

# Bilanzierungskonzept 2000-Watt-Gesellschaft

September 2014

EnergieSchweiz für Gemeinden | Stadt Zürich | SIA Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein

Dieses Konzept zeigt auf, was die beteiligten Organisationen unter der «2000-Watt-Gesellschaft» verstehen. Es konkretisiert die methodischen Grundlagen der 2000-Watt-Gesellschaft und soll zu deren homogenen Anwendung in der Praxis beitragen.

Das ursprüngliche Methodikpapier «Grundlagen für ein Umsetzungskonzept der 2000-Watt-Gesellschaft am Beispiel der Stadt Zürich» (Bébié et al. 2009) wurde im März 2012 ein erstes Mal überarbeitet (Lenzlinger et al. 2012). Das vorliegende Bilanzierungskonzept ist die zweite Überarbeitung des Methodikpapiers und ersetzt alle früheren Versionen.

Das vorliegende Konzept richtet sich an Fachleute. Eine allgemeinere, gekürzte Fassung ist bei der Fachstelle 2000-Watt-Gesellschaft<sup>1</sup> erhältlich.

Die Erarbeitung des Bilanzierungskonzepts wurde durch eine Expertengruppe begleitet. Folgende Personen waren Mitglied dieser Expertengruppe:

- |                        |  |
|------------------------|--|
| – Ricardo Bandli       | Bundesamt für Energie, BFE                   |
| – Thomas Blindenbacher | Fachstelle 2000-Watt-Gesellschaft            |
| – Gaetan Cherix        | CREM   |
| – Andreas Eckmanns     | Bundesamt für Energie, BFE                   |
| – Kurt Egger           | EnergieSchweiz für Gemeinden                 |
| – Rolf Frischknecht    | treeze Ltd.                                  |
| – Heinrich Gugerli     | Stadt Zürich, Amt für Hochbauten             |
| – Christoph Hartmann   | ECOSPEED                                     |
| – Ruedi Kriesi         | Kriesi Energie GmbH, Vertreter Minergie      |
| – Martin Ménard        | Lemon Consult GmbH, Vertreter SIA            |
| – Katrin Pfäffli       | Preisig Pfäffli Architekten, Vertreterin SIA |
| – Toni W. Püntener     | Stadt Zürich, Umwelt- und Gesundheitsschutz  |
| – Anna Roschewitz      | novatlantis, Paul Scherrer Institut          |
| – Wolfram Scharnhorst  | novatlantis, Paul Scherrer Institut          |
| – Stefan Schneider     | Planungsbüro Jud                             |
| – Roland Stulz         | Mitbegründer der 2000-Watt-Gesellschaft      |
| – Urs Vogel            | Amstein + Walthert AG                        |

Redaktion: Rolf Frischknecht, Franziska Wyss

**Kontakt:**

Fachstelle 2000-Watt-Gesellschaft, 044 305 93 60  
[www.2000watt.ch/fachstellen](http://www.2000watt.ch/fachstellen), [fachstelle@2000watt.ch](mailto:fachstelle@2000watt.ch)

---

<sup>1</sup> [www.2000watt.ch](http://www.2000watt.ch)

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>Einführung und Übersicht</b>	<b>1</b>
1.1	Motivation	1
1.2	Anwendungsbereiche	1
1.3	Begriff «2000-Watt-kompatibel»	1
1.4	Inhaltsübersicht	2
<b>2</b>	<b>Erfassungsgrößen und Bewertung der Energieträger</b>	<b>3</b>
2.1	Einführung	3
2.2	Endenergieverbrauch	3
2.3	Primärenergiefaktoren	4
2.4	Treibhausgasemissions-Koeffizienten	6
2.5	Herkunft der Daten	6
2.6	Zukünftige Entwicklung	7
<b>3</b>	<b>Schweiz</b>	<b>8</b>
3.1	Vorgehen Bilanzierung	8
3.2	Istwerte und Zielvorgaben Schweiz	10
<b>4</b>	<b>Kantone, Regionen, Gemeinden und Städte</b>	<b>12</b>
4.1	Vorgehen Bilanzierung	12
4.2	Istwerte und Zielvorgaben Kantone, Regionen, Gemeinden und Städte	13
<b>5</b>	<b>Personen und Haushalte</b>	<b>16</b>
5.1	Vorgehen Bilanzierung	16
5.2	Istwerte	17
<b>6</b>	<b>Bilanzierungsunterschiede</b>	<b>18</b>
<b>7</b>	<b>Gebäude</b>	<b>19</b>
7.1	Vorgehen Bilanzierung	19
7.2	Projektwerte	19
7.3	Richt- und Zielwerte	20
7.4	Beitrag von MINERGIE zur 2000-Watt-Gesellschaft	20
<b>8</b>	<b>Arealentwicklung</b>	<b>21</b>
<b>9</b>	<b>Unternehmen</b>	<b>22</b>
<b>10</b>	<b>Vertiefungsthemen</b>	<b>23</b>
10.1	Primärenergiebedarf und Treibhausgasemissionen durch Privatkonsum	23
10.2	Typologie von Gemeinden	27
10.3	Gesellschaftliche Einflussfaktoren	28
10.4	Zukünftige Baumaterial- und Energiebereitstellung	30
10.5	Zukünftiger Strommix Schweiz	30
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>32</b>
<b>11</b>	<b>Anhang</b>	<b>34</b>
11.1	Systemumfang Energieträgerbereitstellung (informativ)	34
11.2	Mögliche Berechnungsgrundlagen mobile Verbraucher (Verkehr) für die Bilanzierung von Kantonen, Regionen, Gemeinden und Städten (informativ)	35
11.3	Eigenwerte der Primärenergieressourcen (verbindlich)	38
11.4	Primärenergiefaktoren und Treibhausgasemissions-Koeffizienten (verbindlich)	39

## Kurzfassung

### Motivation und Zielsetzung

Die 2000-Watt-Gesellschaft verfolgt das Ziel, bis zum Jahr 2100 in der Schweiz den Primärenergiebedarf verursacht durch den Endenergieverbrauch der Einwohnenden auf 2000 Watt pro Person und die Treibhausgasemissionen auf 1 Tonne pro Person und Jahr zu reduzieren (siehe **Tabelle Z-1**). Für das Jahr 2050 wurden die Zwischenziele 3500 Watt Primärenergiebedarf pro Person und 2 Tonnen Treibhausgasemissionen pro Person und Jahr festgelegt. Aus diesen Zielen werden Reduktionsfaktoren abgeleitet, welche für die Festlegung von Zielen in Kantonen, Regionen, Gemeinden und Städten verwendet werden sollen.

**Tabelle Z-1:** Istwerte 2005 und Zielwerte der 2000-Watt-Gesellschaft für die Schweiz, basierend auf Bébié et al. (2009) und daraus abgeleitete Reduktionsfaktoren für Kantone, Regionen, Gemeinden und Städte

Jahr	2005	2050	2100	Reduktionsfaktoren	
				2050	2100
Durchschnittliche Leistung der gesamten Primärenergie pro Person in Watt	6300	3500	2000	1.8	3.2
informativ: <sup>1)</sup> Durchschnittliche Leistung der Primärenergie nicht erneuerbar pro Person in Watt	5800	2000	500	2.9	11.6
Treibhausgasemissionen in Tonnen pro Person und Jahr	8.6	2.0	1.0	4.3	8.6

1) Für Gebäude ist die Primärenergie nicht erneuerbar die massgebende Grösse (Merkblatt SIA 2040 SIA-Effizienzpfad Energie, Merkblatt SIA 2032 Graue Energie von Gebäuden)

### Anwendungsbereiche

Das Bilanzierungskonzept unterscheidet die folgenden Bilanzierungsgegenstände (siehe auch **Abbildung Z-1**):

- Schweiz
- Kantone, Regionen, Gemeinden und Städte
- Personen und Haushalte
- Gebäude und Areale
- Unternehmen und landwirtschaftliche Betriebe

Bei der Bilanzierung der **Schweiz, von Kantonen, Regionen, Gemeinden und Städten** wird der Endenergieverbrauch innerhalb der geografischen Grenzen gemessen beziehungsweise geschätzt und daraus der Primärenergiebedarf (gesamt) und die Treibhausgasemissionen berechnet (ohne Konsum von Waren und Dienstleistungen von ausserhalb des Perimeters).

Bei der Bilanzierung von **Personen und Haushalten** wird der gesamte Konsum berücksichtigt, um den Primärenergiebedarf (gesamt) und die Treibhausgasemissionen zu bestimmen.

Die Bilanzierung des Primärenergiebedarfs (nicht erneuerbar) und der Treibhausgasemissionen von **Gebäuden** umfasst die Herstellung der Baumaterialien (die zum Teil aus dem Ausland importiert werden), das Errichten, den Betrieb und den Rückbau des Gebäudes sowie den durch die Gebäudenutzung induzierten Verkehr.

**Arealbilanzen** umfassen dieselben Bereiche wie Gebäude. Einziger Unterschied ist die zusätzliche Berücksichtigung des gesamten (erneuerbaren und nicht erneuerbaren) Primärenergiebedarfs.

**Unternehmen und landwirtschaftliche Betriebe** sind für eine 2000-Watt-Bilanzierung im engeren Sinne nicht geeignet.

Bilanzierungsgegenstände	Gebäude, Erstellung			Gebäude, Betrieb		Verkehr			Gewerbe, Industrie, Dienstleistungen, öffentliche Hand			übriger Konsum	
	Produktion + Verbrauch Inland	Import + Verbrauch Inland	Produktion Inland + Export	Wohnen	andere Gebäude-kategorien	gebäude-standort-abhängige Mobilität	übrige Mobilität (inkl. Flugreisen)	Geschäfts- und Güter-verkehr	Produktion + Verbrauch Inland	Import + Verbrauch Inland	Produktion Inland + Export	Produktion + Verbrauch Inland	Import + Verbrauch Inland
Gebietskörperschaft (Schweiz, Kanton, Region, Gemeinde, Stadt)	energiebedingt	energiebedingt	energiebedingt	energiebedingt	energiebedingt	energiebedingt	energiebedingt	energiebedingt	energiebedingt	energiebedingt	energiebedingt	energiebedingt	energiebedingt
Einzelperson und Haushalt	<sup>1)</sup> energiebedingt	<sup>1)</sup> energiebedingt		<sup>2)</sup> übrige				<sup>2)</sup> übrige	<sup>2)</sup> übrige	<sup>2)</sup> übrige			
Gebäude	energiebedingt	energiebedingt		energiebedingt	energiebedingt								
Areal	energiebedingt	energiebedingt		energiebedingt	energiebedingt								

energiebedingt	übrige	Primärenergie gesamt und Treibhausgasemissionen
		Primärenergie nicht erneuerbar und Treibhausgasemissionen
		Primärenergie gesamt, Primärenergie nicht erneuerbar und Treibhausgasemissionen

<sup>1)</sup>: nur Wohnbauten, übrige Bauten indirekt über "übriger Konsum" berücksichtigt  
<sup>2)</sup>: indirekt über "übriger Konsum" berücksichtigt

**Abbildung Z-1:** Schematische Darstellung der Bilanzierungsgegenstände und deren Systemumfang gemäss dem Bilanzierungskonzept 2000-Watt-Gesellschaft

# 1 Einführung und Übersicht

## 1.1 Motivation

Die 2000-Watt-Gesellschaft verlangt eine nachhaltige Nutzung der Ressourcen und Energieträger sowie deren global gerechte Verteilung auf die Weltbevölkerung und ein gegenüber heute reduziertes, klimaverträgliches Niveau der Treibhausgasemissionen. Für die Schweiz sowie ihre Kantone, Regionen, Gemeinden und Städte erfordert dies eine Reduktion des gesamten Primärenergiebedarfs auf 2000 Watt pro Person (Spreng et al. 2002). Zudem sollen die Treibhausgasemissionen auf 1 Tonne CO<sub>2</sub>-eq pro Person und Jahr reduziert werden (Schweizerischer Bundesrat 2002).

## 1.2 Anwendungsbereiche

Im vorliegenden Bilanzierungskonzept werden die folgenden Anwendungsbereiche (Bilanzierungsgegenstände) unterschieden:

- Schweiz
- Kantone, Regionen, Gemeinden und Städte
- Personen und Haushalte
- Gebäude und Areale
- Unternehmen und landwirtschaftliche Betriebe

Die Bilanzierungsregeln sind für die genannten Anwendungsbereiche unterschiedlich. Zudem ist der Anwendungsbereich «Unternehmen und landwirtschaftliche Betriebe» für eine 2000-Watt-Gesellschaftsbetrachtung nicht geeignet. Deshalb werden die Bilanzierungsregeln in diesem Dokument für die genannten Anwendungsbereiche separat beschrieben.

## 1.3 Begriff «2000-Watt-kompatibel»

Die Eigenschaft «2000-Watt-kompatibel» soll einerseits in Bezug auf die Bilanzierungsmethodik und andererseits in Bezug auf die Ist- und Zielwerte angewendet werden.

Eine **Bilanzierung** ist 2000-Watt-kompatibel, wenn sie den Festlegungen des vorliegenden Bilanzierungskonzeptes entspricht.

Die **Ist- und Zielwerte** sind 2000-Watt-kompatibel gemäss der 2000-Watt-Gesellschaft, wenn sie mit den in diesem Dokument ausgewiesenen Durchschnittswerten für die Schweiz beziehungsweise mit den Reduktionsfaktoren übereinstimmen.

#### 1.4 Inhaltsübersicht

In Kapitel 2 werden die Erfassungsgrößen und die Bewertung der Energieträger beschrieben. In den Kapiteln 3 bis 9 werden die wesentlichen Regeln der Bilanzierung gemäss der 2000-Watt-Gesellschaft beschrieben.

Das Bilanzierungskonzept der 2000-Watt-Gesellschaft gilt für die ganze Schweiz (siehe Kapitel 3). Es wird häufig auch auf Teilgebiete (Kantone, Regionen, Gemeinden, Städte) angewendet (siehe Kapitel 4). Das Bilanzierungskonzept der 2000-Watt-Gesellschaft kann, in einer erweiterten Form, auch auf Personen und Haushalte angewendet werden (siehe Kapitel 5).

Für die Anwendung auf Gebäude und Areale wird das Bilanzierungskonzept spezifiziert und es können Zielwerte beispielsweise für den Energiebedarf von Gebäuden abgeleitet werden (siehe Kapitel 7 und 8).

Das Bilanzierungskonzept der 2000-Watt-Gesellschaft kann nicht auf Unternehmen oder landwirtschaftliche Betriebe angewendet werden. In Kapitel 9 werden alternative Ansätze beschrieben, mit denen Unternehmen ihre Treibhausgas- und Umweltbilanz erstellen und damit ihre Treibhausgasemissionen und Umweltbelastung quantifizieren können.

In Kapitel 10 schliesslich werden die Vertiefungsthemen «Primärenergiebedarf und Treibhausgasemissionen durch Privatkonsum» (auch «Schattenbilanz» genannt, Unterkapitel 10.1), «Typologie von Gemeinden» (Unterkapitel 10.2), «Gesellschaftspolitische Einflussfaktoren / Suffizienz» (Unterkapitel 10.3), die Frage nach der Abbildung der zukünftigen Situation der Baumaterial- und Energiebereitstellung (Unterkapitel 10.4) und der zukünftige Strommix Schweiz (Unterkapitel 10.5) behandelt.

Im Anhang (Kapitel 11) wird einerseits der Systemumfang beschrieben, welcher der Bilanzierung der Energieträgerbereitstellung zugrunde liegt, und andererseits werden die Eigenwerte der Energieressourcen dokumentiert. Letztere werden bei der Aggregation zum Primärenergiebedarf (erneuerbar und nicht erneuerbar) verwendet.

## 2 Erfassungsgrössen und Bewertung der Energieträger

### 2.1 Einführung

Der Verbrauch an Endenergie<sup>2</sup> ist eine der zentralen Erfassungsgrössen zur Ermittlung des Primärenergiebedarfs und der Treibhausgasemissionen. Der Verbrauch an Primärenergie und die energiebedingten Treibhausgasemissionen werden aus dem Verbrauch an Endenergie mittels Primärenergiefaktoren und Treibhausgasemissions-Koeffizienten errechnet.

