



---

KURZBERICHT – 15.10.2018

---

# **Kurzfristperspektiven zu den Treibhausgasemissionen**

Aktualisierung der Prognosen 2018-2020

Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt

# Impressum

## Empfohlene Zitierweise

Autor: Ecoplan  
Titel: Kurzfristperspektiven zu den Treibhausgasemissionen  
Untertitel: Aktualisierung der Prognosen 2018-2020  
Auftraggeber: Bundesamt für Umwelt  
Ort: Bern  
Datum: 15.10.2018

## Begleitgruppe des Bundesamts für Umwelt

Dr. Regine Röhli Berger, BAFU  
Dr. Roger Ramer, BAFU  
Dr. Adrian Schilt, BAFU

## Projektteam Ecoplan

André Müller  
Michael Mattmann

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

## ECOPLAN AG

Forschung und Beratung  
in Wirtschaft und Politik

[www.ecoplan.ch](http://www.ecoplan.ch)

Monbijoustrasse 14  
CH - 3011 Bern  
Tel +41 31 356 61 61  
[bern@ecoplan.ch](mailto:bern@ecoplan.ch)

Schützengasse 1  
Postfach  
CH - 6460 Altdorf  
Tel +41 41 870 90 60  
[altdorf@ecoplan.ch](mailto:altdorf@ecoplan.ch)

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>1</b>
1.1	Ziel des Mandats .....	1
1.2	Datenbasis .....	1
1.3	Nennenswerte Besonderheiten in den Daten 2016 und 2017 .....	3
1.4	Aufbau des Berichts .....	4
<b>2</b>	<b>Zukunftswerte der Erklärungsvariablen</b> .....	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Sektor Gebäude</b> .....	<b>12</b>
3.1	Modellschätzung .....	12
3.2	Prognose für die Jahre 2018-2020 .....	13
<b>4</b>	<b>Sektor Industrie EHS (ohne Zementindustrie)</b> .....	<b>15</b>
4.1	Modellschätzung .....	15
4.2	Prognose für die Jahre 2018-2020 .....	16
<b>5</b>	<b>Sektor Zementindustrie</b> .....	<b>18</b>
5.1	Modellschätzung .....	18
5.2	Prognose für die Jahre 2018-2020 .....	19
<b>6</b>	<b>Sektor übrige Industrie</b> .....	<b>20</b>
6.1	Modellschätzung .....	20
6.2	Prognose für die Jahre 2018-2020 .....	21
<b>7</b>	<b>Sektor Verkehr</b> .....	<b>22</b>
7.1	Modellschätzung .....	22
7.2	Prognose für die Jahre 2018-2020 .....	22
<b>8</b>	<b>Gesamttotal der Emissionen</b> .....	<b>24</b>
<b>9</b>	<b>Abschätzung zur Wirkung bereits umgesetzter Massnahmen</b> .....	<b>26</b>
9.1	Kompensation von CO <sub>2</sub> -Emissionen.....	26
9.2	CO <sub>2</sub> -Abgabe .....	27
9.3	Gebäudeprogramm .....	28
	<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>29</b>



# 1 Einleitung

## 1.1 Ziel des Mandats

Die Schweiz hat sich mit dem Kyoto-Protokoll verpflichtet, die Treibhausgasemissionen bis zum Stichjahr 2020 um 20% unter das Niveau von 1990 zu senken. Das Bundesamt für Umwelt (BAFU) betreibt ein Monitoring, um die Wirkung der umgesetzten Massnahmen zur Reduktion zu überprüfen und allenfalls Korrekturmassnahmen einleiten zu können. Für das Monitoring der Treibhausgase (THG) wurden **statistische Prognosemodelle** erstellt, die auf Basis historischer Datenbestände (betrifft Treibhausgasemissionsreihen und erklärende Variablen) die zeitliche Entwicklung der THG-Emissionen prognostizieren; siehe Ecoplan (2012, 2015, 2017).

Für die **zweite Kyoto-Periode 2013 bis 2020** wurden die Prognosemodelle nach **verschiedenen Sektoren** (Verkehr, Gebäude etc.) aufgeschlüsselt. Als Grundlage für die Modelle wurden die Zeitreihen der THG-Emissionen pro Sektor ab dem Jahr 1990 verwendet; die einzelnen Sektoren werden in Kapitel 1.2 detaillierter besprochen. Im Gegensatz zur Prognose von Ecoplan (2012), werden hier nicht nur die CO<sub>2</sub>-Emissionen berücksichtigt, sondern die gesamthafte Treibhausgasemissionen (inkl. Methan, Lachgas und synthetische Gase).

Die Herleitung der **sektorspezifischen Modelle** wird im **Grundlagenbericht** dokumentiert; siehe Ecoplan (2015). Eine erste Aktualisierung wurde in Ecoplan (2017) für eine Prognose für das Zeitfenster 2016 bis 2020 vorgenommen. Der vorliegende Bericht dokumentiert die zweite **Aktualisierung** der Modellschätzungen mit Daten zu den Jahren 1990-2017 und die Berechnung der Prognosen für das **Zeitfenster 2018-2020**. Für ein umfassendes Verständnis des gewählten Vorgehens und der in diesem Aktualisierungs-Bericht präsentierten Resultate ist der Grundlagenbericht zu konsultieren.

### Prognosetool

Zu jedem Sektor besteht ein separates (Prognose-)Tool, mit welchem die Prognosen zu den Treibhausgasemissionen berechnet werden können. Die Tools sind als interaktive Microsoft Excel™-Dateien konzipiert und beruhen auf Modellschätzungen, die ihrerseits mit Stata™ bzw. der R Statistiksoftware (vgl. R Core Team, 2017) für den aktuellen Beobachtungszeitraum berechnet wurden. Die statistischen Kennzahlen aus den Modellschätzungen sind in die Tools eingebettet.

## 1.2 Datenbasis

Die Daten zu den Treibhausgasemissionen sind für die in Abbildung 1-1 aufgeführten Sektoren separat verfügbar. Die Einheit der THGE ist in CO<sub>2</sub>-äquivalenten Emissionen ausgedrückt (abgekürzt: CO<sub>2</sub>eq). Der Sektor der „Industrie EHS“ umfasst alle Unternehmen, die dem Emissionshandelssystem (EHS) unterstellt sind. Innerhalb dieses Sektors nimmt die Zementindustrie eine besondere Stellung ein. Sie weist einerseits einen vergleichsweise hohen Anteil an den emittierten Treibhausgasen aus. Andererseits unterscheidet sich die Zementindustrie von der

„Industrie EHS“ dadurch, dass ihre Emissionsmenge im Zeitverlauf markant abnimmt. Aus diesen Gründen haben wir uns entschieden, die THGE der Zementindustrie und der „Industrie EHS (ohne Zementindustrie)“ separat von den Emissionen der übrigen Industrie („übrige Industrie“) zu modellieren. Bei der Zeitreihe „THGE Rest“ handelt es sich um eine Residualgruppe, in welcher die THGE der Landwirtschaft, Abfallwirtschaft und aus den fluorierten Gasen der industriellen Produktion zusammengefasst sind.

**Abbildung 1-1: Variablen zu den sektorspezifischen Treibhausgasemissionen**

Sektorspezifische THGE-Daten	Zeitraum	Mio. t CO <sub>2</sub> eq, 2017	Kürzel
THGE „Gebäude“	1990 – 2017	12.59	THGGeb
THGE „Verkehr“	1990 – 2017	15.05	THGVer
THGE „Industrie EHS (ohne Zementindustrie)“	1990 – 2017	2.30	THGEHS
THGE „übrige Industrie“	1990 – 2017	15.5	THGEInd
THGE „Zementindustrie“	1990 – 2017	5.94	THGEZement

Quelle: Die Berechnung der THGE-Zeitreihen erfolgt durch das BAFU.

#### **Exkurs: Datenbasis**

*Problematik der sehr kurzen Zeitreihen 1990-2017:* Die grösste Problematik im Zusammenhang mit Prognosen sind notorisch kurze Zeitreihen. Bei den THGE-Zeitreihen zu den Sektoren ist dieses Problem ganz besonders zugespitzt, weil nur Beobachtungen für das Zeitfenster 1990-2017 für die Schätzung der Modelle berücksichtigt werden können. Die Anzahl verfügbarer Schätzpunkte hat deshalb einen massgeblichen Effekt auf die Wahl der Schätz- und Prognosemethodik.

*Problematik der konstruierten, „nicht beobachteten“ Zeitreihen:* Die THG-Emissionen pro Sektor basieren auf konstruierten, d.h. „nicht direkt beobachteten“ Daten. Im Vergleich zu den brenn- / treibstoffbasierten-CO<sub>2</sub>-Daten, bei welchen insbesondere erstere auch „konstruiert“ und nicht direkt beobachtet sind, sind die sektorspezifischen Daten noch «weiter weg» von den beobachteten Werten.

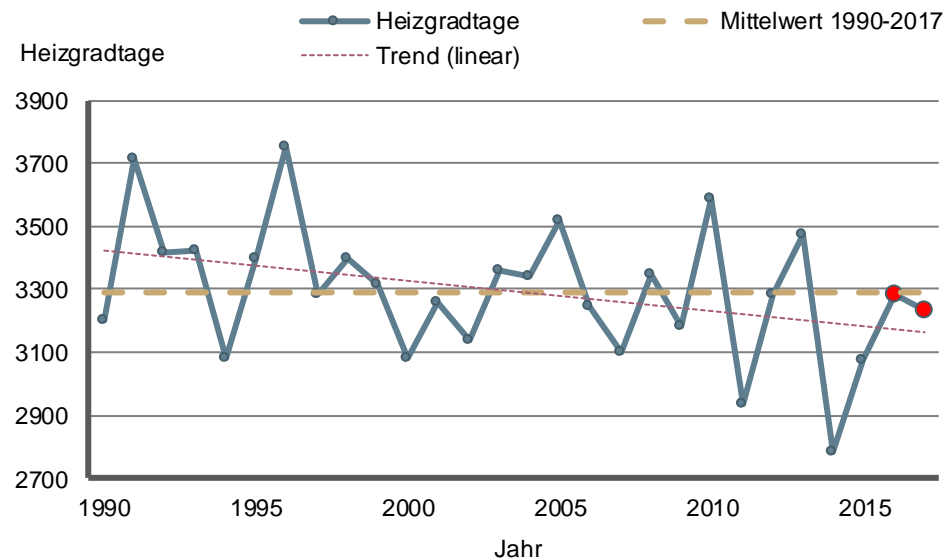
*Erklärungsfaktoren sind häufig gesamtschweizerisch und nicht sektorspezifisch:* Die Prognosen zu den CO<sub>2</sub>-Emissionen aus Brenn- und Treibstoffen (siehe EcoPlan 2012) konnten sich immer auf gesamtschweizerische Erklärungsfaktoren abstützen. Für eben diese gesamtschweizerischen Entwicklungen, bspw. des BIP, der Energiepreise usw. konnten aus verschiedenen Quellen (bspw. Konjunkturprognose des SECO) sinnvolle, allgemein akzeptierte Annahmen getroffen werden. Solche Erklärungsfaktoren, zu welchen breiter abgestützte, amtliche Prognosen oder zumindest Vorstellungen zur kurz- und mittelfristigen Entwicklung vorliegen, sind für die einzelnen Sektoren nicht immer vorhanden. Bspw. liegen nur Prognosen für das gesamte BIP vor und keine Prognose für die industrielle Produktion oder die Produktion im Dienstleistungssektor. Dies bedeutet nicht, dass gesamtschweizerische Erklärungsfaktoren in der Sektoranalyse nicht miteinbezogen werden können. Aber es bedeutet, dass die gesamtschweizerischen Erklärungsfaktoren in der Sektorbetrachtung an Erklärungskraft verlieren und daraus eine vergleichsweise tiefere Prognosegüte resultieren kann.

