



# WIRKUNG DER KLIMA- UND ENERGIEPOLITIK

IN DEN KANTONEN 2016–2020, SEKTOR GEBÄUDE



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

**Bundesamt für Energie BFE**  
**Bundesamt für Umwelt BAFU**

# INHALT

<b>ZUSAMMENFASSUNG</b> .....	<b>3</b>
Ausgangslage und Inhalt .....	3
Methodisches Vorgehen .....	3
CO <sub>2</sub> -Emissionen und Energieverbrauch im Gebäudebereich .....	3
Fazit und Ausblick .....	3
<b>1 EINLEITUNG</b> .....	<b>5</b>
Ausgangslage .....	5
Über diesen Bericht .....	5
<b>2 KANTONALE KLIMA- UND ENERGIEPOLITIK</b> .....	<b>7</b>
<b>3 METHODEN DER BERICHTERSTATTUNG</b> .....	<b>9</b>
3.1 Herausforderungen bei der Datengrundlage .....	9
3.2 Standardmethode von Ecospeed Immo/TEP Energy .....	12
3.2.1 Gebäudeparkmodell .....	12
3.2.2 Weiterentwicklungen .....	12
3.2.3 Unsicherheiten .....	13
3.3 Hinweise zu Kantonen mit eigener Methodik .....	13
<b>4 RESULTATE DER BERICHTERSTATTUNG</b> .....	<b>15</b>
4.1 Detaillierte Resultate der Standardmethode .....	15
4.2 Kantonale CO <sub>2</sub> -Emissionen und Energieverbrauch .....	18
4.3 Spezifische Emissions- und Verbrauchswerte .....	20
4.4 Beurteilung der Wirkung kantonaler Klima- und Energiepolitik .....	22
4.4.1 Bestehende Grundlagen zur Wirkungsabschätzung .....	23
4.4.2 Vorschriften zum Heizungsersatz .....	24
4.4.3 Fazit der Wirkungsanalyse .....	25
<b>5 FAZIT</b> .....	<b>27</b>
CO <sub>2</sub> -Emissionen und Energieverbrauch im Gebäudebereich .....	27
Andere Projekte im Bereich CO <sub>2</sub> -Emissionen im Gebäudebereich .....	27
Ausblick zur Berichterstattung .....	27
<b>6 ANHANG</b> .....	<b>29</b>
Anhang A1: Literatur .....	29
Anhang A2: Bildverzeichnis .....	30
Anhang A3: Datengrundlagen zu den Abbildungen .....	31
<b>7 IMPRESSUM</b> .....	<b>32</b>

# ZUSAMMENFASSUNG

## AUSGANGSLAGE UND INHALT

Sowohl das nationale CO<sub>2</sub>-Gesetz als auch das nationale Energiegesetz fordern eine Berichterstattung über die Massnahmen, welche die Kantone im Gebäudebereich im Rahmen ihrer Klima- und Energiepolitik umsetzen. Seit 2018 publizieren das Bundesamt für Umwelt (BAFU) und das Bundesamt für Energie (BFE) basierend auf einer zweijährlichen Datenlieferung der Kantone über die CO<sub>2</sub>-Emissionen aus Gebäuden auf ihrem Kantonsgebiet den vorliegenden Bericht. Zusammen mit dem jährlich erscheinenden Bericht «Stand der Energie- und Klimapolitik in den Kantonen» und den Jahresberichten zum Gebäudeprogramm erfüllen diese die Berichterstattungspflicht des CO<sub>2</sub>- und Energiegesetzes. Der vorliegende Bericht «Wirkung der Klima- und Energiepolitik in den Kantonen 2016–2020, Sektor Gebäude» enthält eine Zeitreihe zu den CO<sub>2</sub>-Emissionen und zum Energieverbrauch im Gebäudebereich in den Kantonen von 2016–2020 und eine Wirkungsabschätzung der klima- und energiepolitischen Massnahmen über diese Zeitperiode. Der Bericht trägt zu einem verbesserten Verständnis und Monitoring der Wirkung der kantonalen Klima- und Energiepolitik bei.

## METHODISCHES VORGEHEN

Als Untersuchungsgegenstand werden die CO<sub>2</sub>-Emissionen und der Energieverbrauch der Wohn- und Dienstleistungsgebäude, unter Ausschluss der Industrie- und Landwirtschaftsgebäude, betrachtet. Die Systemgrenzen für die Emissionen und den Endenergieverbrauch orientieren sich am nationalen Treibhausgasinventar. Grundsätzlich basieren die Abschätzungen der CO<sub>2</sub>-Emissionen und des Energieverbrauchs im Gebäudebereich auf dem Gebäude- und Wohnungsregister (GWR), Umfragen zu den Energieträgeranteilen und geschätzten Energiekennzahlen. Sechs Kantone haben individuelle Methoden angewandt, die weiteren 20 Kantone haben für die Berichterstattung mit ECOSPEED Immo und TEP Energy eine Standardmethode entwickelt. Diese Standardmethode beinhaltet Daten des GWR ergänzt mit weiteren Daten aus der Gebäude- und Wohnungsstatistik (GWS), dem 3D-Modell von Swisstopo und Erhebungen bei Gebäudeeigentümern zu Sanierungstätigkeiten und Energieträgern. Die Verknüpfung der Datenbestände und die Modellierung der Energiekennzahlen wurden mit dem Gebäudeparkmodell von TEP Energy durchgeführt. Dazu existiert ein separater Bericht, der diese Methodik im Detail beschreibt (TEP Energy 2021, TEP Energy 2022).

## CO<sub>2</sub>-EMISSIONEN UND ENERGIE-VERBRAUCH IM GEBÄUDEBEREICH

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen und der Energieverbrauch im Gebäudebereich der Jahre 2016 bis 2020 sind plausibel. Aufgrund der konsequenten Anwendung der Systemgrenzen sind die Resultate der CO<sub>2</sub>-Emissionen – trotz unterschiedlichen Methoden der Kantone – mit den nationalen Statistiken vergleichbar. Die Summe der rapportierten kantonalen CO<sub>2</sub>-Emissionen aus dem Gebäudebereich im Jahr 2020 entspricht mit 10,9 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> ungefähr dem nationalen Wert gemäss Treibhausgasinventar von 10,4 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>. Über die fünf Jahre 2016 bis 2020 weichen die Summen der kantonalen CO<sub>2</sub>-Emissionen höchstens 4,5 Prozent von den nationalen ab. Abgesehen von einer Ausnahme sanken die CO<sub>2</sub>-Emissionen und der Energieverbrauch über die fünf Jahre in jedem Kanton. Ein Teil der erzielten Reduktion ist auf den im Jahr 2020 im Vergleich zu 2016 milderen Winter zurückzuführen. Bestehende Grundlagen und die hier vorgestellte Wirkungsanalyse belegen zudem den wichtigen Beitrag von Fördermassnahmen und kantonalen Klima- und Energievorschriften zu diesen Reduktionen. Insbesondere mit Einführung von Vorschriften zum Wärmeerzeugerersatz in bestehenden Bauten können die bereits erzielten jährlichen Reduktionen der CO<sub>2</sub>-Emissionen in betroffenen Kantonen rund verdoppelt werden. Damit sind diese Vorschriften eine wirkungsvolle Ergänzung der bereits langjährig bewährten Fördermassnahmen.

## FAZIT UND AUSBLICK

Seit der letzten Berichterstattung im Jahr 2020 konnten Fortschritte in der Berichterstattung erzielt werden. Die Standardmethodik von ECOSPEED und TEP Energy wurde durch die Berücksichtigung von kantonsspezifischen Daten, weiterer Statistiken und Umfragen bei den Gebäudeeigentümern weiterentwickelt. Weitere Anstrengungen zur Verbesserung der Datengrundlagen, insbesondere die Aktualisierung und Erweiterung des Gebäude- und Wohnungsregisters und die Erhöhung der Qualität und Aktualität der verwendeten kantonalen Energiekennzahlen, sind aber nach wie vor wichtig und notwendig, um in Zukunft robustere Zahlen zur Erfolgskontrolle und Steuerung der Klima- und Energiepolitik im Gebäudebereich bereitzustellen.



# 1 EINLEITUNG

## AUSGANGSLAGE

Der Gebäudebereich ist ein zentraler Schwerpunkt der kantonalen Aktivitäten in der Klima- und Energiepolitik. Gemäss Bundesverfassung sind für die Energiepolitik im Gebäudebereich vor allem die Kantone zuständig (Artikel 89, Absatz 4 der Bundesverfassung). Artikel 45 im eidgenössischen Energiegesetz präzisiert für den Gebäudebereich, welche Vorschriften die Kantone insbesondere zu erlassen haben.

Sowohl das CO<sub>2</sub>-Gesetz als auch das Energiegesetz fordern eine Berichterstattung über die Massnahmen, welche die Kantone im Gebäudebereich im Rahmen ihrer Klima- und Energiepolitik umsetzen. Der Artikel 9 des CO<sub>2</sub>-Gesetzes hält fest, dass die Kantone für die Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen aus Gebäuden verantwortlich sind und dem Bund darüber Bericht erstatten. Artikel 16 in der CO<sub>2</sub>-Verordnung präzisiert dies: Eine regelmässige Berichterstattung soll Angaben zu den getroffenen und geplanten CO<sub>2</sub>-wirksamen Massnahmen und deren Wirkung sowie zur Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen aus Gebäuden auf Kantonsgebiet liefern. Artikel 55 des eidgenössischen Energiegesetzes verlangt, dass der Bund regelmässig untersucht, inwieweit die Massnahmen des Gesetzes zur Erreichung der energiepolitischen Ziele beitragen. Darunter fallen auch die an die Kantone delegierten Massnahmen (Artikel 45 des Energiegesetzes) und die Globalbeiträge für Fördermassnahmen (Artikel 52 des Energiegesetzes und Artikel 34 des CO<sub>2</sub>-Gesetzes).

## ÜBER DIESEN BERICHT

Seit 2018 wird die Berichterstattung der Kantone an das Bundesamt für Umwelt (BAFU) mit der bereits bestehenden Berichterstattung im Rahmen des Energiegesetzes koordiniert. Alle zwei Jahre liefern die Kantone Daten über die CO<sub>2</sub>-Emissionen aus Gebäuden auf ihrem Kantonsgebiet. Das BAFU und das Bundesamt für Energie (BFE) publizieren basierend darauf den vorlie-

genden Bericht «Wirkung der Klima- und Energiepolitik in den Kantonen 2016–2020». Zusammen mit dem jährlich erscheinenden Bericht «Stand der Energie- und Klimapolitik in den Kantonen» (BFE und BAFU 2022) und den Jahresberichten zum Gebäudeprogramm (Das Gebäudeprogramm 2022) erfüllen diese die Berichterstattungspflicht des CO<sub>2</sub>- und Energiegesetzes.

Der vorliegende Bericht «Wirkung der Klima- und Energiepolitik in den Kantonen 2016–2020, Sektor Gebäude» enthält eine Zeitreihe zu den kantonalen CO<sub>2</sub>-Emissionen und Energieverbräuchen im Gebäudebereich. Ziel ist eine Dokumentation der kantonalen Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen und des Energieverbrauchs im Gebäudebereich, welche mit einer quantitativ abgeschätzten Wirkung ergänzt und verglichen werden kann. Dadurch soll der Bericht ein verbessertes Verständnis der Wirkung der kantonalen Klima- und Energiepolitik ermöglichen und so Beiträge für die zukünftige Gestaltung der Klima- und Energiepolitik im Gebäudebereich liefern.

Die Daten zu den CO<sub>2</sub>-Emissionen und zum Energieverbrauch beziehen sich auf Wohn- und Dienstleistungsgebäude, unter Ausschluss der Industrie- und Landwirtschaftsgebäude. Die Definition der Systemgrenzen für die Emissionen und den Endenergieverbrauch orientiert sich am nationalen Treibhausgasinventar. Die Emissionen werden dort ausgewiesen, wo sie anfallen. Entsprechend werden Emissionen aus der Strom- und Fernwärmeherstellung nicht den Gebäuden angerechnet. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen und der Energieverbrauch werden im Wesentlichen von der Struktur des Gebäudeparks, den verwendeten Energieträgern, der Energiekennzahl (EKZ), der Witterung und dem Nutzerverhalten beeinflusst.

Jeder Kanton erhielt die Möglichkeit, zum vorliegenden Bericht Rückmeldung zu geben. Allen involvierten Kantonsvertretern sei hier ein Dank für ihr Engagement ausgesprochen.



# 2 KANTONALE KLIMA- UND ENERGIEPOLITIK

Die Kantone sind in vielen klima- und energiepolitischen Bereichen involviert und aktiv: In Klima- und Energievorschriften im Gebäudebereich, in der Energieversorgung, der Richtplanung, in Förderprogramme für Energieeffizienz und erneuerbare Energien, in Zielvereinbarungen mit Grossverbrauchern, in Massnahmen für eine nachhaltigere Mobilität, der Wahrnehmung ihrer Vorbildfunktion etc. Die meisten Kantone weisen zudem Strategien, Konzepte, Leitlinien oder Planungsberichte zur Klima- und Energiepolitik des Kantons mit konkreten Zielsetzungen und Massnahmenplänen auf. Weitergehende Informationen zu den kantonalen Aktivitäten enthält der jährlich aktualisierte Bericht «Stand der Energie- und Klimapolitik in den Kantonen 2022» (BFE und BAFU 2022).

Zentrales Umsetzungsinstrument der Kantone sind die Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKE). Diese gehen zurück auf die Musterverordnung im Jahr 1992. Die Mustervorschriften sind ein breiter Katalog von Bestimmungen insbesondere im Gebäudebereich, die zu einer verstärkten rationalen Nutzung der Energie und einem verstärkten Einsatz erneuerbarer Energien führen sollen. Die MuKE sind eine Empfehlung der Kantone an sich selbst, welche Bestimmungen in die kantonalen Energiegesetze übernommen werden sollen. Schlussendlich trifft jeder Kanton alleine die Entscheidung, wie er sein Energiegesetz ausgestaltet. Dank der MuKE ist jedoch eine weitgehende Harmonisierung der Bestimmungen gelungen. Zentrale Grundlagen der heutigen Klima- und Energiepolitik im

Gebäudebereich in den Kantonen sind die MuKE 2008 (EnDK 2008) und die MuKE 2014 (EnDK 2015):

- Die MuKE 2008 wurden am 4. April 2008 anlässlich der Konferenz der kantonalen Energiedirektoren (EnDK) verabschiedet (EnDK 2008). In ihren zentralen Bausteinen wurden die MuKE 2008 von fast allen Kantonen übernommen. Dies betrifft insbesondere die wichtigen Teile des Basismoduls zu Wärmeschutzanforderungen und zum Höchstanteil für nicht erneuerbare Energien bei Neubauten.
- Die MuKE 2014 wurden am 9. Januar 2015 durch die EnDK verabschiedet (EnDK 2015). Diese Revision der MuKE enthält eine Verschärfung, indem im Neubaubereich das Konzept des «Nahezu-Null-Energiegebäudes» eingeführt wird und im Bereich der bestehenden Gebäude die CO<sub>2</sub>-Emissionen schrittweise gesenkt werden sollen. Beim Ersatz fossiler Heizsysteme muss in Zukunft zehn Prozent der bisher verbrauchten Energie durch den Einsatz erneuerbarer Energien oder durch Effizienzmassnahmen kompensiert werden.

Da 2020 der Bezugszeitpunkt der vorliegenden Berichterstattung ist, wird in Tabelle 1 eine Zusammenfassung zum Stand der Umsetzung der MuKE 2014 per Ende März 2020 gezeigt (BFE und BAFU 2020). Die aktuellen Informationen zur Umsetzung enthält der jährlich aktualisierte Bericht aus dem Jahr 2022 (BFE und BAFU 2022).