Die Bilanzierungskonzepte für geografisch abgegrenzte Einheiten sowie Gebäude und Areale einerseits und für Wirtschaftssubjekte andererseits unterscheiden sich bezüglich Systemumfang und Erfassungsgrössen. Während der Endenergieverbrauch für die Bilanzen von geografisch abgegrenzten Einheiten die alleinige Basis darstellt, werden für die Bilanzen von Gebäuden und Arealen und von Wirtschaftssubjekten wie Personen und Haushalte neben dem Endenergieverbrauch auch weitere, den Konsum betreffende Informationen verwendet.

In den folgenden Unterkapiteln werden die Erfassungs- und Bilanzierungsregeln zur Quantifizierung des Primärenergiebedarfs und der Treibhausgasemissionen der Bereitstellung der Endenergie spezifiziert.

### 2.2 Endenergieverbrauch

#### 2.2.1 Grundsätze und Definitionen

Der massgebende Endenergieverbrauch ist die den Endverbrauchern von der letzten Stufe des Handels über den Bilanzperimeter in der Form eines Energieträgers gelieferte Energie.

Die Endenergie umfasst zusätzlich die am Gebäudestandort produzierte Energie aus erneuerbaren Energien.<sup>3</sup> Als produzierte Endenergien gelten:

- Solarwärme                      Wärme am Ausgang des Solarspeichers
- Solarstrom                      Wechselstrom am Ausgang des Inverters
- Wind                              Wechselstrom am Ausgang des Generators
- Umweltwärme<sup>4</sup>                Wärme am Ausgang der Wärmepumpe abzüglich der der Wärmepumpe zugeführten Elektrizität

Energie in Abfällen und Abwärme, die zur Erzeugung von Strom und Wärme genutzt werden, sind nicht Teil der Primärenergiebilanz (siehe dazu Abschnitt 2.3.3).

Der Energieinhalt der Endenergieträger (Brenn- und Treibstoffe) ist durch ihren Brennwert (oberer Heizwert) gegeben. Der Endenergieverbrauch wird dementsprechend auf der Basis der Brennwerte quantifiziert. Die Verwendung des Brennwertes entspricht dem internationalen Standard, worauf sich ISO, CEN, SNV und SIA abstützen.

Der gesamte Endenergieverbrauch setzt sich zusammen aus dem Endenergieverbrauch der stationären und der mobilen Verbraucher.

2) Energie, die dem Verbraucher zur Umsetzung zur Verfügung steht. Dazu zählen die gelieferte Energie und die am Standort gewonnene und genutzte Energie (SIA 2009).

3) Dies gilt nicht für Bilanzen von Gebäuden (siehe Kapitel 7).

4) Diese kann der Luft, den Oberflächengewässern, dem Grundwasser, dem Abwasser oder dem Untergrund (untiefe Geothermie) entnommen werden.



### **2.2.2 Stationäre Verbraucher**

Der Bilanzperimeter für die Bestimmung der gelieferten und der abgegebenen Energie umfasst bei stationären Energieverbrauchern das Gebäude oder Gebäudegruppen inklusive die dazugehörigen Aussenanlagen.

### **2.2.3 Mobile Verbraucher (Verkehrsmittel und Baumaschinen)**

Der Endenergieverbrauch der mobilen Verbraucher wird am Übergang zwischen den stationären Anlagen (z.B. Fahrrad, Steckdose, Treibstoffstutzen) und den Verkehrsmitteln beziehungsweise Baumaschinen gemessen.

## **2.3 Primärenergiefaktoren**

### **2.3.1 Das Konzept der Primärenergiefaktoren**

Die Bereitstellung von Endenergie benötigt selbst Energie. Energie wird benötigt, um die Energie zu gewinnen, umzuwandeln, zu raffinieren, zu transportieren und zu verteilen, sowie bei allen Vorgängen, die erforderlich sind, um die Energie dem Gebäude oder dem Fahrzeug, das sie verbraucht, bis zum Bilanzperimeter zuzuführen.

Für jeden Energieträger wird der pro Einheit Endenergie erforderliche kumulierte Input an Primärenergieressourcen in Kilogramm (Erdöl, Steinkohle, Braunkohle, Uran, Biomasse), Normkubikmeter (Erdgas), oder in Energieeinheiten (erneuerbare Energien) bestimmt. Dieser Ressourcenbedarf wird mit Eigenwerten<sup>5</sup> bewertet und aufsummiert.

Daraus resultiert der kumulierte Energieaufwand oder Primärenergiebedarf pro Einheit gelieferter Endenergie, was als Primärenergiefaktor bezeichnet wird.

Der Primärenergiefaktor ist somit das Verhältnis der Primärenergiemenge, die erforderlich ist, um einem Gebäude oder einem Fahrzeug eine bestimmte Endenergiemenge zuzuführen, zu dieser Endenergiemenge.

---

5) Die Eigenwerte der Primärenergieressourcen sind in Anhang 11.3 und 11.4 dargestellt.

### 2.3.2 Unterscheidung der Primärenergie erneuerbar und nicht erneuerbar

Bei den Primärenergieträgern wird zwischen den folgenden Arten unterschieden:

		<b>Energieträger</b>	
<b>Gesamt</b>	<b>nicht erneuerbar</b>	Fossil	Erdgas
			Schiefergas
			Erdöl
			Schieferöl
			Steinkohle
			Braunkohle
			Torf
			Nuklear
	<b>erneuerbar</b>	Hydro	Wasserkraft
		Biomasse	Holz
			Energiepflanzen
		Neue Erneuerbare	Wind
			Solarenergie (Photovoltaik, Solarthermie)
Umweltwärme (Aussenluft, Oberflächen- und Grundwasser, Geothermie)			
<b>Ausserhalb Bilanzperimeter (pro memoria)</b>	Abwärme/Abfall	Abfall (in KVA)	
		Grüngut (in Vergärungsanlage)	
		Gülle in Vergärungsanlage	
		Klärschlamm in Vergärungsanlage	

**Tabelle 2-1:** Primärenergieträger und deren Klassierung in nicht erneuerbar, erneuerbar und Abwärme/Abfall (ausserhalb Bilanzperimeter, pro memoria)

Der fossile und der nukleare Primärenergiebedarf werden zum Primärenergiebedarf nicht erneuerbar zusammengefasst. Analog werden die Primärenergieverbräuche aus Wasserkraft, Biomasse, Solarenergie, Wind, Umweltwärme und Geothermie zum Primärenergiebedarf erneuerbar aufaddiert. Zusammen bilden Primärenergiebedarf nicht erneuerbar und erneuerbar den Primärenergiebedarf gesamt.

### 2.3.3 Abfälle und Abwärme

Der Energieinhalt von Abfällen und Abwärme wird dem Endverbraucher bei der Lieferung der zu Abfall gewordenen Waren bzw. der zu Abwärme umgewandelten Energieträger belastet. Um eine Doppelzählung zu vermeiden, ist der Energieinhalt von Abfällen und Abwärme nicht Teil des gesamten Primärenergiebedarfs. Trotzdem ist der Primärenergiebedarf von Fernwärme aus Kehrlichtverbrennungsanlagen nicht Null, da der Aufwand zum Bau des Fernwärmenetzes und zum Betreiben der Umwälzpumpen berücksichtigt wird und dies einen geringen Primärenergieaufwand (nicht erneuerbaren und erneuerbaren) verursacht.

Der Energieinhalt von Abwärme und Abfällen kann pro memoria als Grösse «Primärenergie Abwärme/Abfall» ausgewiesen werden. Mit der Summe aus Primärenergie gesamt und Primärenergie Abwärme/Abfall wird die Energiebilanz der Energiesysteme vervollständigt.<sup>6</sup>

## 2.4 Treibhausgasemissions-Koeffizienten

### 2.4.1 Das Konzept der Treibhausgasemissions-Koeffizienten

Die Menge der durch den Verbrauch einer bestimmten Menge Endenergie emittierten Treibhausgase dividiert durch diese Energiemenge entspricht dem Treibhausgasemissions-Koeffizienten. Dabei werden die übrigen Treibhausgase (namentlich Methan, Lachgas, verschiedene Fluorkohlenwasserstoffe, Perfluorkohlenstoffe, Schwefelhexafluorid sowie die im Kyoto-Protokoll nicht regulierten Substanzen der voll- und teilhalogenierten Fluorchlorkohlenwasserstoffe, FCKW und H-FCKW) als Menge CO<sub>2</sub> angegeben, die den gleichen Treibhausgaseffekt verursacht. Dazu werden die aktuellsten Treibhauspotenziale (global warming potentials, GWP) des Intergovernmental Panel on Climate Change verwendet. Es resultieren die kumulierten Treibhausgasemissionen der Energieträgerbereitstellung ausgedrückt in «kg CO<sub>2</sub>-Äquivalent pro Energieeinheit», in diesem Dokument der Einfachheit halber als «kg pro Energieeinheit» bezeichnet.

Die Treibhausgasemissionen der Verbrennung sind in den Treibhausgasemissions-Koeffizienten mit enthalten. Bezogen auf die Treibhausgasemissionen liegt also die Verbrennung der gelieferten Endenergieträger innerhalb des Bilanzperimeters. Die Treibhausgasemissions-Koeffizienten werden nach den gleichen Grundsätzen wie die Primärenergiefaktoren bestimmt.

### 2.4.2 Treibhausgasemissions-Zertifikate

Kauf oder Verkauf von CO<sub>2</sub>-Emissionszertifikaten darf bei der Bilanzierung der Treibhausgasemissionen von Kantonen, Regionen, Gemeinden und Städten nicht angerechnet werden. Aus Transparenzgründen wird empfohlen, dass Kantone, Regionen, Gemeinden und Städte den eigenen Kauf und Verkauf von CO<sub>2</sub>-Emissionszertifikaten offenlegen.

## 2.5 Herkunft der Daten

Werte für die Primärenergiefaktoren und die Treibhausgasemissions-Koeffizienten der Energieträger, der Baustoffe und Transportleistungen sind der jeweils aktuellsten Version der KBOB-Empfehlung 2009/1 «Ökobilanzdaten im Baubereich» (KBOB et al. 2014a)<sup>7</sup> zu entnehmen (siehe auch Anhang 11.4). Diese Datenquelle wird periodisch aktualisiert und ergänzt.

6) Bei Energiesystemen, die einen namhaften Anteil ihres Energieinputs aus Abfällen beziehungsweise Abwärme gewinnen (Strom und Wärme aus Kehrlichtverbrennungsanlagen, Strom und Wärme aus Biogasanlagen), kann der Energieinput, ausgedrückt als Summe aus Primärenergie erneuerbar und Primärenergie nicht erneuerbar, kleiner sein als deren Energieoutput. Erst die Summe aus «Primärenergie gesamt» und «Primärenergie Abwärme/Abfall» führt dazu, dass der Energieinput grösser ist als der Energieoutput.

7) [www.kbob.ch](http://www.kbob.ch) und [www.ecobau.ch](http://www.ecobau.ch)

## 2.6 Zukünftige Entwicklung

Die Primärenergiefaktoren und Treibhausgasemissions-Koeffizienten können sich unter anderem auf Grund der folgenden Entwicklungen wesentlich verändern:

- Änderung des Stromproduktions- und -liefermix in der Schweiz und in den Ländern, aus denen Strom importiert wird
- Änderungen in der Bereitstellung von Energieträgern (beispielsweise in Bezug auf die Versorgungssituation von Erdöl und Erdgas oder auf die Herstellung von Biogas) und der Herstellung von Produktionsanlagen (beispielsweise Photovoltaik-Module)
- Veränderung der Energieeffizienz von Transportprozessen und Prozessen der Materialherstellung
- Änderung der Netzinfrastruktur und der Speicherkapazitäten wegen einer vermehrten Stromproduktion durch Sonne und Wind
- Verbesserung des Wirkungsgrads von Solarenergie-Konvertern und Wärmepumpen
- Markteinführung von CO<sub>2</sub>-Sequestrationstechnologien

Für die Beurteilung der Zielerreichung müssten grundsätzlich die zum massgeblichen Zeitpunkt zutreffenden Primärenergiefaktoren und Treibhausgasemissions-Koeffizienten verwendet werden. Die zukünftige Entwicklung der Primärenergiefaktoren und Treibhausgasemissions-Koeffizienten lässt sich aber nur mit vielen Unsicherheiten abschätzen. Daher werden derzeit in der Regel die aktuellen Werte auch für die Berechnung des zukünftigen Primärenergiebedarfs und der zukünftigen Treibhausgasemissionen verwendet (siehe auch Unterkapitel 10.4). Eine Ausnahme bildet die gebäudeinduzierte Mobilität, welche mit einem 3-Liter Auto modelliert wird.

## 3 Schweiz

### 3.1 Vorgehen Bilanzierung

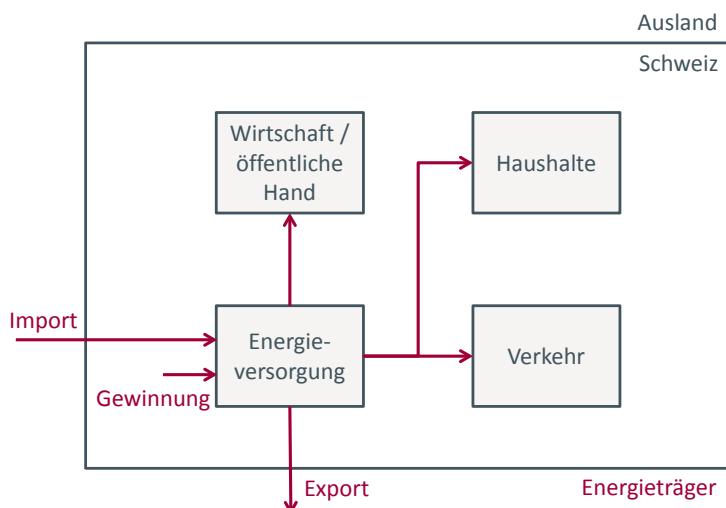
#### 3.1.1 Grundsätze

Der Primärenergiebedarf und die Treibhausgasemissionen der Schweiz gemäss 2000-Watt-Gesellschaft werden auf Basis des Absatzes an Endenergie in der Schweiz (konsumiert durch Wirtschaft, die öffentliche Hand, Haushalte und den Verkehr) ermittelt (siehe **Abbildung 3-1**).

Mit Hilfe der Primärenergiefaktoren werden aus dem Endenergiebedarf die in der Schweiz und die im Ausland durch die globale Energiebereitstellungskette des Energieverbrauchs verursachten Primärenergie-Verbrauchswerte (gesamt, sowie die Teilsumme nicht erneuerbar) umgerechnet. Analog werden mit Hilfe der Treibhausgasemissions-Koeffizienten aus dem Endenergiebedarf die in der Schweiz und im Ausland verursachten Treibhausgasemissionen ermittelt.

Diese Vorgehensweise hat die folgenden Konsequenzen (siehe auch Abschnitt 3.1.3):

- Primärenergiebedarf und Treibhausgasemissionen verursacht im Ausland durch den Import von Waren und Dienstleistungen oder durch Reisetätigkeiten von in der Schweiz wohnhaften Personen (beispielsweise durch einen Flug von Frankfurt nach New York) werden der Schweiz nicht angerechnet.
- Primärenergiebedarf und Treibhausgasemissionen verursacht durch Wirtschaft und Energieversorgung in der Schweiz für Waren und Dienstleistungen, die exportiert werden, sind Teil der Schweizer Bilanz.



