

Dokumentation

Kantonale Beispiele zur Erhebung der CO₂-Emissionen aus Gebäuden

Im Auftrag des

Bundesamtes für Umwelt (BAFU)

Abteilung Klima

1. Dezember 2016



Impressum

Auftraggeber

Bundesamt für Umwelt (BAFU), Abt. Klima

CH-3003 Bern

Das BAFU ist ein Amt des Eidg. Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK)

Auftragnehmer

geo7 AG, geowissenschaftliches Büro

Neufeldstrasse 5 – 9, 3012 Bern

Tel. +41 (0)31 300 44 33

Mitwirkende Personen

Autor und Bearbeitende

Martin Senn (Leitung), Peter Gsteiger

Begleitung BAFU

Carla Gross (Leitung), Regine Röthlisberger

**Dieser Bericht wurde im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) verfasst.
Für den Inhalt ist allein der Auftragnehmer verantwortlich.**

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	2
1.1	Ausgangslage	2
1.2	Ziele	2
1.3	Fokus	2
2	Vorstellung kantonale Beispiele	3
2.1	Kanton Basel-Landschaft / Basel-Stadt.....	3
2.1.1	Kurzbeschreibung.....	3
2.1.2	Eigenheiten.....	4
2.2	Kanton Bern.....	5
2.2.1	Kurzbeschreibung.....	5
2.2.2	Eigenheiten.....	7
2.3	Kanton Luzern.....	8
2.3.1	Kurzbeschreibung.....	8
2.3.2	Eigenheiten.....	9
2.4	Kanton St. Gallen.....	11
2.4.1	Kurzbeschreibung.....	11
2.4.2	Eigenheiten.....	12
3	Grundlagen	14
3.1	Basiskonzept	14
3.2	Datengrundlagen	15
3.2.1	Nationale Verfügbarkeit	15
3.2.2	Kantonale Verfügbarkeit	16
3.2.3	Datenhaltung und -verknüpfung.....	17
4	Methodenkatalog.....	18
4.1	A – Gliederung/Klassenbildung	19
A10	Gebäudetyp I + II	19
A20	Bauperiode	21
A31	Energieträger	22
A32	Energieträger (plausibilisiert)	23
4.2	B – Beheizte Fläche	24
B11	Berechnung Energiebezugsfläche	25
B12	Berechnung Bruttogeschossfläche.....	25

4.3	C – Ermittlung Energiekennzahl Raumwärme	26
C11	Abschätzung aus Angaben GEAK	26
C12	Abschätzung aus Stichprobe / gemessener Verbrauch.....	28
C20	Einbezug Sanierung	29
4.4	D – Ermittlung Energiekennzahl Warmwasser	30
D21	Flächenbasiert	30
D22	Einwohnerbasiert	30
4.5	E – Energiebedarf.....	31
E11	Energiebedarf Raumwärme	31
E12	Energiebedarf Warmwasser.....	32
E13	Übernahme Verbrauchsdaten	32
E20	Energiebedarf Gesamt.....	32
4.6	F – CO₂-Berechnung	33
F11	CO ₂ -Faktoren.....	33
F12	ECOSPEED-Region	34
4.7	G – Weiterentwicklungen.....	34
G10	Aktualisierungen GWR.....	34
5	Vergleiche zu Datenqualität und Aufwand.....	35
5.1	Aktualität	35
5.2	Belastbarkeit	35
5.2.1	Einbezug von Substitutionsmassnahmen (Heizsystem)	35
5.2.2	Einbezug von verbrauchsbasierten Kennzahlen und Messungen	36
5.2.3	Einbezug CO ₂ -relevanter Sanierungen	36
5.2.4	Qualität der Abschätzung zur beheizten Wohnfläche	37
5.3	Aufwand.....	37
5.4	Gesamtvergleich.....	38
Anhang A	Kantone Basel-Landschaft und Basel-Stadt....	42
Anhang B	Kanton Bern	44
Anhang C	Kanton Luzern.....	46
Anhang D	Kanton St. Gallen.....	47

Abkürzungen / Glossar

Bezeichnung	Bedeutung
AFU	Amt für Umwelt und Energie (Kt. St. Gallen)
AUE	Amt für Umwelt und Energie (Kt. Basel-Stadt)
AUE	Amt für Umweltkoordination und Energie (Kt. Bern)
AUE	Amt für Umweltschutz und Energie (Kt. Basel-Landschaft)
AWA	Amt für Wasser und Abfall (Kanton Bern)
beco	beco Berner Wirtschaft (Teil der Volkswirtschaftsdirektion des Kantons Bern). Zuständig im Bereich Immissionsschutz inkl. Organisation und Überwachung der Feuerungskontrolle für Gebäudeheizungen.
beheizte Fläche	In diesem Bericht wird die beheizte Fläche als übergeordnete Bezeichnung der Begrifflichkeiten Energiebezugsfläche und Geschossfläche genutzt. Die beheizte Fläche ist neben der Energiekennzahl der zentrale Faktor für die Berechnung des Energiebedarfs eines Gebäudes.
BFS	Bundesamt für Statistik
BGF	Bruttogeschossfläche
Bottom-up Erhebung	Methode, bei der man von speziellen Details ausgeht und schrittweise über immer umfassendere Strukturen Aussagen zum Gesamtsystem erhält.
Bruttogeschossfläche	Summe aller einzelnen Geschossflächen, die aus den Aussenabmessungen der einzelnen Geschosse ermittelt wurde (gemäss GWR).
CO ₂ -Äquivalent [CO ₂ -eq], [CO ₂ -Äqui]	Gibt an, wie viel eine festgelegte Menge eines Treibhausgases (also z.B. auch Methan, Stickstoffverbindungen etc.), zum Treibhauseffekt beiträgt. Referenzgrösse ist CO ₂ (siehe auch THG).
CO ₂ -V	CO ₂ -Verordnung (SR 641.711) = Verordnung über die Reduktion der CO ₂ -Emissionen (Bundesebene).
EB	Energiebedarf
EBBE	Energiebedarfsberechnung des Kantons Bern
EBF	Energiebezugsfläche, entspricht der Summe aller ober- und unterirdischen Geschossflächen, die innerhalb der thermischen Gebäudehülle liegen und für deren Nutzung ein Beheizen oder Klimatisieren notwendig ist.
ECOSPEED-Region	Das Programm ECOSPEED-Region der Firma ECOSPEED dient dem Monitoring des Energieverbrauchs und den Treibhausgasemissionen von Gemeinden und Kantonen.
EFH	Einfamilienhaus
EGID	Eidgenössischer Gebäudeidentifikator
Endenergie	Direkt nutzbare Energieform. Umfasst die kommerziell gehandelten Energieträger wie Erdöl, Erdgas, Strom, Benzin, Diesel, Pellets oder Fernwärme.
Energiekennzahl	Die Energiekennzahl ist ein spezifisches Mass für die einem Gebäude während eines Jahres netto gelieferte Energie, bezogen auf die Energiebezugsfläche des Gebäudes. Sie zeigt die energetische Qualität eines Gebäudes auf. Damit können Gebäude gleicher Nutzung miteinander verglichen werden. Die Energiekennzahl wird für Neubauten und Sanierungen aufgrund von Plandaten berechnet. Für bestehende Gebäude wird sie aus den effektiven jährlichen Verbrauchsdaten ermittelt und auf ein Normklima korrigiert.
EnergyGIS	Geodatenbank, welche die energierelevanten Daten zusammenführt (Kanton SG).
ET	Energieträger
EVU	Energieversorgungsunternehmen

Bezeichnung	Bedeutung
EWID	Eidgenössischer Wohnungsidentifikator
FEKO	Feuerungskontrolle
GEAK	Der Gebäudeenergieausweis der Kantone, kurz GEAK, ist ein Instrument zur Klassierung der energetischen Qualität von Gebäuden. Er gibt die Menge an Energie an, die ein Gebäude bei einer standardisierten Nutzung benötigt. Der Ausweis ermöglicht einen aussagekräftigen Vergleich verschiedener Gebäude, ähnlich der Energieetikette von Haushaltsgeräten.
GIS	Geografisches Informationssystem
GWR	Das eidg. Gebäude- und Wohnungsregister (GWR) enthält die wichtigsten Grunddaten zu Gebäude und Wohnungen. Es wird für Statistik-, Forschungs- und Planungszwecke genutzt und dient den Kantonen und Gemeinden für den Vollzug von gesetzlichen Aufgaben. Die Datenerhebung erfolgt in Koordination mit der vierteljährlichen Bau- und Wohnbaustatistik.
Heizenergiebedarf	Endenergiemengen, die dem Heizsystem pro Jahr zugeführt werden muss, um den Heizwärmebedarf zu decken. Der Heizenergiebedarf setzt sich zusammen aus dem Heizwärmebedarf und den technischen Verlusten der Wärmeerzeugung, -speicherung und -verteilung. Er wird bezogen auf die Energiebezugsfläche und nach Energieträger separat ausgewiesen.
Heizgradtage (HGT)	Die Heizgradtage sind die über eine bestimmte Periode gebildete Summe der täglich ermittelten Differenz zwischen der Raumlufttemperatur (20°C) und der Tagesmitteltemperatur der Aussenluft aller Heiztage dieser Periode. Heiztage sind diejenigen Tage, bei denen die Tagesmitteltemperatur (24-Stunden-Mittelwert) kleiner oder gleich der Heizgrenze (12°C) ist.
Heizwärmebedarf	Wärme, die dem beheizten Raum während eines Jahres bzw. während der Berechnungsperiode (Monat) zugeführt werden muss, um den Sollwert der Raumtemperatur einzuhalten.
Merkmalskatalog	Der Merkmalskatalog gibt einen Überblick über den Aufbau, die Definitionen und den Inhalt des eidg. GWR. Die Informationsobjekte und Nomenklaturen des Registers sowie die einzelnen Merkmale werden darin umfassend dargestellt.
MFH	Mehrfamilienhaus
SIA 380/1	Norm des Schweizerischen Ingenieur- und Architektenverein (SIA) zu der thermischen Energie im Hochbau. Die Norm bezweckt einen massvollen und wirtschaftlichen Einsatz von Energie für Raumheizung und Wassererwärmung. Sie setzt ihre Anforderungen für Raumheizung durch technische Anforderungen an die Gebäudehülle in verbindlicher Art um. Sie gilt für alle Bauten, die beheizt oder gekühlt werden.
STATENT	Statistik der Unternehmensstruktur
THG	Treibhausgase: Gase in der Atmosphäre, die die Wärmerückstrahlung von der Erdoberfläche in das All verhindern, die natürliche Treibhausgaskonzentration in der Atmosphäre sorgt dafür, dass auf unserem Planeten statt eisiger Weltraumkälte eine durchschnittliche Temperatur von 15°C herrscht. Bei der Verbrennung von Treibstoffen wie Benzin oder Diesel und von Brennstoffen wie Heizöl und Erdgas wird CO ₂ ausgestossen, das den natürlichen Treibhauseffekt verstärkt und zu einer Erwärmung des Klimas führt, welche schwerwiegende Folgen (u.a. Anstieg des Meeresspiegels, Verschiebung der Klimazonen, Zunahme von Stürmen) mit sich bringen kann.
UWE	Dienststelle Umwelt und Energie (Kanton Luzern)
WohnHmNN	Wohnhaus mit Nebennutzung
WohnN	Wohnnutzung

Zusammenfassung

Die Kantone sind auf Basis der CO₂-Verordnung aufgefordert, das BAFU über die Entwicklung der CO₂-Emissionen aus den Gebäuden auf dem Kantonsgebiet zu informieren. Einige Kantone haben bereits entsprechende Berechnungsmethoden entwickelt, welche mit diesem Bericht den weiteren Kantonen vorgestellt werden. Die vorgestellten Methoden stammen aus den Kantonen Basel-Landschaft/Basel-Stadt, Bern, Luzern und St. Gallen. Alle diese Kantone verwenden eine auf dem eidgenössischen Gebäude- und Wohnungsregister (GWR) basierende Berechnungsmethode.

Der Bericht stellt die einzelnen Methoden in ihrer Gesamtheit vor. Dabei werden die Vorgehensweisen und die Erfahrungen zur Erstellung und Nutzung der Methoden vermittelt. Ebenfalls wird auf die verwendeten fachlichen Grundlagen sowie die Datengrundlagen verwiesen. Zuletzt werden die einzelnen Methoden in einer Übersicht einander gegenübergestellt. Für eine ausführliche Beschreibung der Methodik sollen jedoch die kantonalen Methodenberichte konsultiert werden.

Den Berechnungen liegt ein einheitliches Basiskonzept zugrunde, welches vom BAFU und einer Arbeitsgruppe aus Kantons- und Bundesvertretern als mittelfristige Erhebungsmethode empfohlen wurde. Der Energiebedarf ergibt sich aus der Multiplikation der beheizten Fläche mit der für das jeweilige Gebäude relevanten Energiekennzahl (abhängig von Alter und Gebäudetyp). Der nach Energieträgern differenzierte und summierte Energiebedarf wird mit CO₂-Emissionsfaktoren multipliziert, um die aus dem Gebäudepark stammenden CO₂-Emissionen zu erhalten.

Zu den verwendeten nationalen Datengrundlagen gehören neben dem GWR, die Statistik über die Unternehmensstruktur, die Statistik der Bevölkerung und Haushalte sowie der Gebäudeenergieausweis der Kantone (GEAK). Kantonale Datengrundlagen sind Feuerungskontrollen, Förderdatenbanken oder Konzessionsdaten. Sie werden in erster Linie zur Plausibilisierung der Angaben zu den verwendeten Heizsystemen genutzt.

In einem Methodenkatalog werden die verschiedenen Arbeitsschritte differenziert aufgezeigt. Neben der Gliederung der Datensätze anhand des Gebäudetyps und der Bauperiode sind die Berechnung von Energiekennzahlen und die Bestimmung des für die Heizung bzw. für die Warmwasseraufbereitung verwendeten Energieträgers wichtige Arbeitsschritte. Ferner sind die Berechnung der Bruttogeschossfläche oder der Energiebezugsfläche zur Bestimmung der beheizten Flächen wesentlich. Im letzten Arbeitsschritt werden die Ergebnisse zum Energiebedarf summiert und mit der Gesamtsumme je Energieträger die CO₂-Emissionen berechnet.

Beim Gesamtvergleich zeigte sich, dass Aussagen zum Erfolg von Energiespar- und CO₂-Reduktionsmassnahmen sehr stark von den vorhandenen Datensätzen bzw. deren Aktualität abhängen. Der Aufwand der für die Aktualisierung der Datengrundlagen eingesetzt wird, führt entsprechend zu qualitativ verbesserten Ergebnissen. Des Weiteren stellte sich heraus, dass der Aufwand für die Erarbeitung der Berechnungsmethoden stark voneinander abweicht. Das Spektrum reicht von 40 bis 250 Personentagen à 8 Std.

Welche Methoden oder Teilmethoden andere Kantone von den vorgestellten Vorgehensweisen nutzen wollen, hängt sehr stark von den verfügbaren Datengrundlagen ab. Basierend auf der Dokumentation der Methoden und Arbeitsschritte hat jeder Kanton die Möglichkeit, das für seine Möglichkeiten passende Vorgehen und Methodenset auszuwählen, um damit das Reporting über die CO₂-Emissionen zuhanden des BAFU zu erfüllen.

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage

In der am 1. Januar 2013 in Kraft getretenen CO₂-Verordnung (CO₂-V) wird in Art. 16 Abs. 2b festgehalten, dass die Kantone über die Entwicklung der CO₂-Emissionen der Gebäude auf dem Kantonsgebiet gegenüber dem BAFU Bericht erstatten. Die Erläuterungen zur CO₂-V führen weiter aus: „Die Berichterstattung soll die spezifischen Beiträge der Kantone zur nationalen Zielsetzung aufzeigen und als Grundlage für die Ausgestaltung allfälliger Förderprogramme nach 2020 dienen. Die Kantone sollen sich deshalb bis spätestens zum Berichtsjahr 2018 auf eine national einheitlich anwendbare Berechnungsmethodik zur Messung der CO₂-Emissionen aus Gebäuden einigen (beispielsweise auf der Basis der bestehenden Methodik von ECOSPEED-Region).“

In einer Arbeitsgruppe aus Vertretern von Bund und Kantonen wurden mögliche Wege zur Umsetzung dieser Aufgabe analysiert und diskutiert. Es zeigte sich, dass mehrere Kantone bereits weit fortgeschrittene Methoden entwickelt haben, um die Energie und CO₂-Daten ihres Gebäudeparks zu erheben. Daher wurde die Entwicklung einer zentralen neuen Methodik (Software) von der Mehrheit der Kantone abgelehnt. Stattdessen wird die Weiterentwicklung der eigenen Methoden / Instrumente als zielführender betrachtet. Als mittelfristiges Ziel wird die Bottom-up Erhebung der Energie- sowie CO₂-Merkmale des Gebäudeparks auf Basis des Gebäude- und Wohnungsregisters (GWR) in Kombination mit Energiekennzahlen angestrebt.

Verschiedene Kantone haben bereits grössere Anstrengungen unternommen, um Energieverbrauch und Emissionen ihres Gebäudeparks auf einer GWR-basierten Methode und dem Einbezug spezifischer Energiekennzahlen zu bestimmen. Mit dem vorliegenden Bericht erschliesst das BAFU den interessierten Kantonen das Spektrum an erprobten Möglichkeiten von einfachen bis komplexen Erhebungen. Grundlage sind die dokumentierten Vorgehensweisen der Kantone Basel-Landschaft/Basel-Stadt, Bern, Luzern und St. Gallen.

1.2 Ziele

Im Sinne einer Arbeitshilfe dient der vorliegende Bericht der Unterstützung der Kantone bei der Konzeption einer Erhebung gebäudebedingter CO₂-Emissionen auf ihrem Hoheitsgebiet.

Teilziele sind:

- die Vermittlung der Vorgehensweisen und Erfahrungen der Kantone BL/BS, BE, LU und SG (Kap. 2)
- die Einführung der fachlichen Grundlagen und der verwendeten Daten (Kap. 3)
- die Erläuterung der angewandten Verfahren (Kap. 4)
- der Vergleich der von den Kantonen gewählten Verfahren (Kap. 5)

1.3 Fokus

Gemäss den gesetzlichen Vorgaben und Anforderungen des BAFU soll die Berichterstattung zu den CO₂-Emissionen der Gebäude die Emissionen aus fossilen Energieträgern (Heizöl, Erdgas und Kohle) berücksichtigen, welche direkt beim Gebäude anfallen. Dabei interessieren Differenzierungen nach den Sektoren Haushalte oder Dienstleistungen sowie dem Verwendungszweck Raumwärme oder Warmwasser-Aufbereitung.