Regelung aus MuKE 2014	Umsetzung in den Kantonen	Anteil der Bevölkerung
Anforderungen und Nachweis winterlicher Wärmeschutz gemäss Artikel 1.7	25 Kantone*	99%
Nutzung der anfallenden Abwärme in Gebäuden (Basismodul, Art. 1.18)	26 Kantone*	100%
Anforderungen an die Deckung des Wärmebedarfes von Neubauten gemäss Artikel 1.22–1.25	11 Kantone*	32%
Eigenstromerzeugung bei Neubauten gemäss Artikel 1.26–1.28	7 Kantone*	22%
Erneuerbare Wärme beim Wärmeerzeugungsersatz gemäss Artikel 1.29–1.31	7 Kantone*	16%
Verbrauchsabhängige Heiz- und Warmwasserkostenabrechnung in bestehenden Gebäuden gemäss Modul 2	10 Kantone*	50%
Anforderungen für Grossverbraucher gemäss Artikel 1.44–1.46	24 Kantone*	94%
Gebäudeenergieausweis der Kantone (GEAK) gemäss Artikel 1.48	22 Kantone*	87%
GEAK-Anordnung für bestimmte Bauten gemäss Modul 9	7 Kantone*	41%
Heizen im Freien (Modul 3, Art. 3.1)	25 Kantone*	98%
Betriebsoptimierung gemäss Modul 8	2 Kantone	14%
Kantonale Energieplanung gemäss Modul 10 Artikel 10.1–10.3	18 Kantone*	89%

Tabelle 1: Stand der Umsetzung der MuKE 2014 per Ende März 2020 in den Kantonen («Stand der Energie- und Klimapolitik in den Kantonen 2020», BFE und BAFU 2020).  
\* teilweise mit inhaltlicher Abweichung gegenüber MuKE 2014





# 3 METHODEN DER BERICHTERSTATTUNG

Die Berechnung der kantonalen CO<sub>2</sub>-Emissionen und Energieverbräuche ist anspruchsvoll, da kantonale Datengrundlagen im Energiebereich oft nicht verfügbar sind. Eine Mehrheit der Kantone hat zur Erfüllung der Berichterstattungspflicht eine Standardmethode entwickelt in Zusammenarbeit mit ECOSPEED Immo und TEP Energy. Diese Standardmethode stützt sich einerseits auf verfügbare Datengrundlagen und ergänzt andererseits fehlende Daten mit einem Gebäudeparkmodell und Umfragen. Einige Kantone mit guter Datenverfügbarkeit, insbesondere bei Vorliegen von gemessenen Energieverbräuchen, nutzen eine eigene Methodik basierend auf diesen Daten. Tabelle 2 zeigt eine Übersicht der von den Kantonen angewandten Methoden.

Im Folgenden werden die wichtigsten Herausforderungen bei der Datengrundlage beschrieben. Danach folgen Informationen zur Standardmethode sowie Hinweise zu Kantonen mit eigener Methodik. Auf Grund der Herausforderungen bei der Datengrundlage und der Anwendung verschiedener Methoden ist bei der Interpretation und vor allem dem Vergleich der Daten zwischen einzelnen Kantonen stets Vorsicht geboten.

## 3.1 HERAUSFORDERUNGEN BEI DER DATENGRUNDLAGE

Für die vorliegende Berichterstattung sind insbesondere Datensätze zu Gebäude- resp. Energiebezugsflächen (EBF), Heizsystemen, Energieträgern, Heizungsersatzraten, Sanierungsaktivitäten und Energiekennzahlen relevant. Bis auf die Energiekennzahlen sind solche Informationen zwar grundsätzlich im Merkmalkatalog des Gebäude- und Wohnungsregisters (GWR) des Bundesamtes für Statistik (BFS) vorhanden, viele der Datensätze sind jedoch aus unterschiedlichen Gründen nur teilweise verfügbar oder nicht aktuell.

Das GWR wurde anhand der Daten der letzten Vollerhebung der Volkszählung 2000 erstellt. Ursprünglich wurden im GWR lediglich Gebäude mit Wohnnutzung erfasst. Seit 2018 wurde die Meldepflicht auf alle Gebäude ausgedehnt. Bestehende Gebäude ohne Wohnnutzung werden nachträglich im GWR erfasst. Diese Erweiterung des GWR läuft seit 2018 und sollte bis Ende 2022 weitgehend abgeschlossen werden. Dadurch werden die Gebäudeflächen sämtlicher Gebäude der Schweiz im GWR verfügbar sein.

Die Nachführung des GWR stützt sich auf Meldungen der kommunalen Bauämter zu allen bewilligungspflichtigen Bauvorhaben. Ein Wechsel des Energieträgers oder des Heizsystems wird im GWR nicht systematisch erfasst, da die Gesetzgebung im Energiebereich je nach Kanton und Gemeinde sehr unterschiedlich ist und Änderungen in vielen Fällen der zuständigen Behörde nicht gemeldet werden. Ähnlich ist es mit der Energiebezugsfläche und Angaben zu Sanierungen, welche grösstenteils nicht verfügbar sind. Um die Aktualität des Datenbestands im Energiebereich zu verbessern, zieht das BFS seit 2017 auch zusätzliche sekundäre Datenquellen bei, wie z.B. Feuerungskontrollen, kantonale Gebäudeenergieausweise (GEAK), Minergie-Zertifikate oder Daten der Gebäudeversicherungen.

Neu sind seit 1. April 2022 die im GWR erfassten Informationen zum Heizsystem öffentlich zugänglich ([www.housing-stat.ch/monitoringnrj](http://www.housing-stat.ch/monitoringnrj)). Schweizweit basieren aktuell ca. 50 Prozent der Informationen im GWR zu Heizenergieträgern im Bereich Wohnen auf Daten der Volkszählung 2000 (BFS, GWR Energie Monitoring). Mit Verweis auf eine Lebensdauer der Heizsysteme von 15 bis 25 Jahre ist davon auszugehen, dass die Heizsysteme seither zumindest teilweise ersetzt wurden und der Anteil fossiler Energiequellen (Heizöl) zum Heizen in Wohngebäuden im GWR überschätzt wird. Abbildung 1 visualisiert den Anteil Wohngebäude, welche mit Öl oder Gas beheizt werden, und den Anteil der Daten zu Heizenergieträgern in Wohngebäuden, welche aus der Volkszählung 2000 stammen, pro Gemeinde gemäss GWR. In den Daten sind pro Gemeinde alle Wohngebäude berücksichtigt, welche ein Heizsystem installiert haben. Wohngebäude ohne Heizsystem oder mit einer nicht definierten Energiequelle sind nicht enthalten. Auf Gemeindeebene schwankt gemäss aktuellem GWR-Datenbestand der Anteil Wohngebäude, welche mit Öl oder Gas beheizt werden, zwischen 0 und 97 Prozent. Der Anteil der Daten zu Heizenergieträgern in Wohngebäuden, welche aus der Volkszählung 2000 stammt, variiert auf Gemeindeebene zwischen 0 und 90 Prozent. Insbesondere in der Zentral-, Ost- und Südschweiz ist der Anteil Energieträger-Daten, welche aus der Volkszählung 2000 stammen, sehr hoch.

Langfristig wird angestrebt, die Informationen zu Energiebezugsfläche und Energieträgermix für die Berichterstattung über kantonale CO<sub>2</sub>-Emissionen aus dem Gebäudebereich direkt auf das GWR abzustützen. Da dies für die vorliegende Berichterstat-

	Individuelle kantonale Methoden			VS		GE	
	BL und BS	TG und SH	VS	VS	VS	VS	VS
<b>Angewendete Methodik zur Erhebung des Energieverbrauchs</b>	ECOSPEED Immo/TEP Energy	Individuelle kantonale Methoden	VS	VS	VS	VS	VS
	Hochrechnung EBF x EKZ	Realer Energieverbrauch für leitungsgebundene ET	Hochrechnung EBF x EKZ bei anderen ET, Interpolation des Wertes von 2019	Hochrechnung EBF x EKZ	realer Energieverbrauch	realer Energieverbrauch	realer Energieverbrauch
<b>Verwendete Datenquellen</b>	GWR, GWS, 3D-Modell von swisstopo, STATENT, Umfrage bei Gebäudeeigentümern, Hochrechnung über Gebäudeparkmodell von TEP-Energy. Validierung mit Energiestatistiken des BFE	GWR, Feko, Energieversorger, Baugesuche, Fördergesuche, Grossverbraucher, Wärmeverbünde	GWR, Feko, Energieversorger, Vermessung, GV, Feko, Fördergesuche, Minergie, GEAK, Grossverbraucher	GWR, amtl. Energieversorger, Feko, ECOSPEED, Feko, Energieversorger, Gebäudeschätzung, Swissolar (Markterhebung Sonnenenergie), Schweizerische Forststatistik, SCCER	GWR, ECOSPEED, Feko, Energieversorger, Gebäudeschätzung, Swissolar (Markterhebung Sonnenenergie), Schweizerische Forststatistik, SCCER	GWR, ECOSPEED, Feko, Energieversorger, Gebäudeschätzung, Swissolar (Markterhebung Sonnenenergie), Schweizerische Forststatistik, SCCER	Verkaufsdaten von Gas und Heizöl
<b>Ist die Systemgrenze der Gebäude eingehalten? (1)</b>	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
<b>Ist die Systemgrenze der Energieträger eingehalten? (1)</b>	Ja	Ja BL: Berichterstattung 2019/2020 nur für fossile Energieträger	Ja	Ja	Berichterstattung 2019/2020 nur für fossile Energieträger, CO <sub>2</sub> -Emissionen beinhalten Emissionen durch Strom und Fernwärme	Berichterstattung 2019/2020 nur für fossile Energieträger, CO <sub>2</sub> -Emissionen beinhalten Emissionen durch Strom und Fernwärme	Berichterstattung nur für fossile Energieträger
<b>Verwendete Fläche (2)</b>	EBF	EBF	EBF	EBF	EBF	EBF	EBF
<b>Verwendete Emissionsfaktoren (3)</b>	BAFU	BAFU	BAFU	BAFU	BAFU	BAFU	BAFU
<b>Sind die Resultate witterungsabhängig? (4)</b>	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
<b>Geschätzte Unsicherheit des Energieverbrauchs und der CO<sub>2</sub>-Emissionen</b>	15 Prozent	5 Prozent	15 Prozent	15 Prozent	20 Prozent im Jahr 2016, 10 Prozent in den Jahren 2016–2020	20 Prozent im Jahr 2016, 10 Prozent in den Jahren 2016–2020	klein

Tabelle 2: Von den Kantonen angewendete Methoden zur Erhebung der CO<sub>2</sub>-Emissionen und des Energieverbrauchs im Gebäudebereich.

Abkürzungen: EBF – Energiebezugsfläche; EKZ – Energiekennzahlen; ET – Energieträger; GWS – Gebäude- und Wohnungsstatistik; GWR – Gebäude- und Wohnungsregister; Feko – Feuerungskontrolle; GV – Gebäudeversicherung; SCCER – Swiss Competence Center for Energy Research; STATENT – Statistik der Unternehmensstruktur; GEAK – Gebäudeenergieausweis der Kantone.

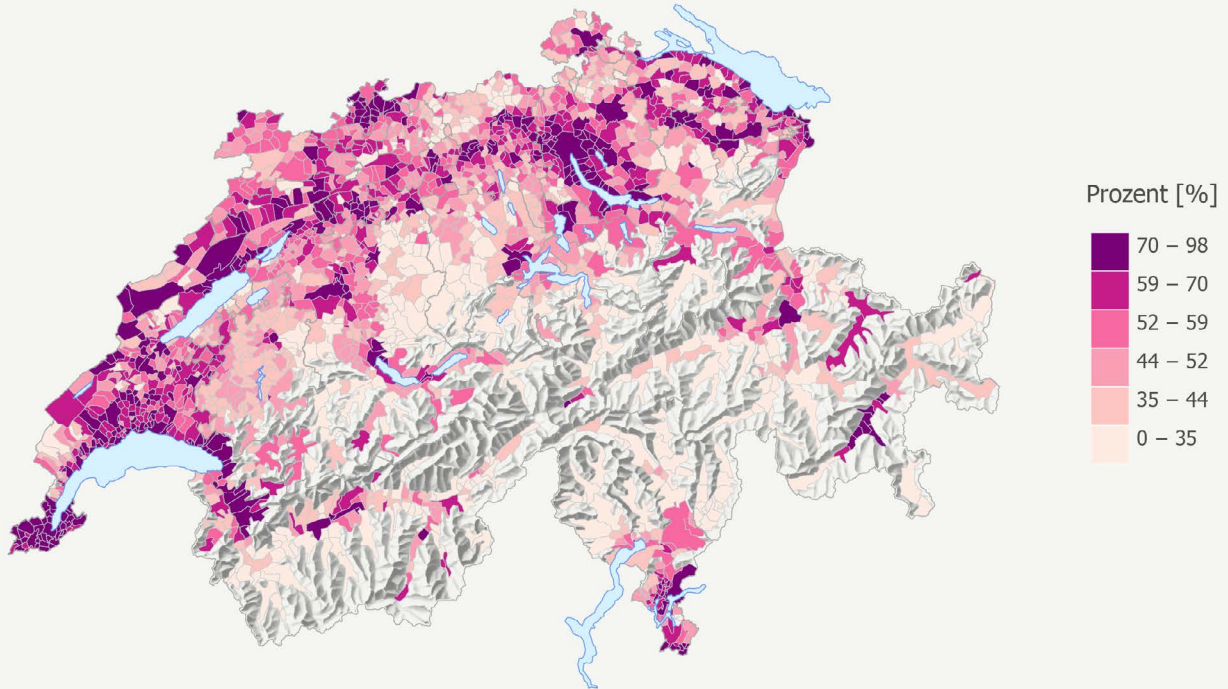
Bemerkungen: (1) Die Systemgrenzen des BAUFU sind in BAUFU 2020 im Anhang I ausführlich beschrieben.

(2) Die Energiebezugsfläche (EBF) ist die Summe aller ober- und unterirdischen Geschossflächen, die innerhalb der thermischen Gebäudehülle liegen und für die ein Beheizen oder Klimatisieren notwendig ist (SIA-Norm 380:2015). Die oben beschriebenen Methoden schätzen die Energiebezugsfläche grösstenteils auf der Basis statistisch vorhandener Flächenangaben ab. Beispielsweise leitet ECOSPEED Immo/TEP Energy die Energiebezugsfläche für Wohngebäude aus der Wohnfläche her unter Berücksichtigung des 3D-Modells von swisstopo.

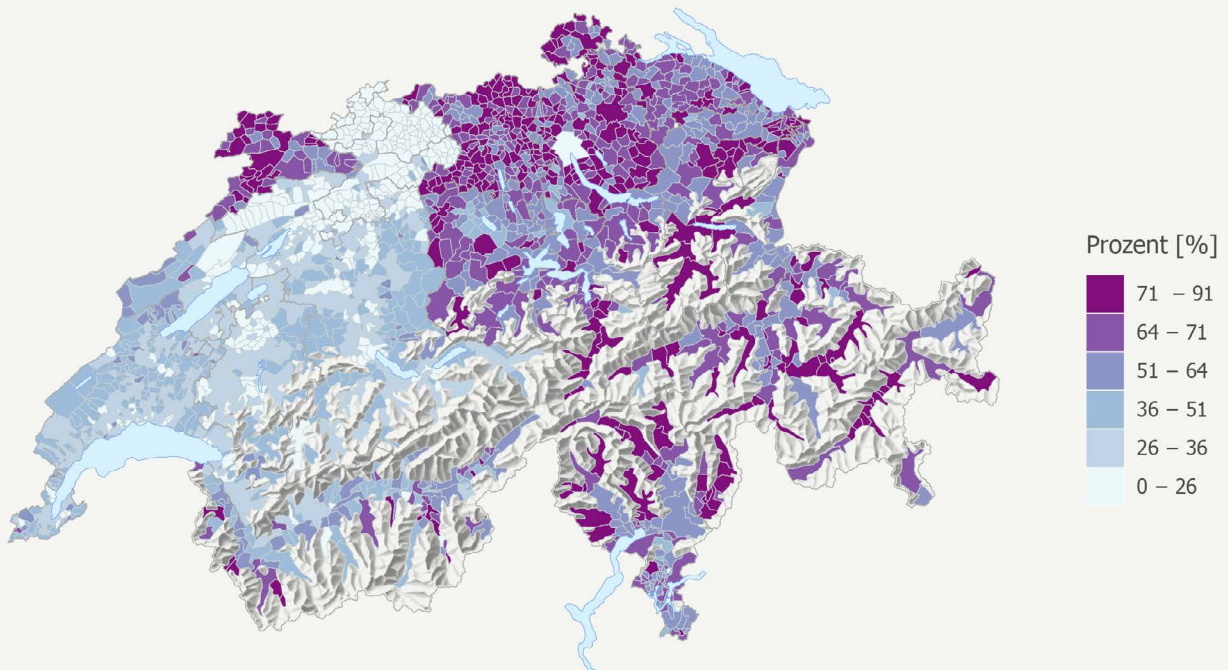
(3) Die vom BAUFU empfohlenen Emissionsfaktoren finden sich im Faktenblatt BAUFU 2018.

