bis 2020 konstant gehalten wird.

Aus diesen Annahmen wurden die Preise für die einzelnen Mineralölprodukte (HEL, HS, Benzin, Diesel) abgeleitet (vgl. Tabelle 2.3-1).

Die Bildung der **Erdgaspreise** orientiert sich in der Regel am Prinzip der Anlegbarkeit gegenüber den Konkurrenzenergie Heizöl. Erdgas steht im Wärmemarkt (Raumwärme und Prozesswärme) in einem intensiven Substitutionswettbewerb. Es muss sich damit den jeweiligen Wettbewerbsverhältnissen anpassen. Das Anlegbarkeitsprinzip schlägt letztlich bis zu den in- und ausländischen Lieferanten durch, indem die Importeure nur den Preis zu zahlen bereit sind, der die Wettbewerbsfähigkeit des Gases auf dem jeweiligen Endverbrauchsmarkt nicht gefährdet. Das Anlegbarkeitsprinzip wird nach den einzelnen Marktsegmenten (Raumwärme, Prozesswärme) differenziert gehandhabt. Für die Prognose der

Erdgaspreise wird am Anlegbarkeitsprinzip festgehalten. Die vorgesehene Liberalisierung des Erdgasmarktes wird nach Erwartungen von Experten zu keinen wesentlichen Preisnachlässen führen (vgl. Tabelle 2.3-1).

Die **Preisentwicklung beim Strom** hängt wesentlich davon ab, ob und in welcher Form sich die Öffnung des schweizerischen Strommarktes vollziehen wird. Hier wird unterstellt, dass es angenommen und sich der Elektrizitätsmarkt in den vorgesehenen Stufen öffnen wird.¹ Unter dieser Voraussetzung wäre nach überwiegender Meinung eine Reduzierung der Strompreise zu erwarten. Es wird davon ausgegangen, dass sich langfristig die Strompreisniveaus (wenn man nationale energiepolitische Massnahmen ausklammert) in Kontinentaleuropa einander annähern werden. Orientiert man sich an den seit der Liberalisierung bisher eingetretenen Veränderungen der Strompreise in Deutschland und berücksichtigt die spezifischen schweizerischen Ausgangsbedingungen (zeitliches Nachhinken der Strommarktöffnung, spezifische Strompreisstruktur), dann wird für den Haushaltsstrom mit einem Preisrückgang von etwa 12 % (ohne Berücksichtigung der Mehrwertsteuer) gerechnet. Der Durchschnittspreis für die Industrie wird dagegen bis 2005/2010 mit rund 25-30 im Vergleich zu 2000 deutlich stärker zurückgehen als für die Haushalte (vgl. Tabelle 2.3-1). Längerfristig werden sich die Strompreise in der Schweiz parallel zu Gesamteuropa verändern und wieder zunehmen, aber das heutige Ausgangsniveau nicht mehr erreichen. Für diese Untersuchung zur Standortbestimmung des CO₂-Gesetzes spielt die Strompreisentwicklung eine untergeordnete Rolle, da das Stromangebot in der Schweiz bis 2010 weitgehend CO₂-frei erfolgt.

Ausgangspunkt für die Berechnungen der Preiswirkungen sind die relativen Preisveränderungen, die sich durch die Unterschiede zwischen dem neuen und dem alten Preisszenario ergeben (vgl. Tabelle 2.3-1). Die Quantifizierung basiert auf der Vorgabe von kurz-, mittel- und längerfristigen Preis- und Substitutionselastizitäten, die aus den Untersuchungen im Rahmen der Energieperspektiven abgeleitet wurden. Die zugrunde gelegten Elastizitätswerte sind vorsichtig eingeschätzt, sie reichen von etwa -0,1 für den kurzen Zeitraum bis zu -0,20/-0,25 für die langfristige Betrachtung. Die Elastizitätskoeffizienten sind nach Energieträgern und Verbrauchergruppen unterschieden (vgl. Anhangtabelle A1-1). Der Vorgabe eher niedriger Elastizitäten liegt die Überlegung zugrunde, dass hinter den abstrakten Kennziffern konkrete Einsparmassnahmen, d.h. in erster Linie Energieeinsparinvestitionen stehen müssen. Diese werden in der Regel nur dann durchgeführt, wenn sie sich lohnen.

¹ In der Abstimmung am 22. September 2002 wurde das Elektrizitätsmarktgesetz allerdings abgelehnt, was jedoch im Preisszenario nicht mehr berücksichtigt werden konnte.

Die Verbrauchseffekte der veränderten Preisvorgaben liegen für die fossilen Energieträger in 2010 bei etwas mehr als 7 PJ, für die CO₂-Emissionen bedeutet dies einen Minderausstoss von rd. 0,5 Mio t.

Tabelle 2.3-1: Entwicklung ausgewählter Energiepreise für das Referenzszenario 2002, reale Preise (Basis 2000), Vergleich mit Referenzszenario 2000

Absolutwerte	2000	2005	2010	2020	2030
Grosshandelspreise (ohne MwSt)					
Heizöl leicht (CHF/100l)	41.0	33.7	34.2	39.2	44.9
Heizöl schwer (CHF/t)	366	278	284	344	414
Erdgas Industrie (Rp/kWh)	3.3	3.4	3.4	3.9	4.5
Steinkohle (CHF/t)	82	76	79	89	98
Strom Industrie (Rp/kWh)	14.3	11.4	10.5	10.8	11.8
Haushalte (mit MwSt)					
Heizöl leicht (CHF/100l)	42.2	35.9	37.1	42.4	48.4
Erdgas (Rp/kWh)	4.9	5.1	5.3	6.0	6.9
Strom (Rp/kWh)	16.1	14.7	15.0	15.5	17.1
Benzin (Rp/l)	117	109	112	117	123
Diesel (Rp/l)	120	113	116	122	128
Abweichung Ref2002/Ref2000 in %					
Grosshandelspreise (ohne MwSt)					
Heizöl leicht (CHF/100l)	51	23	22	22	34
Heizöl schwer (CHF/t)	85	38	36	33	50
Erdgas Industrie (Rp/kWh)	1	4	2	2	12
Steinkohle (CHF/t)	11	3	6	24	33
Strom Industrie (Rp/kWh)	-4	-1	3	1	4
Haushalte (mit MwSt)					
Heizöl leicht (CHF/100l)	44	20	21	20	31
Erdgas (Rp/kWh)	3	5	5	4	13
Strom (Rp/kWh)	-1	-4	4	2	4
Benzin (Rp/l)	14	6	7	7	10
Diesel (Rp/l)	13	6	7	7	10

2.4 Energiepolitische Rahmensetzungen

Die energiepolitischen Ausgangsbedingungen des aktualisierten Referenzszenarios sind durch freiwillige Massnahmen und Massnahmen des Energiegesetzes, durch sonstige Massnahmen wie Energieverbrauchsstandards und Warendeklarationen für verschiedene energieverbrauchende Anlagen (z.B. elektrische Haushaltsgeräte, PW), SIA-Empfehlungen und kantonale Vorschriften im Gebäudesektor gekennzeichnet. Hinzu kommen die Massnahmen und Förderprogramme im Rahmen von EnergieSchweiz, dem Nachfolgeprogramm von Energie 2000 (vgl. die zusammenfassende Übersicht in Tabelle 2.4-1).

Das CO₂-Gesetz selbst wird durch Annahmen zu den freiwilligen Zielvereinbarungen zur CO₂-Reduktion für Industrie, Gewerbe und Dienstleistungen und durch Vereinbarungen mit den Autoimporteurinnen über den Absenkungspfad in der neuen Referenzentwicklung berücksichtigt. Gemäss der Aufgabenstellung dieser Untersuchung, in der es um die Analyse der wahrscheinlichen CO₂-Emissionsentwicklung unter der Bedingung der heute beschlossenen energie- und umweltpolitischen Massnahmen geht, ist die CO₂-Abgabe, die im Fall der absehbaren Nichterreichung der CO₂-Ziele erhoben werden kann, nicht Gegenstand der Referenzentwicklung und wird hier deshalb nicht diskutiert.

Im Vergleich zu den energiepolitischen Annahmen, die der ehemaligen Referenzperspektive zugrunde lagen, sind für die aktuelle Entwicklung vor allem folgende Veränderungen von Bedeutung:

- Neue **SIA 380/1**: Es wird davon ausgegangen, dass die neuen Grenzwerte für Neubauten und Gebäudesanierungen, wie sie in den Musterbestimmungen der Kantone für den Energiebereich formuliert werden, ab 2003 nach und nach umgesetzt werden und bis 2008 ein Vollzugsgrad von 100 % erreicht wird. Ab 2009 werden die Grenzwerte beibehalten. Die neue SIA 380/1 sieht (in Abhängigkeit von der Gebäudehüllzahl¹) für Einfamilienhäuser einen (durchschnittlichen) Heizenergiebedarf von etwa 248 MJ/m² und für Mehrfamilienhäuser von etwa 190 MJ/m² vor. Die Grenzwerte für Sanierungen liegen jeweils 40 % höher als die Grenzwerte für Neubauten. Gegenüber den alten Referenzannahmen entsprechen diese Vorgaben bei den Neubauten einer Reduzierung der Grenzwerte um 25 bis 30 % im Durchschnitt aller Gebäude. Bei den Sanierungen werden jedoch im Vergleich zur Referenzentwicklung mit etwa -10 % wesentlich geringere spezifische Einsparungen pro Sanierungsfall erzielt (vgl. Prognos, 2001 B).

1 Gebäudehüllfläche bezogen auf die Energiebezugsfläche

Die Vorgabe dieser neuen Standards führt zusammen mit den unterstellten Vollzugsgraden bis 2010 zu Verbrauchsminderungen bei den fossilen Energieträgern in Höhe von durchschnittlich 2,5 % bei den Privaten Haushalten und im Dienstleistungsbereich. Dies entspricht einer CO₂-Reduzierung gegenüber der Referenzannahme von rd. 0,5 Mio t in 2010. Sollte die verschärfte SIA 380/1 jedoch erst später umgesetzt werden (z.B. erst ab 2005) und der Vollzugsgrad nur bei 50 % liegen, reduziert sich der Einspareffekt bis 2010 deutlich, er läge dann nur noch bei etwa einem Drittel der für diese Referenz ermittelten Wirksamkeit.

- **Zielvereinbarungen mit Industrie und Gewerbe über die Beiträge zur CO₂-Reduzierung:** In Abstimmung mit dem BUWAL wird unterstellt, dass 40 % der entsprechenden CO₂-Emissionen von 1990 durch die Vereinbarungen abgedeckt sind. Für diese 40 % wird eine (mittlere) CO₂-Reduktion von 25 % bis 2010 vereinbart und erwartet. Die restlichen 60 % verändern sich entsprechend der Referenz ohne diese Vereinbarung.
- **Zielvereinbarungen mit dem Dienstleistungssektor:** Hier wird davon ausgegangen, dass 6 % der CO₂-Emissionen von 1990 durch die Zielvereinbarungen erfasst sind; ihre mittlere Reduktion der CO₂-Emissionen wird auf 15 % veranschlagt. Für die übrigen 85 % wird wieder eine Entwicklung wie in der Referenz ohne diese Vereinbarung angesetzt.

Die modelltechnische Umsetzung dieser Vereinbarungen für Industrie und Dienstleistungen wird dadurch erschwert, dass wegen der Systematikänderungen die jeweiligen Sektorzielwerte für 2010 nicht ohne weiteres mit den entsprechenden CO₂-Ausgangsniveaus für 1990 vergleichbar sind. Als Ausweg haben wir folgendes doppelstufige Verfahren gewählt: Zum einen haben wir versucht, die Struktur des Energieverbrauchs des Jahres 1990 für die beiden früheren Sektoren Gewerbe, Landwirtschaft, Dienstleistungen (GLD) einerseits und Industrie andererseits auf die heute geltende NOGA-Systematik umzurechnen und somit eine Anpassung der Daten für 1990 entsprechend dem CO₂-Gesetz zu erzielen. Bei dieser Anpassung ging es um folgende Punkte: Herausrechnen des Energieverbrauchs der Landwirtschaft (gehört jetzt zur Statistischen Differenz), des Baugewerbes und des Sonstigen Kleingewerbes (beides gehört jetzt zur Industrie bzw. zum Verarbeitenden Gewerbe) aus dem Sektor GLD, ebenso der Off-Road-Treibstoffverbräuche im GLD- und Industriesektor, die nunmehr zum Verkehrssektor gehören. Diese Umrechnungen führen zu wesentlichen Verschiebungen: Der GLD-Sektor verliert beim Übergang zum Dienstleistungssektor rd. 30 PJ, die Industrie gewinnt beim Übergang zum Verarbeitenden Gewerbe rd. 17 PJ, der Verkehrssektor 5,5 PJ und die Statistische Differenz rd.

7 PJ hinzu. Da diese Umschlüsselung nur ein Näherungsverfahren sein kann und statistische Unsicherheiten verbleiben, haben wir zum anderen zusätzlich die neuen Sektoren Dienstleistungen und Verarbeitendes Gewerbe zusammengefasst und eine aggregierte CO₂-Zielvereinbarung für beide Sektoren gebildet. Die Differenz zwischen diesem aggregierten Zielwert und dem aggregierten Referenzwert lag für die CO₂-Emissionen beider Sektoren in 2010 bei 0,3 Mio t. Diese Differenz wurde schliesslich wieder gewichtet auf die Industrie (inkl. Gewerbe) und die Dienstleistungen als sektorspezifische Zielwerte rückverteilt. Um diese jeweiligen CO₂-Sektorziele zu erreichen, wurden sektorspezifische Auswirkungen auf die Energieverbräuche simuliert, mit denen die CO₂-Zielwerte erreicht werden können. Hierbei wurde unterstellt, dass 50 % der Zielvereinbarungen durch Einsparbemühungen, die anderen 50 % durch Brennstoffsubstitution hin zu CO₂-freien bzw. CO₂-ärmeren Energieträgern erreicht werden. Die CO₂-Minderungseffekte dieser beiden Massnahmen liegen entsprechend der obigen Differenz zwischen Zielwert und Referenzwert bei 0,3 Mio t, d.h. für die CO₂-Zielerreichung spielen sie in der vorgegebenen Form eine eher unbedeutende Rolle.

- **Zielvereinbarungen für die Autoimporteure:** Im bisherigen Referenzszenario wurde eine Absenkung des durchschnittlichen Flottenverbrauchs (Neuwagen) um jährlich 1,5 % bis 2012 unterstellt, danach jeweils um 1 % p.a. Im Vergleich dazu wird nunmehr in Anlehnung an Infras-Berechnungen eine Absenkung von 3 % p.a. ab 2002 bis 2008 zugrunde gelegt, nach 2008 wird ein Rückgang um -1 % p.a. angenommen. Diese Annahmen führen für sich genommen (ohne sonstige Veränderungen) zu einer Senkung des Benzinverbrauchs um 5 % in 2010 und knapp 9 % in 2020 (gegenüber der alten Referenzannahme). Beim Dieserverbrauch sind die Effekte geringer. Die CO₂-Minderung, die mit diesen Vorgaben in 2010 erreicht wird, liegt bei 0,6 Mio t. Das heisst umgekehrt, dass die CO₂-Emissionen in 2010 um diesen Wert höher lägen, würde man davon ausgehen, dass die durchschnittliche Absenkung des Flottenverbrauchs nur um jährlich 1,5 % vorankäme statt der unterstellten 3 % p.a.

Tabelle 2.4-1: Energiepolitische Annahmen für die Referenzentwicklung: Energiegesetz (EnG), CO₂-Gesetz und sonstige Massnahmen (Ansatzpunkte und ihre Konkretisierung)

Bereich	Ansatzpunkt	EnG, CO ₂ -Gesetz (ohne CO ₂ -Abgabe) und sonstige Massnahmen
1. Geräte, Apparate (PHH, LGD)	<ul style="list-style-type: none"> – Warendeklaration – Verbrauchszielwerte – Zulassungsvorschriften 	<ul style="list-style-type: none"> – Vorschriften wie EU für Kühl-/Gefriergeräte – Vereinbarungen, Labelling, Warendeklaration bzw. Verordnungen
2. Motorfahrzeuge	<ul style="list-style-type: none"> – Warendeklaration – Verbrauchszielwerte – Zulassungsvorschriften 	2002 – 2008: Absenkung um 3.0% p.a., danach um 1% p.a. (Orientierung an freiwilligen Vereinbarungen mit den Autoimporteuren)
3. Gebäude		
3.1 Raumwärme	SIA-Empfehlung 380/I; Rechtsetzungsauftrag an Kantone gem. Energiegesetz (EnG)	<ul style="list-style-type: none"> – Neue SIA 380/1-Grenzwerte für Neubauten und Sanierungen ab 2003 Vollzugsgrad 2008 100%, Beibehaltung der Grenzwerte – kantonale Förderung des Minergiestandards
3.2 Warmwasser	EnG/Rechtsetzungsauftrag Kantone	kantonale Aufsicht
3.3 Nutzungsgrade der Heizanlagen	LRV SIA 380/1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Max. Abgas- und Bereitschaftsverluste nach LRV 2. Max. Verteilverluste nach SIA 380/1
3.4 VHKA	EnG/Rechtsetzungsauftrag Kantone	für Neubauten
3.5 Elektrowärme	EnG/Rechtsetzungsauftrag Kantone: <ul style="list-style-type: none"> – Bewilligungspflicht – Elektrowärmepumpe 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bewilligungspflicht für neue elektrische Widerstandsheizungen (kantonale Regelungen) 2. Keine Förderung des Ersatzes von Widerstandsheizungen durch Elektro-Wärme-Pumpen

Fortsetzung Tabelle 2.4-1

Bereich	Ansatzpunkt	EnG, CO ₂ -Gesetz (ohne CO ₂ -Abgabe) und sonstige Massnahmen
3.6 Lüftungsanlagen	SIA 380/4 EnG/Rechtsetzungsauftrag Kantone	Stillstand bis 2010, danach Anpassung alle 10 Jahre
3.7 Übrige Haustechnik	SIA 380/4 EnG/Rechtsetzungsauftrag Kantone	Stillstand bis 2010, danach Anpassung alle 10 Jahre
4. Industrie, Gewerbe, Dienstleistungen - Raum- und Prozesswärme - Elektro- und Verfahrenstechnik	- Verbrauchsvorschriften - Abwärmenutzung - Einspeisevergütung - Recycling-Vorgaben - Zielvereinbarung	- Weiterverbreitung Energiemodell Schweiz - CO ₂ -Zielvereinbarungen für Industrie, Gewerbe u. Dienstleistungen (gemäss CO ₂ -Gesetz u. EnergieSchweiz)
5. Tarife (Einspeisevergütung)	EnG/Rechtsetzungsauftrag Kantone gemäss Bundesgrundsätzen	Einspeisevergütung (15 Rp./kWh bei Bandlieferung aus regenerativen Energien und Wasserkraft <10 MW)
6. Regenerative Energien (rationelle Energieverwendung)		Globalbeträge Bund und Kantone, Lothar-Pogramm
7. Substitution		
7.1 Verkehr	Modal-Split	40-Tonner-Regelung
7.2 Raumwärme	Ausbau Nah- und Fernwärme	Subventionen für erneuerbare Energien und Abwärmenutzung; bei fossil-thermischen Kraftwerken Abwärmenutzung soweit sinnvoll
8. Abgaben	Strassengüterverkehr Alpentransitabgabe	Leistungsabhängige Schwerverkehrsabgabe gemäss LSVA-Verordnung nicht enthalten
9. Förderprogramme	- indirekte Förderung - direkte Förderung	keine zusätzlichen Mittel, wie heute 55 Mio/a (real konstant)

3. Ergebnisse Referenzentwicklung

3.1 Energieverbrauch

Die dargestellten Veränderungen bei den Rahmensetzungen haben mehr oder weniger starken Einfluss auf die Energieverbrauchsentwicklung im bisherigen Referenzszenario. In Tabelle 3.1-1 sind die isolierten Effekte der einzelnen Einflussgrößen im Überblick zusammengestellt. Da es sich hier um das simultane Zusammenspiel verschiedener Faktoren handelt, besteht wie immer bei solchen Betrachtungsweisen die mögliche Problematik, dass sich einzelne oder auch mehrere Komponenten in ihren Wirkungen gegenseitig überlagern können. Solche Überschneidungen sind beispielsweise bei der Wirkung der Energiepreise und der Wirkung der neuen SIA-Richtwerte denkbar. Dies gilt auch für Massnahmen im Rahmen von CO₂-Zielvereinbarungen. Wir haben allerdings in unseren Berechnungen von solchen Wirkungsüberlappungen abgesehen, zum einen weil der Festlegung eines entsprechenden Faktors aufgrund fehlender Informationen eine gewisse Willkür anhaftet, zum anderen, weil wir für die Schätzung der Einzelwirkungen eher vorsichtige Annahmen zugrunde gelegt haben, so z.B. bei der Vorgabe der Preiselastizitäten. Dennoch sollte bei der Interpretation der Ergebnisse die Möglichkeit von Wirkungsüberschneidungen bedacht werden.

Tabelle 3.1-1: Komponenten der Energieverbrauchsentwicklung (fossile Energieträger) in der neuen Referenz (Änderungen gegenüber alter Referenz) in PJ

Einzeleffekte	2005	2010	2020
Anpassung Istdaten 2000	+19.8	+19.7	+19.6
Änderung Rahmendaten	+0.7	+0.6	+4.3
SIA 380/1 (neu)	-1.4	-7.8	-11.4
Energiepreise	-6.3	-7.3	-7.0
PW-Flottenverbrauch	-2.0	-7.8	-11.6
CO ₂ -Zielvereinbarung	-2.1	-4.2	-4.1
Insgesamt			
mit Anpassung Istdaten 2000	+8.7	-6.7	-10.2
ohne Anpassung Istdaten 2000	-11.1	-26.4	-29.8

Die Tabelle 3.1-1 zeigt, dass die Anpassung der Ausgangsbasis an die effektive Verbrauchsentwicklung für das Jahr 2000 im Vergleich zur bisherigen Referenzentwicklung zu höheren Verbräuchen führt. Demgegenüber ergeben sich überraschenderweise aus der Neueinschätzung der Rahmendaten im Durchschnitt für 2010 kaum Effekte. Nach 2010 wirken sie jedoch mehrheitlich leicht verbrauchserhöhend. Die Energiepreisentwicklung, die für diese Referenz unterstellt wurde, liegt über derjenigen in der letzten Referenzentwicklung.

renz, daher wirkt sie verbrauchssenkend. Dasselbe gilt für die Vorgaben zu den energiepolitischen Rahmensetzungen. Zusammen vermögen sie den fossilen Energieverbrauch bis 2010 um rd. 20 PJ zu verringern.