2 Vorstellung kantonale Beispiele

In diesem Kapitel werden die Vorgehensweisen der Kantone Basel-Landschaft/Basel-Stadt, Bern, Luzern und St. Gallen in einer Kurzübersicht vorgestellt. Dabei liegt der Fokus auf dem Hintergrund, den vereinfachten Berechnungsweisen, den verwendeten Datengrundlagen, den Merkmalen sowie den Stärken und Schwächen der jeweiligen Methode. Die detaillierte Berechnungsmethodik bzw. die einzelnen Arbeitsschritte werden in Kapitel 4 in einer Gesamtübersicht (dem Methodenkatalog) aufgezeigt.

2.1 Kanton Basel-Landschaft / Basel-Stadt

2.1.1 Kurzbeschreibung

Hintergrund + Methodik

Die Ermittlung des Energieverbrauchs und des CO₂-Ausstosses der Kantone Basel-Landschaft und Basel-Stadt ist ein Bestandteil der Abstimmung bzw. Zusammenführung der kantonalen Energiestatistiken. Die GWR-basierte Teilmethode deckt in erster Linie die Erfassung und die Ermittlung des Energiebedarfs von Gebäuden mit den nicht leitungsgebundenen Energieträgern Heizöl, Holz und Umweltwärme ab. Die leitungsgebundenen Energieträger Gas sowie Fernwärme fliessen anhand gemessener Verbrauchsdaten in die Statistiken ein. Die Energiestatistik selbst erfasst alle Energieflüsse innerhalb des Kantonsgebiets mit differenzierten Methoden für Elektrizität, Mobilität und die in Wohngebäuden umgesetzte Wärmeenergie für Raumwärme und Warmwasser.

Grundlage für die Berechnung des Energiebedarfs und der CO₂-Emissionen des kantonalen Gebäudeparks bildet die berechnete Bruttogeschossfläche aller Gebäude in Zusammenhang einer, auf gemessenen Werten basierenden, Energiekennzahl. Die Differenzierung der Ergebnisse nach den Sektoren Haushalte und Dienstleistungen erfolgt anhand der Gebäudekategorie gemäss GWR. Eine Unterscheidung nach Verwendungszweck (Heizung oder Warmwasser) wird innerhalb der Berechnung berücksichtigt im Endergebnis aber nicht ausgewiesen.

Berechnung Energiebedarf

Energieträger	Methode	Vereinfachte Formel bzw. Herkunft
Heizöl, Kohle	Berechnung	$EB_{ET} = BGF_{GKAT, GBAUP, ET} * EKZ_{GKAT, GBAUP}$
Erdgas	Erhebung	Datenbezug bei EVU

Der Energiebedarf nach Energieträger (EB_{ET}) für Heizöl und Kohle resultiert aus der Multiplikation von der Bruttogeschossfläche (BGF) mit einer Energiekennzahl in Abhängigkeit von der Gebäudekategorie (GKAT), der Bauperiode (GBAUP) und dem Energieträger (ET).

Berechnung CO₂-Emission

$$CO_2\text{-Emissionen}_{ET} = EB_{ET} * CO_2\text{-Faktor}_{ET}$$

Die CO₂-Emissionen berechnen sich in Abhängigkeit der für die Wärmeerzeugung verwendeten Energieträger durch die Multiplikation des Energiebedarfs (EB_{ET}) mit dem für diesen Energieträger relevanten CO₂-Emissionsfaktor ($CO_2\text{-Faktor}_{ET}$).

Datengrundlagen + Ergebnisse

In Tabelle 1 sind die Datengrundlagen und die auswertbaren Ergebnisse der Methode der Kantone BL/BS dargestellt.

Tabelle 1: Ergebnisse Kantone BL/BS

Datengrundlagen ¹	Auswertbarkeit	Ergebnisse
GWR	Gebäudekategorie	Bruttogeschossfläche
Verbrauchsdaten (EVU)	Gebäudetyp (EFH, MFH)	Energiebedarf Heizung + Warmwasser
Feuerungskontrolle	Gebäudeklasse	CO ₂ -Emissionen
Förderdatenbank	Bauperiode	
Lufthygiene	Energieträger Heizung	
Baubewilligungen	Heizungsart	
Fernwärmekataster	Sektor	

¹ Eine komplette Übersicht der Datengrundlagen inkl. Quellen ist in Anhang A zu finden.

Plausibilisierung der Berechnungsergebnisse

Sowohl für die mit Erdgas- als auch für die mit Fernwärme beheizten Gebäude stehen adressscharfe Verbrauchszahlen zur Verfügung. Der Erdgasverbrauch wird verwendet, um die Energiekennzahlen von definierten Gebäudegruppen (gebildet aus der Kombination von Gebäudekategorie und Bauperiode) zu berechnen. Die Energiekennzahlen werden anschliessend auf die gleichen Gebäudegruppen der mit Fernwärme beheizten Gebäude angewandt und das Resultat von geschätztem und gemessenem Verbrauch verglichen.

Anwendungen + Datenabgabe

Die Resultate der Berechnungen und Analysen fliessen in die kantonalen Energiestatistiken und die CO₂-Bilanzierung ein.

Die ermittelten Energiedaten werden in aggregierter Form öffentlich publiziert. Auf Anfrage können für Forschung und Planung Spezialauswertungen erstellt werden. Die Ergebnisse zu den CO₂-Emissionen sind für das Reporting an das BAFU vorgesehen.

Geplante Aktualisierungen

Die Energiestatistik und die dazu verwendeten Kennzahlen werden alle zwei Jahre neu berechnet, resp. aufbereitet.

2.1.2 Eigenheiten

Aufwand für Methodenerarbeitung und Aktualisierung

Der Systemaufbau nahm ca. 80 Personentage in Anspruch (Kantone BL und BS).

Eine Aktualisierung dauert geschätzt ca. 20 Arbeitstage (Kantone BL und BS).

Stärken

- Einbezug gemessener Daten (Gas und Fernwärme).
- Plausibilisierung der Erdgas-basierten Schätzung der Energiekennzahlen mit dem unabhängigen Datensatz der Fernwärmeverbräuche.
- Aktualisierung der Energiemerkmale des GWR durch Abgleich mit FEKO und anderen Registern.
- Abdeckung der gesamten Gebäudefläche inkl. Haushalte und Dienstleistungen.

- Der Einbezug der gemessenen Daten stellt sicher, dass die Auswirkungen energetischer Sanierungen abgebildet werden.

Schwächen

- Relativ hoher Aufwand
- Stellt hohe Ansprüche an die verfügbaren Daten
- Kenntnisse über Datenbanken notwendig

Merkmale

Die folgenden Methoden/Arbeitsschritte sind Besonderheiten des Verfahrens der Kantone Basel-Landschaft und Basel-Stadt. Sie werden im Methodenkatalog (Kapitel 4) ausführlicher beschrieben. Die Werte in Klammern z.B. (A11) stellen die Verknüpfung zum einzelnen Arbeitsschritt im Methodenkatalog dar.

- Die Berücksichtigung von Gebäuden mit Dienstleistungsnutzung. (A11)
- Die Berechnung der Gebäudegeschossfläche. (B12)
- Die Gewinnung kantonsspezifischer Energie-Kennzahlen je Bauperiode je Gebäudetyp durch Verbrauchsmessungen bei Gas und Fernwärme von lokalen EVU. (C12)
- Die Berücksichtigung von Heizperioden und Heizgradtagen. (C12)
- Die Aktualisierung des Energieträgers Gas aufgrund des gemessenen Verbrauchs. (E13)

Dokumentation

Die Methodik und Aufbereitung der Grundlagendaten zuhanden der Energiestatistiken ist gut dokumentiert. In den Unterlagen ist die Vorgehensweise zur Handhabung der Daten angegeben. Die Dokumente sind teilweise öffentlich zugänglich. Zuständige Stelle ist das Amt für Umwelt und Energie (AUE) des Kantons Basel-Stadt, Kontakt L. Calmbach. Folgende Dokumente sind verfügbar:

Füssler, J. & Herren, M. (2011): Kantonale Energiestatistiken. Erhebungskonzept und Methodik. Kantone Basel-Landschaft und Basel-Stadt Schlussbericht aus Projektphase 2, Stand 21. April 2011. (Beschreibt die Methodik zur Erstellung der Energiestatistik der Kantone BL/BS inkl. Systemgrenzen und Aufbau der Publikation.)

Füssler, J. & Herren, M. (2011): Verknüpfung Energierelevanter kantonaler Datenbanken. Resultate des Pilotversuchs. Kantone Basel-Landschaft und Basel-Stadt. Schlussbericht aus Projektphase 2, Stand 21. April 2011. (Beschreibt den Vergleich verschiedener Datengrundlagen zur Ermittlung der Energiekennzahl: Kann als Vorstudie bzw. Variantenvergleich im Bereich Heizöl für das Erhebungskonzept verstanden werden.)

L. Büchel, L. Calmbach, O. Thommen Dombois (2015): Energiestatistik Kanton Basel-Stadt, Ergebnisbericht, Statistisches Amt des Kantons Basel-Stadt. (Enthält Ergebnisse und methodische Grundlagen.)

2.2 Kanton Bern

2.2.1 Kurzbeschreibung

Hintergrund + Methodik

Um einheitliche und vergleichbare Planungsgrundlagen z.B. für die Erstellung von Richtplänen Energie abgeben zu können, hat der Kanton Bern eine auf dem GWR basierende Methode entwickelt, mit welcher der Energieverbrauch für Wohngebäude sowie im be-

wohnten Teil von Gebäuden mit Mischnutzungen für Raumwärme und Warmwasser ermittelt werden kann. Die sogenannte Energiebedarfsberechnung schätzt den Wärmebedarf inklusive den Anteil verwendeter Energieträger ab. Zusätzlich werden Kennzahlen zum Energieumsatz im Industrie- und Dienstleistungssektor ermittelt.

Der Energiebedarf wird gebäudeweise auf der Grundlage aktualisierter/plausibilisierter GWR-Merkmale und aus Gebäudeenergieausweisen (GEAK) abgeleiteten Energiekennzahlen berechnet. Die Aktualisierung des GWR betrifft hauptsächlich das Merkmal Energieträger für Warmwasser und Heizung, welche aufgrund weiterer Datensätze (z.B. Feuerungskontrolle und Förderprogramme) auf den neuesten Stand gebracht werden. Die Energiekennzahlen werden für jeden Berechnungsstand auf der Grundlage der aktuell verfügbaren GEAK-Daten aktualisiert.

Berechnung Energiebedarf

Energieträger	Methode	Vereinfachte Formel bzw. Herkunft
Alle Energieträger	Berechnung	$EB_{ET} = EBF_{GKAT, GBAUP, ET} * EKZ_{GKAT, GBAUP}$

Der Energiebedarf nach Energieträger (EB_{ET}) resultiert aus der Multiplikation von der Energiebezugsfläche (EBF) mit einer Energiekennzahl in Abhängigkeit von der Gebäudekategorie (GKAT), der Bauperiode (GBAUP) und dem Energieträger (ET).

Berechnung CO₂-Emission

Aktuell mit dem Programm ECOSPEED-Region
 Eine Erweiterung bzw. ein Wechsel zur Berechnung anhand von CO₂-Faktoren wird geprüft

Datengrundlagen + Ergebnisse

In Tabelle 2 sind die Datengrundlagen und die auswertbaren Ergebnisse der Methode des Kantons BE dargestellt.

Tabelle 2: Ergebnisse Kanton Bern

Datengrundlagen ¹	Auswertbarkeit	Ergebnisse (Wohnen)
GWR	Lage (X, Y)	Energiebezugsfläche
GEAK	Gebäudekategorie	Wärmebedarf Heizung
Feuerungskontrolle	Gebäudetyp (EFH, MFH)	Wärmebedarf Warmwasser
Förderdatenbank	Bauperiode	
Konzessionsdaten (Grundwasser)	Energieträger Heizung	
Bewilligungen (Erdsonden)	Energieträger Warmwasser	
	Gemeindezugehörigkeit	

¹ Eine Übersicht der Datengrundlagen inkl. Quellen ist in Anhang B zu finden.

Plausibilisierung der Berechnungsergebnisse

Die Ergebnisse der kantonsweiten Energiebedarfsberechnung 2014 wurden mit Angaben aus der Gesamtenergiestatistik verglichen. Dabei wurden die Angaben der Gesamtenergiestatistik für fossile Energieträger (2008-2012) anhand der Bevölkerungszahlen auf den Kanton umgerechnet. Die aus der Gesamtenergiestatistik berechnete Energiemenge liegt 12% unter dem für 2014 geschätzten Energiebedarf.

Anwendungen + Datenabgabe

Verfahren und Ergebnisse der Energiebedarfsberechnung (EBBE) sind auf die Anwendungen im Kontext Richtplanung Energie zugeschnitten. Die Ergebnisse werden auch im Kontext Energieberatung (Angebot Energiestadt für Kleingemeinden) verwendet.

Das AUE des Kantons Bern stellt die Resultate und Dokumentationen weiteren Nutzern auf Anfrage in unterschiedlicher Form zur Verfügung. Dazu gehören Tabellen, Geodaten und Dokumente.

Geplante Aktualisierungen

Die Energiebedarfszahlen und weitere Kennzahlen werden periodisch, das heisst alle zwei Jahre, neu berechnet resp. aufbereitet.

2.2.2 Eigenheiten

Aufwand für Methodenerarbeitung und Aktualisierung

Der Aufwand für die Entwicklung der Energiebedarfsberechnung (Analyse GEAK-Daten, Entwicklung Berechnungsverfahren, Testberechnung und Umsetzung Berechnungsverfahren, Dokumentation) betrug für das beauftragte Büro rund 40 Personentage.

Der Aufwand für eine Aktualisierungsrunde ohne Modell-Anpassungen beläuft sich auf 10 Personentage.

Stärken

- Die Berechnung der Energiekennzahlen und Energiebezugsflächen basiert auf einer gemessenen Stichprobe von 5'000 Beobachtungen (GEAK-Ausweise), die städtische und ländliche Regionen berücksichtigt.
- Im Kanton Bern erfordert der Bezug von Fördermitteln für energetische Sanierungen der Gebäudehülle einen GEAK. Damit wird aufgrund des Einbezugs der kantonalen GEAK Ergebnisse in die Energiebedarfsberechnung sichergestellt, dass die Auswirkungen vom Kanton unterstützter energetischer Sanierungen vollumfänglich in der Energiebedarfsberechnung abgebildet werden.
- Die Ergebnisse der Energiebedarfsberechnung können als gebäudescharfe Geodaten in beliebigem Kontext ausgewertet werden.
- Die ergebnisrelevanten Merkmale wurden mit den besten verfügbaren Grundlagen aktualisiert.

Schwächen

- Die Bestimmung des flächenbasierten Energiebedarfs von Nicht-Wohnbauten ist aktuell nicht möglich.
- Der durch die temporäre Nutzung bedingte reduzierte Energiebedarf von Zweitwohnungen und Ferienhäusern wird nicht berücksichtigt.
- Kenntnisse über Datenbanken notwendig.

Merkmale

Die folgenden Methoden/Arbeitsschritte sind Besonderheiten des Verfahrens des Kantons Bern. Sie werden im Methodenkatalog (Kapitel 4) ausführlicher beschrieben.

- Die Plausibilisierung der GWR-Angaben zu den Energieträgern für Heizung und Warmwasser-Erzeugung durch Einbezug von Daten der GEAK, der Feuerungskontrol-

- le (beco), der kantonalen Förderprogramme Holz und Solar (AUE) und der Konzessionierung von Grundwasser- und Erdwärmennutzungen (AWA). (A32)
- Die Nutzung der GEAK-Angaben zur Umrechnung der Wohnfläche (GWR) in Energiebezugsfläche je für Ein- und Mehrfamilienhäuser. (B11)
- Die Ergänzung fehlender Angaben zur Wohnfläche im GWR durch entsprechende Gruppen-Mittelwerte (pro Gebäudekategorie und Bauperiode). (B11)
- Die Gewinnung kantonsspezifischer Energie-Kennzahlen pro Bauperiode je für Ein- und Mehrfamilienhäuser durch die Verknüpfung von GWR und GEAK-Daten. (C11)
- Die Abschätzung des Energiebedarfs Warmwasser mit einer Warmwasserkennzahl gemäss SIA 380/1. (D21)

Dokumentation

Workflow (Aufbereitung und Verarbeitung) und Werkzeuge sowie die einzelnen Arbeitsschritte sind umfassend dokumentiert. Die verfügbaren Dokumente erläutern auch Hintergründe und Grundlagen. Die Dokumente sind nicht öffentlich zugänglich. Zuständige Stelle ist das Amt für Umweltkoordination und Energie (AUE) des Kantons Bern, Kontakt M. Haldi. Folgende Dokumente existieren:

Amt für Umweltkoordination und Energie (2012): Berechnung Energiebedarf im Kanton Bern, geo7 AG. (Erläuterung der Grundlagendaten, Nachführungskonzept).

Amt für Umweltkoordination und Energie (2014): Energiebedarfsdaten Wohnen und Betriebe Kanton Bern. Datengewinnung, Verfügbarkeit, Bezug; geo7 AG. (Dokumentation für die Datennutzer).

Amt für Umweltkoordination und Energie (2014): Energiebedarfsberechnung Kanton Bern, Aktualisierung 2014. Methodenevaluation, Aufbereitung 1980 und 2014. (Methodenevaluation Verwendung GEAK und Exploration älterer Datenstände).

2.3 Kanton Luzern

2.3.1 Kurzbescrieb

Hintergrund + Methodik

In Anbetracht verschiedener Fragestellungen im Bereich Energie und den Anforderungen aufgrund des aktualisierten CO₂-Gesetzes hat der Kanton Luzern untersucht, wie sich der Energiebedarf auf Basis des GWR am besten abschätzen liesse. Die erarbeitete Methodik liefert die Ergebnisse zum Energiebedarf der Gebäude im Bereich Wohnen. Berücksichtigt werden dabei alle Energieträger. Die Erkenntnisse werden unter anderem für die Erstellung des Energiespiegels genutzt, welcher diverse Energiedaten zuhanden der Luzerner Gemeinden zusammenfasst.

Die Erhebungen im Kanton Luzern zum Energiebedarf für die bewohnte Fläche des Gebäudeparks und der daraus resultierenden CO₂-Emissionen erfolgen mittels eines GWR-basierten Verfahrens. Berechnet wird der Energiebedarf, welcher durch die Erzeugung von Heiz- und Warmwasserwärme für die bewohnten Gebäude im Kanton entsteht. Zu Gebäuden ohne Wohnnutzung wird kein Energiebedarf berechnet. Der Energiebedarf wird gebäudescharf anhand von GWR-Merkmalen berechnet und georeferenziert.