### 1.3 Nennenswerte Besonderheiten in den Daten 2016 und 2017

Für die Datenaktualisierung sind die folgenden Besonderheiten nennenswert:

- Die Jahre 2016 und 2017 sind nach dem warmen Winter 2014 im langjährigen Vergleich **durchschnittliche Winter**, wie aus Abbildung 1-2 zu den jährlichen Heizgradtagen für die Periode 1990-2017 ersichtlich ist.

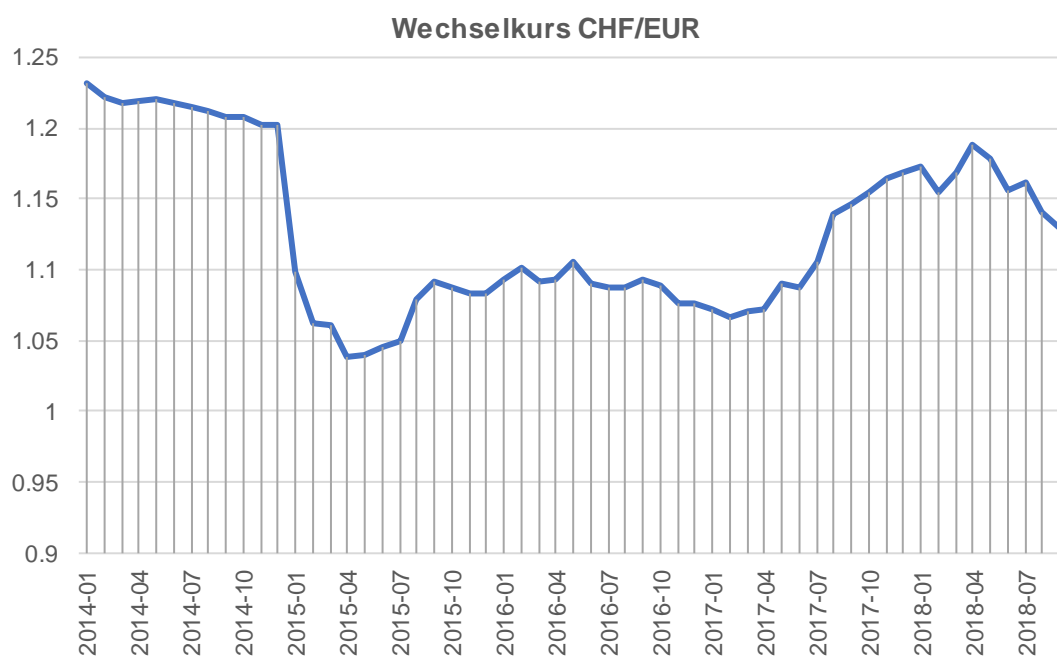
Abbildung 1-2: Heizgradtage, 1990-2016



Quelle: Gesamtenergiestatistik, BFE, 2016.

- Im Januar 2015 hob die Schweizerische Nationalbank die **Wechselkursbindung** für einen festen Wechselkurs von 1.20 CHF/EUR auf (vgl. Abbildung 1-3). Der Wechselkurs pendelte sich im Verlauf des Jahres 2015 auf leicht unter 1.10 CHF ein. Ab September 2017 hat sich der Schweizer Franken wieder deutlich abgeschwächt. Der steigende Wechselkurs führte dazu, dass sich das Dieselpreisverhältnis zwischen Deutschland und der Schweiz (= Variable im Modell zum Sektor Verkehr; siehe Kapitel 7) veränderte: Tanktourismus war in den Jahren 2015 bis in den Frühherbst 2017 für Ausländer/innen preislich weniger attraktiv, hat aber ab September 2017 wieder an Attraktivität gewonnen.

Abbildung 1-3: Wechselkurs CHF/EUR



## 1.4 Aufbau des Berichts

Der Bericht besitzt die folgende Struktur:

- Herleitung der Zukunftswerte zu den Erklärungsvariablen (Kapitel 2)
- Prognosen zu den Sektoren:
  - Gebäude (Kapitel 3)
  - Industrie EHS ohne Zementindustrie (Kapitel 4)
  - Zementindustrie (Kapitel 5)
  - Übrige Industrie (Kapitel 6)
  - Verkehr (Kapitel 7)



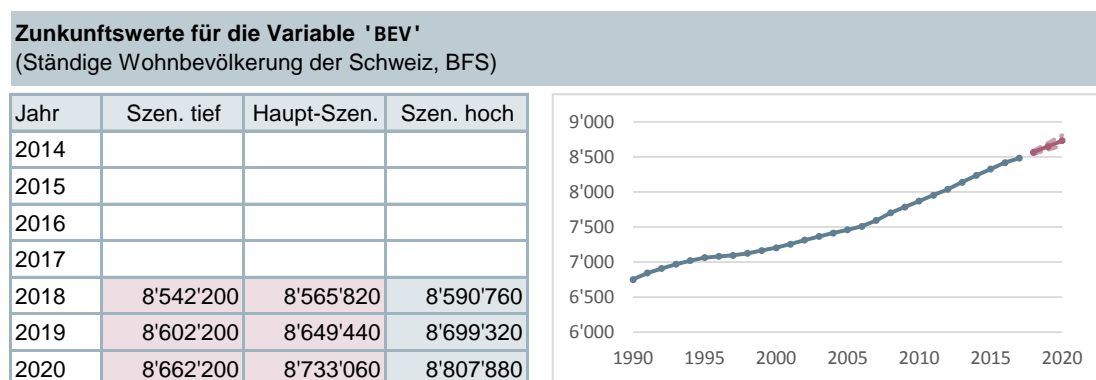
## 2 Zukunftswerte der Erklärungsvariablen

Die Herleitung der Zukunftswerte zu den Erklärungsvariablen wird im Grundlagenbericht ausführlich besprochen; siehe Ecoplan (2015). Nachfolgend gehen wir nur auf die wichtigsten Punkte bzw. Änderungen im Vergleich zum Grundlagenbericht ein.

### Bevölkerungsgrösse (Kürzel: BEV)

Die Zukunftswerte für die Bevölkerungsgrösse (ständige Wohnbevölkerung der Schweiz) beruhen auf den Referenzszenarien des Bundesamts für Statistik (BFS 2016; vgl. Szenarien AR-00-2015, BR-00-2015 und CR-00-2015); siehe Abbildung 2-1. Wir haben den beobachteten Bevölkerungsstand Ende 2017 als Ausgangswert genommen und für die Jahre 2018 bis 2020 für jedes der drei Bevölkerungsszenarien die durchschnittliche jährliche Bevölkerungszunahme zwischen 2015 bis 2020 (lineare Interpolation) berücksichtigt.

**Abbildung 2-1: Zukunftswerte zur Bevölkerungsentwicklung (ständige Wohnbevölkerung)**

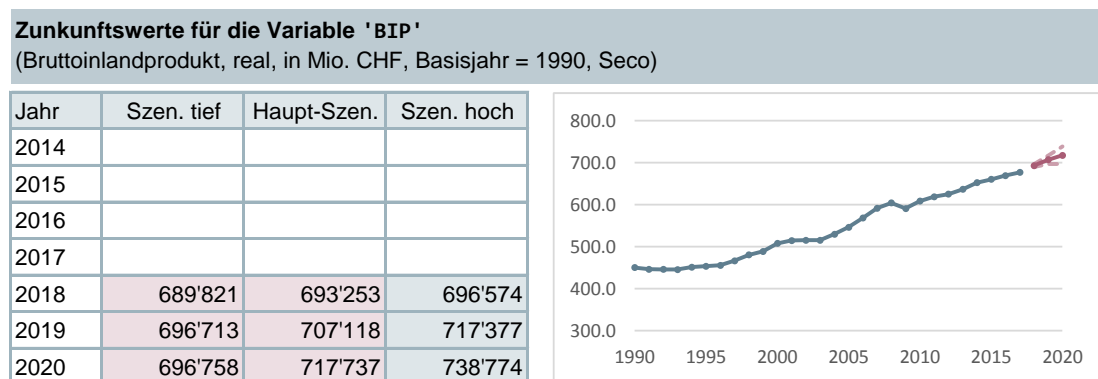


Quelle: Prognosetool.

### Bruttoinlandsprodukt (Kürzel: BIP)

Für die *kurzfristigen Prognosen* zum Bruttoinlandsprodukt orientieren wir uns an der amtlichen Konjunkturprognose, Juli 2018, des Staatssekretariats für Wirtschaft (Seco). Das BIP-Wachstum betrug gemäss Seco im Jahr 2017 1.1%. Für die Jahre 2018 und 2019 geht das Seco von den Wachstumszahlen 2.4% bzw. 2.0% aus (siehe Konjunkturtendenzen 2018Q2). Für die längere Frist (d.h. Jahr 2020) legt das Seco keine amtlichen Prognosewerte vor. Bei dieser längerfristigen Betrachtung stellen wir auf den Annahmen zur langfristigen BIP-Entwicklung gemäss Seco ab: Das BIP entwickelt sich proportional zur Veränderung der Erwerbsbevölkerung (gem. Szenarien zur Bevölkerungsentwicklung), zuzüglich eines Zuwachses bei der Arbeitsproduktivität in der Höhe von 0.9% pro Jahr. Die Ober- und Untergrenze ergeben sich aus den Szenarien der Bevölkerungsentwicklung zuzüglich einer Unsicherheitskomponenten in der Höhe von +/- 0.5% bzw. +/-1% bei der Arbeitsproduktivität in den Jahren 2019 bzw. 2020; siehe Abbildung 2-2.

