

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

Michel Müller, EBP

Gianluca De Sanctis, EBP

Sabine Perch-Nielsen, EBP

Begleitung Bund

Carla Gross, BAFU, Abteilung Klima

Michael Bock, BAFU, Abteilung Klima

Rosemarie Weigt, BAFU, Abteilung Klima

Regine Röthlisberger, BAFU, Abteilung Klima

Roger Nufer, BFE, Abteilung Energieeffizienz und Erneuerbare Energien

Begleitung Kantone

Kanton Aargau: Peter Barmet

Kanton Basel-Landschaft: Felix Jehle, Luca Hüsler

Kanton Bern: Christian Glauser, Thomas Rosenberg

Kanton Luzern: Jules Gut, Marco Lustenberger

Kanton Neuenburg: Stefano Giamboni

Kantone Schaffhausen und Thurgau: Reto Hunziker

Kanton Zürich: Alex Nietlisbach

Externe Begleitung

Donald Sigrist, Infrac

Layout

Maurice Marti, BAFU, Abteilung Klima

Titelbild

Schweizer Solarpreis 2016, Mehrfamilienhaus, Aesch/LU

Zitierung

BAFU und BFE (Hrsg.) 2018: Wirkung der Klima- und Energiepolitik im Gebäudebereich in den Kantonen. Bundesamt für Umwelt und Bundesamt für Energie, Bern: 38 S.

PDF-Download

www.bafu.admin.ch

© BAFU 2018

Zusammenfassung

Ausgangslage und Inhalt

Sowohl das nationale CO₂-Gesetz, als auch das nationale Energiegesetz fordern eine Berichterstattung über die Massnahmen, welche die Kantone im Gebäudebereich im Rahmen ihrer Klima- und Energiepolitik umsetzen. Ab 2018 publizieren das Bundesamt für Umwelt (BAFU) und das Bundesamt für Energie (BFE) basierend auf einer zweijährlichen Datenlieferung der Kantone über die CO₂-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 CO₂- und Energiegesetzes. Der vorliegende Bericht «Wirkung der Klima- und Energiepolitik in den Kantonen 2016» enthält sowohl Werte zu den CO₂-Emissionen und zum Energieverbrauch im Gebäudebereich in den Kantonen als auch Abschätzungen zu Reduktion der CO₂-Emissionen und des Energieverbrauchs aufgrund der kantonalen Klima- und Energievorschriften. In zukünftigen Aktualisierungen soll dieser Bericht Zeitreihen zur kantonalen Entwicklung der CO₂-Emissionen und des Energieverbrauchs im Gebäudebereich dokumentieren, welche mit den abgeschätzten Reduktionen ergänzt und verglichen werden können. Dadurch soll der Bericht zu einem verbesserten Verständnis und Monitoring der Wirkung der kantonalen Klima- und Energiepolitik beitragen.

Methodisches Vorgehen

Betrachtet werden als Untersuchungsgegenstand die Emissionen und der Energieverbrauch der Wohn- und Dienstleistungsgebäude, unter Ausschluss der Industrie- und Landwirtschaftsgebäude. Die Systemgrenzen für die Emissionen und den Endenergieverbrauch orientieren sich am nationalen Treibhausgasinventar. Die Daten zu den CO₂-Emissionen und zum Energieverbrauch im Gebäudebereich basieren grösstenteils auf Daten des Gebäude- und Wohnungsregisters – teilweise mit zusätzlichen Modellierungen ergänzt – und geschätzten Energiekennzahlen. 18 Kantone haben für die Berichterstattung die Software ECOSPEED Immo verwendet und lieferten so untereinander vergleichbare Werte, die weiteren acht Kantone haben individuelle Methoden angewandt. Die Abschätzung der Reduktionswirkung der gesetzlichen Massnahmen der Kantone beruht auf einem Wirkungsmodell, das in einem separaten technischen Bericht detailliert beschrieben ist.