**Abbildung 3-1:** Flüsse von Endenergieträgern als Basis zur Berechnung des Primärenergiebedarfs und der Treibhausgasemissionen der Schweiz; Erläuterungen siehe Text

### 3.1.2 Elektrizität und Elektrizitätsmix

Die gelieferte Elektrizität wird auf Grund des Schweizer Verbrauchermixes gemäss der aktuellsten Erhebung des BFE zur Stromkennzeichnung bewertet (BFE 2012). Separat verkaufte zertifizierte Stromprodukte sind nicht Teil des Schweizer Verbrauchermixes. Nicht überprüfbare Lieferanteile sind berücksichtigt und mit dem europäischen Strommix modelliert (KBOB-Empfehlung Version Juli 2012: UCTE-Mix; Version 2014: ENTSO-E-Mix, KBOB et al. 2014b).

### 3.1.3 Endenergieverbrauch gemäss Absatzprinzip

Die in der Schweiz gemäss Energiestatistik abgesetzte Endenergie entspricht nicht genau der von den Einwohnenden der Schweiz in- und ausserhalb der Schweiz verbrauchten Endenergie. Die Differenzen sind auf die folgenden Ursachen zurückzuführen<sup>8</sup>:

Bei den stationären Verbrauchern:

- + Verbrauch der dauernden Bewohner/innen der Schweiz als Tourist/-innen oder als Geschäftsreisende im Ausland
- Verbrauch der im Ausland wohnhaften Tourist/innen oder Geschäftsreisenden in der Schweiz
- Verbrauch der Grenzgänger/innen in der Schweiz

Beim Verkehr (ohne Flugverkehr):

- + Verbrauch der in der Schweiz wohnhaften Personen bei Reisen im Ausland
- Verbrauch von im Ausland wohnhaften Personen bei Reisen in der Schweiz
- Tanktourismus (inkl. Tanken der Grenzgänger/innen und des Personen- und Güterverkehrs im Transit in der Schweiz)

Beim Flugverkehr:

- + Flugreisen von in der Schweiz wohnhaften Personen ab ausländischen Flughäfen
- Flugreisen von im Ausland wohnhaften Personen ab Schweizer Flughäfen

Da die Daten für die Erfassung dieser Differenzen zum grossen Teil nicht zur Verfügung stehen und die gesamte Differenz wegen sich kompensierender Effekte klein ist, folgt die Bilanzierung der Endenergie dem Absatzprinzip; das heisst: Die Endenergie entspricht den in der Energiestatistik der Schweiz ausgewiesenen inländischen Absatzdaten.

---

8) Verursachter Energieverbrauch ist gleich Endenergieverbrauch zuzüglich Positionen mit Plus-Zeichen abzüglich Positionen mit Minus-Zeichen.

### 3.2 Istwerte und Zielvorgaben Schweiz

Im Jahr 2005 betrug in der Schweiz der durchschnittliche, durch den Endenergieverbrauch verursachte Primärenergiebedarf rund 6300 Watt pro Person, mit einem Anteil Primärenergie nicht erneuerbar von über 90%, respektive 5800 Watt. Der energiebedingte Ausstoss an Treibhausgasen betrug im Jahr 2005 rund 8.6 Tonnen pro Person und Jahr.

Die Werte für 2012<sup>9</sup> wurden auf Basis der Gesamtenergiestatistik des BFE (2013), der Bevölkerungsstatistik des BFS<sup>10</sup> und der Primärenergiefaktoren und Treibhausgasemissions-Koeffizienten gemäss KBOB-Empfehlung 2009/1 (KBOB et al. 2012) neu berechnet. Die Leistung und die jährlichen Treibhausgasemissionen pro Person haben zwischen 2005 und 2012 um 6 % beziehungsweise 10 % abgenommen (siehe auch **Tabelle 3-1**).

Die in Unterkapitel 1.1 genannten Ziele, Reduktion des gesamten Primärenergiebedarfs auf 2000 Watt pro Person und Reduktion der Treibhausgasemissionen auf 1 Tonne CO<sub>2</sub>-eq pro Person und Jahr, sollen bis im Jahr 2100 erreicht werden. Als Etappenziel werden zudem Werte für das Jahr 2050 festgelegt. Weitere Zwischenziele können abschnittsweise interpoliert werden.

---

9) Das Jahr 2012 war ein klimatisch durchschnittliches Jahr. Die Heizgradtage im Jahr 2012 entsprachen ziemlich genau dem Durchschnitt der Heizgradtage der Jahre 1993 bis 2012.

10) [www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/01/02/blank/key/bevoelkerungsstand/02.html](http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/01/02/blank/key/bevoelkerungsstand/02.html), Zugriff am 10. Februar 2014

Die Ist- und Zielwerte von **Tabelle 3-1** beziehen sich auf den Primärenergiebedarf und die Treibhausgasemissionen, welche durch die in der Schweiz verbrauchten Endenergieträger verursacht werden.

**Tabelle 3-1:** Istwerte 2005 und 2012 und Zielwerte der 2000-Watt-Gesellschaft für die Schweiz, basierend auf Bébié et al. (2009); Istwerte 2012: BFE 2013; KBOB et al. 2012

Jahr	2005	2012	2050	2100
<b>Durchschnittliche Leistung der gesamten Primärenergie pro Person in Watt</b>	6300	5900	3500	2000
<b>informativ: <sup>1)</sup> Durchschnittliche Leistung der Primärenergie nicht erneuerbar pro Person in Watt</b>	5800	5300	2000	500
<b>Treibhausgasemissionen in Tonnen pro Person und Jahr</b>	8.6	7.7	2.0	1.0

1) Für Gebäude ist die Primärenergie nicht erneuerbar die massgebende Grösse (Merkblatt SIA 2040 SIA-Effizienzpfad Energie, Merkblatt SIA 2032 Graue Energie von Gebäuden)

2000 Watt Primärenergie pro Person entsprechen dem globalen Durchschnitts-Energieverbrauch (Durchschnitts-Dauerleistung ausgedrückt in Primärenergie) im Jahr 2005. Die 2000-Watt-Gesellschaft verlangt also nicht primär eine Senkung des globalen Energieverbrauchs, sondern eine gerechte Verteilung auf die Weltbevölkerung. Hingegen ist eine Reduktion der globalen Treibhausgasemissionen auf eine Tonne pro Person der Weltbevölkerung gemäss IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) notwendig, um den menschengemachten, treibhausgasbedingten Temperaturanstieg auf 2 K zu beschränken<sup>11</sup>. Auch die Begrenzung der Emissionen auf 1 Tonne Treibhausgase pro Person und Jahr soll für alle auf der Erde lebenden Menschen gelten.

Die hier definierten Zielwerte der 2000-Watt-Gesellschaft sollen verifiziert und allenfalls überarbeitet werden, wenn die vom Bundesrat in die Vernehmlassung und die parlamentarische Beratung geschickte Energiestrategie 2050 rechtskräftig verabschiedet worden ist.

11) Während hier nur Treibhausgasemissionen aus energetischen Prozessen betrachtet werden, bezieht sich diese Beschränkung auf alle vom Menschen verursachten Treibhausgasemissionen. Dazu gehören insbesondere die Treibhausgasemissionen aus der Landwirtschaft; mehr dazu in Kapitel 10.

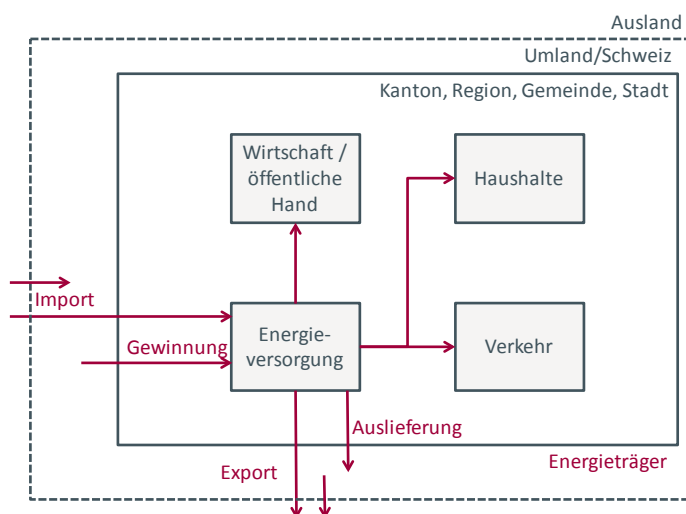


## 4 Kantone, Regionen, Gemeinden und Städte

### 4.1 Vorgehen Bilanzierung

#### 4.1.1 Grundsätze

Die Bilanzierung von Kantonen, Regionen, Gemeinden und Städten erfolgt grundsätzlich identisch wie diejenige der gesamten Schweiz (siehe **Abbildung 4-1** und Unterkapitel 3.1).



**Abbildung 4-1:** Flüsse von Endenergieträgern als Basis zur Berechnung des Primärenergiebedarfs und der Treibhausgasemissionen von Kantonen, Regionen, Gemeinden und Städten; Erläuterungen siehe Text

#### 4.1.2 Elektrizitätsmix

Der mit dem Liefervolumen gewichtete Durchschnitt der Verbrauchermixe gemäss Stromkennzeichnung der Energieversorgungsunternehmen ist massgebend für die Ermittlung des Primärenergiebedarfs und der Treibhausgasemissionen.

#### 4.1.3 Erfassung des Endenergieverbrauchs des Verkehrs

Für die Quantifizierung des verkehrsbedingten Primärenergiebedarfs und der verkehrsbedingten Treibhausgasemissionen geografisch abgegrenzter Bilanzierungseinheiten (Kantone, Regionen, Gemeinden, Städte) ist man auf Modellrechnungen und Annahmen angewiesen. Für die Erhebung des Energiebedarfs stehen zwei Prinzipien mit je zwei Ansätzen zur Verfügung:

T. Territorialprinzip:

T1 Treibstoffabsatz pro Jahr innerhalb des Bilanzperimeters

T2 Verkehrsmodellberechnungen innerhalb des Bilanzperimeters

V. Verursacherprinzip:

V1 Durchschnittsmobilität pro Person

V2 Anzahl immatrikulierter Fahrzeuge innerhalb des Bilanzperimeters

Bei den Ansätzen T2 und V2 sind Annahmen über die tatsächlich zurückgelegten Strecken beziehungsweise über die Jahreskilometerleistung und den aktuellen durchschnittlichen Flottenverbrauch der immatrikulierten Fahrzeuge erforderlich. Weitere Erläuterungen sind im Anhang 11.2 zu finden.

Die Bilanzierung der Mobilität bei Kantonen, Regionen, Gemeinden und Städten unterscheidet sich von derjenigen von Gebäuden und Arealen (SIA 2011a; Kellenberger et al. 2012b).

#### 4.2 Istwerte und Zielvorgaben Kantone, Regionen, Gemeinden und Städte

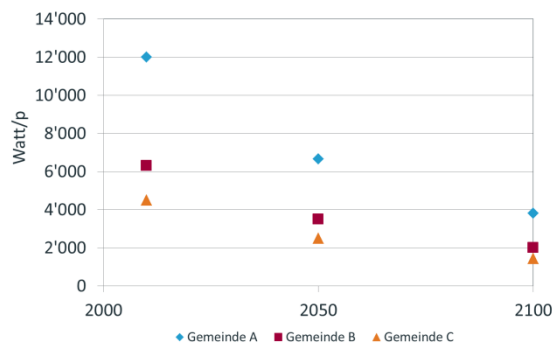
Die Istwerte von Kantonen, Regionen, Gemeinden und Städten können aufgrund ihrer Struktur deutlich vom nationalen Durchschnitt abweichen. Die Zielvorgaben der 2000-Watt-Gesellschaft sollen diesen unterschiedlichen Situationen in Kantonen, Regionen, Gemeinden und Städten Rechnung tragen können.

Die Schweizer Zielvorgaben werden im Sinne einer Orientierungshilfe mittels Reduktionsfaktoren auf Kantone, Regionen, Gemeinden und Städte angewendet (siehe **Tabelle 4-1**). Aus den nationalen Zielen werden Reduktionsfaktoren abgeleitet, die unabhängig von den Istwerten angewendet werden können. Die Reduktionsfaktoren ergeben sich aus dem Quotienten von nationalem Istwert dividiert durch den zugehörigen nationalen (Zwischen-) Zielwert. Die Zielwerte von Gemeinden mit Istwerten unterhalb des schweizerischen Durchschnitts sind tiefer als die nationalen Zielwerte, beziehungsweise die nationalen Zielwerte werden früher erreicht. Sinngemässes gilt für Gemeinden mit überdurchschnittlichen Istwerten. In solchen Kantonen, Regionen, Gemeinden und Städten kann es länger dauern, bis die nationalen Zielwerte erreicht sind.

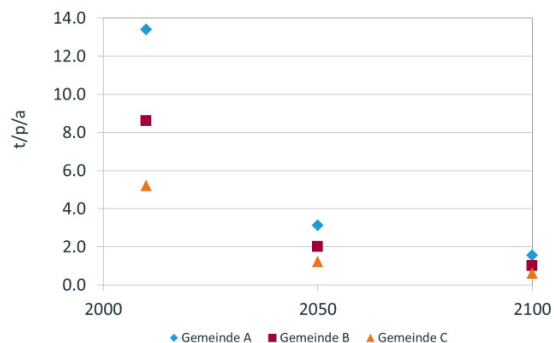
**Tabelle 4-1:** Reduktionsfaktoren 2050 und 2100 (ausgehend von 2005 beziehungsweise 2012) als Leithilfe für Kantone, Regionen, Gemeinden, und Städte abgeleitet aus den Zielwerten der 2000-Watt-Gesellschaft für die Schweiz (siehe **Tabelle 3-1**)

	Reduktionsfaktoren 2005 bis		Reduktionsfaktoren 2012 bis	
	2050	2100	2050	2100
Durchschnittliche Leistung der Primärenergie gesamt	1.8	3.2	1.7	3.0
informativ: Durchschnittliche Leistung der Primärenergie nicht erneuerbar	2.9	11.6	2.7	10.6
Treibhausgasemissionen pro Jahr	4.3	8.6	3.9	7.7

Die nachfolgenden Abbildungen illustrieren die Bestimmung der Ziele der 2000-Watt-Gesellschaft durch Anwendung der nationalen Reduktionsfaktoren auf drei (fiktive) Gemeinden mit überdurchschnittlichem, durchschnittlichem und unterdurchschnittlichem Primärenergiebedarf (**Abbildung 4-2**) beziehungsweise überdurchschnittlichen, durchschnittlichen und unterdurchschnittlichen Treibhausgasemissionen (**Abbildung 4-3**). Kantone, Regionen, Gemeinden und Städte reduzieren ihren Primärenergiebedarf pro Person und ihre jährlichen Treibhausgasemissionen pro Person proportional zu ihrem jeweiligen Ausgangszustand.



**Abbildung 4-2:** Entwicklung des Primärenergiebedarfs gesamt pro Person in drei Gemeinden mit unterschiedlichen Istwerten bei Anwendung der nationalen Reduktionsfaktoren gemäss **Tabelle 4-1**



**Abbildung 4-3:** Entwicklung der Treibhausgasemissionen pro Person und Jahr in drei Gemeinden mit unterschiedlichen Istwerten bei Anwendung der nationalen Reduktionsfaktoren gemäss **Tabelle 4-1**

Zentrale Orientierungsgrösse zur Bestimmung der Reduktionsziele sind die Zielwerte 2000 Watt Primärenergie pro Person und 1 Tonne Treibhausgasemissionen pro Person und Jahr. Zur Bestimmung der Reduktionsziele auf Stufe Kantone, Regionen, Gemeinden und Städte können die nationalen Zielwerte (siehe Unterkapitel 3.2) oder Reduktionsfaktoren verwendet werden.

Kantone, Regionen, Gemeinden und Städte unterscheiden sich untereinander und im Vergleich zum Schweizer Durchschnitt einerseits bezüglich zentralörtlicher Leistungen (Spitäler, Kulturhäuser, Ausbildungsstätten), Wirtschaftsstruktur (Anzahl Beschäftigte pro Einwohnende, Struktur der Wirtschaftsbranchen, Absatzmärkte der Firmen) und überregionalem Verkehr und andererseits bezüglich bereits erbrachter Vorleistungen. Die daraus abzuleitenden Anpassungen der Ist- und Zielwerte können derzeit noch nicht zuverlässig quantifiziert werden. Hierzu sind vertiefende methodische Untersuchungen erforderlich (siehe auch Unterkapitel 10.2).

