



## Methodik ECOSPEED Immo

Berechnung der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Gebäudebereich  
auf Basis der Gebäude- und Wohnungsstatistik (GWS)  
und des Gebäudeparkmodells (GPM)

Zürich, 17.05.2018

## Inhaltsverzeichnis

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. METHODIK</b> .....   | <b>3</b>  |
| 1.1 SYSTEMGRENZE .....   | 3         |
| 1.2 HAUPT-FORMELN .....  | 4         |
| 1.3 ÜBERSICHT DATENLAGE .....                                      | 4         |
| <b>2. ENERGIEBEZUGSFLÄCHE (EBF)</b> .....                          | <b>5</b>  |
| 2.1 WOHNGEBÄUDE / WOHNNUTZUNG .....                                | 5         |
| 2.2 NICHT-WOHNGEBÄUDE .....  | 5         |
| <b>3. ENERGIEKENNZAHLE (EKZ)</b> .....                             | <b>6</b>  |
| <b>4. ENERGIETRÄGER-MIX (ET-MIX)</b> .....                         | <b>8</b>  |
| <b>5. CO<sub>2</sub>-EMISSIONSFAKTOREN (FCO<sub>2</sub>)</b> ..... | <b>10</b> |
| <b>6. LITERATURHINWEISE</b> .....                                  | <b>11</b> |

### Autoren

ECOSPEED AG  
Christoph Hartmann  
Drahtzugstrasse 18  
8008 Zürich  
[hartmann@ecospeed.ch](mailto:hartmann@ecospeed.ch)

TEP Energy  
Martin Jakob  
Rotbuchstrasse 68  
8037 Zürich  
[martin.jakob@tep-energy.ch](mailto:martin.jakob@tep-energy.ch)

# 1. Methodik

Die hier aufgeführte Methodik basiert auf dem Bericht „Methodik zur Berechnung der Kantonalen CO<sub>2</sub>-Emissionen im Gebäudebereich auf Basis des Gebäude- und Wohnungsregisters (GWR)“ vom 19.12.2016, welcher im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) erstellt wurde. In diesem Bericht sind verschiedene Varianten beschrieben. Der vorliegende Bericht zeigt auf, welche dieser Varianten bei der Berechnung der Resultate für das Jahr 2016 verwendet wurde.

## 1.1 Systemgrenze

Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die verwendeten Gebäudekategorien (GKAT) respektive Gebäudeklassen (GKLAS). Im Bereich Wohnnutzung wird folglich die GKAT und im Bereich Nicht-Wohnnutzung die GKLAS verwendet. ECOSPEED Immo deckt dabei alle energierelevanten Gebäudetypen ab, während der CO<sub>2</sub>-Bericht ans BAFU einzelne Gebäudetypen nicht berücksichtigt (siehe Tabelle).

| GKAT | GKLAS | Bezeichnung                         | ECOSPEED Immo | CO <sub>2</sub> -Bericht ans BAFU |
|------|-------|-------------------------------------|---------------|-----------------------------------|
| 1010 |       | Provisorische Unterkünfte           |               |                                   |
| 1021 |       | Einfamilienhäuser                   | ✓             | ✓                                 |
| 1025 |       | Mehrfamilienhäuser                  | ✓             | ✓                                 |
| 1030 |       | Gebäude mit Nebennutzung            | ✓             | ✓                                 |
| 1040 |       | Gebäude mit teilweiser Wohnnutzung  | ✓             | ✓                                 |
|      |       |                                     |               |                                   |
| 1060 |       | Gebäude ohne Wohnnutzung            |               |                                   |
|      | 1211  | Hotelgebäude                        | ✓             | ✓                                 |
|      | 1212  | Andere Gebäude für Beherbergung     | ✓             | ✓                                 |
|      | 1220  | Bürogebäude                         | ✓             | ✓                                 |
|      | 1230  | Groß- und Einzelhandelsgebäude      | ✓             | ✓                                 |
|      | 1241  | Gebäude des Nachrichtenwesens       | ✓             | ✓                                 |
|      | 1242  | Garagengebäude                      | ✓             | ✓                                 |
|      | 1251  | Industriegebäude                    | ✓             |                                   |
|      | 1252  | Behälter, Silos und Lagergebäude    | ✓             | ✓                                 |
|      | 1261  | Gebäude für Kultur- und Freizeit    | ✓             | ✓                                 |
|      | 1262  | Museen und Bibliotheken             | ✓             | ✓                                 |
|      | 1263  | Schul- und Hochschulgebäude, ...    | ✓             | ✓                                 |
|      | 1264  | Krankenhäuser und Facheinrichtungen | ✓             | ✓                                 |
|      | 1265  | Sporthallen                         | ✓             | ✓                                 |
|      | 1271  | Landwirtschaftliche Betriebsgebäude | ✓             |                                   |
|      | 1272  | Kirchen und sonstige Kultgebäude    | ✓             | ✓                                 |
|      | 1273  | Denkmäler oder unter Denkmals...    | ✓             | ✓                                 |
|      | 1274  | Sonstige Hochbauten                 | ✓             | ✓                                 |
| 1080 |       | Sonderbauten                        |               |                                   |