**Abbildung 2-2: Zukunftswerte zum Bruttoinlandsprodukt (BIP)**

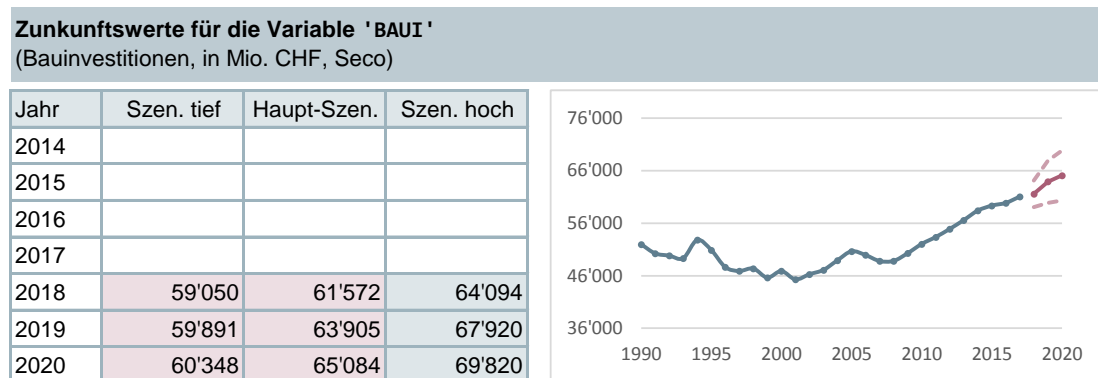


Quelle: Prognosetool.

**Bauinvestitionen** (Kürzel: BAUI und BAUIRENO)

Für das Jahr 2017 rechnet das Seco mit einem Wachstum von 2.0% bei den Bauinvestitionen (siehe Konjunkturtendenzen 2018Q2). Für die Folgejahre rechnet das Amt mit einem Wachstum von 1.1% bzw. 0.3%. Bei den längerfristigen Prognosen (d.h. für das Jahr 2020) gehen wir davon aus, dass sich die Bauinvestitionen (BAUI) parallel zum BIP entwickeln werden; siehe Abbildung 2-3.

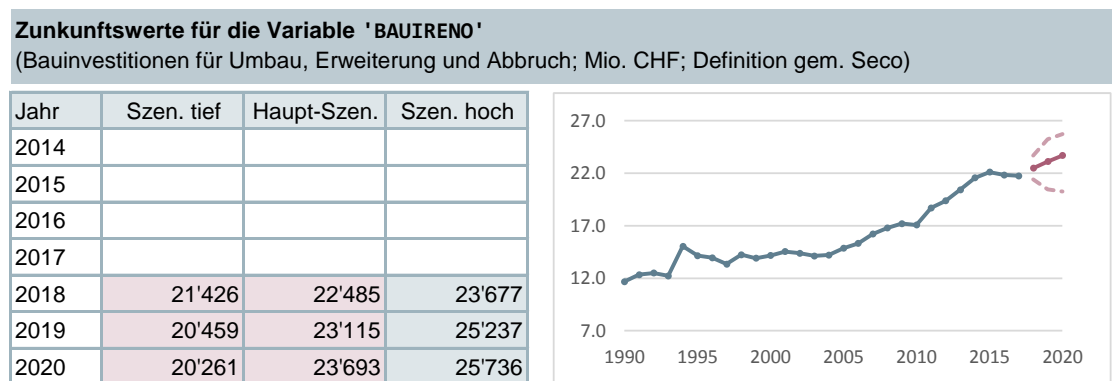
**Abbildung 2-3: Zukunftswerte zu den Bauinvestitionen (generell)**



Quelle: Prognosetool.

Bei den Bauinvestitionen für Umbau, Erweiterung und Abbruch (BAUIRENO), zu welchen das Seco keine separaten Prognosen publiziert, beruht die Herleitung der Zukunftswerte auf der Annahme, dass sich BAUIRENO proportional zum BIP verhält (analog zur Variable BAUI); siehe Abbildung 2-4.

**Abbildung 2-4: Zukunftswerte zu den Bauinvestitionen für Umbau, Erweiterung und Abbruch**

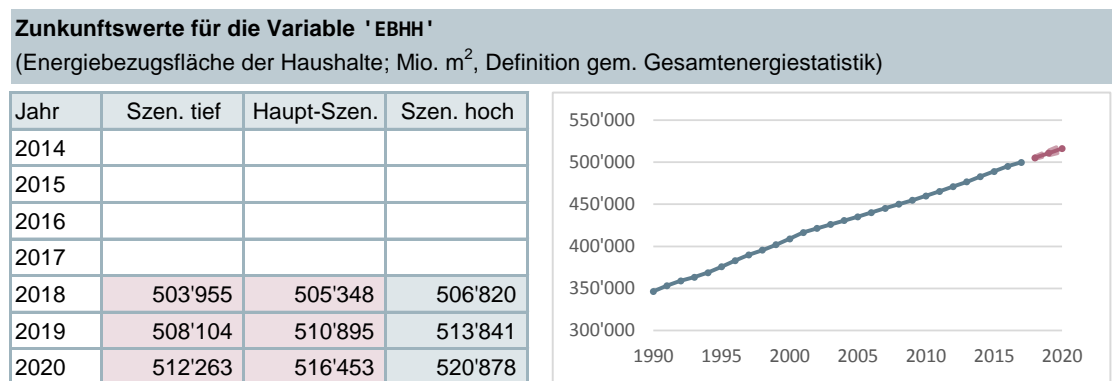


Quelle: Prognosetool.

**Energiebezugsfläche** (Kürzel: EBI (betrifft Industrie) bzw. EBHH (betrifft Haushalte))

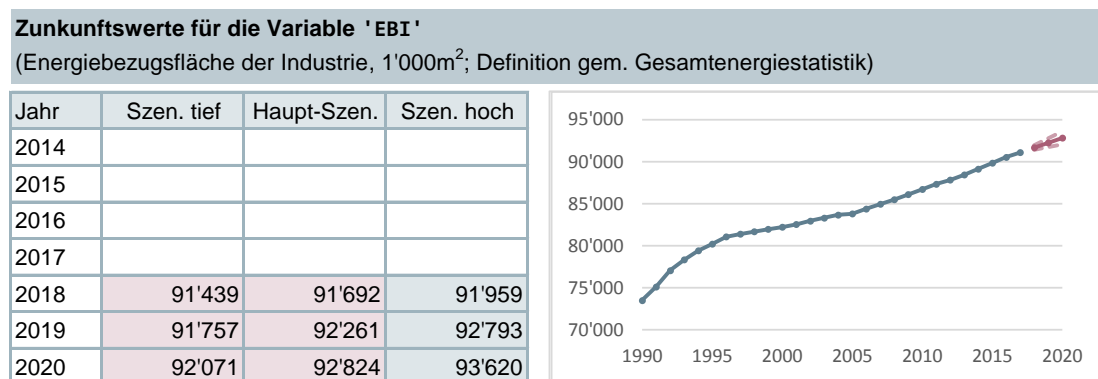
Die Kennzahlen zur Energiebezugsfläche von Industrie bzw. Haushalten weisen im Zeitverlauf nur eine sehr geringe Variabilität auf (= relativ träge Prozesse); siehe Abbildung 2-5 und Abbildung 2-6. Die Zukunftswerte werden mittels Fortschreibung des Zeittrends für die Energiebezugsfläche pro Kopf in die Zukunft abgeschätzt.

**Abbildung 2-5: Zukunftswerte zur Energiebezugsfläche der Haushalte**



Quelle: Prognosetool.

**Abbildung 2-6: Zukunftswerte zur Energiebezugsfläche der Industrie**

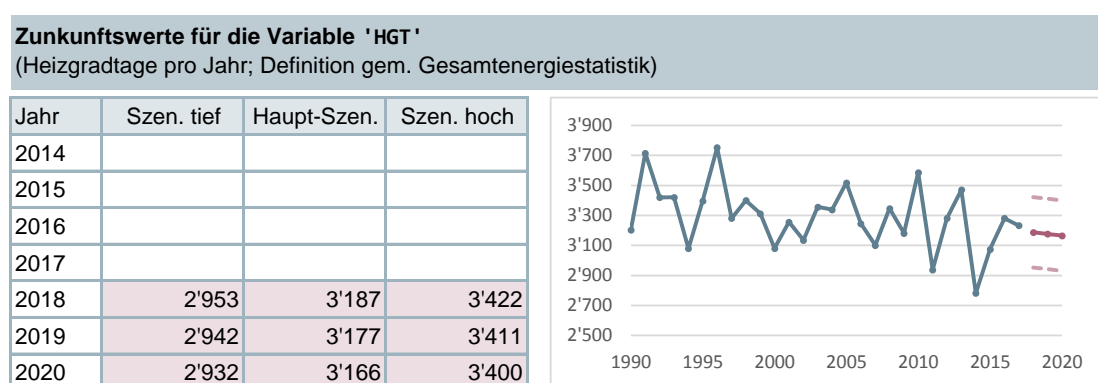


Quelle: Prognosetool.

**Heizgradtage (Kürzel: HGT)**

Die Zukunftswerte wurden so berechnet, dass sie im Jahr 2020 mit der Prognose aus den Klimamodellen des Bundesamts für Meteorologie und Klimatologie zusammenfallen. Wir schätzen vereinfachend einen linearen Trend für die Jahre 1975 bis 2017 unter Einhaltung der Prognose für das Jahr 2020 des Bundesamts für Meteorologie und Klimatologie. Die Bandbreite für den dreijährlichen Durchschnitt beträgt +/-234 HGT (entspricht der doppelten Standardabweichung für einen trendbereinigten dreijährigen gleitenden Durchschnitt für die Jahre 1975 bis 2017).

**Abbildung 2-7: Zukunftswerte zu den Heizgradtagen**

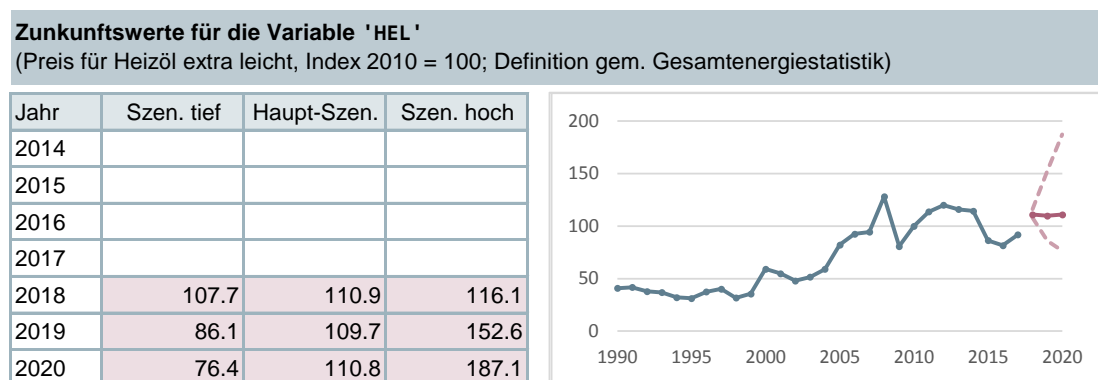


Quelle: Prognosetool.

