



Methodik zur Berechnung der kantonalen CO₂-Emissionen im Gebäudebereich auf Basis des Gebäude- und Wohnungsregisters (GWR)

Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU)

Zürich, 19.12.2016

Impressum

Auftraggeber	Bundesamt für Umwelt (BAFU) Abteilung Klima CH-3003 Bern Das BAFU ist ein Amt des Eidg. Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK).
Auftragnehmer	ECOSPEED AG Drahtzugstrasse 18 CH-8008 Zürich
Autoren	ECOSPEED AG Christoph Hartmann Drahtzugstrasse 18 CH-8008 Zürich TEP Energy Martin Jakob Rotbuchstrasse 68 CH-8037 Zürich
Begleitung BAFU	Regine Röthlisberger, BAFU Carla Gross, BAFU
Mitglieder der Begleitgruppe	Beat Calonder, KVV Patrick Kummer, BFS Mariano Bonriposi, BFS Luca Pirovino, SIA Massimiliano Capezzali, EPFL Marcel Knöri, Kanton St. Gallen Peter Bucher, Kanton Luzern Matthias Haldi, Kanton Bern Gian-Marco Alt, Kanton Zürich Lukas Calmbach, Kanton Basel-Stadt
Hinweis	Diese Studie/dieser Bericht wurde im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) verfasst. Für den Inhalt ist allein der Auftragnehmer verantwortlich.

Inhaltsverzeichnis

1. AUFGABENSTELLUNG	4
2. ZIELSETZUNG	4
3. METHODIK	5
3.1 SYSTEMGRENZE UND BETRACHTUNGSPERIMETER	5
3.2 KONZEPTIONELLER ANSATZ	6
3.3 HAUPT-FORMELN	9
3.4 ÜBERSICHT DATENLAGE	10
3.5 ENERGIEBEZUGSFLÄCHE – EBF.....	11
3.5.1 Reine Wohngebäude	11
3.5.2 Gebäude mit Mischnutzung	12
3.5.3 Nicht-Wohngebäude	13
3.6 ENERGIEKENNZAHL – EKZ	14
3.7 ENERGieträger-MIX – ET-MIX.....	17
3.8 CO ₂ -EMISSIONSFAKTOREN – F _{CO2}	19
4. STANDARDBERICHT FÜR DIE KVV	20
4.1 BERICHT AUF EBENE „EINZELNE GEBÄUDE“	20
4.2 BERICHT AUF EBENE „GEBÄUDEGRUPPE“	20
5. GWR MERKMALKATALOGE 3.7 UND 4.0	21
6. INTERVIEWS	23
6.1 ANSATZ KANTON ST. GALLEN	23
6.2 ANSATZ KANTON LUZERN	24
6.3 ANSATZ KANTON ZÜRICH	25
6.4 ANSATZ KANTON BASEL-STADT	26
6.5 ANSATZ KANTON BERN.....	27

1. Aufgabenstellung

Die Schweizer Kantone müssen im Rahmen der CO₂-Verordnung ab 2018 dem Bundesamt für Umwelt (BAFU) jährlich über die CO₂-Emissionen des kantonalen Gebäudeparks Bericht erstatten. In einem Brief vom BAFU an die „Kontaktstellen CO₂-Emissionen Gebäude der Kantone“ vom 29. Januar 2016 steht: „Kantone, die keine eigene ausgebaute Erhebung/Methode haben, können für die Berichterstattung gemäß CO₂-Verordnung bis 2018 als Übergangslösung die Software ECOSPEED Region verwenden. Mittelfristig empfiehlt das BAFU aber eine Bottom-up-Erhebung auf Basis des GWR.“ Zudem weist das BAFU in diesem Bericht darauf hin, dass «eine gute Abbildung der zeitlichen Entwicklung der kantonalen Gebäudeemissionen wichtig ist» (also auch rückwirkend).

Da das Gebäude- und Wohnungsregister aktuell überarbeitet und um die Nicht-Wohngebäude erweitert wird, benötigen die Kantone zur Erfüllung der CO₂-Verordnung eine einheitliche Methodik zur Berechnung der CO₂-Emissionen im Gebäudepark auf Basis des neuen GWR. Dies betrifft insbesondere diejenigen Kantone, welche mit der Software ECOSPEED Region arbeiten und noch keine eigene Datenbank für die Berechnung der kantonalen CO₂-Emissionen unterhalten.

Da die Daten nach der neuen Struktur des GWR nicht unmittelbar nach dem Start im Frühling 2017 vorliegen, sondern erst nach und nach im GWR erfasst und abgebildet werden, muss in der Methodik sowohl die Berechnung auf Basis der aktuellen GWR-Daten (Version 3.7) wie auch die Berechnung auf Basis der neuen GWR-Daten (Version 4.0) beschrieben werden. Alternativ zu den GWR-Daten könnten auch die GWS-Daten (Gebäude- und Wohnungsstatistik) eingesetzt werden. Diese sind zeitlich verzögert zu den GWR-Daten verfügbar. Es ist aktuell noch offen, ob die GWS-Daten und auch die GWR-Daten um die Nicht-Wohngebäude erweitert werden.

Der vorliegende Bericht umfasst die Erstellung der Berechnungsmethodik mit exakten Formeln und exakten Verweisen auf die im GWR (oder GWS) verfügbaren Daten. Zusätzlich beschreibt die Methodik auch die Beschaffung und Aufbereitung der übrigen Daten, welche zusätzlich zum GWR benötigt werden (Energiekennzahlen, Energie-Mix oder Emissionsfaktoren).

2. Zielsetzung

Die Hauptzielsetzung ist die über die Jahre konsistente Berechnung der Energieverbräuche und CO₂-Emissionen der Gebäude auf Basis der Daten im Gebäude- und Wohnungsregister.

Damit einher geht das Unterziel, eine Arbeitsgrundlage für die Kantone zu schaffen, um die Daten im GWR auf einen möglichst guten und aktuellen Stand zu bringen. Erst dadurch kann das Hauptziel mit ausreichender Genauigkeit erfüllt werden.

3. Methodik

3.1 Systemgrenze und Betrachtungsperimeter

Berücksichtigt werden die Gebäude der Gebäudekategorien (GKAT) 1021 bis 1060 sowie die Gebäudeklassen (GKLAS) von 1211 bis 1279, welche mit einem Heiz- und/oder Warmwasser-Energiewandler ausgerüstet sind. Die Gebäude des sekundären Wirtschaftssektors (Industrie- und Gewerbe) werden nicht berücksichtigt. Provisorische Unterkünfte sowie Sonderbauten der GKAT 1080 werden ebenfalls nicht berücksichtigt (siehe Grafik 1).

Grafik 1 Fokus der Methodik auf Gebäudekategorie nach GWR.

Gebäude nach GWR	Mit Energiewandlern
Provisorische Unterkünfte (GKAT 1010)	
Gebäude mit Wohnnutzung (GKAT 1021, 1025)	
Gebäude mit teilweiser Wohnnutzung (GKAT 1030, 1040)	
Gebäude ohne Wohnnutzung (GKAT 1060)	
Sonderbauten (GKAT 1080)	

Quelle: TEP Energy, adaptiert aus Jakob et al. (2015): Bestandesaufnahme Energie- und CO₂-Daten; Grundlagen für die Bestimmung von Energie- und CO₂-Daten des Gebäudeparks in den Kantonen.

Aufgrund der Gebäudevielfalt wird im Bereich Nicht-Wohngebäude nicht die Kategorisierung „Gebäudekategorie (GKAT)“ verwendet, sondern die in diesem Bereich feinere Gebäudeklasse (GKLAS). Damit kann eine bessere Zuordnung zu den verschiedenen Wirtschaftsbranchen vorgenommen werden, welche im Bereich Nicht-Wohngebäude die Basis für die Modellierung bilden, solange in diesem Bereich keine Grundlagendaten im GWR oder im GWS verfügbar sind. Die Synthese zwischen Gebäudekategorie und Gebäudeklasse wird nachfolgende Gebäudetyp genannt (siehe auch Tabelle auf S. 15).

In der Basisvariante werden Energieverbräuche und CO₂-Emissionen der energetischen Verwendungszwecke Raumwärme und Warmwasser abgebildet. Optional wird auch die Prozessenergie berechnet, sofern sie den Gebäuden oder ihrer Nutzung zugeordnet werden können (ähnlich wie im Merkblatt SIA 2040 SIA Effizienzpfad definiert, d.h. industrielle Prozesse).