CO₂-Emissionen und Energieverbrauch im Gebäudebereich

Die Erhebung der CO₂-Emissionen und des Energieverbrauchs im Gebäudebereich im Jahr 2016 durch die Kantone ergab trotz teilweiser Unterschiede in den angewendeten Datengrundlagen und methodischen Vorgehensweisen plausible Werte. Die Summe der rapportierten kantonalen CO₂-Emissionen entspricht mit 13.8 Mio. Tonnen CO₂ ungefähr dem nationalen Wert von 13 Mio. Tonnen CO₂ gemäss Treibhausgasinventar für das Jahr 2016. Ebenfalls beim Endenergieverbrauch stimmen die erhobenen 85.6 TWh in der Grössenordnung mit statistischen Schweizer Werten überein. Der Stand der Berichterstattung zeigt jedoch auch, dass eine fundierte Interpretation der Daten aufgrund der verwendeten unterschiedlichen Methoden, unzureichender Datengrundlage sowie noch nicht vorhandener Zeitreihen schwierig ist. Die Systemgrenzen sind für die zukünftige Berichterstattung besser zu vereinheitlichen.

Reduktion der CO₂-Emissionen und des Energieverbrauchs im Gebäudebereich

Die Schätzung der Wirkung der kantonalen Klima- und Energievorschriften im Gebäudebereich zeigt, dass die Vorschriften zu substantiellen Reduktionen führen. Durch die kantonalen Klima- und Energievorschriften wurde im Jahr 2016 schweizweit eine Reduktion der CO₂-Emissionen im Gebäudebereich von 62'000 Tonnen CO₂ pro Jahr und des Energieverbrauchs von 400 GWh pro Jahr erzielt. Diese Wirkung wurde mit einem Wirkungsmodell auf die Kantone aufgeteilt. Bei der Interpretation und dem Vergleich der Kantone untereinander sind jedoch die gleichen Einschränkungen zu beachten wie bei den übergeordneten Werten zu den Energieverbräuchen und den CO₂-Emissionen, weil das Wirkungsmodell zu einem grossen Teil auf diesen Daten beruht. Ein deutlicher Zusatznutzen für die Interpretation der Wirkungsschätzung wird in zukünftigen Berichterstattungen entstehen, wenn kantonale Zeitreihen der CO₂-Emissionen und des

Energieverbrauchs zur Verfügung stehen. Dies wird eine Vertiefung der Analyse von Bestimmungsfaktoren erlauben. Zudem wird erwartet, dass die Wirkungsschätzung deutlichere Unterschiede zwischen den Kantonen zeigen wird, wenn die Kantone zentrale und wirkungsvolle Massnahmen der MuKE 2014 in ihre Gesetzgebung übernehmen.