Trotzdem soll die spezifische Situation einer Gemeinde bei der Festlegung der Zielwerte bereits heute berücksichtigt werden können. Von den in diesem Bilanzierungskonzept definierten Zielwerten und Reduktionsfaktoren kann deshalb unter Angabe von Gründen abgewichen werden.

Weil sich Kantone, Regionen, Gemeinden und Städte strukturell und in Bezug auf Vorleistungen unterscheiden, sind Vergleiche zwischen Kantonen, Regionen, Gemeinden oder Städten wenig aussagekräftig und nicht zielführend. Die ermittelten Ist- und Zielwerte sollen vor allem dem Aufzeigen von Reduktionspotenzialen und Entwicklungen dienen. In der Umsetzung sind für Kantone, Regionen, Gemeinden und Städte das Identifizieren und Realisieren von Reduktionspotenzialen wichtiger als die hier ausgeführten theoretischen Überlegung zum Absenkpfad.

## 5 Personen und Haushalte

### 5.1 Vorgehen Bilanzierung

#### 5.1.1 Grundsätze

Die Bilanzierung von geografisch definierten Bilanzierungseinheiten wie die Schweiz, Kantone, Regionen, Gemeinden oder Städte erfolgt über einen Top-Down-Ansatz und wird danach mit der Anzahl Einwohnenden zu Pro-Person-Werten umgerechnet. Personen und Haushalte quantifizieren ihren privaten Primärenergiebedarf und ihre privaten Treibhausgasemissionen individuell, das heisst Bottom-Up.

Die Bilanzierung des Primärenergiebedarfs und der Treibhausgasemissionen des Konsums von Personen und Haushalten erfolgt auf Basis von Antworten zu Fragen zum individuellen, privaten Konsumverhalten in den Bereichen Ernährung, Wohnen, Mobilität, Infrastruktur und allgemeiner Konsum. Diese Fragen sind in webbasierten Rechnern wie beispielsweise im Footprint-Rechner des WWF<sup>12</sup> oder im ECOSPEED Private<sup>13</sup> implementiert (siehe hierzu Abschnitt 10.3.2).

Der Bereich der persönlichen Bilanz, der kompatibel ist mit der Bilanzierungsmethodik der 2000-Watt-Gesellschaft, umfasst den (direkt oder indirekt abgefragten) Endenergieverbrauch der Haushalte (Brennstoffe, Treibstoffe, Elektrizität). Dieser wird mit den zugehörigen Primärenergiefaktoren und Treibhausgasemissions-Koeffizienten bewertet. Der Primärenergiebedarf und die Treibhausgasemissionen des weiteren Konsums werden über geeignete Fragen und auf Basis von Ökobilanzdaten (beispielsweise basierend auf Produktökobilanzen) quantifiziert.

Verschiedene Antwortmöglichkeiten erlauben eine Differenzierung der persönlichen Energie- und Treibhausgasbilanz. In den Bereichen Wohnen und Mobilität ermöglicht eine erhöhte Präzision der Fragen auch eine technologiespezifische Modellierung von Primärenergiebedarf und Treibhausgasemissionen. Beispiele dazu sind Fragen zu Energieträger der Wärmebereitstellung oder zu Art und Verbrauchswerten des/der gefahrenen Autos.

Die meisten Fragen beziehen sich auf eine einzelne Person (beispielsweise die Fragen zu den Essgewohnheiten). Einzelne der Fragen betreffen jedoch den gesamten Haushalt (beispielsweise die Fragen zur Wohnungsgrösse und zum Heizenergie- und Strombedarf). Antworten von Fragen, die den Haushalt betreffen, werden auf Pro-Person-Werte umgerechnet.

Der Vergleich mit gesamtschweizerischen Daten wird erleichtert, wenn sich die individuelle Datenerfassung an das Vorgehen für gesamtschweizerische Erhebungen (z.B. Mikrozensus Mobilität und Verkehr, Haushaltbefragung HABE) anlehnt.

---

12) [www.footprint.ch](http://www.footprint.ch)

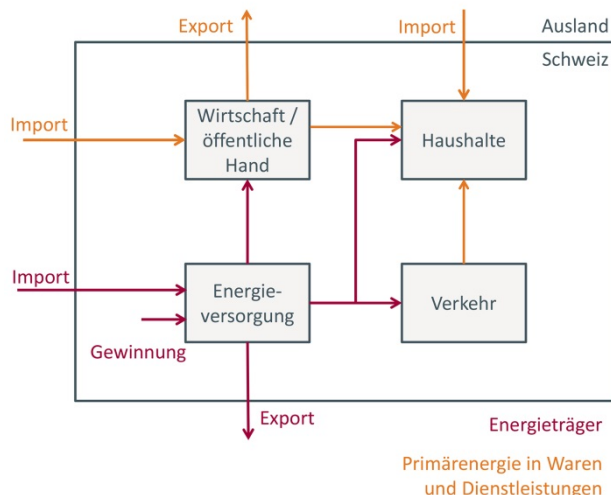
13) [www.ecospeed.ch](http://www.ecospeed.ch)

### 5.1.2 Elektrizitätsmix

Der Elektrizitätsmix gemäss Stromkennzeichnung ist massgebend für die Ermittlung des Primärenergiebedarfs und der Treibhausgasemissionen der von Personen und Haushalten gekauften (und verbrauchten) Elektrizität. Der Kauf von Stromzertifikaten (ökologischer Mehrwert) berechtigt zur Anpassung dieses Elektrizitätsmixes (Erhöhung des Anteils Elektrizität aus Wasserkraft, Photovoltaik, Wind etc.).

### 5.2 Istwerte

Im Rahmen einer Pilotstudie (Jungbluth et al. 2011) wurden die durch den Konsum in der Schweiz verursachten Umweltauswirkungen quantifiziert (siehe Unterkapitel 10.1). Hierbei wurden Daten über die Wirtschaftsverflechtungen innerhalb der Schweiz und über den Schweizer Aussenhandel mit Ökobilanzdaten zu Gütern und Dienstleistungen kombiniert (siehe auch **Abbildung 5-1**). Der Modellierungsansatz unterscheidet sich damit deutlich vom Modellierungsansatz des Bilanzierungskonzepts 2000-Watt-Gesellschaft für die Schweiz und deren Teilgebiete (siehe auch Kapitel 3 und **Abbildung 3-1**).



**Abbildung 5-1:** Flüsse der Endenergieträger und der Primärenergie als Folge des Konsums von Waren und Dienstleistungen (inklusive Mobilität der Privathaushalte) gemäss der Pilotstudie (Jungbluth et al. 2011). Die Modellierung für Personen und Haushalte unterscheidet sich von der Modellierung für die Schweiz, sowie für Kantone, Regionen, Gemeinden und Städte.

Derzeit wird eine Zeitreihe 1996 bis 2011 zur Gesamtumweltbelastung von Konsum und Produktion in der Schweiz erarbeitet. Dabei gelangt eine vereinfachte Methodik zur Anwendung: Die Umweltauswirkungen auf dem Gebiet der Schweiz werden ergänzt um die handelsbedingten Umweltauswirkungen (inklusive Umweltauswirkungen durch Importe, abzüglich Umweltauswirkungen durch Exporte). Die Ergebnisse können in Bezug zur in der Schweiz lebenden Bevölkerung gebracht werden. Die Pro-Person-Werte des gesamten Primärenergiebedarfs und der gesamten Treibhausgasemissionen können zur Eichung des Durchschnittskonsums bei der Quantifizierung des persönlichen Primärenergiebedarfs und der persönlichen Treibhausgasemissionen mittels Fragebogen verwendet werden.

## 6 Bilanzierungsunterschiede

Das für die Schweiz, Kantone, Regionen, Gemeinden und Städte geltende Bilanzierungskonzept unterscheidet sich von demjenigen für Haushalte und Personen. In **Tabelle 6-1** werden die Unterschiede in der Bilanzierung anhand von Beispielen des Energiebedarfs aufgezeigt.

**Tabelle 6-1:** Absatz von Energieträgern im Inland und Ausland und deren Berücksichtigung in der Bilanzierung der 2000-Watt-Gesellschaft für die Schweiz beziehungsweise für einzelne Haushalte; unvollständige Liste; +: berücksichtigt; -: nicht berücksichtigt  
Die Tabelleninhalte der Spalte «Schweiz» gelten sinngemäss auch für Kantone, Regionen, Gemeinden und Städte.

	Absatz Energie- träger	Schweiz	Haus- halte
Energieverbrauch Wohnbauten, Schulen und Verwaltungsbauten Schweiz	Schweiz	+	+
Prozessenergie für Industrie/Gewerbe und Landwirtschaft für Binnenmarkt	Schweiz	+	+
Prozessenergie für Industrie/Gewerbe und Landwirtschaft für Export	Schweiz	+	-
Treibstoff an inländische Konsumierende	Schweiz	+	+
Treibstoff an Ausländer/innen <sup>14</sup> und ausländische Fuhrunternehmen	Schweiz	+	-
Treibstoff im Ausland an inländische Konsumierende	Ausland	-	+
Prozessenergie importierte Halbfabrikate für Exportindustrie	Ausland	-	-
Prozessenergie für importierte Konsumgüter	Ausland	-	+

Die über die regionenspezifische Betrachtung hinausgehenden Auswirkungen des Konsums können auf regionaler Ebene nicht ermittelt werden. Als Orientierungsgrösse kann der Wert dienen, welcher auf gesamtschweizerischer Ebene vom BAFU ermittelt und publiziert wurde (siehe auch Unterkapitel 10.1).

14) Unter «Ausländer/innen» werden hier die nicht in der Schweiz wohnenden Personen verstanden.

## 7 Gebäude

### 7.1 Vorgehen Bilanzierung

Im Merkblatt SIA 2040 SIA-Effizienzpfad Energie (SIA 2011a) und in der dazugehörigen Dokumentation SIA 0236 (SIA 2011b) sind der Bilanzperimeter, die Erfassung des Energieverbrauchs und die Anwendung der Zielwerte auf Gebäude beschrieben. Im SIA-Effizienzpfad Energie werden die Primärenergie nicht erneuerbar und die Treibhausgasemissionen berücksichtigt. Er umfasst die Erstellung (inkl. Entsorgung), den Betrieb und die induzierte Mobilität der Bewohner/innen bzw. Beschäftigten (inkl. Schüler/innen). Behandelt werden die Gebäudekategorien Wohnen, Büro und Schulen.

Die Bilanzierung auf Gebäudeebene wird gemäss SIA-Effizienzpfad Energie durchgeführt. Als Beurteilungsgrössen für Gebäude, die kompatibel sind mit der 2000-Watt-Gesellschaft, werden die Primärenergie nicht erneuerbar und die Treibhausgasemissionen bezogen auf die Energiebezugsfläche verwendet.

Primärenergie gesamt kann als informative Grösse ausgewiesen werden und zwar inklusive der Eigenproduktion aus erneuerbaren Energien innerhalb des Bilanzperimeters (siehe auch SIA 2011a, Fussnote 4).

### 7.2 Projektwerte

Für die Berechnung des Energieverbrauchs der Bereiche Erstellung Gebäude, Betrieb Gebäude und gebäudeinduzierte Mobilität liegen Erfassungs- und Berechnungsmethoden vor. Sie sind in den Merkblättern SIA 2032 (2010), SIA 2031 (2009), SIA 2039 (2011c) und SIA 2040 (SIA 2011a) dokumentiert.

Die Bilanzierung von Gebäuden gemäss SIA-Effizienzpfad Energie einerseits und von geografisch abgegrenzten Einheiten (Kantone, Regionen, Gemeinden, Städte) andererseits verfolgen bezüglich Mobilität unterschiedliche Zielsetzungen. Die Bilanzierung der Mobilität unterscheidet sich deshalb in dreierlei Hinsicht: Gemäss SIA-Effizienzpfad Energie wird bei Gebäuden erstens nur die vom Standort induzierte Alltagsmobilität in die Beurteilung einbezogen. Bei Kantonen, Regionen, Gemeinden und Städten soll dagegen die «gesamte» Mobilität nach dem Territorialprinzip oder dem Verursacherprinzip abgeschätzt werden (siehe auch Anhang 11.2). Zweitens betrachtet die Gebäudebilanz gemäss SIA-Effizienzpfad Energie den Zeitpunkt 2050 mit dem für diesen Zeitpunkt prognostizierten Verbrauch von 3 Litern Treibstoff pro 100 km Fahrleistung<sup>15</sup> oder einer energetisch äquivalenten Antriebstechnologie, währenddem bei Kantonen, Regionen, Gemeinden und Städten für die Bilanzierung der aktuellen Verbräuche nur der aktuelle Flottenmix massgebend ist. Drittens berücksichtigt der SIA-Effizienzpfad Energie bei der Mobilität auch die Infrastruktur und die Fahrzeugherstellung, während bei Kantonen, Regionen, Gemeinden und Städten nur der Betrieb berücksichtigt wird. Somit ergibt die Summe der gebäudeinduzierten Mobilität aller Gebäude einer Gemeinde nicht das gesamte, in einer Gemeinde zu beobachtende und bilanzierende Verkehrsaufkommen.

15) Die für die PW-Flotte 2050 angenommenen reduzierte Primärenergie und Treibhausgasemissionen können alternativ auch über eine Reduktion des Verkehrsaufkommens in Kombination mit einem tieferen PW-Anteil im Modal-Split und einer geänderten Flottensammensetzung erreicht werden (SIA 2011c).



### 7.3 Richt- und Zielwerte

Die Berechnung der Zielwerte des SIA-Effizienzpfads Energie geht von den Istwerten aus (Bezugsjahr 2005). Diese werden für die Betriebsenergie und die induzierte Mobilität aus der Energiestatistik abgeleitet. Das Verfahren ist im Papier «SIA Effizienzpfad: Bestimmung der Ziel- und Richtwerte mit dem Top-Down Approach» (SIA 2012) beschrieben. Bei der Mobilität wird ein Abzug für die nicht alltägliche Mobilität (Tagesreisen ausserhalb der gewohnten Umgebung und Reisen mit Übernachtung) gemacht. Die Istwerte für die Erstellung eines Gebäudes können nicht aus der schweizerischen Energiestatistik abgeleitet werden, da der Anteil an importierten Baustoffen oder Rohstoffen unbekannt und die Bauindustrie in der Energiestatistik nicht separat ausgewiesen ist. Für die Erstellung wird daher von einer Abschätzung des Primärenergiebedarfs und der Treibhausgasemissionen im heutigen Gebäudebestand ausgegangen.

Bei der Bestimmung der Zielwerte für das Etappenziel 2050 wird angenommen, dass ab sofort alle Neubauten gemäss den Neubau-Zielwerten des SIA-Effizienzpfads Energie erstellt werden und dass bis 2050 alle bestehenden Gebäude gemäss den Umbau-Zielwerten energetisch saniert worden sind.

Die Zielwerte des Effizienzpfads ergeben sich, indem die Summen der Istwerte für Erstellung, Betrieb und induzierte Mobilität um den gleichen Faktor reduziert werden wie die gesamtschweizerischen Zielwerte (siehe Tabelle 7 in SIA 2040). Dabei wird angenommen, dass die nicht erfassten Verbrauchssektoren – übrige Gebäude, Industrie, Güterverkehr, nicht alltägliche Mobilität – bis 2050 um den gleichen Faktor reduziert werden wie die erfassten Sektoren. Die personenbezogenen Werte werden anschliessend mit Standard-Personenflächen in Werte pro Energiebezugsfläche umgerechnet.

Die Aufteilung der Zielwerte auf die Richtwerte für die Erstellung, den Betrieb und die Alltagsmobilität stützt sich auf Machbarkeitsüberlegungen anhand von Fallbeispielen ab.