### 1.2 Haupt-Formeln

Die nachfolgenden Formeln werden für die Berechnung der Energieverbräuche auf Ebene Einzelgebäude bzw. Gebäudegruppen verwendet:

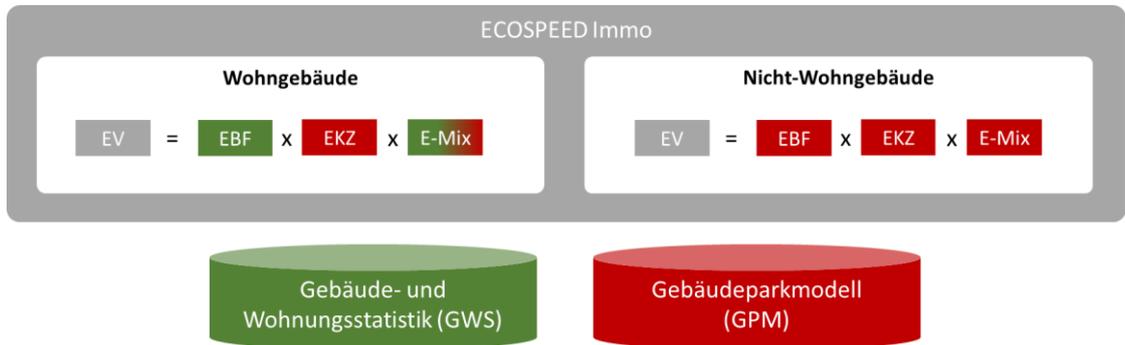
- Energieverbrauch  $EV(ET) = EBF \cdot E_{Mix} * EKZ$
- CO<sub>2</sub>-Emission  $CO2 = EV(ET) \cdot fCO2$

**Legende**

|              |   |                 |
|--------------|---|-----------------|
| <i>EV</i>    | = Energieverbrauch  |                 |
| <i>EBF</i>   | = Energiebezugsfläche   | siehe Kapitel 2 |
| <i>EKZ</i>   | = Energiekennzahl pro Energieträger   | siehe Kapitel 3 |
| <i>E-Mix</i> | = EBF-bezogener Prozentanteil pro Heizsystem, energiebezogener Prozentanteil pro Energieträger für jedes Heizsystem | siehe Kapitel 4 |
| <i>ET</i>    | = Energieträger   |                 |
| <i>fCO2</i>  | = CO <sub>2</sub> -Emissionsfaktoren  | siehe Kapitel 5 |

### 1.3 Übersicht Datenlage

Die nachfolgende Grafik veranschaulicht die Datengrundlage zur Berechnung des Energieverbrauchs.



**Wohngebäude**

- Energiebezugsfläche (EBF)  
Die Wohn-Energiebezugsfläche der Wohngebäude und der übrigen Gebäude mit Wohnnutzung wird pro Gebäude aus den Wohnflächen des GWS berechnet.
- Energiekennzahl (EKZ)  
Die Energiekennzahlen (kWh/m<sup>2</sup>) für Heizen und Warmwasser stammen aus dem Gebäudeparkmodell (GPM) der Firma TEP-Energy.
- Energie-Mix (E-Mix)  
Da die Energieträgerangaben im GWS meist nur bei der Ersterfassung im GWS registriert werden, die Aktualisierung bei einem Energieträgerwechsel aber meist nicht erfolgt und zudem die Energieträgerinformation für das Jahr 2016 nicht zur Verfügung stand, wird ein gewisser Wechsel des Energieträgers im GWS modelliert. Dies erfolgt im GPM von TEP-Energy.