3.2 Konzeptioneller Ansatz

Bezugnehmend auf den Bericht „Bestandesaufnahme Energie- und CO₂-Daten; Grundlagen für die Bestimmung von Energie- und CO₂-Daten des Gebäudeparks in den Kantonen“ (Jakob et al. 2015) baut der vorgeschlagene Ansatz grundsätzlich auf der Methode III.a „Bottom-up-Modellierung der Emissionsentwicklung“ auf.

Die Modellierung besteht im Wesentlichen aus folgenden Elementen:

- **Energiebezugsfläche**
Als Mengengerüst dienen Energiebezugsflächen und falls verfügbar die Anzahl Personen, welche das entsprechende Gebäude nutzen. Bei den Wohngebäuden bzw. bei der Wohnnutzung stützt sich das Mengengerüst auf das GWR ab. Bei den Nicht-Wohngebäuden stützt sich das Mengengerüst in der Übergangsphase, bis die entsprechenden Daten im GWR erfasst sind, auf das Gebäudeparkmodell ab.
- **Energiekennzahl**
Die spezifischen Verbräuche (Basis Endenergie) werden aus dem Gebäudeparkmodell (GPM) übernommen, dies differenziert nach verschiedenen Attributen (z.B. Gebäudetyp, Bauperiode, Energieträger). Hierbei ist zwischen den Bereichen Raumwärme, Warmwasser und optional Prozesswärme zu unterscheiden (Details siehe Kap. 3.6). Im Bereich Raumwärme werden sie im Gebäudeparkmodell in Anlehnung zum Verfahren bei Energienachwiesen und GEAK (vereinfachtes Verfahren gemäß SIA 380/1) berechnet. Im Bereich Warmwasser differenziert sich der spezifische Bedarf je nach Gebäudekategorie und orientiert sich an den Personen, welche das Gebäude nutzen oder an flächenspezifischen Kennwerten. Für die Raumwärme und das Warmwasser werden pro Energieträger spezifische Werte für die Energieumwandlung (Jahresnutzungsgrade) und Emissionsfaktoren angewendet. Bei der Prozessenergie ist bzgl. der spezifischen Verbräuche zwischen wärme- und emissionsrelevanten Prozessen und den übrigen, in der Regel Strom orientierten Prozessen zu unterscheiden. Letztere sind nicht Teil der Basisvariante und werden nur optional berechnet. In diesem Fall erfolgt die Berechnung gemäß dem Ansatz des Modells TEP Tertiary, welches im Rahmen der BFE-Ex-post Analysen¹ eingesetzt wird.
- **Energie-Mix**
Der Energieträger pro Gebäude ergibt sich direkt aus den Informationen des GWR. Bei Gebäuden mit Wohnnutzung wird der Energieträger-Mix auf aggregierter Ebene parallel zu den Daten im GWR auch modelliert, um die Entwicklung dem Betrachtungsjahr und dem Jahr der letzten Erhebung (typischerweise 2000) nachzuvollziehen. Maßgebend für die CO₂-Berichterstattung auf Ebene Einzelgebäude sind die Daten im GWR. Dies gilt subsidiär auch für die Berichterstattung auf Ebene Gebäudegruppen pro Kanton, wobei hier bei Bedarf ergänzend ein modellierter Energieträgermix zur Anwendung kommt (Details s.u.). Bei Gebäuden ohne Wohnnutzung wird der Energieträger-Mix auf aggregierter Ebene (Gebäudeparkmodell) verwendet (z.B. aggregiert über die Attribute Gebäudeklasse, Bauperiode), bis die entsprechende Angabe pro Gebäude im GWR erfasst sind.

Der Ansatz wird für die Ausräumung von gewissen Unsicherheiten ergänzend auf gesamtschweizerischer Ebene geeicht, analog zum Vorgehen im Rahmen der BFE-Ex-post Analysen.

¹ BFE (2016): Ex-Post-Analyse des Energieverbrauchs der schweizerischen Haushalte 2000 bis 2015 nach Bestimmungsfaktoren und Verwendungszwecken und BFE (2016b): Ex-Post-Analyse des schweizerischen Energieverbrauchs 2000 bis 2015 nach Bestimmungsfaktoren.

Mit Bezug auf die vorliegende Datenlage ist bei der Umsetzung dieses Ansatzes ist zwischen folgenden Fällen zu unterscheiden:

- **Reine Wohngebäude**

Als Modellierungseinheit dienen die Gebäude (EGID) **ODER** die Wohnungen (EWID) (siehe Kap. 5). Spezifische Energieverbrauchswerte werden nach verschiedenen Attributen aufbereitet (z.B. Gebäudekategorie, Bauperiode, Energieträger) und mit dem Mengengerüst verknüpft. Der Energieträger wird pro Gebäude aus dem GWR übernommen. Die Energieträger im GWR, welche häufig nur bei der Ersterfassung im GWR eingetragen sind, werden zu einem Energieträger-Mix aggregiert (z.B. pro Gebäudekategorie oder Bauperiode). Auf dieser aggregierten Ebene erfolgt im Gebäudeparkmodell parallel zu den effektiven Werten im GWR eine Modellierung der Entwicklung zwischen dem Jahr der letzten Erhebung und dem Betrachtungsjahr. Die Berechnung des zu erwartenden Energiemix erfolgt unter Berücksichtigung der Wahrscheinlichkeit, dass ein Energieträgerwechsel stattgefunden hat. Kantonale Unterschiede ergeben sich aufgrund unterschiedlicher Verfügbarkeit (z.B. Gas- und Fernwärmeversorgungsgebiete und darin sich befindliche Gebäudegruppen) und aufgrund relativer Energiepreise. Solche Effekte werden in der Basisvariante summarisch und optional vertiefter berücksichtigt. Diese beiden Ansätze können dann miteinander verglichen werden (E-Mix aus GWR versus zu erwartendem E-Mix). Für die Berechnung der CO₂-Emissionen der Gebäude der Kantone soll bei Gebäudegruppen mit ausreichender Datenlage der Energie-Mix aus dem GWR verwendet werden, und bei den übrigen subsidiär derjenige aus dem Gebäudeparkmodell.

- **Gebäude mit Mischnutzung**

Als Modellierungseinheit dienen die Gebäude (EGID) **UND** die Wohnungen (EWID) (siehe Kap. 3.5.2). Der Anteil der Energiebezugsfläche der Wohnnutzung wird über die Wohnung (EWID) ermittelt. Der restliche Anteil der Energiebezugsfläche wird mit dem Gebäudeparkmodell berechnet (siehe Nicht-Wohngebäude), ohne jedoch eine Zuordnung zwischen Gebäuden mit Mischnutzung und reinen Nicht-Wohngebäuden vorzunehmen. Die übrige Berechnung (spezifischer Energieverbrauch und Energie-Mix) erfolgt nach dem gleichen Prinzip wie bei den Wohngebäuden (s.o.).

- **Nicht-Wohngebäude**

Als Modellierungseinheit dienen grundsätzlich die Gebäude (EGID). Die restliche Berechnung (spezifischer Energieverbrauch und Energie-Mix) erfolgt nach dem gleichen Prinzip wie bei den Wohngebäuden (s.o.).

Da im Bereich Nicht-Wohngebäude die Datenlage im GWR noch nicht ausreicht, um die Energiebezugsfläche abzuleiten (fehlende Daten im GWR), braucht es in der Übergangszeit, bis diese Daten im GWR vorliegen, einen anderen Ansatz. Es wird deshalb vorgeschlagen, für die Energiebezugsflächen übergangsweise Daten aus dem Gebäudeparkmodell (GPM) von TEP Energy zu verwenden. Das GPM wird entsprechend erweitert, um die Energiebezugsfläche auf Ebene Kanton und Gebäudeklasse aufzubereiten (diese EBF-Daten sind also nicht gebäudescharf). Sobald die Datenlage im GWR ausreichend gut ist, erfolgt die Modellierung der Energiebezugsfläche über den GWR. Die Berechnung der spezifischen Verbräuche erfolgt nach dem gleichen Prinzip wie bei den Wohngebäuden (s.o.). Für die Berechnung des Energie-Mix werden zum einen strukturelle Daten, die pro Kanton vorliegen (z.B. Energieträger-Mix von Gebäuden mit Mischnutzung, Daten zu gasversorgten Gemeinden), und zum anderen gesamtschweizerische Daten (z.B. Energie-Mix pro Branche) verwendet.