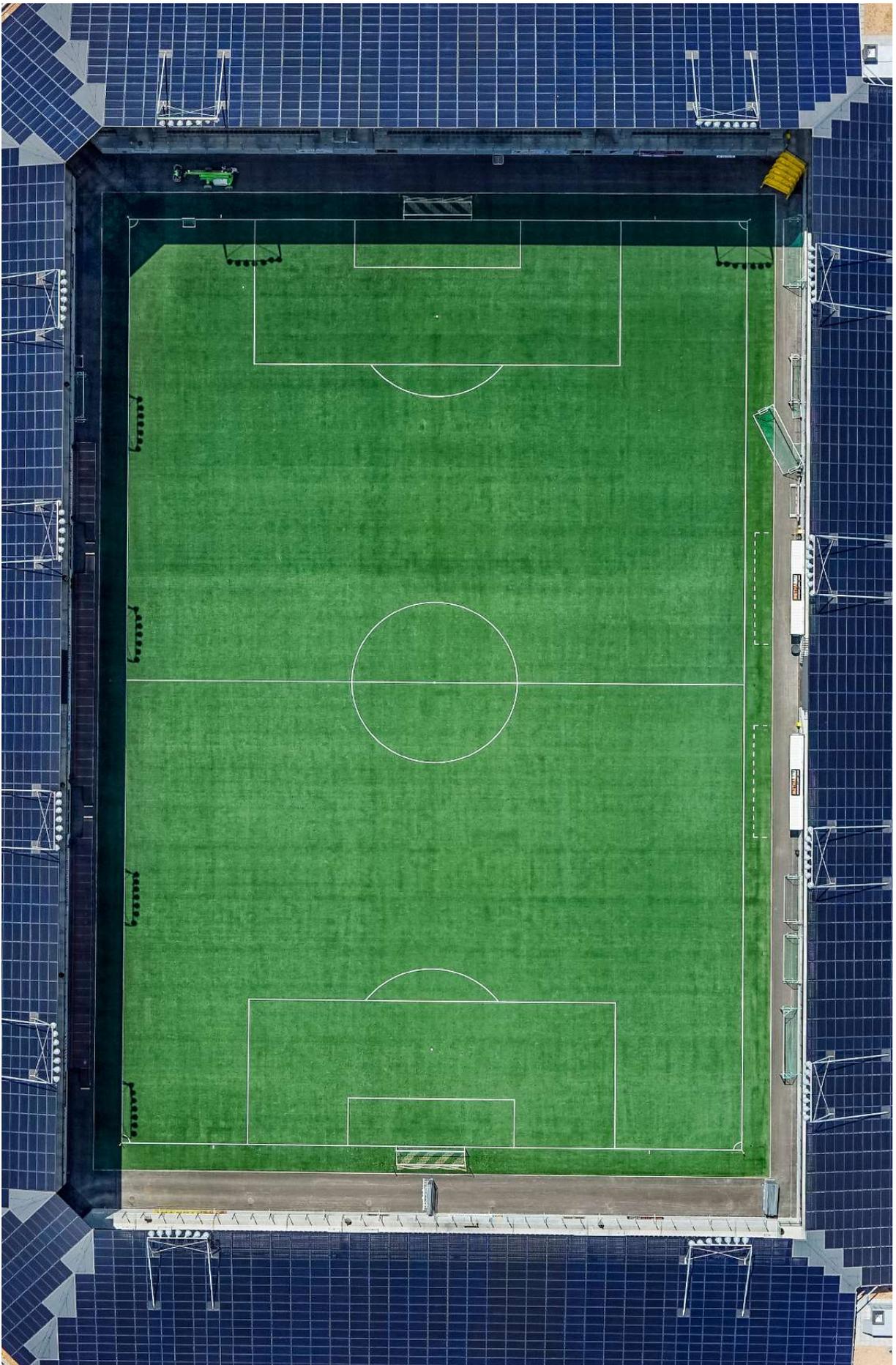
Fazit und Ausblick

Die Verbesserung der Datengrundlagen ist entscheidend für die Aussagekraft der Berichterstattung über CO₂-Emissionen und Energieverbrauch im Gebäudebereich und ebenfalls für die Wirkungsabschätzung der kantonalen Massnahmen. Diese erste Berichterstattung ist der Start eines Lern- und Verbesserungsprozesses, um die Entwicklung der CO₂-Emissionen und des Energieverbrauchs in Zukunft belastbar und kantonal differenziert zu erheben. Zentrale Stellschrauben zur Verbesserung der Datengrundlagen sind die Aktualisierung und Erweiterung des Gebäude- und Wohnungsregisters als Datengrundlage und die Erhöhung der Qualität und Aktualität der verwendeten kantonalen Energiekennzahlen. Dieser Verbesserungsprozess soll dazu dienen, dass in zukünftigen Berichten die zeitliche Entwicklung der CO₂-Emissionen sowie der Anteil erneuerbarer Energieträger robuster dargestellt werden können und damit eine bessere Erfolgskontrolle und Steuerung der Klima- und Energiepolitik im Gebäudebereich möglich sind.

Inhalt

Zusammenfassung.....	3
1 Einleitung.....	6
1.1 Ausgangslage.....	7
1.2 Über diesen Bericht.....	7
2 Kantonale Klima- und Energiepolitik im Gebäudebereich	8
3 CO ₂ -Emissionen und Energieverbrauch im Gebäudebereich.....	10
3.1 Methodik der Datenerhebung.....	11
3.2 CO ₂ -Emissionen und Energieverbrauch.....	13
3.3 Spezifische Emissions- und Verbrauchswerte	15
4 Reduktion der CO ₂ -Emissionen und des Energieverbrauchs im Gebäudebereich.....	18
4.1 Qualitative Beurteilung der Wirkung.....	19
4.1.1 Direkte Wirkung kantonalen Klima- und Energievorschriften.....	19
4.1.2 Indirekte Wirkungen kantonalen Klima- und Energievorschriften	19
4.1.3 Weitere Massnahmen und Akteure	20
4.2 Quantitative Abschätzung der Wirkung.....	22
4.2.1 Methodik der Wirkungsschätzung	22
4.2.2 Wirkung auf CO ₂ -Emissionen und Energieverbrauch	24
4.2.3 Wirkung auf Luftschadstoffe und Wirtschaft.....	27
4.2.4 Analyse von Bestimmungsfaktoren	27
5 Fazit.....	30
Anhang A1: Literatur	32
Anhang A2: Bildverzeichnis.....	32
Anhang A3: Datengrundlagen zu den Abbildungen	33
Anhang A4: Energiekennzahlen der Kantone	37

1 Einleitung



1.1 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 CO₂-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 CO₂-Gesetzes hält fest, dass die Kantone für die Reduktion der CO₂-Emissionen aus Gebäuden verantwortlich sind und dem Bund darüber Bericht erstatten. Artikel 16 in der CO₂-Verordnung präzisiert dies: Eine regelmässige Berichterstattung soll Angaben zu den getroffenen und geplanten CO₂-wirksamen Massnahmen und deren Wirkung sowie zur Entwicklung der CO₂-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 CO₂-Gesetzes).