**Preis für Heizöl extraleicht (Kürzel: HEL)**

Im Jahr 2014 zeigte sich ein deutlicher Preiseinbruch beim Rohöl (auf dem Weltmarkt). Ab 2017 nimmt der Rohölpreis wieder zu. Von diesen Preisverschiebungen war der Konsumentenpreis für Heizöl extraleicht ebenfalls betroffen. Die Herleitung der Zukunftswerte für die Jahre 2018-2020 erfolgt analog zum Vorgehen im Grundlagenbericht (unter Berücksichtigung der Erhöhung der CO2-Abgabe auf 84 bzw. 96 CHF/t CO2 und der MWST-Satz-Senkung). Bei den Bandbreiten haben wir einerseits die Volatilität der Erdölpreise (gemäss Short-Term Energy Outlook der EIA, August 2018)<sup>1</sup> und des Wechselkurses USD/CHF (gemäss der historischen Volatilität USD/CHF) berücksichtigt. Aus der Darstellung in Abbildung 2-8 wird ersichtlich, dass wir für die zukünftige Entwicklung ein asymmetrisches Intervall berechnen, weil es gegenwärtig wesentlich wahrscheinlicher erscheint, dass der Preis wieder steigt, als dass er noch weiter fällt.

**Abbildung 2-8: Zukunftswerte zum Konsumentenpreis für Heizöl extraleicht**



Quelle: Prognosetool.

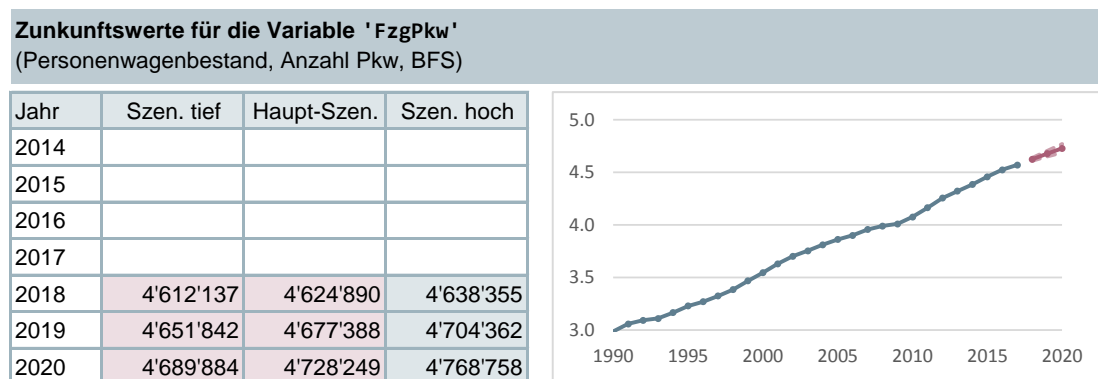
**Personenwagenbestand (Kürzel: FzgPkw)**

Die Variable zum Personenwagenbestand<sup>2</sup> wurde hergeleitet aus einem immer noch leicht wachsenden aber sich stark abschwächenden Trend der Anzahl Fahrzeuge pro Person und aus der Bevölkerungsentwicklung. Für die Szenarien «hoch» und «tief» gelten die Bevölkerungsszenarien mit hohem bzw. tiefem Wachstum; siehe Abbildung 2-9.

<sup>1</sup> Konfidenzintervall, welches aus Informationen des Optionsmarktes für die fünf Handelstage endend am 2. August 2018 hergeleitet wurde.

<sup>2</sup> BFS, ASTRA (2018), Strassenfahrzeugbestand. Anmerkung: Im vorliegenden Aktualisierungsbericht wurde die Erklärungsvariable «Personenwagenbestand FzgPkw» neu definiert und die Motorräder, Mofas sowie schnelle Ebikes nicht mehr berücksichtigt.

**Abbildung 2-9: Zukunftswerte zum Personenwagenbestand**

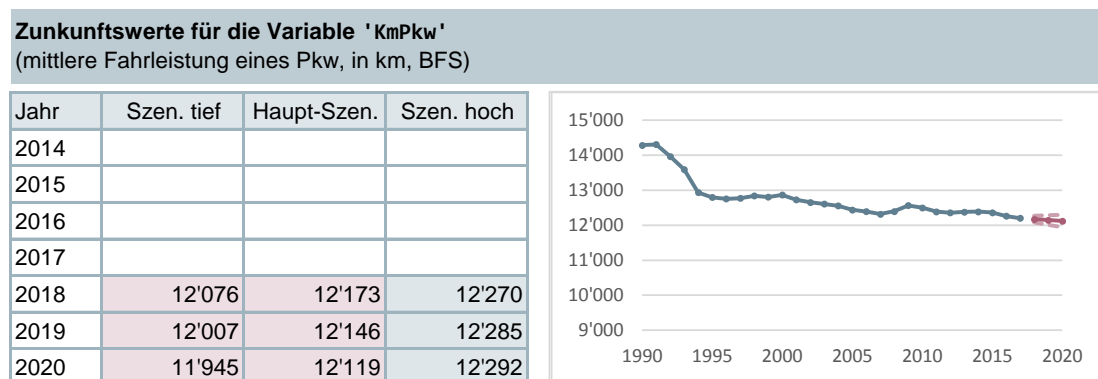


Quelle: Prognosetool.

**Mittlere Fahrleistung eines Pkw (Kürzel: KmPkw)**

Der Erklärungsfaktor «mittlere Fahrleistung pro Pkw» wurde aus den totalen Fahrzeugkilometern und der Anzahl Pkw (neu: ohne Motorfahräder, Mofas und schnelle Ebikes) bestimmt. Für die Herleitung der Prognose 2018 bis 2020 für die mittlere Fahrleistung eines Pkw (in km) wurde ein local linearer Trend 1994 bis 2017 geschätzt.

**Abbildung 2-10: Zukunftswerte zur mittleren Fahrleistung eines Pkw**

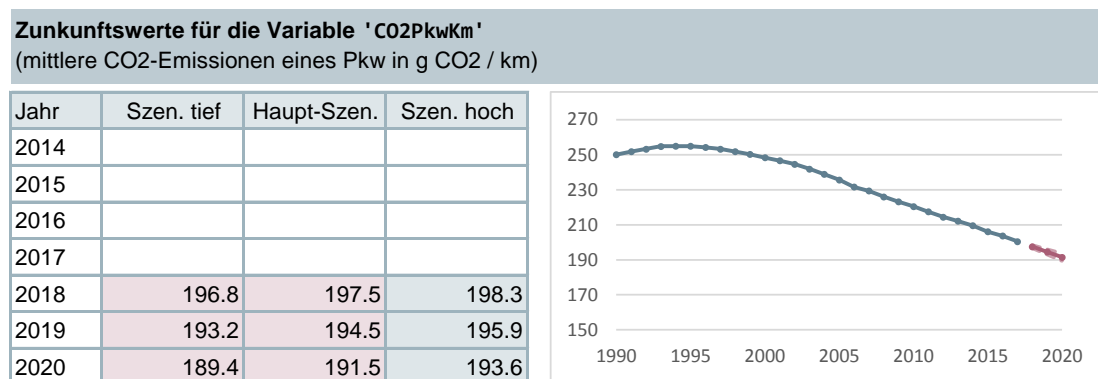


Quelle: Prognosetool.

**Mittlere CO<sub>2</sub>-Emission eines Pkw je gefahrener Kilometer (Kürzel: CO2PkwKm)**

Die Vorhersage zu den CO<sub>2</sub>-Emissionen eines Pkw je gefahrener Kilometer (Emissionsfaktor) beruht auf einem local linearen Trendschätzer der Jahre 1994 bis 2017.

**Abbildung 2-11: Zukunftswerte zu den mittleren CO<sub>2</sub>-Emissionen eines Pkw**

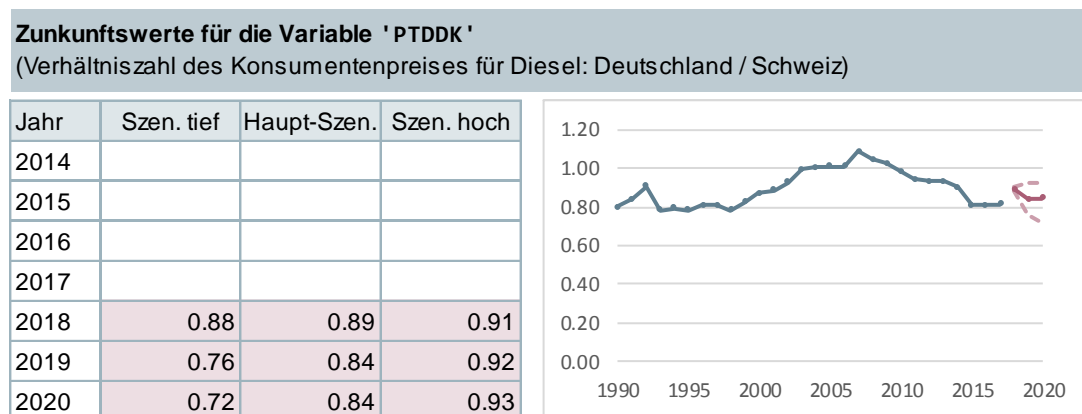


Quelle: Prognosetool.

**Verhältniszahl des Dieselpreises Deutschland – Schweiz (Kürzel: PTDDK)**

Die Verhältniszahl zum Dieselpreis zwischen Deutschland und der Schweiz (PTDDK) wurde im Jahr 2015 durch die Aufgabe des festen CHF-EUR-Wechselkurses und auch durch den Preiszerfall der internationalen Erdölpreise beeinflusst. Die Herleitung der Zukunftswerte zu den Jahren 2018-2020 erfolgt analog zum Vorgehen im Grundlagenbericht; siehe auch Abbildung 2-12. Die Bandbreiten lassen sich aus der Wechselkurs-Volatilität EUR/CHF bestimmen, wobei für 2018 die bis im September 2018 feststellbare Abwertung des Schweizer Frankens bereits eingerechnet ist.

**Abbildung 2-12: Zukunftswerte zur Verhältniszahl des Dieselpreises Deutschland – Schweiz**



Quelle: Prognosetool.

### 3 Sektor Gebäude

#### 3.1 Modellschätzung

Bei der Trendspezifikation wird seit dem Aktualisierungsbericht EcoPlan (2017) die Spezifikation „local-level with deterministic trend“ verwendet. Das Modell zur früheren Periode 1990-2013 verwendete eine “local level“-Konfiguration (siehe Grundlagenbericht EcoPlan (2015)). Der aktuellen Trendspezifikation gelingt es besser, den Trend bzw. die Veränderungen im Trend bei den Treibhausgasemissionen abzubilden. Die Trend-Problematik trat mit den Datenaktualisierungen deutlicher zu Tage als dies noch für die Periode 1990-2013 der Fall war. Deshalb haben wir uns entschieden, einen Wechsel auf das Modell mit der Spezifikation „local-level with deterministic trend“ vorzunehmen.