Bei der Aufbereitung aller Daten (Energiebezugsflächen, Energiekennzahlen, Energie-Mix), welche aus dem Gebäudeparkmodell stammen, ist grundsätzlich zwischen folgenden Varianten zu unterscheiden:

- **Variante „BASIS“**

In der Basisvariante werden die erforderlichen Daten für die Jahre 2015-2019 aufbereitet. Dabei ist zu bemerken, dass sich im Gebäudeparkmodell die Grundlage dieser Daten auf das Jahr 2013 abstützt. Die Daten für das Jahr 2015 werden im GPM mittels statistischer Grundlagen aktualisiert und kalibriert. Für die Jahre 2015-2019 werden die Daten aufgrund von Abschätzungen zur zukünftigen Entwicklung der entsprechenden Größen berechnet.

- **Variante „RÜCKWIRKEND“**

Bei dieser Variante werden Daten für frühere Jahre berechnet (z.B. für 2000 oder für eine Zeitreihe 2000 bis 2015).

- **Variante „NEUES STÜTZJAHR“**

Bei dieser Variante wird auf Basis eines neuen Daten-Auszugs aus dem GWR (z.B. 2016) das Gebäudeparkmodell „gefüttert“ und ein komplett neues Stützjahr erzeugt.

Der Fokus liegt in einer ersten Phase auf der Variante „BASIS“. Bei Bedarf können die anderen Varianten zu einem späteren Zeitpunkt im Detail ausformuliert werden.

3.3 Haupt-Formeln

Die nachfolgenden Formeln werden für die Berechnung der Energieverbräuche und CO₂-Emissionen auf Ebene Einzelgebäude verwendet:

Energieverbrauch Heizen (H)	$EV_H(ET) = EBF \cdot EKZ_H(ET) \cdot E_Mix_H$
Energieverbrauch Warmwasser (W)	$EV_W(ET) = EBF \cdot EKZ_W(ET) \cdot E_Mix_W$
Energieverbrauch Prozesse (P)	$EV_P(ET) = EBF \cdot EKZ_P(ET) \cdot E_Mix_P$
Energieverbrauch Gebäude (G)	$EV_G(ET) = EV_H + EV_W + EV_P$
CO ₂ -Emissionen Heizen (H)	$CO_{2_H} = \sum_{ET} EV_H(ET) \cdot f_{CO_2}(ET)$
CO ₂ -Emissionen Warmwasser (W)	$CO_{2_W} = \sum_{ET} EV_W(ET) \cdot f_{CO_2}(ET)$
CO ₂ -Emissionen Prozesse (P)	$CO_{2_P} = \sum_{ET} EV_P(ET) \cdot f_{CO_2}(ET)$
CO ₂ -Emissionen Gebäude (G)	$CO_{2_G} = CO_{2_H} + CO_{2_W} + CO_{2_P}$

Legende

<i>EV</i>	= Energieverbrauch	
<i>EBF</i>	= Energiebezugsfläche	siehe Kapitel 3.5
<i>EKZ</i>	= Energiekennzahl pro Energieträger	siehe Kapitel 3.6
<i>E-Mix</i>	= Prozentanteil pro Energieträger	siehe Kapitel 3.7
<i>ET</i>	= Energieträger	siehe Kapitel 3.7
<i>f_{CO2}</i>	= CO ₂ -Emissionsfaktor (CO ₂ -Äquivalente)	siehe Kapitel 3.8

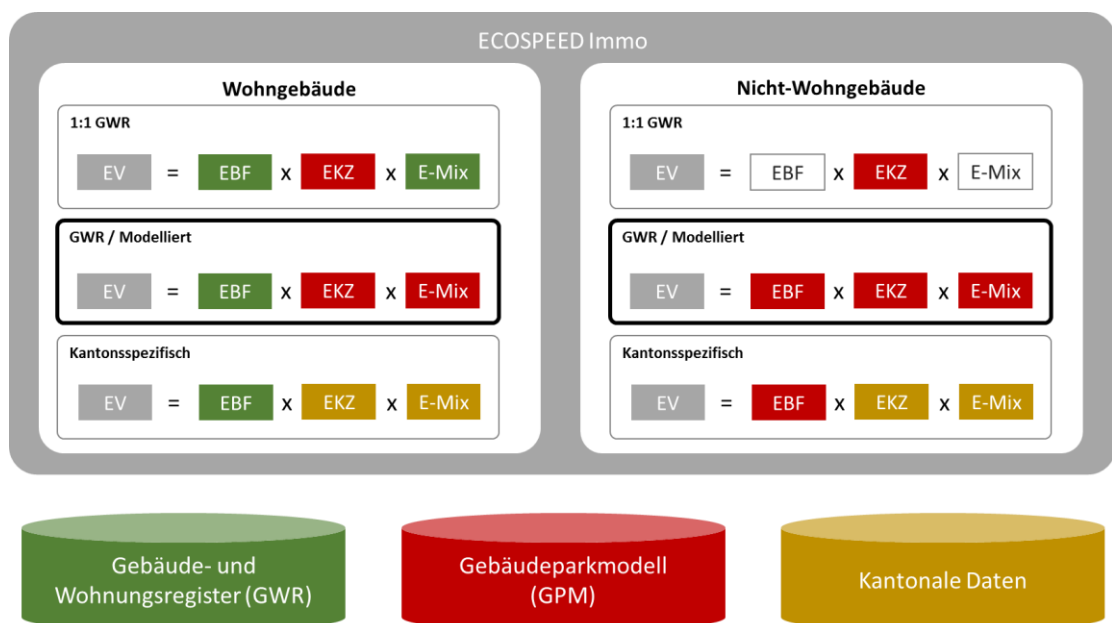
In den nachfolgenden Kapiteln werden die einzelnen Methoden und Quellen für die hier beschriebenen Parameter im Detail erläutert. Die gesamte Berechnung findet auf Ebene des einzelnen Gebäudes (EGID) statt. Für die übergeordnete Auswertung werden diese Daten entsprechend aggregiert. In der Übergangszeit, bis die GWR-Daten im Bereich „Nicht-Wohngebäude“ erfasst sind, findet diese Berechnung für die Nicht-Wohngebäude auf aggregierter Ebene statt.

3.4 Übersicht Datenlage

Die nachfolgende Grafik veranschaulicht die Datengrundlage zur Berechnung des Energieverbrauchs. Es werden drei verschiedene Berechnungen (und Resultate) unterschieden:

- **1:1 GWR**
Sowohl Energiebezugsfläche wie auch Energie-Mix werden 1:1 aus Daten des GWR erzeugt. Die Energiekennzahl stammt aus dem Gebäudeparkmodell. Diese Berechnung bildet den Zustand der Daten im GWR „ungeschminkt“ ab. Im Bereich Nicht-Wohngebäude sind die erforderlichen Daten (EBF und E-Mix) im GWR noch nicht ausreichend erfasst.
- **GWR / modelliert**
Die Energiebezugsfläche stammt aus dem GWR. Bei den Nicht-Wohngebäuden stammt die EBF übergangsweise aus dem Gebäudeparkmodell, bis die entsprechenden Daten im GWR erfasst sind. Energiekennzahl und vor allem auch der Energie-Mix (Einträge im GWR älter als 15 Jahre) basieren auf den Modellierungen im Gebäudeparkmodell.
- **Kantonsspezifisch**
Während die Energiebezugsfläche aus den Angaben des GWR stammt (Nicht-Wohngebäude übergangsweise aus GPM), basieren Energiekennzahlen und/oder Energieträger oder Energie-Mix wahlweise auf kantonalen Daten (z.B. aus Auswertungen von FeKo-Daten).

Grafik 2: Übersicht Datenlage und Berechnungsvarianten



Für die CO₂-Berichterstattung gemäß CO₂-Verordnung muss definiert werden, welcher der oben beschriebenen Ansätze zu verwenden ist. Als Übergangslösung kommt die Variante „GWR / Modelliert“ zum Einsatz. Mittelfristig soll die Variante „Kantonsspezifisch“ realisiert werden. Die Variante „1:1 GWR“ soll für die interne Kommunikation (Arbeit bei Kanton und Gemeinden zur Verbesserung der Daten im GWR) verwendet werden.

3.5 Energiebezugsfläche – *EBF*

3.5.1 Reine Wohngebäude

Im Bereich reine Wohngebäude (GKAT: 1021, 1025) wird bei der Berechnung der EBF grundsätzlich auf das Gebäude- und Wohnungsregister abgestützt. Je nach Datenverfügbarkeit im GWR wird pro Gebäude ein anderer Ansatz verwendet. Man beginnt mit Ansatz 1. Falls die dafür erforderlichen Daten verfügbar sind, wird dieser verwendet. Falls die Daten für Ansatz 1 nicht verfügbar sind, wird Ansatz 2 geprüft. Falls die Daten für diesen Ansatz verfügbar sind, wird dieser verwendet. Falls die Daten für Ansatz 2 nicht verfügbar sind, wird Ansatz 3 verwendet, etc.