Berechnung Energiebedarf

Energieträger	Methode	Vereinfachte Formel bzw. Herkunft
Alle Energieträger	Berechnung	$EB_{ET} = EBF_{GKAT, GBAUP, ET} * EKZ_{GKAT, GBAUP}$

Der Energiebedarf nach Energieträger (EB_{ET}) resultiert aus der Multiplikation von der nach Energieträgern (ET) differenzierten Energiebezugsfläche (EBF) mit einer Energiekennzahl (EKZ) in Abhängigkeit von der Gebäudekategorie (G_{KAT}) und der Bauperiode (G_{BAUP}).

Berechnung CO₂-Emission

$$CO_2\text{-Emissionen}_{ET} = EB_{ET} * CO_2\text{-Faktor}_{ET}$$

Die CO₂-Emissionen berechnen sich in Abhängigkeit der für die Wärmeerzeugung verwendeten Energieträger durch die Multiplikation des Energiebedarfs (EB_{ET}) mit dem für diesen Energieträger relevanten CO₂-Emissionsfaktor (CO₂-Faktor_{ET}).

Datengrundlagen + Ergebnisse

In Tabelle 3 sind Datengrundlagen und die auswertbaren Ergebnisse der Methode des Kantons LU dargestellt.

Tabelle 3: Ergebnisse Kanton Luzern

Datengrundlagen	Auswertbarkeit	Ergebnisse (Wohnen)
GWR	Gebäudetyp (EFH, MFH, Wohn-	Energiebezugsfläche
GEAK	HmNN, teilw. WohnN) ¹	Energiebedarf Heizung
Förderdatenbank	Bauperiode	Energiebedarf Warmwasser
	Energieträger Heizung	CO ₂ -Emissionen
	Renovationsjahr	

¹ WohnHmNN = Wohnhaus mit Nebennutzung, WohnN = Wohnnutzung

Plausibilisierung der Berechnungsergebnisse

Fallweise wurde eine Plausibilisierung anhand von Gebäuden in Wärmeverbänden vorgenommen. Die realen Wärmebezüge von baugleichen Gebäuden schwanken jedoch auf Grund des unterschiedlichen Nutzerverhaltens erheblich. Für eine Kalibrierung der Methode bräuchte es wesentlich grössere Stichproben als momentan verfügbar. Im Einzelfall sind erhebliche Abweichungen zu erwarten.

Anwendungen + Datenabgabe

Die Daten werden den Gemeinden im Rahmen eines gemeindespezifischen Berichts (Energiespiegel) zur Verfügung gestellt. Der Energiespiegel dokumentiert unter anderem die Anteile der verwendeten Energieträger und den Gesamtenergiebedarf.

Geplante Aktualisierungen

Geplant ist die Energiebedarfsberechnung jährlich neu aufzubereiten. Bei jeder Neuberechnung werden insbesondere Änderungen der Energieträger (Aktualisierung) sowie der Zuwachs bei Neu- und Ersatzbauten abgebildet.

2.3.2 Eigenheiten

Aufwand für Methodenerarbeitung und Aktualisierung

Der Aufwand für die Entwicklung der Methodik war erheblich. Es wurden in 2-3 Jahren insgesamt 250 Personentage investiert. Der Aufwand beschränkt sich nicht auf die Entwicklung der technischen Rechenmethode. Es bedarf auch der Erarbeitung von kommunikationsfähigen Aussagen und Ergebnissen (Diese Aufwände sind bei den anderen Kantonen nicht inkludiert).

Neuberechnungen werden mindestens einmal im Jahr, oder bei Bedarf häufiger, vorgenommen. Der Aktualisierungsaufwand der Berechnung ist gering (<20 Stunden). Die Aktualisierung der Kommunikationsmittel ist erheblich grösser. Nachgefragt werden Zeitreihen. Diese in Zukunft in aussagekräftiger Qualität zu erstellen ist anspruchsvoll. Vordringend dominieren vor allem methodische Änderungen.

Stärken

- Die Berechnung ist schlank und einfach nachvollziehbar.
- Stichprobe auf Basis gemessener Bedarfsdaten von Gebäuden mit verschiedenen Energieträgern.
- Mit der Verbesserung der Qualität der Inputdaten verbessert sich das Ergebnis laufend.
- Ergebnisse werden für die Gemeinden komplett aufbereitet.
- Die Daten stehen den Gemeinden für die Energieplanung gebäudescharf zur Verfügung.
- Durch den praktischen Nutzen der Daten für die Gemeinden wird die Motivation die GWR-Daten aktuell zu halten stark verbessert (Wiedererkennungswert).

Schwächen

- Das Merkmal Energieträger im GWR ist mit grösseren Fehlern behaftet. Zur Qualitätsverbesserung bedarf es eines erheblichen Aufwands.
- Der Sanierungsfaktor ist mit grossen Unsicherheiten behaftet.
- Nicht alle Änderungen im Gebäudebestand können als Zeitreihe auch abgebildet werden.

Merkmale

Die folgenden Methoden/Arbeitsschritte sind Besonderheiten des Verfahrens des Kantons Luzern. Sie werden im Methodenkatalog (Kapitel 4) ausführlicher beschrieben.

- Die Gewinnung kantonsspezifischer Energie-Kennzahlen pro Bauperiode für Ein- und Mehrfamilienhäuser durch eine Stichprobenerhebung. (C12)
- Die Nutzung des GEAK zur Schätzung der Energiebezugsfläche aus der Wohnfläche (GWR) für alle Gebäude mit Wohnnutzung. (B11)
- Die Ergänzung fehlender Angaben zur Wohnfläche im GWR durch Mittelwerte anhand der Zimmerzahlen. (B11)
- Die Abschätzung des Energiebedarfs Warmwasser auf Basis der wohnhaften Personen je Gebäude. (D22)
- Die Berechnung der CO₂-Emissionen unter Berücksichtigung Energieträger spezifischer CO₂-Faktoren. (F11)

Dokumentation

Zu den Hintergründen, der Methodik und den Anwendungen der Berechnung des Gebäude-Heizenergiebedarfs im Kanton Luzern sind verschiedene Dokumente vorhanden. Folgende Dokumente sind öffentlich im Internet verfügbar oder können beim UWE des Kantons Luzern bezogen werden, Kontakt Moritz Kulawik:

Kanton Luzern (2015): Energiespiegel, Methodik und Diskussion, 7. August 2015. (Methoden- und Quellenbeschreibung).

M. Kulawik, P. Bucher (2013): Gebäudeheizenergiebedarf, Methodik zur Schätzung des Heizenergiebedarfs der Wohngebäude mittels kantonalem Gebäude- und Wohnungsregister. (Untersuchung Grundlagendaten und Methodenansätze).

M. Kulawik, P. Bucher (2013): Energiestatistik, Ein Projekt des Kantons Luzern. (Vorstellung Erkenntnisse in Kommunalmagazin).

M. Kulawik (2014): Energetisch relevante Gebäudedaten in Luzerner Gemeinden. (Bestandsaufnahme zur Verfügbarkeit und Handhabung von energetisch relevanten Gebäudedaten in einer Stichprobe von Gemeinden im Kanton Luzern).

2.4 Kanton St. Gallen

2.4.1 Kurzbeschreibung

Hintergrund + Methodik

Die teilweise auf dem GWR basierende Methodik zur Ermittlung des Energieverbrauchs und dem davon abgeleiteten CO₂-Ausstoss des Gebäudeparks im Kanton St. Gallen dient der Erstellung der kantonalen Energiestatistik. Der Energiebedarf bezieht sich auf alle Gebäude inkl. Gebäude ohne Wohnnutzung. Resultat der Berechnung sind der Heizenergiebedarf, der Wärmebedarf für Warmwasser sowie der Gesamtenergiebedarf für Heizung und Warmwasser.

Die Berechnung erfolgt auf Basis verbrauchsbasierter Energiekennzahlen, welche mit der Energiebezugsfläche (Wohnen) oder der Bruttogeschossfläche (Nicht-Wohnen) multipliziert wird. Beim Energieträger Gas wird auf die gemessenen Verbräuche durch die EVU zurückgegriffen. Der Energiebedarf wird gebäudescharf anhand von Nutzungsklassierungen berechnet und georeferenziert. Die Nutzungsklassierung wird aufgrund von Angaben aus dem GWR, der Gebäudeversicherungsanstalt und der amtlichen Vermessung vorgenommen.

Berechnung Energiebedarf

Energieträger	Methode	Vereinfachte Formel bzw. Herkunft
Heizöl, Kohle	Berechnung	$EB_{ET} = EBF/BGF_{GKAT, GBAUP, ET} * EKZ_{GKAT, GBAUP}$
Erdgas	Erhebung	Bezug bei EVU

Der Energiebedarf nach Energieträger (EB_{ET}) für Heizöl und Kohle resultiert aus der Multiplikation von der nach Energieträgern (ET) differenzierten Bruttogeschossfläche (BGF) bzw. Energiebezugsfläche (EBF) mit einer Energiekennzahl (EKZ) in Abhängigkeit von der Gebäudekategorie ($GKAT$) und der Bauperiode ($GBAUP$).

Berechnung CO₂-Emission

Mit dem Programm ECOSPEED-Region (unter Einbezug Ergebnisse Berechnung Energiebedarf)

Datengrundlagen + Ergebnisse

In Tabelle 4 sind die Datengrundlagen und die auswertbaren Ergebnisse des Kantons SG dargestellt.

Tabelle 4: Ergebnisse Kanton St. Gallen

Datengrundlagen ¹	Auswertbarkeit	Ergebnisse
GWR	Gebäudekategorie	Bruttogeschossfläche
Verbrauchsdaten (EVU)	Nutzungsklasse	Energiebezugsfläche
Feuerungskontrolle	Bauperiode	Wärmebedarf Heizung
Förderdatenbank	Energieträger Heizung	Wärmebedarf Warmwasser
Baubewilligungen	Energieträger Warmwasser	Energiebedarf Heizung
Amtliche Vermessung	Heizungsart	Energiebedarf Warmwasser
Gebäudeversicherungsanstalt	Gemeindezugehörigkeit	CO ₂ -Emissionen
Einwohnerregister	Sektor	

¹ Eine Übersicht der Datengrundlagen inkl. Quellen ist in Anhang D zu finden.

Plausibilisierung der Berechnungsergebnisse

Die Plausibilisierung der Energiebedarfsberechnung wird anhand von Modellwerten und gemessenen Werten gemacht.

Anwendungen + Datenabgabe

Berechnung und Ergebnisse des Verfahrens finden an mehreren Orten Anwendung. Sie dienen als Grundlage für die Energiestatistik, sowie für die gemeindespezifischen Energiedatenblätter und georeferenzierten Darstellungen im Geoportal. Die gemeindespezifischen Datensätze sind ausserdem im Programm bzw. auf dem Server von ECOSPEED-Region hinterlegt, wo weiterführende Auswertungen (inkl. der CO₂-Bilanzierung) gemacht oder Aktualisierungen vorgenommen werden können.

Das AFU stellt die Resultate als Datenblätter und als Kartendarstellungen im Geoportal und dem Programm „ECOSPEED-Region“ zur Verfügung. Auf Anfrage können die Daten auch als Tabellen oder Geodaten bezogen werden. Zentrale Datenbank ist das Energy-GIS.

Geplante Aktualisierungen

Es erfolgt eine jährliche Aktualisierung. Die Datenbank soll in Zukunft noch weitere Verknüpfungen erhalten.

2.4.2 Eigenheiten

Aufwand für Methodenerarbeitung und Aktualisierung

Die erste Version der Berechnung wurde in rund 60 Personentagen entwickelt. Für die Weiterentwicklung wurden weitere rund 24 Personentage eingesetzt. Das Modell wurde dabei in eine Access-Datenbank überführt (Neu-Aufbau) und mit weiteren Datenquellen ergänzt.

Der Aufwand für die Aktualisierung wird auf 5 Personentage geschätzt.

Stärken

- Einbezug gemessener und kantonsspezifischer Daten (Gas und Fernwärme).
- Abdeckung der gesamten beheizten Fläche von Wohn- und Nicht-Wohngebäuden, bzw. Haushalte und Dienstleistungen.
- Anhand des Einbezugs von jährlich gemessenen und aktualisierten Daten zur Definition der Energiekennzahlen wird erwartet, dass die Auswirkungen energetischer Sanierungen abgebildet werden.

- Die Ergebnisse können als gebäudescharfe Geodaten in beliebigem Kontext ausgewertet werden.
- Ergebnisse sind fixfertig aufbereitet für die Gemeinden.

Schwächen

- Keine Aktualisierung der Energieträger im GWR.
- Die verwendeten Energiekennzahlen stammen aus einem städtischen Siedlungstyp, werden aber ebenfalls für Gebäude in ländlichen Gemeinden genutzt.
- Kenntnisse über Datenbanken notwendig.

Merkmale

Die folgenden Methoden/Arbeitsschritte sind Besonderheiten des Kantons St. Gallen. Sie werden im Methodenkatalog (Kapitel 4) ausführlicher beschrieben.

- Aktualisierung verschiedener Energieträger aufgrund von Vollzugsdaten und Förderdaten. (A32)
- Die Berechnung der Energiebezugsfläche für Wohnbauten und der Gebäudegeschossfläche für Nicht-Wohnbauten. (B11/B12)
- Die Gewinnung kantonsspezifischer Energie-Kennzahlen je Bauperiode und Nutzungsklasse durch Verbrauchsmessungen bei Gas und Fernwärme in der Stadt St. Gallen. (C12)
- Die Abschätzung des Energiebedarfs Warmwasser auf Basis der wohnhaften Personen je Gebäude oder der beheizten Fläche. (E12)
- Der Einbezug des gemessenen Verbrauchs für Gas beheizte Gebäude. (E13)

Dokumentation

Die Erhebung/Berechnung und Datenhaltung der Grundlagendaten für die Energiestatistik ist gut dokumentiert. In den Unterlagen sind die verwendeten Methoden und Zusammenhänge aufgezeigt. Die Dokumente sind nicht öffentlich zugänglich. Zuständige Stelle ist das Amt für Umwelt und Energie (AFU) des Kantons St. Gallen, Kontakt M. Knöri. Folgende Dokumente existieren:

A. Schmid (2013): EnergyGIS des Kantons St. Gallen, Energieagentur St. Gallen, Präsentation. (Datenauswertungen und Bezug).

Baudepartement Kt. St. Gallen (2015): Energiedaten im Kanton St. Gallen, Präsentation. (Übersicht Energiedaten für die Gemeinden).

Füssler, J., Herren, M. & Kessler, S. (2012): Energie im Kanton St. Gallen. Leitfaden zur Erhebung und Berechnung energierelevanter Daten.

M. Knöri (2016): Integration des Gebäudeparkmodells in die Energiedatenbank, Das Zusammenwirken der verschiedenen Teile der Energiedatenbank wird erläutert. (Projektbeschreibung).

3 Grundlagen

3.1 Basiskonzept

Auf Grundlage der vier vorgestellten kantonalen Beispiele lässt sich ein Basiskonzept definieren, welches bei allen Vorgehensweisen Verwendung findet. Dabei bildet der berechnete, bzw. geschätzte Energiebedarf die Basis zur Berechnung der CO₂-Emissionen aus dem Gebäudepark (davon ausgenommen sind, wo vorhanden, gemessene Verbräuche für Gas und Fernwärme). Der Energiebedarf ergibt sich aus der Multiplikation der beheizten Fläche mit der für das jeweilige Gebäude relevanten Energiekennzahl:

$$EB = BF * EKZ$$

Die beheizte Fläche (BF) wird entweder über die Energiebezugsfläche oder die Bruttogeschossfläche definiert. Die Energiekennzahl (EKZ) ist meist von der Bauperiode und dem Gebäudetyp (EFH/MFH) abhängig. Als Zwischenschritte lassen sich je nach Datengrundlage und -aufbereitung weitere Resultate pro Nutzungsgruppe (z.B. Haushalte oder Dienstleistung) sowie für Raumwärme oder Warmwasser ausscheiden. Im Sinne der zu ermittelnden CO₂-Emissionen wird die beheizte Fläche nach dem für die Heizung oder der Warmwasseraufbereitung verwendeten Energieträger (BF_{ET}) unterschieden. Aus dem Energiebedarf nach Energieträger (EB_{ET}) werden die CO₂-Emissionen pro Energieträger berechnet.

Berechnung Energiebedarf

$$EB_{ET} = EB_R + EB_W$$

$$EB_R = BF_{N,ET} * EKZ_R$$

$$EB_W = BF_{N,ET} * EKZ_W$$

Berechnung CO₂-Emissionen

$$CO_2\text{-Emissionen}_{ET} = EB_{ET} * CO_2\text{-Faktor}_{ET}$$

Dabei sind:

EB	Energiebedarf
R	Raumwärme
W	Warmwasser
N	Nutzungsgruppe (Wohnen, Dienstleistung)
ET	Energieträger (Heizöl, Gas, Kohle)
BF	beheizte Fläche (Energiebezugs- (EBF) oder Bruttogeschossfläche (BGF))
EKZ	repräsentative Energiekennzahl
CO ₂ -Faktor _{ET}	Umrechnungsfaktor pro Energieträger

Kleinstmögliche Berechnungseinheit auf Basis von GWR-Daten ist eine Wohnung. Anschliessend lassen sich die Ergebnisse auf beliebige räumliche Einheiten aggregieren (z.B. Gebäude, Hektare, Quartiere, Gemeinde und Kanton). Der Wohnung oder dem Gebäude ist jeweils ein Energieträger für die Heizung als auch für die Warmwasseraufbereitung zugewiesen.

3.2 Datengrundlagen

3.2.1 Nationale Verfügbarkeit

Eidgenössisches Gebäude und Wohnungsregister (GWR)

Das eidg. Gebäude- und Wohnungsregister (GWR) ist der zentrale Datensatz der in diesem Dokument beschriebenen Methoden für die Berechnung von Energiebedarf und CO₂-Emissionen von Gebäuden. Das GWR wurde im Anschluss an die Volkszählung 2000 auf der Grundlage der damaligen Gebäude- und Wohnungserhebung aufgebaut und enthält mindestens alle Gebäude mit Wohnnutzung und deren Wohnungen der Schweiz. Gebäude ohne Wohnnutzung werden im eidg. GWR teilweise ebenfalls geführt, doch besteht für solche Gebäude gemäss GWR-Verordnung keine Nachführungspflicht durch die Gemeinden. Geführt werden neben schweizweit eindeutigen Gebäude- und Wohnungsidentifikatoren (EGID bzw. EWID) die wichtigsten Grunddaten wie z.B. Adresse, Standortkoordinaten, Baujahr, Anzahl Geschosse, Heizungsart für die Gebäude, bzw. Anzahl Zimmer, Wohnungsfläche u.a. für die Wohnungen.