Alle Einflussfaktoren zusammengenommen (ohne Anpassung der Ausgangsdaten) bewirken einen Minderverbrauch von 11 PJ in 2005, der sich bis 2010 auf insgesamt mehr als 26 PJ aufbaut.

In Tabelle 3.1-2 sind die Gesamtergebnisse der Annahmen nach Energieträgern und Verbrauchergruppen zusammengestellt. Die Detailergebnisse zur Referenzentwicklung sind im Anhang 1 ausgewiesen. Zu beachten ist, dass die Ergebnisse in der Abgrenzung der CO₂-Statistik ausgewiesen sind, d.h. die Energieverbräuche für Auslandsflüge und den Eigenverbrauch der Raffinerien sind in den Daten nicht enthalten. Die Angaben für die Dienstleistungen und die Industrie sind für 1990 auf die NOGA-Systematik umgeschlüsselt und insofern mit den entsprechenden Angaben für 2000 vergleichbar. Dasselbe gilt für den Verkehrssektor bzw. die fossilen Treibstoffe, die Angaben für 1990 enthalten ebenfalls die Off-Road-Verbräuche und sind damit mit den Werten von 2000 kompatibel.

Bei den Perspektivwerten wurde für das kritische Jahr 2010 der Durchschnitt der Jahre 2008 bis 2012 zugrunde gelegt, der auch für das CO₂-Gesetz relevant ist. Für die Zwischenjahre 2008/2009 bzw. 2011/2012 lagen teilweise unmittelbar Schätzergebnisse für den Einfluss der Rahmensetzungen vor. So z.B. für die Wirkung des BIP, den Einfluss der Energiepreise, der SIA-Vorgaben sowie für die Wirkung der Flottenverbrauchsentwicklung. Für die Einflussfaktoren, für die keine einzeljährlichen Perspektivwerte vorlagen, wurden die Zwischenjahre linear interpoliert. Im einzelnen zeigt sich für das aktualisierte Referenzszenario folgende Entwicklung des Energieverbrauchs:

- Ausgehend vom klimabereinigten Energieverbrauch von 2000 nimmt der Gesamtverbrauch bis 2005 zunächst leicht zu, sinkt dann bis 2010 in etwa auf das Niveau von 2000. Nach 2010 reduziert sich der Energieverbrauch weiter leicht und verbleibt dann etwa auf diesem Niveau. Im Vergleich zur Entwicklung in den 90er Jahren, in denen der Verbrauch um 7 % wuchs, kann nunmehr zumindest von einer Stabilisierung der Verbrauchsentwicklung gesprochen werden.
- Innerhalb der Struktur der Energieträger zeigen sich deutliche Verschiebungen: So wird der Verbrauchsanstieg durch die Zunahme beim Strom und bei den sonstigen Energieträgern (Erneuerbare, Abfälle, Fernwärme) geprägt. Auch innerhalb der fossilen Energieträger, die hier im Vordergrund stehen, unterscheiden sich die Verbrauchsentwicklungen wesentlich voneinander. Bei den fossilen Brennstoffen kann von einer Trend-

umkehr gesprochen werden. Während ihr Verbrauch in den 90er Jahren sich nur unwesentlichen verändert hat, geht er unter den gegebenen Rahmenbedingungen künftig kontinuierlich zurück. In 2010 liegt er um 6 % niedriger als 2000, gegenüber 1990 sind es fast 7 %.

Nicht so günstig sieht die Entwicklung bei den fossilen Treibstoffen aus. Aber auch hier zeigt sich etwa ab 2005 ein (wenn auch nur geringer) Rückgang der Verbrauchswerte bis 2010. Gegenüber 1990 liegt das Verbrauchsniveau allerdings noch um 8 % höher. Interessant ist auch ein Vergleich zwischen den einzelnen Treibstoffen: Der Benzinverbrauch¹ ist nach unseren Schätzungen mittelfristig rückläufig (-6 % bis 2010). Dies wird allerdings nur dann erreicht, wenn der in den Rahmensetzungen vorgegebene Absenkungspfad von 3 % p.a. (bis 2008) beim spezifischen Flottenverbrauch der PW auch tatsächlich eingeschlagen werden kann.

Demgegenüber wächst der Dieserverbrauch weiter, wenn auch nicht mehr mit der gleichen Dynamik wie in den 90er Jahren. Ausschlaggebend ist hier das Güterverkehrswachstum.

Da die Flugtreibstoffe nur die Energieverbräuche der Inlandsflüge enthalten, spielen sie volumenmässig für diese Untersuchung kaum eine Rolle. Mit wesentlichen Veränderungen wird nicht gerechnet.

- Zur Information sei erwähnt, dass beim Strom unter den gegebenen Annahmen eine Trendumkehr nicht in Sicht ist. Der Stromverbrauch erhöht sich weiter.
- Nach Verbrauchergruppen differenziert ist die Entwicklung bei den Privathaushalten und beim Dienstleistungssektor zumindest der Richtung nach ähnlich. In beiden Sektoren kann der Energieverbrauch künftig gesenkt werden. Diese Parallelität erklärt sich daraus, dass die Verbrauchsstruktur in beiden Sektoren stark vom Raumwärmebedarf geprägt ist und dadurch die gleichen Effizienzverbesserungen (mit ausgelöst durch die neue SIA 380/1 Richtwerte) wirksam werden. Anders bei der Industrie: Trotz signifikanter Verbesserungen der Energieeffizienz (durchschnittlich 1,4 % p.a.) steigt der Energieverbrauch inkl. Strom kontinuierlich weiter an. Der Mengeneinfluss der insgesamt deutlich wachsenden Industrieproduktion kann durch die Effizienzverbesserungen nicht kompensiert werden.

1 genauer gesagt der Benzinabsatz

- Der Umwandlungssektor umfasst hier lediglich die für die CO₂-Berechnung relevanten Netzverluste, Eigenverbräuche und Brennstoffeinsätze, letztere insbesondere beim Einsatz für die fossil-thermische Stromerzeugung. Der Eigenverbrauch der Raffinerien ist entsprechend den Vorgaben des CO₂-Gesetzes nicht enthalten. Die Fortschreibung der einzelnen Elemente orientiert sich z.T. an der Entwicklung der jeweiligen Endverbräuche (Mineralöle, Erdgas). Für die künftigen fossilen Brennstoffeinsätze in der Stromerzeugung wurden die Annahmen des bisherigen Referenzszenarios verwendet. Dort wurde davon ausgegangen, dass es aufgrund der veränderten stromwirtschaftlichen Rahmenbedingungen (verschärfter Wettbewerb, erwartete Strompreisreduzierung) nur zu geringen Kapazitätswüchsen kommen wird, fossil-thermische Zubauten sind in kleinem Umfang bei der industriellen WKK und kleineren WKK-Projekten (BHKWs) zu erwarten. Mengenmässig spielen sie jedoch bis 2010 eine untergeordnete Rolle.¹

Tabelle 3.1-2: Entwicklung des Energieverbrauchs, in PJ, Referenz 2000

	1990 ¹⁾	2000 ¹⁾	2005	2008/2012 Durchschnitt	2020	2030
Nach Verbrauchergruppen						
Privathaushalte	245	253	250	244	235	222
Dienstleistungen ²⁾	134	151	150	148	143	138
Industrie ²⁾	165	170	179	180	187	207
Verkehr ³⁾⁴⁾	219	238	239	238	232	230
Umwandlungssektor ⁶⁾	10	7	8	8	10	12
Statistische Differenz ⁵⁾	7	15	16	17	17	17
Nach Energieträgern						
Fossile Brennstoffe	359	356	347	334	323	317
Fossile Treibstoffe ³⁾⁴⁾	209	228	228	225	219	216
Elektrizität	169	191	203	208	216	223
Sonstige	42	59	63	66	67	70
Insgesamt	780	835	842	834	825	826

- 1) Klimabereinigte Werte 1990 und 2000
- 2) Abgrenzung NOGA-Systematik (für 1990 eigene Schätzung)
- 3) Treibstoffe nach Absatzprinzip
- 4) ohne Auslandsflüge
- 5) Landwirtschaft, übrige Verbräuche und statistische Differenz
- 6) ohne Raffinerie-Eigenverbräuche

1) Der Verbrauchsrückgang zwischen 1990 und 2000 ist im Wesentlichen auf die Schliessung von Vouvry zurückzuführen.

3.2 CO₂-Emissionen

Was bedeuten diese Energieverbrauchsveränderungen für die Entwicklung der CO₂-Emissionen? Sieht man von strukturellen Verschiebungen bei den Energieträgern mit unterschiedlicher CO₂-Intensität ab, dann folgt die Entwicklung der CO₂-Emissionen der Entwicklung des Verbrauchs an fossilen Brenn- und Treibstoffen.

In Tabelle 3.2-1 sind entsprechend Tabelle 3.1-1 die Komponenten der Veränderungen der CO₂-Emissionen in ihren isolierten Wirkungen im Vergleich zu den bisherigen Referenzwerten dargestellt. Die Gesamtwirkungen aller veränderten Rahmensetzungen (abgesehen von den Istdaten Anpassung für 2000) beläuft sich in 2010 auf eine Emissionsminderung in Höhe von 1,9 Mio t. Die veränderte Preisentwicklung und die Politikelemente SIA 380/1 bzw. PW-Flottenverbrauch tragen in etwa gleich viel zu der Minderung bei. Die CO₂-Zielvereinbarungen verbessern die Bilanz um 0,3 Mio t, während die Wirkung der Rahmendaten in 2010 neutral ist.

Tabelle 3.2-1: Komponenten der CO₂-Emissionsentwicklung in der neuen Referenz (Änderungen gegenüber alter Referenz) Mio t

Einzeleffekte	2005	2010	2020
Anpassung Istdaten 2000	+1.41	+1.40	+1.38
Änderung Rahmendaten	+0.04	+0.04	+0.29
SIA 380/1 (neu)	-0.10	-0.53	-0.77
Energiepreise	-0.45	-0.52	-0.50
PW-Flottenverbrauch	-0.15	-0.57	-0.86
CO ₂ -Zielvereinbarung	-0.14	-0.28	-0.27
Insgesamt			
mit Anpassung Istdaten 2000	+0.63	-0.47	-0.73
ohne Anpassung Istdaten 2000	-0.79	-1.87	-2.12

Betrachtet man die CO₂-Entwicklung im Einzelnen, so zeigen sich (wieder in der Abgrenzung nach CO₂-Gesetz) folgende Tendenzen (vgl. Tabelle 3.2-2 und Abbildung 3.2-1):

- Ausgehend zunächst vom Prognosebasisjahr 2000, in dem die CO₂-Emissionen klimabereinigt bei 41,2 Mio t liegen, reduzieren sie sich bis zum Durchschnitt der Jahre 2008/2012 um rd. 2 Mio t, entsprechend fast 5 %. Der Rückgang verläuft zunächst moderat, nach 2005 beschleunigt er sich. Auch nach 2010 geht der CO₂-Ausstoss weiter zurück.
- Zum Rückgang der CO₂-Emissionen in den nächsten 10 Jahren leisten die fossilen Brennstoffe mit –1,7 Mio t den weitaus grössten Beitrag. Immerhin ist aber auch in diesem Zeitraum der CO₂-Ausstoss der Treibstoffe mit –0,3 Mio t rückläufig.

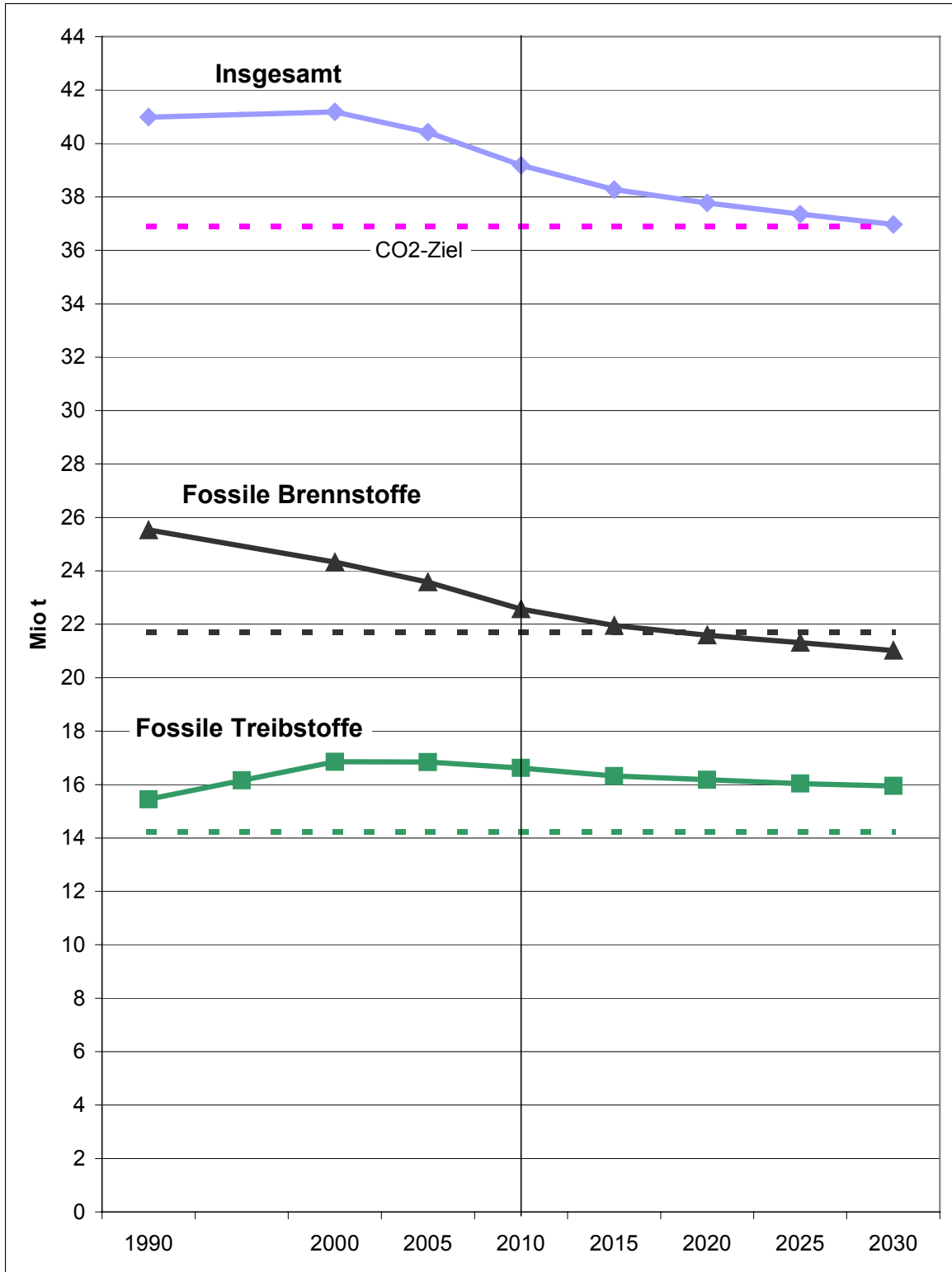
- Für diese Untersuchung steht insbesondere die Entwicklung 1990/2010 im Vordergrund des Interesses. Für diesen Zeitraum sind die spezifischen CO₂-Reduktionsziele definiert. Gemessen am Basiswert von 1990 ergibt sich für die **Gesamtemissionen** ein Rückgang um 1,8 Mio t. Als Zielwert für 2010 ist eine Reduktion um 10 % vorgegeben, das entspricht einer isolierten Reduktion um 4,1 Mio t (vgl. Tabelle 3.2-2). Das bedeutet, dass auf der Basis dieser Referenzwerte der Zielwert um mehr als die Hälfte (2,3 Mio t) verfehlt wird.
- Im CO₂-Gesetz sind getrennte Reduktionsziele für die fossilen Brennstoffe (-15 % bis 2010 im Vergleich zu 1990) und für die fossilen Treibstoffe (-8 % im Vergleich zu 1990) formuliert. Gemessen an diesen Zielvorgaben zeigen sich folgende Referenzentwicklungen: Bei den **fossilen Brennstoffen** wird ein Rückgang der CO₂-Emissionen gegenüber 1990 um 3 Mio t erreicht, eine Minderung um 11,6 %. Gegenüber dem Zielwert von 15 % fehlen demnach nur noch 3,4 %-Punkte, entsprechend 0,9 Mio t.
- Weit weniger günstig sieht die CO₂-Bilanz bei den **fossilen Treibstoffen** aus. Gegenüber dem Vergleichsjahr 1990 liegt ihr CO₂-Ausstoss 2010 um fast 8 % höher (+1,2 Mio t). Dem steht jedoch ein Reduktionsziel von -8 % (-1,2 Mio t) gegenüber. Das heisst, dass für eine Erreichung der Zielvorgabe von der Referenzentwicklung aus gesehen die zusätzliche CO₂-Minderung doppelt so hoch (-2,4 Mio t) ausfallen müsste, als im Zielwert festgelegt ist.

Tabelle 3.2-2: Entwicklung der CO₂-Emissionen, in Mio t, Referenz 2002

	1990 ¹⁾	2000 ¹⁾	2005	2008/2012 Durchschnitt	2020	2030
Nach Verbrauchergruppen						
Privathaushalte	12.8	12.2	11.8	11.3	10.5	9.7
Dienstleistungen ²⁾	5.4	5.7	5.3	4.9	4.5	4.1
Industrie ²⁾	6.4	5.4	5.5	5.3	5.4	5.9
Verkehr ³⁾⁴⁾	15.5	16.9	16.8	16.6	16.2	16.0
Umwandlungssektor ⁶⁾	0.8	0.4	0.4	0.4	0.5	0.7
Statistische Differenz ⁵⁾	0.3	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7
Nach Energieträgern						
Fossile Brennstoffe	25.5	24.3	23.6	22.6	21.6	21.0
Fossile Treibstoffe ³⁾⁴⁾	15.5	16.9	16.8	16.6	16.2	16.0
Insgesamt	41.0	41.2	40.4	39.2	37.8	37.0
Entwicklung 1990/2010	Veränderung 1990/2010		Reduktionsziel 2010		Ziellücken 2010	
in Mio t						
Fossile Brennstoffe	-3.0		-3.8		-0.9	
Fossile Treibstoffe	1.2		-1.2		-2.4	
Insgesamt	-1.8		-4.1		-2.3	
in %						
Fossile Brennstoffe	-11.6		-15.0		-3.4	
Fossile Treibstoffe	7.6		-8.0		-15.6	
Insgesamt	-4.4		-10.0		-5.6	

- 1) Klimabereinigte Werte 1990 und 2000
- 2) Abgrenzung NOGA-Systematik (für 1990 eigene Schätzung)
- 3) Treibstoffe nach Absatzprinzip
- 4) ohne Auslandsflüge
- 5) Landwirtschaft, übrige Verbräuche und statistische Differenz
- 6) ohne Raffinerie-Eigenverbräuche

Abbildung 3.2-1: CO₂-Emissionen nach Energieträgern, Referenz, Abgrenzung nach CO₂-Gesetz und NOGA-Systematik, in Mio t



4. Sensitivitätsanalysen

4.1 Auswahl der Sensitivitäten

Die oben dargestellten Referenzperspektiven der CO₂-Entwicklung beruhen auf einer Vielzahl verschiedener Annahmesetzungen zur Veränderung der demografischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen, zu den energiepolitischen Vorgaben und ihrer Umsetzung, zur technischen Entwicklung oder zu den Verhaltensweisen der Energieverbraucher. Diese Annahmen weisen notwendigerweise mehr oder weniger große Unsicherheitsspielräume auf, die durch alternative Setzungen abgesteckt werden sollen. Für die Sensitivitätsrechnungen wurden vor allem solche Grössen und Parameter ausgewählt, die für die nächsten 10 Jahre unsicher und für die Ergebnisse von wesentlicher Bedeutung sind. Die Sensitivitätsanalysen sollen zeigen, in welcher Form und Höhe sich Änderungen der ausgewählten Grössen auf die Ergebnisse auswirken.

Zweck dieser Sensitivitätsannahmen ist es, einen realistischen Ergebniskorridor aufzuspannen, innerhalb dessen die effektive Entwicklung der CO₂-Emissionen in der Schweiz bis 2010 mit grosser Wahrscheinlichkeit verlaufen wird. Bei der Variation der ausgewählten Stellgrössen sind jedoch bestimmte Kriterien zu berücksichtigen: So sollen sich die alternativen Annahmen signifikant von den Referenzannahmen unterscheiden, gleichzeitig sollen sie einen Realitätsbezug haben und nicht ausserhalb der ökonomischen Plausibilität liegen.

In Abstimmung mit dem BUWAL wurden für folgende Indikatoren bzw. Kombinationen Sensitivitätsrechnungen durchgeführt:

- Sensitivität 1: Höheres und niedrigeres Wirtschaftswachstum
- Sensitivität 2: Höhere und niedrigere Weltmarktpreise für Energie
- Sensitivität 3: Höheres und niedrigeres Verkehrswachstum
- Sensitivität 4: Verschärfte Standards für Neubauten und Sanierungen (Minergie I)
- Sensitivität 5: Kombination „ungünstiger“ (den Energieverbräuche erhöhender) Rahmenbedingungen und Kombination „günstiger“ (den Energieverbrauch senkender) Rahmenbedingungen
- Sensitivität 6 als Exkurs: Kalte Klimaperiode 2008 bis 2012.

Im Folgenden werden für die einzelnen Variationen die jeweiligen Annahmen, Auswirkungen und Ergebnisse kurz beschrieben. Die ausführlichen Ergebnisse zum Energieverbrauch und zu den CO₂-Emissionen sind den Anhängen 2 und 3 zu entnehmen.