1. Ansatz Energiebezugsfläche $EBF = WEBF$
2. Ansatz Energiebezugsfläche $EBF = WAREA \cdot f_{WAREA-EBF}$
3. Ansatz Energiebezugsfläche $EBF = WAZIM \cdot \emptyset EBF_{WAZIM}$
4. Ansatz Energiebezugsfläche $EBF = WPERSHW \cdot \emptyset EBF_{WPERSHW}$
5. Ansatz Energiebezugsfläche $EBF = GANZWHG \cdot \emptyset EBF_{GANZWHG}$
6. Ansatz Energiebezugsfläche $EBF = GAREA \cdot GASTW \cdot f_{BGF-EBF}$

Legende

EBF	= Energiebezugsfläche
$f_{WAREA-EBF}$	= Umrechnungsfaktor von Wohnfläche auf Energiebezugsfläche
$f_{BGF-EBF}$	= Umrechnungsfaktor von Bruttogeschossfläche auf Energiebezugsfläche
$\emptyset EBF_{WAZIM}$	= durchschnittliche Energiebezugsfläche pro Zimmer
$\emptyset EBF_{WPERSHW}$	= durchschnittliche Energiebezugsfläche pro Person
$\emptyset EBF_{GANZWHG}$	= durchschnittliche Energiebezugsfläche pro Wohnung

Weitere Parameter siehe Kap. 5

Definition $f_{WAREA-EBF}$

Die Umrechnungsfaktoren von Wohnungsfläche (WAREA) auf Energiebezugsfläche (EBF) werden wie folgt festgelegt:

- | | |
|-----------------------------------|------|
| ▪ Einfamilienhäuser (GKAT: 1021) | 1.3 |
| ▪ Mehrfamilienhäuser (GKAT: 1025) | 1.25 |

Definition $f_{BGF-EBF}$

Die Umrechnungsfaktoren von Bruttogeschossfläche (BGF) auf Energiebezugsfläche (EBF) werden wie folgt festgelegt:

- | | |
|-----------------------------------|-----|
| ▪ Einfamilienhäuser (GKAT: 1021) | 0.9 |
| ▪ Mehrfamilienhäuser (GKAT: 1025) | 0.9 |

Gewisse Daten wie z.B. die durchschnittliche Fläche pro Wohnung ($\emptyset EBF_{WAZIM}$) werden nach verschiedenen Gebäudeattributen differenziert (z.B. Gebäudekategorie, Bauperiode).

3.5.2 Gebäude mit Mischnutzung

Im Bereich Gebäude mit Mischnutzung (GKAT: 1030, 1040) wird bei der Berechnung der EBF grundsätzlich auf das Gebäude- und Wohnungsregister abgestützt. Dabei wird auf die EBF für die Wohnnutzung fokussiert.

EBF für Wohnnutzung (WN)

1. Ansatz Energiebezugsfläche $EBF_{WN} = WEBF$
2. Ansatz Energiebezugsfläche $EBF_{WN} = WAREA \cdot f_{WAREA-EBF}$
3. Ansatz Energiebezugsfläche $EBF_{WN} = WAZIM \cdot \emptyset EBF_{WAZIM}$
4. Ansatz Energiebezugsfläche $EBF_{WN} = WPERSHW \cdot \emptyset EBF_{WPERSHW}$
5. Ansatz Energiebezugsfläche $EBF_{WN} = GANZWHG \cdot \emptyset EBF_{GANZWHG}$

EBF für Nicht-Wohnnutzung (NWN)

1. Ansatz Energiebezugsfläche $EBF_{NWN} = GAREA \cdot GASTW \cdot f_{BGF-EBF} - EBF_{WN}$

In der Übergangsphase bis die Daten im Bereich „Nicht-Wohngebäude“ im GWR erfasst sind, wird die hier aufgeführte Berechnung der EBF für Nicht-Wohnnutzung nur nachrichtlich berechnet. Für die Berechnung der CO₂-Emissionen im Bereich Nicht-Wohnen werden in der Übergangsphase die aggregierten Daten aus dem Gebäudeparkmodell verwendet, wobei nicht zwischen Gebäuden mit Mischnutzung und reinen Nicht-Wohngebäuden unterschieden wird.

Legende

EBF = Energiebezugsfläche

$f_{WAREA-WEBF}$ = Umrechnungsfaktor von Wohnfläche auf Energiebezugsfläche

$f_{BGF-WEBF}$ = Umrechnungsfaktor von Bruttogeschosfläche auf Energiebezugsfläche

$\emptyset EBF_{WAZIM}$ = durchschnittliche Energiebezugsfläche pro Zimmer

$\emptyset EBF_{WPERSHW}$ = durchschnittliche Energiebezugsfläche pro Person

$\emptyset EBF_{GANZWHG}$ = durchschnittliche Energiebezugsfläche pro Wohnung

Weitere Parameter siehe Kap. 5

Definition $f_{WAREA-EBF}$

Die Umrechnungsfaktoren von Wohnungsfläche (WAREA) auf Energiebezugsfläche (EBF) werden wie folgt festgelegt:

- Wohngebäude mit Nebennutzung (GKAT: 1030) 1.25
- Gebäude mit teilweiser Wohnnutzung (GKAT: 1040) 1.25

Definition $f_{BGF-EBF}$

Die Umrechnungsfaktoren von Bruttogeschosfläche (BGF) auf Energiebezugsfläche (EBF) werden wie folgt festgelegt:

- Wohngebäude mit Nebennutzung (GKAT: 1030) 0.9
- Gebäude mit teilweiser Wohnnutzung (GKAT: 1040) 0.9

3.5.3 Nicht-Wohngebäude

Bei den Nicht-Wohngebäuden wird auf Ebene Einzelgebäude auf folgendem Ansatz abgestützt:

1. Ansatz Energiebezugsfläche $EBF = GAREA * GASTW * f_{BGF-EBF} * f_{Form}$

Definition $f_{BGF-EBF}$

Der Umrechnungsfaktor von Bruttogeschossfläche (BGR) auf Energiebezugsfläche (EBF) wird wie folgt festgehalten:

- Alle Nicht-Wohngebäude 0.9

Definition f_{Form}

Im Einzelfall kann die Energiebezugsfläche stark vom Ansatz Grundfläche (GAREA) * Anzahl Stockwerke (GASTW) abweichen. In diesen Fällen kann ein Formkorrekturfaktor angewendet werden, z.B. bei großflächigen Basisgeschossen und darauf aufbauenden Wohn- oder Spitaltürmen.

Alternative Lösung in der Übergangsphase

Da die GWR-Daten im Bereich Nicht-Wohngebäude erst mit der Zeit genügend Daten enthält, um die Modellierung auf Ebene des einzelnen Gebäudes zu machen, muss in der Übergangsphase - bis diese Daten vorhanden sind - eine alternative Lösung gewählt werden.

Im Gebäudeparkmodell (GPM) von TEP Energy wurden die Energiebezugsflächen mittels eines Stichproben- und Hochrechnungsverfahrens berechnet. 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, welches anschließend für die Hochrechnung auf die gesamte Schweiz angewendet wurde. Das entsprechende Verfahren und die zugrundeliegenden Daten sind im Bericht „Erweiterung des Gebäudeparkmodells gemäß SIA-Effizienzpfad“ (Jakob et al, 2016) weitergehend beschrieben.

Das Hochrechnungsverfahren kann für die CO₂-Verordnung auf Ebene Kanton angewendet werden. Die Ergebnisse daraus werden zur Verfügung gestellt.

3.6 Energiekennzahl – *EKZ*

Der methodische Ansatz muss so gewählt werden, dass mehrere unterschiedliche Typen von Energiekennzahlen abgebildet werden können. Für alle Kantone, welche keine eigene Stichprobe haben, soll als mittelfristige Übergangslösung ein Standardkennzahlensatz eingesetzt werden, bis die entsprechenden kantonsspezifischen Kennzahlen verfügbar sind. Alle Kantone, welche eine eigene Stichprobe haben, sollen diese parallel zum Standardkennzahlensatz abbilden können.² Dadurch ist ein Vergleich der beiden Ansätze möglich und die Interpretierbarkeit wird erhöht. **Nachfolgend wird nur der Standardenergiekennzahlensatz beschrieben.**

Der Endenergieverbrauch pro m² 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, Warmwasser und Prozessenergie zu unterscheiden:

- **Raumwärme**

Im Bereich Raumwärme werden die spezifischen Heizenergieverbrauchswerte im Gebäudeparkmodell berechnet³ und zwar in zwei Schritten: zunächst erfolgt die Berechnung des Heizwärmebedarfs, dies differenziert Gebäudegruppen und in einem zweiten Schritt erfolgt die Berechnung des spezifischen Endenergieverbrauchs (kWh/m²) durch Division des Heizwärmebedarfs durch den Nutzungsgrades.