Das eidg. GWR umfasst aktuell rund 1,7 Mio. Gebäude und knapp 3,8 Mio. Wohnungen. Aufgrund der Meldungen der Baubehörden werden jährlich rund 17'000 neuerstellte Gebäude mit ca. 37'000 neuen Wohnungen erfasst und zusätzlich etwa gleich viele umgebaute Gebäude aktualisiert.

Momentan wird das GWR und der zugrundeliegende Merkmalskatalog überarbeitet. Bei neuen Gebäuden oder Aktualisierungen sollen unter anderem zusätzlich die Energiebezugsfläche und das Gebäudevolumen erhoben sowie grundsätzlich alle Gebäude (auch Nicht-Wohngebäude) erfasst werden. Ausserdem besteht ein Projekt mit dem Ziel, den Inhalt der Grundgesamtheit (betrifft vor allem bestehende Gebäude) des Registers bis Ende 2019 auf alle Gebäude zu erweitern und diese wo notwendig nachzuerfassen. Dadurch sollen die aktuell nicht erfassten Gebäude ohne Wohnnutzung ergänzt werden.

Verwendung: Das GWR bzw. der kantonale Auszug des GWR bildet den Basisdatensatz der Energie und CO₂-Berechnungen.

GEAK - Datenbank

Der GEAK ist der offizielle Gebäudeenergieausweis der Kantone. Er zeigt zum einen, wie energieeffizient die Gebäudehülle ist und zum anderen, wie viel Energie ein Gebäude bei einer Standardnutzung benötigt. Dies gilt für bestehende Gebäude ebenso wie für Neubauprojekte.

Bei der Erstellung eines Gebäudeenergieausweises (GEAK) werden diverse Daten zum Gebäude und der Wärmeerzeugung von einer Fachperson aufgenommen und in einer zentralen Datenbank erfasst. Daten werden nur erzeugt oder aktualisiert bei der Erstellung eines GEAK. Das heisst es gibt keine Vollerhebung oder regelmässige Aktualisierungen. Der Datenbestand ist kantonal ungleichmässig verteilt, grundsätzlich jedoch stetig wachsend. Die Gültigkeit eines GEAK beträgt 10 Jahre. (Der Datensatz bleibt aber über diesen Zeitraum als Grundlage für allfällige Aktualisierungen erhalten.)

Verwendung: Dient der Gewinnung von Energiekennzahlen sowie der Plausibilisierung von Energieträgern.

Statistik der Unternehmensstruktur (STATENT)

Die STATENT erfasst alle öffentlichen und privaten Unternehmen und Arbeitsstätten der Landwirtschaft, der Industrie, des Gewerbes und des Dienstleistungssektors. Grundlage bildet eine jährliche Erhebung basierend auf Registerdaten (AHV/IV/EO). Die STATENT

liefert entsprechend Basisinformationen zur Wirtschaftsstruktur und gibt einen Überblick über die Wirtschaftslandschaft der Schweiz.

Verwendung: Im Rahmen der Energiebedarfsberechnungen können diese Daten unter anderem für eine Top-Down-Berechnung des Energiebedarfs für Nicht-Wohnbauten oder für die Differenzierung der Sektoren Dienstleistung und Industrie aufgrund der Beschäftigtenzahl genutzt werden.

Statistik der Bevölkerung und der Haushalte (STATPOP)

Die Statistik zum Bestand und zur Struktur der Wohnbevölkerung und der Haushalte bildet die Basis für die kantonalen Einwohnerstatistiken. Sie basiert auf den offiziellen und harmonisierten Personenregister des Bundes, der Kantone und der Gemeinden. Der Regionalisierungsgrad ermöglicht Aussagen auf Stufe Gebäude.

Verwendung: Die Einwohnerzahlen bilden die Grundlage für eine Variante der Berechnung des Warmwasserbedarfs.

3.2.2 Kantonale Verfügbarkeit

Feuerungskontrolle

In der Schweiz werden Öl-, Gas-, und Holzfeuerungen (>70 kW) alle zwei Jahre kontrolliert. Dies geschieht bei grossen Feuerungen meist direkt durch die Kantonsbehörden und bei kleinen Feuerungen vielerorts durch Feuerungskontrolleure einer Fachfirma. Die dabei anfallenden Daten werden von Kanton zu Kanton unterschiedlich gehandhabt, bilden aber grundsätzlich eine wichtige Quelle zur Überprüfung der verwendeten Energieträger Öl, Gas und Holz. Zu berücksichtigen ist, dass die Datenqualität sehr unterschiedlich ist und die Daten nicht immer zentral geführt werden.

Verwendung: Erlaubt die Plausibilisierung von Energieträgern. Im Einzelfall, insbesondere bei grösseren Anlagen, dient sie der Abschätzung des Energiebedarfs.

Förderdatenbank

Alle Kantone fördern mit nationalen und kantonalen Mitteln Massnahmen zur CO₂-Reduktion. Dies sind z.B. Effizienzmassnahmen an Gebäuden und Anlagen sowie der Einsatz von erneuerbarer Energie, wie z.B. Solarthermie oder Holzheizungen. Diese Fördermassnahmen werden dokumentiert und generieren gebäudespezifische Daten, die für die Berechnung des Energiebedarfs sowie der CO₂-Emissionen genutzt werden können. Aufgrund fehlender oder ungenauer Angaben (EGID und Adresse) lassen sich die Daten jedoch nicht in jedem Fall mit dem GWR verknüpfen.

Verwendung: Wird für die Aktualisierung der Energieträger genutzt.

Datenbanken zur Nutzung von Grundwasser- und/oder Erdwärme

Die Nutzung und Entnahme von Grundwasser- sowie Erdwärme sind konzessions- bzw. bewilligungspflichtig. Entsprechend werden auf kantonaler Ebene diverse Daten erfasst und abgelegt. Diese Daten können zur Aktualisierung der Energieträger im GWR genutzt werden. Wichtig für eine Verknüpfung ist die Möglichkeit, die Datensätze einem Gebäude oder einer Gebäudegruppe zuweisen zu können.

Verwendung: Dient der Aktualisierung von Energieträgern.

Gebäudeversicherung

Die meisten Kantone verfügen über eine kantonale Gebäudeversicherung, welche die Gebäude z.B. gegen Feuer und Elementarrisiken versichert. Im Rahmen der Versicherung werden verschiedene Angaben zum Gebäude wie Masse des Gebäudes sowie der Nutzungsart erhoben.

Verwendung: Hilft die Geschossfläche über Gebäudevolumen zu bestimmen und dient der Zuteilung von Nutzungsklassen.

3.2.3 Datenhaltung und -verknüpfung

Die Verknüpfung von GWR-Merkmalen zu Einzelgebäuden mit kantonalen Fachdaten legt nahe, dass Basisdaten und generierte Ergebnisse in einer Datenbank geführt werden. Idealerweise sind die zu berücksichtigenden kantonalen Datenbestände mit dem eidgenössischen Gebäudeidentifikator (EGID) versehen. Wo dieser fehlt, erfordert eine eindeutige Zuordnung den Einsatz GIS-basierter Verfahren (Koordinatenabgleich oder Georeferenzierung von Adressdaten).

4 Methodenkatalog

Der Methodenkatalog fasst die unterschiedlichen und gemeinsamen Arbeitsschritte der vier dokumentierten kantonalen Verfahren zur Berechnung des Energiebedarfs, resp. des CO₂-Ausstosses, zusammen. Die Tabelle 5 dient als Übersicht der einzelnen Arbeitsschritte, welche in fünf Themenbereiche (A-G) gegliedert sind. Die zusätzliche Nummerierung zeigt die Zwischenschritte (Zehnerschritte, Bsp. A10 und A20) sowie Varianten (Einerschritte, Bsp. B11 und B12) der Berechnung. Der Ablauf der Themenbereiche gründet auf der im Basiskonzept (Kapitel 3.1) definierten Vorgehensweise: beheizte Fläche * Energiekennzahl = Energiebedarf und Energiebedarf * CO₂-Faktor = CO₂ Emissionen.

Tabelle 5: Übersicht Methodenkatalog

Arbeitsschritt	Code	Methode / Variante	BL/BS	BE	LU	SG
Gliederung	A10	Gebäudetyp I + II	■	■	■	■
	A20	Bauperiode	■	■	■	■
	A31	Energieträger	□	□	■	■
	A32	Energieträger (plausibilisiert)	■	■	□	□
beheizte Fläche	B11	Berechnung Energiebezugsfläche aus Wohnfläche GWR und EBF GEAK	□	■	■	■
	B12	Berechnung Geschossfläche aus Gebäudefläche und Stockwerke GWR	■	□	□	■
Energiekennzahl Raumwärme	C11	Abschätzung aus Angaben GEAK	□	■	□	□
	C12	Abschätzung aus Stichprobe / gemessener Verbrauch	■	□	■	■
	C20	Einbezug Sanierungen	■	■	■	■
Energiekennzahl Warmwasser	D21	Flächenbasiert	□	■	□	■
	D22	Einwohnerbasiert	■	□	■	■
Energiebedarf	E11	Raumwärme	■	■	■	■
	E12	Warmwasser	■	■	■	■
	E13	Verbrauchsdaten	■	□	□	■
	E20	Gesamt	■	■	■	■
CO ₂ -Emissionen	F11	CO ₂ -Faktoren	■	□	■	□
	F12	ECOSPEED-Region	□	■	□	■
Weiterentwicklung	G10	Aktualisierung GWR-Daten	■	■	■	■

Für jeden Zwischenschritt und jede Variante wird eine kurze Einschätzung zum Aufwand und der Datenqualität (in Bezug auf Belastbarkeit, Vollständigkeit, Repräsentativität) vorgenommen. Generell ist zu berücksichtigen, dass der Initialaufwand (Methodenerarbeitung/Definition, Datenverknüpfungen, etc.) wesentlich grösser ist als der Aufwand, welcher dann im Betrieb bzw. bei der Aktualisierung der Daten entsteht. Wo dies nicht der Fall sein sollte, wird darauf hingewiesen.

4.1 A – Gliederung/Klassenbildung

Um die GWR-Daten zielgerecht auswerten zu können und dabei den gebäudespezifischen Eigenheiten Rechnung zu tragen, werden die Daten gleich zu Beginn oder während der Berechnung klassifiziert. Der Arbeitsschritt „A - Gliederung/Klassenbildung“ zeigt die GWR-Merkmale auf, nach welchen die Daten differenziert werden, um die bestmöglichen Ergebnisse in der Energiebedarfs- und CO₂-Berechnung zu erhalten.

A10 Gebäudetyp I + II

Die Unterscheidung des Gebäudetyps hat zwei Hauptgründe: Zum einen die Unterscheidung der Energiekennzahlen je nach Gebäudetyp. Ein Einfamilienhaus hat nicht den gleichen Energiebedarf pro m² beheizte Fläche wie ein Mehrfamilien- oder ein Gewerbehäuser. Zum anderen sind im Reporting an das BAFU die CO₂-Emissionen in die Bereiche Haushalte und Dienstleistungen zu differenzieren. Aus diesen Gründen werden die Gebäude anhand des GWR-Merkmals GKAT sowie mit Hilfe weiterer unterstützender Daten klassifiziert.

Der Gebäudetyp I unterscheidet Gebäude hauptsächlich aufgrund der Anzahl Wohnungen in EFH und MFH.

Der Gebäudetyp II differenziert die Gebäude aufgrund deren Nutzung in Wohn- oder Nicht Wohnbauten

Die Unterscheidung von Wohn- und Nicht-Wohnbauten ist nicht ganz einfach, da in Gebäuden auch Mischnutzungen auftreten können. Um trotzdem ein möglichst genaues Ergebnis zu erhalten, wurden je nach Kanton und Methode unterschiedliche Ansätze gewählt, um diese Trennung auch bei Mischnutzungen vorzunehmen. Wie sich die einzelnen Varianten unterscheiden, wird untenstehend aufgezeigt.

BL/BS

Wie in Tabelle 6 dargestellt, wird für die Methode der Kantone BL/BS die Unterscheidung des Gebäudetyps aufgrund der GWR-Gebäudekategorien vorgenommen. Dabei gilt es zwei Typisierungen zu unterscheiden. Der Gebäudetyp I dient der Verknüpfung mit typenspezifischen Energiekennzahlen. Die Gebäudekategorie (GKAT) 1021 (siehe Tabelle 6) entspricht dabei den Einfamilienhäusern und alle anderen Gebäudekategorien den Mehrfamilienhäusern. Die Ausnahme bilden Gebäude ohne Wohnnutzung bestehend aus den Kategorien 1040 und 1060.

Der Gebäudetyp II dient der Unterscheidung der Herkunft des Energiebedarfs bzw. der CO₂-Emissionen. Einfamilienhäuser, Mehrfamilienhäuser und Wohngebäude mit Nebenutzung werden den Wohnbauten zugeordnet. Gebäude mit teilweiser Wohnnutzung und ohne Wohnnutzung sind Nicht-Wohnbauten bzw. Industrie/Gewerbe, Dienstleistung und Verwaltung. Eine abschliessende Unterscheidung (z.B. Abgrenzung Bereich Dienstleistung) der Nicht-Wohnbauten kann auf Basis der kantonalen Beschäftigtenzahlen (STATENT) vorgenommen werden.

Tabelle 6: Aufteilung der Gebäudekategorien (GKAT) gemäss GWR und Auswertung Gebäudetypen (nach BL/BS)

GKAT	Beschreibung	Gebäudetyp I	Gebäudetyp II
1010	Provisorische Unterkunft	-	-
1021	Einfamilienhaus ohne Nebennutzung	EFH	Wohnbauten → Haushalte
1025	Mehrfamilienhaus ohne Nebennutzung	MFH	
1030	Wohngebäude mit Nebennutzung		
1040	Gebäude mit teilweiser Wohnnutzung	Gebäude (ohne überwiegende Wohnnutzung)	Nicht-Wohnbauten → Industrie/ Gewerbe, Dienst- leistung, Verwaltung
1060	Gebäude ohne Wohnnutzung		
1080	Sonderbau	-	-

BE

Gebäudetyp I: Gebäude mit bis zu zwei Wohnungen sind Einfamilienhäuser, Gebäude mit mehr als zwei Wohnungen sind Mehrfamilienhäuser.

Gebäudetyp II: Der Kanton Bern berechnet keinen flächenbasierten Wärmebedarf für Nicht-Wohnbauten. Relevant für die Berechnung sind einzig die Wohnfläche und die Anzahl Wohnungen, welche im GWR erfasst sind. Daher sind keine Aussagen zum Bereich der Nicht-Wohnbauten möglich.

LU

Gebäudetyp I: Einfamilienhäuser sind Gebäude mit GKAT = 1021 sowie 1040, Mehrfamilienhäuser sind Gebäude mit GKAT= 1025 und 1030.

Gebäudetyp II: analog Kanton Bern.

SG

Gebäudetyp I: Die Methodik des Kantons St. Gallen berücksichtigt ebenfalls die übergeordneten Klassen Einfamilienhaus/Mehrfamilienhaus und Gebäude ohne Wohnnutzung aus dem GWR (GKAT). Es bestehen jedoch zusätzliche Nutzungsklassen (siehe Tabelle 7). Diese Nutzungsklassen basieren auf Angaben aus dem GWR (GKLAS) und den Daten der Gebäudeversicherung. Sie haben besondere Abstufungen der Energiekennzahlen zur Folge.

Tabelle 7: SG – Nutzungsklassen

Nutzungsklassen	Beispiele
Wohnen	Gebäude mit einer Wohnung
unbeheizt	Landwirtschaftliche Betriebsgebäude
Arbeiten	Gross- und Einzelhandelsgebäude
reduzierte Raumtemperatur	Museen und Bibliotheken
Pflege	Krankenhäuser und Facheinrichtungen des Gesundheitswesens
Sport	Sporthallen

Gebäudetyp II: Die GWR-Einteilung erfolgt analog zu BL/BS. Eine abschliessende Unterscheidung der Nicht-Wohnbauten in Industrie und Dienstleistung basiert auf Angaben der Gebäudeversicherungs-Anstalt.

Relevant für die Unterscheidung bzw. den Einbezug der beheizten Fläche als auch für die Energiekennzahl sind die unterschiedlichen Nutzungsarten der Gebäude nach GWR. Das GWR unterscheidet die Kategorien (gemäss Tabelle 6, Spalten 1 und 2) in Wohngebäude mit und ohne Nebennutzung, Gebäude mit und ohne Wohnnutzung, sowie Sonderbauten und provisorische Unterkünfte. Die Kategorien provisorische Unterkunft und Sonderbau umfassen nur wenige Objekte (z.B. Kanton BE 400 Objekte). In der Regel ist zu diesen Objekten kein Energieträger erfasst oder sie werden nicht beheizt. Sie werden dementsprechend in der Berechnung meist nicht berücksichtigt.

Hinweise zum Aufwand

Nach der Definition der Gliederung folgt die Abgrenzung einzelner oder die Zusammenfassung mehrerer GWR-Kategorien, was ohne grossen Aufwand zu bewerkstelligen ist.

Hinweise zu Belastbarkeit, Vollständigkeit und Repräsentativität

Gebäudetyp I: Grundsätzlich ist die Einteilung in Ein- und Mehrfamilienhäuser auf Basis des GWR einfach möglich und das Merkmal Gebäudekategorie ist vollständig erfasst. Wohngebäude mit einer Wohnungen sind Einfamilienhäuser und Wohngebäude mit zwei oder mehr Wohnungen sind Mehrfamilienhäuser. Bei Gebäuden welche nicht reine Wohnbauten sind, ist die Unterscheidung nicht mehr so einfach, was sich in den verschiedenen Ansätzen der vier vorgestellten Methoden widerspiegelt.

Der Gebäudetyp I berücksichtigt nicht, ob ein Gebäude freistehend ist oder nicht. Unter Berücksichtigung der energetischen Effizienz ist dies jedoch ebenfalls relevant.

Gebäudetyp II: Wie einleitend beschrieben, bestehen bei vielen Gebäuden Mischnutzungen zwischen Wohnen und einer anderen Nutzung. Entsprechend führen die Zuweisungsmethoden zum Teil dazu, dass im Bereich der Schnittmengen „überwiegende Wohnnutzung“ und „teilweise Wohnnutzung“ die Gebäude jeweils der einen oder anderen Seite zugeschlagen werden könnten.

Bei Mischnutzungen ist es alleine auf Basis des GWR nicht vorgesehen und daher nicht möglich, die Unterscheidung von Gebäude- bzw. Flächenanteilen von Wohn-, Dienstleistungs- und Industriebauten vorzunehmen. Zur Verbesserung werden weitere Daten aus STATENT oder von Gebäudeversicherungen genutzt.