4.2 Sensitivität 1: Höheres und niedrigeres Wirtschaftswachstum

4.2.1 Annahmensetzung

Zur Erinnerung: Die Ergebnisse der Referenzentwicklung basieren auf einem durchschnittlichen BIP-Wachstum von real 1,7 % für den Zeitraum 2000/2010 und 2,2 % für die Zeit danach. Angesichts der bestehenden Unsicherheiten über die mittel- und langfristige Entwicklung der Schweiz werden als Sensitivitäten ein durchweg um 0,5 %-Punkte niedrigeres und symmetrisch dazu ein durchweg um 0,5 %-Punkte höheres Wirtschaftswachstum angenommen. Die Spannweite des BIP-Wachstums zwischen 2000 und 2010 reicht somit von 1,2 % p.a. in der unteren bis 2,2 % p.a. in der oberen Version. Im Vergleich zur Referenzentwicklung bedeuten diese Annahmen, dass in der unteren Variante das bis 2010 erzielte BIP um rd. 4,8 % niedriger, in der oberen Variante um 5 % höher liegt. In 2020 betragen die entsprechenden Unterschiede -9,4 % bzw. 10,3 % (vgl. Tabelle 4.2-1).

Tabelle 4.2-1: Ökonomische Rahmendaten für Sensitivität 1: Höheres und niedrigeres Wirtschaftswachstum (Vergleich mit Referenzentwicklung)

Sensitivität höheres Wachstum (Abweichung zur Referenz in %)	2005	2010	2020	2030
BIP, Mrd CHF (Preise 1990)	2.5	5.0	10.3	15.8
Index der Industrieproduktion (1990 = 100)	2.5	5.0	10.3	15.8
Energiebezugsflächen (Mio m ²)				
– Wohnungen	0.2	0.5	1.2	2.2
– Dienstleistungen	0.8	1.6	3.8	6.2
Verkehrsentwicklung				
– Personenverkehr	0.4	0.9	1.7	2.5
– Güterverkehr	2.4	4.9	10.1	15.5
– Flugverkehr	0.8	1.5	2.8	3.8
Sensitivität niedrigeres Wachstum (Abweichung zur Referenz in %)	2005	2010	2020	2030
BIP, Mrd CHF (Preise 1990)	-2.4	-4.8	-9.4	-13.7
Index der Industrieproduktion (1990 = 100)	-2.4	-4.8	-9.4	-13.7
Energiebezugsflächen (Mio m ²)				
– Wohnungen	-0.2	-0.4	-1.1	-2.0
– Dienstleistungen	-0.8	-1.6	-3.4	-5.4
Verkehrsentwicklung				
– Personenverkehr	-0.4	-0.8	-1.6	-2.2
– Güterverkehr	-2.4	-4.7	-9.2	-13.5
– Flugverkehr	-0.8	-1.5	-2.5	-3.3

Unterschiede im Wirtschaftswachstum haben Auswirkungen auf andere wesentliche Bestimmungsgründe des Energieverbrauchs, insbesondere auf das Wachstum der Industrieproduktion, auf die Energiebezugsflächen im Wohn- und Dienstleistungsbereich und auf die Verkehrsentwicklung. Die einzelnen Faktoren werden jedoch in unterschiedlichem Ausmass betroffen. Im Einzelnen wurden hierzu folgende Annahmen getroffen:

- Für die industrielle Produktion wurde eine den BIP-Variationen proportionale Veränderung angenommen, strukturelle Verschiebungen werden nicht unterstellt, d.h. für den Fall des höheren Wirtschaftswachstums erhöht sich die industrielle Wertschöpfung um 0,5 %-Punkte p.a., für den Fall des niedrigeren Wirtschaftswachstums reduziert sie sich um 0,5 %-Punkte, im Vergleich zur Referenzentwicklung sind die Abweichungen im Aktivitätsniveau somit gleich gross wie beim BIP. Veränderungen innerhalb der Industriestruktur werden nicht berücksichtigt.¹
- Auf die Energiebezugsflächen machen sich Änderungen des Wirtschaftswachstums in wesentlich schwächerem Umfang bemerkbar. Sie liegen bei den Wohnungen in 2010 lediglich bei rd. 0,5 %, bei den Dienstleistungsgebäuden etwas höher (vgl. Tabelle 4-1): Unterstellt wird dabei, dass sich die realen Bauinvestitionen parallel zum BIP-Wachstum um ebenfalls 0,5 % jährlich erhöhen bzw. um 0,5 % vermindern. Die unterproportionale Veränderung der Energiebezugsflächen erklärt sich daraus, dass **Bestandsgrössen**, die bereits einen hohen Sättigungsgrad aufweisen, wie die Zahl der Wohnungen oder auch Elektrogeräte, recht träge auf Änderungen der Zugangsgrössen (hier der Investitionen) reagieren.² Änderungen in der Gebäudestruktur (EFH, MFH) werden gegenüber den Referenzannahmen nicht angenommen.
- Bei den Auswirkungen auf die Verkehrsentwicklung ist zwischen den Verkehrsarten zu unterscheiden: Beim **Personenverkehr** ist der Zusammenhang zwischen Verkehrsleistung und BIP-Wachstum weniger eng. Hier gilt Ähnliches wie für die Energiebezugsflächen. Der PW-Bestand befindet sich bereits in einem hohen Sättigungsgrad. Änderungen des BIP- und Einkommenswachstum ändern an diesem Phänomen nichts Entscheidendes, sie können diese Entwicklung lediglich beschleunigen oder verlangsamen. Denkbar sind Verschiebungen in der Grössenstruktur der PW-Flotte, diese sind allerdings schwer zu erfassen. Insgesamt gehen wir von einer deutlich

1 Unterschiede im Wirtschaftswachstum sind in der Regel nicht strukturneutral. Da aber für die Referenzentwicklung keine Perspektiven zur Veränderung der Industriestruktur vorlagen, machen entsprechende Annahmen in den Sensitivitätsrechnungen keinen Sinn.

2 Dies lässt sich anhand eines entsprechenden Bestandsfortschreibungsmodells ableiten.

unterproportionalen Veränderung der Fahrleistungen im Personenverkehr aus, sie reagiert nur mit knapp 20 % auf Änderungen des realen BIP. Anders beim **Güterverkehr**: Hier besteht eine wesentlich engere Abhängigkeit zwischen Verkehrsleistung und BIP-Wachstum. Die Güterverkehrsentwicklung reagiert fast proportional zum veränderten BIP-Wachstum. Unterschiede zwischen den Verkehrsträgern werden nicht unterstellt, d.h. der Modal-Split bleibt unverändert. Beim **Flugverkehr** wird eine mittlere Position angenommen, d.h. die Abhängigkeit von Änderungen des Einkommens ist etwas grösser als beim Personenverkehr (vgl. dazu Tabelle 4.2-1).

Die energetischen Kennziffern, mit denen die jeweiligen skizzierten MengenkompONENTEN bewertet werden, wie die Energiekennzahlen im Gebäudebereich für Neubauten und Sanierungen, Nutzungsgrade für neue Heizanlagen, spezifische Treibstoffverbräuche der PW-Flotten, spezifische Verbräuche im Industriebereich werden gegenüber den Referenzannahmen nicht verändert. Dasselbe gilt für die Struktur der Energieträger, da die relativen Energiepreise sich in dieser Sensitivitätsrechnung nicht von den Referenzwerten unterscheiden.

Obwohl die energetischen Kennziffern im Vergleich zur Referenz nicht variiert werden, verändern sich in den Sensitivitäten jedoch ihre Durchschnittswerte. Das liegt daran, dass z.B. für den Fall des höheren Wirtschaftswachstums und der damit verbundenen höheren Neubauzuwächse und Altbausanierungen der Anteil der Gebäude mit entsprechend niedrigeren spezifischen Heizenergiebedarfen höher ist, der durchschnittliche Heizenergiebedarf des Gesamtwohnungsbestands damit niedriger liegt als in der Referenzentwicklung. Dasselbe gilt vice versa für den Fall des niedrigeren Wirtschaftswachstums. Dieselben Wirkungen ergeben sich für den PW-Bestand oder für die Industrie. Bei letzterer liegt aufgrund des höheren (bzw. niedrigeren) Investitionswachstums die Erneuerungsrate des Maschinenparks höher (bzw. niedriger) als in der Referenz. In der Regel sind Neuanlagen energetisch effizienter, so dass der energiesparende technische Fortschritt sich entsprechend schneller (bzw. langsamer) in den spezifischen Verbräuchen niederschlägt.

4.2.2 Ergebnisse Sensitivität 1

Die Ergebnisse der **Sensitivität höheres Wirtschaftswachstum** sind für die Energieverbräuche in Tabelle 4.2-2 und für die CO₂-Emissionen, die hier im Vordergrund stehen, in Tabelle 4.2-3 zusammengestellt. Die entsprechenden Resultate für die Sensitivität niedrigeres Wirtschaftswachstum sind in den Tabellen 4.2-4 und 4.2-5 ausgewiesen. Dokumentiert sind jeweils die Absolutwerte und ihre Abweichungen zur Referenz, für den Energieverbrauch

als prozentuale Abweichungen, für die CO₂-Emissionen als absolute Differenzen. Zu berücksichtigen ist, dass die Daten sowohl beim Energieverbrauch als auch bei den CO₂-Emissionen jeweils wiederum nach den Vorgaben des CO₂-Gesetzes abgegrenzt sind, das betrifft insbesondere die Treibstoffe (ohne internationalen Flugverkehr), aber auch die Brennstoffe (ohne Eigenverbrauch der Raffinerien).¹ Die Verbrauchssektoren sind nach der NOGA-Systematik abgegrenzt. Der Umwandlungsbereich enthält nur den Verbrauch an fossilen Energieträgern (Umwandlung und Eigenverbrauch). Die jeweiligen Detailergebnisse für alle Sektoren und Energieträger sind im Anhang ausgewiesen.

Die wichtigsten Ergebnisse lassen sich für die Energieverbräuche folgendermassen zusammenfassen:

- Wenn das durchschnittliche Wirtschaftswachstum um jährlich 0,5 %-Punkte höher ist als in der Referenz entsprechend KOF angenommen, dann liegt der Energieverbrauch insgesamt (inkl. Umwandlungsbereich) in 2010 um 2,3 % höher.
- Diese Erhöhung verteilt sich unterschiedlich auf die einzelnen Sektoren und Energieträger. Abgesehen vom Umwandlungsbereich erhöht sich der Energieverbrauch in der Industrie am stärksten, am schwächsten in den Privathaushalten. Der sehr starke Verbrauchsanstieg im Umwandlungssektor erklärt sich aus dem höheren Elektrizitätsverbrauch und der Annahme, dass der über den Referenzverbrauch hinaus gehende Stromverbrauch durch Erdgas-WKK gedeckt wird.² Insgesamt spielt dieser Sektor bis 2010 jedoch nur eine untergeordnete Rolle.
- Differenziert man nach Energieträgern, dann zeigen sich für die fossilen Brennstoffe überproportionale Auswirkungen, demgegenüber nimmt der Verbrauch an fossilen Treibstoffen nur unterproportional zu.

1 Der Umwandlungssektor schliesst dementsprechend den Eigenverbrauch der Raffinerien aus.

2 Die höheren prozentualen Abweichungen sind auch darauf zurückzuführen, dass die Referenzwerte für den Umwandlungssektor relativ klein sind, entsprechende Änderungen sich daher in grossen relativen Veränderungen niederschlagen. In den Berechnungen berücksichtigt sind die CO₂-Gutschriften aufgrund der gekoppelten Strom- und Wärmeerzeugung.

Tabelle 4.2-2: Entwicklung des Energieverbrauchs, in PJ
Sensitivität höheres Wirtschaftswachstum

	1990 ¹⁾	2000 ¹⁾	2005	2008/2012 Durchschnitt	2020
Berechnung nach CO₂-Gesetz					
Nach Verbrauchergruppen					
Privathaushalte	245	253	250	245	237
Dienstleistungen ²⁾	134	151	151	150	149
Industrie ²⁾	165	170	181	186	199
Verkehr	219	238	242	242	242
Umwandlungssektor	10	7	10	13	21
Statistische Differenz	7	15	16	17	18
Nach Energieträgern					
fossile Brennstoffe	359	356	352	343	343
fossile Treibstoffe	209	228	230	229	228
Elektrizität	169	191	205	213	225
Sonstige	42	59	64	68	70
Insgesamt	780	835	851	853	865
Abweichung zu Referenz 2002 in %					
Nach Verbrauchergruppen					
Privathaushalte			0.2	0.4	0.9
Dienstleistungen			0.9	1.8	4.1
Industrie			1.5	3.1	6.0
Verkehr			0.9	1.9	3.9
Umwandlungssektor			31.3	64.6	112.4
Statistische Differenz			1.0	2.0	4.2
Nach Energieträgern					
fossile Brennstoffe			1.2	2.7	6.2
fossile Treibstoffe			0.9	1.8	3.8
Elektrizität			1.0	2.0	4.3
Sonstige			1.3	2.5	3.7
Insgesamt			1.1	2.3	4.9

1) klimabereinigte Istwerte

2) Abgrenzung nach NOGA-Systematik (1990 eigene Schätzung)

Für die Veränderung der CO₂-Emissionen ergeben sich für den Fall des höheren Wirtschaftswachstums folgende Resultate (vgl. Tabelle 4.2-3):

- In der Abgrenzung des CO₂-Gesetzes liegen die **CO₂-Emissionen insgesamt** in 2010¹ bei 40 Mio t, 1 Mio t bzw. 2,3 % unter dem Wert von 1990. Gemessen am Reduktionsziel von insgesamt -10 % fehlen demnach 7,7 %-Punkte oder 3,1 Mio t. Im Vergleich zur Referenz liegen die CO₂-Emissionen in 2010 um 0,8 Mio t höher.

1 Jeweils Durchschnitt der Jahre 2008 bis 2010.

Tabelle 4.2-3: Entwicklung der CO₂-Emissionen, in Mio t
Sensitivität höheres Wirtschaftswachstum

	1990 ¹⁾	2000 ¹⁾	2005	2008/2012 Durchschnitt	2020
Berechnung nach CO₂-Gesetz					
Nach Verbrauchergruppen					
Privathaushalte	12.8	12.2	11.8	11.3	10.6
Dienstleistungen ²⁾	5.4	5.7	5.3	5.0	4.6
Industrie ²⁾	6.4	5.4	5.5	5.4	5.7
Verkehr	15.5	16.9	17.0	16.9	16.8
Umwandlungssektor	0.8	0.4	0.6	0.7	1.1
Statistische Differenz	0.3	0.6	0.6	0.7	0.7
Nach Energieträgern					
fossile Brennstoffe	25.5	24.3	23.8	23.1	22.8
fossile Treibstoffe	15.5	16.9	17.0	16.9	16.8
Insgesamt	41.0	41.2	40.8	40.0	39.6
Abweichung zu Referenz 2002 in Mio t					
Nach Verbrauchergruppen					
Privathaushalte			0.02	0.04	0.11
Dienstleistungen			0.03	0.06	0.15
Industrie			0.07	0.14	0.32
Verkehr			0.14	0.30	0.62
Umwandlungssektor			0.13	0.28	0.60
Statistische Differenz			0.01	0.01	0.03
Nach Energieträgern					
Fossile Brennstoffe			0.26	0.54	1.21
Fossile Treibstoffe			0.14	0.30	0.62
Insgesamt (inkl. Umwandlungsgesetz)			0.40	0.84	1.83
Entwicklung 1990/2010					
	Veränderung 1990/2010	Reduktionsziel 2010	Ziellücken 2010		
in Mio t					
Fossile Brennstoffe	-2.4	-3.8	-1.4		
Fossile Treibstoffe	1.5	-1.2	-2.7		
Insgesamt	-1.0	-4.1	-3.1		
in %					
Fossile Brennstoffe	-9.5	-15	-5.5		
Fossile Treibstoffe	9.5	-8	-17.5		
Insgesamt	-2.3	-10	-7.7		

1) Klimabereinigte Istwerte

2) Abgrenzung nach NOGA-Systematik (1990 eigene Schätzung)

- Bei den **Brennstoffen** geht der CO₂-Ausstoss gegenüber 1990 um 9,5 % zurück, er beträgt in 2010 noch 23,1 Mio t, gegenüber 25,5 Mio t im Basisjahr 1990. Zum brennstoffspezifischen Reduktionsziel von -15 % fehlen noch 5,5 % bzw. 1,4 Mio t. Im Vergleich zur Referenz liegen die Emissionen um 0,5 Mio t höher. Einen wesentlichen Anteil an diesem Anstieg hat hier der wachsende Einsatz an Erdgas zur Deckung des in dieser Sensitivität höheren Strombedarfs.

- Noch ungünstiger sieht es bei den **Treibstoffen** aus. Gegenüber dem Ausgangsjahr 1990 (15,45 Mio t) nehmen ihre CO₂-Emissionen um 9,5 % auf 16,9 Mio t zu. Der Zielwert liegt jedoch bei 14,2 Mio t (-8 %). Die Ziellücke beträgt also 17,5 % oder 2,7 Mio t.

Eine günstigere CO₂-Bilanz ergibt sich für den **Fall des niedrigeren Wirtschaftswachstums** (vgl. Tabelle 4.2-5). Allerdings sind die Abweichungen von den Referenzwerten insgesamt betrachtet nicht voll symmetrisch im Vergleich zur Sensitivität des höheren Wirtschaftswachstums. Das liegt an der Entwicklung des Umwandlungssektors: Obwohl aufgrund des geringeren BIP-Wachstums der Stromverbrauch in 2010 um rd. 2 % unter dem Referenzwert liegt, vermindert sich der fossile Brennstoffeinsatz zur Stromerzeugung kaum (vgl. Tabelle 4.2-4), da bereits in der Referenz nur unbedeutende fossil-thermische Anlagen zugebaut werden (vgl. Abschnitt 3), und auch die heute schon bestehenden noch jungen Anlagen bis 2010 nicht stillgelegt werden. Der geringere Strombedarf schlägt sich stattdessen in einer geringeren Auslastung der bestehenden Anlagen (Wasser, Kernenergie) nieder. Insgesamt zeigen sich somit folgende CO₂-Veränderungen für den Fall der tieferen BIP-Entwicklung:

- Die **CO₂-Emissionen insgesamt** betragen nach unseren Schätzungen in 2010 noch 38,7 Mio t, 2,3 Mio t bzw. 5,7 % weniger als 1990. Die Ziellücke beträgt somit noch 1,8 Mio t oder 4,3 %-Punkte.
- Die CO₂-Emissionen der fossilen **Brennstoffe** vermindern sich bis 2010 gegenüber 1990 um immerhin 3,2 Mio t (-12,6 %). Die Differenz zum entsprechenden CO₂-Ziel liegt nur noch bei 0,6 Mio t (2,4 %-Punkte).
- Auch bei den **Treibstoffen** sieht die Bilanz etwas günstiger aus als in der Referenz, auch wenn trotz des geringeren Verkehrsaufkommens die treibstoffspezifischen CO₂-Emissionen in 2010 immer noch um fast 6 % über denen des Jahres 1990 liegen. Die relative Ziellücke errechnet sich auf fast 14 %-Punkte, das entspricht mehr als 2 Mio t CO₂.