In Zukunft soll der SIA-Effizienzpfad Energie auf weitere Gebäudekategorien ausgedehnt werden.

### 7.4 Beitrag von MINERGIE zur 2000-Watt-Gesellschaft

Die MINERGIE-Standards<sup>16</sup> liefern einen wichtigen Beitrag zur praxisnahen Umsetzung der 2000-Watt-Gesellschaft in Bauprojekten. Anhand des Gebäudestandards von Energiestadt (Energie Schweiz für Gemeinden & Energiedelegierte grosser Städte (ERFA) 2010) kann dies aufgezeigt werden. MINERGIE, MINERGIE-P und MINERGIE-A bewerten Wärme, Warmwasser, Lüftung und Kälte auf Stufe Energiekennzahl. Dabei kommen die nationalen Gewichtungsfaktoren zur Anwendung anstelle der Primärenergiefaktoren und Treibhausgasemissions-Koeffizienten gemäss SIA-Effizienzpfad Energie. Für die Beleuchtung bestehen Einzelanforderungen. Dies trifft fallweise auch zu für Betriebseinrichtungen und weitere Verwendungszwecke, deren Erfassung in der Bauplanung jedoch mit grösseren Unsicherheiten behaftet ist. Die Bewertung der Grauen Energie für die Erstellung bei MINERGIE-ECO und MINERGIE-A basiert auf der selben Gebäudebilanz gemäss SIA 2032 wie der SIA-Effizienzpfad Energie. Eine Kompensation zwischen Betriebsenergie und Grauer Energie für die Erstellung ist bei MINERGIE nicht möglich. Bezüglich Mobilität stellt MINERGIE bis anhin keine Anforderungen.

Ein Grossteil der Neu- und Umbauten, welche die Zielwerte des SIA-Effizienzpfads Energie einhalten, erfüllen bezüglich Heizung, Warmwasser und Lüftung mindestens die Vorgaben des Standards MINERGIE. Um umgekehrt zu überprüfen, ob ein nach MINERGIE-ECO beziehungsweise MINERGIE-A zertifiziertes Gebäude die Zielwerte gemäss SIA-Effizienzpfad Energie einhält, muss zusätzlich eine Beurteilung nach SIA 2040 erfolgen. Dabei kann ein Teil der benötigten Eingabedaten (Primärenergie für Erstellung, Endenergie für Heizung, Warmwasser und Lüftung) direkt aus dem Minergie-Nachweis übernommen werden.

16) [www.minergie.ch](http://www.minergie.ch)

## 8 Arealentwicklung

Areale werden gemäss der Beurteilungsmethodik für die Arealentwicklung (Kellenberger et al. 2012a, b) bilanziert, die auf der Methodik von SIA 2040 SIA-Effizienzpfad Energie aufbaut. Die Bilanzgrenze umfasst ein ganzes Areal anstelle eines Gebäudes. Die Projektwerte sowie die Richt- und Zielwerte für das Areal entsprechen den Summen der Werte für die einzelnen Gebäude. Daraus ergeben sich – abgesehen vom Datenumfang – keine wesentlichen Änderungen gegenüber SIA 2040. Die Methodik für die Arealentwicklung unterscheidet sich aber in folgenden Punkten:

Sie umfasst neben den Gebäudekategorien Wohnen, Büro und Schulen zusätzliche Gebäudenutzungen: Hotel, Verkauf (Lebensmittelfiliale, Fachgeschäft, Einkaufszentrum) und Restaurants sowie Parking (Tiefgarage oder Parkhaus). Ausser beim Bereich Erstellung ergeben sich bei diesen neuen Nutzungen Änderungen bei der Berechnung der Projekt- und Richtwerte. Es müssen auch zahlreiche neue Annahmen über die Standardnutzungen getroffen werden.

Bei Arealen wird, analog zu Kantonen, Regionen, Gemeinden und Städten, neben der Primärenergie nicht erneuerbar und den Treibhausgasemissionen die Primärenergie gesamt ausgewiesen, und zwar inklusive der Eigenproduktion aus erneuerbaren Energien innerhalb des Bilanzperimeters.

## 9 Unternehmen

Unternehmen produzieren Waren und Dienstleistungen, wobei es sich entweder um Konsumgüter oder um deren Vorleistungen handelt. Die produzierten Waren und Dienstleistungen sind für Kunden in der Schweiz oder im Ausland bestimmt. Der Absatz und damit auch das Absatzgebiet eines Unternehmens kann zunehmen, sei es durch Wachstum aus eigener Kraft oder durch Akquisitionen. Durch Desinvestitionen oder Produktionsverlagerungen kann das Produktionsvolumen eines Unternehmens in einem Land oder einer Region auch abnehmen oder auf Null sinken.

Alle diese Effekte erschweren den Einbezug von Unternehmen in das Bilanzierungskonzept der 2000-Watt-Gesellschaft. Die für die Schweiz ermittelten Reduktionsfaktoren lassen sich nicht eins zu eins auf einzelne Unternehmen anwenden.

Zudem gibt es für Unternehmen etablierte Instrumente wie beispielsweise die Global Reporting Initiative (GRI)<sup>17</sup> oder das Carbon Disclosure Project (CDP)<sup>18</sup>. Mit Hilfe dieser Instrumente können Unternehmen ihre Energie- und Umwelteffizienz überwachen und kontinuierlich verbessern.

Aus all den genannten Gründen wird darauf verzichtet, Bilanzierungsregeln für Unternehmen zu spezifizieren und Richt- und Zielwerte festzulegen. Die Unternehmen werden aber ermuntert, sich im Rahmen von kantonalen oder kommunalen Initiativen zur 2000-Watt-Gesellschaft eines der Instrumente wie GRI oder CDP zu bedienen. Damit können Unternehmen eine Grundlage schaffen, um einen quantifizierbaren Beitrag zur Senkung des Primärenergiebedarfs und der Treibhausgasemissionen zu leisten.

---

17) [www.globalreporting.org/Pages/default.aspx](http://www.globalreporting.org/Pages/default.aspx), Zugriff am 27. Juni 2013

18) [www.cdproject.net/en-US/Pages/HomePage.aspx](http://www.cdproject.net/en-US/Pages/HomePage.aspx), Zugriff am 27. Juni 2013

## 10 Vertiefungsthemen

### 10.1 Primärenergiebedarf und Treibhausgasemissionen durch Privatkonsum

#### 10.1.1 Primärenergiebedarf und Treibhausgasemissionen der Herstellung von Waren und Dienstleistungen

Zur Herstellung von Waren und zur Bereitstellung von Dienstleistungen braucht es Energie. Der damit verursachte Primärenergiebedarf (und die emittierten Treibhausgasemissionen) der Waren und Dienstleistungen wird auch als Graue Energie (und analog als Graue Treibhausgasemissionen) bezeichnet<sup>19</sup>. Zusätzlich gibt es weitere prozessbedingte Quellen von Treibhausgasemissionen, z.B. Methan aus der Verdauung von Wiederkäuern. Auch diese gilt es in einer Gesamtbilanz zu berücksichtigen.

#### 10.1.2 Istwerte des Gesamtkonsums der Schweiz

Der Primärenergiebedarf des Gesamtkonsums umfasst die von den Einwohnenden der Schweiz konsumierten Energieträger und die Primärenergieverbräuche der von ihnen konsumierten übrigen Waren und Dienstleistungen. In den entsprechenden Treibhausgasemissionen sind auch die nicht energetischen, vom Menschen verursachten Treibhausgasemissionen enthalten. Dabei handelt es sich um die Treibhausgasemissionen in der Landwirtschaft oder bei Produktionsprozessen wie beispielsweise der Zementherstellung.

Gemäss dem Bericht «Gesamt-Umweltbelastung durch Konsum und Produktion der Schweiz» (Jungbluth et al. 2012) beträgt im Jahr 2005 der bewertete Gesamtkonsum der Schweiz pro Person rund 8300 Watt gesamte Primärenergie und 7000 Watt Primärenergie nicht erneuerbar. Die entsprechenden Treibhausgasemissionen betragen rund 12.8 Tonnen pro Person und Jahr.

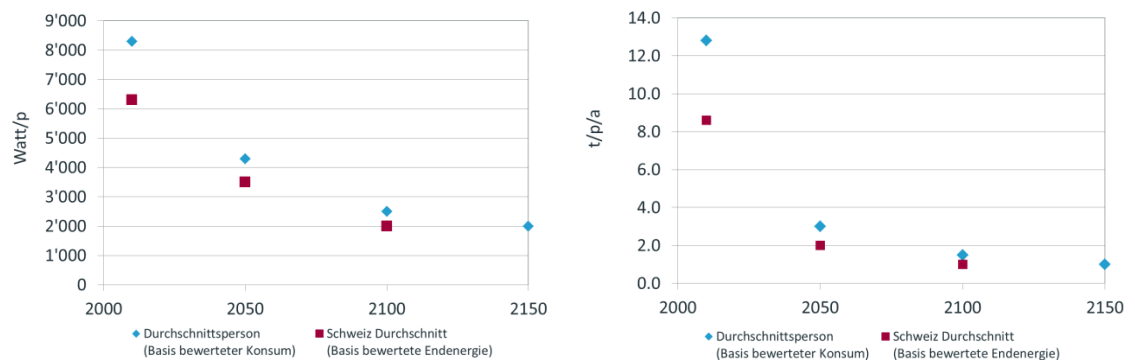
**Tabelle 10-1:** Istwerte für die bewertete Endenergienachfrage und den bewerteten Gesamtkonsum im Jahr 2005

		<b>bewerteter Endenergie- verbrauch</b>	<b>bewerteter Gesamt- konsum</b>
Durchschnittliche Leistung der Primärenergie gesamt	W pro Person	6300	8300
informativ Durchschnittliche Leistung der Primärenergie nicht erneuerbar	W pro Person	5800	7000
Treibhausgasemissionen pro Jahr	t pro Person	8.6	12.8

19) Für Baustoffe, Bauteile und Gebäude ist sie im Merkblatt SIA 2032 **Graue Energie in Gebäuden** im Detail beschrieben.

### 10.1.3 Zielwerte für den Gesamtkonsum von Personen

Die Zielwerte für den Gesamtkonsum von Personen werden wie bei Körperschaften wie Kantone, Regionen, Gemeinden oder Städte auf 2000 Watt Primärenergie beziehungsweise 1 Tonne Treibhausgasemissionen pro Jahr festgelegt. Allerdings sind sie erst später, nämlich 2150 zu erreichen (siehe **Abbildung 10-1**). Bei den Zwischenzielen 2050 und dem Ziel 2100 für Körperschaften werden «Konsumzuschläge» addiert.



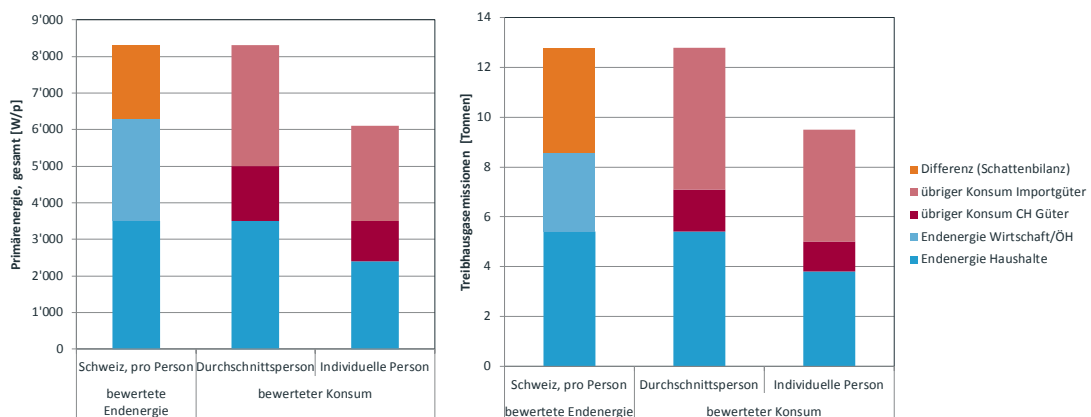
**Abbildung 10-1:** Zielpfade Primärenergie, gesamt (links) und Treibhausgasemissionen (rechts) auf Basis des bewerteten durchschnittlichen Konsums einer in der Schweiz lebenden Person und im Vergleich für den Durchschnitt Schweiz auf Basis des bewerteten Endenergiekonsums.

#### 10.1.4 Vergleich der Ergebnisse der Bilanzen Gesamtkonsum und Endenergieverbrauch

Die Differenz zwischen der Primärenergiebilanz des Gesamtkonsums der Schweiz und der Primärenergiebilanz der Schweiz gemäss 2000-Watt-Gesellschaft (siehe Kapitel 3) setzt sich aus den folgenden drei Elementen zusammen:

- Plus: Primärenergiebedarf für importierte Waren und Dienstleistungen, die in der Schweiz konsumiert werden
- Plus: Primärenergiebedarf für importierte Vorleistungen zur Herstellung von Waren und Dienstleistungen für den inländischen Bedarf
- Minus: Primärenergiebedarf für den Energieverbrauch zur Herstellung von Waren und Dienstleistungen in der Schweiz, die für den Export bestimmt sind

Sinngemäßes gilt auch für die Treibhausgasemissionen des Gesamtkonsums der Schweiz. Bei den Treibhausgasemissionen sind zudem die nicht energetischen Treibhausgasemissionen dazuzuzählen, die im Inland auftreten und bei der Herstellung von Produkten für den inländischen Bedarf emittiert werden. Zwischen den Werten des Primärenergiebedarfs und der Treibhausgasemissionen der Schweiz pro Person gemäss der Konsumperspektive einerseits und gemäss der 2000-Watt-Gesellschaft andererseits besteht somit eine Differenz (siehe **Tabelle 10-1** und **Abbildung 10-2**, linke Säule). Diese Differenz wird auch als Schattenbilanz bezeichnet. Sie entspricht im Wesentlichen dem Saldo der Primärenergieverbräuche und Treibhausgasemissionen der für den Konsum in der Schweiz bestimmten Güterimporte, minus der in der Schweiz hergestellten und ins Ausland exportierten Güter.



**Abbildung 10-2:** Vergleich des durchschnittlichen gesamten Primärenergiebedarfs (links) und der Treibhausgasemissionen (rechts) einer in der Schweiz lebenden Person (linke Säule, Bilanzierung via Endenergieverbrauch Schweiz), einer in der Schweiz lebenden Durchschnittsperson (mittlere Säule, Bilanzierung Gesamtkonsum mittels Fragebogen für Personen und Haushalte) und einer in der Schweiz lebenden Person mit unterdurchschnittlichem Konsum (rechte Säule, Bilanzierung Gesamtkonsum mittels Fragebogen für Personen und Haushalte). ÖH: Öffentliche Hand; CH: Schweiz

Die Summe des mittels Fragebogen erhobenen Primärenergiebedarfs einer Durchschnittsperson (**Abbildung 10-2**, mittlere Säule) entspricht den mit der Konsumperspektive der Schweiz ermittelten Durchschnittswerten (siehe **Abbildung 10-2**, linke Säule). Allerdings ist bei der Bilanzierung von Personen via Fragebogen der durch den Endenergiekonsum verursachte Anteil deutlich geringer und der durch den Güterkonsum bedingte Anteil dementsprechend grösser als bei einer Bilanzierung der ganzen Schweiz.