(4) «Witterungsabhängig» bedeutet, dass die Werte der CO<sub>2</sub>-Emissionen und des Energieverbrauchs mit der Witterung des betrachteten Jahres schwanken.

### Anteil Wohngebäude, welche mit Öl oder Gas beheizt werden, pro Gemeinde



### Anteil Daten aus der Volkszählung 2000 zu Heizenergieträgern in Wohngebäuden, pro Gemeinde



Daten: BFS GWR Energie Monitoring | Stand: 01.12.2022 | Geodaten: ThemKart BFS und swisstopo

Abbildung 1: Visualisierung der Daten zu Wohngebäuden des GWR Energie Monitoring Stand 01.12.2022 (BFS, GWR Energie Monitoring). Obere Karte: Anteil Wohngebäude, welche mit Öl oder Gas beheizt werden, pro Gemeinde gemäss GWR. Untere Karte: Anteil Daten zu Heizenergieträgern in Wohngebäuden aus der Volkszählung 2000 pro Gemeinde als Indikator für die Aktualität dieser Daten im GWR. Es ist davon auszugehen, dass die Heizsysteme seit der Volkszählung 2000 zumindest teilweise ersetzt wurden und der Anteil fossiler Energiequellen der Heizungen überschätzt wird. Bei der Interpretation der Daten ist deshalb Vorsicht geboten. Die Farbskalen sind so gewählt, dass in jedem Farbabschnitt gleich viele Datenpunkte vorkommen. Der Code zur Erstellung der Karte basiert auf <https://github.com/grssnbchr/thematic-maps-ggplot2> (CC-BY-SA).

tung noch nicht möglich war, werden diese Grössen in der Standardmethode durch statistische Modelle und Umfragen ergänzt. Seit dem 06.10.2022 publiziert das BFS wieder kantonale Statistiken zum Energiebereich (BFS, Gebäude- und Wohnungsstatistik (seit 2009)) basierend auf GWR-Daten. Informationen zur Datenquelle oder zum Aktualisierungsdatum der GWR-Daten bieten Aufschluss über deren Qualität. Wie erwähnt ist davon auszugehen, dass der Anteil Öl als Energieträger im GWR zur Zeit überschätzt wird.

Eine weitere zentrale Grösse zur Modellierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Gebäudebereich, welche aber im GWR nicht erfasst wird, ist die Energiekennzahl (spezifischer Energieverbrauch pro Fläche). Viele verschiedene Faktoren beeinflussen die Energiekennzahl: Nutzung des Gebäudes, Geometrie der Gebäudehülle, Wärmedämmung zum Erstellungszeitpunkt des Gebäudes, vergangene energetische Erneuerungen, Nutzungsgrade der Energieträger, Witterung, Klima, Nutzerverhalten, etc. Datengrundlagen, mit welchen der Einfluss dieser Faktoren berücksichtigt werden könnte, sind je nach Faktor aus unterschiedlichen Datenquellen verfügbar oder nur lückenhaft oder gar nicht vorhanden. Berechnungen von kantonalen CO<sub>2</sub>-Emissionen basierend auf Gebäudeparkmodellen sind deshalb stark abhängig von den getroffenen Annahmen und hinterlegten Datengrundlagen. Abweichungen zwischen modellierten und gemessenen Energieverbräuchen sind unumgänglich.

## 3.2 STANDARDMETHODE VON ECOSPEED IMMO/TEP ENERGY

### 3.2.1 Gebäudeparkmodell

20 Kantone verwenden für die Berichterstattung die Standardmethode von ECOSPEED Immo und dem Gebäudeparkmodell von TEP Energy (TEP Energy 2021, TEP Energy 2022). Die Standardmethode schätzt die kantonalen Energieverbräuche basierend auf einem Mengengerüst (Energiebezugsflächen der betrachteten Gebäude), Angaben zu Energieträgern und kantonsspezifischen Energiekennzahlen:

$$EV = EBF \times E\text{-Mix} \times EKZ$$

Die kantonalen CO<sub>2</sub>-Emissionen leiten sich dann über Emissionsfaktoren der Energieverbräuche her. Für die Berechnung der Energiebezugsflächen verwendet die Standardmethode ECOSPEED Immo/TEP Energy Daten aus dem GWR und das 3D-Modell von swisstopo (swissBUILDINGS3D 2.0). Für die Flächenberechnung der Dienstleistungsgebäude werden zusätzliche Statistiken und empirische Auswertungen beigezogen. In der Standardmethode beruht der hinterlegte Energieträger-Mix für Heizen und Warmwasser und die angenommenen Heizungsersatz- und Sanierungsraten mehrheitlich auf einer Stichprobenerhebung mittels Umfragen. Die so geschätzten Raten werden als Durchschnittswerte für 5- resp. 10-Jahresperioden angegeben. Für einzelne Kantone basiert der angenommene Energieträgermix auf dem GWR res-

pektive auf Analogieschlüssen zu anderen Kantonen. Das Gebäudeparkmodell liefert kantonale Energiekennzahlen für Heizen und Warmwasser differenziert nach Bauperiode, Gebäudekategorie und Energieträger für die Jahre 2016–2020. Die Energiekennzahlen werden in Anlehnung an SIA 380/1 berechnet. Im Gebäudeparkmodell von TEP Energy fliessen dazu verschiedene Datengrundlagen ein. Das Modell berücksichtigt technische Kennwerte, geometrische Verhältnisse gemäss dem 3D-Modell von swisstopo, den Einfluss kantonaler Vorschriften (MuKEn) auf U- und g-Werte, Erneuerungsaktivitäten gemäss Umfragen, Jahresnutzungsgrade der Energieträger, Belegungsstatus, sowie Klima- und Witterungsdaten. Auch der Energy Performance Gap wird berücksichtigt. Der Energy Performance Gap bildet Abweichungen zwischen dem realen Verhalten von Gebäuden resp. Nutzenden und den Berechnungsnormen ab. Weiterführende Informationen zur Standardmethodik können in TEP Energy 2021, ergänzt durch TEP Energy 2022, und BAFU 2021 (Kurzbeschreibung der Methodik vom BAFU) nachgelesen werden.

### 3.2.2 Weiterentwicklungen

Die Standardmethodik von ECOSPEED Immo und TEP Energy wurde für diese Berichterstattung weiterentwickelt. Für die 20 Kantone, welche mit dieser Methodik Bericht erstatten, sind folgende Änderungen zur letzten Berichterstattung zu berücksichtigen (TEP Energy 2021, TEP Energy 2022):

Das GWR befindet sich seit der letzten Berichterstattung in einer Aktualisierung und Erweiterung auf Nicht-Wohngebäude; die im Modell berücksichtigte Energiebezugsfläche für Nicht-Wohngebäude ist in der vorliegenden Berichterstattung entsprechend ca. 15 Prozent höher verglichen mit der letzten Berichterstattung. Die Energiebezugsfläche der Wohngebäude ist praktisch unverändert; einziger Ausreisser ist der Kanton Nidwalden, bei welchem sich seit der letzten Berichterstattung auch die im GWR abgebildete Wohn-Energiebezugsfläche vergrössert hat. Die Nicht-Wohn-Energiebezugsfläche des Dienstleistungssektors macht schweizweit etwa 20 Prozent der totalen Energiebezugsfläche aus. Die totale Energiebezugsfläche vergrössert sich dementsprechend um ca. drei Prozent gegenüber der letzten Berichterstattung.

Seit der letzten Berichterstattung wurde die Modellierung des Energieträgers, des Heizungsersatzes und der Sanierungsraten mit Stichprobenerhebungen durch Umfragen in 18 Kantonen (AG, AI, AR, BE, GL, GR, LU, NE, NW, OW, SG, SO, SZ, TI, UR, VS, ZG, ZH) empirisch besser abgestützt (TEP Energy 2021, TEP Energy 2022). Für einzelne Kantone, in welchen keine Umfragen durchgeführt wurden (FR, JU), basiert der angenommene Energieträgermix auf dem GWR (FR) respektive auf dem GWR und Analogieschlüssen zu anderen Kantonen (JU). Bei AI basiert die Schätzung für den Energieträger-Mix der Nicht-Wohngebäude auf dem GWR, und jene für die Wohngebäude auf den Umfragen (siehe auch Folie 17, TEP Energy 2022).

In der letzten Berichterstattung erfolgte die Schätzung der Energiekennzahl gebäudescharf basierend auf dem 3D-Modell von swisstopo und das Ergebnis wurde nach 19 Gebäudeklassen und 13 Bauperioden differenziert. Die Modellresultate der Energiekennzahl wiesen eine grosse Variabilität auf und waren in diesem Sinne nicht robust. Die Schätzung der Energiekennzahl erfolgt in der vorliegenden Berichterstattung deshalb auf aggregierter Ebene für grobe Gebäudekategorien und grobe Bauperioden (grobe Kohorten) (TEP Energy 2021). Im Vergleich zur letzten Berichterstattung liefert das Gebäudeparkmodell in der aktuellen Version stabile Modellresultate für die kantonalen Energiekennzahlen auf Ebene der groben Kohorten. Die angenommenen geometrischen Flächenverhältnisse ergeben sich vorliegend aus einem statistischen Modell basierend auf dem 3D-Modell von Swisstopo pro grober Kohorte. Neu berücksichtigt die Berechnung der Energiekennzahl auch den Anteil Zweitwohnungen in den Kantonen. Zudem kam es zu Anpassungen beim Energy Performance Gap, also der Art und Weise, wie Diskrepanzen zwischen den normativen und den tatsächlichen Energieverbräuchen abgebildet werden.

Diese Änderungen im Modell und den berücksichtigten Daten haben zur Folge, dass die neu geschätzten Energieverbräuche und CO<sub>2</sub>-Emissionen nicht mit denjenigen der letzten Berichterstattung vom Jahr 2020 übereinstimmen und nicht direkt mit diesen vergleichbar sind. Die Abweichungen sind teilweise beträchtlich (bis zu 25 Prozent), sowohl in die positive wie auch negative Richtung. Sie sind vor allem auf Änderungen im geschätzten Energieträger-Mix und die neu modellierten Energiekennzahlen zurückzuführen.

Damit die Zeitreihen der Energieverbräuche und CO<sub>2</sub>-Emissionen konsistent sind, wurden die Werte für alle fünf Jahre (2016–2020) mit der neuen Methodik neu gerechnet. Die teils grossen Abweichungen zur letzten Berichterstattung unterstreichen die einleitend erwähnten Herausforderungen zur Datengrundlage. Zwar konnten mit der aktuellen Berichterstattung wiederum wesentliche Verbesserungen umgesetzt werden, die Datengrundlage ist aber nach wie vor zumindest für gewisse Kantone und bestimmte Parameter unsicher. Bei der Interpretation der Daten ist deshalb stets Vorsicht geboten. Ein Vergleich von Daten aus unterschiedlichen Methoden ist nicht direkt möglich.

### 3.2.3 Unsicherheiten

Die Unsicherheiten des Gebäudeparkmodelles wurden bislang nicht systematisch quantifiziert. Wie bereits erwähnt sind Berechnungen von kantonalen CO<sub>2</sub>-Emissionen basierend auf Gebäudeparkmodellen stark abhängig von den getroffenen Annahmen und hinterlegten Datengrundlagen. Auf Ebene eines einzelnen Gebäudes sind Abweichungen zwischen Normwerten, modellierten kantonalen Durchschnittswerten und effektiven Energieverbräuchen unumgänglich. Insbesondere bei alten Gebäuden gibt es teilweise beträchtliche Differenzen.

In der letzten Berichterstattung wurden die Unsicherheiten der Energieverbrauchswerte der Standardmethode auf ca. 15 Prozent geschätzt. Das Gebäudeparkmodell stützt sich in der vorliegenden Berichterstattung auf Umfrageergebnisse zu Energieträgeranteilen, Heizungersatz- und Sanierungsraten, die Erweiterung des GWR auf Nicht-Wohngebäude sowie eine Auswertung des 3D-Modells. Damit beruht das Gebäudeparkmodell auf einer besseren und im statistischen Sinne robusteren empirischen Grundlage, und die Unsicherheit dürfte sich weiter reduziert haben verglichen mit der letzten Berichterstattung (Einschätzung von TEP Energy). Die verbleibenden Unsicherheiten sind vor allem der erwähnten unzureichenden Datengrundlage geschuldet, zu einem kleineren Teil sind sie aber auch methodisch bedingt. Die geschätzte Modellunsicherheit bezieht sich auf die aggregierten Werte pro Kanton. Die Verteilung der aggregierten Werte auf einzelnen Kohorten (Energieträger, Bauperioden, Gebäudekategorien) ist mit grösseren Unsicherheiten verbunden. Der Gesamtenergieverbrauch eines Kantons kann beispielsweise auf ca. 15 Prozent genau abgeschätzt werden. Die Aufteilung des gesamten Energieverbrauchs auf die einzelnen Energieträger führt zu etwas grösseren Unsicherheiten und dementsprechend sind auch die CO<sub>2</sub>-Emissionen mit höheren Unsicherheiten behaftet als der Gesamtenergieverbrauch.

## 3.3 HINWEISE ZU KANTONEN MIT EIGENER METHODIK

Der Kanton Genf stützt sich für die diesjährige Berichterstattung nicht mehr auf die Standardmethode von ECOSPEED Immo/TEP Energy, sondern auf eigene, gemessene Verbrauchsdaten. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen sind ca. 45 Prozent höher verglichen mit der letzten Schätzung durch die Standardmethode. Die Gründe für diese Unterschiede können verschiedene Ursachen haben und sind weitergehend zu untersuchen.

Die Kantone Basel-Landschaft, Genf und Wallis haben für die diesjährige Berichterstattung nur die fossilen Energieverbräuche/CO<sub>2</sub>-Emissionen eingereicht, die nicht-fossilen Energieträger wurden nicht eingereicht.

Die Unsicherheiten für Kantone, welche ihre Methodik bei Vorliegen entsprechender Daten auf reale Verbrauchsdaten abstützen, fallen kleiner aus als für Modellansätze; die beiden Kantone Basels, die für leitungsgebundene Energieträger über reale Verbrauchsdaten verfügen, schätzen die Unsicherheit ihrer Werte auf 5 Prozent. Auch der Kanton Genf schätzt die Unsicherheit seiner gemessenen Werte als klein ein.



# 4 RESULTATE DER BERICHTERSTATTUNG

## 4.1 DETAILLIERTE RESULTATE DER STANDARDMETHODE

Die Standardmethode produziert detaillierte Resultate gemäss den Modell-Dimensionen des Gebäudeparkmodells von TEP Energy. Diese Dimensionen sind die Bauperioden, Gebäudekategorien und Energieträger. Abbildung 2 visualisiert zentrale Modellergebnisse nach diesen Dimensionen aggregiert für die 20 Kantone, welche mit der Standardmethode Bericht erstatten. Somit repräsentiert Abbildung 2 Werte, wie sie schweizweit zu erwarten sind. Die einzelnen Spalten entsprechen einer Bauperiode, die einzelnen Zeilen zeigen eine Modellgrösse, und die einzelnen Bilder zeigen die zeitliche Entwicklung über die Jahre 2016–2020. Somit ist von links nach rechts die zeitliche Entwicklung des Gebäudeparks abgebildet, und innerhalb eines Bildes die zeitliche Entwicklung einer Modellgrösse von jeweils einer Bauperiode über die Berichterstattungsperiode 2016–2020.