Tabelle 4.2-4: Entwicklung des Energieverbrauchs, in PJ
Sensitivität niedrigeres Wirtschaftswachstum

	1990 ¹⁾	2000 ¹⁾	2005	2008/2012 Durchschnitt	2020
Berechnung nach CO₂-Gesetz					
Nach Verbrauchergruppen					
Privathaushalte	245	253	250	243	233
Dienstleistungen ²⁾	134	151	149	145	138
Industrie ²⁾	165	170	176	175	177
Verkehr	219	238	237	234	224
Umwandlungssektor	10	7	8	8	10
Statistische Differenz	7	15	16	16	16
Nach Energieträgern					
fossile Brennstoffe	359	356	346	331	315
fossile Treibstoffe	209	228	226	221	212
Elektrizität	169	191	201	204	207
Sonstige	42	59	62	64	65
Insgesamt	780	835	835	821	798
Abweichung zu Referenz 2002 in %					
Nach Verbrauchergruppen					
Privathaushalte			-0.2	-0.3	-0.9
Dienstleistungen			-0.9	-1.7	-3.7
Industrie			-1.5	-3.0	-5.5
Verkehr			-0.9	-1.8	-3.6
Umwandlungssektor			-0.1	-0.2	-0.3
Statistische Differenz			-0.9	-1.9	-3.8
Nach Energieträgern					
fossile Brennstoffe			-0.5	-1.1	-2.6
fossile Treibstoffe			-0.8	-1.7	-3.5
Elektrizität			-1.0	-2.0	-3.9
Sonstige			-1.3	-2.4	-3.4
Insgesamt			-0.8	-1.6	-3.2

1) Klimabereinigte Istwerte

2) Abgrenzung nach NOGA-Systematik (1990 eigene Schätzung)

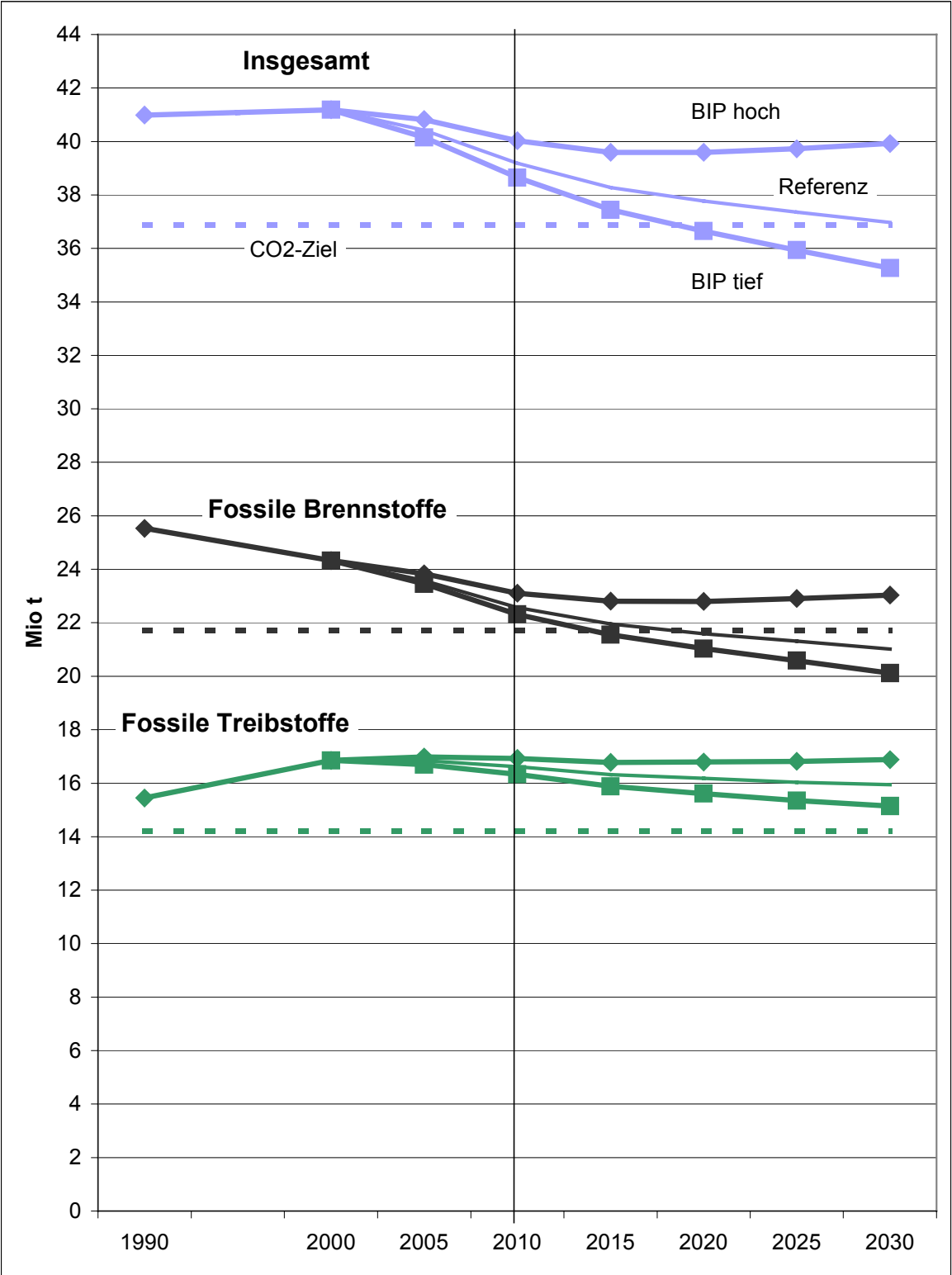
Tabelle 4.2-5: Entwicklung der CO₂-Emissionen, in Mio t
Sensitivität niedrigeres Wirtschaftswachstum

	1990 ¹⁾	2000 ¹⁾	2005	2008/2012 Durchschnitt	2020
Berechnung nach CO₂-Gesetz					
Nach Verbrauchergruppen					
Privathaushalte	12.8	12.2	11.7	11.2	10.4
Dienstleistungen ²⁾	5.4	5.7	5.3	4.9	4.4
Industrie ²⁾	6.4	5.4	5.4	5.2	5.1
Verkehr	15.5	16.9	16.7	16.3	15.6
Umwandlungssektor	0.8	0.4	0.4	0.4	0.5
Statistische Differenz	0.3	0.6	0.6	0.6	0.6
Nach Energieträgern					
fossile Brennstoffe	25.5	24.3	23.5	22.3	21.0
fossile Treibstoffe	15.5	16.9	16.7	16.3	15.6
Insgesamt	41.0	41.2	40.2	38.7	36.7
Abweichung zu Referenz 2002 in Mio t					
Nach Verbrauchergruppen					
Privathaushalte			-0.02	-0.04	-0.11
Dienstleistungen			-0.03	-0.06	-0.13
Industrie			-0.07	-0.13	-0.29
Verkehr			-0.14	-0.29	-0.56
Umwandlungssektor			-0.00	-0.00	-0.00
Statistische Differenz			-0.01	-0.01	-0.02
Nach Energieträgern					
Fossile Brennstoffe			-0.13	-0.25	-0.56
Fossile Treibstoffe			-0.14	-0.29	-0.56
Insgesamt (inkl. Umwandlungsgesetz)			-0.27	-0.54	-1.12
Entwicklung 1990/2010					
	Veränderung 1990/2010		Reduktionsziel 2010		Ziellücken 2010
in Mio t					
Fossile Brennstoffe	-3.2		-3.8		-0.6
Fossile Treibstoffe	0.9		-1.2		-2.1
Insgesamt	-2.3		-4.1		-1.8
in %					
Fossile Brennstoffe	-12.6		-15		-2.4
Fossile Treibstoffe	5.7		-8		-13.7
Insgesamt	-5.7		-10		-4.3

1) klimabereinigte Istwerte

2) Abgrenzung nach NOGA-Systematik (1990 eigene Schätzung)

Abbildung 4.2-1: CO₂-Emissionen und Reduktionsziele, Sensitivität Wirtschaftswachstum, Abgrenzung nach CO₂-Gesetz und NOGA-Systematik, in Mio t



4.3 Sensitivität 2: Höhere und niedrigere Weltmarktpreise für Energie

4.3.1 Annahmensetzung

In dieser Sensitivitätsrechnung geht es darum, die isolierten Auswirkungen alternativer Entwicklungen der Weltmarktpreise für Energie auf die Entwicklung der mittelfristigen CO₂-Emissionen zu schätzen. Der Preispfad in der Referenz basiert auf der Annahme, dass die OPEC in der Lage ist, die nominalen Ölpreise in der Zeit bis 2010 in dem von ihr festgelegten Korridor von 22 bis 28 USD/bbl halten zu können. Alternativ dazu wird hier für die Sensitivitätsrechnungen davon ausgegangen, dass

- im Fall hoher Weltmarktpreise der Rohölpreis innerhalb unseres Perspektivzeitraums bei **real** 28 USD/bbl verbleibt,
- im Fall tiefer Weltmarktpreise der reale Rohölpreis sich wieder wie in den 90er Jahren unter die 20 USD/bbl zurückbildet, im Zeitraum bis 2010 bei etwa 15 USD/bbl liegt und danach auf 24 USD/bbl in 2030 ansteigt.

Man erkennt, dass die Spreizung der Sensitivitäten nicht symmetrisch ist. Hintergrund dafür ist die Überlegung, dass zu hohe Weltmarktpreise, z.B. über real 30 USD, über längere Zeit keinen Bestand haben, weil es dann wie in den 80er Jahren zu massiven Gegenreaktionen sowohl auf der Angebots- wie Nachfrageseite käme (kräftige Zunahme der Explorations- und Erschliessungsaktivitäten, sogenannte nicht-konventionelle Öle und andere Substitutionsenergien würden konkurrenzfähig [Backstop-Technologie], hohe Energiepreise würden die Stabilität der OPEC auf eine harte Probe stellen, auf der Nachfrageseite kämen vermehrt zusätzliche Einspartechniken zum Zuge). Ebenso unwahrscheinlich ist, dass die Preise langfristig auf einem Niveau deutlich unter 15 USD/bbl verharren werden. Selbst ein schwaches Kartell würde versuchen, die Preise über Mengenabsprachen auf ein höheres Niveau zu bringen. Gleichzeitig liessen auch die Explorationsbemühungen nach, weil sie sich nicht rentierten. Der unterstellte Anstieg nach 2010 in der unteren Preisvariante hängt mit den erwarteten langfristigen Verknappungstendenzen bei den Ölreserven zusammen.

Die Durchrechnung dieser Annahmen auf die heimischen Preise führt zu folgenden Preiswirkungen (vgl. Tabelle 4.3-1):

- Im Fall der höheren Energiepreise liegen die Heizölpreise im Vergleich zur Referenzannahme bis 2010 um rd. 15 bis 20 % (HS knapp 30 %) höher, ähnliches gilt entsprechend der Anlegbarkeit auch für die Erdgaspreise. Die Treibstoffe verteuern sich lediglich um 5 %.

Vor allem nach 2015 nimmt der Preiserhöhungseffekt kontinuierlich ab. Das liegt daran, dass bereits in der Referenzentwicklung für die Zeit nach 2010 von einem Anstieg der Weltmarktpreise ausgegangen wird. Strompreisänderungen werden nicht unterstellt.

- Bei der Sensitivität niedrigere Weltmarktpreise fallen die Abweichungen von der Referenzannahme etwas höher aus, z.T. mehr als -20 %. Die Struktur der Abweichungen zwischen den verschiedenen Energieträgern unterscheidet sich jedoch nicht von der bei den höheren Preisen.

Tabelle 4.3-1: Sensitivität 2: Höhere und niedrigere Energiepreise (Vergleich mit Referenzentwicklung)

Sensitivität höhere Energiepreise (Abweichung zur Referenz in %)	2005	2010	2020	2030
Grosshandelspreise (ohne MwSt)				
Heizöl leicht (CHF/100 l)	18	19	12	6
Heizöl schwer (CHF/t)	27	27	16	8
Erdgas Industrie (Rp/kWh)	18	19	13	6
Steinkohle (CHF/t)	10	8	6	6
Strom Industrie (Rp/kWh)	0	0	0	0
Haushalte (mit MwSt)				
Heizöl leicht (CHF/100 l)	16	17	11	5
Erdgas (Rp/kWh)	17	17	11	6
Strom (Rp/kWh)	0	0	0	0
Benzin (Rp/l)	5	5	3	2
Diesel (Rp/l)	5	5	4	2
Sensitivität niedrigere Energiepreise Abweichung zur Referenz in %	2005	2010	2020	2030
Grosshandelspreise (ohne MwSt)				
Heizöl leicht (CHF/100 l)	-21	-22	-14	-6
Heizöl schwer (CHF/t)	-31	-31	-19	-8
Erdgas Industrie (Rp/kWh)	-17	-21	-13	-6
Steinkohle (CHF/t)	-4	-6	-6	-4
Strom Industrie (Rp/kWh)	0	0	0	0
Haushalte (mit MwSt)				
Heizöl leicht (CHF/100 l)	-19	-19	-12	-5
Erdgas (Rp/kWh)	-15	-19	-12	-5
Strom (Rp/kWh)	0	0	0	0
Benzin (Rp/l)	-5	-5	-4	-2
Diesel (Rp/l)	-6	-6	-4	-2

Die Umsetzung dieser Vorgaben auf den Energieverbrauch erfolgt methodisch wiederum über die Vorgabe von kurz-, mittel- und längerfristigen Preis- und Substitutionselastizitäten (vgl. zu den Werten Anhangtabelle A1-1). Höhere Energiepreise machen Einsparinvestitionen lohnender, die Investitionsneigung wird zunehmen, Umgekehrtes gilt bei fallenden Preisen. Hinzu kommen vor allem,

kurzfristig gesehen, preisbedingte Verhaltensänderungen. Wie weiter oben bereits erwähnt, sind die zugrunde gelegten Elastizitätskoeffizienten vorsichtig eingeschätzt. Allerdings gehen wir von einer asymmetrischen Nachfragereaktion aus; d.h. höhere Preise führen zu stärkeren, die Nachfrage senkenden Effekten, als umgekehrt niedrigere Preise die Nachfrage erhöhen. Letzteres wird auf den sogenannten Sperrklinkeneffekt zurückgeführt, der daraus resultiert, dass früher getätigte Einsparinvestitionen (z.B. bei Heizanlagen, Sanierungsmassnahmen u.ä.) bei fallenden Preisen nicht wieder rückgängig gemacht werden.¹ Die Preisreaktion ist daher bei fallenden Preisen geringer, wir haben diesen Effekt dadurch aufzufangen versucht, dass wir die mittel- und langfristigen Elastizitäten um 20 % gesenkt haben.

4.3.2 Ergebnisse Sensitivität 2

Die zusammengefassten Ergebnisse für die **Sensitivität höhere Preise** sind den Tabellen 4.3-2 und 4.3-3 zu entnehmen, für die Sensitivität niedrigere Preise sind sie in den Tabellen 4.3-4 und 4.3-5 dargestellt. Die Abgrenzung entspricht wiederum dem CO₂-Gesetz. Die Detailresultate sind im Anhang 2 bzw. 3 zu finden.

Zunächst zu den Auswirkungen höherer Preise: Insgesamt halten sich die Verbrauchseffekte in Grenzen, am stärksten sind sie mit -0,9 % im Zeitraum 2008/2012. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass die Stromnachfrage sich nicht ändert. Bei den fossilen Brennstoffen führen die Preiserhöhungen zu Minderverbräuchen im Umfang von -1,9 %, bei den Treibstoffen sind die Effekte aufgrund der geringeren relativen Verteuerung kleiner. Der Mehrverbrauch bei den Sonstigen Energieträgern resultiert aus preisbedingten Substitutionsgewinnen bei den regenerativen Energieträgern. Die Unterschiede in den Wirkungen bei den Energieträgern spiegeln sich teilweise in den Sektorresultaten wider, am stärksten sind sie bei den Privathaushalten und im Dienstleistungsbereich. Die geringeren Wirkungen in der Industrie sind auf die im Vergleich zu den Privathaushalten unterstellten niedrigeren Preiselastizitäten zurückzuführen. Allgemein gilt, dass die Preiseffekte nach 2010 aufgrund der rückläufigen Preisunterschiede zur Referenzentwicklung allmählich nachlassen. Hieraus ergeben sich folgende Konsequenzen für die CO₂-Emissionen:

- Insgesamt (über alle Sektoren und Energieträger, aber in der Abgrenzung des CO₂-Gesetzes) liegen die **CO₂-Emissionen insgesamt** im Durchschnitt der Jahre 2008/2012 um rd. 0,6 Mio t unter den Referenzwerten. Die Abweichung entspricht

¹ Dem steht auch der inzwischen eingetretene technische Fortschritt entgegen.

damit in etwa gerade derjenigen in der Sensitivität „niedrigeres Wirtschaftswachstum“. Allerdings sieht die Verteilung über die Sektoren und die Energieträger anders aus: Bei den Privathaushalten ist der Unterschied mit knapp -0,3 Mio t am grössten, gefolgt vom Verkehrssektor. Bei den Energieträgern entfallen drei Viertel der niedrigeren Emissionen auf die Brennstoffe, der Rest auf die Treibstoffe.

- Mit 38,6 Mio t insgesamt reduzieren sich die Emissionen gegenüber 1990 um 2,4 Mio t, als Ziel sind 4,1 Mio t (-10 %) vorgegeben; es fehlen also noch 1,7 Mio t, entsprechend 4,2 %.
- Bei den fossilen **Brennstoffen** errechnet sich eine Emissionsminderung gegenüber 1990 von 3,4 Mio t, das entspricht einem beachtlichen Rückgang um 13,3 %, zur Zielvorgabe von -15 % beträgt die Lücke also lediglich noch 1,7 %.
- Bei den fossilen **Treibstoffen** vermag der unterstellte Preisanstieg noch keine Trendumkehr zu bewirken: In 2010 liegen die CO₂-Emissionen weiterhin um 1,0 Mio t (+6,7 %) über dem 90er Wert. Gefordert ist nach dem CO₂-Gesetz jedoch ein Rückgang um 1,2 Mio t (-8 %). Zur Zielerreichung müsste der CO₂-Ausstoss bei den Treibstoffen daher um fast 15 % niedriger liegen.

Tabelle 4.3-2: Entwicklung des Energieverbrauchs, in PJ
Sensitivität höhere Energiepreise

	1990 ¹⁾	2000 ¹⁾	2005	2008/2012 Durchschnitt	2020
Berechnung nach CO₂-Gesetz					
Nach Verbrauchergruppen					
Privathaushalte	245	253	248	241	232
Dienstleistungen ²⁾	134	151	149	146	142
Industrie ²⁾	165	170	178	179	187
Verkehr	219	238	238	236	231
Umwandlungssektor	10	7	8	8	10
Statistische Differenz	7	15	16	16	17
Nach Energieträgern					
fossile Brennstoffe	359	356	343	328	317
fossile Treibstoffe	209	228	227	223	218
Elektrizität	169	191	203	208	216
Sonstige	42	59	63	66	68
Insgesamt	780	835	837	826	819
Abweichung zu Referenz 2002 in %					
Nach Verbrauchergruppen					
Privathaushalte			-0.9	-1.5	-1.2
Dienstleistungen			-0.6	-1.0	-0.8
Industrie			-0.3	-0.4	-0.2
Verkehr			-0.6	-0.8	-0.7
Umwandlungssektor			-0.2	-0.3	-0.2
Statistische Differenz			-0.5	-0.9	-0.8
Nach Energieträgern					
fossile Brennstoffe			-1.2	-1.9	-1.7
fossile Treibstoffe			-0.6	-0.9	-0.7
Elektrizität			0	0	0
Sonstige			0.5	0.6	1.2
Insgesamt			-0.6	-0.9	-0.7

1) klimabereinigte Istwerte

2) Abgrenzung nach NOGA-Systematik (1990 eigene Schätzung)

Tabelle 4.3-3: Entwicklung der CO₂-Emissionen, in Mio t
Sensitivität höhere Energiepreise

	1990 ¹⁾	2000 ¹⁾	2005	2008/2012 Durchschnitt	2020
Berechnung nach CO₂-Gesetz					
Nach Verbrauchergruppen					
Privathaushalte	12.8	12.2	11.6	11.0	10.3
Dienstleistungen ²⁾	5.4	5.7	5.2	4.8	4.4
Industrie ²⁾	6.4	5.4	5.4	5.2	5.3
Verkehr	15.5	16.9	16.7	16.5	16.1
Umwandlungssektor	0.8	0.4	0.4	0.4	0.5
Statistische Differenz	0.3	0.6	0.6	0.6	0.7
Nach Energieträgern					
fossile Brennstoffe	25.5	24.3	23.3	22.1	21.2
fossile Treibstoffe	15.5	16.9	16.7	16.5	16.1
Insgesamt	41.0	41.2	40.0	38.6	37.3
Abweichung zu Referenz 2002 in Mio t					
Nach Verbrauchergruppen					
Privathaushalte			-0.17	-0.26	-0.22
Dienstleistungen			-0.06	-0.09	-0.07
Industrie			-0.05	-0.06	-0.05
Verkehr			-0.10	-0.14	-0.12
Umwandlungssektor			-0.00	-0.00	-0.00
Statistische Differenz			-0.01	-0.01	-0.01
Nach Energieträgern					
Fossile Brennstoffe			-0.28	-0.43	-0.36
Fossile Treibstoffe			-0.10	-0.14	-0.12
Insgesamt (inkl. Umwandlungsgesetz)			-0.38	-0.57	-0.48
Entwicklung 1990/2010					
	Veränderung 1990/2010		Reduktionsziel 2010		Ziellücken 2010
in Mio t					
Fossile Brennstoffe	-3.4		-3.8		-0.4
Fossile Treibstoffe	1.0		-1.2		-2.3
Insgesamt	-2.4		-4.1		-1.7
in %					
Fossile Brennstoffe	-13.3		-15		-1.7
Fossile Treibstoffe	6.7		-8		-14.7
Insgesamt	-5.8		-10		-4.2

1) Klimabereinigte Istwerte

2) Abgrenzung nach NOGA-Systematik (1990 eigene Schätzung)

Im Fall **niedrigere Energiepreise** kehrt sich das Vorzeichen in der Veränderung gegenüber der Referenzentwicklung um. In 2010 liegen die CO₂-Emissionen insgesamt um knapp 0,5 Mio t über dem Referenzwert. Die Struktur der Veränderung ist identisch mit derjenigen im Fall höherer Preise. Insgesamt verschlechtert sich die CO₂-Bilanz und die Ziellücken vergrössern sich. Kurz zusammengefasst zeigen sich folgende Resultate:

- Das **CO₂-Emissionsniveau** liegt im Durchschnitt der Jahre 2008/2012 bei 39,7 Mio t, gegenüber den 41 Mio t in 1990 ist dies ein Rückgang um 1,3 Mio t, deutlich zu wenig, gemessen an dem geforderten Reduktionsziel von -4,1 Mio t. Von dem Reduktionsziel (-10 %) wären somit lediglich 1/3 erreicht, 6,8 % wären noch zu realisieren.
- Bei den **Brennstoffen** vermindert sich der Ausstoss um -2,6 Mio t, etwas mehr als -10 %, von der Zielvorgabe von -15 % sind also etwa 2/3 erreicht.
- Bei den **Treibstoffen** ist die Bilanz erwartungsgemäss ungünstig. Gegenüber 1990 steigt der CO₂-Ausstoss von 15,5 auf 16,8 Mio t um mehr als 8 %, als Reduktionsziel gelten statt dessen -8 %, entsprechend einem Emissionsniveau von 14,2 Mio t. Die Ziellücke beträgt 2,5 Mio t (vgl. Tabelle 4.3-5).