A20 Bauperiode

Neben dem Gebäudetyp dient das Gebäudealter der Verknüpfung mit einer spezifischen Energiekennzahl (siehe Kapitel 4.3). Im GWR werden bezugnehmend auf das Alter der Gebäude das Baujahr und die Bauperiode erfasst. Die Bauperiode wird grundsätzlich vom Baujahr abgeleitet. Anzumerken ist, dass bei der Mehrheit der Gebäude das Baujahr nicht erfasst ist (im Kanton BE z.B. 83% ohne Baujahr). Entsprechend wird die beheizte Fläche nach der Bauperiode (siehe Tabelle 8) gruppiert. Dieses Merkmal ist vollständig erfasst und die entsprechende Gliederung wird in allen kantonalen Beispielen angewendet.

Tabelle 8: Aufteilung der Baujahre in Bauperioden im GWR

GBAUP	Bauperiode
8011	vor 1919
8012	1919-1945
8013	1946-1960
8014	1961-1970
8015	1971-1980
8016	1981-1985
8017	1986-1990
8018	1991-1995
8019	1996-2000
8020	2001-2005
8021	2006-2010
8022	2011-2015
8023	nach 2015

Hinweise zum Aufwand

Angaben zur Bauperiode können ohne grossen Aufwand direkt aus dem GWR übernommen werden.

Hinweise zu Belastbarkeit, Vollständigkeit und Repräsentativität

Bei der Methodenerarbeitung im Kanton Luzern wurden die Angaben im GWR zur Bauperiode mit Daten aus dem Förderprogramm sowie aus kantonalen GEAK-Ausweisen verglichen. Dabei zeigte sich eine Abweichung von 19%. Somit stimmt in fast einem Fünftel der Fälle die GWR-Bauperiode nicht mit den Vergleichsdaten überein. Entsprechende Vergleiche aus anderen Kantonen sind nicht bekannt.

A31 Energieträger

Neben der Energiemenge unterschieden sich die CO₂-Emissionen für die Wärmeerzeugung in den Gebäuden aufgrund der Energieträger. Für das Reporting relevant sind die fossilen Energieträger Heizöl, Erdgas und Kohle. Zur Kohle ist anzumerken, dass diese heutzutage, wenn überhaupt, nur noch in sehr geringen Mengen verwendet wird.

Die Gliederung nach Energieträgern kann direkt aufgrund der im GWR erfassten Energieträger sowohl für die Heizung als auch für die Warmwasseraufbereitung separat entnommen werden. Folgende Energieträger gemäss Tabelle 9 werden im GWR unterschieden:

Tabelle 9: Aufteilung der Energieträger gemäss GWR

GENHZ	Energieträger
7200	kein Energieträger
7201	Heizöl
7202	Kohle
7203	Gas
7204	Elektrizität
7205	Holz
7206	Wärmepumpe
7207	Sonnenkollektor
7208	Fernwärme
7209	Anderer Energieträger ¹

¹Umfasst vor allem Blockheizkraftwerke und Fremdheizungen

Hinweise zum Aufwand

Angaben zum Energieträger können ohne grossen Aufwand direkt aus dem GWR übernommen werden.

Hinweise zu Belastbarkeit, Vollständigkeit und Repräsentativität

Die Nachführung des GWR stützt sich auf Meldungen der Bauämter zu allen bewilligungspflichtigen Bauvorhaben (Neubauten, Umbauten, Abbrüche), die ihr Zuständigkeitsgebiet betreffen. Vor allem bezüglich der Änderungen von Heizsystemen und Energieträgern ist die Baubewilligungspflicht der Kantone und Gemeinden sehr heterogen. Dies hat zur Folge, dass Substitutionen nicht systematisch erfasst werden, sondern nur in Zusammenhang mit einer Baubewilligung zu einer Mutation im GWR führen. Aus diesem Grund ist eine vollständige Abbildung der Realität im Energiebereich – namentlich für Altbauten – mit den heutigen Nachführungsprozessen des GWR nicht gewährleistet.

Im Kanton Luzern wurde eine Ungenauigkeit der Angaben zum Energieträger im GWR von bis zu 20 % festgestellt. Als Gründe dafür werden die fehlende Aktualisierung beim Heizungsersatz (inkl. Energieträgerwechsel) sowie die Verwendung von kombinierten Systemen (bivalente Heizungen) vermutet. So kann die Verwendung mehrerer Energieträger in einem Gebäude (z.B. Öl als Hauptenergieträger, Holz für Zwischensaison oder unterstützende Solarkollektoren) im GWR nicht richtig abgebildet werden, da nur der hauptsächliche Energieträger hinterlegt wird.

Im Kanton Bern zeigte sich, dass anteilmässig der Umstieg von Erdöl zu Erdgas die grösste Veränderung ausmacht, also ein Wechsel von einem fossilen zu einem anderen fossilen Energieträger. Trotz des leicht besseren CO₂-Faktors dürfte dies keine extremen Differenzen in der CO₂-Bilanz ergeben.

Wie im nächsten Arbeitsschritt beschrieben wird, gibt es Möglichkeiten, die Angaben zu den Energieträgern zu aktualisieren und damit die Qualität des Basisdatensatzes zu verbessern.

A32 Energieträger (plausibilisiert)

Um die Aktualität der Gliederung bzw. Einteilung nach Energieträgern zu verbessern, wird auf zusätzliche Datensätze bzw. Datenbanken zurückgegriffen, welche mit dem GWR verknüpft werden können. Dies sind in erster Linie kantonale Feuerungs- und Förderda-

tenbanken, GEAK-Ausweise sowie Angaben von Energieversorgungsunternehmen. In einer separat geführten Datenbank (vgl. Kapitel 3.2.3) werden die Angaben zum Energieträger aus dem GWR aktualisiert. Grundbedingung ist ein gemeinsamer Schlüssel (z.B. EGID) mit dem die verschiedenen Datenbanken verknüpft werden können.

Tabelle 10: Datensätze zur Plausibilisierung der Energieträger (GENHZ) im GWR

Was	Verifizierung	umgesetzt	geplant
Feuerungsdatenbank	Gas, Heizöl	BE, BL/BS	LU, SG
Förderprogramme	Holz, Fernwärme, Solarthermie	BE, BL/BS	LU, SG ¹
Bau- und andere Bewilligungen	Alle Energieträger	BL/BS, SG ²	LU
Fernwärmeverbundkataster	Fernwärme	BL/BS	
Energiedaten EVU	Fernwärme, Gas	BL/BS, SG	
Bewilligung Erdwärmesonden Konzessionsdaten Grundwasser	Wärmepumpen	BE	
GEAK	Alle Energieträger	BE	SG

¹Für Solarthermie bereits umgesetzt

²Für Wärmepumpen (exkl. Luft-Wasser)

BE/LU

Hier werden zusätzliche Anstrengungen unternommen, die Gemeinden zu unterstützen oder zu animieren, das GWR bestmöglich, insbesondere im Bereich Energieträger, zu aktualisieren. Eine Variante ist das Aufzeigen von kommunalen Auswertungsmöglichkeiten des GWR und welche Vorteile die Aktualisierung der Daten bringt.

Hinweise zum Aufwand

Zusätzliche Datensätze müssen aufbereitet und verknüpft werden, was in der Regel einen hohen Aufwand benötigt. Vorhandensein, Nutzbarkeit und Qualität der Daten unterscheiden sich dabei von Kanton zu Kanton.

Hinweise zu Belastbarkeit, Vollständigkeit und Repräsentativität

Kann die Feuerungsdatenbank mit dem GWR verknüpft werden, so kann die Aktualität der für den CO₂-Ausstoss relevanten Energieträger Heizöl und Gas als gut eingestuft werden, da regelmässige Kontrollen bzw. Aktualisierungen bestehen.

4.2 B – Beheizte Fläche

Die beheizte Fläche ist eine zentrale Grösse der Energiebedarfs- und CO₂-Berechnung. Sie wird aus dem GWR abgeleitet. Um die beheizte Fläche zu berechnen, werden in den vier kantonalen Beispielen grundsätzlich zwei unterschiedliche Varianten verwendet. Zum einen die Ermittlung der Energiebezugsfläche anhand der im GWR erfassten Wohnfläche (BE, LU, SG für Wohnbauten). Zum anderen die Ermittlung der Bruttogeschossfläche mittels der Gebäudefläche und den Stockwerkangaben aus dem GWR (BL/BS, SG für nicht Wohnbauten (ohne GWR Eintrag)). Die Bruttogeschossfläche beinhaltet nicht beheizte Flächen (z.B. Abstellräume). Im Gegensatz dazu schliesst die Energiebezugsfläche (per Definition) unbeheizte Flächen aus. Die beheizte Fläche kann gemäss der obenstehenden Gliederung nach dem Alter (Bauperiode), dem Energieträger, den Gebäudetypen (EFH/MFH) sowie der Nutzung (Wohnen oder Dienstleistung) unterschieden werden.

In der Folge werden die beiden unterschiedlichen Varianten erläutert, welche für die Aufbereitung der beheizten Flächen verwendet werden.

B11 Berechnung Energiebezugsfläche

Die Basis für die Berechnung der Energiebezugsfläche (EBF) bildet die Wohnfläche (WAREA) aus dem GWR. Diese wird jedoch nicht 1:1 übernommen, da die Definitionen nicht gleich sind (z.B. sind Wände nicht in der Wohnfläche, wohl aber in der Energiebezugsfläche berücksichtigt). Um dies zu korrigieren wurde in den Kantonen BE und LU ein Vergleich von in GEAK-Ausweisen erfassten Energiebezugsflächen und den im GWR erfassten Wohnflächen durchgeführt. Basierend auf diesen Erkenntnissen wurde ein Umrechnungsfaktor definiert. Dieser Faktor beträgt im Kanton Bern generell 1.3, im Kanton Luzern wird er nach Gebäudekategorien aufgeschlüsselt und beträgt zwischen 1.3 und 1.5 (gilt für Gebäude mit mehrheitlicher Wohnnutzung). Zusätzlich werden bei beiden Methoden fehlende oder nicht plausible Wohnflächenangaben durch Schätzwerte anhand der Zimmerzahlen ergänzt. Die Multiplikation der Wohnfläche (WAREA) mit dem Umrechnungsfaktor ergibt die Energiebezugsfläche bzw. die beheizte Fläche je Gebäude.

Hinweise zum Aufwand

Der Aufwand für die Berechnung von Umrechnungsfaktoren hängt stark von der verwendeten Datengrundlage ab. Die anschliessende Berechnung in der Datenbank ist einfach.

Hinweise zu Belastbarkeit, Vollständigkeit und Repräsentativität

Die so ermittelte Energiebezugsfläche schliesst einzig die bewohnte Fläche gemäss GWR ein. Beheizte Flächen aus Gewerbe und Dienstleistungsgebäuden werden dabei nicht berücksichtigt.

Die Analyse der Wohnflächenangaben im GWR im Kanton Bern hat gezeigt, dass diese zum Teil auf die nächst höhere oder tiefere Zehnerereinheit gerundet sind. Bei älteren Gebäuden entstammen die Wohnflächenangaben zumeist aus der Eidgenössischen Volkszählung 2000, also den Angaben bzw. Abschätzungen der einzelnen Gebäudeeigentümer. Diese Angaben sind entsprechend mit einer grossen Ungenauigkeit behaftet.

B12 Berechnung Bruttogeschossfläche

Um sowohl die bewohnte als auch die nicht bewohnte Fläche im kantonalen Gebäudepark zu ermitteln, kann mit den Angaben im GWR die Bruttogeschossfläche (BGF) eines Gebäudes berechnet werden.

Die Bruttogeschossfläche wird auf Basis der Gebäudefläche (GAREA) durch eine Multiplikation mit der Anzahl Geschosse (GASTW) berechnet. Beide Grössen sind im GWR erfasst. Das Ergebnis definiert die Bruttogeschossfläche je Gebäude. Fehlende oder unpräzise Angaben zur Gebäudefläche können mit dem kantonalen Datensatz der amtlichen Vermessung aktualisiert werden. Bei der Methode des Kantons St. Gallen werden z.B. fehlende Stockwerkangaben ergänzt. Grundlage dazu bilden die Volumenangaben der Gebäudeversicherungsanstalt. Anhand der Volumenangaben wird eine mittlere Stockwerkzahl je Gebäude definiert und die Multiplikation der Gebäudefläche mit der mittleren Stockwerkzahl ergibt die Bruttogeschossfläche.

Die Bruttogeschossfläche ist nicht gleich Energiebezugsfläche, da erstere einzelne unbeheizte Gebäudeteile, wie Abstellräume, enthalten kann. Entsprechend ist darauf zu achten, dass die Energiekennzahl ebenfalls auf der Basis der Geschossfläche ermittelt wird. Wird jedoch eine Aussage auf Basis der Energiebezugsfläche benötigt, kann die Faustformel: Energiebezugsfläche = 0.8* Bruttogeschossfläche angewendet werden. Dies gilt aber nur in grober Näherung und nicht für alle Gebäudetypen gleichermassen.

Hinweise zum Aufwand

Die Berechnung erfolgt grösstenteils „automatisch“ in der Datenbank.

Hinweise zu Belastbarkeit, Vollständigkeit und Repräsentativität

Die Bruttogeschossfläche bildet mit einer einheitlichen Methode die beheizte Fläche sowohl der Haushalte als auch der Dienstleistungsbetriebe aus dem kantonalen Gebäudepark ab. Da die Bruttogeschossfläche die Summe aller oberirdischen Geschossflächen ist, können dabei auch Flächen eingeschlossen sein, die nicht beheizt werden, wie z.B. Abstellräume.

Zahlen oder Aussagen, welche die Genauigkeit der Bruttogeschossfläche im Vergleich mit der Energiebezugsfläche definieren, wurden in keiner der Methodenbeschriebe gemacht. Eine Überschätzung der beheizten Fläche könnte wie obenstehend erwähnt, durch den Einbezug von eigentlich unbeheizten Flächen entstehen.

4.3 C – Ermittlung Energiekennzahl Raumwärme

Als zweiter wichtiger Faktor für die Energiebedarfsberechnung gilt es, eine Energiekennzahl (EKZ) zu ermitteln. Die Energiekennzahl definiert den Jahresbedarf an Energie pro m² beheizter Fläche. Für die Ermittlung der Energiekennzahl können grundsätzlich zwei Methoden unterschieden werden. Dies sind zum einen die Ermittlung der Energiekennzahl anhand gemessener und normierter Verbrauchsdaten sowie zum anderen die Ableitung der Energiekennzahl von Gebäude-Energie-Ausweisen der Kantone (GEAK), welche auf einem SIA 380/1 Rechner basieren.

Berechneter vs. gemessener Verbrauch

Der berechnete Energiebedarf gemäss SIA380/1 (Methode Bern) liefert auf einer rein rechnerischen Basis eine Aussage zum Energiebedarf und der entsprechenden Qualität der Gebäudehülle. Der Wert ist somit nutzerunabhängig. Beim gemessenen Verbrauch (Methoden BL/BS/LU/SG) fliessen zusätzlich das Nutzerverhalten (z.B. die Höhe der Raumtemperatur), klimabedingte Schwankungen sowie die Effizienz des Heizsystems ein, welche korrigiert werden sollten.

Die klimabedingten Schwankungen lassen sich rechnerisch mit Hilfe von Heizgradtagen korrigieren. Für die Effizienz des Heizsystems bestehen Kennwerte. Das Nutzerverhalten kann z.B. aufgrund von Nutzungsklassen angepasst werden.

C11 Abschätzung aus Angaben GEAK

Zentrale Komponente der Energiebedarfsberechnung des Kantons Bern ist die Auswertung der kantonalen GEAK-Ausweise. Sie liefert die Kennzahlen für die Abschätzung des Heizwärmebedarfs in Abhängigkeit von Gebäudekategorie und Bauperiode.

Der Bezug der GEAK-Daten erfolgt mittels Download des kantonalen Reports von der GEAK-Betriebszentrale (geak.ch). Wichtig sind die in Tabelle 11 dargestellten Inhalte.

Tabelle 11: Verwendete Objekte GEAK

Bezeichnung	Inhalt
EGID-Nr.	Eidgenössische Gebäude-ID
Baujahr	Baujahr
Gebäudekategorie	Gebäudekategorie (Wertebereich: Einfamilienhaus, Mehrfamilienhaus, Büro/Verwaltung, Schule)

Bezeichnung	Inhalt
Warmwasserversorgung	Definition Warmwasserversorgung (z.B. Elektroboiler)
Heizsystem	Definition Heizsystem (z.B. Ölheizung)
Fläche Energiebezug	Energiebezugsfläche [m ²]
Effizienz Gebäudehülle	Effizienz der Gebäudehülle [kWh / m ² * a]
Datum Änderung	Datum Änderung

Mit der EGID-Nummer werden die Daten einem spezifischen Gebäude im GWR zugeordnet. Die Angaben zum Baujahr, Warmwasserversorgung, Heizsystem und Energiebezugsfläche können zur Verifizierung der im GWR festgehaltenen Angaben genutzt werden. Gebäudekategorie und Baujahr dienen der Zuordnung zu Gebäudeklassen. Die Effizienz der Gebäudehülle ist der massgebende Wert für die Ermittlung der Energiekennzahl. Zur eigentlichen Definition der Energiekennzahlen muss der Datensatz zuerst bereinigt werden. In erster Linie müssen Mehrfachausweise je Gebäude entfernt werden. Mehrere Energieausweise für ein Gebäude können bestehen, falls für mehrere Wohnungen in einem Mehrfamilienhaus Energieausweise erstellt wurden, ein Energieausweis vor und nach einer Sanierung angefertigt wurde, oder der Ausweis aufgrund einer Aktualisierung des Berechnungstools aktualisiert wurde. Für die Ermittlung der Energiekennzahl wird bei Mehrfachausweisen jeweils der älteste GEAK verwendet. Damit soll vermieden werden, dass der Energiebedarf längerfristig nicht unterschätzt wird, weil anteilmässig zu viele sanierte Gebäude berücksichtigt werden. Dies gilt jedoch nur bei der Ermittlung der Energiekennzahl. Damit die Sanierungstätigkeit bzw. der entsprechend tiefere Energiebedarf erfasst wird, fliessen die gebäudespezifischen Angaben anhand des neuesten GEAK pro Gebäude in die Energiebedarfsberechnung ein.

Zu beachten ist, dass die Definition der Gebäudekategorie im GEAK nicht genau mit der Definition der Gebäudekategorie im GWR übereinstimmt. Konkret ist es die Abstufung von Ein- und Mehrfamilienhäusern, welche unterschiedlich ist. Im GWR erfolgt sie bei zwei Wohnungen und beim GEAK bei drei Wohnungen. Für die Methode massgebend ist die Definition des GWR. Demzufolge müssen die GEAK-Daten angepasst werden.