In der Bilanzierung der Schweiz (und sinngemäß auch für Kantone, Regionen, Gemeinden und Städte) gemäss 2000-Watt-Gesellschaft werden die Endenergieverbräuche der Wirtschaft direkt erhoben und erscheinen deshalb im hellblauen Teil der Säule links. Die durch die Wirtschaft hergestellten Güter werden letztlich aber entweder in der Schweiz konsumiert oder ins Ausland exportiert. In der Konsumperspektive

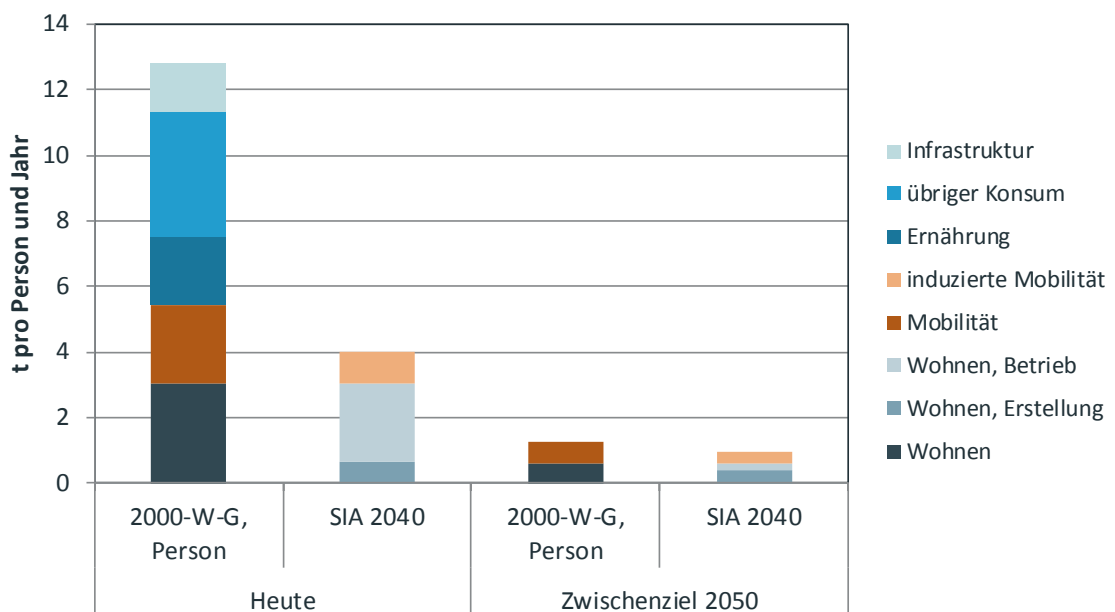
von Personen wird ein Teil der «hellblauen» Beiträge der inländischen Wirtschaft Teil des «übrigen Konsums» von in der Schweiz lebenden Personen und damit Teil des roten Bereichs der mittleren Säule.

Die rechte Säule in **Abbildung 10-2** zeigt beispielhaft den Primärenergiebedarf einer Person mit unterdurchschnittlichem Primärenergiebedarf durch Endenergieverbrauch und unterdurchschnittlichem übrigen Konsum.

### 10.1.5 Vergleich der Ergebnisse der Bilanzen Gesamtkonsum und Gebäude (gemäss SIA-Effizienzpfad Energie)

In **Abbildung 10-3** sind beispielhaft die Istwerte und die Zielwerte 2050 für Personen gemäss Bilanzierungskonzept 2000-Watt-Gesellschaft (siehe Kapitel 5) und die Ist- und Richtwerte «Wohnen» gemäss SIA-Effizienzpfad Energie abgebildet. Die Istwerte Wohnen (Erstellung und Betrieb) stimmen gut überein. Bezüglich Mobilität werden im SIA-Effizienzpfad Energie die Treibhausgasemissionen der gebäudeinduzierten Alltags-Mobilität berücksichtigt. Diese entsprechen rund 40 % der gesamten mobilitätsbedingten Treibhausgasemissionen der Haushalte beziehungsweise von Personen (Vergleich der Istwerte).

Der Zielwert 2050 des SIA-Effizienzpfades Energie bezüglich Treibhausgasemissionen der Wohngebäude liegt bei 960 kg pro Person und Jahr. Dies entspricht 48 % des Zwischenziels 2050 für die Treibhausgasemissionen von Personen.



**Abbildung 10-3:** Istwerte und Zielwerte 2050 der Treibhausgasemissionen gemäss Bilanzierungskonzept 2000-Watt-Gesellschaft (Wohnen; Personen) sowie auf personenbezogene Werte umgerechnete Ist- und Richtwerte «Wohnen» gemäss SIA Effizienzpfad Energie (SIA 2011a)

### 10.1.6 Beurteilung auf Grund des Gesamtkonsums

Die Berücksichtigung des Gesamtkonsums (als Summe des Verbrauchs an Endenergie und an Waren und Dienstleistungen) bei geografisch definierten Bilanzierungsobjekten wie Kantonen, Regionen, Gemeinden oder Städten ist wegen nicht erhebbarer Daten zum Verbrauch an Waren und Dienstleistungen und des sich daraus ergebenden Bilanzierungsaufwandes nicht realisierbar. Weder auf regionaler noch auf kommunaler Ebene ist ein jährliches Controlling machbar. Zum einen lässt sich das weite Spektrum an Gütern und Dienstleistungen, die über die Regionen- oder Gemeindegrenze importiert und exportiert werden, nicht erfassen. Zum anderen sind die Annahmen unsicher, inwiefern sich regionale Konsummuster von denjenigen einer Durchschnittsperson unterscheiden. Die Bilanzierung für Teilgebiete auf der Datenbasis «Endenergie» bleibt daher ein plausibler und pragmatischer Ansatz.

Daher wird für geografisch definierte Teilgebiete sowie für Gebäude der Endenergieverbrauch mit Primärenergiefaktoren und Treibhausgasemissions-Koeffizienten bewertet. Die Bilanzierung des konsumbedingten Primärenergiebedarfs und der konsumbedingten Treibhausgasemissionen in der Schweiz kann auf nationaler Ebene als Schattenbilanz dienen. Mit dieser Schattenbilanz kann überprüft werden, ob Veränderungen im Primärenergiebedarf und in den Treibhausgasemissionen, die durch den Endenergieverbrauch der Schweiz verursacht werden, auf Neuansiedlungen oder Auslagerungen von Firmen oder eher auf Änderungen am Konsumverhalten oder -volumen der in der Schweiz lebenden Bevölkerung zurückgeführt werden können.

Demgegenüber soll die Bilanzierung für Personen und Haushalte den konsumbedingten Primärenergiebedarf und die konsumbedingten Treibhausgasemissionen enthalten. Durch die individuelle Erhebung der Konsum- und Lebensgewohnheiten mittels Fragebogen stehen die dazu erforderlichen Instrumente und Informationen zur Verfügung.

## 10.2 Typologie von Gemeinden

Gemeinden, Städte und Regionen in der Schweiz unterscheiden sich deutlich in Bezug auf ihre Wirtschaftsstruktur. So gibt es in den Bergkantonen Gemeinden wie beispielsweise Davos, in denen der Fremdenverkehr einen wichtigen Teil der wirtschaftlichen Basis darstellt. Es gibt Gemeinden mit einem verhältnismässig kleinen Wirtschaftsanteil (beispielsweise in Ettingen, Basel-Land). In anderen Gemeinden wiederum sind grosse, auf den Export ausgerichtete Konzerne angesiedelt (Maxon Motors in Sachseln oder Nespresso in Avenches). Grössere Städte wie Zürich, Basel oder Genf erfüllen in ihren Ballungsregionen wesentliche Zentrumsfunktionen.

Wie in Unterkapitel 4.2 gezeigt wird, wird empfohlen, dass alle Gemeinden, unabhängig von ihrer heutigen Struktur ihre Ziele mit Hilfe von Reduktionsfaktoren festlegen. Diese Vereinfachung kann aber zur Folge haben, dass die berechneten Zielwerte völlig unpassend sind, wenn beispielsweise eine Gemeinde über keine namhaften Industrie- oder Gewerbebetriebe verfügt oder wichtige Massnahmen bereits früher umgesetzt hat.

Um hier Abhilfe zu schaffen, soll eine Typologisierung von Kantonen, Regionen, Gemeinden und Städten entwickelt werden, mit Hilfe derer Zielwerte definiert werden können, die besser auf die jeweilige Struktur der untersuchten Körperschaft zugeschnitten sind. Eine derartige Typologie und die zugehörigen Zielwerte sind noch zu entwickeln. Die Gemeinde-Typologien (Regionen der Raumentwicklungspolitik, Analyse-Regionen, oder Räumliche Typologien) des Bundesamts für Statistik sind eine mögliche Grundlage.<sup>20</sup> Unabhängig davon sind auch Ansätze zu entwickeln, wie bereits erfolgte Vorleistungen zur Reduktion des Primärenergiebedarfs und der Treibhausgasemissionen berücksichtigt werden können.

20) [www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/infotek/nomenklaturen/blank/blank/raum\\_glied/01.html](http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/infotek/nomenklaturen/blank/blank/raum_glied/01.html), Zugriff am 14. November 2013



## 10.3 Gesellschaftliche Einflussfaktoren

### 10.3.1 Effizienzsteigerung und Verbrauchszunahme

Allein durch die Steigerung der Energieeffizienz und durch den Einsatz erneuerbarer Energieträger, beides technische Mittel, sind die Ziele der 2000-Watt-Gesellschaft nur schwierig zu erreichen. Die Energieeffizienz von Gebäuden, Fahrzeugen und Fertigungsprozessen nimmt zwar stetig zu. Wenn gleichzeitig aber die Energiebezugsfläche (für Wohnen) pro Person, wie beispielsweise im Szenario «Weiter wie bisher» der Energieperspektiven 2050 prognostiziert, bis zum Jahr 2050 von rund 60 m<sup>2</sup> auf 73 m<sup>2</sup> steigt (Prognos 2012, **Tabelle 7-1**), und auch die Verkehrsleistung sowie der Konsum von Waren und Dienstleistungen weiter zunehmen, wird dadurch ein grosser Teil der durch technische Mittel erreichten Reduktion des Energieverbrauchs und der Treibhausgasemissionen wieder zunichte gemacht. Es ist daher notwendig, auch eine Reduktion der Nachfrage nach energierelevanten Gütern zu fördern und entsprechende lenkende Massnahmen zu ergreifen. Man spricht dabei von Suffizienz, d.h. von Selbstbeschränkung, Konsumverzicht und Abwerfen von Ballast bei besserer Lebensqualität (siehe auch Pfäffli 2012).

Damit die Zielwerte mit heute verfügbarer Technik festgelegt werden konnten, mussten zum Beispiel beim SIA-Effizienzpfad Energie folgende Annahmen getroffen werden:

- Der Flächenbedarf pro Person für Wohnen, Büro und Schulen bleibt konstant. Das erfordert eine Abkehr vom bisherigen Trend einer Zunahme.
- Personenwagen haben im Jahr 2050 einen durchschnittlichen Energieverbrauch von 3 Litern auf 100 km<sup>21</sup>.
- Die täglich zurückgelegten Distanzen, insbesondere mit Personenwagen, nehmen nicht weiter zu.
- Alle Neubauten entsprechen den Zielwerten des Merkblatts SIA 2040 SIA-Effizienzpfad Energie. Das erfordert eine wesentliche Verbesserung der energetischen Qualität gegenüber der aktuellen Praxis.
- Alle bestehenden Bauten werden bis 2050 entsprechend den Zielwerten für Umbauten energetisch saniert. Das erfordert eine Vervielfachung der Erneuerungsrate und eine markante Verbesserung der energetischen Qualität von Gebäudeerneuerungen.
- Um unvermeidbare Abweichungen von den vorerwähnten Annahmen, wie beispielsweise die Sanierung von denkmalgeschützten Bauten, abzufedern, müssen auch die Treibhausgasemissionen und der Primärenergiegehalt des Schweizer Strommixes signifikant verringert werden (siehe auch Unterkapitel 10.5).

Diese Fragen und Annahmen sollen in Zukunft vertieft betrachtet beziehungsweise verifiziert werden.

---

21) Die für die Auto-Flotte 2050 angenommenen reduzierten Primärenergiefaktoren und Treibhausgasemissions-Koeffizienten können alternativ auch über eine Reduktion des Verkehrsaufkommens in Kombination mit einem tieferen Auto-Anteil im Modal-Split und einer geänderten Flottenzusammensetzung erreicht werden (SIA 2011c).

### 10.3.2 Hilfsmittel für Haushalte und Personen

Für Personen und Haushalte, die ihr Leben so gestalten wollen, dass es mit der 2000-Watt-Gesellschaft kompatibel ist, stellen sich einerseits inhaltliche Fragen und andererseits Fragen der Abgrenzung.

Nachstehend eine kleine Auswahl von inhaltlichen Fragen im Zusammenhang mit einem Lebensstil, der mit der 2000-Watt-Gesellschaft kompatibel ist:

- Wie gross dürfen der Fleischkonsum und der Konsum von Milchprodukten sein? Kann ich den Konsum dieser Produkte verringern?
- Wie wichtig sind der Konsum von Produkten der Unterhaltungselektronik, von (importierten) Schnittblumen und von Kleidern in Bezug auf den Primärenergiebedarf und die Treibhausgasemissionen?
- Wie viele m<sup>2</sup> beheizte Wohnfläche darf ich mir leisten und ist dies abhängig vom Energiestandard des bewohnten Gebäudes?
- Wie viele Flugkilometer pro Jahr kann ich mir leisten?
- Wie kann ich meine Alltagsmobilitätsbedürfnisse mit möglichst geringem Primärenergiebedarf und geringen Treibhausgasemissionen befriedigen?

Auf der technischen Ebene (Abgrenzung) stellen sich unter anderem die folgenden Fragen:

- Sind die Wohnflächen von Ferienhäusern und -wohnungen Teil der persönlichen Bilanz? Muss bei Ferienliegenschaften zwischen Mieten und Besitzen unterschieden werden?
- Kann ich die Energieverbräuche der Wohnung durch die Anzahl Personen im Haushalt dividieren?
- Wie sollen die mit verschiedenen Autos gefahrenen Kilometer auf die im selben Haushalt lebenden Personen aufgeteilt werden?
- Sind Dienstreisen (mit Dienstauto, Bahn oder Flugzeug) Teil der persönlichen Bilanz?<sup>22</sup>

Für diese Art von Fragen zur persönlichen Energie- und Treibhausgas-Bilanz gibt es mittlerweile verschiedene Online-Rechner wie beispielsweise den Footprint-Rechner des WWF<sup>23</sup> oder den ECOSPEED Private<sup>24</sup>.

22) Hierzu lautet die Antwort klar: nein, da Geschäftsreisen bei den Unternehmen bilanziert werden.

23) [www.footprint.ch](http://www.footprint.ch)

24) [www.ecospeed.ch](http://www.ecospeed.ch)

#### 10.4 Zukünftige Baumaterial- und Energiebereitstellung

Das vorliegende Bilanzierungskonzept 2000-Watt-Gesellschaft und die SIA Merkblätter 2032, 2039 und 2040 (SIA 2010, 2011a, c) basieren auf Ökobilanzdaten, welche die heutige Situation repräsentieren. Das Bilanzierungskonzept 2000-Watt-Gesellschaft und auch der SIA-Effizienzpfad Energie machen Aussagen zu den in Zukunft zu erwartenden, beziehungsweise zu erreichenden Energiekennwerten in den Bereichen Energiebedarf bei der Erstellung und dem Betrieb von Gebäuden sowie der durch die Gebäudenutzung induzierten Mobilität. Der Betriebsenergiebedarf von Gebäuden wie auch der Bedarf an Energie für die Mobilität sollen gemäss SIA-Effizienzpfad Energie deutlich sinken.

Die Bereitstellung von Energieträgern (Brenn- und Treibstoffe, Elektrizität), die Herstellung von Baumaterialien und Bauprodukten und das Erbringen von Transportleistungen werden derzeit auch für die zukünftige Situation mit den für heute geltenden Ökobilanzdaten abgebildet. Dadurch wird die Gebäudeherstellung im Lebenszyklus eines Gebäudes deutlich wichtiger, obwohl in Zukunft auch bei der Materialherstellung Veränderungen in der Energie- und Umwelteffizienz erwartet werden können.

Mittelfristig sollte deshalb überprüft werden, ob und wie Ökobilanzdaten einer zukünftigen Energieversorgung, einer zukünftigen Herstellung von Baumaterialien und -produkten und von zukünftigen Transportleistungen bei der Bilanzierung genutzt werden sollen. Mithilfe von Szenarien kann den Unsicherheiten zukünftiger Entwicklungen Rechnung getragen werden.