Tabelle 4.3-4: Entwicklung des Energieverbrauchs, in PJ
Sensitivität niedrigere Energiepreise

	1990 ¹⁾	2000 ¹⁾	2005	2008/2012 Durchschnitt	2020
Berechnung nach CO₂-Gesetz					
Nach Verbrauchergruppen					
Privathaushalte	245	253	253	248	237
Dienstleistungen ²⁾	134	151	151	149	144
Industrie ²⁾	165	170	179	181	188
Verkehr	219	238	241	239	234
Umwandlungssektor	10	7	8	8	10
Statistische Differenz	7	15	16	17	17
Nach Energieträgern					
fossile Brennstoffe	359	356	351	339	326
fossile Treibstoffe	209	228	230	227	221
Elektrizität	169	191	203	208	216
Sonstige	42	59	64	67	68
Insgesamt	780	835	848	842	830
Abweichung zu Referenz 2002 in %					
Nach Verbrauchergruppen					
Privathaushalte			1.0	1.4	1.1
Dienstleistungen			0.7	1.0	0.7
Industrie			0.4	0.4	0.2
Verkehr			0.6	0.8	0.6
Umwandlungssektor			0.1	0.2	0.1
Statistische Differenz			0.5	0.8	0.7
Nach Energieträgern					
fossile Brennstoffe			1.1	1.5	1.0
fossile Treibstoffe			0.7	0.8	0.6
Elektrizität			0	0	0
Sonstige			0.4	0.6	0.5
Insgesamt			0.7	0.9	0.7

1) Klimabereinigte Istwerte

2) Abgrenzung nach NOGA-Systematik (1990 eigene Schätzung)

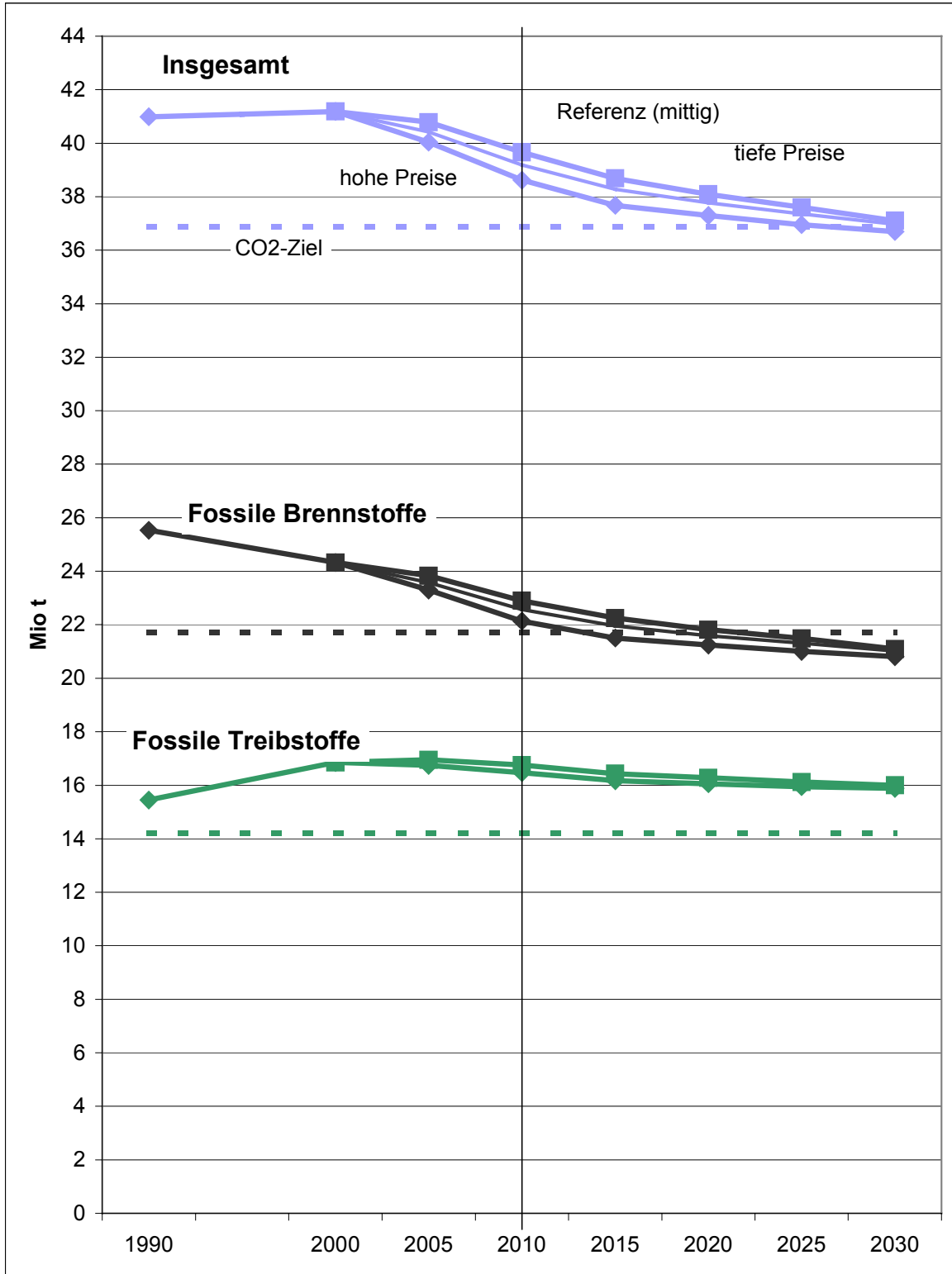
Tabelle 4.3-5: Entwicklung der CO₂-Emissionen, in Mio t
Sensitivität niedrigere Energiepreise

	1990 ¹⁾	2000 ¹⁾	2005	2008/2012 Durchschnitt	2020
Berechnung nach CO₂-Gesetz					
Nach Verbrauchergruppen					
Privathaushalte	12.8	12.2	11.9	11.5	10.7
Dienstleistungen ²⁾	5.4	5.7	5.4	5.0	4.5
Industrie ²⁾	6.4	5.4	5.5	5.3	5.4
Verkehr	15.5	16.9	17.0	16.8	16.3
Umwandlungssektor	0.8	0.4	0.4	0.4	0.5
Statistische Differenz	0.3	0.6	0.6	0.7	0.7
Nach Energieträgern					
fossile Brennstoffe	25.5	24.3	23.8	22.9	21.8
fossile Treibstoffe	15.5	16.9	17.0	16.8	16.3
Insgesamt	41.0	41.2	40.8	39.7	38.1
Abweichung zu Referenz 2002 in Mio t					
Nach Verbrauchergruppen					
Privathaushalte			0.15	0.21	0.15
Dienstleistungen			0.07	0.09	0.06
Industrie			0.03	0.03	0.01
Verkehr			0.11	0.13	0.10
Umwandlungssektor			0.00	0.00	0.00
Statistische Differenz			0.00	0.01	0.01
Nach Energieträgern					
Fossile Brennstoffe			0.25	0.34	0.22
Fossile Treibstoffe			0.11	0.13	0.10
Insgesamt (inkl. Umwandlungsgesetz)			0.37	0.47	0.32
Entwicklung 1990/2010					
	Veränderung 1990/2010	Reduktionsziel 2010	Ziellücken 2010		
in Mio t					
Fossile Brennstoffe	-2.6	-3.8	-1.2		
Fossile Treibstoffe	1.3	-1.2	-2.5		
Insgesamt	-1.3	-4.1	-2.8		
in %					
Fossile Brennstoffe	-10.3	-15	-4.7		
Fossile Treibstoffe	8.4	-8	-16.4		
Insgesamt	-3.2	-10	-6.8		

1) Klimabereinigte Istwerte

2) Abgrenzung nach NOGA-Systematik (1990 eigene Schätzung)

Abbildung 4.3-1: CO₂-Emissionen und Reduktionsziele, Sensitivität Energiepreise, Abgrenzung nach CO₂-Gesetz und NOGA-Systematik, in Mio t



4.4 Sensitivität 3: Höheres und niedrigeres Verkehrswachstum

4.4.1 Annahmensetzung

Im Vergleich zum Verkehrsmengengerüst, das der Referenzentwicklung zugrunde liegt, wird in dieser Sensitivität untersucht, wie sich eine autonome Veränderung der Verkehrsnachfrage auf die Energieverbrauchsentwicklung bzw. auf die CO₂-Emissionen auswirkt. Unterstellt wird alternativ ein um 5 % höheres bzw. 5 % niedrigeres Verkehrsaufkommen im Vergleich zur Referenz, wobei sich diese Abweichungen kontinuierlich bis 2010 aufbauen und dann unverändert bleiben.

Für die Quantifizierung der Auswirkungen wurden verschiedene zusätzliche Annahmen getrennt nach Personen- und Güterverkehr und nach Verkehrsträgern getroffen. Für den Personenverkehr wurde Folgendes angenommen:

- Beim motorisierten Individualverkehr (PW) führt die steigende Mobilitätsnachfrage zu einer nur unterproportional steigenden Fahrleistung (Fzkm), da angenommen wird, dass die zusätzliche Nachfrage vorwiegend im Freizeitverkehr realisiert wird; diese ist durch einen höheren Besetzungsgrad (Pkm/Fzkm) gekennzeichnet. Die Erhöhung der Nachfrage um 5 % führt zu einer Steigerung der Fahrleistungen um ca. 4,5 %. Bei der niedrigeren Verkehrsnachfrage wirkt dieser Effekt etwas weniger stark (Fahrleistungen -4,7 %), da hier der Anteil des Freizeitverkehrs etwas niedriger sein dürfte.
- Der durchschnittliche Kraftstoffverbrauch der PW-Flotte nimmt im Fall der steigenden Nachfrage aufgrund des höheren Anteils von neuen PW etwas stärker ab als in der Referenz, da der Anteil neuer PW etwas höher liegt. Umgekehrtes gilt für den Fall der sinkenden Nachfrage. Allerdings bleibt dieser Effekt aufgrund des in der Referenz bereits unterstellten starken Rückgangs des Flottenverbrauchs begrenzt, bis 2010 liegt er unter 0,5 %.
- Beim Eisenbahnverkehr ist davon auszugehen, dass die steigende bzw. sinkende Nachfrage die Fahrleistungen der Eisenbahnen nicht beeinflusst, da diese durch eine bessere bzw. schlechtere Auslastung des Rollmaterials aufgefangen wird. Selbst wenn Personenzüge in Einzelfällen mehr bzw. weniger Waggons führen, ist der Effekt auf den Energieverbrauch eher zu vernachlässigen.
- Beim Luftverkehr wird davon ausgegangen, dass die Steigerung bzw. Verminderung der Nachfrage zu 80 % auf die An-

zahl der durchgeführten Flüge wirken wird, die verbleibenden 20 % durch Auslastungsveränderungen kompensiert werden.

Für den Güterverkehr wird Folgendes unterstellt:

- Veränderungen des Modal-Split werden nicht angenommen.
- Beim Strassengüterverkehr sind bei steigender und sinkender Nachfrage unterschiedliche Wirkungen zu erwarten: Bei steigender Nachfrage ist davon auszugehen, dass die Effizienz im Transportgewerbe weiter steigt und sich bei den schweren LW der Anteil der 40-Töner erhöhen wird. Damit wird die durchschnittliche Beladungseffizienz steigen, eine Erhöhung der Transportleistungsnachfrage um 5 % zieht somit eine unterproportionale Steigerung der Fahrleistungsnachfrage von etwas mehr als 4 % nach sich. Bei sinkender Nachfrage ist ein derartiger Effekt nicht zu erwarten, so dass sich diese voll auf die Fahrleistungen auswirkt. Für leichte LW wird eine proportionale Veränderung der Fahrleistung unterstellt.

Wie bei den PW ist auch bei den LW eine schnellere bzw. langsamere Veränderung der spezifischen Verbräuche zu erwarten, die hier mit 0,5 % leicht stärker ausfällt.

- Beim Eisenbahngüterverkehr wird anders als beim Personenverkehr davon ausgegangen, dass die zusätzliche Nachfrage zu entsprechenden Erhöhungen der Fahrleistung führt und damit den Energieverbrauch tangiert. Anders als beim Personenverkehr haben zusätzliche Transportleistungen aufgrund des hohen Gewichts unmittelbaren Einfluss auf den Energieverbrauch der fahrenden Züge.

Tabelle 4.4-1: Entwicklung des Treibstoffverbrauchs nach Energieträgern

Sensitivität höheres Verkehrswachstum (Abweichung zur Referenz in %)	2005	2010	2020	2030
Verkehr insgesamt	1.9	3.8	3.4	2.9
– Benzin	2.1	4.1	3.7	3.2
– Diesel	1.9	3.8	3.2	2.6
– Kerosin	1.8	3.6	3.2	2.8
– Elektrizität Verkehr	0.8	1.8	1.8	1.8
Sensitivität niedrigeres Verkehrswachstum (Abweichung zur Referenz in %)	2005	2010	2020	2030
Verkehr insgesamt	-2.2	-4.3	-4.1	-3.9
– Benzin	-2.3	-4.5	-4.3	-4.1
– Diesel	-2.4	-4.7	-4.4	-4.2
– Kerosin	-1.9	-3.8	-3.6	-3.4
– Elektrizität Verkehr	-0.9	-2.1	-2.1	-2.2

4.4.2 Ergebnisse Sensitivität 3

Die Auswirkungen dieser Annahmen sind zunächst als relative Abweichungen der einzelnen Treibstoffverbräuche von der Referenz in Tabelle 4.4-1 dargestellt. Man erkennt, dass die Auswirkungen im Vergleich zu den unterstellten Nachfrageänderungen von +5 % bzw. -5 % unterproportional ausfallen. Zu beachten ist, dass es sich hier um **Verbrauchseffekte** handelt. In der Energiestatistik und für die CO₂-Berechnung werden die Treibstoffe nach dem **Absatzprinzip** erfasst, d.h. inklusive Tanktourismus. Auswirkungen auf den Tanktourismus werden in diesen Sensitivitätsrechnungen nicht berücksichtigt, da sich hierdurch keine Änderungen in den Treibstoffpreisdifferenzen im Vergleich zu den angrenzenden Ländern ergeben. Dies hat zur Konsequenz, dass die relativen Abweichungen beim Absatz etwas niedriger sind als beim Verbrauch (vgl. dazu die nachfolgenden Ergebnistabellen und die entsprechenden Tabellen im Anhang). Im einzelnen ergeben sich kurz zusammengefasst folgende Wirkungen (vgl. Tabelle 4.4-2 bis 4.4-5).

- Im Fall der **steigenden Verkehrsnachfrage** liegt der Energieverbrauch im Sektor Verkehr in 2010 um 3 % über dem Referenzwert, +3,1 % bei den fossilen Brennstoffen und +1,8 % beim Strom, hier bezogen auf den entsprechenden Referenzverbrauch im Verkehr.¹ Der höhere Stromverbrauch ist auch der Grund für den höheren Verbrauch im Umwandlungssektor, der aber absolut betrachtet keine Rolle spielt.
- Für die **CO₂-Emissionen insgesamt** bedeuten diese Veränderungen einen Mehrausstoss von rd. 0,5 Mio t in 2010. Die

¹ Bezogen auf den Gesamtstromverbrauch liegt der Effekt nur bei marginalen 0,1 %.

Gesamtemissionen betragen somit 39,7 Mio t, sie sind damit 1,3 Mio t niedriger als 1990, aber bis zur Erreichung des Zielwertes von -4,1 Mio t (-10 %) fehlen noch 2,8 Mio t (entsprechend 6,9 %-Punkte).

- Die bereits in der Referenzentwicklung unzureichende CO₂-Bilanz der fossilen **Treibstoffe** verschlechtert sich im Fall der hohen Verkehrssensitivität nochmals signifikant. Im Vergleich zu 1990 nehmen ihre CO₂-Emissionen um 1,7 Mio t (rd. 11 %) zu, die Zielvorgabe liegt dagegen bei -8 %. Um dies zu erreichen müssten die Emissionen bei den Treibstoffen um fast 3 Mio t verringert werden (rd. 19 %).
- Bei den fossilen **Brennstoffen** ändert sich gegenüber der Referenzentwicklung nichts.
- In der Sensitivität **Sinkende Verkehrsnachfrage** reduziert sich der Energieverbrauch der fossilen Brennstoffe um 3,6 % gegenüber der Referenz, die Auswirkungen beim Stromverbrauch liegen bei -2,1 %, wiederum bezogen allein auf den Referenzstromverbrauch im Verkehr. Insgesamt verringern sich die gesamten CO₂-Emissionen um 0,6 Mio t gegenüber der Referenz.
- Das bedeutet für die **CO₂-Bilanz insgesamt**: Rückgang gegenüber 1990 um 2,4 Mio t, verbleibt eine Ziellücke von 1,7 Mio t.
- Bei den fossilen **Treibstoffen** sieht das Bild jetzt besser aus. Zwar liegt das Emissionsniveau in 2010 mit 16 Mio t immer noch über dem Wert von 1990 (15,5 Mio t), die Zunahme ist jedoch deutlich geringer als in der Referenz, beim Benzin ergibt sich sogar eine Reduktion gegenüber 1990 um 0,3 Mio t (vgl. dazu die Detailangaben im Anhang 3). Zur Erreichung des Zielwertes von -1,2 Mio t fehlen bei den Treibstoffen noch 1,8 Mio t.

Tabelle 4.4-2: Entwicklung des Energieverbrauchs, in PJ
Sensitivität höheres Verkehrswachstum

	1990 ¹⁾	2000 ¹⁾	2005	2008/2012 Durchschnitt	2020
Berechnung nach CO₂-Gesetz					
Nach Verbrauchergruppen					
Privathaushalte	245	253	250	244	235
Dienstleistungen ²⁾	134	151	150	148	143
Industrie ²⁾	165	170	179	180	187
Verkehr	219	238	243	245	239
Umwandlungssektor	10	7	8	8	10
Statistische Differenz	7	15	16	17	17
Nach Energieträgern					
fossile Brennstoffe	359	356	348	335	323
fossile Treibstoffe	209	228	232	232	226
Elektrizität	169	191	203	209	216
Sonstige	42	59	63	66	67
Insgesamt	780	835	846	842	832
Abweichung zu Referenz 2002 in %					
Nach Verbrauchergruppen					
Privathaushalte			0	0	0
Dienstleistungen			0	0	0
Industrie			0	0	0
Verkehr			1.7	3.0	2.9
Umwandlungssektor			1.3	3.1	2.8
Statistische Differenz			0	0	0
Nach Energieträgern					
fossile Brennstoffe			0.0	0.1	0.1
fossile Treibstoffe			1.7	3.1	2.9
Elektrizität			0.0	0.1	0.1
Sonstige			0	0	0
Insgesamt			0.5	0.9	0.8

1) Klimabereinigte Istwerte

2) Abgrenzung nach NOGA-Systematik (1990 eigene Schätzung)

Tabelle 4.4-3: Entwicklung der CO₂-Emissionen, in Mio t
Sensitivität höheres Verkehrswachstum

	1990 ¹⁾	2000 ¹⁾	2005	2008/2012 Durchschnitt	2020
Berechnung nach CO₂-Gesetz					
Nach Verbrauchergruppen					
Privathaushalte	12.8	12.2	11.8	11.3	10.5
Dienstleistungen ²⁾	5.4	5.7	5.3	4.9	4.5
Industrie ²⁾	6.4	5.4	5.5	5.3	5.4
Verkehr	15.5	16.9	17.1	17.1	16.7
Umwandlungssektor	0.8	0.4	0.4	0.5	0.6
Statistische Differenz	0.3	0.6	0.6	0.7	0.7
Nach Energieträgern					
fossile Brennstoffe	25.5	24.3	23.6	22.6	21.6
fossile Treibstoffe	15.5	16.9	17.1	17.1	16.7
Insgesamt	41.0	41.2	40.7	39.7	38.3
Abweichung zu Referenz 2002 in Mio t					
Nach Verbrauchergruppen					
Privathaushalte			0	0	0
Dienstleistungen			0	0	0
Industrie			0	0	0
Verkehr			0.29	0.52	0.48
Umwandlungssektor			0.01	0.01	0.02
Statistische Differenz			0	0	0
Nach Energieträgern					
Fossile Brennstoffe			0.01	0.01	0.02
Fossile Treibstoffe			0.29	0.52	0.48
Insgesamt (inkl. Umwandlungsgesetz)			0.29	0.53	0.49
Entwicklung 1990/2010	Veränderung 1990/2010		Reduktionsziel 2010		Ziellücken 2010
in Mio t					
Fossile Brennstoffe	-3.0		-3.8		-0.9
Fossile Treibstoffe	1.7		-1.2		-2.9
Insgesamt	-1.3		-4.1		-2.8
in %					
Fossile Brennstoffe	-11.6		-15		-3.4
Fossile Treibstoffe	10.9		-8		-18.9
Insgesamt	-3.1		-10		-6.9

1) klimabereinigte Istwerte

2) Abgrenzung nach NOGA-Systematik (1990 eigene Schätzung)

Tabelle 4.4-4: Entwicklung des Energieverbrauchs, in PJ
Sensitivität niedrigeres Verkehrswachstum

	1990 ¹⁾	2000 ¹⁾	2005	2008/2012 Durchschnitt	2020
Berechnung nach CO₂-Gesetz					
Nach Verbrauchergruppen					
Privathaushalte	245	253	250	244	235
Dienstleistungen ²⁾	134	151	150	148	143
Industrie ²⁾	165	170	179	180	187
Verkehr	219	238	235	229	224
Umwandlungssektor	10	7	8	8	10
Statistische Differenz	7	15	16	17	17
Nach Energieträgern					
fossile Brennstoffe	359	356	347	334	323
fossile Treibstoffe	209	228	224	217	211
Elektrizität	169	191	203	208	215
Sonstige	42	59	63	66	67
Insgesamt	780	835	837	826	817
Abweichung zu Referenz 2002 in %					
Nach Verbrauchergruppen					
Privathaushalte			0	0	0
Dienstleistungen			0	0	0
Industrie			0	0	0
Verkehr			-1.9	-3.5	-3.6
Umwandlungssektor			0	0	0
Statistische Differenz			0	0	0
Nach Energieträgern					
fossile Brennstoffe			0	0	0
fossile Treibstoffe			-1.9	-3.6	-3.7
Elektrizität			-0.1	-0.1	-0.1
Sonstige			0	0	0
Insgesamt			-0.5	-1.0	-1.0

1) Klimabereinigte Istwerte

2) Abgrenzung nach NOGA-Systematik (1990 eigene Schätzung)