Anschliessend werden die Daten auf Basis der Gebäudekategorie und der Bauperiode ausgewertet. Der Medianwert ergibt die Energiekennzahl je Gruppe. So lautet z.B. die Energiekennzahl für Einfamilienhäuser im Kanton Bern der Bauperiode 1961 bis 1970 158 kWh/m²*a. Die vollständige Tabelle ist im Anhang B zu finden. Die Energiekennzahl bezieht sich auf die Energiebezugsfläche.

Hinweise zum Aufwand

GEAK-Daten müssen bereinigt, kategorisiert und statistisch ausgewertet werden. Der Initialaufwand ist dabei eher hoch. Der Aufwand für die anschliessenden Auswertungen ist dafür niedrig. Die Arbeiten sind für jede Aktualisierung notwendig, um neue Energiekennzahlen zu erhalten.

Hinweise zu Belastbarkeit, Vollständigkeit und Repräsentativität

Im Kanton Bern sind im Vergleich zu anderen Kantonen viele GEAK-Ausweise vorhanden. Für die letzte Berechnung (2014) standen rund 5'000 eindeutige GEAK zur Verfügung. Dies entspricht rund 2% des kantonalen Gebäudebestandes von knapp 245'000 Gebäuden. Insbesondere im Hinblick auf die Erfassung von Sanierungen bzw. der neuen Energiekennzahl, wird eine hohe Genauigkeit erwartet, da das Förderprogramm im Kanton Bern direkt mit der Erstellung eines GEAK verknüpft ist.

Die Berechnungsmethodik des GEAK ermittelt den Energiebedarf eines Gebäudes mittels spezifisch erarbeiteter und geprüfter Eingabedaten in Bezugnahme zur Gebäudehülle und der Haustechnik. Der berechnete Wert ist somit nutzer- und klimaunabhängig.

C12 Abschätzung aus Stichprobe / gemessener Verbrauch

Für die Methoden der Kantone BL/BS, LU und SG werden die Energiekennzahlen anhand von gemessenen Verbrauchsdaten bzw. einer Stichprobe ermittelt. Die unterschiedlich grossen Stichproben verwenden hauptsächlich durch EVU erhobene Daten von leitungsgebundenen Energieträgern wie Gas und Fernwärme. Es werden dazu die Datensätze ausgewertet, welche einzelnen Gebäuden zugeordnet werden können. Die Energiekennzahl wird nach Gebäudekategorie und Bauperiode unterschieden.

Da die Umsetzung der Methode in den einzelnen Kantonen etwas variiert, werden untenstehend die unterschiedlichen Vorgehensweisen sowie die Stichprobengrösse und -herkunft etwas genauer erläutert.

BL/BS

Die Stichprobe enthält alle, durch die Industriellen Werke Basel (IWB) erfassten Verbräuche für Gas und Fernwärme. Die Fernwärmeverbräuche werden in erster Linie für die Plausibilisierung verwendet. Die Energiekennzahlen beziehen sich auf die Bruttogeschossfläche. Hervorzuheben ist, dass klimabedingte Unterschiede durch den Abgleich mit einer Heizgradtabelle berücksichtigt werden und ein Korrekturfaktor eingebaut wird, um den unterschiedlichen Wirkungsgrad von Öl- und Gasheizungen zu berücksichtigen. Zudem werden die Energiekennzahlen für Stadt- und Landgemeinden getrennt kalibriert. Das heisst, die direkt an die Stadt angrenzenden Gemeinden Riehen und Bettingen liefern die Kennzahlen für die Gemeinden des Kantons Basel-Landschaft.

LU

Die Methode des Kantons Luzern verfügt wahrscheinlich über die kleinste Stichprobe, der hier beschriebenen Beispiele. Aus einer Auswahl von ca. 250 Gebäuden, die alle Energieträger (inkl. Öl) gemäss GWR abdecken, wurden die Energiekennzahlen für die Bauperioden bis 1990 ermittelt. Die Werte für die Bauperioden neueren Datums basieren auf den gesetzlichen Vorgaben (Tabelle 27 in Anhang C). Die Energiekennzahl bezieht sich auf die Energiebezugsfläche.

SG

Datenbasis für die Energiekennzahlen sind die durch die Stadtwerke erfassten Verbräuche von Gas und Fernwärme in der Stadt St. Gallen. Die davon abgeleiteten Energiekennzahlen beziehen sich im Bereich Wohnen auf die Energiebezugsfläche, im Bereich Nicht-Wohnen auf die Bruttogeschossfläche. Bei der Berechnung der Energiekennzahlen werden Korrekturfaktoren für das Klima und das verwendete Heizsystem einbezogen. Anhand der bestehenden GEAK werden Plausibilisierung zum berechneten Energiebedarf vorgenommen.

Hinweise zum Aufwand

Je nach Variante und Verknüpf- und Kategorisierbarkeit der Daten ist der Initialaufwand hoch und der Aufwand für die jährliche Aktualisierung mittel bis niedrig. Grundsätzlich wird die Energiekennzahl mit jeder Aktualisierung ebenfalls neu erhoben, um die Sanierungstätigkeit bzw. den durch besser isolierte Gebäude tieferen Energieverbrauch abzubilden.

Hinweise zu Belastbarkeit, Vollständigkeit und Repräsentativität

Aktuell stammen die Verbrauchsdaten vor allem aus urbanen Zentren (Stadt Basel und Umgebung sowie Stadt St. Gallen). Ob diese Zahlen die gebäudespezifischen Eigenheiten in ländlichen Gemeinden der Kantone BL und SG wiedergeben, ist nicht abschliessend geklärt. Der Kanton St. Gallen arbeitet daher daran, künftig auch Energieverbrauchsdaten aus ländlichen Gemeinden in die Erhebung der Energiekennzahlen zu integrieren.

Weiter wird davon ausgegangen, dass der Sanierungsstand bei Gebäuden, welche mit Gas und Fernwärme beheizt werden, demjenigen mit Öl oder anderen Energieträgern beheizten Gebäuden entspricht.

C20 Einbezug Sanierung

Das Ziel der kantonalen Förderprogramme ist es, den Energieverbrauch und die CO₂-Emissionen zu reduzieren. Im Kontext der Berechnung des Energiebedarfs und der CO₂-Emissionen stellt sich die Frage, wie sich energierelevante Veränderungen an der Gebäudehülle durch Sanierungen erfassen und entsprechend im Reporting bzw. in der Berechnung aufzeigen lassen. Die Substitution von fossilen durch erneuerbare Energieträger, welche ebenfalls relevant ist, wird durch die Plausibilisierung der Energieträger (Kapitel 4.1 / Vorgehensschritt A32) berücksichtigt.

Im GWR gibt es ein Merkmal Renovationsjahr, welches baubewilligungspflichtige Arbeiten an den Gebäuden dokumentiert. Bei diesen Arbeiten kann es sich um Renovationen, Umbauten, Erweiterungen oder Aufstockungen handeln. Ob diese ungeachtet der allfälligen Flächenzunahme energetisch relevant sind, lässt sich jedoch anhand der Angaben im GWR nicht feststellen. Es ist aber mit Bestimmtheit so, dass immer wieder Wärmedämmmassnahmen vorgenommen werden und damit der Verbrauch des bestehenden Gebäudeparks zurückgehen sollte.

LU

Im Kanton Luzern erfolgt der Einbezug eines Sanierungsfaktors. Dieser kommt zum Tragen, wenn bei einem Gebäude eine energierelevante Sanierung vorgenommen wird. Es wird aufgrund der Auswertung kantonaler Datensätze (Förderprogramm etc.) angenommen, dass Sanierungen ab dem Jahr 2000 energierelevant sind. Sanierungen vor dem Jahr 2000 gelten aufgrund fehlender Information über das Ausmass der Sanierung als energetisch irrelevant. Der Sanierungsfaktor beträgt maximal 0.7 (berechneter Energiebedarf * 0.7 = Energiebedarf nach Sanierung). Die Methodik befindet sich noch in Entwicklung und es wird angestrebt, die Datenqualität zu verbessern und solide Zeitreihen zu erstellen. Dazu notwendig sind grössere Stichproben, die wiederholt beprobt werden (z.B. alle fünf Jahre).

BL/BS, BE, SG

In den Methoden BE, BL/BS und SG wird kein eigentlicher Sanierungsfaktor verwendet. Es wird erwartet, dass die Wirkung der Sanierungsmassnahmen bei der wiederholten Aufbereitung der Energiekennzahlen berücksichtigt wird.

In den Kantonen BL/BS und SG widerspiegelt sich der Minderbedarf durch energierelevante Sanierungen bei den mit Gas und Fernwärme beheizten Gebäuden. Die vom gemessenen Gas und Fernwärmebezug abhängige Energiekennzahl wird tiefer. Die tiefere Energiekennzahl, welche dann für die Berechnung des Energiebedarfs für die mit Öl beheizten Gebäude relevant ist, führt zu einem kleineren Energiebedarf. Vorausgesetzt wird die Annahme, dass die Sanierungstätigkeit bei mit Erdgas und Fernwärme beheizten Gebäuden gleich ist, wie bei Gebäuden die mit Erdöl beheizt werden.

Im Kanton Bern fliessen alle durch den GEAK erfassten energierelevanten Sanierungen direkt durch eine gebäudespezifische Energiekennzahl in die Berechnung ein. Angenommen wird, dass mit der Verknüpfung der Förderung und der Erstellung eines GEAK praktisch alle Sanierungen erfasst werden.

Hinweise zum Aufwand

LU - Benötigt eine Aufbereitung der Grundlagendaten wie z.B. Förderprogramme und GEAK sowie zusätzliche Auswertungen.

BL/BS, BE, SG - Der Aufwand fällt bei der Aufbereitung der Energiekennzahl an → und generiert keinen zusätzlichen Aufwand.

Hinweise zu Belastbarkeit, Vollständigkeit und Repräsentativität

Wie bereits erläutert, sind die energetischen Auswirkungen der im Renovationsjahr vorgenommenen Arbeiten im GWR nicht definiert und es kann entsprechend keine Aussage daraus abgeleitet werden. Es wird beispielsweise angenommen, dass der Sanierungsstand bei mit Gas oder Fernwärme beheizten Gebäuden gleich ist wie bei mit Öl beheizten Gebäuden.

Wie weit die genutzten Korrekturmethode die Realität widerspiegeln, lässt sich mit den kommenden Aktualisierungen und entsprechenden Zeitreihen der Energiebedarfsberechnungen bewerten.

4.4 D – Ermittlung Energiekennzahl Warmwasser

Der Einbezug von Warmwasser erfolgt in den Kantonen sehr unterschiedlich. Der Anteil Warmwasser kann einerseits bereits in der Energiekennzahl integriert sein (BL/BS) oder unabhängig berechnet werden (BE, LU und SG). Die einzelnen Varianten nach Kantonen werden hier kurz vorgestellt.

D21 Flächenbasiert

BE

Der Energiebedarf für Warmwasser wird in der Methode des Kantons Bern analog der Heizenergie durch eine Multiplikation der Energiebezugsfläche und einer Energiekennzahl berechnet. Die Energiekennzahl entspricht den Standardnutzwerten nach SIA 380/1. Beispielsweise sind das für Mehrfamilienhäuser 21 kWh/m²*a (siehe Tabelle 12). Diese Kennzahl gilt unabhängig vom Alter der Gebäude. Der berechnete Wärmebedarf wird den plausibilisierten Energieträgern für die Warmwasseraufbereitung (GENWW) zugeordnet.

Tabelle 12: BE – Energiekennzahl Warmwasser [kWh/m²*a]

Gebäudekategorie	Wärmebedarf Warmwasser ¹ [kWh/m ² *a]
I. Wohnen MFH	21
II. Wohnen EFH	14

D22 Einwohnerbasiert

LU

Wie in Tabelle 13 dargestellt, wird der Energiebedarf für Warmwasser in der Methode des Kantons Luzern pro Wohnung, aufgrund der darin wohnhaften Personen abgeschätzt.

Anschliessend wird der Bedarf für alle Wohnungen eines Gebäudes aufsummiert. Sind in einem Einfamilienhaus z.B. zwei Personen wohnhaft, benötigen diese rund 2'200 kWh/a Energie für Warmwasser (1'400 + 800 kWh/a). Der berechnete Wärmebedarf wird dem Energieträger Heizung zugeschlagen. Dies, da die rein auf dem GWR basierende Zuteilung der Energieträger für Warmwasser als zu unsicher eingeschätzt wird.

Tabelle 13: LU – Grundlage Warmwasserberechnung (kWh/a)

kWh/a	MFH, 1 Person	EFH, 1 Person	Pro zusätzli- che Person	keine Person ¹
Energiebedarf Warmwasser	1'200	1'400	800	500

¹Gilt für unbewohnte Wohnungen, z.B. Ferienwohnungen

SG

Um den Anteil Warmwasser zu ermitteln, wird mit einem Warmwasserverbrauchswert von 1'100 kWh pro Person und Jahr gerechnet. Grundlage für diese Berechnung bildet eine Schätzung der Stadt St. Gallen. Für Gebäude ohne Personen wird der Warmwasseranteil über die Fläche berechnet (Standardnutzwerte nach SIA 380/1). Der ermittelte Energiebedarf wird abschliessend den plausibilisierten Energieträgern für die Warmwasseraufbereitung zugewiesen.

BL/BS

Das Warmwasser ist in der Energiekennzahl bzw. im Energieverbrauch eingeschlossen. Da davon ausgegangen wird, dass der Anteil Warmwassererzeugungen bei Gasfeuerungen höher ist als bei Ölfeuerungen, wird ein Korrekturfaktor (0.962) eingefügt, um den Anteil beim Energieträger Heizöl zu korrigieren. Entsprechend wird davon ausgegangen, dass der Minderbedarf Energie beim Heizöl durch Elektroboiler abgedeckt wird, welcher in der Energiestatistik durch die Strom-Verbrauchsangaben der EVU erfasst wird.

Hinweise zum Aufwand

Die personenbasierten Ansätze benötigen eine zusätzliche Datenbankverknüpfung, was zu Mehraufwand führen kann. Der grösste Aufwand liegt bei der Spezifizierung der Methode, worauf Aktualisierungen mit neuen Daten relativ einfach vorgenommen werden können.

Hinweise zu Belastbarkeit, Vollständigkeit und Repräsentativität

Beim Energiebedarf der Warmwasseraufbereitung ist der Nutzungsaspekt der wichtigste. Das Nutzerverhalten, welches in erster Linie von der Anzahl Nutzer beeinflusst wird, definiert den Energiebedarf für das Warmwasser. Ein flächenbasierter Ansatz nähert diesen Bedarf an und hat daher eine grössere Unsicherheit.

4.5 E – Energiebedarf

E11 Energiebedarf Raumwärme

Der Energiebedarf Raumwärme wird, wie im Basiskonzept (Kapitel 3.1) eingeführt, grundsätzlich nach der Formel beheizte Fläche * Energiekennzahl berechnet. Diese Berechnung findet auf der Gebäudeebene statt, indem die beheizte Fläche mit der dem Gebäudetyp und der Bauperiode entsprechenden Energiekennzahl multipliziert wird. Es resultiert für jedes Gebäude ein Energie- bzw. Heizwärmebedarf (je nach Energiekennzahl). Ab-

schliessend lassen sich auf Basis der Gebäudekategorie der Bauperiode oder anderen bekannten GWR-Merkmalen Summen bilden. Am wichtigsten ist die Summe pro Energieträger, welcher im GWR hinterlegt ist oder aus anderen Quellen ergänzt wurde. Der Energiebedarf pro Energieträger wird für die CO₂-Berechnung verwendet.

Eine Ausnahme bilden die Kantone BL/BS, welche zuerst die einzelnen Flächen nach Gebäudetyp und Bauperiode aufsummieren und diese dann mit der jeweiligen Energiekennzahl multiplizieren.

E12 Energiebedarf Warmwasser

Der Energiebedarf Warmwasser wird analog der Raumwärme aufgrund der beheizten Fläche und einer flächenbasierten Energiekennzahl oder aufgrund der Anzahl Bewohner und einer von der Anzahl Personen abhängigen Energiekennzahl berechnet. Mit Ausnahme der Methode BL/BS wird der Energiebedarf für Warmwasser immer separat ausgewiesen.

Wo vorhanden, kann der Energiebedarf Warmwasser pro Energieträger aufsummiert werden.

E13 Übernahme Verbrauchsdaten

In den Kantonen BL/BS und SG, in denen die Verbrauchsdaten zum Energieträger Gas bekannt sind, fliessen die direkt gemessenen Daten in die Energiebedarfs- und CO₂-Berechnung ein. Entsprechend gilt in diesen Kantonen der rechnerische GWR-basierte Ansatz einzig für das Heizöl und wo vorhanden auch für mit Kohle beheizte Gebäude.

E20 Energiebedarf Gesamt

Der Gesamtenergiebedarf je Gebäude berechnet sich aus der Summe des Energiebedarfs von Raumwärme und Warmwasser je Gebäude. Auf dieser Grundlage lässt sich ebenfalls der Energiebedarf auf kommunaler oder kantonaler Ebene berechnen. Zudem sind viele weitere Auswertungen z.B. zur Verteilung des Gebäudealters oder dem Anteil der Energieträger für das Heizen und die Warmwasseraufbereitung möglich.

Die Tabelle 14 zeigt die Angaben, welche für ein Einzelgebäude aus der Energiebedarfsberechnung gewonnen werden können.

Tabelle 14: Beispiel einer Auswertungstabelle eines Gebäudes (Kt. SG)

Attribut	Einheit	Wert
Gebäudeversicherungsnummer		98.03153
EGID		-
Endenergiebedarf für Heizung und Warmwasser	(MWh/a)	1'364.60
Wärmebedarf für Heizung und Warmwasser	(MWh/a)	1'163.80
Endenergiebedarf ¹ Heizen	(MWh/a)	1'286.70
Wärmebedarf ² Heizen	(MWh/a)	1'093.70
Endenergiebedarf Warmwasser	(MWh/a)	77.9
Wärmebedarf Warmwasser	(MWh/a)	70.1
Bruttogeschossfläche	(m ²)	14022
Hauptenergieträger Heizung		Heizöl
Hauptenergieträger Warmwasser		Elektrizität

Attribut	Einheit	Wert
Heizungssystem		Zentralheizung
Anzahl Bewohner		0
Anzahl Stockwerke		-
Baujahr		1919
Bauperiode		1919-1945
Gebäudezweck		Verkaufsgeschäfte
Gebäudekategorie		Gebäude
Gebäudeklasse		
Spezifische Energiekennzahl	(kWh/m ² a)	
BFS-Nummer der Gemeinde		3203

¹Entspricht Heizenergiebedarf gemäss Glossar

²Entspricht Heizwärmebedarf gemäss Glossar

Hinweise zum Aufwand

Es werden in diesen Arbeitsschritten abschliessende Additionen und der Einbezug von effektiven Verbrauchsdaten vorgenommen. Die Additionen selbst benötigen nur wenig Aufwand. Der Einbezug von Verbrauchsdaten ist mit den gegebenen Abgrenzungen nach den Energieträgern Gas und Fernwärme ebenfalls einfach, vorausgesetzt die Daten lassen sich entsprechend einfach verknüpfen.