Die erste Zeile in Abbildung 2 visualisiert die Energiebezugsfläche für die verschiedenen Bauperioden und Gebäudekategorien. Rund 80 Prozent der totalen Energiebezugsfläche gehört in die Kategorie Wohnen, rund 80 Prozent der totalen Energiebezugsfläche wurde vor dem Jahr 2000 gebaut und Neubauten ab 2016 machen rund 4 Prozent der totalen Energiebezugsfläche aus.

Die zweite Zeile in Abbildung 2 visualisiert die Energiekennzahl für die verschiedenen Bauperioden und Gebäudekategorien. Je älter die Bauperiode, desto höher ist die Energiekennzahl. Für Neubauten ab dem Jahr 2001 verkleinert sich die Energiekennzahl verglichen mit früheren Bauten; insbesondere bei Nicht-Wohngebäuden verbessert sich die Energiekennzahl über die Bauperioden stark. Die Entwicklung der Energiekennzahl Heizen zwischen den Jahren 2016 und 2020 widerspiegelt die Witterung und die angenommenen Erneuerungsraten. Die Winter der Jahre 2018 und 2020 waren besonders mild.

Die dritte Zeile in Abbildung 2 visualisiert den Energieträgeranteil Heizen an der Energiebezugsfläche für die verschiedenen Bauperioden und Energieträger. Aggregiert über die 20 Kantone ist beim hinterlegten Energieträgermix Heizen ein Unterschied zwischen Bauten vor und nach 2000 auszumachen. Bei Altbauten

vor 2000 dominieren die fossilen Energieträger (ca. 70 Prozent), bei Neubauten ab 2001 dominieren die erneuerbaren Energieträger (ca. 60 Prozent). Mit Heizöl wird bei Altbauten vor 2000 im Jahr 2020 noch rund 40 Prozent der Energiebezugsfläche geheizt, bei Neubauten ab 2001 macht Heizöl noch rund 11 Prozent am Energieträgermix aus. Der Anteil der Energiebezugsfläche, welcher mit Gas geheizt wird, beträgt über alle Bauperioden etwas weniger als 30 Prozent. Bei Altbauten vor 2000 weist das Modell Wechselraten der Heizsysteme auf; Heizöl wird in Altbauten mehrheitlich ersetzt durch Umweltwärme oder Gas. Bei Neubauten ab 2001 bleibt der Energieträgermix nahezu konstant.

Die vierte Zeile in Abbildung 2 visualisiert den Energieverbrauch der Gebäude aus den verschiedenen Bauperioden nach Energieträger. Entsprechend der Modellergebnisse entfällt der Grossteil des Energieverbrauchs und der CO<sub>2</sub>-Emissionen auf Altbauten vor 2000.

Der hinterlegte Energieträgermix hat einen massgebenden Einfluss auf die Resultate. Abbildung 3 illustriert für jeden der 20 Kantone, welche mit der Standardmethode Bericht erstatten, die Anteile der Energiebezugsfläche, welche durch die jeweiligen Energieträger beheizt werden. Dies entspricht dem im Modell hinterlegten Mengengerüst der Energieträger. Das Gebäudeparkmodell TEP Energy arbeitet mit Energieträgeranteilen an der Energiebezugsfläche. Die Anzahl Heizsysteme pro Energieträger ist keine Modellgrösse.

Die Energieträgeranteile variieren je nach Kanton stark (Abbildung 3). So dominiert im Jahr 2020 in der Mehrheit der Kantone weiterhin Öl als Energieträger, wobei der Anteil zwischen 27 und 53 Prozent variiert. Der Anteil der Energiebezugsfläche, welcher durch Gas beheizt wird, schwankt stark zwischen den Kantonen. Einige Kantone besitzen praktisch kein Gasnetz (Nidwalden, Obwalden, Schwyz, Uri), während in anderen Kantonen im Jahr 2020 der grösste Anteil der Energiebezugsfläche mit Gas beheizt wird (Neuenburg, St. Gallen, Solothurn, Waadt). Die Energieträger Holz, Strom, Fernwärme und Umweltwärme, bewegen sich in den Kantonen zwischen wenigen Prozentpunkten und rund 20 Prozent Anteil an der Energiebezugsfläche.

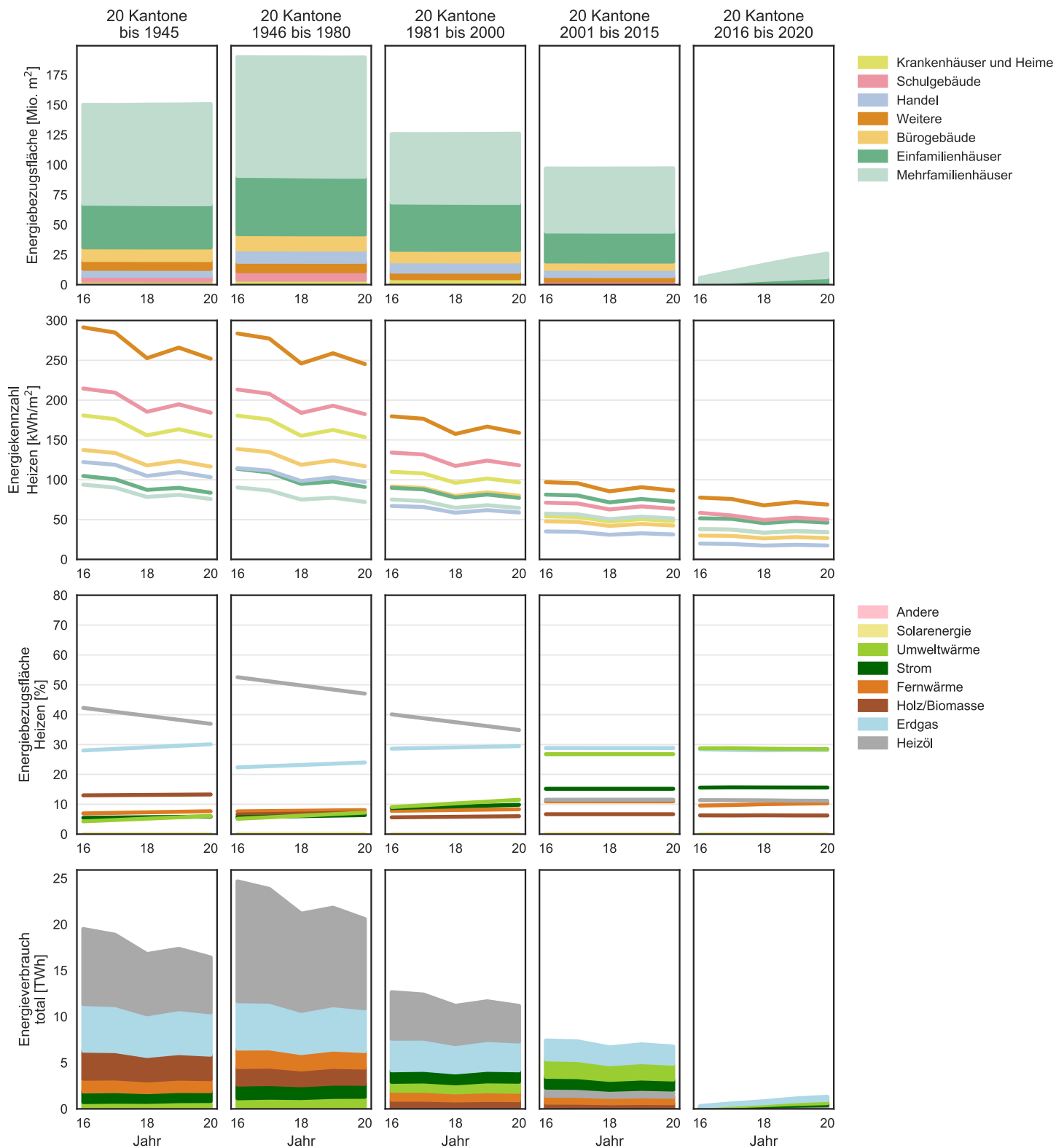


Abbildung 2: Übersicht der Modellergebnisse. Die Ergebnisse sind aggregiert für die 20 Kantone, welche mit Standardmethode Bericht erstatten. Die einzelnen Spalten entsprechen einer Bauperiode, die einzelnen Zeilen zeigen eine Modellgrösse und die einzelnen Bilder zeigen die zeitliche Entwicklung einer Modellgrösse über die Jahre 2016–2020. Die erste Reihe zeigt die Energiebezugsfläche, die zweite Reihe zeigt die Energiekennzahl Heizen eingefärbt nach Gebäudekategorie. Die dritte Reihe zeigt den Energieträgeranteil Heizen an der Energiebezugsfläche (Mengengerüst) und die vierte Reihe den totalen Energieverbrauch eingefärbt nach Energieträgern.



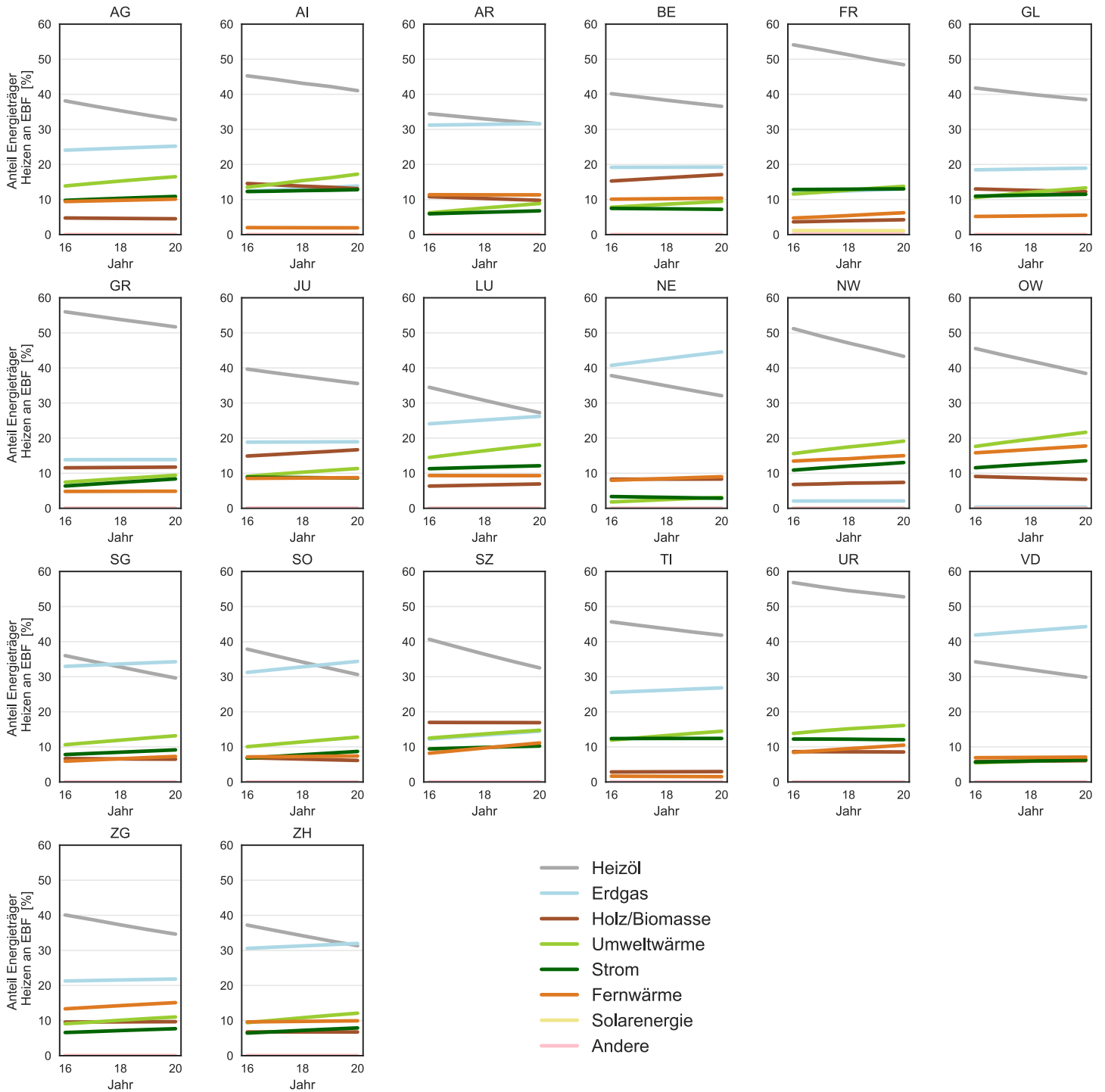


Abbildung 3: Zeitliche Entwicklung des Energieträgermixes Heizen (gewichtet nach der Energiebezugsfläche), für alle 20 Kantone, die mit der Standardmethode Bericht erstatten. Dieser Energieträgermix wird aus den Resultaten der Stichprobenerhebung oder Analogieschlüssen zu Kantonen mit Stichprobenerhebung abgeleitet.

## 4.2 KANTONALE CO<sub>2</sub>-EMISSIONEN UND ENERGIEVERBRAUCH

Abbildung 5 zeigt die CO<sub>2</sub>-Emissionen und Abbildung 6 den Endenergieverbrauch im Gebäudebereich in den Jahren 2016 bis 2020 für jeden der 26 Kantone. Übergeordnet zeigen sich in dieser Darstellung mit absoluten Werten die erwarteten Unterschiede, die sich aus der Grösse der Kantone und ihres Gebäudebestandes ergeben. Zu beachten sind die erwähnten Einschränkungen für die Vergleichbarkeit aufgrund der angewendeten Methodik und Datengrundlagen.

Bis auf eine Ausnahme (Kanton Wallis) nehmen die CO<sub>2</sub>-Emissionen und Energieverbräuche zwischen 2016 und 2020 in jedem Kanton ab. Dies ist zu einem grossen Teil auf die Witterung zurückzuführen. Die Winter der Jahre 2018 und 2020 waren beträchtlich wärmer als der Winter 2016<sup>1</sup>. Aber auch die Erneuerungstätigkeit der Eigentümer, energie- und klimapolitische Massnahmen im Gebäudebereich sowie weitere Faktoren wie beispielsweise der technologische Fortschritt haben ihren Beitrag zur Abnahme geleistet. Eine ausführliche Wirkungsanalyse folgt in Kapitel 4.4.

In der Summe sind die erhobenen Werte nachvollziehbar. Da die hauptsächlich angewendete Erhebungsmethode von ECOSPEED Immo/TEP Energy ihre Zahlen über alle Kantone hochrechnet und durch Anpassen einzelner Inputparameter für die Schweiz kalibriert, ist die Höhe der Gesamtwerte plausibel. Alle rapportierten kantonalen CO<sub>2</sub>-Emissionen entsprechen mit 10,9 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> im Jahr 2020 ungefähr dem nationalen Wert von 10,4 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> gemäss Treibhausgasinventar (CO<sub>2</sub>-Emissionen fossiler Brennstoffe der Haushalte und des Dienstleistungssektors, BAFU 2022). Auch der relative Unterschied der Emissionswerte der vorigen Jahre liegt bei weniger als 3 Prozent. Der Endenergieverbrauch der rapportierten Werte liegt bei 61,7 TWh im Jahr 2020. In der Berichterstattung fehlen die Werte zum Endenergieverbrauch nicht-fossiler Energieträger aus den Kantonen Basel-Landschaft, Genf und Wallis, was für den Vergleich mit den schweizweiten Werten des BFE berücksichtigt werden muss. Der Wert aus BFE 2021 für den Endenergieverbrauch der Verwendungszwecke Raumwärme und Warmwasser über die Verbrauchssektoren Haushalte und Dienstleistungen (inklusive Landwirtschaft) beträgt 69,5 TWh für das Jahr 2020.