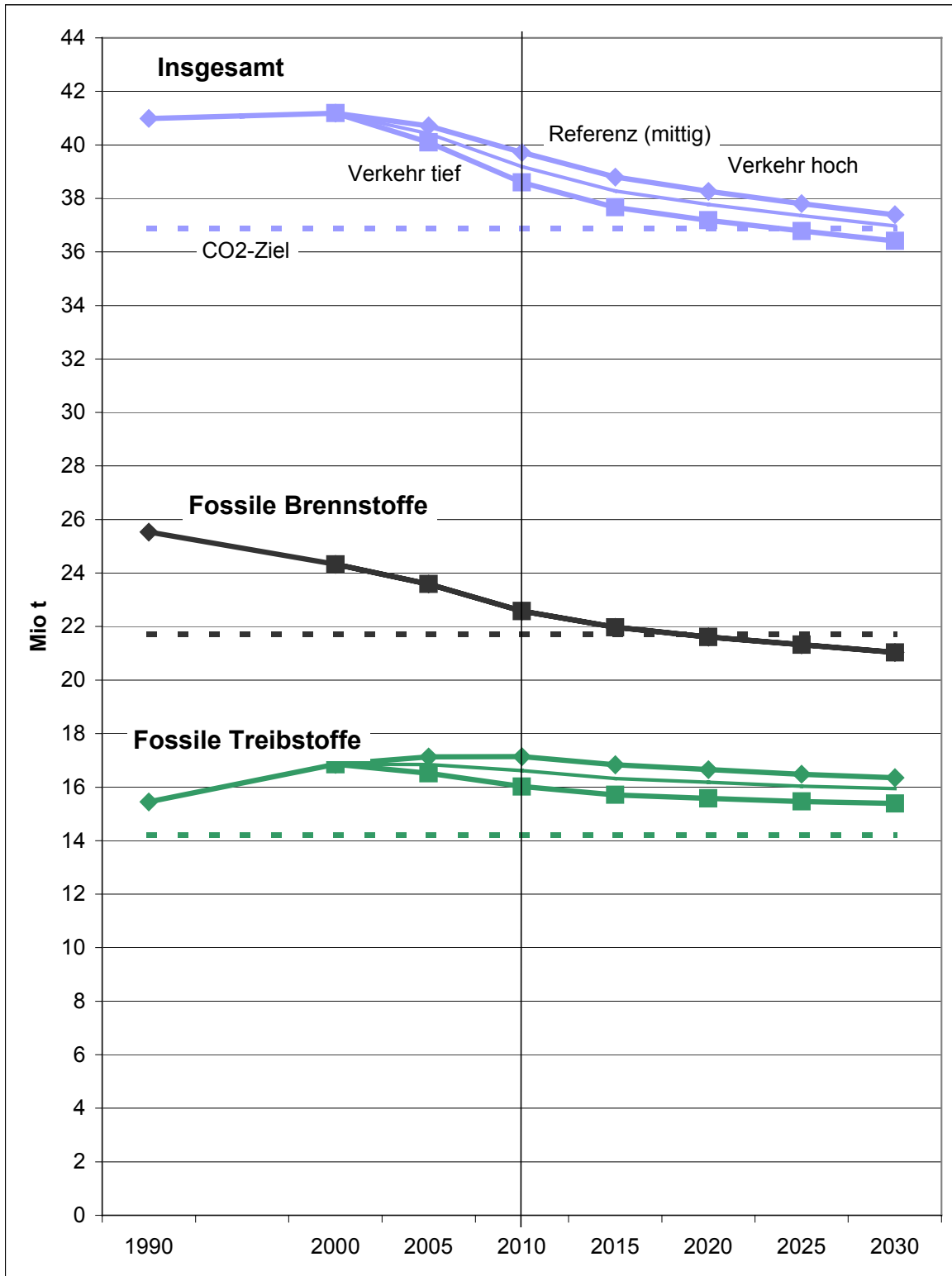
Tabelle 4.4-5: Entwicklung der CO₂-Emissionen, in Mio t
Sensitivität niedrigeres Verkehrswachstum

	1990 ¹⁾	2000 ¹⁾	2005	2008/2012 Durchschnitt	2020
Berechnung nach CO₂-Gesetz					
Nach Verbrauchergruppen					
Privathaushalte	12.8	12.2	11.8	11.3	10.5
Dienstleistungen ²⁾	5.4	5.7	5.3	4.9	4.5
Industrie ²⁾	6.4	5.4	5.5	5.3	5.4
Verkehr	15.5	16.9	16.5	16.0	15.6
Umwandlungssektor	0.8	0.4	0.4	0.4	0.5
Statistische Differenz	0.3	0.6	0.6	0.7	0.7
Nach Energieträgern					
fossile Brennstoffe	25.5	24.3	23.6	22.6	21.6
fossile Treibstoffe	15.5	16.9	16.5	16.0	15.6
Insgesamt	41.0	41.2	40.1	38.6	37.2
Abweichung zu Referenz 2002 in Mio t					
Nach Verbrauchergruppen					
Privathaushalte			0	0	0
Dienstleistungen			0	0	0
Industrie			0	0	0
Verkehr			-0.32	-0.59	-0.59
Umwandlungssektor			0	0	0
Statistische Differenz			0	0	0
Nach Energieträgern					
Fossile Brennstoffe			0	0	0
Fossile Treibstoffe			-0.32	-0.59	-0.59
Insgesamt (inkl. Umwandlungsgesetz)			-0.32	-0.59	-0.59
Entwicklung 1990/2010					
	Veränderung 1990/2010		Reduktionsziel 2010		Ziellücken 2010
in Mio t					
Fossile Brennstoffe	-3.0		-3.8		-0.9
Fossile Treibstoffe	0.6		-1.2		-1.8
Insgesamt	-2.4		-4.1		-1.7
in %					
Fossile Brennstoffe	-11.6		-15		-3.4
Fossile Treibstoffe	3.7		-8		-11.7
Insgesamt	-5.8		-10		-4.2

1) Klimabereinigte Istwerte

2) Abgrenzung nach NOGA-Systematik (1990 eigene Schätzung)

Abbildung 4.4-1: CO₂-Emissionen und Reduktionsziele, Sensitivität Verkehrswachstum, Abgrenzung nach CO₂-Gesetz und NOGA-Systematik, in Mio t



4.5 Sensitivität 4: Verschärfte Standards für Neubauten und Sanierungen (Minergie I)

4.5.1 Annahmensetzung

Für die Referenzentwicklung wurde unterstellt, dass die neuen SIA 380/1-Grenzwerte für Neubauten und Sanierungen ab 2003 beginnend gelten und bis 2008 zu 100 % umgesetzt werden. Für die Sensitivitätsrechnung wird angenommen, dass der Minergie I-Standard ab 2003 für Neubauten und Sanierungen zum Zuge kommt, was einer wesentlichen Verschärfung der Baustandards gleichkommt. Tabelle 4.5-1 stellt die jeweiligen Standards für den Heizenergiebedarf bei Neubauten und Sanierungen einander gegenüber.

Tabelle 4.5-1: Heizenergiebedarf nach SIA 380/1 neu und Minergie I, in MJ m²

	Neubau		Sanierungen	
	EFH	MFH	EFH	MFH
SIA 380/1 (neu)	248 ¹⁾	190 ¹⁾	346	266
Minergie I ²⁾	93	65	229	200

1) für Gebäudeleitzahl von 1.75 bis 1.25

2) Die Minergiestandards enthalten im Grundsatz auch den Warmwasserverbrauch, dieser ist hier zur Vergleichbarkeit herausgerechnet.

Man erkennt, dass die Standards von Minergie I vor allem beim Neubau teilweise massiv über die SIA 380/1-Standards hinausgehen. Zwischen 2000 und 2010 sind allein im Wohnungsbereich mehr als 40 Mio m² an fossil beheizten neuen Flächenzugängen zu erwarten, hinzu kommen 25 bis 30 Mio m², die in diesem Zeitraum saniert werden. Das bedeutet, dass rd. 20 % des heutigen fossil beheizten Wohnflächenbestandes durch den verschärften Minergie I-Standard im Falle der Umsetzung des Minergie-Standards betroffen wären (vgl. Prognos 2001B). Hinzu kommen Gebäude im Dienstleistungsbereich und in der Industrie.

Allerdings wird für die Sensitivitätsrechnung angenommen, dass der Minergiestandard nur zu einem gewissen Grad auch tatsächlich umgesetzt wird. Konkret wird unterstellt, dass wiederum beginnend ab 2003 und jährlich ansteigend erst im Jahr 2010 50 % der Neubauten und Sanierungen nach Minergie I durchgeführt werden, der jeweilige Rest wie in der Referenz vorgegeben.

4.5.2 Ergebnisse Sensitivität 4

Tabelle 4.5-2 enthält die Resultate zu den Energieverbrauchswirkungen, Tabelle 4.5-3 zu den CO₂-Emissionen.¹ Folgende Tendenzen lassen sich erkennen:

- Da die verschärften Dämmstandards von Minergie I vor allem den Heizenergiebedarf decken, ist es nicht überraschend, dass die verbrauchssenkenden Wirkungen in den jeweiligen Sektoren um so stärker ausfallen, je höher der Anteil des Raumwärmebedarfs am jeweiligen Energieverbrauch ist. Dieser ist am höchsten im Haushaltssektor, dort führen die schärferen Standards bis 2010 zu Minderverbräuchen im Vergleich zur Referenz in Höhe von 2,9 %.
- Im Dienstleistungsbereich liegen sie relativ gesehen deutlich niedriger und in der Industrie spielt diese Massnahme nur eine untergeordnete Rolle.
- Alle fossilen Brennstoffe zusammen betrachtet liegt ihr Verbrauch um 2,3 % unter den Referenzwerten. Zwischen den einzelnen Energieträgern, die im Raumwärmesektor eingesetzt werden, ergeben sich innerhalb der jeweiligen Sektoren keine Unterschiede. Gesamthaft über alle Sektoren gesehen können sich jedoch strukturell bedingt, d.h. in Abhängigkeit von ihrer Bedeutung in den einzelnen Sektoren, Unterschiede ergeben. Bei den Treibstoffen gibt es keine Wirkungen.

Aus den Veränderungen bei den fossilen Energieträgern leiten sich unmittelbar die Konsequenzen für die CO₂-Emissionen ab:

- Insgesamt (aber wiederum in der Abgrenzung des CO₂-Gesetzes) liegen die CO₂-Emissionen für den Durchschnitt der Jahre 2008 bis 2012 um 0,5 Mio t unter den Referenzwerten. Interessanterweise ist damit der Effekt des verschärften Dämmstandards etwa genau so hoch wie ein um 0,5 % p.a. geringeres Wirtschaftswachstum oder eine Erhöhung der Energiepreise in dem Umfang, wie er im Kapitel 4.3 beschrieben wurde.
- Gegenüber 1990 liegt der **CO₂-Ausstoss insgesamt** um 2,3 Mio t niedriger, zum Ziel von -4,1 Mio t fehlen noch 1,8 Mio t (4,3 %).
- Da es bei den Treibstoffen keine Änderung gibt, kommen diese Minderemissionen voll bei den **Brennstoffen** zum Tragen. Das bedeutet, dass der CO₂-Ausstoss der fossilen Brennstoffe im

¹ Zu den Detailergebnissen siehe die entsprechenden Tabellen in Anhang 2 und 3.

Jahr 2010 um fast 14 % unter dem 90er Wert liegt, zur Zielerreichung von -15 % fehlt also nicht mehr viel.

- Bei den **Treibstoffen** gibt es wie erwähnt gegenüber den Referenzergebnissen keine Änderungen, das bedeutet: Anstieg der Emissionen um 1,2 Mio t (= 7,6 %). Zielwert dagegen -8 %, Ziellücke somit 2,4 Mio t (vgl. Tabelle 4.5-3).

*Tabelle 4.5-2: Entwicklung des Energieverbrauchs, in PJ
Sensitivität Minergie I*

	1990 ¹⁾	2000 ¹⁾	2005	2008/2012 Durchschnitt	2020
Berechnung nach CO₂-Gesetz					
Nach Verbrauchergruppen					
Privathaushalte	245	253	249	237	224
Dienstleistungen ²⁾	134	151	149	146	140
Industrie ²⁾	165	170	179	180	187
Verkehr	219	238	239	238	232
Umwandlungssektor	10	7	8	8	10
Statistische Differenz	7	15	16	17	17
Nach Energieträgern					
fossile Brennstoffe	359	356	346	327	311
fossile Treibstoffe	209	228	228	225	219
Elektrizität	169	191	203	208	214
Sonstige	42	59	63	65	65
Insgesamt	780	835	840	824	810
Abweichung zu Referenz 2002 in %					
Nach Verbrauchergruppen					
Privathaushalte			-0.6	-2.9	-4.8
Dienstleistungen			-0.4	-1.4	-2.1
Industrie			-0.1	-0.3	-0.4
Verkehr			0	0	0
Umwandlungssektor			-0.1	-0.3	-0.4
Statistische Differenz			0.0	0.0	0.0
Nach Energieträgern					
fossile Brennstoffe			-0.5	-2.3	-3.7
fossile Treibstoffe			0	0	0
Elektrizität			-0.1	-0.4	-0.6
Sonstige			-0.5	-1.9	-2.8
Insgesamt			-0.3	-1.2	-1.8

1) Klimabereinigte Istwerte

2) Abgrenzung nach NOGA-Systematik (1990 eigene Schätzung)

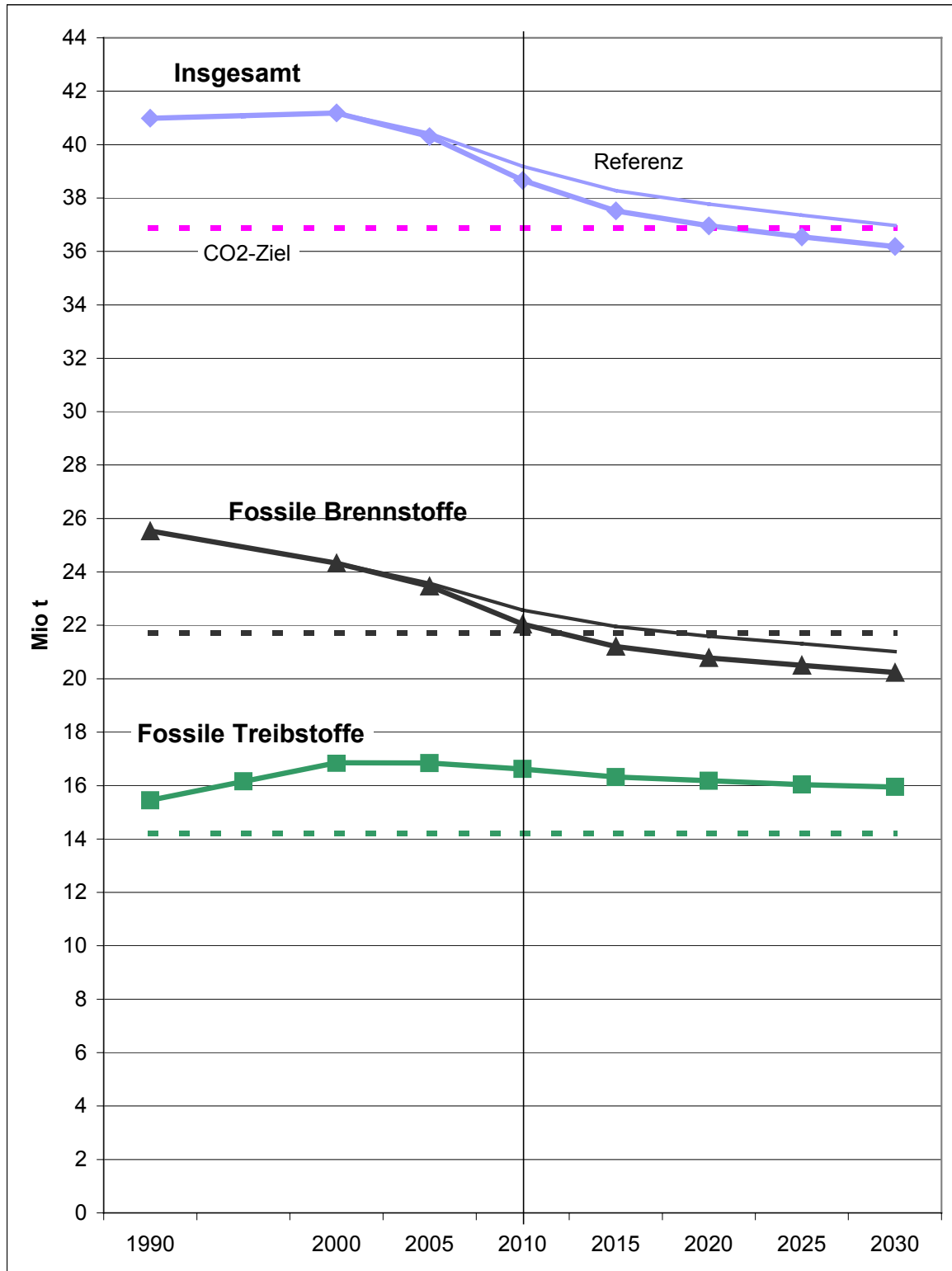
Tabelle 4.5-3: Entwicklung der CO₂-Emissionen, in Mio t
Sensitivität Minergie I

	1990 ¹⁾	2000 ¹⁾	2005	2008/2012 Durchschnitt	2020
Berechnung nach CO₂-Gesetz					
Nach Verbrauchergruppen					
Privathaushalte	12.8	12.2	11.7	10.9	9.9
Dienstleistungen ²⁾	5.4	5.7	5.3	4.8	4.3
Industrie ²⁾	6.4	5.4	5.5	5.3	5.3
Verkehr	15.5	16.9	16.8	16.6	16.2
Umwandlungssektor	0.8	0.4	0.4	0.4	0.5
Statistische Differenz	0.3	0.6	0.6	0.7	0.7
Nach Energieträgern					
fossile Brennstoffe	25.5	24.3	23.5	22.0	20.8
fossile Treibstoffe	15.5	16.9	16.8	16.6	16.2
Insgesamt	41.0	41.2	40.3	38.7	37.0
Abweichung zu Referenz 2002 in Mio t					
Nach Verbrauchergruppen					
Privathaushalte			-0.08	-0.40	-0.63
Dienstleistungen			-0.03	-0.10	-0.14
Industrie			-0.00	-0.02	-0.04
Verkehr			0	0	0
Umwandlungssektor			-0.00	-0.00	-0.00
Statistische Differenz			0.00	0.00	0.00
Nach Energieträgern					
Fossile Brennstoffe			-0.12	-0.52	-0.81
Fossile Treibstoffe			0	0	0
Insgesamt (inkl. Umwandlungsgesetz)			-0.12	-0.52	-0.81
Entwicklung 1990/2010	Veränderung 1990/2010	Reduktionsziel 2010	Ziellücken 2010		
in Mio t					
Fossile Brennstoffe	-3.5	-3.8	-0.3		
Fossile Treibstoffe	1.2	-1.2	-2.4		
Insgesamt	-2.3	-4.1	-1.8		
in %					
Fossile Brennstoffe	-13.7	-15	-1.3		
Fossile Treibstoffe	7.6	-8	-15.6		
Insgesamt	-5.7	-10	-4.3		

1) klimabereinigte Istwerte

2) Abgrenzung nach NOGA-Systematik (1990 eigene Schätzung)

Abbildung 4.5-1: CO₂-Emissionen und Reduktionsziele, Sensitivität Minergie, Abgrenzung nach CO₂-Gesetz und NOGA-Systematik, in Mio t



4.6 Sensitivität 5: Kombination „ungünstiger“ und „günstiger“ Rahmenbedingungen

4.6.1 Annahmensetzung

In den bisherigen Sensitivitätsrechnungen wurden jeweils Änderungen einzelner wichtiger Rahmenbedingungen betrachtet und in ihren isolierten Wirkungen untersucht. In dieser Sensitivitätsrechnung geht es nun darum, die kombinierte Wirkung einer gleichzeitigen Variation mehrerer Rahmensetzungen zu quantifizieren. Die Kombinationen wurden so ausgewählt, dass damit der mögliche Ergebniskorridor der künftigen CO₂-Entwicklung abgesteckt werden kann, d.h. es wurden auf der einen Seite „ungünstige“, den Energieverbrauch erhöhende Veränderungen der Rahmenbedingungen kombiniert, auf der anderen Seite wurden „günstige“, den Energieverbrauch senkende Veränderungen der Rahmenbedingungen zusammen betrachtet. Für den Fall der „ungünstigen“ Rahmensetzungen wurden folgende Annahmen kombiniert (Kombination 1)

- höheres Wirtschaftswachstum
- niedrigere Energiepreise und
- höheres Verkehrswachstum.

Für den Fall „günstige“ Rahmensetzungen wurden folgende Annahmen kombiniert (Kombination 2):

- niedrigeres Wirtschaftswachstum
- höhere Energiepreise
- niedrigeres Verkehrswachstum
- verschärfte Standards für Neubauten und Sanierungen (Minergie I).

Die Veränderungen der Vorgaben bei den jeweiligen Einzelkomponenten sind identisch mit denen in den vorhergehenden Abschnitten beschriebenen isolierten Veränderungen.

Bei einer Fragestellung, bei der wie hier die gleichzeitige (simultane) Wirkung verschiedener Einflussfaktoren geschätzt werden soll, ist wie für die Referenz zu fragen, ob sich die Wirkungen der einzelnen Komponenten überlagern könnten und damit die Gesamtwirkung der Kombination niedriger ausfällt als die Summe der Einzelwirkungen (vgl. dazu auch Abschnitt 3). Bei der Kombination „ungünstige“ Rahmenbedingungen dürfte dies kaum eine Rolle spielen, da zwischen den Einzeleffekten der Komponenten ursachenanalytisch weitgehende Unabhängigkeit besteht. Bei der Kombination 2, „günstige“ Rahmenbedingungen sind dagegen in gewissem Umfang zwischen der Wirkung der höheren Energiepreise einerseits und den verschärften Standards andererseits

Wirkungsüberschneidungen denkbar, und zwar in der Form, dass aufgrund der höheren Energiepreise einige der Neubauten und Sanierungen auch ohne gesetzliche Vorgaben im Minergie I-Standard durchgeführt worden wären. Das würde bedeuten, dass in dieser Masse die Wirkungen zu hoch ausgefallen wären. Allerdings sollten sich daraus keine wesentlichen Ergebnisverzerrungen ergeben, zumal wir für die Wirkungsschätzung eher recht vorsichtige Annahmen zugrunde gelegt haben, so bei der Festlegung der Preiselastizitäten oder der Annahme zum Vollzugsgrad des Minergiestands. Grundsätzlich sollte man bei der Interpretation der Ergebnisse für die kombinierten Sensitivitäten jedoch die Möglichkeit von Wirkungsüberlappungen nicht vergessen.