**Nicht-Wohngebäude**

Da die Nicht-Wohngebäude bisher nur zu einem kleinen Teil im GWR erfasst werden, müssen alle Angaben (EBF, EKZ, ET-Mix) modelliert werden. Dies erfolgt im Gebäudeparkmodell der Firma TEP-Energy auf Ebene Kanton (nicht auf Ebene Einzelgebäude), wobei zwischen verschiedenen Gebäudemerkmalen differenziert wird (Jakob et al. 2016).

Bezugnehmend auf diese Datenlage wurde das entsprechende Verfahren des Methodikberichts (Hartmann und Jakob, 2017) ausgewählt und an einigen Stellen spezifisch angepasst (siehe nachfolgende Kap. 2 bis 5).

## 2. Energiebezugsfläche (EBF)

### 2.1 Wohngebäude / Wohnnutzung

Für die reinen Wohngebäude (GKAT: 1021, 1025) wie auch für den Wohnnutzungsteil der Gebäude mit Mischnutzung (GKAT: 1030, 1040) wird die Energiebezugsfläche auf Basis der Wohnfläche wie folgt berechnet:

$$EBF_{Wohnen} = WAREA \cdot f_{WAREA-EBF}$$

*EBF* = Energiebezugsfläche

*WAREA* = Wohnfläche gemäss GWS

*f<sub>WAREA-EBF</sub>* = Umrechnungsfaktor von Wohnfläche auf Energiebezugsfläche:

- Einfamilienhäuser (GKAT: 1021) 1.3
- Mehrfamilienhäuser (GKAT: 1025) 1.25
- Wohngebäude mit Nebennutzung (GKAT: 1030) 1.25
- Gebäude mit teilweiser Wohnnutzung (GKAT: 1040) 1.25

### 2.2 Nicht-Wohngebäude

Da die GWR-Daten im Bereich Nicht-Wohngebäude noch nicht erfasst sind, werden die Energiebezugsflächen der Nicht-Wohngebäude aus dem Gebäudeparkmodell (GPM) der Firma TEP-Energy verwendet.

Die Energiebezugsflächen werden im Gebäudeparkmodell mittels eines Stichproben- und Hochrechnungsverfahrens berechnet (GPM-Flächenmodell). Hierbei wurde für eine Stichprobe von Gemeinden mit zufriedenstellender Datenlage das Betriebs- und Unternehmensregisters des BFS mit den entsprechenden Daten des GWR verschnitten. An die so erhaltenen Flächen- und Beschäftigtendaten wurde ein Regressionsmodell angepasst (im Wesentlichen werden dabei Fläche pro Beschäftigten ermittelt). Die anschliessende Hochrechnung auf die gesamte Schweiz basiert auf diesem Regressionsmodell und gebäudeklassenspezifischen Anpassungsfaktoren. Letztere sind für ausgewählte Gebäudeklassen notwendig, um Spezialfälle zu berücksichtigen, welche sich beim Verschneiden von Betriebs- und Gebäudedaten ergaben (z.B. Betriebsstätten mit mehreren Gebäuden). Das entsprechende Verfahren und die zugrundeliegenden Daten sind im Bericht „Erweiterung des Gebäudeparkmodells gemäss SIA-Effizienzpfad“ (Jakob et al., 2016) weitergehend beschrieben.

Das beschriebene GPM-Flächenmodell wurde auch auf Ebene Kanton angewendet. Zu diesem Zweck wurden als Input die beim BFS öffentlich verfügbaren Beschäftigtenzahlen pro Branche bzw. Branchengruppe gemäss STATENT verwendet.

### 3. Energiekennzahl (EKZ)

Da die meisten Kantone keine eigenen Energiekennzahlen (Stichprobe) besitzen, wird als Übergangslösung bis zum Vorliegen solcher Daten ein kantonsspezifischer Standardkennzahlensatz eingesetzt. Nachfolgend wird dieser Standardenergiekennzahlensatz beschrieben.