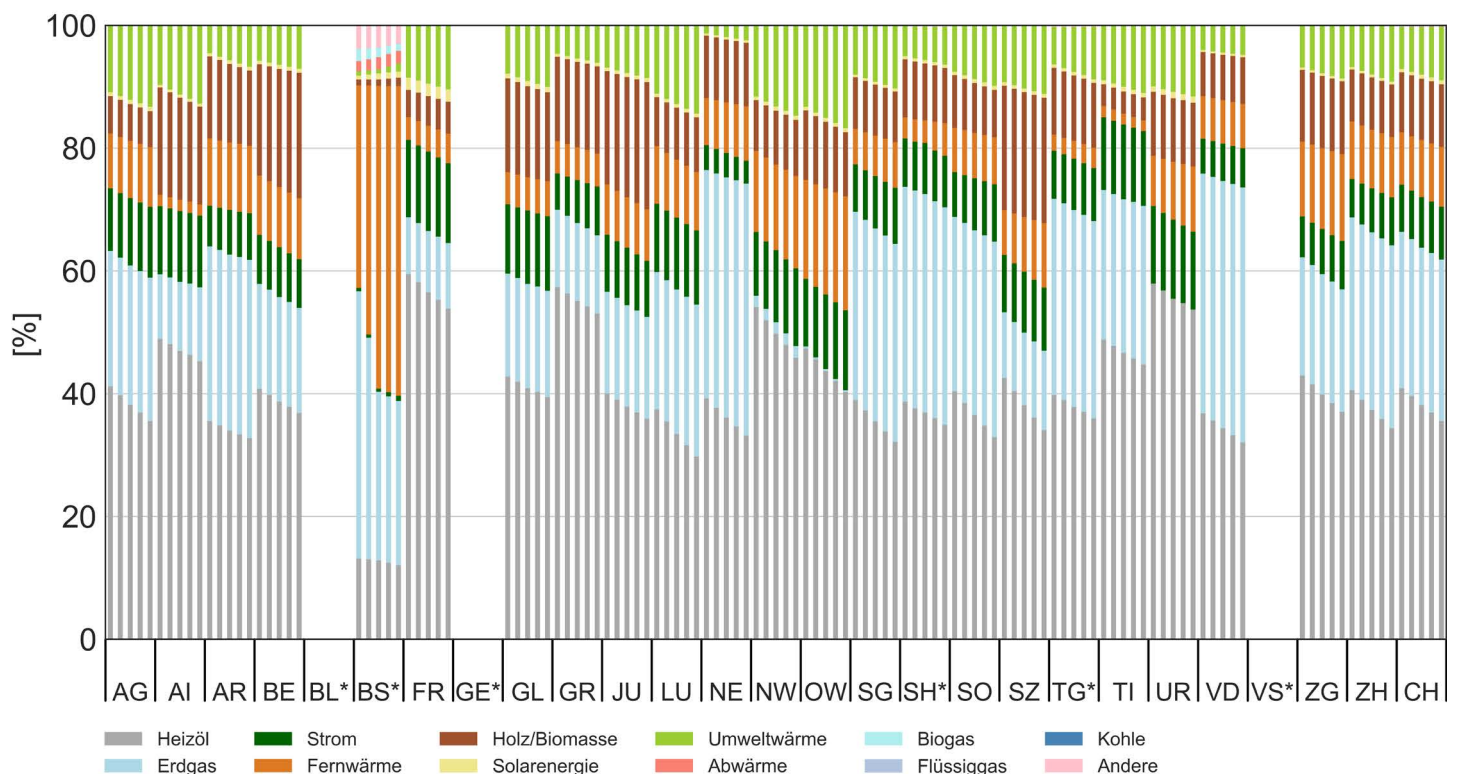


Abbildung 4: Endenergieverbrauchsanteile pro Kanton im Gebäudebereich jeweils für die Jahre 2016 bis 2020 eingefärbt nach Energieträgern<sup>2</sup>. Die Kantone BL, BS, GE, SH, TG und VS wenden eigene Methoden (\*) an, die anderen 20 Kantone verwenden die Standardmethode. Die Kantone BL, GE und VS haben keine Daten zu nicht-fossilen Energieträgern eingereicht.

<sup>1</sup> Die für die Berichterstattung benutzten Heizgradtag-Korrekturfaktoren für den Verwendungszweck Raumwärme betragen für die Jahre: 2016 = 0,963; 2017 = 0,916; 2018 = 0,849; 2019 = 0,900; 2020 = 0,860. Die Berechnung erfolgt mit den durchschnittlichen Heizgradtagen der Schweiz; die Faktoren berechnen sich relativ zum Durchschnitt 1982–2002 (TEP Energy 2021).

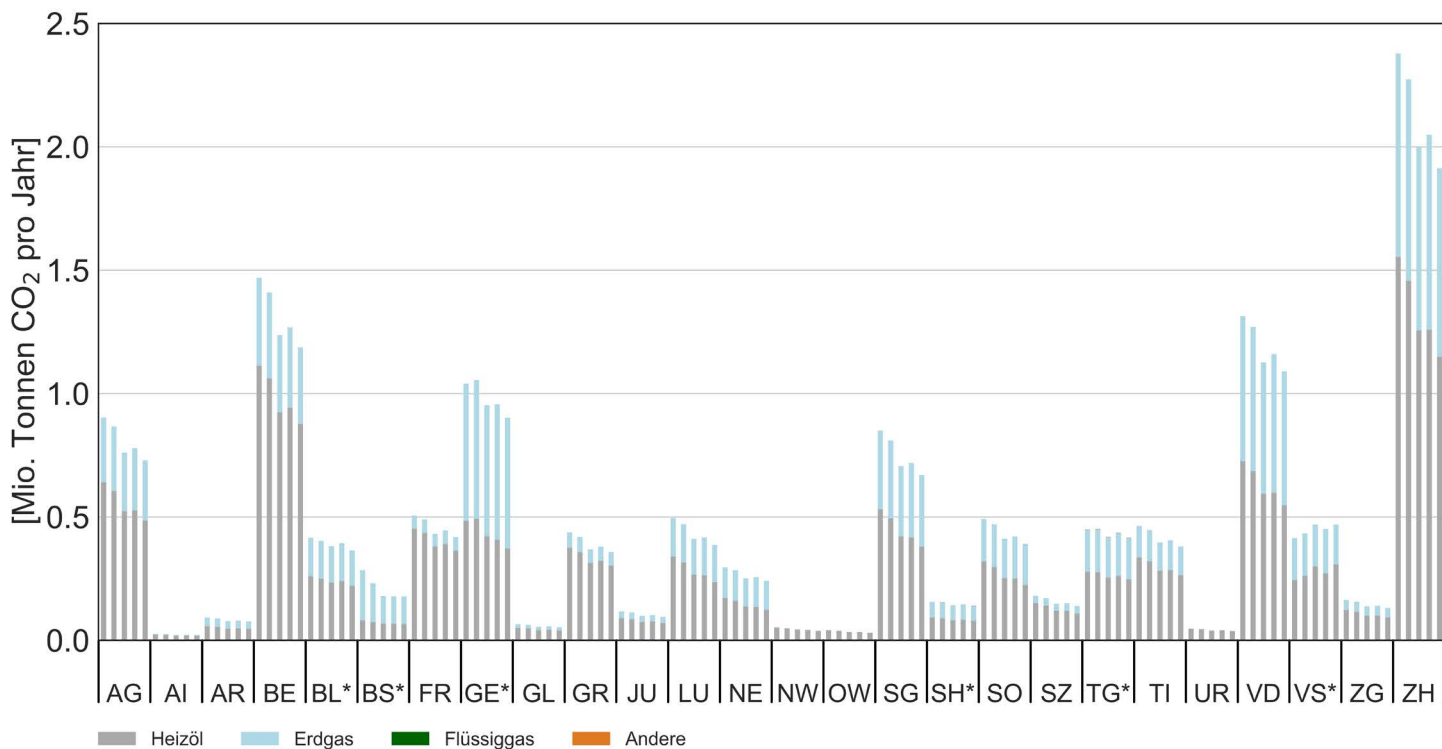


Abbildung 5: CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Kanton im Gebäudebereich jeweils für die Jahre 2016 bis 2020 eingefärbt nach Energieträgern<sup>2</sup>. Der Einfluss der Witterung ist in diesen Werten enthalten. Die Kantone BL, BS, GE, SH, TG und VS wenden eigene Methoden (\*) an, die anderen 20 Kantone verwenden die Standardmethode.

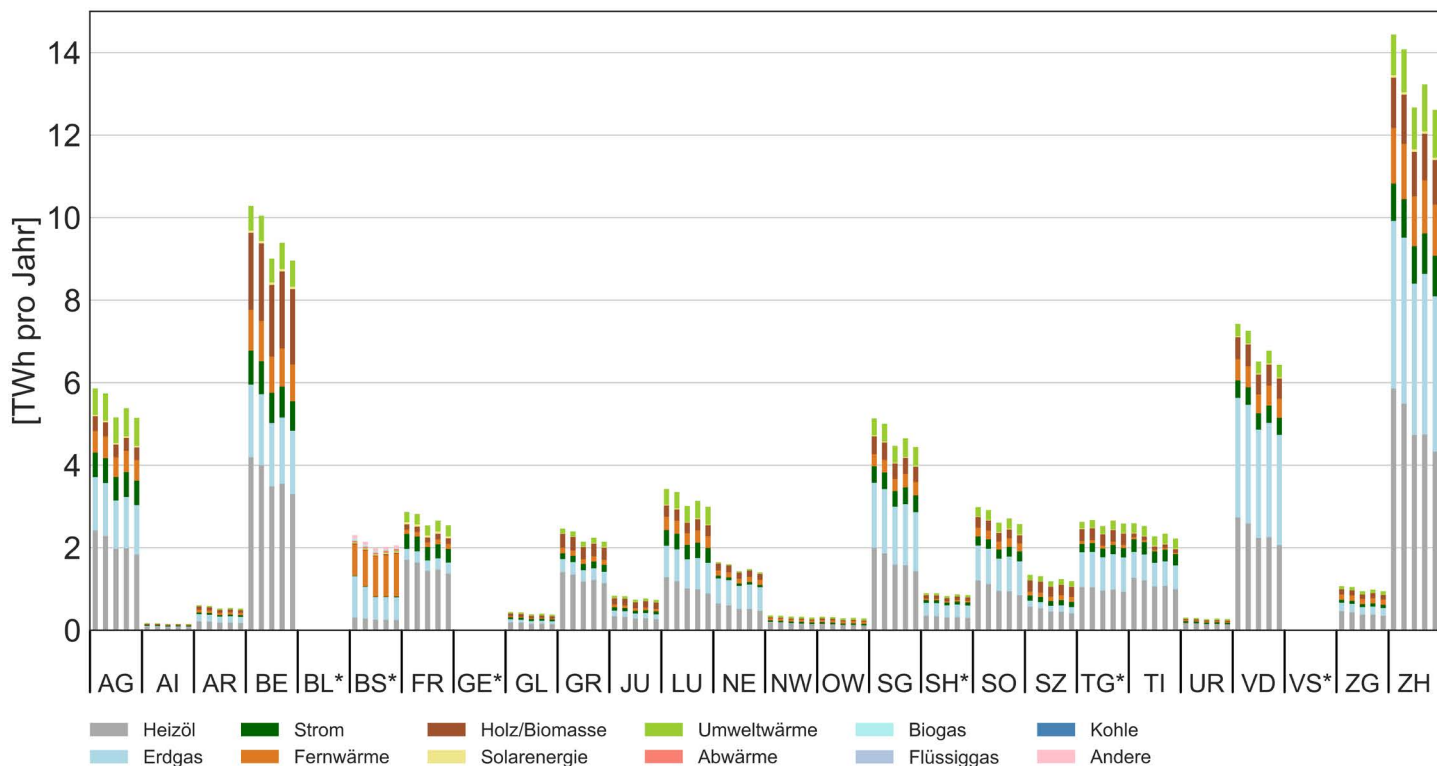


Abbildung 6: Endenergieverbrauch pro Kanton im Gebäudebereich jeweils für die Jahre 2016 bis 2020 eingefärbt nach Energieträgern<sup>2</sup>. Die Kantone BL, BS, GE, SH, TG und VS wenden eigene Methoden (\*) an, die anderen 20 Kantone verwenden die Standardmethode. Der Kanton GE hat nur die Daten zu den fossilen Energieträgern eingereicht, die Kantone BL und VS haben für die Jahre 2019–2020 nur die fossilen eingereicht.

<sup>2</sup> Die Energieträgerkategorie «Andere» in Abbildung 4, Abbildung 5 und Abbildung 6 wird in der Standardmethode anders verwendet als bei Kantonen mit eigener Methode. Die Kategorie «Andere» beinhaltet grundsätzlich weitere nicht aufgeführte Energieträger oder aber Energieträger, deren Verbrauch nicht detailliert aufgeschlüsselt werden konnte. Die Methodik ECOSPEED Immo/TEP Energy fasst unter «Andere» zudem die Energieträger Kohle, Abwärme, Flüssiggas und Biogas zusammen, diese Kategorie ist in der Standardmethode jedoch sehr selten (FR, JU) und kommt nur in kleinen Mengen vor. Kantone mit eigener Methodik haben die Möglichkeit, die Kategorien Kohle, Abwärme, Flüssiggas und Biogas explizit auszuweisen. Die Kategorie Kohle wird einzig für VS ausgewiesen, Flüssiggas wird für BS, BL, TG und SH ausgewiesen, die Kategorie Biogas wird für BS, SH und TG ausgewiesen, Abwärme wird für BS, TG und VS ausgewiesen, die Kategorie Andere wird für BS, TG, SH, VS ausgewiesen.

Die beiden Abbildungen zu den absoluten Werten für die CO<sub>2</sub>-Emissionen und den Endenergieverbrauch werden durch eine Darstellung der Anteile der Energieträger am Endenergieverbrauch (Abbildung 4) ergänzt. Diese zeigt deutlich, dass die fossilen Energieträger Heizöl und Erdgas den Energieverbrauch im Gebäudebereich immer noch dominieren. Die in Abbildung 4 gezeigten Schweizer Daten (CH) sind die Summe der rapportierten kantonalen Daten (ohne die Kantone Basel-Landschaft, Genf und Wallis, da diese keine Daten zu nicht-fossilen Energieträgern eingereicht haben). Aufgrund der vorgängig erwähnten Kalibration stimmen diese mit nationalen statistischen Werten grundsätzlich gut überein. Die Berichterstattung über das Jahr 2020 ergibt einen Anteil des Heizöls von 36 Prozent, des Erdgases von 26 Prozent und des Stroms von 9 Prozent am Endenergieverbrauch. BFE 2021 beziffert für das gleiche Jahr für den Energieverbrauch für Raumwärme und Warmwasser in Gebäuden den Anteil von Heizöl auf 35 Prozent, den Anteil von Erdgas auf 29 Prozent und den Anteil von Strom auf 11 Prozent. Es gilt zu berücksichtigen, dass in den Zahlen des BFE auch die Industriegebäude enthalten sind und in den Werten der kantonalen Berichterstattung Daten zu nicht-fossilen Energieträgern für die Kantone Basel-Landschaft, Genf und Wallis fehlen.

Abbildung 4 zeigt die Tendenz der kantonalen Unterschiede bei den Energieträgern, deren Interpretation jedoch mit Vorsicht zu geniessen ist (vgl. Kapitel 3), speziell die Werte der Energieträger mit kleineren Anteilen weisen grössere Unsicherheiten auf. Es zeigt sich, dass über die einzelnen Kantone der Anteil der fossilen Energieträger Heizöl und Erdgas deutlich schwankt: Die höchsten Werte des Anteils fossiler Energieträger am Endenergieverbrauch betragen über 70 Prozent, während die tiefsten Werte für das Jahr 2020 bei rund 40 Prozent liegen.