4.6.2 Ergebnisse Sensitivität 5

Zunächst zur **Kombination 1 „ungünstige“ Rahmenbedingungen**: Die Resultate dieser Sensitivitätsrechnung sind in den Tabellen 4.6-1 und 4.6-2 zusammengestellt, zu den Detailergebnissen sei auf die Anhänge verwiesen. Für den Energieverbrauch ergeben sich aus dieser Kombination folgende Ergebnisse:

- Insgesamt, über alle Energieträger und Verbrauchssektoren, erhöht sich der Energieverbrauch gegenüber der Referenzentwicklung bis 2010 (Durchschnitt 2008/2012) um rd. 4 %.
- Bei den hier im Vordergrund stehenden fossilen Brennstoffen errechnet sich ein Mehrverbrauch von 4,2 %, bei den fossilen Treibstoffen von fast 6 %. Bei letzteren machen sich die ungünstigen Rahmenbedingungen gleich mehrfach bemerkbar: Das höhere BIP-Wachstum generiert unabhängig von Verhaltensänderungen eine Zunahme der Verkehrsleistung, zusätzlich kommt die Annahme eines autonomen Verkehrszuwachses aufgrund steigender Mobilitätsbedürfnisse hinzu, die niedrigeren Treibstoffpreise verstärken diese Effekte noch, wenn auch nur marginal.
- Der erhöhte Stromverbrauch führt zu deutlich wachsendem Brennstoffeinsatz bei der Verstromung.
- Zwischen den übrigen Verbrauchssektoren sind beachtliche Wirkungsunterschiede festzustellen, die Verbrauchseffekte sind um so stärker, je unmittelbarer der Bezug zur Veränderung des Wirtschaftswachstums ist: Lässt man den Sonder Einfluss beim Verkehr bei Seite, zeigt sich, dass bei der Industrie mit +3,5 % die höchsten Verbrauchsänderungen auftreten werden, demgegenüber ist der 1,7 %ige Mehrverbrauch bei den Haushalten vergleichsweise gering.

Für die CO₂-Bilanz lassen sich die Ergebnisse dieser Kombination 1 folgendermassen zusammenfassen:

- Im Vergleich zur Referenzentwicklung liegen die **CO₂-Emissionen insgesamt** für den Durchschnitt der Jahre 2008/2012 um 1,85 Mio höher, das entspricht fast 5 %. Mit 41 Mio t ist damit der CO₂-Ausstoss in 2010 genau so hoch wie 1990, während das CO₂-Gesetz ein Reduktionsziel von -10 % (-4,1 Mio t) vorsieht. Somit ist die Ziellücke genau so hoch wie das Reduktionsziel.
- Der Zuwachs der CO₂-Emissionen gegenüber der Referenz verteilt sich fast gleichmässig auf die Brenn- und Treibstoffe und bei den Brennstoffen auch relativ gleichmässig auf die Sektoren (inkl. Umwandlung).
- Die Entwicklung gegenüber 1990, die hier von Bedeutung ist, zeigt für die **Brennstoffe** zwar nach wie vor einen Rückgang des CO₂-Ausstosses, mit -2,1 Mio t liegt er jedoch nur wenig höher als die Hälfte des Reduktionsziels. Die Ziellücke beträgt immerhin noch 1,8 Mio t, was rd. 7 % der Brennstoff-CO₂-Emissionen im Jahre 1990 entspricht.
- Ausgesprochen ungünstig würde sich bei einer solchen Konstellation der Rahmenbedingungen die CO₂-Bilanz für die **Treibstoffe** darstellen. Ihre CO₂-Emissionen nehmen gegenüber 1990 um 2,1 Mio t (knapp 14 %) zu. Sie liegen damit „weit“ entfernt von dem vorgegebenen Reduktionsziel von -1,2 Mio t (-8 %). Zur Zielerreichung fehlt eine CO₂-Reduktion um -3,4 Mio t (vgl. Tabelle 4.6-2).
- Insgesamt kann man bei dieser Konstellation der Rahmenbedingungen behaupten, dass es ausserordentlich starker Anstrengungen bedürfte, um zumindest eines der CO₂-Ziele zu erreichen.

Tabelle 4.6-1: Entwicklung des Energieverbrauchs, in PJ
Sensitivität ungünstige Kombination

	1990 ¹⁾	2000 ¹⁾	2005	2008/2012 Durchschnitt	2020
Berechnung nach CO₂-Gesetz					
Nach Verbrauchergruppen					
Privathaushalte	245	253	253	248	240
Dienstleistungen ²⁾	134	151	152	152	150
Industrie ²⁾	165	170	182	187	199
Verkehr	219	238	247	251	250
Umwandlungssektor	10	7	10	13	21
Statistische Differenz	7	15	16	17	18
Nach Energieträgern					
fossile Brennstoffe	359	356	355	349	346
fossile Treibstoffe	209	228	236	238	236
Elektrizität	169	191	205	213	225
Sonstige	42	59	64	68	70
Insgesamt	780	835	861	868	878
Abweichung zu Referenz 2002 in %					
Nach Verbrauchergruppen					
Privathaushalte			1.1	1.7	2.0
Dienstleistungen			1.6	2.8	4.8
Industrie			1.9	3.5	6.3
Verkehr			3.2	5.7	7.4
Umwandlungssektor			32.8	67.9	115.4
Statistische Differenz			1.5	2.8	4.9
Nach Energieträgern					
fossile Brennstoffe			2.3	4.2	7.3
fossile Treibstoffe			3.2	5.8	7.4
Elektrizität			1.0	2.1	4.4
Sonstige			2.2	3.7	4.8
Insgesamt			2.2	4.1	6.4

1) Klimabereinigte Istwerte

2) Abgrenzung nach NOGA-Systematik (1990 eigene Schätzung)

Tabelle 4.6-2: Entwicklung der CO₂-Emissionen, in Mio t
Sensitivität ungünstige Kombination

	1990 ¹⁾	2000 ¹⁾	2005	2008/2012 Durchschnitt	2020
Berechnung nach CO₂-Gesetz					
Nach Verbrauchergruppen					
Privathaushalte	12.8	12.2	11.9	11.5	10.8
Dienstleistungen ²⁾	5.4	5.7	5.4	5.1	4.7
Industrie ²⁾	6.4	5.4	5.6	5.5	5.7
Verkehr	15.5	16.9	17.4	17.6	17.4
Umwandlungssektor	0.8	0.4	0.6	0.7	1.2
Statistische Differenz	0.3	0.6	0.7	0.7	0.7
Nach Energieträgern					
fossile Brennstoffe	25.5	24.3	24.1	23.5	23.0
fossile Treibstoffe	15.5	16.9	17.4	17.6	17.4
Insgesamt	41.0	41.2	41.5	41.0	40.4
Abweichung zu Referenz 2002 in Mio t					
Nach Verbrauchergruppen					
Privathaushalte			0.18	0.26	0.26
Dienstleistungen			0.10	0.15	0.21
Industrie			0.10	0.17	0.33
Verkehr			0.54	0.96	1.20
Umwandlungssektor			0.14	0.29	0.62
Statistische Differenz			0.01	0.02	0.03
Nach Energieträgern					
Fossile Brennstoffe			0.52	0.89	1.45
Fossile Treibstoffe			0.54	0.96	1.20
Insgesamt (inkl. Umwandlungsgesetz)			1.06	1.85	2.65
Entwicklung 1990/2010	Veränderung 1990/2010	Reduktionsziel 2010	Ziellücken 2010		
in Mio t					
Fossile Brennstoffe	-2.1	-3.8	-1.8		
Fossile Treibstoffe	2.1	-1.2	-3.4		
Insgesamt	0.0	-4.1	-4.1		
in %					
Fossile Brennstoffe	-8.1	-15	-6.9		
Fossile Treibstoffe	13.8	-8	-21.8		
Insgesamt	0.1	-10	-10.1		

1) Klimabereinigte Istwerte

2) Abgrenzung nach NOGA-Systematik (1990 eigene Schätzung)

Wie sieht die Entwicklung im Fall der **Kombination 2 „günstige“ Rahmenbedingungen** aus? Hier kommen zusätzlich zu den drei Komponenten der Kombination 1 noch die verschärften Dämmstandards von Minergie I als Einflussfaktor hinzu, die Verbrauchseffekte sind daher stärker und die Struktur der Wirkungen auch etwas anders (vgl. die Tabellen 4.6-3 und 4.6-4):

- Insgesamt errechnet sich bei einer solchen Konstellation von Rahmenbedingungen ein Minderverbrauch der Energie im

Vergleich zur Referenz von 4,7 % im Durchschnitt der Jahre 2008/2012.

- Bei den fossilen Energieträgern vermindert sich der Energieverbrauch im Vergleich dazu überproportional, das gilt sowohl für die Brennstoffe als auch für die Treibstoffe.
- Bei den fossilen Brennstoffen reduziert sich der Verbrauch im Vergleich zur Referenzentwicklung um 5,2 %, bei den fossilen Treibstoffen gar um 6,1 %.¹
- Die Verteilung der Verbrauchswirkungen auf die einzelnen Verbrauchssektoren unterscheidet sich wesentlich von der in der Kombination 1. Der in Kombination 1 festgestellte Zusammenhang zur BIP-Veränderung wird hier durch den Einfluss von Minergie I aufgehoben. Sieht man auch hier vom Verkehr ab, weisen nunmehr die Privathaushalte die stärksten Veränderungen im Vergleich zur Referenz auf, am niedrigsten sind sie bei der Industrie, wo die Verschärfung der Baustandards nur geringe Wirkung hat.
- Der Einsatz fossiler Brennstoffe im Umwandlungssektor reagiert im Fall der verbrauchssenkenden Kombination wesentlich schwächer, obwohl auch hier der Stromverbrauch sich um 2 bis 3 % verringert. Der Grund ist, wie bereits in Abschnitt 4.2 dargestellt, dass dies im Wesentlichen durch geringere Auslastung der in der Referenz vorgegebenen Erzeugungskapazitäten aufgefangen wird.

Wie wirken sich die dargestellten Minderverbräuche an fossilen Energieträgern auf die CO₂-Bilanz aus? Werden in der Kombination 2, in der von „günstigen“ Bedingungen ausgegangen wird, die CO₂-Reduktionsziele erreicht? Folgende Veränderungen sind festzuhalten:

- Im Vergleich zum Referenzwert der Jahre 2008/2012 vermindert sich der **CO₂-Ausstoss insgesamt** um immerhin 2,2 Mio t. Die CO₂-Emissionen liegen somit in 2010 bei 37 Mio t, das entspricht einem Rückgang von 4 Mio t gegenüber 1990. Das Reduktionsziel liegt bei 4,1 Mio t. Insofern kann man also feststellen, dass das CO₂-Ziel gesamthaft betrachtet in etwa erreicht wäre.
- Bei den fossilen **Brennstoffen** zeigt die Veränderung gegenüber 1990 einen Rückgang um 4,2 Mio t (-16,3 %), gefordert sind nach dem CO₂-Gesetz eine Reduktion um 3,8 Mio t (-15 %), d.h. der Zielwert wird sogar übertroffen.

¹ Dass die Abweichung beim Verkehr leicht höher ausfällt als bei Kombination 1 liegt daran, dass die autonome Änderung der Verkehrsentwicklung im Fall der niedrigeren Variante stärker wirkt als im Fall der höheren Variante (vgl. Sensitivität 3).

- Nicht so günstig ist die CO₂-Bilanz bei den **Treibstoffen**. Hier werden die Ziele (Reduktion um -1,2 Mio t, d.h. -8 %) gegenüber 1990 nicht erreicht. Immerhin könnte man als Erfolg verbuchen, dass der CO₂-Ausstoss etwa auf das Niveau von 1990 zurückgeführt werden konnte (Veränderung gegenüber 1990 um +0,1 Mio t). Bis zur Zielerreichung fehlen noch 9 %-Punkte (vgl. Tabelle 4.6-4).

Zwischen den Ergebnissen der Kombination 1 (ungünstige Bedingungen) und Kombination 2 (günstige Bedingungen) zeigt sich für die CO₂-Emissionen insgesamt in 2010 eine Spreizung von 4 Mio t, sie verteilt sich recht gleichmässig auf die fossilen Brenn- und Treibstoffe.

Tabelle 4.6-3: Entwicklung des Energieverbrauchs, in PJ
Sensitivität günstige Kombination

	1990 ¹⁾	2000 ¹⁾	2005	2008/2012 Durchschnitt	2020
Berechnung nach CO₂-Gesetz					
Nach Verbrauchergruppen					
Privathaushalte	245	253	246	233	219
Dienstleistungen ²⁾	134	151	147	142	134
Industrie ²⁾	165	170	175	174	176
Verkehr	219	238	232	223	214
Umwandlungssektor	10	7	8	8	10
Statistische Differenz	7	15	16	16	16
Nach Energieträgern					
fossile Brennstoffe	359	356	340	317	298
fossile Treibstoffe	209	228	221	211	202
Elektrizität	169	191	201	203	206
Sonstige	42	59	62	63	64
Insgesamt	780	835	824	795	769
Abweichung zu Referenz 2002 in %					
Nach Verbrauchergruppen					
Privathaushalte			-1.6	-4.6	-6.8
Dienstleistungen			-1.9	-4.1	-6.5
Industrie			-1.9	-3.7	-6.1
Verkehr			-3.3	-6.1	-7.8
Umwandlungssektor			-0.3	-0.7	-0.9
Statistische Differenz			-1.5	-2.8	-4.6
Nach Energieträgern					
fossile Brennstoffe			-2.2	-5.2	-7.8
fossile Treibstoffe			-3.3	-6.1	-7.9
Elektrizität			-1.1	-2.4	-4.6
Sonstige			-1.4	-3.7	-5.0
Insgesamt			-2.2	-4.7	-6.7

1) Klimabereinigte Istwerte

2) Abgrenzung nach NOGA-Systematik (1990 eigene Schätzung)

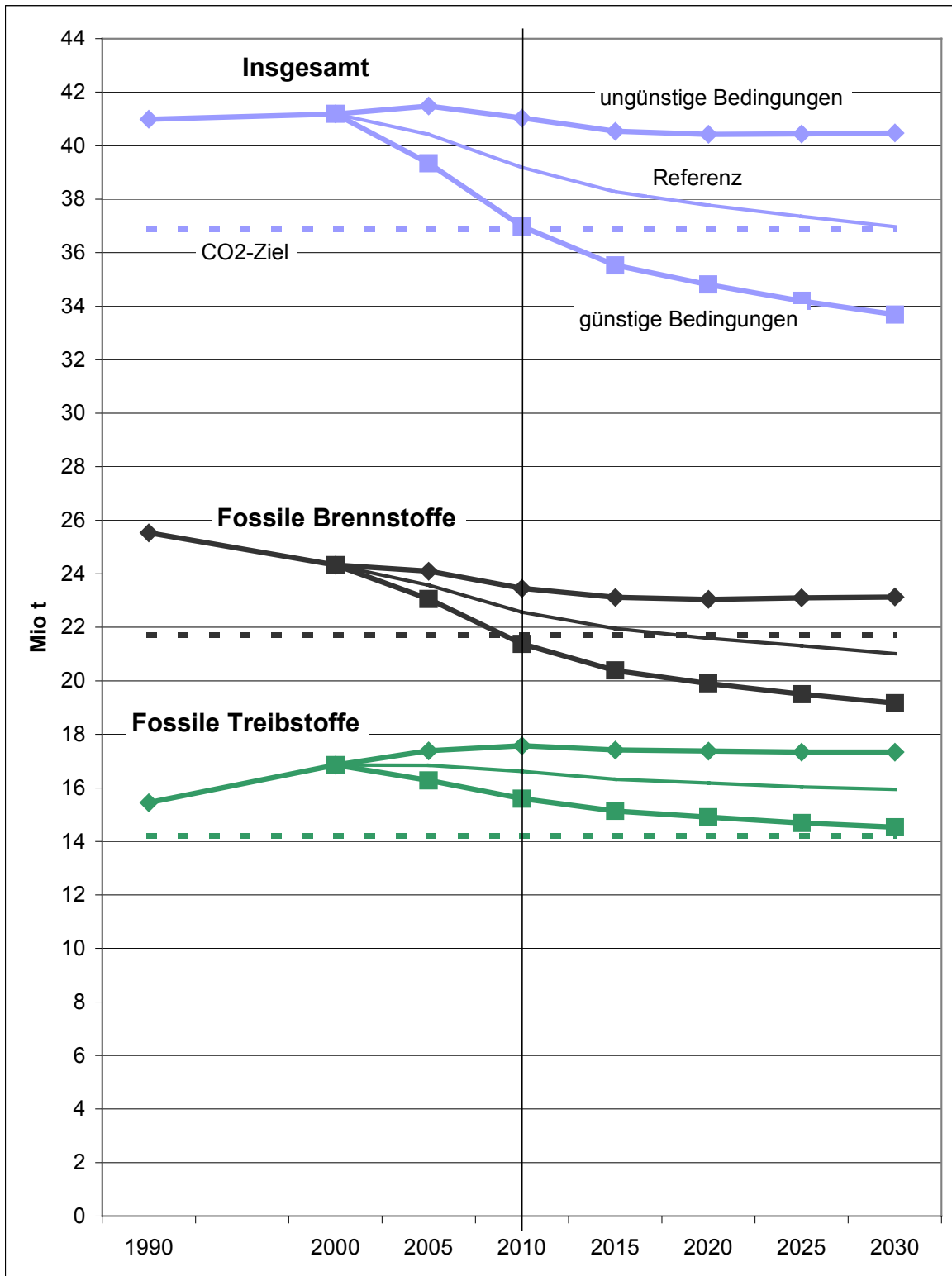
Tabelle 4.6-4: Entwicklung der CO₂-Emissionen, in Mio t
Sensitivität günstige Kombination

	1990 ¹⁾	2000 ¹⁾	2005	2008/2012 Durchschnitt	2020
Berechnung nach CO₂-Gesetz					
Nach Verbrauchergruppen					
Privathaushalte	12.8	12.2	11.5	10.6	9.6
Dienstleistungen ²⁾	5.4	5.7	5.2	4.7	4.1
Industrie ²⁾	6.4	5.4	5.3	5.1	5.0
Verkehr	15.5	16.9	16.3	15.6	14.9
Umwandlungssektor	0.8	0.4	0.4	0.4	0.5
Statistische Differenz	0.3	0.6	0.6	0.6	0.6
Nach Energieträgern					
fossile Brennstoffe	25.5	24.3	23.1	21.4	19.9
fossile Treibstoffe	15.5	16.9	16.3	15.6	14.9
Insgesamt	41.0	41.2	39.3	37.0	34.8
Abweichung zu Referenz 2002 in Mio t					
Nach Verbrauchergruppen					
Privathaushalte			-0.27	-0.70	-0.93
Dienstleistungen			-0.12	-0.25	-0.34
Industrie			-0.12	-0.22	-0.38
Verkehr			-0.56	-1.02	-1.27
Umwandlungssektor			-0.00	-0.00	-0.00
Statistische Differenz			-0.01	-0.02	-0.03
Nach Energieträgern					
Fossile Brennstoffe			-0.52	-1.19	-1.69
Fossile Treibstoffe			-0.56	-1.02	-1.27
Insgesamt (inkl. Umwandlungsgesetz)			-1.08	-2.21	-2.96
Entwicklung 1990/2010					
	Veränderung 1990/2010		Reduktionsziel 2010		Ziellücken 2010
in Mio t					
Fossile Brennstoffe	-4.2		-3.8		0.3
Fossile Treibstoffe	0.1		-1.2		-1.4
Insgesamt	-4.0		-4.1		-0.1
in %					
Fossile Brennstoffe	-16.3		-15		1.3
Fossile Treibstoffe	1.0		-8		-9.0
Insgesamt	-9.8		-10		-0.2

1) Klimabereinigte Istwerte

2) Abgrenzung nach NOGA-Systematik (1990 eigene Schätzung)

Abbildung 4.6-1: CO₂-Emissionen und Reduktionsziele, Sensitivität Kombination Rahmenbedingungen, Abgrenzung nach CO₂-Gesetz und NOGA-Systematik, in Mio t



4.7 Zusammenfassung der Sensitivitätsrechnungen

Tabelle 4.7-1 stellt die Ergebnisse der Referenz den Resultaten der Sensitivitätsrechnungen gegenüber, jeweils getrennt für die Entwicklung der CO₂-Emissionen insgesamt, nach fossilen Brennstoffen und Treibstoffen. Die Sensitivitäten sind nach der jeweiligen Höhe der CO₂-Emissionen im Zieljahr 2010 geordnet. Tabelle 4.7-2 dokumentiert die CO₂-Zielerreichungslücken, wiederum differenziert nach Insgesamt, Brennstoffen und Treibstoffen. Folgendes ist zu beobachten:

- Wie erwartet werden der obere und untere Rand des Ergebniskorridors für die CO₂-Emissionen insgesamt durch die beiden Kombinationen gebildet. Die CO₂-Differenz zwischen beiden Entwicklungspfaden beträgt rd. 4 Mio t, das sind etwa 10 % der CO₂-Emissionen von 1990.
- Die Abweichung von der Referenzentwicklung ist nicht ganz symmetrisch, nach oben liegt sie bei 1,85 Mio t, nach unten bei 2,2 Mio t.
- Bei den Brennstoffen allein beträgt die Ergebnisspreizung 2,1 Mio t, hier wiederum abgesteckt durch die beiden Kombinationen.
- Bei den Treibstoffen ergibt sich ein Ergebniskorridor von 2,0 Mio t.

Bei den CO₂-Ziellücken (vgl. auch Abbildungen 4.7-1 bis 4.7-3) erkennt man das in den vorhergehenden Abschnitten bereits geschilderte Bild: Streng genommen werden nur im Fall der Kombination „günstig“ die Reduktionsziele erreicht, allerdings nur für die Brennstoffe. Für die CO₂-Emissionen insgesamt kann für die Sensitivität Kombination „günstig“ ebenfalls von einer Zielerreichung gesprochen werden. Zu beachten ist, dass die CO₂-Ziellücken für Insgesamt nicht der Summe der spezifischen Ziellücken für die Brennstoffe und Treibstoffe entsprechen, da das CO₂-Gesetz separate Reduktionsziele für Brennstoffe, Treibstoffe und Insgesamt vorgibt.