Mit dem vorliegenden Update wurde die Variable Heizölpreis aus dem Modell entfernt, da diese einerseits statistisch nicht signifikant ist und andererseits das positive Vorzeichen des Koeffizienten nicht mehr ins Erklärungsmodell passt.

**Abbildung 3-1: Modellschätzung**

Modell für den Sektor Gebäude (Daten 2018-2020)						
Hyperparameters / Variances						
	<i>coef.</i>	<i>std.err.</i>				
Error variance	4.81E-04	1.85E-04				
Level variance	5.72E-05	1.03E-04				
Slope variance	-	-				
Regression effects						
<i>Variable / effect</i>	<i>coef.</i>	<i>std.err.</i>	<i>z-value</i>	<i>prob.</i>	<i>lo</i>	<i>hi</i>
logBAUIRENO	-0.09	0.13	-0.73	0.47	-0.35	0.16
logEBHH	3.01	0.81	3.7	0.00	1.42	4.61
logHGT	0.81	0.08	10.52	0.00	0.66	0.96
Model and predictive diagnostics (and diagnostics of the standardized innovations)						
Deg. of. freedom	28	Durbin-Watson statistic	1.555			
AIC <sub>cor</sub>	-95.96	Ljung-Box statistic	1.400	p-value: 0.924		
RMSPE	2.39E-02	Shapiro-Wilk statistic	2.079	p-value: 0.019		

Anm.: AIC<sub>cor</sub> = adjustiertes Akaike-Informationskriterium, RMSPE = root mean square prediction error

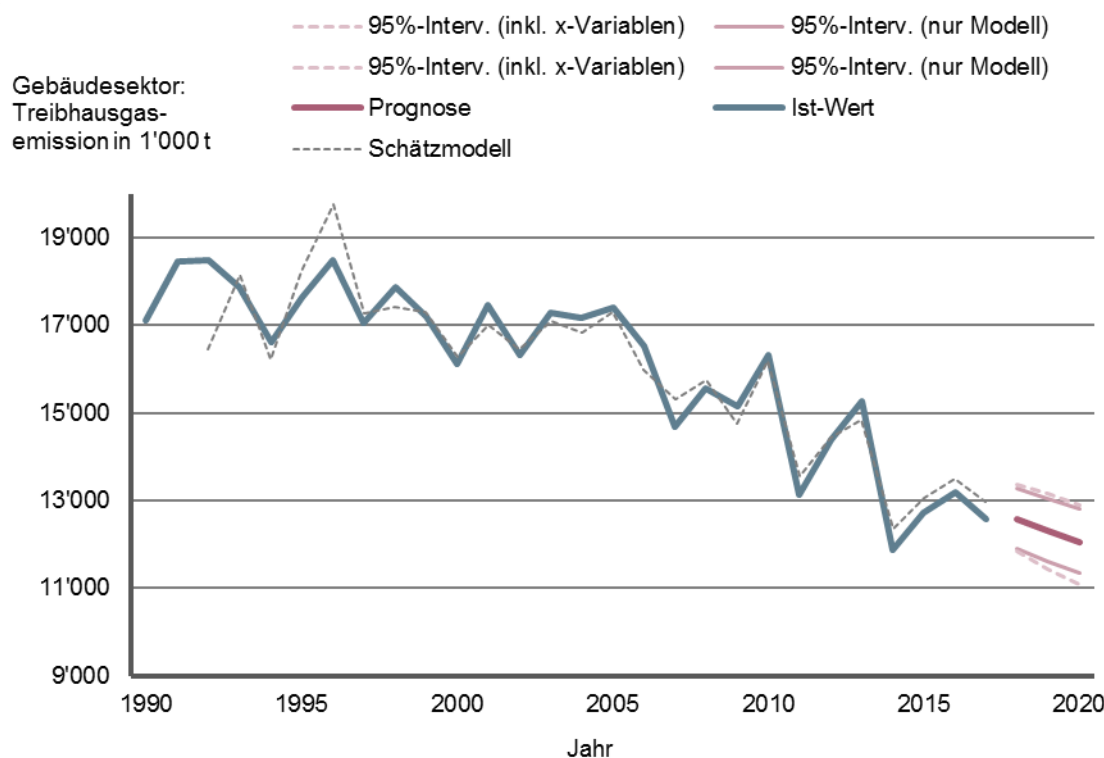


### 3.2 Prognose für die Jahre 2018-2020

Die Prognosen gehen von einem monotonen Rückgang der Treibhausgasemissionen für die Periode 2018-2020 aus (siehe Abbildung 3-2). Die Prognoseunsicherheit ist anhand von zwei Arten an Prädiktionsintervallen<sup>3</sup> ausgewiesen:

- «Prädiktionsintervall im engeren Sinn» (nur Modell): dieses Intervall widerspiegelt nur die Modellunsicherheit
- «Prädiktionsintervall im weiteren Sinn» (inkl. x-Variablen): dieses Intervall repräsentiert die Modellunsicherheit und zusätzlich auch die Unsicherheit betreffend die Fortschreibung der Erklärungsvariablen (bspw. BIP; siehe Szenarien «hoch» und «tief»).

Abbildung 3-2: Prognose zum Gebäudesektor



Quelle: Prognosetool.

<sup>3</sup> Die Berechnung der Unsicherheitsintervalle basiert auf einer Approximation; Grund: für die Schätzung der Modelle wurden die Treibhausgasemissionsdaten vorgängig in die log-Skala transformiert; für die Prognosen und Unsicherheitsintervalle werden aber nicht-logarithmierte Kennzahlen benötigt. Eine direkte Rücktransformation (bspw. per exp-Funktion) würde zu Verzerrungen führen. Es wurde daher eine (approximativ) bias-adjustierte Rücktransformation verwendet.

**Tabelle zu den prognostizierten Werten**

Jahre	95%-Interv. (inkl. x-Variablen)	Prognose (Hauptszenario)	95%-Interv. (inkl. x-Variablen)
2018	11'830.7	12'574.6	13'360.7
2019	11'440.7	12'306.9	13'162.3
2020	11'086.7	12'044.7	12'911.7

Quelle: Prognosetool.

**Exkurs zu den Prädiktionsintervallen**

Das «Prädiktionsintervall im weiteren Sinn», das sowohl die Modellunsicherheit als auch die Ungewissheit / Variabilität bei den Zukunftswerten der Erklärungsvariablen umfasst, kann generell als *relativ konservativ* bezeichnet werden. Das «Prädiktionsintervall im engeren Sinn» (nur Modell) hingegen ist tendenziell «zu optimistisch» was die Streuweite angeht (der Begriff «optimistisch» bezieht sich in diesem Kontext nur auf die Streuung / Unsicherheit, sagt jedoch nichts darüber aus, ob ein steigender oder fallender Trend vorliegt).

## 4 Sektor Industrie EHS (ohne Zementindustrie)

### 4.1 Modellschätzung

Das vorliegende Modell (siehe Abbildung 4-1) für den Sektor Industrie EHS (ohne Zementindustrie) stimmt mit dem Modell zu den früheren Perioden überein (siehe Grundlagenbericht Ecoplan (2015) und Aktualisierungsbericht Ecoplan (2017)), ausser dass auch hier die Trendkomponente angepasst wurde. Das Schätzmodell für die frühere Periode mit den Jahren 1990-2013 beruhte auf einer „local level“-Trendspezifikation (siehe Grundlagenbericht); das aktuelle Modell unterstellt hingegen einen „smooth trend“. Bereits im Grundlagenbericht wurde die Trendproblematik in diesem Sektor thematisiert. Es zeigte sich damals, dass das „local-level“-Modell den Trendbruch im Jahr 2006 nur unzureichend gut abbildete. Die technischen Kriterien und Modelldiagnostiken gaben damals jedoch keine Anzeichen, von der „local-level“-Spezifikation abzuweichen. Mit den Datenaktualisierungen hat sich die Faktenlage verändert. Die technischen Kriterien sprechen nicht mehr mehrheitlich für die „local-level“-Variante, sondern bescheinigen auch alternativen Trendspezifikationen eine gute Erklärungskraft. Die beste Alternative ist die „smooth trend“-Modellierung. Angesichts der veränderten empirischen Evidenz und dem Faktum, dass die „smooth trend“-Spezifikation den Trendbruch im Jahr 2006 befriedigend beschreibt, haben wir uns entschieden, die „smooth trend“-Spezifikation zu implementieren. Zusätzlich wird mit der vorliegenden Aktualisierung die Schliessung der Raffinerie Colombey neu mittels einer Dummy-Variable berücksichtigt (vgl. Anmerkung unten).

**Abbildung 4-1: Modellschätzung**

Modell für den Sektor Industrie EHS, ohne Zementindustrie (Daten: 1990-2017)						
Hyperparameters / Variances						
	<i>coef.</i>	<i>std.err.</i>				
Error variance	7.43E-04	7.43E-04				
Level variance	-	-				
Slope variance	6E-05	6.38E-05				
Regression effects						
<i>Variable / effect</i>	<i>coef.</i>	<i>std.err.</i>	<i>z-value</i>	<i>prob.</i>	<i>lo</i>	<i>hi</i>
logBIP (t)	1.71	0.53	3.22	0.00	0.67	2.75
logBIP (t-1)	-1.07	0.51	-2.09	0.04	-2.08	-0.07
logHGT (t)	0.57	0.11	5.36	0.00	0.36	0.77
logHGT (t-1)	0.25	0.11	2.30	0.02	0.04	0.47
dummy2015	-0.12	0.04	-2.77	0.01	-0.20	-0.03
Model and predictive diagnostics (and diagnostics of the standardized innovations)						
Deg. of. freedom	27	Durbin-Watson statistic		1.722		
AIC <sub>cor</sub>	-70.51	Ljung-Box statistic		3.020	p-value: 0.697	
RMSPE	3.02E-02	Shapiro-Wilk statistic		0.961	p-value: 0.438	

Anm.: AIC<sub>cor</sub> = adjustiertes Akaike-Informationskriterium, RMSPE = root mean square prediction error

## 4.2 Prognose für die Jahre 2018-2020

Die Prognose zu den Treibhausgasemissionen für die Jahre 2018-2020 sind in Abbildung 4-2 dargestellt. Es werden hier die beiden in Kapitel 3.2 (siehe Exkurs) besprochenen Typen von Prädiktionsintervalle ausgewiesen.