#### 10.5 Zukünftiger Strommix Schweiz

Im Jahr 2011 wurde in der Schweiz der Atomausstieg beschlossen. Im Rahmen einer nachhaltigen und «grünen» Zukunftsgestaltung wurden verschiedene Möglichkeiten einer zukünftigen Energie- und Stromversorgung diskutiert. In diesem Zusammenhang entwickelte der Bundesrat die Energiestrategie 2050, in welcher drei unterschiedliche Szenarien für mögliche zukünftige Energie-Situationen aufgezeigt werden. Die Szenarien sind «Weiter wie bisher» (WWB), «Neue Energiepolitik» (NEP) und «Politische Massnahmen» (POM). Die Szenarien unterscheiden sich in den politischen Rahmenbedingungen, der Entwicklung der Stromnachfrage, den Produktionsvolumina und den Technologien, welche für die Stromgewinnung eingesetzt werden.

In Wyss & Frischknecht (2013) wurden die Umweltauswirkungen von drei Schweizer Strommischen im Jahr 2050 gemäss den Szenarien der Energiestrategie 2050 quantifiziert. Die Bezugsgrösse ist 1 MJ Strom (Niederspannung), welcher an Schweizer Kunden geliefert wird.

**Tabelle 10-2** zeigt die Primärenergiefaktoren und Treibhausgasemissions-Koeffizienten des Schweizer Strommixes im Jahr 2050 gemäss der drei Szenarien und mit beziehungsweise ohne Berücksichtigung des Stromhandels (modelliert mit einem szenarioabhängigen, zukünftigen Strommix Europas). Bei der Festlegung von Zwischenzielen von Kantonen, Regionen, Gemeinden oder Städten können in Sensitivitätsanalysen diese Werte zur Bewertung des prognostizierten Stromverbrauchs verwendet werden.

**Tabelle 10-2:** Primärenergiefaktoren und Treibhausgasemissions-Koeffizienten der Strommixe 2050 gemäss den Szenarien der Energiestrategie 2050, mit und ohne Stromhandel, Bezugsgrösse: 1 MJ Strom Niederspannung (Wyss & Frischknecht 2013)

**WWB:** Weiter wie bisher      **NEP:** Neue Energiepolitik      **POM:** Politische Massnahmen

Szenario	Primärenergie, gesamt	Primärenergie, nicht-erneuerbar (fossil und nuklear)	Primärenergie erneuerbar	Treibhausgas-emissionen g/MJ
WWB, Variante C	1.67	0.96	0.72	59.2
NEP, Variante C+E	1.38	0.28	1.09	21.2
POM, Variante E	1.40	0.29	1.11	16.9
WWB inkl. Handel, Variante C	2.20	1.61	0.59	93.7
NEP inkl. Handel, Variante C+E	1.58	0.41	1.18	27.5
POM, inkl. Handel, Variante E	1.92	1.06	0.86	21.8

## Literaturverzeichnis

- Bébié et al. 2009  
Bébié B., Lenzlinger M., Frischknecht R., Hartmann C. and Hammer S. (2009) Grundlagen für ein Umsetzungskonzept der 2000-Watt-Gesellschaft am Beispiel der Stadt Zürich. Stadt Zürich, Bundesamt für Energie, EnergieSchweiz für Gemeinden, Novatlantis, Zürich, retrieved from: [www.2000watt.ch/data/downloads/methodikpapier\\_der\\_2000\\_watt\\_gesellschaft.pdf](http://www.2000watt.ch/data/downloads/methodikpapier_der_2000_watt_gesellschaft.pdf)
- BFE 2012  
BFE (2012) Umfrage Stromkennzeichnung 2009. Bundesamt für Energie, Bern, CH.
- BFE 2013  
BFE (2013) Schweizerische Gesamtenergiestatistik 2012. Bundesamt für Energie (BFE), Bern.
- BFS/ARE 2012  
BFS/ARE (2012) Mobilität in der Schweiz: Ergebnisse des Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2010. Bundesamt für Statistik, Bundesamt für Raumentwicklung, Neuchâtel, Bern, retrieved from: [www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/11/07/01/02/05.html](http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/11/07/01/02/05.html).
- Energie Schweiz für Gemeinden & Energiedelegierte grosser Städte (ERFA) 2010  
Gebäudestandard 2011 – Energie/Umwelt für öffentliche Bauten. Energie Schweiz für Gemeinden, Bern.
- Frischknecht et al. 2011  
Frischknecht R., Stucki M. and Itten R. (2011) Primärenergiefaktoren von Transportsystemen, Version 2.2. im Auftrag des Bundesamtes für Energie BfE, ESU-services Ltd., Uster, CH, retrieved from: [www.esu-services.ch/publications/energy/](http://www.esu-services.ch/publications/energy/).
- Jungbluth et al. 2011  
Jungbluth N., Nathani C., Stucki M. and Leuenberger M. (2011) Environmental impacts of Swiss consumption and production: a combination of input-output analysis with life cycle assessment. Environmental studies no. 1111. ESU-services Ltd. & Rütter + Partner, commissioned by the Swiss Federal Office for the Environment (FOEN), Bern, CH, retrieved from: [www.esu-services.ch/projects/ioa/](http://www.esu-services.ch/projects/ioa/) or [www.umwelt-schweiz.ch](http://www.umwelt-schweiz.ch).
- Jungbluth et al. 2012  
Jungbluth N., Itten R. and Stucki M. (2012) Umweltbelastungen des privaten Konsums und Reduktionspotenziale. ESU-services Ltd. im Auftrag des BAFU, Uster, CH, retrieved from: [www.esu-services.ch/projects/lifestyle/](http://www.esu-services.ch/projects/lifestyle/).
- KBOB et al. 2012  
KBOB, eco-bau and IPB (2012) Ökobilanzdaten im Baubereich, Stand Juli 2012. Koordinationskonferenz der Bau- und Liegenschaftsorgane der öffentlichen Bauherren c/o BBL Bundesamt für Bauten und Logistik, retrieved from: [www.bbl.admin.ch/kbob/00493/00495/index.html?lang=de](http://www.bbl.admin.ch/kbob/00493/00495/index.html?lang=de).
- KBOB et al. 2014a  
KBOB, eco-bau and IPB (2014a)ecoinvent Datenbestand v2.2+; Grundlage für die KBOB-Empfehlung 2009/1:2014: Ökobilanzdaten im Baubereich, Stand April 2014. Koordinationskonferenz der Bau- und Liegenschaftsorgane der öffentlichen Bauherren c/o BBL Bundesamt für Bauten und Logistik, retrieved from: [www.lc-inventories.ch](http://www.lc-inventories.ch).
- KBOB et al. 2014b  
KBOB, eco-bau and IPB (2014b) KBOB-Empfehlung 2009/1:2014: Ökobilanzdaten im Baubereich, Stand April 2014. Koordinationskonferenz der Bau- und Liegenschaftsorgane der öffentlichen Bauherren c/o BBL Bundesamt für Bauten und Logistik, retrieved from: [www.bbl.admin.ch/kbob/00493/00495/index.html?lang=de](http://www.bbl.admin.ch/kbob/00493/00495/index.html?lang=de).
- Kellenberger et al. 2012a  
Kellenberger D., Ménard M., Schneider S., Org M., Victor K. and Lenel S. (2012a) AREALENTWICKLUNG FÜR DIE 2000-WATT-GESELLSCHAFT. Leitfaden und Fallbeispiele: Bundesamt für Energie und Stadt Zürich, retrieved from: [www.2000watt.ch](http://www.2000watt.ch).
- Kellenberger et al. 2012b  
Kellenberger D., Ménard M., Schneider S., Org M., Victor K. and Lenel S. (2012b) AREALENTWICKLUNG FÜR DIE 2000-WATT-GESELLSCHAFT. SI/500524-01. Bundesamt für Energie, retrieved from: [www.bfe.admin.ch](http://www.bfe.admin.ch).
- Lenzlinger et al. 2012  
Lenzlinger M., Bébié B., Dietrich P., Eckmanns A., Egger K., Frischknecht R., Gaetan C., Gugerli H., Hartmann C., Lenzlinger M., Schneider S., Stulz R. and Vogel U. (2012) 2000-Watt-Gesellschaft Bilanzierungskonzept. Stadt Zürich, Bundesamt für Energie, EnergieSchweiz für Gemeinden, Novatlantis, Zürich.
- Pfäffli 2012  
Pfäffli K. (2012) Grundlagen für einen Suffizienzpfad Energie. Das Beispiel Wohnen. Amt für Hochbauten Stadt Zürich, Zürich.
- Prognos 2012  
Prognos (2012) Die Energieperspektiven für die Schweiz bis 2050; Energienachfrage und Elektrizitätsangebot in der Schweiz 2000 - 2050. Bundesamt für Energie, BFE, Bern.
- Schweizerischer Bundesrat 2002  
Schweizerischer Bundesrat (2002) Strategie Nachhaltige Entwicklung 2002. IDARio, Bundesamt für Raumentwicklung, Bern.

SIA 2009	SIA (2009) Merkblatt 2031: Energieausweis für Gebäude gemäss SN EN 15217 und SN EN 15603. Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (SIA), Zürich.
SIA 2010	SIA (2010) Merkblatt 2032: Graue Energie von Gebäuden. Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (SIA), Zürich.
SIA 2011a	SIA (2011a) Merkblatt 2040: SIA-Effizienzpfad Energie. Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (SIA), Zürich.
SIA 2011b	SIA (2011b) Dokumentation D 0236: SIA-Effizienzpfad Energie, Ergänzungen und Fallbeispiele zum Merkblatt SIA 2040. Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (SIA), Zürich.
SIA 2011c	SIA (2011c) Merkblatt 2039: Mobilität – Energiebedarf in Abhängigkeit vom Gebäudestandort. Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (SIA), Zürich.
SIA 2012	SIA (2012) SIA Effizienzpfad - Bestimmung der Ziel- und Richtwerte mit dem Top-Down Approach. SIA, retrieved from: <a href="http://www.energytools.ch/index.php?option=com_jdownloads&amp;Itemid=11&amp;view=viewdownload&amp;catid=5&amp;cid=25&amp;lang=de">www.energytools.ch/index.php?option=com_jdownloads&amp;Itemid=11&amp;view=viewdownload&amp;catid=5&amp;cid=25&amp;lang=de</a> .
Spreng et al. 2002	Spreng D., Scheller A., Schmieder B. and Taormina N. (2002) Das Energieverbrauchs-fenster, das kein Fenster ist. ETH Zürich, EPFL, PSI, Zürich.
Wyss & Frischknecht 2013	Wyss F. and Frischknecht R. (2013) Life Cycle Assessment of Electricity Mixes according to the Energy Strategy 2050. Fachstelle nachhaltiges Bauen, Amt für Hochbauten, Stadt Zürich, Zürich.

## 11 Anhang

### 11.1 Systemumfang Energieträgerbereitstellung (informativ)

Energieträger	Eigenwert der Primärenergie	Bezugsgrösse der Endenergie	im Primärenergiefaktor berücksichtigte Prozesse
Fossil	Brennwert in der Lagerstätte	Brennwert des gelieferten Heizöls/Erdgases etc.	Verluste bei der Förderung, Raffinierung und Transport Herstellung der notwendigen Anlagen Energie für Förderung, Raffinierung und Transport
Nuklear	Energie des spaltbaren Urans, die im Leichtwasserreaktor erzeugt werden kann, vermindert um die nicht gespaltenen Anteile im abgereicherten Uran und in den abgebrannten Brennelementen	gelieferte Elektrizität	Verluste in Turbine, Generator und Stromverteilung Bau der Bergwerke, Anreicherungsanlage, AKW und Stromverteilung; Energie für Uranförderung, Anreicherung, Brennstoffherstellung
Wasser	geerntete potentielle Energie des Wassers: Rotationsenergie auf der Turbine	gelieferte Elektrizität	Verluste in den Wasserleitungen, in Turbine und Generator sowie in der Stromverteilung Bau von Kraftwerk und Stromnetz
Biomasse	Brennwert am Erntestandort	Brennwert der gelieferten Biomasse	Verluste bei der Aufbereitung der Biomasse Herstellung der Maschinen für Anbau, Ernte, Aufbereitung und Transport Energie für Anbau, Ernte, Aufbereitung und Transport
Sonne (Kollektor)	Wärme am Ausgang des Kollektors (geerntete Solarstrahlung)	Wärme am Ausgang des Solar-speichers <sup>1)</sup>	Verluste im Solarkreislauf und Solarspeicher Herstellung von Kollektor, Solarkreislauf und -speicher Elektrizität für die Solarkreislauf-Pumpe
Sonne (Photovoltaik)	Gleichstrom am Ausgang des Panels (geerntete Solarstrahlung)	Wechselstrom am Ausgang des Inverters <sup>1)</sup>	Verluste im Gleichstromnetz und im Inverter Herstellung der Panel, des Gleichstromkreislaufs und des Inverters
Wind	mechanische Energie auf der Rotorwelle (geerntete kinetische Energie des Winds)	Wechselstrom am Ausgang des Generators <sup>1)</sup>	Verluste im Getriebe und im Generator Herstellung des Windkraftwerks (Struktur, Rotor, Generator)
Umweltwärme (Geothermie)	Wärme (Sole, Warmwasser, Heisswasser, Dampf) am Ausgang der Erdsonde	Wärme am Ausgang der Wärmepumpe <sup>1)</sup>	Verluste der Wärmepumpe Bau und Herstellung der Erdsonde und der Wärmepumpe Elektrizität für Sondenpumpe und Wärmepumpe
		Elektrizität am Ausgang des Kraftwerks	Verluste bei der Stromerzeugung und -verteilung Bau und Herstellung der Erdsonde und des Kraftwerks
Umweltwärme (Luft/Wasser)	Wärme am Ausgang des Luft- bzw. Wasser-Wärmetauschers Wärme am Eingang der Wärmepumpe	Wärme am Ausgang der Wärmepumpe <sup>1)</sup>	Verluste der Wärmepumpe Herstellung der Wärmepumpe Elektrizität für die Wärmepumpe
	1) falls ausserhalb des Gebäuestandorts:	gelieferte Wärme bzw. Elektrizität	zusätzlich: Verluste in den Transportleitungen Bau der Transportleitungen bei Wärme: Elektrizität für die Transportpumpen

## 11.2 Mögliche Berechnungsgrundlagen mobile Verbraucher (Verkehr) für die Bilanzierung von Kantonen, Regionen, Gemeinden und Städten (informativ)

### 11.2.1 Erfassung des Energieverbrauchs

Der Primärenergiebedarf und die Treibhausgasemissionen des Verkehrs ergeben sich aus der Summe der folgenden vier Komponenten:

1. strassengebundener Verkehr: motorisierter Privatverkehr, öffentlicher Strassenverkehr (Diesel-Busse) und Güterverkehr auf der Strasse, siehe **Tabelle 11-1** und **Tabelle 11-2**
2. lokaler öffentlicher Schienenverkehr (inklusive Trolleybusse)
3. Schienen-Fern- und Güterverkehr, siehe **Tabelle 11-3**
4. Flugverkehr, siehe **Tabelle 11-3**

Für die Ermittlung des Primärenergiebedarfs und der Treibhausgasemissionen des **strassengebundenen Verkehrs** gibt es zwei Prinzipien mit je zwei Varianten:

T Territorialprinzip:

T1 Treibstoffabsatz pro Jahr innerhalb des Bilanzperimeters

T2 Verkehrsmodellberechnungen innerhalb des Bilanzperimeters

V Verursacherprinzip:

V1 Durchschnittsmobilität pro Person

V2 Anzahl immatrikulierter Fahrzeuge innerhalb des Bilanzperimeters

**Territorialprinzip:** Dem untersuchten Gebiet wird der Energieverbrauch des auf seinem Gebiet zirkulierenden Verkehrs (inkl. Transitverkehr) angerechnet. Dieser wird entweder angenähert durch den Treibstoffabsatz (T1) oder durch Verkehrsmodellberechnungen (T2) innerhalb des Bilanzperimeters. Die hergeleiteten Verkehrsleistungen (Personen- und Tonnenkilometer) werden mit den Primärenergiefaktoren und den Treibhausgasemissions-Koeffizienten für Transportsysteme (KBOB et al. 2012; Frischknecht et al. 2011)<sup>25</sup> in Primärenergie und Treibhausgasemissionen umgerechnet. Das gilt für den strassengebundenen öffentlichen Verkehr, den privaten Verkehr und den Güterverkehr.