Die Unterschiede beim Anteil Heizöl und Erdgas zeigen, dass die Kantone unterschiedliche Ausgangslagen zur weiteren Reduktion fossiler Energieträger im Gebäudebereich haben. Einen fossilen Anteil von unter 50 Prozent am Endenergieverbrauch im Jahr 2020 weisen die Kantone Basel-Stadt, Nidwalden, Obwalden und Schwyz auf. Einen fossilen Anteil zwischen 50 und 60 Prozent am Endenergieverbrauch im Jahr 2020 weisen die Kantone Aargau, Appenzell-Innerrhoden, Bern, Glarus, Jura, Luzern, Uri und Zug auf. Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass ländliche Regionen einen tieferen Anteil fossiler und v.a. von gasbasierten Energiesysteme aufweisen. Ländlich geprägte Kantone verfügen über einen höheren Anteil an Einfamilienhäusern. Bei Einfamilienhäusern kommen dezentrale, erneuerbare Energiesysteme häufiger zur Anwendung, nicht zuletzt bei Neubauten seit den 1990er Jahren. Höhere erneuerbare Anteile lassen sich auch dadurch begründen, dass Gas als Alternative zu Heizöl in ländlichen Gebieten weniger stark verbreitet ist, so dass umsteigewillige Eigentümer direkt zu erneuerbaren Systemen wechseln. In Nidwalden,

Obwalden und Uri ist zudem kein Erdgasnetz verfügbar. Auch dies hat einen positiven Einfluss auf den erneuerbaren Anteil der Energieträger. Eine Studie der Stadt Zürich (Lehmann M. et al. 2019) zeigt, dass die Wahrscheinlichkeit, eine fossile Heizung wieder durch eine fossile Heizung zu ersetzen, umso tiefer ausfällt, je geringer die Abdeckung mit dem Gasnetz ist. Denn in der Regel erfolgt ein Heizungsersatz immer noch von Heizöl nach Erdgas oder von Erdgas nach Erdgas. Der Kanton Basel-Stadt weist eine überdurchschnittliche Nutzung der Fernwärme und eine unterdurchschnittliche Nutzung der Elektrizität und Umweltwärme auf. Das lässt sich mit dem gut ausgebauten Fernwärmenetz im Kanton und dessen städtischem Charakter erklären (Kanton Basel-Stadt 2019).

### 4.3 SPEZIFISCHE EMISSIONS- UND VERBRAUCHSWERTE

Ergänzend zu den absoluten Werten für die CO<sub>2</sub>-Emissionen und den Energieverbrauch lassen spezifische Werte interessante Aussagen zu Unterschieden der kantonalen Gebäudeparks zu. Allerdings sind insbesondere bei diesen Auswertungen die Einschränkungen aufgrund der Datengrundlagen hervorzuheben. Trotzdem ergibt sich ein relativ stimmiges Bild der spezifischen Emissions- und Verbrauchswerte, welche grösstenteils in der erwarteten Grössenordnung liegen.

Abbildung 7 zeigt die spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen im Gebäudebereich nach Kanton, sowohl bezogen auf die Energiebezugsfläche der betrachteten Gebäude (Säulen) als auch auf die Bevölkerung (Punkte). Die Normierung pro Kopf erfolgt gemäss der Bilanz der ständigen Wohnbevölkerung nach Kantonen per 31. Dezember des jeweiligen Jahres (2016–2020) des BFS. Über die Schweiz gesehen ergibt sich für das Jahr 2020 ein flächengewichteter Mittelwert von 14,8 kg CO<sub>2</sub> pro Quadratmeter Energiebezugsfläche und Jahr und ein bevölkerungsgewichteter Mittelwert von 1,25 Tonnen CO<sub>2</sub> pro Kopf und Jahr. Es handelt sich hierbei um Mittelwerte über den ganzen Schweizer Gebäudepark; Altbauten weisen tendenziell höhere Werte auf und Neubauten sowie Gebäude mit umfassenden energetischen Sanierungen tiefere. Die spezifischen Werte pro Quadratmeter resp. pro Kopf des eher kalten Jahres 2016 liegen rund 26 Prozent höher verglichen mit dem Jahr 2020. Abbildung 8 zeigt den spezifischen Endenergieverbrauch nach Kanton, ebenfalls bezogen auf die Energiebezugsfläche (Säulen) und die Bevölkerung (Punkte). Im Jahr 2020 ergibt sich, über die Schweiz gesehen, ein flächengewichteter Mittelwert von 84,4 kWh pro Quadratmeter Energiebezugsfläche und Jahr und ein bevölkerungsgewichteter Mittelwert von 7,2 MWh pro Kopf und Jahr. Auch hier liegen die Werte pro Quadratmeter resp. pro Kopf des Jahres 2016 rund 18 Prozent höher.

Betrachtet man die spezifischen Emissions- und Verbrauchswerte vor dem Hintergrund kantonaler Unterschiede, so zeigen sich folgende Effekte:

- Kantone mit hohen Anteilen an fossil betriebenen Heizungsanlagen weisen tendenziell überdurchschnittlich hohe CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Quadratmeter Energiebezugsfläche auf. Dies ist beispielsweise der Fall für die Kantone Schaffhausen, Solothurn, Neuenburg, Waadt und Freiburg.
- Die Kantone Basel-Stadt, Nidwalden, Obwalden, Schwyz und Uri, welche bereits in Abbildung 4 mit einem tiefen fossilen Anteil auffielen, verfügen dementsprechend auch über tiefe spezifische CO<sub>2</sub>-Emissionswerte aus dem Gebäudepark.
- Ausnahmen sind die Kantone Appenzell-Innerrhoden und Glarus. Sie zeigen bei den CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Energiebezugsfläche, trotz unterdurchschnittlichem fossilem Anteil gemessen an der Schweiz, Werte, welche ungefähr dem Schweizer Durchschnitt entsprechen. Dies lässt sich mit dem geographisch bedingten durchschnittlich kälteren Klima und dem daraus folgenden höheren Heizenergiebedarf, dem hohen Anteil an alten Gebäuden sowie dem hohen Anteil an Einfamilienhäusern erklären. Generell bedingen Einfamilienhäuser im Vergleich zu Mehrfamilienhäusern eine grössere Wohnfläche pro Kopf und eine erhöhte Energiekennzahl aufgrund des ungünstigeren Verhältnisses von Wohnfläche zu Gebäudehülle.
- Das gegenteilige Phänomen zeigt sich beim Kanton Tessin. Durch die milderen Winter in der Südschweiz und den etwas erhöhten Anteil an Mehrfamilienhäusern sind, trotz einem fossilen Anteil der leicht über dem des Schweizer Durchschnitts liegt, der spezifische Energieverbrauch und die spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen relativ niedrig.
- Vergleichsweise hohe CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Kopf im Verhältnis zu den Emissionen pro Quadratmeter können daher stammen, dass ein Kanton einen hohen Anteil an Zweitwohnungen oder einen hohen Anteil an Nicht-Wohngebäuden besitzt. In den Kantonen Graubünden und Tessin existiert ein hoher Anteil an Zweitwohnungen. Der Unterschied zwischen den Werten pro Kopf und pro Fläche fällt im Kanton Graubünden (45 Prozent Zweitwohnungen bei Einfamilienhäusern, 46 Prozent Zweitwohnungen bei Mehrfamilienhäusern) zudem noch höher aus als im Kanton Tessin (42 Prozent Zweitwohnungen bei Einfamilienhäusern, 27 Prozent Zweitwohnungen bei Mehrfamilienhäusern). Auch die kantonseigenen Daten von Basel-Stadt weisen pro Einwohner eine relativ grosse Energiebezugsfläche aus, was teilweise mit einem generell höheren Anteil an Nicht-Wohngebäuden in Städten erklärt werden kann. Weitere Gründe hierfür sind noch zu klären.
- Die Werte des Kantons Wallis liegen im Bereich des Schweizer Durchschnitts. Für die Emissionswerte pro Kopf wären aufgrund vieler Zweitwohnungen eher überdurchschnittliche Zahlen zu erwarten gewesen. Da die Daten des Kantons Wallis mit eigener Methode erhoben wurden, sind sie jedoch nicht mit den übrigen Kantonen vergleichbar.

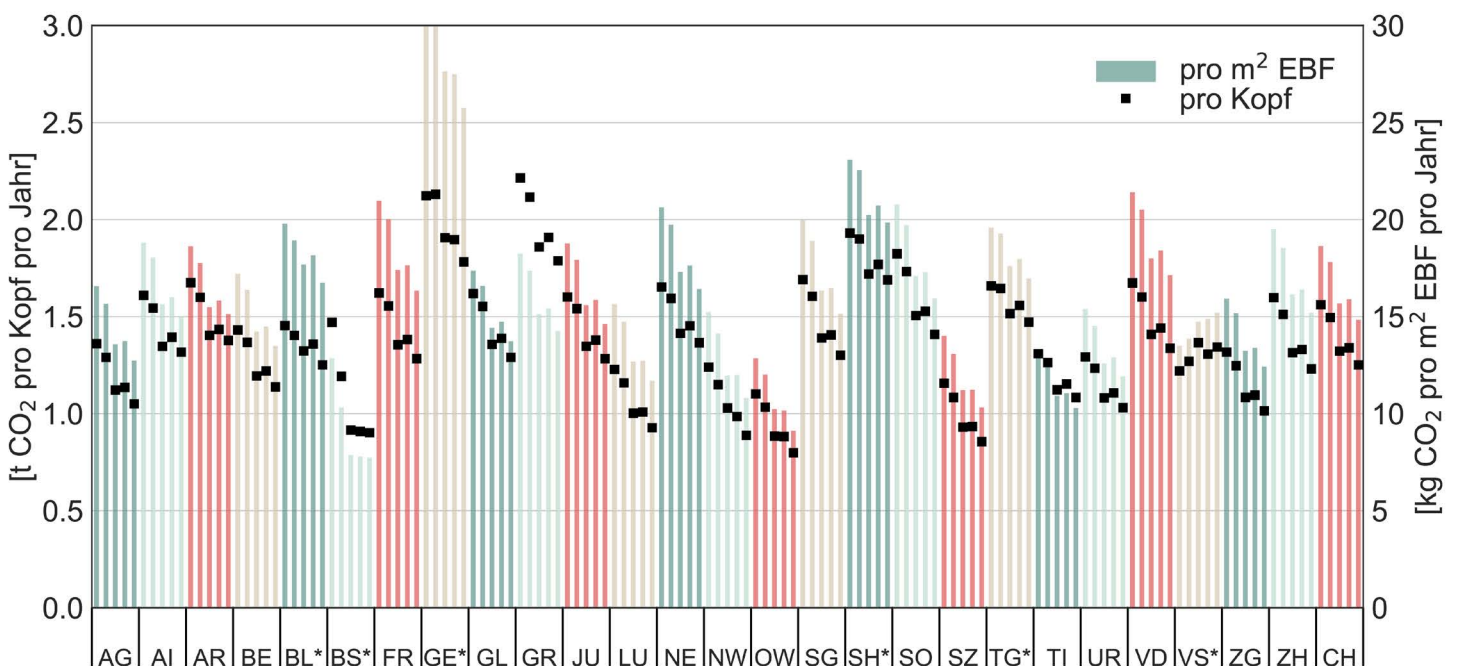


Abbildung 7: Spezifische CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Kanton im Gebäudebereich jeweils für die Jahre 2016 bis 2020. Der Einfluss der Witterung ist in diesen Werten enthalten. Die Balken stellen die spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen pro m<sup>2</sup>-EBF dar, die Punkte die CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Kopf. Die Kantone BL, BS, GE, SH, TG und VS wenden eigene Methoden (\*) an, die anderen 20 Kantone verwenden die Standardmethode.

- Die flächenspezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen des Kantons Genf liegen deutlich höher als bei allen anderen Kantonen. Auch die bevölkerungsspezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen des Kantons Genf gehören zu den höchsten rapportierten Werten dieser Berichterstattung. Der Kanton Genf nutzt für die diesjährige Berichterstattung eine eigene Methodik basierend auf gemessenen Verbrauchsdaten. Die eingereichten Werte sind einiges höher (ca. 45 Prozent) verglichen mit der letzten Schätzung durch ECOSPEED Immo/TEP Energy. Die Flächenangaben stammen hingegen von ECOSPEED Immo/TEP Energy. Die Gründe für diese Unterschiede konnten nicht abschliessend geklärt werden und müssen im Hinblick auf die zukünftigen Berichterstattungen genauer analysiert werden. Gründe für die Unterschiede können in der Abgrenzung der berücksichtigten Gebäudeflächen liegen, oder methodisch bedingt sein.

Im Hinblick auf die künftige Berichterstattung wird nach Möglichkeiten zur Verbesserung der Datengrundlagen und Eingrenzung der Unsicherheiten gesucht. Kantone, die eigene Energiedaten besitzen, haben eine Vergleichsmöglichkeit mit den Werten der Standardmethode. Solche detaillierten Vergleiche stehen grösstenteils noch aus. Die Erkenntnisse daraus könnten unter anderem auch zu einer weiteren Verbesserung der Standardmethode führen.

## 4.4 BEURTEILUNG DER WIRKUNG KANTONALER KLIMA- UND ENERGIEPOLITIK

Zur Beurteilung der Wirkung der kantonalen Klima- und Energiepolitik erfolgte im Rahmen dieser Berichterstattung eine Wirkungsanalyse (EBP 2023). Die Resultate dieser Wirkungsanalyse werden im Folgenden zusammengefasst.

Abbildung 9 zeigt die Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen und des Energieverbrauchs von 2016 bis 2020, aufgeschlüsselt nach den Einflussfaktoren Witterung, neue Gebäude sowie die tatsächlich resultierenden Reduktionen bei bestehenden Gebäuden. Diese Analyse bezieht sich auf die 20 Kantone, welche mit der Standardmethode Bericht erstatten. Für diese sind die gefragten Dimensionen in den Daten der Berichterstattung enthalten, während sie für die Kantone mit eigener Berichterstattung nicht vorliegen. Das Jahr 2020 war im Vergleich zu 2016 ein deutlich milderes Jahr. Dies verursacht einen Anteil von über acht Prozent der beobachteten Reduktionen. Im Zeitraum von 2016 bis 2020 wurden neue Gebäude mit einer zusätzlichen Fläche von 4,6 Prozent des Bestands im Jahr 2016 erstellt. Abbildung 9 zeigt, dass diese neuen Gebäude eine hohe Effizienz und geringere CO<sub>2</sub>-Emissionen aufweisen als bestehende Gebäude. Mit über 12 Prozent tatsächlicher Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen und über sechs Prozent tatsächlicher Reduktion des Energieverbrauchs weisen die vorliegenden Daten über die Berichterstattungsperiode auf eine deutliche Wirkung der klima- und energiepolitischen Massnahmen hin.