Abbildung 4-2: Prognose zum Sektor Industrie EHS (ohne Zementindustrie)



Tabelle zu den prognostizierten Werten

Jahre	95%-Interv. (inkl. x-Variablen)	Prognose (Hauptszenario)	95%-Interv. (inkl. x-Variablen)
2018	2'102.5	2'336.1	2'592.7
2019	1'999.3	2'276.1	2'896.6
2020	1'888.9	2'214.4	3'209.8

Quelle: Prognosetool.

### Anmerkungen

- Der Unsicherheitsbereich zu den Prognosen ist sowohl im Vergleich zu den anderen Sektorprognosen als auch in Bezug auf die Variation der historischen Daten relativ gross (siehe Abbildung 4-2). Der Hauptgrund für den relativ grossen Unsicherheitsbericht ist, dass der Erklärungsgehalt des Modells für diesen Sektor vergleichsweise gering ist.

- Bei der Prognose zum Sektor «EHS ohne Zementindustrie» gilt es eine Besonderheit festzuhalten. Die Raffinerie in Collombey, im Besitz von Tamoil SA, stellte ihren Betrieb Ende März 2015 ein. Anhand der Meldungen im SwissPRTR kann die Emissionsmenge der Raffinerie eruiert werden. Diese belief sich zwischen 2007 und 2014 auf durchschnittlich 616'750 Tonnen CO<sub>2</sub>. 2015 war die Raffinerie nur noch im ersten Quartal in Betrieb. Aus Sicht des Prognosemodells ist das Ereignis, dass die Raffinerie Collombey ihren Betrieb einstellte, eine exogene Information. Da mit der Aktualisierung 2018 drei Beobachtungspunkte seit der Schliessung vorliegen, kann diese Information mittels einer Dummy-Variable für die Jahre 2015 bis 2017 abgefangen werden. So wird die Betriebseinstellung adäquat in den Prognosen abgebildet. Für das Konfidenzintervall wird eine mögliche Wiedereröffnung der Raffinerie Collombey berücksichtigt. Im 95%-Intervall (inkl. x-Variablen) wird für die Obergrenze im Jahr 2019 50% der früheren Jahresemission berücksichtigt, für das Jahr 2020 100%.

## 5 Sektor Zementindustrie

### 5.1 Modellschätzung

Das Modell für die Zementindustrie (siehe Abbildung 5-1) ist hinsichtlich der Modellstruktur identisch mit dem Modell aus dem Grundlagenbericht. Allerdings wird seit der Aktualisierung Ecoplan (2017) nur die Zeitperiode 1996-2017 für die Schätzung herangezogen und nicht die gesamte Zeitspanne, 1990-2017. Die Gründe für die Verkürzung des Zeithorizonts liegen darin, dass die Modellspezifikation den Rückgang bei den Emissionen in den Jahren 1990-1995 (siehe Abbildung 5-2) nicht adäquat abbilden kann. In allen restlichen Belangen ist die Modellschätzung in Abbildung 5-1 äquivalent zum Modell im Grundlagenbericht.

Abbildung 5-1: Modellschätzung

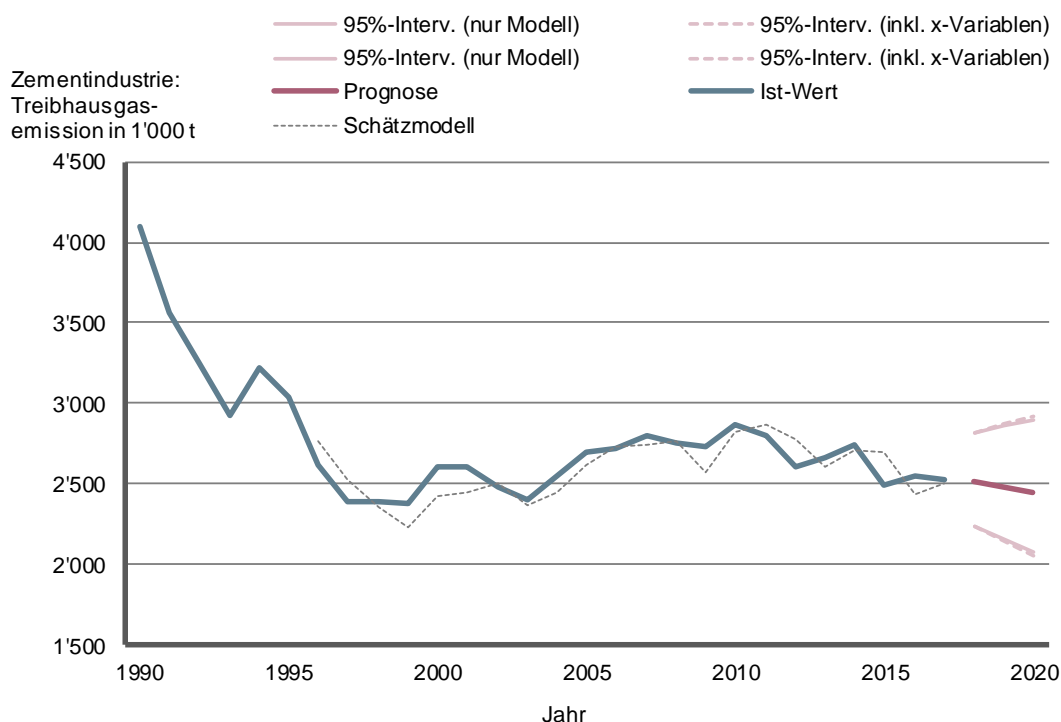
Modell für den Sektor Zementindustrie (Daten: 1996-2017)						
Hyperparameters / Variances						
	<i>coef.</i>	<i>std.err.</i>				
Error variance	4.20E-14	-				
Level variance	1.57E-03	4.98E-04				
Slope variance	-	-				
Regression effects						
<i>Variable / effect</i>	<i>coef.</i>	<i>std.err.</i>	<i>z-value</i>	<i>prob.</i>	<i>lo</i>	<i>hi</i>
logBIP(t)	1.80276	0.61053	2.95	0.003	0.606148	2.99938
logBAUI(t)	0.66614	0.38449	1.73	0.083	-0.08745	1.41972
Model and predictive diagnostics (and diagnostics of the standardized innovations)						
Deg. of. freedom	22	Durbin-Watson statistic	1.807			
AIC <sub>cor</sub>	-59.61	Ljung-Box statistic	3.663	p-value: 0.600		
RMSPE	2.90E-07	Shapiro-Wilk statistic	0.007	p-value: 0.497		

Anm.: AIC<sub>cor</sub> = adjustiertes Akaike-Informationskriterium, RMSPE = root mean square prediction error

## 5.2 Prognose für die Jahre 2018-2020

Die Prognose zu den Treibhausgasemissionen für die Jahre 2018-2020 sind in Abbildung 5-2 dargestellt. Es werden hier die beiden in Kapitel 3.2 (siehe Exkurs) besprochenen Typen von Prädiktionsintervalle ausgewiesen. Unabhängig davon welches Prädiktionsintervall betrachtet wird, fällt auf, dass der Unsicherheitsbereich zu den Prognosen vergleichsweise gross ausfällt, sowohl im Vergleich zu den anderen Sektorprognosen als auch in Bezug auf die Variation der historischen Daten relativ gross (siehe Abbildung 5-2). Der Hauptgrund für den relativ grossen Unsicherheitsbereich ist, dass der Erklärungsgehalt des Modells für diesen Sektor eher tief ist.

**Abbildung 5-2: Prognose zur Zementindustrie**



Quelle: Prognosetool.

**Tabelle zu den prognostizierten Werten**

Jahre	95%-Interv. (inkl. x-Variablen)	Prognose (Hauptszenario)	95%-Interv. (inkl. x-Variablen)
2018	2'235.5	2'511.0	2'819.9
2019	2'141.8	2'481.9	2'874.3
2020	2'058.6	2'451.0	2'915.4

Quelle: Prognosetool.

## 6 Sektor übrige Industrie

### 6.1 Modellschätzung

Das Modell zum Sektor übrige Industrie stimmt mit dem Modell zur früheren Periode überein. Auch die vorliegende Aktualisierung rechnet mit einer Dummyvariable für die Jahre 2006-2017 und mit einer «smooth trend»-Spezifikation, welche beide in der Aktualisierung Ecoplan (2017) eingeführt wurden.

**Abbildung 6-1: Modellschätzung**

Modell für den Sektor 'übrige Industrie' (Daten: 1990-2017)						
Hyperparameters / Variances						
	<i>coef.</i>	<i>std.err.</i>				
Error variance	1.46E-04	4.06E-05				
Level variance	-	-				
Slope variance	3.26E-16	-				
<i>Variable / effect</i>	<i>coef.</i>	<i>std.err.</i>	<i>z-value</i>	<i>prob.</i>	<i>lo</i>	<i>hi</i>
logBIP	0.47717	0.25816	1.85	0.065	-0.02882	0.98317
logBEV	-3.26968	0.21981	-14.87	0.000	-3.7005	-2.83885
logEBI	0.22101	0.37146	0.59	0.552	-0.50704	0.94906
logHGT	0.22384	0.04081	5.48	0.000	0.143851	0.30383
Dummy2006	0.02487	0.01366	1.82	0.069	-0.0019	0.05165
Model and predictive diagnostics (and diagnostics of the standardized innovations)						
Deg. of. freedom	28	Durbin-Watson statistic	1.185			
AIC <sub>cor</sub>	-129.27	Ljung-Box statistic	3.841	p-value: 0.5726		
RMSPE	1.25E-02	Shapiro-Wilk statistic	3.164	p-value: 0.009		

Anm.: AIC<sub>cor</sub> = adjustiertes Akaike-Informationskriterium, RMSPE = root mean square prediction error





## 7 Sektor Verkehr

### 7.1 Modellschätzung

Das aktuelle Modell (Jahre 1990-2017; siehe Abbildung 7-1) für den Verkehrssektor unterscheidet sich vom Modell der früheren Periode (1990-2015) insofern, dass hier die Trendkomponente angepasst wurde. Das Schätzmodell für die frühere Periode zu den Jahren 1990-2015 (vgl. Aktualisierungsbericht Ecoplan (2017)) beruhte auf einer „smooth trend“-Trendspezifikation; das aktuelle Modell unterstellt hingegen einen „local trend“. Mit den Datenaktualisierungen ist die „local trend“-Modellierung die technisch beste Alternative.