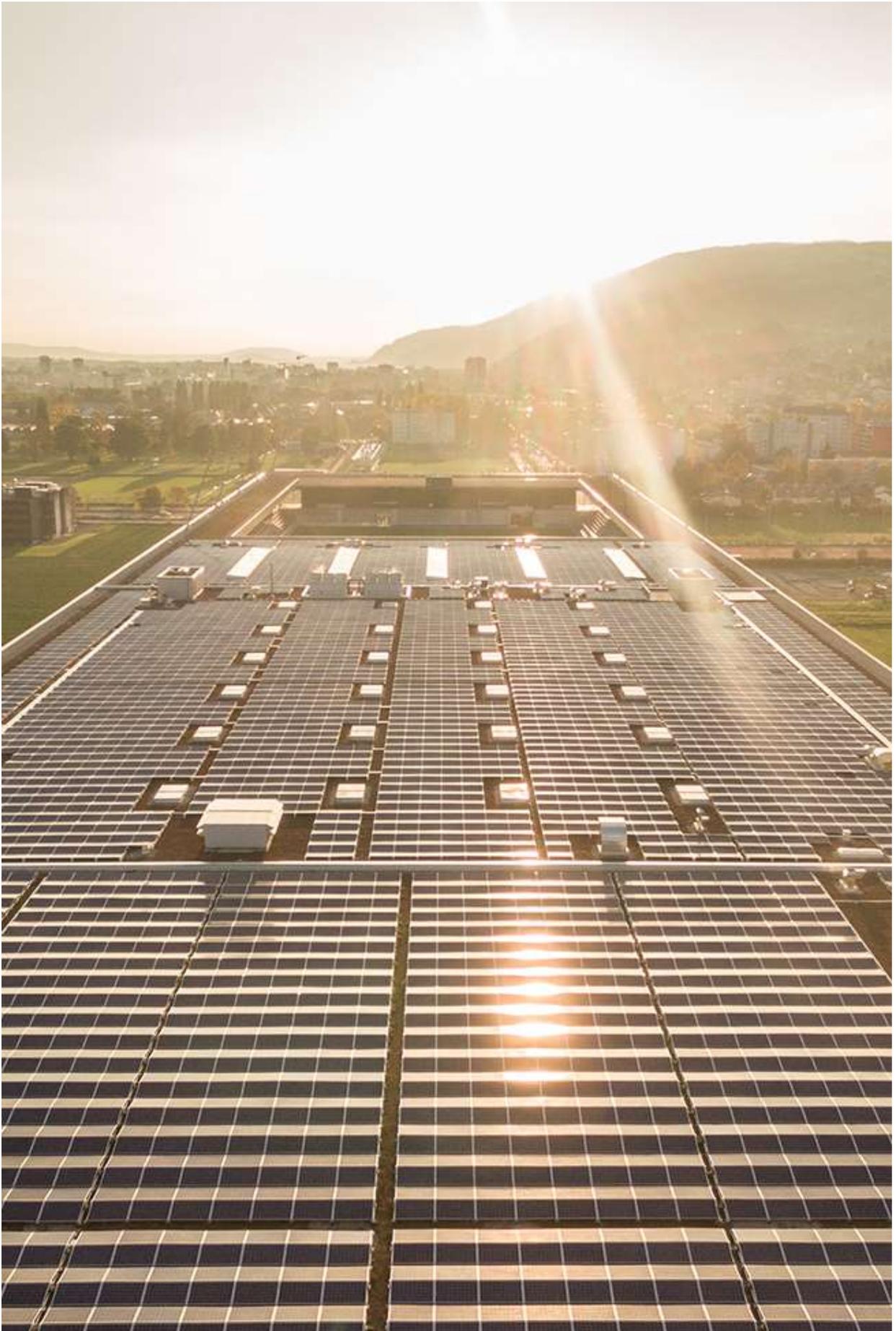
1.2 Über diesen Bericht

Ab 2018 wird die Berichterstattung der Kantone an das Bundesamt für Umwelt (BAFU) mit der bereits bestehenden Berichterstattung im Rahmen des Energiegesetzes koordiniert. Im Frühjahr 2018 lieferten die Kantone erstmals Daten über die CO₂-Emissionen aus Gebäuden auf ihrem Kantonsgebiet. Diese Datenlieferung erfolgt in Zukunft regelmässig alle zwei Jahre. Das BAFU und das Bundesamt für Energie (BFE) publizieren basierend darauf alle zwei Jahre den (vorliegenden) Bericht «Wirkung der Klima- und Energiepolitik in den Kantonen». Zusammen mit dem jährlich erscheinenden Bericht «Stand der Energie- und Klimapolitik in den Kantonen» und den Jahresberichten zum Gebäudeprogramm erfüllen diese die Berichterstattungspflicht des CO₂- und Energiegesetzes.

Der Bericht «Wirkung der Klima- und Energiepolitik in den Kantonen 2016» enthält sowohl Werte zu den CO₂-Emissionen und zum Energieverbrauch im Gebäudebereich in den Kantonen als auch Abschätzungen zur Wirkung der kantonalen Klima- und Energievorschriften. Schlussendlich soll der Bericht Zeitreihen zur kantonalen Entwicklung der CO₂-Emissionen und des Energieverbrauchs im Gebäudebereich dokumentieren, welche mit der abgeschätzten Wirkung ergänzt und verglichen werden können. 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. In der vorliegenden ersten Durchführung der Berichterstattung enthält der Bericht noch keine Zeitreihen zur Entwicklung der CO₂-Emissionen und des Energieverbrauchs. Er beschränkt sich auf Aussagen zum Jahr 2016.

Die Daten zu den CO₂-Emissionen und zum Energieverbrauch und die Wirkungsschätzung beziehen sich auf den gleichen Untersuchungsgegenstand mit identischen Systemgrenzen. Betrachtet werden die Emissionen und der Energieverbrauch der 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 und der Energieverbrauch werden dort