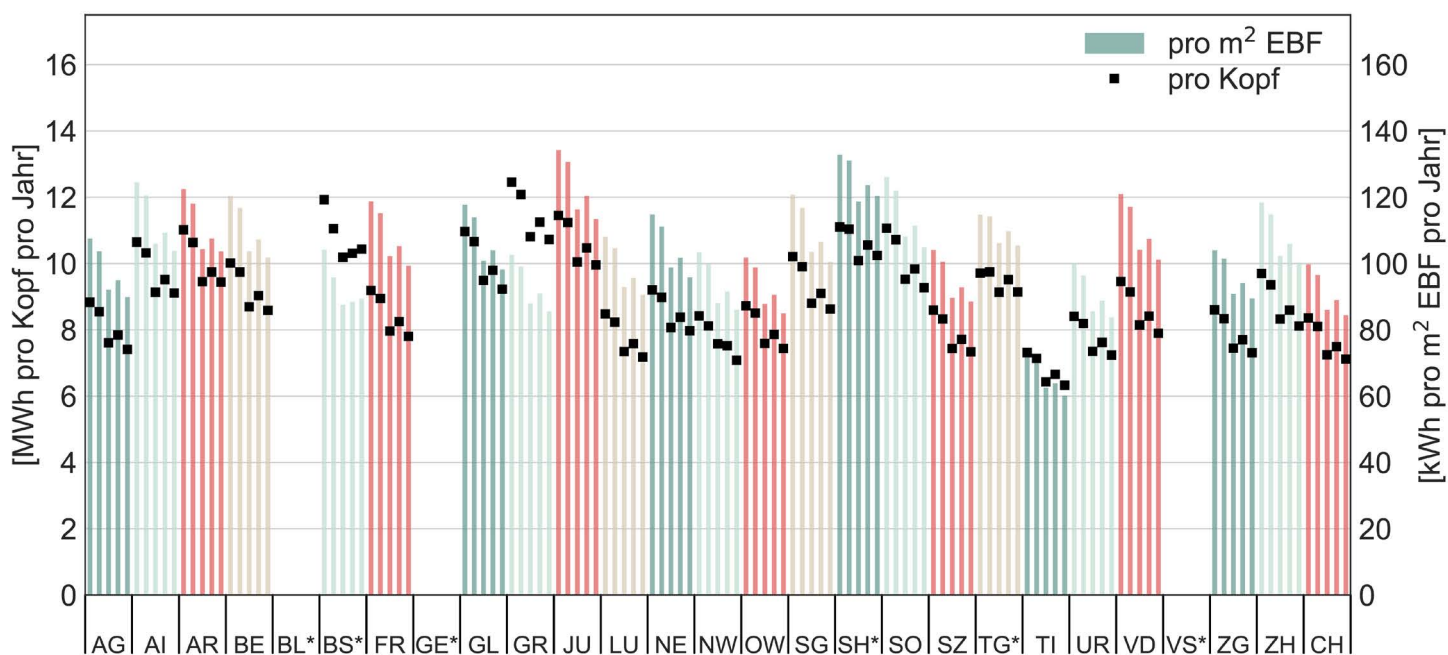


Abbildung 8: Spezifischer Endenergieverbrauch pro Kanton im Gebäudebereich jeweils für die Jahre 2016 bis 2020. Der Einfluss der Witterung ist in diesen Werten enthalten. Die Balken stellen den spezifischen Energieverbrauch pro m<sup>2</sup>-EBF dar, die Punkte den Energieverbrauch pro Kopf. Die Kantone BL, BS, GE, SH, TG und VS wenden eigene Methoden (\*) an, die anderen 20 Kantone verwenden die Standardmethode. Die Kantone BL, GE und VS haben keine Daten zu nicht-fossilen Energieträgern eingereicht.

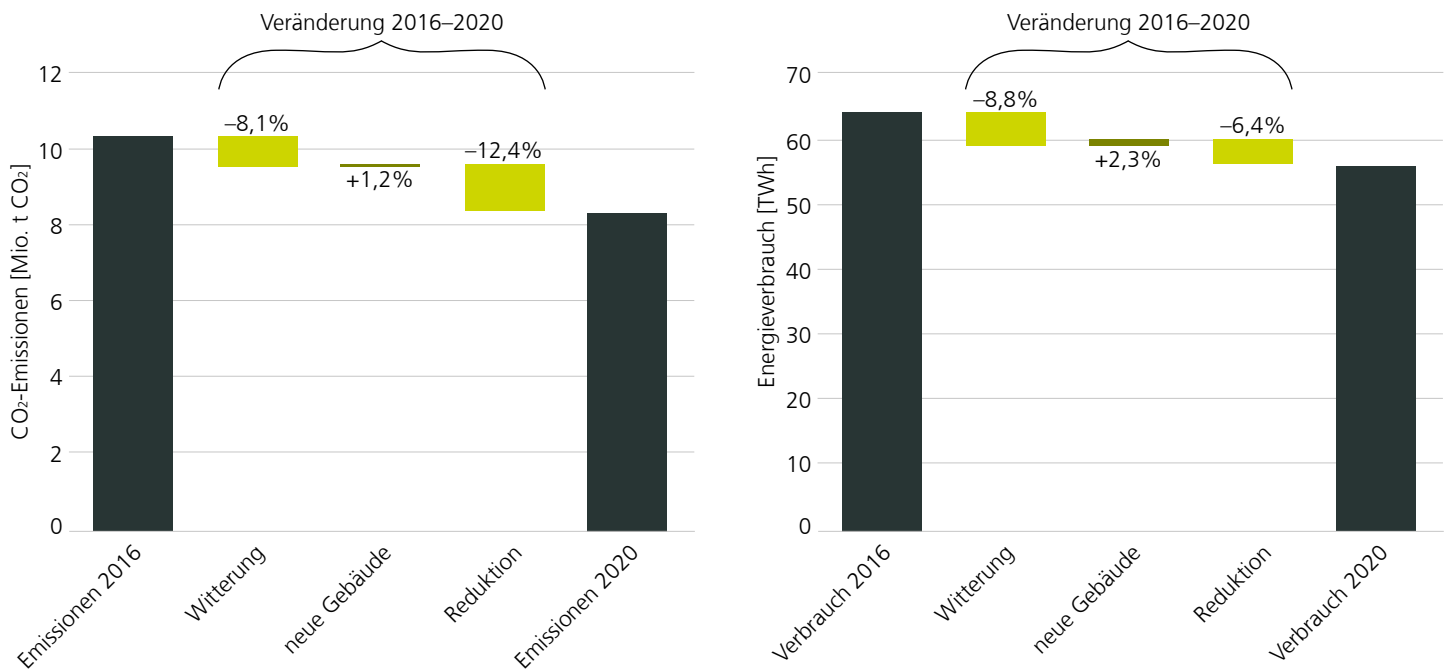


Abbildung 9: Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen und des Energieverbrauchs von 2016 bis 2020, Einflussfaktoren Witterung und neue Gebäude und die tatsächlich resultierende Reduktion bei bestehenden Gebäuden aggregiert für die 20 Kantone, welche mit der Standardmethode Bericht erstatten.

#### 4.4.1 BESTEHENDE GRUNDLAGEN ZUR WIRKUNGSABSCHÄTZUNG

Frühere Wirkungsabschätzungen in den Jahren 2018 (BAFU und BFE 2018b), 2012 (Infras 2013), 2007 (Infras 2008) und 2002 (Infras 2003) zeigten, dass kantonale Klima- und Energievorschriften eine massgebliche Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen und des Energieverbrauchs herbeigeführt haben. Die verstärkten Anstrengungen der Kantone gehen Hand in Hand mit empirisch belegten Fortschritten in der Reduktion des Heizwärmebedarfs der Gebäude und des verstärkten Einsatzes von erneuerbaren Energien. Die in der Berichterstattung durch die Kantone rapportierten Energiekennzahlen zeigen durchwegs, dass Bauten mit Baujahr nach 1980 weniger Energie pro Fläche benötigen als ältere Gebäude. Die Berichterstattung, Daten der Gebäude- und Wohnungsstatistik (BFS, Gebäude- und Wohnungsstatistik (seit 2009)) und Erhebungen von Wüest und Partner (BFE 2022) zeigen, dass insbesondere bei Neubauten Wärmepumpen zur Standardtechnologie geworden sind. Eine Schlüsselmassnahme, die im Zeitraum von 2016 bis 2020 von einigen Kantonen neu eingeführt wurde, ist die Vorschrift eines Höchstanteils nicht-erneuerbarer Energien beim Heizungsersatz (EnDK 2015, Teil F).

Neben den kantonalen Klima- und Energievorschriften tragen eine Vielzahl weiterer Massnahmen zur Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen und Energieverbrauch bei (EBP 2023). Hervorzuheben sind Förderprogramme und die CO<sub>2</sub>-Abgabe:

- Mit finanziellen Förderbeiträgen des Gebäudeprogramms unterstützen die Kantone und der Bund direkt die Umsetzung von konkreten Massnahmen für die Verbesserung der Energieeffizienz und den verstärkten Einsatz erneuerbarer Energien. Das Gebäudeprogramm führte bis 2020 gesamthaft dazu, dass Schweizer Gebäude jährlich 2,5 Mia. kWh weniger Energie und 660'000 t weniger CO<sub>2</sub> ausstossen (Das Gebäudeprogramm 2021). Die Förderung im Jahr 2020 trug mit 230 Mio. kWh und 63'000 t CO<sub>2</sub> dazu bei.
- Die CO<sub>2</sub>-Abgabe auf fossilen Brennstoffen wurde im Jahr 2008 eingeführt. Als marktwirtschaftliches Instrument regt sie Wirtschaft und Haushalte zu einer Senkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen an. Die Abgabe wurde mit einem Abgabesatz von 12 Fr. pro Tonne CO<sub>2</sub> eingeführt und wurde seitdem schrittweise angehoben. Im Jahr 2020 betrug der Abgabesatz 96 Fr. pro Tonne CO<sub>2</sub>. Die Wirkung der CO<sub>2</sub>-Abgabe wurde mittels verschiedenen Studien aus unterschiedlichen Perspektiven abgeschätzt (BAFU 2018b, Ecoplan 2017, TEP Energy und Rütter Soceco 2016, Ecoplan 2015). Diese Studien schätzten die Wirkung im Jahr 2015 auf 0,8 bis 1,8 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> (anhaltende Wirkung 2005 bis 2015). Die grosse Spanne der Schätzung ergibt sich aus den unterschiedlichen angewendeten Methoden der Studien.

#### 4.4.2 VORSCHRIFTEN ZUM HEIZUNGSERSATZ

Mit den «Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich» 2014 (EnDK 2015) wurde im Bereich Heizungsersatz eine wichtige Neuerung aufgenommen. Konkret soll in Wohnbauten beim Ersatz des Wärmeerzeugers ein Anteil von 10 Prozent erneuerbarer Energien vorgeschrieben werden (MuKE 2014, Teil F). Zwischen 2017 und Ende März 2020 haben sieben Kantone (AI, BL, BS, FR, JU, LU, OW) dieses Modul der MuKE 2014 in dieser Form oder mit Anpassungen eingeführt (BFE und BAFU 2020). Dies entspricht rund 16 Prozent der Schweizer Bevölkerung. Bis zum 01.01.2023 haben 19 Kantone (zusätzlich AR, BE, GE, GL, GR, NE, NW, SG, SH, SZ, TG, ZH) das Modul eingeführt. Viele Kantone ergänzten bei Übernahme in kantonales Recht die 11 Standardlösungen um eine zusätzliche Lösung Biogas. Einige Kantone erhöhten den Anteil erneuerbarer Energien auf 20 Prozent oder gar 100 Prozent, einige erweiterten die Anforderungen auf alle Bauten.

Die Kantone haben im Jahr 2022 die Wirkung dieser neuen Vorschrift mit einer Grundlagenstudie analysieren lassen (EBP 2022). Dafür wurden Daten zur Entwicklung des Heizungsersatzes in fünf Kantonen analysiert (BS, FR, LU, JU, NE). Diese Kantone sammeln Daten zur Meldepflicht beim Wärmeerzeugersersatz an zentraler Stelle. Insgesamt erzielten die Vorschriften in Wohnbauten

eine sehr starke Wirkung. Im Durchschnitt der fünf Kantone führten die neuen Vorschriften dazu, dass beim Ersatz fossiler Heizungen in Wohnbauten über 90 Prozent der neuen Heizungen mit erneuerbarer Energie oder Abwärme betrieben werden. Dies entspricht einem Anteil von über 85 Prozent der beheizten Raumfläche. Ohne die neuen Vorschriften werden beim Ersatz fossiler Heizungen weit tiefere Anteile an neuen erneuerbaren Heizungen erzielt. Die erzielte Wirkung hängt dabei nicht nur von der Stärke der Vorschrift ab, sondern zudem von der Struktur des kantonalen Gebäudeparks und der Verfügbarkeit von Gas (EBP 2022).

Die CO<sub>2</sub>-Wirkung der Vorschriften zum Heizungsersatz wurde mit einem einfachen Wirkungsmodell abgeschätzt (EBP 2023). Abbildung 10 fasst die Resultate dieser Wirkungsabschätzung zusammen. Die hauptsächliche Wirkung der Vorschriften zum Heizungsersatz entsteht durch zusätzlich ausgelöste Wechsel von fossilen Heizungen hin zu 100 Prozent erneuerbaren Lösungen. Für die Wirkungsschätzung wird eine auch ohne Vorschriften stattfindende Entwicklung (Referenz-Zustand) mit der Entwicklung nach Umsetzung der Vorschriften verglichen. Als Effekt der Vorschrift wird geschätzt, dass ein Kanton seine Reduktionen der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Gebäudesektor im Vergleich zur Entwicklung ohne diese Vorschrift mindestens verdoppeln kann (EBP 2023).

##### Referenz-Zustand: Ersatz fossiler Heizungen ohne Vorschriften zum Heizungsersatz:

Auch ohne Vorschrift wird ein Anteil der fossilen Heizungen durch erneuerbare Lösungen ersetzt. Diese Wirkung kann nicht den Vorschriften zum Heizungsersatz angerechnet werden. Für diese Ersatzrate besteht keine direkte Datengrundlage. Sie wird schweizweit auf 27% geschätzt. Quelle: Die schweizweite Schätzung erfolgt auf Basis der Daten der Kantone, welche mit der Standard Methode Bericht erstatten (EBP 2023).

##### Effekt der Vorschriften: Ersatz fossiler Heizungen mit Vorschriften zum Heizungsersatz:

In Kantonen mit Vorschriften zum Heizungsersatz werden in deutlich mehr Fällen fossile Heizungen durch erneuerbare Lösungen ersetzt. Quelle: Erhebung der Heizungsersatzraten in Kantonen mit Vorschriften zum Heizungsersatz (EBP 2022).

##### Anteile am Heizungsersatz (flächengewichtet)

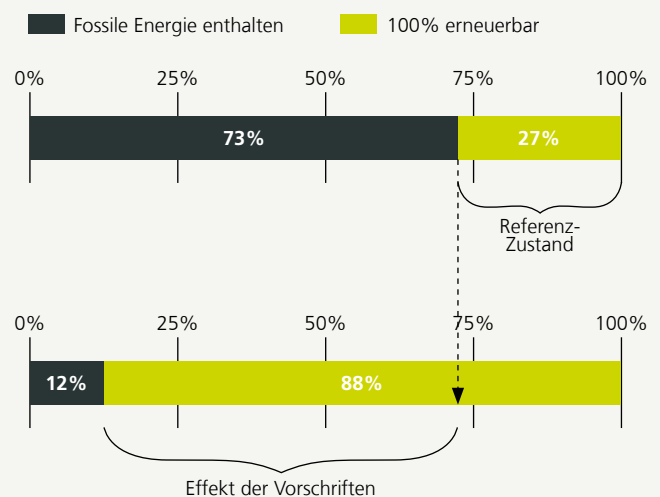


Abbildung 10: Einfaches Wirkungsmodell, um die CO<sub>2</sub>-Wirkung der Vorschriften zum Heizungsersatz abzuschätzen.



Die starke Wirkung der MuKE 2014 Teil F zeigt sich auch in den Daten der Standardmethode. In einer Regressionsanalyse (EBP 2023) ergibt sich folgender Zusammenhang: In jedem weiteren Jahr, in dem die Vorschriften gelten, erhöht sich die CO<sub>2</sub>-Reduktion um ca. 0,6 kg CO<sub>2</sub> pro fossil beheizter Energiebezugsfläche. Die in den Kantonen durchschnittlich beobachtete jährliche Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen entspricht rund 0,8 kg CO<sub>2</sub> pro fossil beheizter Energiebezugsfläche. Dies bedeutet, dass die Vorschriften zum Heizungsersatz zu rund einer Verdoppelung der jährlichen Emissionsreduktionen führen. Die statistische Analyse (EBP 2023) weist auch auf den Einfluss von Fördermassnahmen und von Kontrollfaktoren wie dem Anteil der Gasversorgung sowie dem Anteil der städtischen Bevölkerung hin.

#### **4.4.3 FAZIT DER WIRKUNGSANALYSE**

Die vorliegende Wirkungsanalyse (EBP 2023) zeigt, dass sowohl die CO<sub>2</sub>-Emissionen als auch der Energieverbrauch im Zeitraum von 2016 bis 2020 massgeblich gesenkt werden konnten. Bestehende Grundlagen und die hier vorgestellten Analysen belegen den wichtigen Beitrag von Fördermassnahmen und kantonalen Klima- und Energievorschriften. Mit Einführung von Vorschriften zum Wärmeerzeugersersatz können die bereits erzielten jährlichen Reduktionen der CO<sub>2</sub>-Emissionen rund verdoppelt werden. Damit sind diese Vorschriften eine wirkungsvolle Ergänzung der bereits langjährig bewährten Fördermassnahmen.