Der Endenergieverbrauch pro m<sup>2</sup> EBF und Energieträger ergibt sich grundsätzlich aus dem (spezifischen) Nutzenergiebedarf und Nutzungsgraden pro Energieträger (in Abhängigkeit der Altersverteilung der Kessel). Der Transfer der flächenspezifischen Ergebnisse erfolgt auf der Ebene von Gebäudegruppen (analog zu den entsprechenden Festlegungen bzgl. Nutzenergiebedarf und Nutzungsgraden). Bei der Berechnung des spezifischen Endenergiebedarfs ist zwischen den Bereichen Raumwärme und Warmwasser zu unterscheiden:

- **Raumwärme**

Im Bereich Raumwärme werden die spezifischen Heizenergieverbrauchswerte im Gebäudeparkmodell berechnet<sup>1</sup> und zwar in drei Schritten: zunächst erfolgt die Berechnung des Heizwärmebedarfs (Nutzenergie), dies differenziert Gebäudegruppen. In einem zweiten Schritt erfolgt die Berechnung des spezifischen Endenergieverbrauchs (kWh/m<sup>2</sup>) durch Division des Heizwärmebedarfs durch den Nutzungsgrad. Im dritten Schritt werden die Energiekennzahlen witterungskorrigiert.

- Die Berechnung des Heizwärmebedarfs berechnet sich im GPM analog zum Verfahren bei Energienachweisen und GEAK (vereinfachtes Verfahren gemäss SIA 380/1), wobei die erforderlichen Inputdaten z.T. indirekt aus energierelevante Informationen ableiten. Berücksichtigt werden die geometrische Form der Gebäudegruppen, der energetische Zustand der Gebäudehülle (U-Werte als Funktion der Bauperiode und der Erneuerungsperiode) sowie der Anteile von erneuerten und nicht-erneuerten Flächenanteilen. Die Berechnung der energetischen Erneuerungsraten und der mittleren energetischen Wirkung der energetischen Erneuerungen erfolgt mittels des Gebäudeparkmodells, ähnlich wie im BFE-Bericht „Energetische Erneuerungsraten im Gebäudebereich – Synthesebericht zu Gebäudehülle und Heizanlagen“ (Jakob et al. 2014) beschrieben<sup>2</sup>.
- Der spezifische Verbrauch ergibt sich aus dem spezifischen Raumwärmebedarf  $Q_h$  (s.o.) und dem Nutzungsgrad der verwendeten Heizanlagen. Die Nutzungsgrade hängen im GPM von deren Altersverteilung und damit indirekt von der Bauperiode der Gebäude ab (v.a. bei jüngeren Gebäuden).
- Witterungskorrektur, um die EKZ-Modellwerte (durchschnittliche Witterung) auf die tatsächliche Witterung des Jahre 2016 anzupassen. Diesbezüglich wurde methodisch wie bei den Ex-post Analysen des BFE vorgegangen.

---

<sup>1</sup> Alternativ können die spezifischen Heizenergieverbrauchswerte mittels repräsentativen oder geschichteten Stichprobenerhebung ermittelt werden.

<sup>2</sup> Bei Bedarf könnte der energetische Zustand mittels der in der Vergangenheit durchgeführten energierelevanten Arbeiten pro Kanton erhoben werden (ähnlich wie bei Banfi et al. (2012), Ott, Jakob et al. 2014 und Jakob et al. 2014), dies mittels einer repräsentativen oder geschichteten Stichprobenerhebung, welche z.B. periodisch alle zwei bis fünf Jahre durchgeführt wird.

Kantonsspezifische Unterschiede ergeben sich bzgl. der beiden erstgenannten Einflussfaktoren zum einen aus der Struktur des Gebäudeparks (Bauperioden, Gebäudeklassen, Energieträgermix) und zum anderen aus der Ersatz- und Substitutionstätigkeiten. Kantonsspezifische Unterschiede ergeben sich zum einen aus der Struktur der verwendeten BFS-Daten (GWS, STATENT) und zum anderen aus dem berechneten Energieträgermix (siehe unten), letzteres insbesondere wegen des unterschiedlichen Nutzungsgrades pro Energieträger und Gebäudealter. Bzgl. der Witterung wurden bei der Umsetzung der Methodik für das Jahr 2016 auftragsgemäss keine kantonsspezifischen Unterschiede berücksichtigt.

In der Folge könnten weitere kantonsspezifische Unterschiede entweder mit Expertenschätzung, mittels Workshops mit Kantonsvertretern, dem Einbezug von kantonalen Daten zur Energie- und Förderpolitik oder durch spezifische Stichproben (ähnlich wie in Banfi, Jakob et al. 2012<sup>3</sup> und in Ott, Jakob et al. 2014) kantonsspezifisch abgebildet werden.