- Die Berechnung des Heizwärmebedarfs stützt sich im GPM auf indirekte Informationen ab, dies als Funktion der geometrischen Form der Gebäudegruppen, des energetischen Zustands der Gebäudehülle (U-Werte als Funktion der Bauperiode und der Erneuerungsperiode) sowie der Anteile von erneuerten und nicht-erneuerten Flächenanteilen. Der spezifische Raumwärmebedarf berechnet sich analog zum Verfahren bei Energienachweisen und GEAK (vereinfachtes Verfahren gemäß SIA 380/1).⁴ 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.
- 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).

Kantonsspezifische Unterschiede ergeben sich bzgl. beider Einflussfaktoren zum einen aus der Struktur des Gebäudeparks (Bauperioden, Gebäudeklassen) und zum anderen aus der Ersatz- und Substitutionstätigkeiten. Letztere können entweder mit Expertenschätzung (Basisvariante) oder optional mittels Workshops mit Kantonsvertretern oder durch spezifische Stichproben (ähnlich wie in Jakob et al. 2012⁵) kantonsspezifisch abgebildet werden.

² Repräsentative oder geschichtete Stichprobe, mit welcher mittels energierelevanten Gebäudeattributen auf die Grundgesamtheit Bezug genommen wird.

³ Alternativ können die spezifischen Heizenergieverbrauchswerte mittels repräsentativen oder geschichteten Stichprobenerhebung ermittelt werden.

⁴ Bei Bedarf kann der energetische Zustand optional mittels der in der Vergangenheit durchgeführten energierelevanten Arbeiten erhoben werden (ähnlich wie bei 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.

⁵ 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.

■ 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 sowie von der Versorgungskonstellation ab (ganzjährige oder nur saisonale Warmwasseraufbereitung).

■ Prozessenergie

Bei der optional zu berechnenden Prozessenergie ist bzgl. der spezifischen Endenergiebedarf zwischen wärme- und emissionsrelevanten Prozessen und den übrigen, in der Regel Strom orientierten Prozessen zu unterscheiden. Bei ersteren handelt es sich im Bereich Wohngebäude um Kochen, bei den Nicht-Wohngebäuden um weitere diverse gebäudespezifische Anwendungen. Diese werden im Modell TEP Tertiary modelliert, welches im Rahmen der BFE-Ex-post Analysen eingesetzt wird. Die übrigen, in der Regel Strom orientierten Prozesse wie Lüftung, Klima, Beleuchtung, IKT etc. werden pauschalisiert behandelt und als summierte Kennwerte aufbereitet.

Grafik 3 **Energiekennzahlen aus GPM (1)**

	Gebäudetyp	Reine Wohngebäude	Gebäude Mischnutzung	Nicht-Wohngebäude
Einzelgebäude ⁽²⁾	Einfamilienhäuser (GKAT 1021)	✓		
	Mehrfamilienhäuser (GKAT 1025)	✓		
	Wohngebäude mit Nebennutzung (GKAT 1030)		✓	
	Gebäude mit teilw. Wohnnutzung (GKAT 1040)		✓	
Aggregierte Gebäudebestände ⁽³⁾	Heime (GKLAS 113)		✓	✓
	Hotels (GKLAS 121)		✓	✓
	Büros (GKLAS 122)		✓	✓
	Groß-/Einzelhandel (GKLAS 123)		✓	✓
	Verkehr-/Nachrichtenwesen (GKLAS 124)		✓	✓
	Lager (GKLAS 125), sofern Sektor 3 (DL)		✓	✓
	Kultur/Freizeit (GKLAS 1261)			
	Museen/Bibliotheken (GKLAS 1262)		✓	✓
	Kirchen (GKLAS 1272)			
	Schulgebäude (GKLAS 1263)		✓	✓
	Krankenhäuser (GKLAS 1264)		✓	✓
	Sporthallen (GKLAS 1265)		✓	✓
	Landwirtschaftliche Betriebsgebäude (1271)		✓	✓
	Sonstige Hochbauten (GKLAS 1274)		✓	✓

(1) EKZ Prozessenergie ist optional

(2) Nach Bauperiode und Energieträger

(3) Nach Gebäudeklasse, Bauperiode und Energieträger

Kantonsspezifische Unterschiede ergeben sich zum einen aus der Struktur des Gebäudeparks (Verteilung auf Bauperioden, Zusammensetzung bzgl. Gebäudeklassen) und zum anderen aus der Erneuerungs-, Ersatz- und Substitutionstätigkeit. Teile dieser Einflussfaktoren werden in der Variante „BASIS“ berücksichtigt (vgl. Kap. 3.2). Die übrigen sind optional:

Variante „BASIS“

- Kantonsspezifische Unterschiede kann es beim Energiebedarf auch innerhalb einer bestimmten Gebäudeklasse und Bauperiode geben, namentlich im Bereich Spitäler, Schulen und Detailhandel. Hier kann die Zusammensetzung zwischen hochtechnisierten Spitälern und Regionalspitälern, zwischen Hoch- und übrigen Schulen, zwischen Einkaufszentren und übrigen Läden zu Unterschieden führen.
- Beim Energiebedarf, namentlich beim Heizwärmebedarf, ergeben sich Unterschiede zwischen den Kantonen aufgrund ihrer klimatischen Lage.

Optional

- Beim Energiebedarf, ergeben sich die Unterschiede zwischen den Kantonen auch aufgrund der Erneuerungstätigkeit der Gebäudeeigentümer, u.U. auch aufgrund des Nutzerverhaltens. Diese Faktoren werden durch die Energie- und Klimapolitik der Kantone beeinflusst.
- Dies gilt ebenfalls für die Ersatz- und Substitutionstätigkeit im Bereich Heizanlagen und Warmwasser, welche namentlich durch die entsprechende Fördertätigkeit und andere spezifische Maßnahmen beeinflusst werden.

Mittelfristig müssen diese Parameter kantonsspezifisch erfasst werden.

3.7 Energieträger-Mix – *ET-Mix*

Bei der Festlegung der Energieträger auf Ebene Einzelgebäude oder auf Ebene der aggregierten Gebäudebestände wird wiederum zwischen reinen Wohngebäuden, Gebäuden mit Mischnutzung und Nicht-Wohngebäuden unterschieden. **Grundsätzlich gilt die Zielsetzung, die Energieträgerangaben aus dem GWR zu verwenden.** Bei Bedarf sind diese zu ergänzen oder zu aktualisieren, dies weil die Angaben im GWR teilweise veraltete sind (Stand 2000). Deshalb soll parallel zu den Daten im GWR eine Modellierung des Energieträger-Mix erfolgen. Ähnlich wie bei der EBF wird deshalb ein stufenweises Vorgehen umgesetzt:

Je nach Datenverfügbarkeit im GWR wird pro Gebäude ein anderer Ansatz verwendet. Man beginnt mit Ansatz 1. Falls die dafür erforderlichen Daten verfügbar sind, wird dieser verwendet. Falls die Daten für Ansatz 1 nicht verfügbar sind, wird Ansatz 2 geprüft. Falls die Daten für diesen Ansatz verfügbar sind, wird dieser verwendet. Falls die Daten für Ansatz 2 nicht verfügbar sind, wird Ansatz 3 verwendet, etc.