Hinweise zu Belastbarkeit, Vollständigkeit und Repräsentativität

Die Belastbarkeit, Vollständigkeit und Repräsentativität wird durch die vorangehenden Arbeitsschritte geprägt.

4.6 F – CO₂-Berechnung

Die Berechnung der CO₂-Emissionen aus dem nach Energieträger differenzierten Energiebedarf des kantonalen Gebäudeparks bildet den abschliessenden Schritt für das Reporting an das BAFU.

Für diese Berechnung werden in den vorgestellten kantonalen Methoden unterschiedliche Wege gewählt: Entweder die direkte Berechnung der CO₂-Emissionen mittels CO₂-Faktoren (LU, BS/BL) oder die indirekte Berechnung mit ECOSPEED-Region. Der berechnete Energiebedarf kann dabei als Inputgrösse für das Programm verwendet werden und wird dann innerhalb des Programms mit CO₂-Faktoren verrechnet (BE, SG).

F11 CO₂-Faktoren

Wie im Basiskonzept eingeführt, berechnen sich die CO₂-Emissionen aus dem Energiebedarf je Energieträger multipliziert mit dem CO₂-Faktor je Energieträger.

Der CO₂-Faktor unterscheidet sich je nach verwendetem Energieträger, weshalb es von grosser Wichtigkeit ist, dass die verwendeten Energieträger bei der Energiebedarfsberechnung möglichst genau abgebildet werden. Die aktuell gültigen Emissionsfaktoren sind in Tabelle 15 dargestellt.

Tabelle 15: Emissionsfaktoren der fossilen Brenn- und Treibstoffe des Treibhausgasinventars 2013 (Quelle: BAFU)

Energieträger	Emissionsfaktor t CO₂/t	Heizwert TJ/t	Emissionsfaktor t CO₂/TJ
Heizöl extraleicht	3.16	0.0429	73.7
Erdgas	2.58	0.0457	56.4
Steinkohle	2.36	0.0255	92.7

F12 ECOSPEED-Region

Das Programm ECOSPEED-Region, welches von den Kantonen BE und SG genutzt wird, berechnet Energie- und CO₂-Bilanzen mit einer Kombination von Top-Down- und Bottom-Up-Ansätzen. Die CO₂-Faktoren sind im Programm integriert. Das Ergebnis der Berechnung hängt von der Datengrundlage ab. Je genauer die Daten, umso genauer das Ergebnis. Es lassen sich z.B. einfache Top-Down-Abschätzungen auf Basis der Einwohner- und Beschäftigtenzahlen eines Kantons oder einer Gemeinde machen und dazu Aussagen auch ausserhalb des Gebäudeparks (z.B. Bereich Verkehr) generieren

Für genauere Abschätzungen wie sie zuhanden des Reportings an das BAFU erfolgen sollten, müssen weitere Parameter wie ein gemessener oder geschätzter Energiebedarf pro Energieträger eingegeben werden. Dies sind z.B. Daten, welche sich mit den vorgestellten Methoden berechnen bzw. eruieren lassen. Mit der zusätzlichen Eingabe dieser Werte wird die Aussage zu den CO₂-Emissionen deutlich verbessert.

Parallel zur Erarbeitung dieses Berichts befasst sich die Firma ECOSPEED mit der Frage wie sie ihre Software direkt mit Daten des GWR verknüpfen könnten um genauere Aussagen auf Basis einer automatisierten Berechnung zu erhalten.

Hinweise zum Aufwand

Der Aufwand zur Berechnung von CO₂-Emissionen auf Basis bestehender Energiebedarfsdaten ist nur noch ein kleiner Schritt. Dies unabhängig davon, ob die Berechnung mithilfe von CO₂-Emissionsfaktoren oder dem Programm ECOSPEED-Region erfolgt.

Hinweise zu Belastbarkeit, Vollständigkeit und Repräsentativität

Die Qualität der Aussage zu den CO₂-Emissionen hängt neben den vorgegebenen CO₂-Emissionsfaktoren grundsätzlich von den Energiebedarfsdaten ab. Haben die Energiebedarfsdaten eine hohe Qualität, verfügen auch die resultierenden CO₂-Emissionen über eine hohe Qualität.

4.7 G – Weiterentwicklungen

G10 Aktualisierungen GWR

Die Kantone SG und LU planen, in Zukunft insbesondere die Gemeinden für die bessere Aktualisierung der GWR-Daten zu gewinnen. Ein Ansatz ist das Aufzeigen des Mehrwerts, welche eine Gemeinde selbst durch aktuelle GWR- und davon abgeleitete Energiebedarfsdaten hat.

Alle Kantone möchten weitere Datensätze mit dem GWR verknüpfen. Dies hilft, allfällig veraltete Datensätze zu aktualisieren. Vor allem an der Zugänglichkeit und der Verknüpfbarkeit der Daten mit dem GWR wird gearbeitet.

5 Vergleiche zu Datenqualität und Aufwand

In diesem Kapitel werden die vorgestellten Vorgehensweisen untereinander verglichen. Es werden dazu die Eigenschaften Aktualität, Belastbarkeit und Aufwand analysiert und wo möglich bewertet.

5.1 Aktualität

Die Aktualität der Grundlagendaten ist eine Grundvoraussetzung für die Dokumentation von Veränderungen. Zur Aktualität der verschiedenen Datensätze und insbesondere der GWR-Merkmale sind keine schlüssigen Angaben verfügbar. Die Ergebnisse der Plausibilisierung einzelner GWR-Merkmale, wie zum Beispiel die Angaben zum Energieträger für das Heizen, weisen darauf hin, dass die Aktualität nicht immer gegeben ist.

Auch bei den Merkmalen aus kantonalen Datenbeständen ist die Aktualität der Angaben laufend zu prüfen. Beispiel Förderdaten: Es kann nicht zwingend davon ausgegangen werden, dass z.B. eine geförderte Solarthermie-Anlage nach 15 Jahren noch in Betrieb ist.

Festzuhalten ist, dass vor dem Hintergrund der wachsenden Relevanz der Ergebnisse für Anwendungen in der Energie- und Klimapolitik, Investitionen in die Gewährleistung der Aktualität und Verknüpfbarkeit der Ergebnisse einen breiten Nutzen haben. Eine detaillierte Bewertung der verschiedenen Methoden in Bezugnahme zur Aktualität kann, aufgrund des aufwendigen Vergleichs der verschiedenen Datensätze, im Rahmen dieses Berichts nicht gemacht werden.

5.2 Belastbarkeit

Das Ziel einer Reduktion der CO₂-Emissionen der kantonalen Gebäudeparks kann über den Ersatz fossiler Wärmezeugung und / oder durch Effizienz-Steigerung erreicht werden. Die mit den gewählten Verfahren berechneten Ergebnisse (Energiebedarf und CO₂-Emissionen) sind dann belastbar, wenn die Zielerreichung (Reduktion der CO₂-Emissionen) verlässlich nachgewiesen werden kann und die beobachteten Veränderungen nicht in Ungenauigkeiten der Daten oder Verfahren begründet sind. Im Hinblick auf die zu erfassenden Veränderungen sind die folgenden Aspekte wichtig:

- die Qualität bzw. Aktualität der Grundlagendaten zur Erfassung der Energieträger, welche die CO₂-Emissionsfaktoren bestimmen.
- die Qualität der Grundlagendaten zur Erfassung der Menge des Energiebedarfs und den davon abgeleiteten CO₂-Emissionen.
- die Erfassung der Energie- und CO₂-relevanten Sanierungstätigkeit.

5.2.1 Einbezug von Substitutionsmassnahmen (Heizsystem)

Die Substitution von CO₂-Emissionen verursachenden (fossilen) Energieträgern durch weniger belastete oder sogar CO₂-freie Energieträger stellt einen wichtigen Punkt der kantonalen Massnahmen zur Senkung des CO₂-Ausstosses dar. Bei einer hohen Qualität der Angaben zu den verwendeten Energieträgern (für Heizen und Warmwasser) erlaubt die GWR-basierte Berechnung entsprechend belastbare Aussagen zum Ausmass der Substitutionsmassnahmen.

Zur aktuellen Qualität der Angaben zu den Energieträgern für Heizung und Warmwasser im GWR sind keine allgemein gültigen Angaben verfügbar. Die Anstrengungen der Kantone zur Aktualisierung dieser Merkmale (Kapitel 3.1.4) zeigen, dass die Belastbarkeit von Aussagen zum Ersatz fossiler Heizsysteme durch den Einbezug zeitnah und flächendeckend geführter Datenbestände verbessert werden kann.

Für den Vergleich der vorgestellten Vorgehensweisen betreffend Einbezug von Substitutionsmassnahmen wird die folgende Bewertung bzw. Einordnung verwendet:

Tabelle 16: Belastbarkeit: Einbezug Substitutionsmassnahmen

Wert	Erläuterung
hoch	Die Angaben zu den verwendeten Energieträgern für Heizung und Warmwasser werden für die meisten Gebäude (>66%) mit zeitnah geführten kantonalen Datenbeständen aktualisiert.
mittel	Die Angaben zu den verwendeten Energieträgern für Heizung und Warmwasser werden für mindestens ein Drittel der Gebäude (≥33%) mit zeitnah geführten kantonalen Datenbeständen aktualisiert.
gering	Die Angaben zu den verwendeten Energieträgern für Heizung und Warmwasser werden nicht oder nur für einen geringen Teil der Gebäude (<33%) mit zeitnah geführten kantonalen Datenbeständen aktualisiert.

5.2.2 Einbezug von verbrauchsbasierten Kennzahlen und Messungen

Die Emissionsmengen stehen in einem direkten Zusammenhang mit dem ermittelten Energiebedarf. Zentrale Aspekte des Verbrauchs, wie zum Beispiel das individuelle Nutzerverhalten oder die Energie-Effizienz der Gebäudehülle, werden mit den genutzten Berechnungsverfahren nur angenähert. Einzelne Kantone berücksichtigen daher zusätzlich Angaben zum effektiven Verbrauch (insbesondere beim leitungsgebundenen Energieträger Gas) oder sie berechnen zeitnahe Energiekennzahlen auf der Grundlage von detaillierten Erhebungen (GEAK).

Für den Vergleich der vorgestellten Vorgehensweisen betreffend Einbezug von verbrauchsbasierten Kennzahlen wird die folgende Bewertung bzw. Einordnung verwendet:

Tabelle 17: Belastbarkeit: Einbezug verbrauchsbasierter Kennzahlen

Wert	Erläuterung
hoch	Das Berechnungsverfahren basiert für einzelne Energieträger oder Versorgungsgebiete auf zeitnahen Messungen des effektiven Verbrauchs. Die Verbrauchsdaten werden ebenfalls für die Ermittlung der Energiekennzahlen genutzt.
mittel	Das Berechnungsverfahren verwendet zeitnahe kantonsspezifische Energiekennzahlen auf Basis von Stichproben oder Erhebungen von Energieausweisen.
gering	Das Berechnungsverfahren verwendet statische Energiekennzahlen oder Angaben aus der Literatur.

5.2.3 Einbezug CO₂-relevanter Sanierungen

Die bewilligungspflichtige Sanierung eines Gebäudes wird über das Renovationsjahr erfasst. Über die energetischen Auswirkungen dieser Sanierung sind jedoch keine Aussagen möglich. Zudem beinhaltet der aktuelle Merkmalskatalog, mit Ausnahme der Bauperiode, keine Angaben, die direkte oder indirekte Rückschlüsse auf die Energie-Effizienz der Gebäudehülle zulassen.

Die vorgestellten kantonalen Methoden bedienen sich unterschiedlicher Verfahren zur Erfassung der CO₂-relevanten Sanierungen. Für den Vergleich dieser Verfahren wird die folgende Einteilung verwendet:

Tabelle 18: Belastbarkeit: Berücksichtigung der CO₂-relevanten Sanierungen

Wert	Erläuterung
hoch	Die mit Programmen geförderten Sanierungen werden vollumfänglich erfasst und die Sanierungstätigkeit wird durch repräsentative, regelmässig aktualisierte und verbrauchsbasierte Energiekennzahlen abgebildet.
mittel	Die mit Programmen geförderten Sanierungen werden teilweise erfasst und die Sanierungstätigkeit wird durch repräsentative und regelmässig aktualisierte Energiekennzahlen abgebildet.
gering	Die mit Programmen geförderten Sanierungen werden nicht erfasst und die Sanierungstätigkeit wird nicht durch repräsentative und regelmässig aktualisierte Energiekennzahlen abgebildet.

5.2.4 Qualität der Abschätzung zur beheizten Wohnfläche

Als massgebender Faktor bei der Berechnung des Energiebedarfs spielt die Qualität der Angabe der beheizten Fläche eine zentrale Rolle.

Die Qualität dieser Angabe wird anhand der für Wohnflächen verwendeten Methode beurteilt. Gemessene und korrigierte Werte werden dabei höher beurteilt als direkt übernommene oder grob geschätzte Angaben.

Tabelle 19: Qualität der Abschätzung zur beheizten Wohnfläche

Wert	Erläuterung
hoch	Die beheizte Fläche basiert auf korrigierten Wohnflächenangaben (Energiebezugsfläche) und wird mit bestehenden berechneten oder gemessenen EBF-Angaben ergänzt.
mittel	Die beheizte Fläche basiert auf der Wohnfläche gemäss GWR.
gering	Die beheizte Fläche basiert auf der berechneten Bruttogeschossfläche.

5.3 Aufwand

Für den Vergleich der in den hier dokumentierten Verfahren getätigten Investitionen der Kantone wird zwischen Entwicklung und Aktualisierung unterschieden. Die Entwicklung umfasst die Investitionen in die gewählte Methodik. Die Aktualisierung beinhaltet den Aufwand für wiederkehrende Berechnungen. Ein Personentag entspricht acht Arbeitsstunden.

Tabelle 20: Aufwand

Wert	Entwicklung (Personentage)	Aktualisierung (Personentage)
hoch	≥ 40	≥ 15
mittel	26-39	11-14
gering	0-25	0-10

5.4 Gesamtvergleich

Zum Abschluss werden die unterschiedlichen kantonalen Methoden in ihrer Gesamtheit einander gegenübergestellt. In der Tabelle 21 werden die kantonalen Methoden gemäss der Definitionen im vorangehenden Kapitel bewertet. Zu berücksichtigen ist, dass dies eine Momentaufnahme ist und die einzelnen Methoden stetig weiterentwickelt werden. Bewertungsgrundlage bilden die in Kapitel 4 vorgestellten Methoden und Arbeitsschritte. Die den Bewertungen zugrunde liegenden Gedanken je Kanton werden untenstehend ausgeführt.

Tabelle 21: Vergleich Datenqualität und Aufwand

Aspekt	BL/BS	BE	LU	SG
Einbezug von Substitutionsmassnahmen (Heizsystem)	hoch	hoch	gering	mittel
Einbezug von verbrauchsbasierten Kennzahlen und Messungen	hoch	mittel	mittel	hoch
Erfassung der CO ₂ -relevanten Sanierungen	mittel	mittel	mittel	mittel
Qualität der Abschätzung zur beheizten Wohnfläche	gering	hoch	mittel	mittel
Aufwand Entwicklung	hoch	gering	hoch	mittel
Aufwand Aktualisierung	mittel	gering	gering	hoch
Erfassung Energiebedarf / CO ₂ Haushalte	ja	ja	ja	ja
Erfassung Energiebedarf / CO ₂ Dienstleistung	ja	nein	nein	ja

Methode Kantone Basel-Landschaft und Basel-Stadt

Durch die Nutzung der Feuerungsdatenbank sowie der aktuellen Bedarfsdaten für Gas und Fernwärme sind Substitutionsmassnahmen im Bereich der relevanten Energieträger nahezu vollständig abgebildet. Gleichzeitig wird auch mit den auf Bezugsmengen basierenden Energiekennzahlen eine sehr hohe Belastbarkeit erreicht. Die Sanierungstätigkeit widerspiegelt sich zumindest teilweise in den Bezugsmengen der leitungsgebundenen Energieträger. Die Berechnung des Energiebedarfs auf der Basis der Bruttogeschossfläche birgt gewisse Gefahren aufgrund der möglichen Überschätzung der beheizten Fläche. Der Aufwand für die Entwicklung der Methodik ist höher als bei anderen Methoden. Dies ist wahrscheinlich - zumindest teilweise - auf den Umstand zurückzuführen, dass die unterschiedlichen Grundlagen von gleich zwei Kantonen berücksichtigt werden mussten.

Methode Kanton Bern

Mit dem Einbezug mehrerer Datenquellen zur Plausibilisierung der Energieträger können Änderungen der genutzten Energieträger adäquat abgebildet werden. Insbesondere die Nutzung der Daten der Feuerungskontrolle bringt eine hohe Aktualität im Bereich der fossilen Energieträger. Die auf den GEAK-Ausweisen basierenden Kennzahlen definieren den Energiebedarf zeitnah und spezifisch. Durch die gegebene Verknüpfung von kantonaler Förderung und der Erstellung von GEAK-Ausweisen, sowie den Einbezug der gebäudespezifischen Energiekennzahlen in die Energiebedarfsberechnung, fliessen die geförderten Sanierungen direkt in die Berechnung. Die Methode des Kantons Bern hat den geringsten Aufwand für die Entwicklung der Vorgehensweise ausgewiesen.

Methode Kanton Luzern

Die Aufteilung des Energiebedarfs auf die verschiedenen Energieträger erfolgt unkorrigiert anhand des GWR. Die Ausnahme bilden einzelne Gemeinden, welche gewisse Merkmale im Rahmen des Energiestadtprozesses überarbeiten und aktualisieren. Die Stichprobe als Basis für die Energiekennzahlen basiert auf zeitnahen und gemessenen Werten. Im Vergleich zu den weiteren Kantonen ist die Stichprobengrösse klein. Sanierungen neueren Datums werden mittels eines abgeschätzten Sanierungsfaktors in die Berechnung einbezogen. Es gelten jedoch nur Sanierungsjahre ab 2000 als energetisch relevant. Die Abschätzung der beheizten Wohnfläche basiert auf der korrigierten Wohnfläche. Der Aufwand zur Entwicklung dieser Methode ist der grösste aller untersuchten Methoden. Die Gründe dafür sind, dass zu Beginn der Arbeiten sehr viele Aspekte und Varianten der Berechnungsmethodik sowie nach der Berechnung die Information und Kommunikationen der Resultate detailliert untersucht wurden. Der Aufwand für die Aktualisierung ist von allen Methoden am geringsten.