ausgewiesen, wo sie anfallen. Entsprechend werden Emissionen aus der Strom- und Fernwärmeproduktion nicht den Gebäuden angerechnet. Die Resultate der Erhebung der CO₂-Emissionen und des Energieverbrauchs und die Entwicklung des Modells zur Wirkungsschätzung wurden mit einer Begleitgruppe aus Kantonsvertretern abgesprochen. Zudem erhielten alle Kantone die Möglichkeit, zum vorliegenden Bericht Rückmeldung zu geben. Allen involvierten Kantonsvertretern sei hier ein Dank für ihr Engagement ausgesprochen.

2 Kantonale Klima- und Energiepolitik im Gebäudebereich



Die Kantone sind in vielen klima- und energiepolitischen Bereichen involviert und aktiv: in Klima- und Energievorschriften im Gebäudebereich, in der Energieversorgung, der Richtplanung, 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 2018» (BFE und BAFU 2018).

Zentrale Umsetzungsinstrumente der Kantone sind die Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKE). Diese gehen zurück auf die ersten Mustervorschriften im Jahr 1992. Die MuKE sind ein breiter Katalog von Bestimmungen insbesondere im Gebäudebereich, die zu einer verstärkten rationellen 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 und die MuKE 2014:

- 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 nichterneuerbare Energien bei Neubauten. Tabelle 1 zeigt eine Zusammenfassung zum Stand der Umsetzung per Ende März 2016 als Bezugszeitpunkt der vorliegenden Berichterstattung (BFE 2016).
- 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 CO₂-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. Die aktuellen Informationen zur Umsetzung der MuKE 2014 enthält der jährlich aktualisierte Bericht «Stand der Energie- und Klimapolitik in den Kantonen 2018» (BFE und BAFU 2018).

Tabelle 1: Stand der Umsetzung der MuKE 2008 per Ende März 2016 in den Kantonen («Stand der Energiepolitik in den Kantonen 2016», BFE 2016).