1. Ansatz Energieträger direkt aus GWR (typischerweise Neubauten und Gemeinden mit guter Datenlage, sofern bekannt).
2. Ansatz Energieträger aus GWR, aber Modellierung der Entwicklung seit der letzten Aktualisierung auf Ebene Gebäudegruppen (für Energieträgerangaben älter als 15 Jahre)
3. Ansatz GPM, wo gar keine Daten im GWR vorhanden sind (v.a. Nicht Wohngebäude)

Dieses Verfahren wird je nach Ansatz auf Ebene Einzelgebäude oder auf aggregierter Ebene, d.h. für verschiedene Gebäudegruppen, wie folgt umgesetzt:

- Neubauten ab Baujahr 2000)
- Bestand (Baujahr vor 2000 bzw. künftig ab 15 Jahren zurück vom Betrachtungszeitpunkt)
- Gebäudetypen

Für die Modellierung des Energieträger-Mix werden folgende Bereiche (Gebäudetypen) unterschieden:

- **Wohngebäude Neubauten** (inkl. Nicht-Wohngebäude mit Wohnnutzung):
 - Direkte Übernahme der Energieträgerinformation auf Ebene des einzelnen Gebäudes (EGID) aus dem GWR.
- **Wohngebäude Bestand** (inkl. Mischgebäude, d.h. Nicht-Wohngebäude mit Wohnnutzung):
 - Übernahme der Energieträgerinformation vom GWR ins GPM und - falls verfügbar – inkl. Information des Zeitpunkts des letzten Energieträgerwechsels und/oder der Metainformation bzgl. des Zeitpunkts der letzten Datenaktualisierung.
 - Berechnung der Substitutionswahrscheinlichkeit zwischen 2000 bzw. dem Zeitpunkt des letzten Wechsels und dem Betrachtungsjahr im Gebäudeparkmodell.
 - Berechnung des Energieträger-Mix, d.h. der Anteile der verschiedenen Energieträger, für die verschiedenen Gebäudegruppen mittels Aggregation und unter Berücksichtigung der Verbreitung von Heizanlagen mit mehreren Energieträgern (namentlich im Bereich Warmwasser).

- **Nicht-Wohngebäude Neubauten**
 - Berechnung der Energieträgerwahrscheinlichkeit pro Gebäude bzw. der Anteile pro Gebäudegruppe im GPM aufgrund der Ergebnisse im Bereich Mischgebäude aufgrund von gesamtschweizerischen Angaben (z.B. Auswertungen von Wüest & Partner zu Marktanteilen bei Neubauten zuhanden BAFU/BFE⁶ inkl. der sich darauf beziehenden Empfehlung des BAFU⁷) und kantonsspezifischen Strukturvariablen im GPM bzw. im TEP Tertiary.
- **Nicht-Wohngebäude Bestand**
 - Berechnung der Energieträgerwahrscheinlichkeit pro Gebäude bzw. der Anteile pro Gebäudegruppe im GPM aufgrund von gesamtschweizerischen Angaben (Energiestatistik, Energieverbrauchserhebung IND/DL) und kantonsspezifischen Strukturvariablen im GPM bzw. im TEP Tertiary.

⁶ Wüest & Partner (2016): Heizsysteme: Entwicklung der Marktanteile 2002-2015 – Aktualisierung 2015, im Auftrag des BFE, Bern/Zürich, Mai.

⁷ 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).

3.8 CO₂-Emissionsfaktoren – f_{CO_2}

Die relevanten CO₂-Emissionen werden auf Basis Endenergie berechnet. Die dafür zu verwendenden CO₂-Emissionsfaktoren stammen vom Bundesamt für Umwelt und entsprechen denselben Emissionsfaktoren, welche auch für das nationale Treibhausgasinventar verwendet werden. Parallel zu der Endenergiebetrachtung wird empfohlen auch die Emissionen auf Basis der Primärenergie (Lebenszyklusbetrachtung - LCA) zu berechnen (siehe auch Methodik 2000-Watt-Gesellschaft).

Die Faktoren richten sich nach den Energieträgerlisten des GWR (GENHZ & GENWW) und sind wie folgt definiert:

Grafik 4 CO₂-Emissionsfaktoren (CO₂-Äquivalente)

	Direkte Emissionen ⁸	Direkte und indirekte Emissionen (LCA) ⁹
Energieträger	g/kWh Endenergie	g/kWh Endenergie
Heizöl	265	301
Kohle (Brikett)	334	399
Erdgas	203	228
Elektrizität (CH-Produktionsmix)	0	27
Holz (Stückholz)	0	27
Wärmepumpe (Luft/Wasser)	0	63
Solarkollektor (Flachkollektor Warmwasser EFH)	0	37
Fernwärme (CH-Durchschnitt)	0	108
Anderer Energieträger (Biogas)	0	130

Eine Erweiterung der Energieträgerliste ist bei einer späteren Umsetzung zu prüfen. Es müssen jedoch mindestens diejenigen Energieträger erfasst werden, welche im GWR abgebildet sein. Zusätzlich zu den CO₂-Emissionsfaktoren soll die spätere Berechnungsplattform so flexibel konzipiert werden, dass auch andere Faktoren integriert werden können (z.B. Luftschadstoffe, Primärenergiefaktoren, Umweltbelastungspunkte).

⁸ Quelle: Faktenblatt «CO₂-Emissionsfaktoren des THG-Inventar der Schweiz», BAFU 2016 (Werte können sich über die Jahre ändern)

⁹ Quelle: Ökobilanzdaten im Baubereich 2016 von KBOB/eco-bau (Werte können sich über die Jahre ändern)

4. Standardbericht für die KVV

Der Standardbericht soll die zentralen Informationsbedürfnisse der Kantone abdecken. Folgende zwei Berichte sind dafür notwendig:

4.1 Bericht auf Ebene „Einzelne Gebäude“

Grafik 5 Berichterstattung gegen innen (Kanton) → Methode „1:1 GWR“

Den Kantonen werden die Daten auf Ebene der einzelnen Gebäude zur Verfügung gestellt. Damit soll die Arbeitsbasis geschaffen werden, um mit einem Austausch mit den einzelnen Gemeinden das GWR sukzessive zu verbessern. Beim Energieträger wird deshalb die Originalinformation des GWR angegeben. Bei fehlenden Daten im GWR bleibt die entsprechende Spalte für diese Gebäude leer. Die CO₂-Emissionen werden in diesem Fall mit dem mittleren Mix der entsprechenden Gebäudegruppe berechnet.

Gebäude EGID-Nr.	Baujahr	EV kWh	CO ₂ t	EBF m ²	EKZ kWh/m ²	CO ₂ -KZ kg/m ²	Energieträger
Wohngebäude							
Einfamilienhäuser							
	1170001						
	1170002						
Mehrfamilienhäuser							
	1170100						
	1170101						
Gebäude mit Mischnutzung							
Gebäude mit Nebennutzung ...							
	1170201						
	1170202						
Gebäude mit teilw. Wohnnutz. ...							
	1170301						
	1170302						
Nicht-Wohngebäude							
Hotels							
	1170501						
	1170502						
Bürogebäude							
	356	-					
...							

4.2 Bericht auf Ebene „Gebäudegruppe“

Grafik 6 Berichterstattung gegen außen (CO₂-Verordnung). → Methode „GWR / Modelliert“.

Für die Berichterstattung gegen außen müssen die fehlenden Angaben im GWR (insbesondere im Bereich Nicht-Wohngebäude) über entsprechende Annahmen modelliert werden. (siehe Kap. 3.5, 3.6, 3.7).

Gebäudetyp	EV kWh	CO ₂ t	EBF m ²	EKZ kWh/m ²	CO ₂ -KZ kg/m ²	E-Mix %
Wohngebäude						
Einfamilienhäuser						
Mehrfamilienhäuser						
Gebäude mit Mischnutzung						
Gebäude mit Nebennutzung						
Gebäude mit teilw. Wohnnutzung						
Nicht-Wohngebäude						
Hotels						
Bürogebäude						
...						

5. GWR Merkmalskataloge 3.7 und 4.0

Entität Gebäude

Merkmal	Bezeichnung	Kat. 3.7	Kat. 4.0	Für Projekt notwendig?
EGID	Gebäude-Identifikationsnummer	✓	✓	✓
GGDENR	Gemeindenummer BFS	✓	✓	✓
GEGRID	Grundstücksidentifikator	✓	✓	✓
GGBKR	Grundbuchkreisnummer	✓	✓	✓
GPARG	Parzellenummer	✓	✓	✓
GEBNR	Amtliche Gebäudenummer	✓	✓	✓
GBEZ	Name des Gebäudes	✓	✓	✓
GANZDOM	Anzahl Gebäudeeingänge	✓	✓	✓
GKODE	E-Gebäudekoordinate	✓	✓	✓
GKODN	N-Gebäudekoordinate	✓	✓	✓
GKSCE	Koordinatenherkunft	✓	✓	✓
GLOC 1-4	Lokalcodes	✓	✓	✓
GSTAT	Gebäudestatus	✓	✓	✓
GKAT	Gebäudekategorie	✓	✓	✓
GKLAS	Gebäudeklasse	✓	neu	✓
GBAUJ	Baujahr	✓	✓	✓
GBAUP	Bauperiode	✓	✓	✓
GRENJ	Renovationsjahr	✓	✓	✓
GRENPN	Gebäuderenovationsperiode	✓	✓	✓
GABBJ	Abbruchjahr	✓	✓	✓
GAREA	Gebäudefläche	✓	✓	✓
GASTW	Anzahl Geschosse	✓	✓	✓
GAZZI	Anzahl separate Wohnräume	✓	✓	✓
GANZWHG	Anzahl Wohnungen	✓	✓	✓
GHEIZ	Heizungsart	1 ET	2 ET	✓
GENHZ	Energieträger Heizung	✓	✓	✓
GWWV	Warmwasserversorgung	✓	✓	✓
GENWW	Energieträger Warmwasser	✓	✓	✓
GEBF	Energiebezugsfläche (EBF)		✓	✓
GVOL	Gebäudevolumen		✓	✓
GVOLSCE	Gebäudevolumen – Datenquelle		✓	✓
GSCHUTZR	Zivilschutzraum		✓	✓
GQUARTIER	Quartiercode		✓	✓
??	Verwendung produzierte Energie ja/nein		✓	✓
??	Typ Installation zentral/dezentral		✓	✓
??	Datenquelle		✓	✓
??	Nachführdatum		✓	✓
	Entität Gebäudeeingang	✓	✓	✓
	Entität Wohnung	✓	✓	✓