Methode Kanton St. Gallen

Die Aktualisierung der Energieträger erfolgt anhand der Angaben der EVU für die leitungsgebundenen Energieträger. Die Angaben der EVU bilden ausserdem die Grundlage für belastbare Energiekennzahlen. Die Sanierungstätigkeiten widerspiegeln sich in der Veränderung der Energiekennzahlen. Die beheizte Fläche wird für Haushalte anhand der Energiebezugsfläche, für die Dienstleistungen mit der Bruttogeschossfläche berechnet. Ein Fokus bei der Entwicklung der Methode St. Gallen lag auf der Verknüpfung der vorhandenen Datensätze und der Erstellung einer separaten Energiedatenbank genannt „EnergyGIS“.

Fazit Allgemein

Die vorgestellten Methoden zur Berechnung von Energiebedarf und CO₂-Emissionen auf Grundlage des GWR gehen im Grossen und Ganzen einen ähnlichen Weg. Das vorgestellte Basiskonzept mit der Multiplikation von beheizter Fläche und Energiekennzahl liefert den Energiebedarf. Eine weitere Multiplikation mit dem CO₂-Emissionsfaktor die Menge der CO₂-Emissionen, welche durch den Gebäudepark verursacht werden. Die einzelnen Arbeitsschritte unterscheiden sich jedoch teilweise erheblich. Dazu gehört die z.B. die Verwendung von Bruttogeschoss- oder Energiebezugsfläche. Die Bruttogeschossfläche erlaubt eine Abschätzung der beheizten Flächen für Haushalte und Dienstleistungen. Die Energiebezugsfläche nur eine Abschätzung im Bereich Haushalte.

Die Plausibilisierung der Energieträger wird wo möglich vorgenommen. In den einzelnen Kantonen bestehen aber unterschiedliche Datengrundlagen, so dass eine Plausibilisierung nicht immer im gleichen Masse möglich ist. Zum Beispiel ist eine zentral geführte Feuerungskontrolle nur in zwei der vier vorgestellten Kantone vorhanden.

Die Vielfältigkeit der beschriebenen Arbeitsschritte bietet den anderen Kantonen nun die Möglichkeit, unter Berücksichtigung der ihnen zur Verfügung stehenden Datengrundlagen, eine ihnen entsprechende Methode zur Erhebung von Energiebedarf und CO₂-Emissionen durchzuführen.

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Ergebnisse Kantone BL/BS	4
Tabelle 2:	Ergebnisse Kanton Bern	6
Tabelle 3:	Ergebnisse Kanton Luzern	9
Tabelle 4:	Ergebnisse Kanton St. Gallen	12
Tabelle 5:	Übersicht Methodenkatalog.....	18
Tabelle 6:	Aufteilung der Gebäudekategorien (GKAT) gemäss GWR und Auswertung Gebäudetypen (nach BL/BS)	20
Tabelle 7:	SG – Nutzungsklassen.....	20
Tabelle 8:	Aufteilung der Baujahre in Bauperioden im GWR.....	22
Tabelle 9:	Aufteilung der Energieträger gemäss GWR.....	23
Tabelle 10:	Datensätze zur Plausibilisierung der Energieträger (GENHZ) im GWR	24
Tabelle 11:	Verwendete Objekte GEAK.....	26
Tabelle 12:	BE – Energiekennzahl Warmwasser [kWh/m ² *a].....	30
Tabelle 13:	LU – Grundlage Warmwasserberechnung (kWh/a)	31
Tabelle 14:	Beispiel einer Auswertungstabelle eines Gebäudes (Kt. SG)	32
Tabelle 15:	Emissionsfaktoren der fossilen Brenn- und Treibstoffe des Treibhausgasinventars 2013 (Quelle: BAFU)	34
Tabelle 16:	Belastbarkeit: Einbezug Substitutionsmassnahmen	36
Tabelle 17:	Belastbarkeit: Einbezug verbrauchsbasierter Kennzahlen.....	36
Tabelle 18:	Belastbarkeit: Berücksichtigung der CO ₂ -relevanten Sanierungen	37
Tabelle 19:	Qualität der Abschätzung zur beheizten Wohnfläche	37
Tabelle 20:	Aufwand	37
Tabelle 21:	Vergleich Datenqualität und Aufwand.....	38
Tabelle 22:	Verwendete Datenbanken Methode BL/BS (Quelle [6]).....	42
Tabelle 23:	Relevante Datenbanken Methode BL/BS (Quelle [6]).....	43
Tabelle 24:	BE – Datengrundlagen (Quelle [2]).....	44
Tabelle 25:	BE – Energiekennzahlen in kWh/m ² EBF (Zeitstand 2014)	44
Tabelle 26:	Kategorisierung der Gebäude in Einfamilienhaus (EFH) und Mehrfamilienhaus (MFH) für die Anwendung der GEAK-Kennzahl.....	45
Tabelle 27:	LU – Energiekennzahlen nach Gebäudekategorie und Baujahr	46
Tabelle 28:	Datenquellen Methode St. Gallen (Quelle [8])	47
Tabelle 29:	Inputdaten für Methode St. Gallen (Quelle [8])	47

Referenzierte Dokumente

- [1] A. Schmid (2013): EnergyGis des Kantons St. Gallen, Energieagentur St. Gallen, Präsentation.
- [2] Amt für Umweltkoordination und Energie (2012): Berechnung Energiebedarf im Kanton Bern, *geo7* AG.
- [3] Amt für Umweltkoordination und Energie (2014): Energiebedarfsberechnung Kanton Bern, Aktualisierung 2014. Methodenevaluation, Aufbereitung 1980 und 2014.
- [4] Amt für Umweltkoordination und Energie (2014): Energiebedarfsdaten Wohnen und Betriebe Kanton Bern. Datengewinnung, Verfügbarkeit, Bezug; *geo7* AG.
- [5] Baudepartement Kt. St. Gallen (2015): Energiedaten im Kanton St. Gallen, Präsentation.
- [6] Füssler, J. & Herren, M. (2011): Kantonale Energiestatistiken. Erhebungskonzept und Methodik. Kantone Basel-Landschaft und Basel-Stadt Schlussbericht aus Projektphase 2.
- [7] Füssler, J. & Herren, M. (2011): Verknüpfung Energierrelevanter kantonaler Datenbanken. Resultate des Pilotversuchs. Kantone Basel-Landschaft und Basel-Stadt Schlussbericht aus Projektphase 2.
- [8] Füssler, J., Herren, M. & Kessler, S. (2012): Energie im Kanton St.Gallen. Leitfaden zur Erhebung und Berechnung energierelevanter Daten.
- [9] Kanton Luzern: Energiespiegel, Methodik und Diskussion, (7. August 2015)
- [10] M. Knöri (2016): Integration des Gebäudeparkmodells in die Energiedatenbank. Das Zusammenwirken der verschiedenen Teile der Energiedatenbank wird erläutert.
- [11] M. Kulawik, P. Bucher: Gebäudeheizenergiebedarf, Methodik zur Schätzung des Heizenergiebedarfs der Wohngebäude mittels kantonalem Gebäude- und Wohnungsregister (1. Mai 2013).
- [12] SIA 380/1 (2009): Thermische Energie im Hochbau.
- [13] Statistisches Amt des Kantons Basel-Stadt. (2015): Energiestatistik Kanton Basel-Stadt. Ergebnisbericht.
- [14] BFS (2015): Eidgenössisches Gebäude- und Wohnungsregister, Merkmalskatalog Version 3.7, Stand 2015.
- [15] BAFU (2016): CO₂-Emissionsfaktoren des Treibhausgasinventars der Schweiz, Faktenblatt, Referenz P033-1147.

Anhang A Kantone Basel-Landschaft und Basel-Stadt

Tabelle 22: Verwendete Datenbanken Methode BL/BS (Quelle [6])

ÜBERSICHT VERWENDETE DATENBANKEN				
Erhebung	Akteure	Datenbank	Merkmale	Zweck
Auswertung Datenbanken der Ämter	STA BL	GWR BL (Vorgabe BFS)	EGID, BGF, Energieträger, Gebäude-daten	Auftrag BFS Methode HEL und Holz
	STA BS	GWR BS	EGID, BGF, Energieträger, Gebäude-daten	Auftrag BFS Methode HEL und Holz
	LHA	Feuerungs-DB (FE-KO/LISA)	Leistung, Energieträger, Prozesswärme, Kesselalter	Vollzug Feuerungskontrolle Methode HEL/Holz
	AUE BS	Feuerungs-DB	Leistung, Energieträger, Prozesswärme, Kesselalter	Vollz. Feuerungskont. Methode HEL/Holz Erfassung Erneuerbare
	AUE BS	Förderdatenbank BS	Anzahl und Spezifikationen der Anlagen	Vollzug Förderung Erfassung Erneuerbare
	AUE BL	Förderdatenbank BL	Anzahl und Spezifikationen der Anlagen	Vollzug Förderung Erfassung Erneuerbare
	HBA	HBA Datenbank	Daten zu Erneuerbaren, Deponie- und Klärgas	Kantonale Verwaltung Erfassung Erneuerbare
	IWB	IWB Datenbank	Gas- und Elektrizitätsverbräuche, Fernwärme	Administration IWB Methode HEL Verbräuche: Gas, Elektrizität, Fernwärme, Erneuerbare. Produktion: Elektrizität
Erhebung bei EWs und Energielieferanten	EBL		Elektrizitätsverbräuche	Anlagenadministration
	EBM		Elektrizitätsverbräuche	Erhebung/Schätzung von Produktion, Umwandlungsverluste und Verbrauch von Elektrizität/Wärme diverser Energieträger.
	GASAG		Gasverbräuche	
	GLT		Gasverbräuche	
Erhebungen bei Anlagenbetreibern	Diverse Datenlieferanten Einzelanlagen	Betriebseigene Datenbanken zu Produktion/Verbrauch von Elektrizität und Wärme.	Daten Fern-, Nahwärmeeanlagen, Flüssiggaslager, Deponie-, Bio-, Flüssiggasanlagen, Feuerungen Industrie, Anlagen mit Umweltwärme, WKK, BHKW	
Erhebungen bei anderen Akteuren	Gebäudeversicherung	Feuerungsdatenbank Kaminfeger		Vollzug Gebäudevers.

Tabelle 23: Relevante Datenbanken Methode BL/BS (Quelle [6])

RELEVANTE DATENBANKEN UND VERZEICHNISSE DER KANT. ÄMTER		
Amtsstelle	Tool	Beschreibung/Verwendung/Kommentare
AUE BS	Energyplus	› Unterstützung des Vollzugs Förderprogramm. Daten zur Förderung und zur Energiewirkung. Für BS speziell entwickelte Lösung.
	Gemdat, Teil Feuerungsdatenbank	› Daten zur Feuerungskontrolle BS und Baubewilligungsverfahren, mit Vollzugsunterstützung › Relevant für neue HEL-Methode
STA BS	Kantonales Gebäude- und Wohnungsregister	› Auftrag des Bundes (BFS) › Relevant für neue HEL-Methode
LHA	Betriebsdatenbank LISA	› Bewirtschaftung des Vollzugs im Bereich industriellen Anlagen. Inkl. Vollzugsunterstützung (Pendenzen, Korrespondenz, etc.). Oracle.
	Feuerungsdatenbank (FEKO)	› Daten zur Feuerungskontrolle BL. › Relevant für neue HEL-Methode
AUE BL	Energieförderdatenbank	› Verwaltung der Daten vom kantonalen Förderprogramm. Datenquelle für das Reporting an BFE. Access-basiert. › Datenquelle erneuerbare Energien
	Bauinspektoratstool (FS-Tool)	› Baubewilligungen
	Kennzahlen Baubewilligungen in Excel-Dateien	› Beinhaltet energierelevante Kennzahlen aus dem FS-Tool. › Datenquelle erneuerbare Energien, BHKWs
	Fernwärmeverbundkataster	› Teilweise Angaben zu Leistung und Verbrauch vorhanden
STA BL	Datenmodell auf Access-Basis für Energiestatistik	› Hauptdatenbank Energiestatistik › Ermöglicht Datenerhebung, -ablage und -auswertungen › Daten von anderen Ämtern (z.B. Feuerungen) werden importiert
	Kantonales Gebäude- und Wohnungsregister	› Relevant für neue HEL-Methode

Anhang B Kanton Bern

Tabelle 24: BE – Datengrundlagen (Quelle [2])

Datensatz	Datenherr	Inhalt	Verwendung
GWR	BFS	Eidgenössisches Gebäude und Wohnregister	Gebäudespezifische Angaben, georeferenziert als Punkt, Wohnfläche, Energieträger Heizen und Warmwasser
Feuerungskontrolle	beco	Angaben aus der Feuerungskontrolle des Kantons Bern	Aktueller Energieträger Feuerungen
GRUDA	AGI	Zentrale Grundstückdatenbank des Kantons Bern	Georeferenzierung der Daten zur Feuerungskontrolle
GEAK	AUE	Gebäudeenergieausweis der Kantone	Am Objekt bestimmte Energieeffizienz der Gebäudehülle. Gewinnung der aktuellen Kennwerte für den Energiebedarf Heizen.
BZ	BFS	Eidgenössische Betriebszählung	Zahl der Vollzeitäquivalente nach Branchencode und Sektor
EvID	BFE	Energieverbrauch in Dienstleistung und Industrie	Aktueller Energieverbrauch (thermisch, elektrisch)nach Branchencode
AVR_BOF	AGI	Gebäudepolygone mit EGID	Geokodierung Förderdaten
Förderdaten	AUE	Georeferenzierte Holzfeuerungen und Solarthermie-Anlagen	Plausibilisierung der Angaben zum Energieträger im GWR
SIA Norm 380.1	SIA	Kennzahl zum Energiebedarf Warmwasser in Abhängigkeit von der Wohnfläche	Berechnung Energiebedarf Warmwasser

Tabelle 25: BE – Energiekennzahlen in kWh/m² EBF (Zeitstand 2014)

Gebäudekategorie/Baujahr	EFH	MFH
Unbekannt	138	110
vor 1919	164	118
1919-1945	158	126
1946-1960	174	128
1961-1970	158	117
1971-1980	127	101
1981-1985	102	91
1986-1990	91	80
1991-1995	80	70
1996-2000	72	60
2001-2005	65	50
2006-2010	55	40
2011-2015	48	40
nach 2015	-	-

Tabelle 26: Kategorisierung der Gebäude in Einfamilienhaus (EFH) und Mehrfamilienhaus (MFH) für die Anwendung der GEAK-Kennzahl

Bedingung	Merkmal	Anwendung GEAK-Kennzahl für
wenn	GKAT = 1021 (Einfamilienhaus, ohne Nebennutzung)	EFH
sonst wenn	GKAT = 1025 (Mehrfamilienhaus, ohne Nebennutzung)	MFH
sonst wenn	GANZWHG = 1	EFH
sonst	GANZWHG > 1	MFH

Anhang C Kanton Luzern

Tabelle 27: LU – Energiekennzahlen nach Gebäudekategorie und Baujahr

Geb.Kategorie	Einfamilienhaus (EFH)	Mehrfamilienhaus (MFH)	Wohnhaus m. Nebennutzung	Mit teilweiser Wohnnutzung	Sanierungseffekt Sanierungsjahr E_s
Baujahr	1021	1025	1030	1040	
Vor 1919	150	140	140	150	1.00
1919-1945	175	155	155	175	1.00
1946-1960	150	140	140	150	1.00
1961-1970	150	135	135	150	1.00
1971-1980	140	130	130	140	1.00
1981-1985	125	115	115	125	1.00
1986-1990	120	100	100	120	1.00
1991-1995	115	95	95	115	0.95
1996-2000	110	80	80	110	0.90
2001-2005	105	80	80	105	0.80
2006-2010	90	65	65	90	0.80
2011-2015	55	35	35	55	0.70

Anhang D Kanton St. Gallen

Tabelle 28: Datenquellen Methode St. Gallen (Quelle [8])

DATENQUELLEN ENERGYGIS		
Datenbank	Merkmal	Ausprägung
Gebäude- und Wohnregister (GWR)	Gebäudegeometrie	Stockwerke
	Energieträger (nur für Wohngebäude)	Heizöl, Erdgas, Holz, Fernwärme, Elektrospeicher, Wärmepumpe, etc.
	Bauperiode	Jahrgang des Gebäudes
Amtliche Vermessung (AV), Vermessungsdaten	Gebäudeflächen	Gebäudegrundrissflächen
Gebäudeversicherungsanstalt (GVA)	Gebäudevolumen	Gebäudevolumen
	Gebäudenutzung	Nutzungsklasse
Einwohnerregister	Bewohner	Anzahl Bewohner pro Gebäude
Stadt St. Gallen, eigene Messungen	Energiebedarf	Spezifischer Nutzenergiebedarf pro Gebäudebruttogeschossfläche, Bauperiode und Nutzungsklasse

Tabelle 29: Inputdaten für Methode St. Gallen (Quelle [8])

INPUTDATEN FÜR NUTZENERGIEVERBRAUCH WÄRME WOHNGBÄUDE					
Merkmal	Ausprägung	Einheit	Aggregation	Datenqualität	Quelle
Spezifischer Nutzenergieverbrauch pro Bruttogeschossfläche	Gebäudealter Gebäudetyp (Nutzungsart)	kWh/m ²	Kanton	Gut	AFU Stadt St. Gallen
Gebäudegeometrie	Anzahl Stockwerke	Anzahl	Gebäudescharf	Mittel (Daten teilweise aus Jahr 2000)	GWR
	Gebäudegrundrissfläche	m ²	Gebäudescharf	Gut	Amtliche Vermessung
	Gebäudevolumen	m ³	Gebäudescharf	Gut	Gebäudeversicherungsanstalt (GVA)
Typ Energieträger	HEL, Öl, Holz, Wärmepumpe, Elektrospeicher, Sonnenkollektor, Fernwärme		Gebäudescharf	Schlecht (Daten aus Jahr 2000)	GWR
Spezifischer Nutzenergieverbrauch für Warmwasser pro Einwohner	Jährlicher Energieverbrauch für Warmwasser pro Kopf	kWh	Kanton	Mittel (Durchschnitt)	Stadt SG, Plausibilisierung durch kantonales AFU
Einwohnerzahl	Anzahl Bewohner pro Gebäude	Anzahl	Gebäudescharf	Gut	Einwohnerregister SG
OUTPUT					
Nutzenergieverbrauch gemäss Energieträger GWR	Nutzenergieverbrauch Wohngebäude	kWh	Nach Gemeinde und Nutzergruppe	Mittel	EnergyGIS