- **Warmwasser**

Im Bereich Warmwasser ergibt sich der spezifische Endenergiebedarf je nach Gebäudekategorie und orientiert sich an den Personen, welche die Gebäude nutzen, oder an flächenspezifischen Kennwerten. Die personenspezifischen Verbräuche werden im GPM mittels spezifischer Raumnutzungsdaten auf flächenspezifische Werte umgerechnet. Die Raumnutzungsdaten stützen sich zum einen auf das Merkblatt SIA 2024 ab und zum andern auf die oben erwähnte Stichprobe (mit der die Fläche pro Beschäftigte ermittelt wurde) und gesamtschweizerische Daten (Anzahl Bewohner und Beschäftigte pro Branche). Wie bei der Raumwärme ergibt sich Endenergieverbrauch durch die Division des Nutzwärmebedarfs durch den Nutzungsgrad der Warmwasseraufbereitung und -verteilung. Die Nutzungsgrade hängen wie bei der Raumwärme ebenfalls von der Technologie und deren Altersstruktur und darüber hinaus von der Versorgungskonstellation ab (ganzjährige oder nur saisonale Warmwasseraufbereitung).

---

<sup>3</sup> Banfi S, Farsi M, Jakob M. (2012). An Analysis of Investment Decisions for Energy-Efficient Renovation of Multi-Family Buildings. CEPE, ETH Zürich und TEP Energy on behalf of CCEM, Swiss Federal Office of Energy (SFOE), the Swiss cantons of BL, TG and ZH, the City of Zurich, Zurich, April.

## 4. Energieträger-Mix (ET-Mix)

Bei der Festlegung der Energieträger auf Ebene Einzelgebäude oder auf Ebene der aggregierten Gebäudebestände wird wiederum zwischen Wohngebäuden und Nicht-Wohngebäuden unterschieden. Da die Angaben im GWR teilweise veraltet sind (Stand 2000), erfolgt eine Anpassung des Energieträger-Mix. Weil aus diesem Grund die GWS-Daten von 2016 vom BFS nicht zur Verfügung gestellt wurden, wurde zudem eine Extrapolation des Energieträger-Mix von 2015 auf 2016 erforderlich.

### Wohnsektor

Der EBF-bezogene Energieträgermix wurde pro Gebäudegruppe (pro Kanton bestehend aus Gebäuden mit jeweils derselben Bauperiode und derselben Gebäudekategorie bzw. -klasse) bestimmt. Berücksichtigt wurde zu diesem Zweck alle fürs Wohnen berücksichtigten Gebäude (Energieträger aus GWS, EBF abgeleitet aus GWS, wobei jeweils nur die Wohn-EBF gemäss Beschreibung obenstehend verwendet wurde). Bezugnehmend auf den einleitenden Abschnitt besteht die Bestimmung des Energieträger-Mix auf folgenden Schritten:

1. Übernahme des Energieträgers aus dem GWS
2. Extrapolation des Energieträger-Mix von 2015 auf 2016, dies unter Verwendung von öffentlich verfügbaren GWS-Daten der Jahre 2009 bis 2015.
3. Umschichten des ET-Mix (spezifisch pro Gebäudegruppe), um (mit dem GPM) die Gesamtenergiestatistik (GEST) zu treffen, dies unter Berücksichtigung von kantonalen Strukturdaten (Energieträgermix GWS, bestehende Versorgungsgebiete (z.B. Gasnetz existent oder nicht-existent)).

Hierbei wurde je nach Erfordernis zwischen folgenden Bereichen (Gebäudetypen) unterschieden:

- **Wohngebäude Neubauten** (inkl. Nicht-Wohngebäude mit Wohnnutzung), d.h. Gebäude der Bauperiode 2010 bis 2015 sowie Gebäude mit Baujahr 2016:
  - Übernahme der Energieträgerinformation auf Ebene des einzelnen Gebäudes (EGID) aus dem GWS.
  - Extrapolation von 2015 auf 2016
  - Geringfügige Anpassungen unter Verwendung der Marktanteilerhebungen von Wüest und Partner (siehe z.B. Wüest und Partner 2016) und unter Berücksichtigung der diesbezüglichen BAFU-Empfehlung (BAFU 2015).
- **Wohngebäude Bestand:**
  - Übernahme der Information zum Hauptenergieträger<sup>4</sup> vom GWS ins GPM
  - Berechnung des Energieträger-Mix, d.h. der Anteile der verschiedenen Energieträger, für die verschiedenen Gebäudegruppen aggregiert. Zu diesem Zweck wurde pro Gebäudegruppe jedem Hauptenergieträger gemäss GWS ein Heizsystem oder Anteile mehrerer Heizsysteme zugeordnet (dem Hauptenergieträger Strom beispielsweise Elektrodirektheizungen und Wärmepumpen) und jedem Heizsystem ein Energieträgermix (z.B. Öl und Sonne, Strom und Umweltwärme). Dies erfolgt