**Abbildung 7-1: Modellschätzung**

Modell für den Sektor Verkehr (Daten: 1990-2017)						
Hyperparameters / Variances						
	<i>coef.</i>	<i>std.err.</i>				
Error variance	2.30E-05	5.45E-05				
Level variance	1.52E-04	1.05E-04				
Slope variance	-	-				
Regression effects						
<i>Variable / effect</i>	<i>coef.</i>	<i>std.err.</i>	<i>z-value</i>	<i>prob.</i>	<i>lo</i>	<i>hi</i>
logBIP	0.50768	0.21949	2.31	0.021	0.077489	0.93786
logFzgPkw	0.18324	0.28379	0.65	0.518	-0.37299	0.73946
logKmPkw	0.59649	0.28396	2.1	0.036	0.039943	1.15304
logTHGEKmPkw	0.86055	0.48037	1.79	0.073	-0.08096	1.80206
logPTDDK	0.28443	0.07095	4.01	0	0.14537	0.42349
Model and predictive diagnostics (and diagnostics of the standardized innovations)						
Deg. of. freedom	28	Durbin-Watson statistic		1.957		
AIC <sub>cor</sub>	-138.15	Ljung-Box statistic		1.806	p-value: 0.875	
RMSPE	6.42E-03	Shapiro-Wilk statistic		-0.037	p-value: 0.515	

Anm.: AIC<sub>cor</sub> = adjustiertes Akaike-Informationskriterium, RMSPE = root mean square prediction error

### 7.2 Prognose für die Jahre 2018-2020

Die Prognosen des Verkehrsmodells für die Jahre 2018-2020 sind in Abbildung 7-2 dargestellt. Insgesamt prognostiziert das Modell, dass die Treibhausgasemissionen – gemäss den unterstellten Annahmen – nach einem Anstieg 2018 in der Tendenz leicht rückläufig sind. Diese Prognose hängt stark davon ab, welche Annahmen betreffend die zeitliche Entwicklung unterstellt werden; dies betrifft v.a. die Annahmen zum BIP, der durchschnittlichen Fahrleistung eines Pkw und das Dieselpreisverhältnis zwischen Deutschland und der Schweiz. Entsprechend ist auch die Unsicherheit bei der Prognose vergleichsweise gross; dies zeigt sich insbesondere

für die obere Abschätzung des Unsicherheitsintervalls. Für die Asymmetrie im 95%-Vertrauensintervall (inkl. x-Variable) ist der Tanktourismus verantwortlich: Wenn der Schweizer Preis im Vergleich zum ausländischen Treibstoffpreis günstiger wird, tanken wieder mehr Ausländer in der Schweiz, was zu einem erhöhten Treibstoffabsatz in der Schweiz führt. Durch den relativ starken Anstieg des Wechselkurses des Euro zum Schweizer Franken im Jahr 2018 bewirkt dies einen Sprung in der Prognose.

**Abbildung 7-2: Prognose zum Verkehrssektor**



**Tabelle zu den prognostizierten Werten**

Jahre	95%-Interv. (inkl. x-Variablen)	Prognose (Hauptszenario)	95%-Interv. (inkl. x-Variablen)
2018	15'042.1	15'605.1	16'190.5
2019	14'540.7	15'316.7	16'104.7
2020	14'219.4	15'249.3	16'151.9

Quelle: Prognosetool.

## 8 Gesamttotal der Emissionen

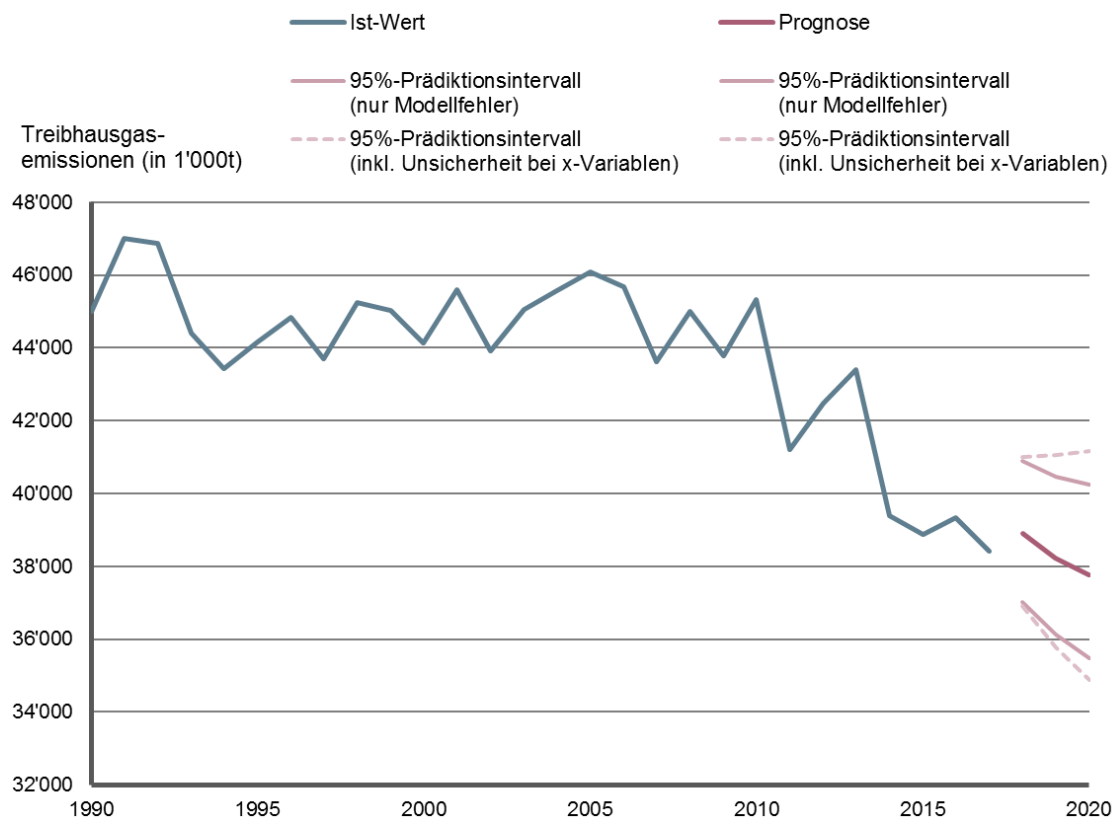
Neben den sektorspezifischen Vorhersagen zu den Treibhausgasemissionen, soll an dieser Stelle auch eine Prognose zum Total der emittierten Treibhausgasemissionen für die Jahre 2018-2020 berechnet werden; siehe Abbildung 8-1. Das Total berechnet sich als Summe der Treibhausgasemissionen zu allen in Abbildung 1-1 (siehe Kapitel 1) aufgeführten Sektoren, ohne die Residualgruppe «Rest». Die Prognoseunsicherheit ist anhand von zwei Arten an Prädiktionsintervallen ausgewiesen:

- «*Prädiktionsintervall im engeren Sinn*» (nur Modell): dieses Intervall widerspiegelt nur die Modellunsicherheit
- «*Prädiktionsintervall im weiteren Sinn*» (inkl. x-Variablen): dieses Intervall repräsentiert die Modellunsicherheit und zusätzlich auch die Unsicherheit betreffend die Fortschreibung der Erklärungsvariablen (bspw. BIP; siehe Szenarien «hoch» und «tief»).

### Anmerkung zum prognostizierten Gesamttotal

- Die Prognose zu den Jahren 2018-2020 weist für das Gesamttotal der Treibhausgasemissionen (siehe Abbildung 8-1) nach einem leichten Anstieg 2018 einen Rückgang auf.
- Die Prädiktionsintervalle «im engeren Sinne» (nur Modellunsicherheit) folgen in ihrem Zeitverlauf der Prognosekurve. Die Prädiktionsintervalle, welche zusätzlich zur Modellunsicherheit auch noch die Ungewissheit bei der Entwicklung der Erklärungsvariablen abbilden, hingegen zeigen mitunter einen anderen Zeitverlauf. Insgesamt kann festgehalten werden, dass die Prädiktionsintervalle «im weiteren Sinne» sehr konservativ sind. Es ist zwar *theoretisch* denkbar, dass sich die Wirtschaftslage so entwickelt, dass alle Erklärungsvariablen ihrem oberen Extrempfad (maximales Szenario) folgen, allerdings ist ein solches Szenario äußerst unwahrscheinlich. Aus diesem Grund darf die Bedeutung der Prädiktionsintervalle «im weiteren Sinne» nicht überschätzt werden; es handelt sich hierbei mehrheitlich um Extremum-Szenarien und nicht um wahrscheinliche Zeitpfade.

**Abbildung 8-1: Prognose zum Gesamttotal der Emissionen (alle Sektoren ohne Restgruppe, 2018-2020)**



**Tabelle zu den prognostizierten Werten in 1000 Tonnen CO<sub>2</sub>**

Jahr	Prognose	Prädiktionsintervall (nur Modellunsicherheit)		Prädiktionsintervall (inkl. Unsicherheit bei den Erklärungsvariablen)	
		tief	hoch	tief	hoch
2018	38'900	37'031	40'886	36'911	41'012
2019	38'221	36'135	40'465	35'787	41'053
2020	37'753	35'465	40'245	34'869	41'161

Quelle: Zusammenstellung aus den sektorspezifischen Prognose-Tools.

## 9 Abschätzung zur Wirkung bereits umgesetzter Massnahmen

Die CO<sub>2</sub>-Minderung folgender drei Massnahmen:

- Kompensation von CO<sub>2</sub>-Emissionen (Treibstoffimporteure, fossil-thermische Kraftwerke)
- CO<sub>2</sub>-Abgabe
- Gebäudeprogramm

ist, wie der Grundlagenbericht aufzeigt, zumindest teilweise in der modellberechneten Prognose noch nicht enthalten. Ebenda wurden Methoden besprochen, wie die Wirkung dieser Massnahmen grundsätzlich abgeschätzt werden kann; dabei bezog sich der Grundlagenbericht auf die Beobachtungsperiode 1990-2013. Mit der nun erfolgten Datenaktualisierung wollen wir auch die im Grundlagenbericht gemachte Wirkungsabschätzung im Lichte der aktuellen Daten und Erkenntnisse diskutieren und (sofern erforderlich) anpassen.

### 9.1 Kompensation von CO<sub>2</sub>-Emissionen

Sowohl die Importeure von Treibstoffen wie auch die Betreiber von fossil-thermischen Kraftwerken sind zur CO<sub>2</sub>-Kompensation im Inland verpflichtet.

- *Importeure von Treibstoffen*: Im Jahr 2020 sind mindestens 10 % der CO<sub>2</sub>-Emissionen aus dem Verkehr mit Massnahmen im Inland zu kompensieren. Der daraus folgende Aufpreis für Treibstoffe darf 5 Rappen pro Liter nicht übersteigen.
- *Betreiber fossil-thermischer Kraftwerke (bspw. GuD)*: Die Betreiber fossil-thermischer Kraftwerke sind verpflichtet, die verursachten CO<sub>2</sub>-Emissionen vollumfänglich zu kompensieren; mindestens die Hälfte innerhalb der Schweiz.