✓ zwingend notwendig

✓ wünschenswert

Entität Wohnung

Merkmal	Bezeichnung	Kat. 3.7	Kat. 4.0	Für Projekt notwendig?
EGID	Gebäude-Identifikationsnummer	✓	✓	✓
EWID	Wohnungsidentifikator	✓	✓	✓
WEDID	Verbindung Gebäudeeingang	✓	✓	✓
WHGNR	Administrative Wohnungsnummer	✓	✓	✓
WSTWK	Stockwerk	✓	Neu	✓
??	Mehrgeschossig ja/nein		✓	✓
WBEZ	Lage auf dem Stockwerk	✓	✓	✓
WEINR	Physische Wohnungsnummer	✓	✓	✓
WSTAT	Wohnungsstatus	✓	Neu	✓
WBAUJ	Baujahr	✓	✓	✓
WABBJ	Abbruchjahr	✓	✓	✓
WAZIM	Anzahl Zimmer	✓	✓	✓
WAREA	Wohnungsfläche	✓	✓	✓
WKCHE	Kocheinrichtung	✓	✓	✓
WNART	Nutzungsart Wohnung	✓	✓	✓
WNARTSCE	Informationsquelle zur Nutzungsart	✓	✓	✓
WNARTDAT	Aktualisierungsdatum Nutzungsart	✓	✓	✓
WNARTKOM	Bemerkung zur Nutzungsart	✓	✓	✓
WPERSHW	Personen mit Hauptwohnsitz	✓	✓	✓
WPERSNW	Personen mit Nebenwohnsitz	✓	✓	✓
WERSTBELEGDAT	Datum der ersten Belegung	✓	✓	✓
WGBANMERKUNG	Nutzungsbeschränkung nach ZWG	✓	✓	✓

Entität Gebäudeeingang

Merkmal	Bezeichnung	Kat. 3.7	Kat. 4.0	Für Projekt notwendig?
EGID	Gebäude-Identifikationsnummer	✓	✓	✓
EGAID	Amtlicher Adressidentifikator		✓	✓
EDID	Eingangsidentifikator	✓	✓	✓
DSTAT	Gebäudeeingangstatus	✓		✓
DSTR	Strassenbezeichnung	✓	✓	✓
DEINR	Eingangsnummer	fakultativ	obligat.	✓
DARDC	Amtlicher Adresscode	✓		✓
DPLZ4	Postleitzahl	✓	✓	✓
??	Haupt- und Hilfsadresse		✓	✓
??	Offizielle Adresse ja/nein		✓	✓
DKODE	E-Eingangskoordinate	✓	✓	✓
DKODN	N-Eingangskoordinate	✓	✓	✓

6. Interviews

6.1 Ansatz Kanton St. Gallen

Interview vom 1.9.2016 mit Marcel Knöri, Leiter Energiedaten, Amt für Umwelt und Energie Kanton St. Gallen.

Thema	Methodik
Hauptformeln	
EV Gebäude	▪ $EV_H = EBF \times EKZ_H / \text{Wirkungsgrad pro Energieträger} \times \text{ET-Mix jeweils pro Bauperiode (GBAUP)}$ ▪ $EV_{WW} = \text{Anzahl Personen} \times EV_{WW}/\text{Person} \times \text{ET-Mix oder } EBF \times EKZ_{WW} \times \text{ET-Mix jeweils pro Bauperiode (GBAUP)}$ ▪ Bis dato noch keine Berechnung der Stromverbräuche (soll sich aber ändern)
CO ₂ -Emissionen	▪ $CO_{2-H} = EV_H \times CO_2\text{-Faktor pro Energieträger}$ ▪ $CO_{2-WW} = EV_{WW} \times CO_2\text{-Faktor pro Energieträger}$
Energiebezugsfläche (EBF)	
Ansatz «Wohnfläche»	▪ Energiebezugsfläche (GEBF) = Wohnfläche (WAREA)
Fehlende Angaben	▪ Medianwert wird anhand der Nutzungsklassierung und Anzahl Stockwerke berechnet.
Energiekennzahl (EKZ)	
Ansatz «realer Absatz»	▪ Basis = Endenergieverbrauch Fernwärme-/Gas pro Gebäude (EGID) und Gebäudekategorie (GKAT) der Stadt St. Gallen ▪ $EKZ_H = \text{Normwärmebedarf Fernwärme-/Gasverbrauch} / EBF \text{ in Abhängigkeit der Nutzung und der Bauperiode (GBAUP)}$ ▪ $EKZ_W = \text{Kennzahl pro Person oder pro EBF}$ ▪ Die EKZ_H werden für die Gebäude mit derselben Nutzung und derselben Bauperiode (GBAUP) verwendet.
Energieträgermix (ET-Mix)	
Ansatz «GWR»	▪ $ET\text{-Mix}_H = \text{Energieträgerangaben aus dem GWR für «ET Heizung» (GENHZ) \& Erhebungen (Gas \& FW) sowie Förderprogramme}$ ▪ $ET\text{-Mix}_{WW} = \text{Energieträgerangaben aus dem GWR für «ET Warmwasser» (GENWW)}$

H = Heizen, WW = Warmwasser, EV = Energieverbrauch (MJ/a) / EBF = Energiebezugsfläche (m²) / EKZ = Energiekennzahl (MJ/(m²a)) / ET = Energieträger

6.2 Ansatz Kanton Luzern

Interview vom 12.9.2016 mit Peter Bucher, Amt für Umwelt und Energie (AUE) und Sascha Brunner, Geoinformation (RAWI)

Thema	Methodik
Hauptformeln	
EV Gebäude	▪ $EV_{H+WW} = EV_H + EV_{WW}$
EV Heizen	▪ $EV_H = EBF \times EKZ_H \times f_{San} \times ET-Mix_H \rightarrow$ jeweils pro ET und pro Bauperiode (GBAUP)
EV Warmwasser	▪ $EV_{WW} = WENN(n_Pers=0;500;WENN(Kat=1021;800*n_Pers+600;800*n_Pers+400)) \times ET-Mix_{WW}$ ▪ Alternativ denkbar: $EV_{WW} = \text{Wohnfläche (WAREA)} \times EKZ_{SIA}$ pro Gebäudeklasse (GKLAS)
EV Prozesse	▪ EV_{PE} = Fixe Stromverbrauchswerte in Abhängigkeit der Anzahl Personen (auf Wohnungsebene abhängig MFH, EFH, erste Person und folgende)
CO ₂ -Emissionen Wärme	▪ $CO_{2-H} = EV/ET_H \times CO_2\text{-Faktor pro ET}$ ▪ $CO_{2-WW} = EV/ET_{WW} \times CO_2\text{-Faktor pro ET}$ ▪ $CO_{2-H+WW} = CO_{2-H} + CO_{2-WW}$
Energiebezugsfläche (EBF)	
Ansatz «Wohnfläche»	▪ $EBF = \text{Wohnfläche (WAREA)} \times \text{Korrekturfaktor (Kulawik \& Bucher, 2014)}$
Fehlende Angaben	▪ $\text{Wohnfläche (WAREA)} = \text{Anzahl Zimmer (WAZIM)} \times 28m^2$ oder $\text{Anzahl Personen (WPERSHEW)} \times 50m^2$ oder $\text{Anzahl Wohnungen (GANZWHG)} \times 100m^2$
Energiekennzahl (EKZ)	
Ansatz «eigene Stichprobe»	▪ EKZ_H = Stichprobe «Martinelli & Menti AG» pro Gebäudekategorie / Wirkungsgrad des Heizsystem $\rightarrow$ jeweils pro Bauperiode (GBAUP) ▪ Die EKZ_H wird für alle Gebäude derselben Gebäudekategorie (GKAT) und Bauperiode (GBAUP) verwendet.
Energieträgermix (ET-Mix)	
Ansatz «GWR»	▪ $ET-Mix_H$ = Energieträgerangaben aus dem GWR für «Heizungsart» (GENHZ) ▪ $ET-Mix_{WW}$ = Energieträgerangaben aus GWR für «Warmwasser» (GENWW) $\rightarrow$ wird nur für die Berechnung der CO ₂ -Emissionen verwendet.