Tabelle 4.7-1: Entwicklung der CO₂-Emissionen nach Sensitivitäten
(geordnet nach der Höhe der CO₂-Emissionen in 2010)

Fossile Brennstoffe Mio t	1990 ¹⁾	2000 ¹⁾	2005	2008/2012 Durchschnitt	2020	2030
Kombination ungünstig	25.53	24.33	24.10	23.46	23.04	23.13
BIP höher			23.84	23.10	22.80	23.04
Preise niedriger			23.83	22.90	21.81	21.10
Verkehr höher			23.59	22.58	21.61	21.04
Referenz			23.58	22.57	21.60	21.02
Verkehr niedriger			23.58	22.57	21.60	21.02
BIP niedriger			23.46	22.32	21.04	20.12
Preise höher			23.30	22.14	21.24	20.81
Minergie I			23.46	22.04	20.78	20.23
Kombination günstig			23.06	21.38	19.91	19.16
Fossile Treibstoffe Mio t	1990	2000	2005	2008/2012 Durchschnitt	2020	2030
Kombination ungünstig	15.45	16.86	17.38	17.58	17.38	17.34
Verkehr höher			17.13	17.14	16.65	16.36
BIP höher			16.98	16.92	16.79	16.88
Preise niedriger			16.95	16.75	16.28	16.00
Minergie I			16.84	16.62	16.18	15.95
Referenz			16.84	16.62	16.18	15.95
Preise höher			16.74	16.48	16.06	15.89
BIP niedriger			16.70	16.33	15.61	15.14
Verkehr niedriger			16.52	16.03	15.58	15.39
Kombination günstig			16.28	15.60	14.90	14.53
Insgesamt Mio t	1990	2000	2005	2008/2012 Durchschnitt	2020	2030
Kombination ungünstig	40.98	41.18	41.48	41.03	40.42	40.47
BIP höher			40.82	40.03	39.60	39.92
Verkehr höher			40.71	39.72	38.26	37.39
Preise niedriger			40.79	39.66	38.09	37.10
Referenz			40.42	39.19	37.77	36.97
Minergie I			40.30	38.66	36.96	36.19
BIP niedriger			40.15	38.65	36.65	35.26
Preise höher			40.04	38.62	37.29	36.70
Verkehr niedriger			40.10	38.59	37.18	36.41
Kombination günstig			39.34	36.98	34.81	33.69

1) klimabereinigte Istwerte

Tabelle 4.7-2: CO₂-Reduktionsziele und CO₂-Ziellücken nach Sensitivitäten, Mio t

Fossile Brennstoffe Mio t	CO ₂ -Ziellücken	
	2005	2008/2012 Durchschnitt
Kombination ungünstig	-2.39	-1.75
BIP höher	-2.13	-1.40
Preise niedriger	-2.13	-1.20
Verkehr höher	-1.88	-0.88
Referenz	-1.88	-0.86
Verkehr niedriger	-1.88	-0.86
BIP niedriger	-1.75	-0.61
Preise höher	-1.59	-0.43
Minergie I	-1.76	-0.34
Kombination günstig	-1.35	0.32
Fossile Treibstoffe Mio t	CO ₂ -Ziellücken	
	2005	2008/2012 Durchschnitt
Kombination ungünstig	-3.17	-3.36
Verkehr höher	-2.91	-2.93
BIP höher	-2.77	-2.71
Preise niedriger	-2.74	-2.54
Minergie I	-2.63	-2.41
Referenz	-2.63	-2.41
Preise höher	-2.53	-2.26
BIP niedriger	-2.48	-2.12
Verkehr niedriger	-2.30	-1.81
Kombination günstig	-2.07	-1.38
Insgesamt Mio t	CO ₂ -Ziellücken	
	2005	2008/2012 Durchschnitt
Kombination ungünstig	-4.59	-4.15
BIP höher	-3.93	-3.14
Verkehr höher	-3.83	-2.83
Preise niedriger	-3.90	-2.77
Referenz	-3.53	-2.30
Minergie I	-3.42	-1.78
BIP niedriger	-3.27	-1.76
Preise höher	-3.15	-1.73
Verkehr niedriger	-3.21	-1.71
Kombination günstig	-2.45	-0.09
CO ₂ -Reduktionsziele Mio t	2008/2012 Durchschnitt	
Fossile Brennstoffe	21.70	
Fossile Treibstoffe	14.21	
Insgesamt	36.89	

Abbildung 4.7-1: CO₂-Ziellücken für fossile Brennstoffe nach Sensitivitäten, Mio t

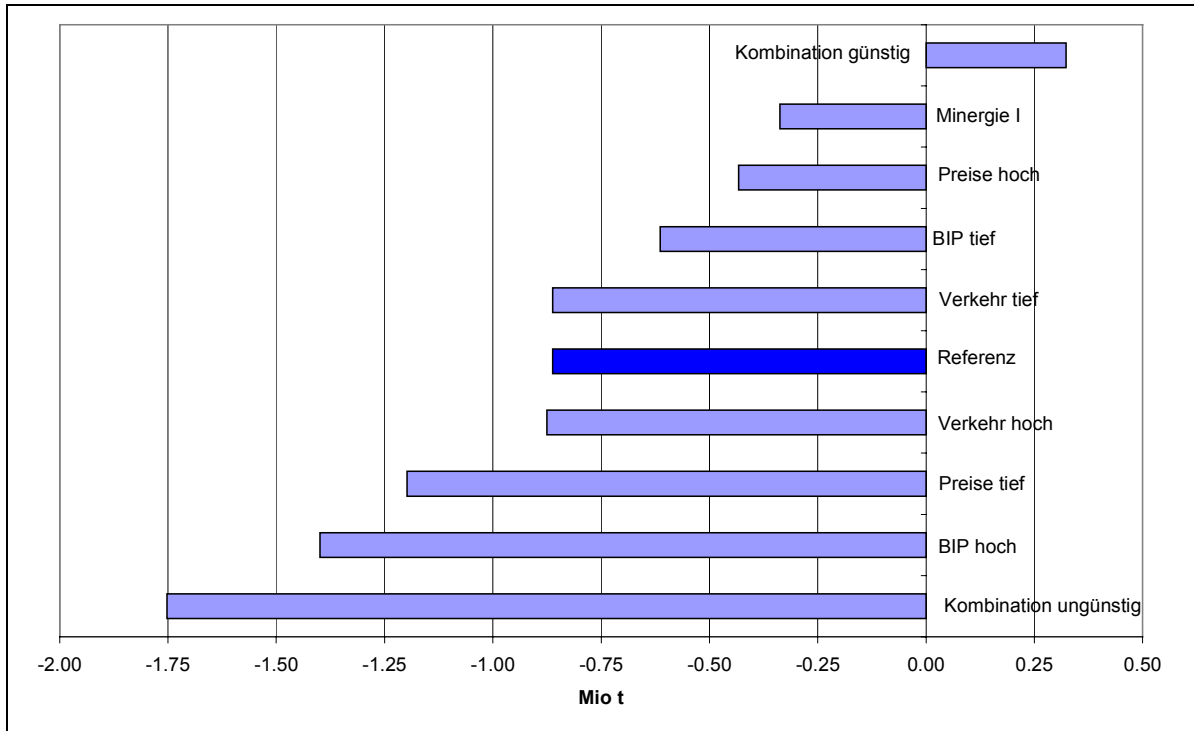


Abbildung 4.7-2: CO₂-Ziellücken für fossile Treibstoffe nach Sensitivitäten, Mio t

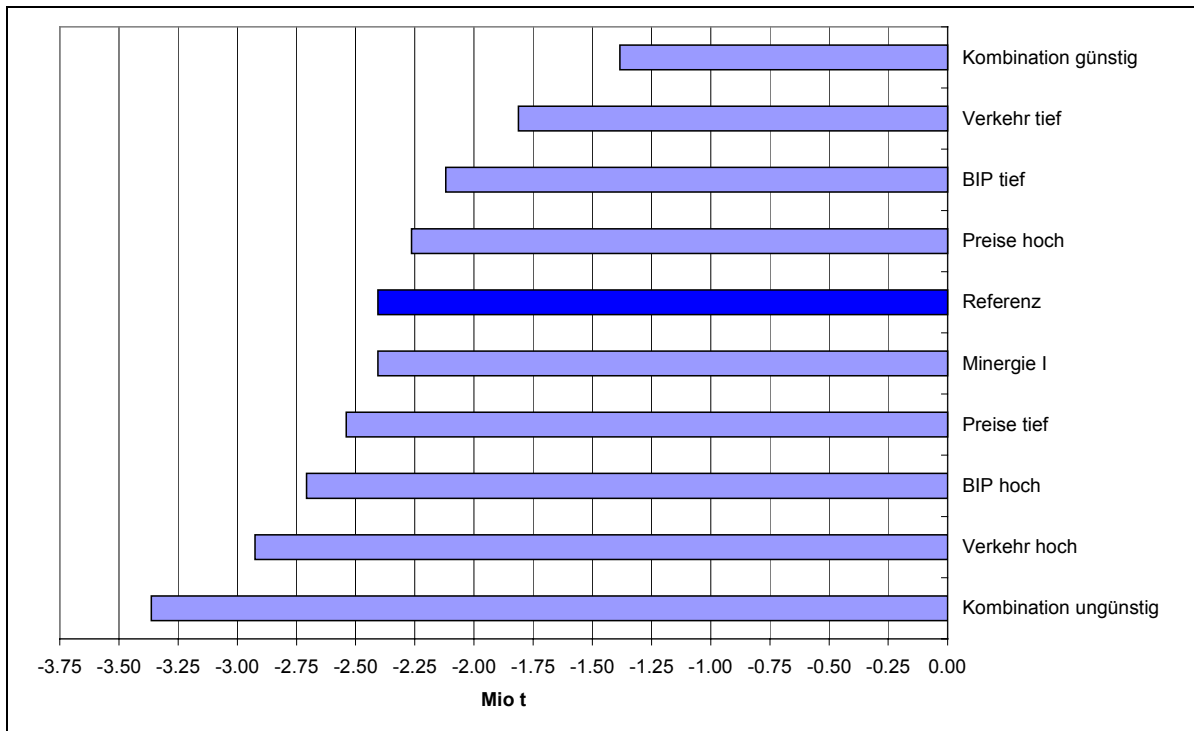
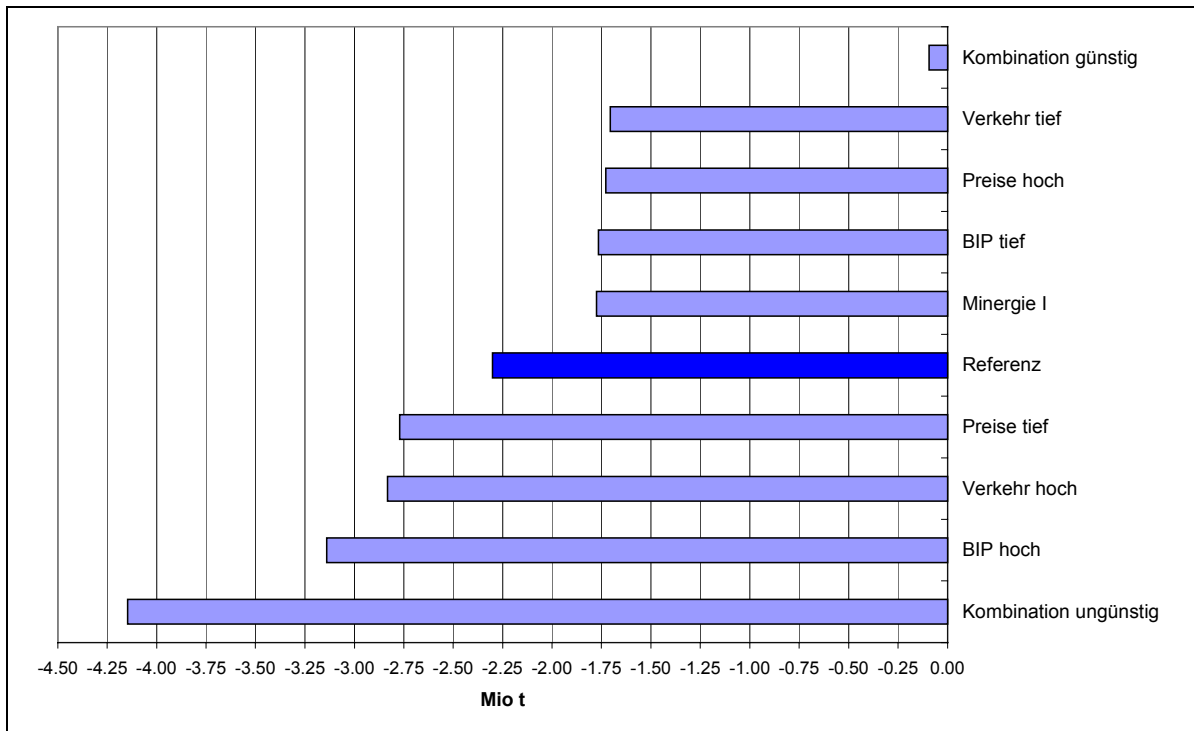


Abbildung 4.7-3: CO₂-Ziellücken insgesamt nach Sensitivitäten, Mio t



4.8 Exkurs: Der Einfluss kalter Winter auf die Erreichung des Kyotozieles

Die in dieser Untersuchung durchgeführten Berechnungen zur möglichen Entwicklung des Energieverbrauchs und der daraus abgeleiteten CO₂-Emissionen in der Schweiz orientieren sich durchweg an den Abgrenzungen und Zielvorgaben des CO₂-Gesetzes. Dementsprechend wurden sowohl für das Ausgangsjahr 1990 als auch für die Prognosejahre, insbesondere auch für den Durchschnitt der Jahre 2008 bis 2012, jeweils klimabereinigte Werte zugrundegelegt. Durch diese Normierung auf einen gemeinsamen Klimaindex sind die Energieverbrauchswerte und die CO₂-Emissionen zwischen den verschiedenen Jahren unmittelbar vergleichbar.¹

Nun hat sich die Schweiz im Rahmen der Kyoto-Vereinbarungen gleichzeitig verpflichtet, ihre Gesamtemissionen bis 2010 gegenüber 1990 um 8 % zu reduzieren. Ohne an dieser Stelle auf Einzelheiten eingehen zu können, gibt es im Vergleich zu den im CO₂-Gesetz formulierten Zielen zwei wesentliche Unterschiede: Zum einen bezieht sich das Kyoto-Ziel nicht allein auf die CO₂-Emissionen, sondern umfasst insgesamt sechs Treibhausgase², zum anderen, und das ist an dieser Stelle wichtig, werden nicht die klimabereinigten Werte, sondern die jeweiligen Istwerte zugrundegelegt. Das gilt sowohl für das Ausgangsjahr 1990, als auch für das Zieljahr 2010 bzw. den Durchschnitt der Jahre 2008/2012. Nun war das Ausgangsjahr 1990 ein ausgesprochen mildes Jahr, die Zahl der Heizgradtage lag bei rd. 3'200 HGT; der langjährige Durchschnitt liegt deutlich höher, sodass davon ausgegangen werden muss, dass die in den Zieljahren 2008 bis 2012 dann tatsächlich herrschenden klimatischen Verhältnisse eher ungünstiger sind und damit allein klimabedingt höhere Energieverbräuche und höhere CO₂-Emissionen zur Folge haben, als wenn die klimatischen Bedingungen des Jahres 1990 gegeben wären. Konsequenz könnte sein, dass sich dadurch die Chancen für die Erreichung des Kyoto-Ziels verschlechtern.

Dies ist der Hintergrund dafür, dass hier in Form einer Zusatzrechnung geprüft werden soll, welche Auswirkungen sich auf die CO₂-Emissionen bzw. die Erreichung des Kyoto-Ziels ergeben, wenn statt der Klimabedingungen des Vergleichsjahres 1990 im Durchschnitt der Jahre 2008/2012 wesentlich kältere klimatische Bedingungen gegeben sind. Der Einfachheit halber wird davon ausge-

1 Simulationsrechnungen zeigen, dass die jährliche Veränderung der CO₂-Emissionen nur in sehr geringem Masse von der Wahl des zugrundegelegten Normierungswertes abhängt.

2 Neben CO₂ sind dies Methan (CH₄), Distickstoffoxid (N₂O), Hydrofluorcarbonat (HFC), Perfluorcarbonat (PFC) und Schwefelhexafluorid (SF₆). Für einige dieser Gase kann auch 1995 als Basisjahr herangezogen werden.

gangen, dass die Zahl der Heizgradtage im Durchschnitt der Zieljahre um 10 % höher liegt als 1990.

In einem ersten Schritt werden zunächst die CO₂-Emissionen berechnet, wenn in 2010 die Klimabedingungen von 1990 herrschen. Diesem Ergebnis werden dann die CO₂-Emissionen für den Fall einer um 10 % „kälteren“ Periode gegenübergestellt. Klimaabhängige Verwendungszwecke sind der Raumwärmebedarf und der Warmwasserverbrauch. Da diese Verwendungszwecke für die einzelnen Energieträger und in den jeweiligen Verbrauchssektoren unterschiedliche Bedeutung haben, sind die Auswirkungen der unterschiedlichen klimatischen Bedingungen auch entsprechend differenziert zu rechnen.¹ So liegt z.B. der Raumwärmeanteil des Brennstoffverbrauchs bei den Privaten Haushalten deutlich über 80 %, im Dienstleistungssektor ist er etwas geringer und in der Industrie liegt er je nach Brennstoff wesentlich tiefer.

Für die Berechnung der Klimawirksamkeit wird zusätzlich unterstellt, dass zwischen der Abweichung der Heizgradtagzahl vom Normaljahr und der Auswirkung auf den entsprechenden klimaabhängigen Energieverbrauch eine unterproportionale Abhängigkeit besteht, für Raumwärme wurde ein Faktor von 0,75 und für Warmwasser ein Faktor von 0,6 angenommen. Alle sonstigen verbrauchsrelevanten Rahmenbedingungen bleiben unverändert.

In Tabelle 4.8-1 sind die wichtigsten Ergebnisse zusammengestellt. Danach zeigt sich Folgendes: Wenn in 2010 dieselben klimatischen Bedingungen herrschen wie in 1990, dann belaufen sich die CO₂-Emissionen insgesamt in 2010 auf 37,8 Mio t, davon entfallen 21,2 Mio t auf die fossilen Brennstoffe. Dies entspricht der Referenzentwicklung, wenn sie auf die Heizgradtage des Jahres 1990 normiert ist. Nimmt man nun an, dass die Zahl der Heizgradtage in der Periode 2008-2012 um 10 % höher ist als 1990, dann erhöhen sich die CO₂-Emissionen um immerhin 1,1 Mio t auf fast 39 Mio t. Bezogen auf die CO₂-Emissionen der fossilen Brennstoffe (die CO₂-Emissionen der fossilen Treibstoffe ändern sich ja nicht), bedeutet dies, dass eine um 10 % kältere Witterung zu einer Zunahme der Emissionen um 5 bis 6 % führt. Dies entspricht einer unmittelbaren durchschnittlichen Abhängigkeit der CO₂-Emissionen von Änderungen der Heizgradtage in Höhe von 0,5 bis 0,6.

1 Für den Verkehrssektor wurden keine Berechnungen vorgenommen. Sicherlich weist auch sie eine Klima- bzw. Witterungsabhängigkeit auf, eine plausible Schätzung z.B. für den Strassenverkehr ist jedoch nicht möglich. Zum Klimaeinfluss bei Reisezügen vgl. CUB u.a.: ENPER, Energiesparen bei Reisezügen, 1997

Tabelle 4.8-1: Der Einfluss kalter Witterung auf die CO₂-Emissionen, in Mio t (Basis Referenzentwicklung)

	1990 Ist	2005	2008/2012 Durchschnitt	2020
Klima wie 1990				
Fossile Brennstoffe	23.9	22.1	21.2	20.3
Fossile Treibstoffe	15.5	16.8	16.6	16.2
Insgesamt	39.4	39.0	37.8	36.5
Klima 10 % kälter				
Fossile Brennstoffe		23.3	22.3	21.4
Fossile Treibstoffe		16.8	16.6	16.2
Insgesamt		40.2	39.0	37.6
Veränderung in Mio t¹⁾				
Fossile Brennstoffe		+1.2	+1.1	+1.1
Fossile Treibstoffe		0	0	0
Insgesamt		+1.2	+1.1	+1.1
Veränderung in %¹⁾				
Fossile Brennstoffe		5.5	5.3	5.3
Fossile Treibstoffe		0	0	0
Insgesamt		3.1	3.0	2.9

1) „Klima 10% kälter“ im Vergleich zu „Klima wie 1990“

Literaturverzeichnis

CO₂-Gesetz: Bundesgesetz über die Reduktion der CO₂-Emissionen. Oktober 1999.

Energiegesetz (EnG) vom 16. Juni 1998 (Stand am 19. Januar 1999).

Infras AG: Energieperspektiven Verkehr. Einfluss verstärkter Absenkung des spezifischen Treibstoffverbrauchs der PW, 2001

KOF der ETH Zürich: Wirtschaftliche Rahmendaten der Bundesverwaltung, Bericht 2001 zuhanden des Perspektivstabs

Prognos AG (1996a): Energieperspektiven der Szenarien I bis III 1990 – Synthesebericht. Im Auftrag des Bundesamtes für Energiewirtschaft. 1996

Prognos AG (1999): Szenario zur Entwicklung ausgewählter Energiepreise in der Schweiz. Dezember 1999.

Prognos AG: Energetische und klimatische Auswirkungen der Förderabgabe und der Abgabe gemäss Grundnorm. Im Auftrag des Bundesamtes für Energiewirtschaft. Juni 2000.

Prognos AG (2001 A): Szenarien zu den Initiativen „Strom ohne Atom“ sowie „MoratoriumPlus“, 2001

Prognos AG (2001 B): Bestimmung der Heizenergiebedarfe von Wohnbauten zur Erreichung des EEV-Einsparziels von 15%, Im Auftrag des Bundesamtes für Energie. Dezember 2001