---

<sup>4</sup> Aktuell steht sowohl im GWR als auch im GWS nicht der Heizsystemtyp (z.B. WP), sondern der hauptsächlichste Energieträger (z.B. Strom) und die Heizungsart zur Verfügung. Informationen zu sekundären Energieträgern in bivalenten Anlagen und bei der Warmwasseraufbereitung stehen nicht zur Verfügung.

unter Berücksichtigung der Verbreitung von Heizanlagen mit mehreren Energieträgern (namentlich im Bereich Warmwasser).

- Umschichten des ET-Mix (pro Gebäudegruppe spezifisch), so dass unter Einbezug der Neubauten die Gesamtenergiestatistik (GEST) getroffen wird, dies unter Berücksichtigung von kantonalen Strukturdaten (Energieträgermix GWS, bestehende Versorgungsgebiete (z.B. Gasnetz existent oder nicht-existent). Zu diesem Zweck wurden mit dem GPM verschiedene Läufe durchgeführt und die Anpassungen iterativ vorgenommen, wobei die Modellergebnisse mit der GEST und weiteren statistischen Informationen verglichen wurden.

Folgende Tabelle verdeutlicht, in welchem Mass die Daten des GWS vom tatsächlichen Stand im Gebäudepark abweichen könnten: im Vergleich zur Gesamtenergiestatistik ergibt sich beim Öl auf Ebene Endenergieverbrauch eine Abweichung im Sinne einer Überschätzung von +19% zwischen der vergleichshalber durchgeführten GPM-Berechnung mit den originalen GWS-Energieträgerinformationen und der Gesamtenergiestatistik (GEST, GEST=100%). Beim Gas ist die Abweichung betragsmässig sogar noch höher, hier handelt es sich um eine Unterschätzung von -23%. Über alle Kantone aggregiert wurde der Energieträgeranteil Öl mit dem Faktor 0.88 und der Energieträgeranteil Gas um den Faktor 1.33 angepasst.

|  | Heizöl<br>[GWh] | Gas<br>[GWh] |
|--|-----------------|--------------|
| a) GPM mit Energieträger original gemäss GWS | 26'890          | 10'419       |
| b) GPM angepasstem Energieträgermix          | 23'750          | 14'127       |
| c) Gesamtenergiestatistik (GEST)             | 22'619          | 13'608       |

**Skalierungsfaktor**

|          |     |      |
|----------|-----|------|
| GPM/GWS  | 88% | 136% |
| GEST/GWS | 84% | 131% |

**Abweichung**

|                                      |      |      |
|--------------------------------------|------|------|
| (GPM mit original GWS - GEST) / GEST | +19% | -23% |
|--------------------------------------|------|------|

Energieverbrauch von Heizöl und Gas für 3 Fälle:

- a) berechnet mit dem GPM unter Verwendung der originalen Energieträger gemäss GWS
- b) berechnet mit dem GPM nach Anpassung des ET-Mix pro Kanton wie im Text beschrieben
- c) gemäss Gesamtenergiestatistik (GEST).

**Dienstleistungssektor**

Die Bestimmung des Energieträger-Mix bei Nicht-Wohngebäuden erfolgte ebenfalls mit dem Gebäudeparkmodell, wobei wie bei den Wohngebäuden zwischen Neubauten und dem Gebäudebestand unterschieden wird:

- **Nicht-Wohngebäude Neubauten**

Berechnung der Energieträgerwahrscheinlichkeit pro Gebäude bzw. der Anteile pro Gebäudegruppe im GPM. Dies erfolgt auf der Basis von gesamtschweizerischen Angaben (z.B. Auswertungen von Wüest & Partner zu Marktanteilen bei Neubauten zuhanden BAFU/BFE<sup>5</sup> inkl. der sich darauf beziehenden Empfehlung des BAFU<sup>6</sup>), Ergebnissen der BFE-Ex-post-Analysen (BFE 2017b) und kantonsspezifischen Strukturvariablen (Energieträgeranteile pro Kanton im Bereich „Mischgebäude“, d.h. bei Wohngebäuden mit Nebennutzung [GKAT 1030] und bei Gebäuden mit teilweiser Wohnnutzung [GKAT 1040]).