H = Heizen, WW = Warmwasser, PE = Prozessenergie, EV = Energieverbrauch (MJ/a) / EBF = Energiebezugsfläche (m^2) / EKZ = Energiekennzahl (MJ/(m^2a)) / ET = Energieträger / f_{San} = Sanierungseffekt

6.3 Ansatz Kanton Zürich

Interview vom 23.9.2016 mit Gian-Marco Alt, AWEL ZH

Thema	Methodik ⁽¹⁾
Hauptformeln	
EV Gebäude	▪ $EV_{\text{Gebäude}} = EV_{\text{H+WW}}$
$EV_{\text{H+WW}}$ Wohngebäude	▪ $EV/ET_{\text{H+WW}} = EV_{\text{GES; Haushalt; H+WW}} / EBF_{\text{Schweiz}} \times EBF_{\text{KantonZH}} \times ET\text{-Mix}_{\text{H+WW}} \times KALI^{(2)}$
$EV_{\text{H+WW}}$ Gebäude DL	▪ $EV/ET_{\text{H+WW}} = EV_{\text{GES; DL; H+WW}} / \text{Beschäftigte}_{\text{Schweiz; DL}} \times \text{Beschäftigte}_{\text{KantonZH; DL}} \times ET\text{-Mix}_{\text{H+WW}} \times KALI^{(2)}$
CO ₂ -Emissionen Wärme	▪ $CO_{2\text{-H+WW}} = EV/ET_{\text{H+WW}} \times CO_2\text{-Faktor pro Energieträger}$
Hinweis zum Baujahr	▪ Die Berechnungen enthalten generell keine Unterteilung nach Baujahrkategorien.
Energiebezugsfläche (EBF)	
Ansatz «Wohnfläche»	▪ EBF = Wohnfläche (WAREA)
Fehlende Angaben	▪ Wohnfläche (WAREA) werden über Medianwert der vorhandenen Stichprobe ergänzt.
Energiekennzahl (EKZ)	
Wird nicht verwendet.	
Energieträgermix (ET-Mix)	
Ansatz «GWR»	▪ $ET\text{-Mix}_{\text{H+WW}} = \text{Energieträgerangaben aus dem GWR für «Heizungsart» (GENHZ)}$ ▪ Der ET-Mix wird über Anzahl Wohnungen pro ET (GANZWHG) definiert, nicht über Wohnfläche pro ET (WAREA)

H = Heizen, WW = Warmwasser, DL = Dienstleistungssektor, EV = Energieverbrauch (MJ/a) / EBF = Energiebezugsfläche (m²) / EKZ = Energiekennzahl (MJ/(m²a)) / ET = Energieträger, GES = Gesamtenergiestatistik Schweiz

- (1) Der Beschrieb der Methodik beschränkt sich auf die Themen Energie & CO₂. Der Kanton Zürich berechnet auch die Luftschadstoffe (z.B. NO_x, PM₁₀). Dafür werden vor allem im Bereich Holzverbräuche detailliertere Informationen zu den Feuerungen (Feko) verwendet. Diese Methodik wird hier nicht beschrieben.
- (2) KALI: Der Kanton Zürich führt den Top-Down-Ansatz für alle Gemeinden der Schweiz durch und korrigiert die so ermittelten Werte mit den Heizgradtagen (HGT) pro Gemeinde (die HGT werden aus den Angaben zu MüM und Klimazone pro Gemeinde berechnet). Abschliessend werden die Werte für alle Gemeinden proportional so korrigiert, damit diese in der Summe wieder dem nationalen Ausgangswert entsprechen.

6.4 Ansatz Kanton Basel-Stadt

Interview vom 26.9.2016 mit Lukas Calmbach, Statistisches Amt Kanton Basel-Stadt

Thema	Methodik
Hauptformeln	
EV Gebäude	▪ $EV_{H+WW} = EBF \times EKZ_H / \text{Wirkungsgrad Feuerung} + EV_{WW} \rightarrow \text{jeweils pro ET und Bauperiode (GBAUP)}$ ▪ $EV_{WW} = \text{Anzahl Personen} \times 850 \text{ kWh/Person (ET analog } EV_{H+WW})$
CO ₂ -Emissionen Wärme	▪ $CO_2\text{-Wärme} = EV_{H+WW} \times CO_2\text{-Faktor pro Energieträger}$
Energiebezugsfläche (EBF)	
Ansatz «Gebäudefläche»	▪ $EBF = \text{Gebäudefläche (GAREA)} \times \text{Anzahl Geschosse (GASTW)}^{(1)}$
Energiekennzahl (EKZ)	
Ansatz «realer Absatz»	▪ Basis = effektive Fernwärme-, Gas- und Stromverbräuche pro Gebäude (EGID) und Gebäudekategorie (GKAT) für Basel-Stadt ▪ $EKZ_H = (\text{Fernwärme-/Gasverbrauch pro Gebäude (EGID)} \times \text{Wirkungsgrad} + \text{Solarthermie (falls vorhanden)} - EV_{WW}) / EBF$ $\rightarrow \text{jeweils pro Bauperiode (GBAUP)}$ ▪ Die EKZ_H wird für alle Gebäude derselben Gebäudekategorie (GKAT) und Bauperiode (GBAUP) verwendet.
Energieträgermix (ET-Mix)	
Ansatz «Feko»	▪ $ET\text{-Mix}_{H+WW} = \text{Daten Feuerungskontrolle (Feko) sowie spezifische Datenbanken zu Wärmepumpen und Solarthermie}$
Fehlende Angaben	▪ Zuordnung ET der umliegenden Liegenschaften (manuell)

$H = \text{Heizen}$, $WW = \text{Warmwasser}$, $EV = \text{Energieverbrauch (MJ/a)}$ / $EBF = \text{Energiebezugsfläche (m}^2\text{)}$ / $EKZ = \text{Energiekennzahl (MJ/(m}^2\text{a))}$ / $ET = \text{Energieträger}$

(1) Ausnahme bilden Landwirtschaftsgebäude: $EBF = \text{Wohnfläche (WAREA)}$

6.5 Ansatz Kanton Bern

Dokumente und Telefoninterview mit Matthias Haldi, Amt für Umweltkoordination und Energie AUE Bern

Thema	Methodik
Hauptformeln	
EV Gebäude	▪ $EV_H = EBF \times EKZ \times EKZ_H \times E-Mix_H$ ▪ $EV_{WW} = EBF \times EKZ_{WW} \times E-Mix_{WW}$
CO ₂ -Emissionen Wärme	▪ $CO_H = EV_H \times CO_2\text{-Faktor pro Energieträger}$ ▪ $CO_{WW} = EV_{WW} \times CO_2\text{-Faktor pro Energieträger}$
Energiebezugsfläche (EBF)	
Ansatz «Gebäudefläche»	▪ $EBF = EBF_{GEAK}$ (falls GEAK vorhanden) ▪ $EBF = \text{Wohnfläche (WAREA)} \times \text{Korrekturfaktor}$
Energiekennzahl (EKZ)	
Ansatz «GEAK»	▪ $EKZ_H = EKZ_{H-GEAK}$ ▪ $EKZ_{WW} = EKZ_{WW-GEAK}$
Energieträgermix (ET-Mix)	
GWR	▪ $ET-Mix_H = \text{Energieträgerangaben aus dem GWR für «Heizungsart» (GENHZ)}$ ▪ $ET-Mix_{WW} = \text{Energieträgerangaben aus GWR für «Warmwasser» (GENWW)}$
Weitere Grundlagen	▪ Feko, Förderdaten, Konzessions-/Bewilligungsdaten

H = Heizen, WW = Warmwasser, EV = Energieverbrauch (MJ/a) / EBF = Energiebezugsfläche (m²) / EKZ = Energiekennzahl (MJ/(m²a)) / ET = Energieträger