Für die Erfüllung der Kompensationspflicht stehen den Kompensationspflichtigen verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung. In dieser Hinsicht haben sich keine Änderungen im Vergleich zu den Ausführungen im Grundlagenbericht ergeben. Dies gilt auch für den Fall, dass zusätzliche fossil-thermische Kraftwerke (GuD) ihren Betrieb aufnehmen würden.<sup>4</sup> Zusätzliche fossil-thermische Kraftwerke wären als einzelne CO<sub>2</sub>-Emissionsquelle mit ihren Kompensationspflichten in die Bilanzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen aufzunehmen. Die gemäss geltender CO<sub>2</sub>-Verordnung im Moment festgelegten Kompensationssätze für Treibstoffimporteure (bspw. 10% für das Jahr 2020) führen zu CO<sub>2</sub>-Minderungen, die über den Trend hinausgehen. Gemäss rechtlichem Konstrukt sind diese Kompensationsmassnahmen als zusätzliche CO<sub>2</sub>-Emissionsminderungen zu verstehen. Faktisch wird aber die zusätzliche CO<sub>2</sub>-Minderung durch diese Kompensation unter den für das Jahr 2020 festgelegten 10% liegen; siehe hierzu die Argumentation im Grundlagenbericht. Eine Abschätzung, welcher Anteil der Kompensationspflicht über den Trend hinausgeht, wird im Rahmen dieser Arbeiten nicht vorgenommen.

---

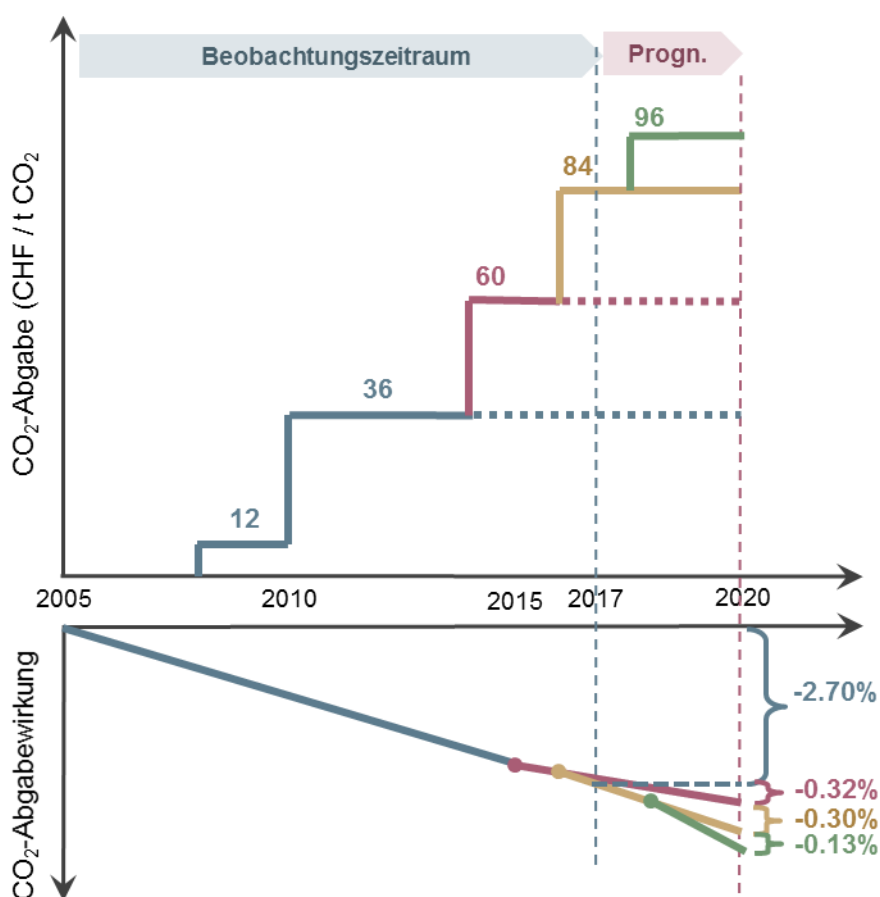
<sup>4</sup> Da die zusätzlichen Emissionen durch allfällig zusätzliche fossil-thermische Kraftwerke (GuD) in der Modellschätzung nicht berücksichtigt sind, sind auch Kompensationsmassnahmen – ausgelöst durch die Kompensation dieser zusätzlichen Kraftwerke – nicht als zusätzliche CO<sub>2</sub>-Minderung zu berücksichtigen.

## 9.2 CO<sub>2</sub>-Abgabe

Die CO<sub>2</sub>-Abgabe (betrifft nur Brennstoffe) wurde 2008 eingeführt und im Jahr 2010 von 12 auf 36 CHF/t CO<sub>2</sub> und per 1.1.2014 von 36 auf 60 CHF/t CO<sub>2</sub> angehoben. Per 1.1.2016 wurde der Abgabesatz auf 84 CHF/t CO<sub>2</sub> erhöht und per 1.1.2018 auf 96 CHF/t CO<sub>2</sub>.

Wir gehen davon aus, dass die Wirkung der CO<sub>2</sub>-Abgabe bis und mit 2017 in der Modellschätzung bereits enthalten ist, der durch das Modell erfasste Trend die Wirkungen der CO<sub>2</sub>-Abgabe ab dem Erhöhungsschritt auf 60 CHF/t CO<sub>2</sub> im Jahr 2014 aufgrund der nur wenigen Beobachtungen noch nicht antizipiert. Wenn wir unterstellen, dass die CO<sub>2</sub>-Abgabe ihre Wirkung innerhalb der nächsten 12 Jahre voll entfaltet (siehe Grundlagenbericht), dann dürften die Erhöhungsschritte auf 60, 80 und 96 CHF/t CO<sub>2</sub> zwischen 2017 und 2020 noch zusätzliche – im Schätzmodell noch nicht berücksichtigte – CO<sub>2</sub>-Reduktionen von -0.32%, -0.30% und -0.13% bringen.

Abbildung 9-1: Wirkung der CO<sub>2</sub>-Abgabe



Quelle: Ecoplan

Die Wirkungsabschätzung für die Erhöhung auf 60 und auf 84 CHF/t CO<sub>2</sub> beruht auf Simulationsrechnungen mit unserem Modell SWISSGEM\_E. Für die Erhöhung des Abgabesatzes auf 96 CHF / t CO<sub>2</sub> wurde eine grobe Schätzung – unter Annahme einer linear abnehmenden Grenzwirkung der CO<sub>2</sub>-Abgabe – vorgenommen.

Insgesamt beziffert sich die Reduktionswirkung der CO<sub>2</sub>-Abgabe (vollständige Wirkung der CO<sub>2</sub>-Abgabe bis zu einer Höhe von 36 CHF/t CO<sub>2</sub> und Effekte der drei Abgabeerhöhungen in den Jahre 2014, 2016 und 2018) bis zum Referenzjahr 2020 auf 3.5%.

**Abbildung 9-2: Wirkungsabschätzung der CO<sub>2</sub>-Abgabe (zusätzliche in den Modellschätzungen noch nicht enthaltene Wirkung)**

Jahr	Zusätzliche Wirkung der CO <sub>2</sub> -Abgabeerhöhung						
	von 36 auf 60 CHF/t CO <sub>2</sub>		von 60 auf 84 CHF/t CO <sub>2</sub>		von 84 auf 96 CHF/t CO <sub>2</sub>		Total
	relative Minderung in % der totalen CO <sub>2</sub> -Emissionen (exkl. restliche Treibhausgase)	in Mio. t CO <sub>2</sub> (bezogen auf die Prognosewerte "Mittel")	relative Minderung in % der totalen CO <sub>2</sub> -Emissionen (exkl. restliche Treibhausgase)	in Mio. t CO <sub>2</sub> (bezogen auf die Prognosewerte "Mittel")	relative Minderung in % der totalen CO <sub>2</sub> -Emissionen (exkl. restliche Treibhausgase)	in Mio. t CO <sub>2</sub> (bezogen auf die Prognosewerte "Mittel")	in Mio. t CO <sub>2</sub> (bezogen auf die Prognosewerte "Mittel")
2018	-0.11%	-0.04	-0.10%	-0.04	-0.04%	-0.02	-0.08
2019	-0.21%	-0.08	-0.20%	-0.08	-0.09%	-0.04	-0.16
2020	-0.32%	-0.13	-0.30%	-0.12	-0.13%	-0.05	-0.24

Quelle: Ecoplan.

### 9.3 Gebäudeprogramm

Wie im Grundlagenbericht erwähnt, gehen wir davon aus, dass die Wirkung des Gebäudeprogramms in den Jahren 2010 bis 2014 in der Trendentwicklung bzw. den Prognosen für die Folgejahre bereits enthalten sind. Für die Aktualisierung Ecoplan (2017) sind wir davon ausgegangen, dass die Aufstockung des Gebäudeprogramms zu einer erhöhten Wirkung führen wird, die zusätzlich zu unserer Modellschätzung zu berücksichtigen wäre. Trotz mehr bereit gestellten finanziellen Mittel im Gebäudeprogramm sind die Beiträge in der Tendenz leicht rückläufig. Für die Prognosen 2017 bis 2020 gehen wir davon aus, dass das Gebäudeprogramm keine zusätzliche Wirkung zur geschätzten Trendentwicklung bzw. Prognose zeigt.



## Literaturverzeichnis

BAFU (2017)

EMIS-Bericht THG-Emissionen 1990-2015, Stand: Februar 2017.

BFE (2016)

Schweizerische Gesamtenergiestatistik 2015.

BFS (2016)

Bevölkerungsszenarien 2015-2045.

BFS (2017)

Landindex der Konsumentenpreise, Detailresultate seit 1982, Warenkorbstruktur 2015.

Bundesamt für Statistik BFS (2010)

Szenarien zur Bevölkerungsentwicklung der Schweiz, 2010-2060, Neuchâtel.

Ecoplan (2012)

CO<sub>2</sub>-Emissionen 2008 bis 2012: Kurzfrist-Perspektiven der energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen der Schweiz, Studie im Auftrag des Bundesamts für Umwelt, Bern.

Ecoplan (2015)

Kurzfristperspektiven 2014-2020: Entwicklung eines Tools zur Abschätzung der Treibhausgasemissionen, Studie im Auftrag des Bundesamts für Umwelt, Bern.

Ecoplan (2017)

Kurzfristperspektiven 2016-2020: Kurzfristperspektiven zu den Treibhausgasemissionen, Aktualisierung der Prognosen 2016-2020, Kurzbericht im Auftrag des Bundesamts für Umwelt, Bern.

Interface, EBP (2010)

Evaluation des Gebäudeprogramms der Stiftung Klimarappen.

Konferenz Kantonaler Energiedirektoren EnDK (2014, 2015)

Jahresberichte 2013 und 2014 des Gebäudeprogramms.

Prognos (2012)

Die Energieperspektiven für die Schweiz 2050. Energienachfrage und Elektrizitätsangebot in der Schweiz 2000-2050, Basel.

R Core Team (2017)

R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.

SECO Staatssekretariat für Wirtschaft (2016)

Konjunkturtendenzen, Herbst 2016. Bern.