**Verursacherprinzip:** Der Primärenergiebedarf und die Treibhausgasemissionen können entweder über Kennziffern über die durchschnittliche Mobilität pro Person (V1) abgeschätzt werden. Der Primärenergiebedarf und die Treibhausgasemissionen aus dem Strassenverkehr betragen demnach 1220 Watt (davon 1190 Watt nicht erneuerbar) und 2.64 Tonnen pro Jahr und Person<sup>26</sup>. Der Energieverbrauch pro Person unterscheidet sich je nach Gemeindetypus. Dem wird Rechnung getragen, indem die schweizerischen Durchschnittswerte der Nutzung von Personenwagen auf der Grundlage des Mikrozensus Verkehr 2010 modifiziert werden (siehe **Tabelle 11-1**)<sup>27,28</sup>.

25) mobitool, Nachhaltige Mobilität für Unternehmen, SBB/swisscom/BKW/Öbu, unterstützt durch EnergieSchweiz, [www.mobitool.ch](http://www.mobitool.ch)

26) Diese Werte beruhen auf dem Treibstoffverbrauch gemäss Energiestatistik 2005 von 152'790 PJ Benzin und 73'270 PJ Diesel, den Primärenergiefaktoren und Treibhausgas-Emissionskoeffizienten von Benzin und Diesel gemäss KBOB-Empfehlung 2009/1, einer Bevölkerung von 7'460'000 Menschen und einem Personenwagenbestand von 3'860'000. Diese Herleitung entspricht einer groben Vereinfachung.

27) Stefan Schneider, Planungsbüro Jud, persönliche Mitteilung, 15.11.2013: Basisdatensatz «Tagesdistanz pro Person nach Verkehrsmittel und Verkehrszweck (in km)» aus BFS/ARE (2012), (Zugriff am 15.11.2013)

28) Bei Einbezug aller Verkehrsmittel resultieren minim abweichende Korrekturfaktoren.



**Tabelle 11-1:** Berücksichtigung des unterschiedlichen Mobilitätsverhaltens in Abhängigkeit des Gemeindetypus und dessen Einfluss auf den Primärenergiebedarf pro Person und die Treibhausgasemissionen pro Person und Jahr<sup>26</sup>.

Gemeindetypus	Korrekturfaktor <sup>1)</sup> 27,28	pro Person		
		Primärenergie gesamt	Primärenergie nicht erneuerbar	Treibhausgasemissionen
		Watt	Watt	t pro Jahr
CH-Durchschnitt	100 %	1220	1190	2.64
Agglo-Kerngemeinden und isolierte Städte	70 %	854	833	1.85
übrige Agglomerationsgemeinden	104 %	1269	1238	2.75
Ländliche Gemeinden	126 %	1537	1499	3.33

<sup>1)</sup> im Verhältnis zum CH-Durchschnitt

Der Primärenergiebedarf und die Treibhausgasemissionen können auch über die Anzahl immatrikulierter Fahrzeuge (V2) abgeschätzt werden. Der Primärenergiebedarf und die Treibhausgasemissionen für den strassengebundenen Verkehr beträgt im schweizerischen Durchschnitt 2350 Watt (davon 2300 Watt nicht erneuerbar) und 5.1 Tonnen pro immatrikuliertes Fahrzeug und Jahr (Basis knapp 4 Millionen Personenwagen) (siehe **Tabelle 11-2**).

**Tabelle 11-2:** Primärenergiebedarf und Treibhausgasemissionen des strassengebundenen Verkehrs pro immatrikuliertes Fahrzeug und Jahr (Personenwagen)<sup>29</sup>.

	pro immatrikuliertes Fahrzeug (Personenwagen)		
	Primärenergie gesamt	Primärenergie nicht erneuerbar	Treibhausgasemissionen
	Watt	Watt	t pro Jahr
CH-Durchschnitt	2350	2300	5.10

Der Energieverbrauch des **lokalen öffentlichen Schienenverkehrs** (und der Trolleybusse) wird in allen vier Fällen auf Grund des effektiven Stromverbrauchs der Transportunternehmen bezogen auf das untersuchte Gebiet erfasst.

Für den **Schienen-Fern-** und den **Schienen-Güterverkehr** sowie für den **Flugverkehr** gibt es gesamtschweizerisch einheitliche Zuschläge (siehe **Tabelle 11-3**). Bei Bedarf können die Werte des Flugverkehrs auf Basis der Informationen zum Kerosinabsatz (Gesamtenergiestatistik des BFE), der in der Schweiz lebenden Bevölkerung (Bundesamt für Statistik) und den Primärenergiefaktoren und Treibhausgasemissionen gemäss KBOB-Empfehlung 2009/1 einfach aktualisiert werden.

**Tabelle 11-3:** Zuschläge für Flugverkehr und den Schienen-Güter- und Fernverkehr<sup>29</sup>

	Primärenergie Watt pro Person	Treibhausgasemissionen Tonnen pro Person und Jahr
Flugverkehr	260	0.55
Schienen-Fern- und -Güterverkehr	140	0.07

29) Diese Werte beruhen auf einer Auswertung des Mikrozensus Verkehr 2005 für Personenfahrten im motorisierten Individualverkehr.

### 11.2.2 Beispiel Berechnung gemäss Verursacherprinzip

Nachstehend wird anhand eines Beispiels aufgezeigt, wie der Primärenergiebedarf der Mobilität auf Basis des Verursacherprinzips abgeschätzt werden kann (die Berechnung der Treibhausgasemissionen erfolgt analog). Zu diesem Zweck sind in **Tabelle 11-4** die Kennwerte einer fiktiven Gemeinde (des Typs «Agglo-Kerngemeinden und isolierte Städte») aufgeführt.

**Tabelle 11-4:** Charakterisierung der Beispielgemeinde

	Einheit	Beispielgemeinde
Gemeindetyp		Agglo-Kerngemeinde und isolierte Stadt
Einwohnende	Personen	100'000
Immatriculierte Personenwagen	Fahrzeuge	55'000
Strombedarf lokaler Schienen- und Trolleybus-Verkehr	MWh	6000

Der Primärenergiebedarf der beiden Komponenten «strassengebundener Verkehr» und «lokaler Schienenverkehr und Trolleybusse» wird anhand des Gemeindetyps (hier: Agglo-Kerngemeinde und isolierte Stadt) beziehungsweise anhand von gemessenen Verbrauchswerten berechnet. Für die übrigen Komponenten «Schienen-Fern- und Güterverkehr» und «Flugverkehr» werden Pauschalwerte eingesetzt.

**Tabelle 11-5:** Primärenergiebedarf gesamt der Mobilität in der Beispielgemeinde

Primärenergie gesamt	Einheit	V1 (Personen)	V2 (immatriculierte Fahrzeuge)
strassengebundener Verkehr	Watt/Person	854 <sup>1)</sup>	1'293 <sup>2)</sup>
lokaler Schienenverkehr und Trolleybusse	Watt/Person	21 <sup>3)</sup>	21 <sup>3)</sup>
Schienen-Fern- und Güterverkehr	Watt/Person	140	140
Flugverkehr	Watt/Person	260	260
<b>Total</b>	<b>Watt/Person</b>	<b>1275</b>	<b>1714</b>

1) gemäss **Tabelle 11-1**

2) Anzahl immatriculierte Fahrzeuge (55'000) mal Primärenergiebedarf pro Fahrzeug und Jahr (2350 Watt) dividiert durch Anzahl Einwohnende (100'000).

3) Stromverbrauch pro Jahr (6000 MWh) mal Primärenergiefaktor Strommix Schweiz (3.05 kWh/kWh), dividiert durch Jahresstunden (8760 h), dividiert durch Anzahl Einwohnende (100'000), mal 1'000'000.

### 11.2.3 Fazit

Die vier beschriebenen Ansätze beruhen auf vereinfachenden Annahmen und sind deshalb grobe Abschätzungen. Sie basieren zudem auf unterschiedlichen Datengrundlagen. Der für ein zu untersuchendes Gebiet bestgeeignete Ansatz ist somit in erster Linie abhängig von den zur Verfügung stehenden statistischen Grundlagedaten.

Die Mobilität verursacht einen wesentlichen Anteil des Primärenergiebedarfs und der Treibhausgasemissionen der Schweiz. Deshalb kann es sich insbesondere für grössere Untersuchungsgebiete und bei ausreichend zur Verfügung stehenden Ressourcen lohnen, detailliertere Analysen des Mobilitätsverhaltens durchzuführen.

### 11.3 Eigenwerte der Primärenergieressourcen (verbindlich)

Die Bewertung der Primärenergieressourcen erfolgt auf Grund der folgenden Thesen:

- Nicht erneuerbare und erneuerbare Primärenergieressourcen haben einen Eigenwert.
- Dieser wird definiert über die Menge an Energie, die aus der Ressource mit heutiger Technik maximal verfügbar gemacht werden kann.

Dementsprechend werden als Eigenwert der Primärenergieressourcen die nachstehend aufgeführten physikalischen Eigenschaften verwendet.

Die Wärmeabgabe an die Umgebung (Abwärme von Strom sowie von Heiz- und Kühlanlagen) wird nicht bewertet.

**Tabelle 11-6:** Eigenwerte der Primärenergieträger

Primärenergieressource	Physikalische Eigenschaft	Bezugsgrösse	Eigenwert MJ
nicht erneuerbar			
- Erdöl in der Geosphäre	Brennwert	kg	45.8
- Erdgas in der Geosphäre	Brennwert	Nm <sup>3</sup>	40.3
- Steinkohle in der Geosphäre	Brennwert	kg	19.9
- Braunkohle in der Geosphäre	Brennwert	kg	9.9
- Uran in der Geosphäre	Energie des spaltbaren Urans, die im Leichtwasserreaktor erzeugt werden kann, vermindert um die nicht gespaltenen Anteile im abgereicherten Uran und in den abgebrannten Brennelementen	kg	560'000
- Torf in der Lagerstätte	Brennwert	kg	9.9
- Holz aus Kahlschlag von Primärwäldern	Brennwert am Erntestandort	kg	15 – 20
erneuerbar			
- Wasserkraft	geerntete potenzielle Energie des Wasser: Rotationsenergie auf der Turbine	MJ	1
- Holz / Biomasse (ohne Kahlschlag von Primärwäldern)	Brennwert am Erntestandort	kg	15 – 20
- Sonnenenergie (Photovoltaik)	geerntete Solarstrahlung: Gleichstrom am Ausgang des Photovoltaik-Panels	MJ	1
- Sonnenenergie (Kollektoren)	geerntete Solarstrahlung: Wärme am Ausgang des Solar-Kollektors	MJ	1
- Windenergie	geerntete kinetische Energie des Winds: mechanische Energie an der Rotorwelle	MJ	1
- Umweltwärme (Geothermie)	Wärme (Sole; Warmwasser, Dampf) am Ausgang der Erdsonde	MJ	1
- Umweltwärme (Wasser)	Wärme am Eingang der Wärmepumpe	MJ	1
- Umweltwärme (Luft)	Wärme am Ausgang des Luft-Wärmetauschers	MJ	1

## 11.4 Primärenergiefaktoren und Treibhausgasemissions-Koeffizienten (verbindlich)

### 11.4.1 Massgebende Datenquelle

Die Plattform «Ökobilanzdaten im Baubereich» betreut eine Liste mit Primärenergiefaktoren, Treibhausgasemissions-Koeffizienten und Umweltbelastungspunkten von Baumaterialien, Haustechnikkomponenten, Energieträgern und Transportleistungen. Die jeweils aktuelle Liste der Primärenergiefaktoren und der Treibhausgasemissions-Koeffizienten kann unter der folgenden Adresse als PDF und Tabellenkalkulationsdatei heruntergeladen werden:

- [www.kbob.ch](http://www.kbob.ch), Publikationen, Empfehlungen Nachhaltiges Bauen
- [www.eco-bau.ch](http://www.eco-bau.ch), Ökobilanzdaten im Baubereich, Grundlagen zu Download verfügbar

### 11.4.2 Arbeiten mit den Daten der KBOB-Empfehlung 2009/1

Die KBOB-Empfehlung 2009/1 «Ökobilanzdaten im Baubereich» enthält Datensätze zur Energiebereitstellung, bezogen auf die gelieferte Endenergie gemessen in MJ<sup>30</sup> (Kategorien 41, 42, 45 und 46) beziehungsweise die gelieferte Nutzwärme (Kategorien 43 und 44).

Für die Bilanzierung des Primärenergiebedarfs und der Treibhausgasemissionen von Heizungen gibt es grundsätzlich zwei Vorgehensweisen. Dies wird im folgenden am Beispiel der Wärmepumpe erläutert.

**Bilanzierung via Nutzenergie** (Datensätze 44.001 bis 44.003): Ausgangspunkt der Bilanzierung ist der Nutzenergiebedarf einer Liegenschaft beziehungsweise der Liegenschaften eines Kantons, einer Region, einer Gemeinde oder einer Stadt. Dieser Nutzenergiebedarf wird verknüpft mit den Primärenergiefaktoren und Treibhausgasemissions-Koeffizienten der vorgenannten «Nutzwärme»-Datensätze. In diesen Datensätzen ist der Bau der Wärmepumpenanlage, inklusive Wärmetauscher (Luft/Wasser, Wasser/Wasser beziehungsweise Erdsonde) bereits berücksichtigt. Ist der Strom der Ausgangspunkt, müssen diese Primärenergiefaktoren respektive Treibhausgasemissions-Koeffizienten mit der Arbeitszahl der Wärmepumpe multipliziert werden.

**Bilanzierung via Endenergie** (Datensatz 45.020): Ausgangspunkt der Bilanzierung ist der Strombedarf der mit einer Wärmepumpe beheizten Liegenschaft. Der Strombedarf wird verknüpft mit den Primärenergiefaktoren und Treibhausgasemissions-Koeffizienten der Strombereitstellung. Die Herstellung (und Entsorgung) der Wärmepumpenanlage wird bei der Erstellung des Gebäudes mit Datensätzen der Kategorie 31 (Heizungsanlagen) modelliert. Dieser Ansatz entspricht dem Vorgehen gemäss SIA Merkblatt 2040.

Für die gesamte Primärenergie ergibt sich jedoch ein Unterschied, da die erneuerbaren Energien am Standort bei der Bilanzierung via Endenergie nicht berücksichtigt werden.

Die erneuerbaren Energien am Standort können mit folgenden Formeln ermittelt werden<sup>31</sup>:

- Wärmepumpen:  $PEF_{\text{erneuerbar, am Standort}} = 1 - 1/AZ$
- Solarstrom:  $PEF_{\text{erneuerbar, am Standort}} = 1/0.935$
- Flachkollektoren, EFH, WW:  $PEF_{\text{erneuerbar, am Standort}} = 1/0.779$
- Flachkollektoren, EFH, RH & WW:  $PEF_{\text{erneuerbar, am Standort}} = 1/0.635$
- Flachkollektoren, MFH, WW:  $PEF_{\text{erneuerbar, am Standort}} = 1/0.883$
- Röhrenkollektoren, MFH, WW & RH:  $PEF_{\text{erneuerbar, am Standort}} = 1/0.662$

30) Gilt für Brennstoffe, Fernwärme und Elektrizität. Bei den Brennstoffen bezieht sich das gelieferte MJ auf den oberen Heizwert.

31) EFH: Einfamilienhaus; AZ: Arbeitszahl; MFH: Mehrfamilienhaus; RH: Raumheizung; WW: Warmwasser