- **Nicht-Wohngebäude Bestand**

Berechnung der Energieträgerwahrscheinlichkeit pro Gebäude bzw. der Anteile pro Gebäudegruppe im GPM aufgrund von gesamtschweizerischen Angaben (Energies-tatistik, Energieverbrauchserhebung IND/DL) abzüglich der Beiträge der Neubauten (siehe Punkt oben) sowie von kantonsspezifischen Strukturvariablen.

## 5. CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren (fCO<sub>2</sub>)

Die relevanten CO<sub>2</sub>-Emissionen werden auf Basis Endenergie berechnet. Die dafür zu verwenden-den CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren stammen vom Bundesamt für Umwelt und entsprechen den-selben Emissionsfaktoren, welche auch für das nationale Treibhausgasinventar verwendet werden.

Die Faktoren richten sich nach den Energieträgerlisten des GWS (GENHZ & GENWW) bzw. den berechneten Endenergiewerten (wie oben beschriebenen) und sind wie folgt definiert:

| Energieträger        | t CO <sub>2</sub> / TJ |
|----------------------|------------------------|
| Heizöl               | 73.7                   |
| Erdgas               | 56.4                   |
| Übrige Energieträger | 0                      |

<sup>5</sup> Wüest & Partner (2016): Heizsysteme: Entwicklung der Marktanteile 2002-2015 – Aktualisierung 2015, im Auftrag des BFE, Bern/Zürich, Mai.

<sup>6</sup> BAFU (2015): Empfehlungen für Projekte und Programme in den Bereichen Komfort und Prozesswärme – Anhang F zur Mitteilung Projekte und Pro-gramme zur Emissionsverminderung im Inland. BAFU Geschäftsstelle Kompensation, Bern, März (Version 2).

## 6. Literaturhinweise

- BAFU (2015): Empfehlungen für Projekte und Programme in den Bereichen Komfort und Prozesswärme – Anhang F zur Mitteilung Projekte und Programme zur Emissionsverminderung im Inland. BAFU Geschäftsstelle Kompensation, Bern, März (Version 2).
- Banfi S., Farsi M., Jakob M. (2012). An Analysis of Investment Decisions for Energy-Efficient Renovation of Multi-Family Buildings. CEPE, ETH Zürich und TEP Energy on behalf of CCEM, Swiss Federal Office of Energy (SFOE), the Swiss cantons of BL, TG and ZH, the City of Zurich, Zurich, April.
- BFE (2017a): Ex-Post-Analyse des Energieverbrauchs der schweizerischen Haushalte 2000 bis 2016 nach Bestimmungsfaktoren und Verwendungszwecken. Prognos i.A. Bundesamt für Energie (BFE), Bern.
- BFE (2017b): Ex-Post-Analyse des schweizerischen Energieverbrauchs 2000 bis 2015 nach Bestimmungsfaktoren. Prognos, TEP Energy, Infrac i.A. Bundesamt für Energie (BFE), Bern.
- Jakob et al. (2016). Erweiterung des Gebäudeparkmodells gemäss SIA-Effizienzpfad“. TEP Energy und Lemon Consult i.A. Bundesamt für Energie (BFE), Bern.
- Jakob et al. (2014). Energetische Erneuerungsraten im Gebäudebereich – Synthesebericht zu Gebäudehülle und Heizanlagen. TEP Energy i.A. Bundesamt für Energie (BFE), Bern.
- Ott W., Jakob M., Berleth H., Bolliger R., Bade S., Karlegger A., Jaberg A. (2013). „Erneuerungstätigkeit und Erneuerungsmotive bei Wohn- und Bürobauten.“ Im Auftrag Energieforschung Stadt Zürich, Zürich.
- Wüest & Partner (2016): Heizsysteme: Entwicklung der Marktanteile 2002-2015 – Aktualisierung 2015, im Auftrag des BFE, Bern/Zürich, Mai.