Methodisch liefert die angewendete statistische Analyse wertvolle Erkenntnisse. Für robustere Resultate müsste jedoch die Anzahl Beobachtungen erhöht werden. Da die Vorschriften zum Heizungsersatz bis im Jahr 2020 erst in einer kleinen Anzahl Kantone umgesetzt wurde und die Standardmethode diese jährlichen Entwicklungen nur bedingt abbildet, muss diese statistische Analyse in Zukunft wiederholt werden. Dies kann bei einer wiederholten Durchführung bei der nächsten Berichterstattung erfolgen. Voraussetzung ist, dass reale Entwicklungen bspw. zum Heizungsersatz auch tatsächlich in den Daten der Berichterstattung abgebildet werden. Eine mögliche Quelle dafür sind die in EBP 2022 ausgewerteten kantonalen Daten zum Heizungsersatz.



# 5 FAZIT

## CO<sub>2</sub>-EMISSIONEN UND ENERGIE-VERBRAUCH IM GEBÄUDEBEREICH

Die Bestimmung der CO<sub>2</sub>-Emissionen und des Energieverbrauchs im Gebäudebereich durch die Kantone ergibt trotz teilweiser Unterschiede in den methodischen Vorgehensweisen und lückenhaften Datengrundlagen plausible Werte. Die vorliegenden Daten weisen zwischen 2016 und 2020 eine schweizweite Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen um 17 Prozent und des Energieverbrauchs um 12 Prozent aus. Ein Teil dieser Reduktion ist auf die im Vergleich zu 2016 milderen Winter zurückzuführen. Doch auch die kantonalen Klima- und Energievorschriften und Fördermassnahmen zeigen ihre Wirkung. Insbesondere mit Einführung von Vorschriften zum Wärmeerzeugersatz in bestehenden Bauten können die bereits erzielten jährlichen Reduktionen der CO<sub>2</sub>-Emissionen in betroffenen Kantonen rund verdoppelt werden. Damit sind diese Vorschriften eine wirkungsvolle Ergänzung der bereits langfristig bewährten Fördermassnahmen.

Seit der letzten Berichterstattung im Jahr 2020 konnten Fortschritte erzielt werden. Die Methodik von ECOSPEED und TEP Energy wurde weiterentwickelt. Die Modellierung der Energiekennzahlen konnte verbessert und die Energieträgeranteile besser empirisch abgestützt werden. Die Standardmethode stützt sich in dieser Berichterstattung auf Umfrageergebnisse, die Erweiterung des GWR auf Nicht-Wohngebäude sowie eine Auswertung des 3D-Modells. Damit beruht die Standardmethode auf einer besseren empirischen Grundlage und die Unsicherheiten haben sich entsprechend reduziert verglichen mit der letzten Berichterstattung. Trotzdem sind weitere Anstrengungen nötig, um die Datengrundlagen, insbesondere die Vollständigkeit und Aktualität der Daten im GWR, erheblich zu verbessern.

## ANDERE PROJEKTE IM BEREICH CO<sub>2</sub>-EMISSIONEN IM GEBÄUDEBEREICH

In Zusammenarbeit der Bundesämter für Umwelt BAFU, für Energie BFE und für Statistik BFS werden im Jahr 2023 auf [map.geo.admin.ch](http://map.geo.admin.ch) neu Informationen im Bereich Klima und Energie für den ganzen Schweizer Gebäudepark visualisiert. Für jedes Wohngebäude kann interaktiv errechnet werden, wie viel CO<sub>2</sub> von einem Gebäude unter Normbedingungen für den Heizwärme- und Warmwasserbedarf ausgestossen wird. Für die Berechnung werden die Input-Daten gemäss dem eidgenössischen Gebäude- und Wohnungsregister des Bundesamtes für Statistik bereitgestellt. Angaben zum Energieträger und zu vorgenommenen Sanierungsarbeiten können durch die Nutzenden ergänzt werden. Über [map.geo.admin.ch](http://map.geo.admin.ch) werden in diesem Zusammenhang neu auch gebäudescharfe Rückmeldungsmöglichkeiten geschaffen,

um die Energiedaten im GWR möglichst einfach aktualisieren zu können. Somit trägt das Projekt zur kontinuierlichen Verbesserung der Datengrundlage bei, um CO<sub>2</sub>-Emissionen in Zukunft noch belastbarer abschätzen zu können.

## AUSBLICK ZUR BERICHTERSTATTUNG

Die Verbesserung der Datengrundlagen ist entscheidend für die Aussagekraft der kantonalen Berichterstattung über die CO<sub>2</sub>-Emissionen und den Energieverbrauch im Gebäudebereich. Diese vorliegende dritte Berichterstattung ist aus diesem Grund als Teil eines Lern- und Verbesserungsprozesses zu sehen, welcher kontinuierlich zu einer belastbareren Datengrundlage und robusteren Aussagen führt.

Im Fokus der angestrebten Verbesserungen stehen:

- Die Datenbestände des GWR, welches das Mengengerüst der Hochrechnung liefert, werden laufend verbessert. Die Erweiterung des GWR um alle Nicht-Wohngebäude ist im Gange. Zudem soll die zeitnahe und vollständige Nachführung von Energiemerkmalen (namentlich Energieträger für Heizung und Warmwassererzeugung, Energiebezugsfläche und Sanierungen) verbessert werden. Mit der Revision des Anhangs der Verordnung über das eidgenössische GWR stehen Informationen zum Heizsystem neu öffentlich zur Verfügung. Ab 2023 besteht über [map.geo.admin.ch](http://map.geo.admin.ch) eine einfache Möglichkeit für gebäudescharfe Rückmeldungen, um die Aktualisierung weiter zu vereinfachen.
- Die Qualität und Aktualität der verwendeten Energiekennzahlen, welche mit dem Mengengerüst zusammen direkt den Energieverbrauch und die CO<sub>2</sub>-Emissionen bestimmen, soll soweit sinnvoll weiter verbessert werden. Eine nach Kantonen differenzierte Nachführung der Energiekennzahlen ist notwendig, damit kantonale Unterschiede der umgesetzten Massnahmen auch tatsächlich in der Berichterstattung abgebildet werden können. Die Weiterentwicklung der Datengrundlagen und Methodik soll möglichst mit einem koordinierten Ansatz erfolgen, welcher einerseits die Vergleichbarkeit der Daten zwischen Kantonen gewährleistet und andererseits den Aufwand der einzelnen Kantone auf ein vertretbares Mass beschränkt.

In künftigen Berichten soll die zeitliche Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen sowie der Anteil fossiler Energieträger robuster dargestellt werden können und so einer besseren Erfolgskontrolle und Steuerung der Klima- und Energiepolitik im Gebäudebereich dienen.



# 6 ANHANG

## ANHANG A1: LITERATUR

- BAFU 2018: «Faktenblatt CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren für die Berichterstattung der Kantone».
- BAFU 2018b: Faktenblatt Wirkungsabschätzung und Evaluation der CO<sub>2</sub>-Abgabe auf Brennstoffe.
- BAFU 2020: «Informationen zur Berichterstattung der Kantone über die Verminderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen aus Gebäuden».
- BAFU 2022: «Emissionen von Treibhausgasen nach revidiertem CO<sub>2</sub>-Gesetz und Kyoto-Protokoll, 2. Verpflichtungsperiode (2013–2020)».
- BAFU und BFE 2018: «Wirkung der Klima- und Energiepolitik in den Kantonen 2016».
- BAFU und BFE 2018b: Wirkung der Klima- und Energiepolitik in den Kantonen, 2016, Sektor Gebäude. Wirkungsanalyse durch EBP.
- BAFU und BFE 2020: «Wirkung der Klima- und Energiepolitik in den Kantonen 2018».
- BFE 2021: «Analyse des schweizerischen Energieverbrauchs 2000–2020 nach Verwendungszwecken». Infras, TEP Energy und prognos im Auftrag des BFE.
- BFE 2022: Heizsysteme: Entwicklung der Marktanteile 2008–2021, Aktualisierung 2022. Wüest Partner im Auftrag des BFE.
- BFE und BAFU 2020: «Stand der Energie- und Klimapolitik in den Kantonen 2020».
- BFE und BAFU 2022: «Stand der Energie- und Klimapolitik in den Kantonen 2022».
- Das Gebäudeprogramm 2021: «Jahresbericht 2020».
- Das Gebäudeprogramm 2022: «Jahresbericht 2021»
- BFS, Gebäude- und Wohnungsstatistik (seit 2009), Wohngebäude nach Hauptenergiequelle der Heizung und Kanton, Dargestellter Zeitraum 2021
- BFS, GWR Energie Monitoring, Stand 01.12.2022, [www.housing-stat.ch/monitoringnrj](http://www.housing-stat.ch/monitoringnrj)
- EnDK 2008: «Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKE): Ausgabe 2008».
- EnDK 2015: «Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKE): Ausgabe 2014».
- TEP Energy 2021: «Kantonale Energiekennzahlen und CO<sub>2</sub>-Emissionen im Gebäudebereich», Projektbericht Zuhanden BAFU, EnDK, KVU sowie kantonale Energie- und Umweltfachstellen.
- TEP Energy 2022: «Energiekennzahlen und CO<sub>2</sub>-Emissionen Gebäude pro Kanton», Nachtrag in Form einer Präsentation zum Bericht TEP Energy 2021, nicht öffentlich, auf Anfrage erhältlich beim BAFU oder TEP Energy
- BAFU 2021: «Kurzbeschreibung der Methodik von TEP Energy, Modellierung relevanter Grössen für die Berechnung der kantonalen CO<sub>2</sub>-Emissionen aus Gebäuden»
- EBP 2022: Grundlagenstudie für die Weiterentwicklung der MuKE, Bereich Heizungsersatz. Studie im Auftrag der Energiefachstellenkonferenz der Kantone (EnFK).
- EBP 2023: Wirkungsanalyse der Klima- und Energiepolitik in den Kantonen, 2016–2020, Sektor Gebäude. Studie im Auftrag des BAFU.
- Ecoplan 2015: Wirkungsabschätzung CO<sub>2</sub>-Abgabe. Studie im Auftrag des BAFU.
- Ecoplan 2017: Wirkungsabschätzung zur CO<sub>2</sub>-Abgabe – Aktualisierung bis 2015. Studie im Auftrag des BAFU.
- Infras 2003: Wirkungen der kantonalen Energievorschriften im Gebäudebereich im Jahr 2002. Studie im Auftrag des BFE.
- Infras 2008: Wirkung kantonalen Energiegesetzes: Analyse der Auswirkungen gemäss Art. 20 EnG, Aktualisierung für das Jahr 2007. Studie im Auftrag des BFE.
- Infras 2013: Wirkung kantonalen Energiegesetzes: Analyse der Auswirkungen gemäss Art. 20 EnG, Aktualisierung für das Jahr 2012. Studie im Auftrag des BFE.
- Kanton Basel-Stadt 2019: «Klimaschutzbericht: Auf dem Weg in eine ressourcenschonende und CO<sub>2</sub>-arme Zukunft»
- Lehmann M. et al. 2019: Heizungsersatz: Vergleich ausgewählter Städte und Gemeinden. Energieforschung Stadt Zürich. Zwischenbericht Nr. 55, Forschungsprojekt FP-2.8.1
- TEP Energy und Rütter Sococo 2016: Wirkungsabschätzung CO<sub>2</sub>-Abgabe auf Brennstoffe. Direktbefragungen zur Abschätzung der Wirkung der CO<sub>2</sub>-Abgabe auf Unternehmensstufe. Studie im Auftrag des BAFU.

## ANHANG A2: BILDVERZEICHNIS

Der Bericht zeigt Fotos von ausgewählten Bauten, welche Gewinner des Schweizer Solarpreises 2019, 2021 und 2022 in verschiedenen Kategorien sind. Der Schweizer Solarpreis wird jährlich von der Solar Agentur verliehen. Sie setzt sich für die Förderung der Sonnenenergienutzung, insbesondere für PlusEnergieBauten (PEB) ein.

**Titelseite:** Schweizer Solarpreis 2022/Solar Agentur, 315% NF-PEB-MFH-Sanierung, Fahrwangen/AG

**Seite 4:** Schweizer Solarpreis 2021/Solar Agentur, 104% PEB-Eiskunsthalle, Tramelan/BE

**Seite 6:** Schweizer Solarpreis 2022/Solar Agentur, 609% Winter-PlusEnergieHaus, Poschiavo/GR

**Seite 8:** Schweizer Solarpreis 2022/Solar Agentur, 296% PEB-MFH Ursprung, Benzenschwil/AG

**Seite 14:** Schweizer Solarpreis 2019/Solar Agentur, 174%-PEB-Strohballen-EFH, Graben/BE

**Seite 26:** Schweizer Solarpreis 2021/Solar Agentur, Schweizer Alpen-Club SAC, Bern/BE

**Seite 28:** Schweizer Solarpreis 2021/Solar Agentur, 157%-PlusEnergie-Siedlung, Thônex/GE

Der R-Code zur Erstellung der Karten in Abbildung 1 basiert auf: <https://github.com/grssnbchr/thematic-maps-ggplot2>, Beautiful thematic maps with ggplot2 (only), lizenziert unter CC-BY-SA, von Timo Grossenbacher, bearbeitet durch Vincent Roth (BAFU).

## **ANHANG A3: DATENGRUNDLAGEN ZU DEN ABBILDUNGEN**

Daten zur Berichterstattung sind verfügbar unter [www.bafu.admin.ch/berichterstattung-gebäude](http://www.bafu.admin.ch/berichterstattung-gebäude). Diese beinhalten CO<sub>2</sub>-Emissionen und Energieverbrauch nach Kanton, Energieträger und Jahr; spezifische CO<sub>2</sub>-Emissionen und Energieverbrauch pro Kanton und Jahr; Energiebezugsfläche nach Kanton und Jahr; Energiekennzahlen nach Kanton, Einfamilien- und Mehrfamilienhäusern, grobe Bauperioden und Jahr.

# 7 IMPRESSUM

## HERAUSGEBER

Bundesamt für Umwelt (BAFU) | Bundesamt für Energie (BFE)

Das BAFU und das BFE sind Ämter des Eidg. Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK).

## AUTOREN

Gianna Battaglia, BAFU, Abteilung Klima (Aktualisierung des Berichtes)

Michel Müller, Julia Brandes, EBP (Kapitel 4.4)

Bei dieser Publikation handelt es sich um eine Aktualisierung des Berichts von 2020 (BAFU und BFE 2020), welcher von Carla Gross (BAFU) verfasst wurde. Der ursprüngliche Bericht aus dem Jahr 2018 (BAFU und BFE 2018) wurde von Michel Müller, Gianluca De Sanctis und Sabine Perch-Nielsen (alle EBP) verfasst.

## KONSULTATION

Vor der Veröffentlichung wurde der vorliegende Bericht BAFU-, BFS- und BFE-intern konsultiert.

Weiter hatten folgende Akteure die Möglichkeit Rückmeldung zu geben:

Konferenz kantonaler Energiedirektoren (EnDK), Konferenz der Vorsteher der Umweltschutzämter (KVU), kantonale Umwelt- oder Energieämter (jeweiliger kantonaler Datenlieferant), TEP Energy und ECOSPEED.

## ZITIERUNG

BAFU und BFE (Hrsg.) 2023: Wirkung der Klima- und Energiepolitik in den Kantonen 2016–2020, Sektor Gebäude. Bundesamt für Umwelt und Bundesamt für Energie, Bern: 32 S.

## LAYOUT

Sektion Publishing, Bundesamt für Energie

## PDF-DOWNLOAD

[www.bafu.admin.ch/berichterstattung-gebäude](http://www.bafu.admin.ch/berichterstattung-gebäude)

Diese Publikation ist auch auf Französisch verfügbar.

© BAFU 2023