Regelung aus MuKE 2008	Umsetzung in den Kantonen	Anteil der Bevölkerung
Wärmeschutz gemäss Basismodul MuKE 2008 (Art. 1.6) resp. SIA 380/1 (Ausgabe 2009)	26 Kantone*	100%
Nutzung der anfallenden Abwärme in Gebäuden (Basismodul, Art. 1.16)	26 Kantone*	100%
Höchstanteil an nichterneuerbaren Energien (Basismodul, Art. 1.20 – 1.22)	24 Kantone*	97%
Anforderungen für Grossverbraucher (Basismodul, Art. 1.28 – 1.30)	21 Kantone*	85%
Gebäudeenergieausweis (Basismodul, Art. 1.31)	19 Kantone*	81%
VHKA in bestehenden Gebäuden (Modul 2)	10 Kantone*	34%
Einhaltung Grenzwerte gemäss SIA 380/4 «Elektrische Energie im Hochbau» (Modul 3)	23 Kantone*	93%
Heizen im Freien (Modul 4, Art. 4.1)	23 Kantone*	93%
Anforderungen an Ferienhäuser (Modul 5)	10 Kantone	45%
Ausführungsbestätigung durch private Fachleute und Organisationen (Modul 6)	16 Kantone*	67%
Bestimmungen zur kantonalen Energieplanung (Modul 7, Art. 7.1)	14 Kantone*	75%
Wärmedämmung / Ausnützung: Berechnung der Baumassenziffer (Modul 8)	18 Kantone*	79%

* teilweise mit inhaltlicher Abweichung gegenüber MuKE 2008

3 CO₂-Emissionen und Energieverbrauch im Gebäudebereich



3.1 Methodik der Datenerhebung

In diesem Kapitel werden die Daten ausgewertet, die von den Kantonen zum Bezugsjahr 2016 bereitgestellt wurden. Bei der Interpretation und vor allem dem Vergleich der Daten zwischen einzelnen Kantonen ist Vorsicht geboten, da die Werte der CO₂-Emissionen und des Energieverbrauchs stark von der Datenqualität und der angewendeten Methodik abhängen. Insgesamt sind die vorhandenen Grundlagen noch nicht ausreichend für eine weitergehende, vergleichende Analyse. Diese Einschätzung basiert insbesondere auf folgenden Gründen:

- In wenigen Fällen wurden die vom BAFU empfohlenen *Systemgrenzen* (bspw. zum betrachteten Gebäudebestand oder den betrachteten Energieträgern) nicht vollständig umgesetzt. Dies führt direkt zu deutlichen Unterschieden in den Resultaten.
- *Unterschiedliche methodische Vorgehensweisen* können selbst bei korrekt angewendeten Systemgrenzen zu deutlichen Unterschieden führen. Ein einfaches Beispiel ist, ob eine Methodik Witterungsabhängigkeiten abbildet oder nicht.
- Das *Gebäude- und Wohnungsregister (GWR)* ist als Datengrundlage für die Erhebung prädestiniert. Zurzeit ist das GWR jedoch aus zwei Gründen noch keine gänzlich belastbare Datenquelle: Das GWR ist noch nicht vollständig und noch nicht genügend aktuell. In den meisten Kantonen umfasst es zurzeit nur Gebäude mit Wohnnutzung und kann deshalb den hier betrachteten Gebäudebestand nicht vollständig abdecken. Zudem ist die zeitnahe und vollständige Nachführung durch die Gemeinden zurzeit nicht gewährleistet. Dies gilt insbesondere für energetisch relevante Gebäudemerkmale: Zum Beispiel überschätzt das GWR den Anteil Ölheizungen teilweise deutlich.

Trotz dieser Einschränkungen zur Datenqualität stellt die Berichterstattung bereits jetzt eine wertvolle Datenquelle dar, welche erste Aussagen zu den CO₂-Emissionen und zum Energieverbrauch im Gebäudebereich erlaubt und Hinweise auf kantonale Unterschiede liefert. Im Moment liegt der Fokus der Berichterstattung darin, die Methodik weiter zu vereinheitlichen und die Datengrundlagen zu verbessern. Die vorliegende erste Berichterstattung ist der Start eines Lern- und Verbesserungsprozesses, um die Entwicklung der CO₂-Emissionen und des Energieverbrauchs in Zukunft belastbar und kantonal differenziert zu erheben.

Die CO₂-Emissionen und der Energieverbrauch werden grösstenteils mit einer Methodik erhoben, die basierend auf einem Mengengerüst (Energiebezugsflächen der betrachteten Gebäude) und Energiekennzahlen (spezifischer Energieverbrauch pro Fläche) den Energieverbrauch hochrechnet und mittels Emissionsfaktoren auf die CO₂-Emissionen schliesst. Die Energiekennzahlen sind beispielsweise abhängig von der Gebäudekategorie und dem Gebäudebaujahr. Zur Vorbereitung der Berichterstattung ab 2018 wurde zu methodischen Fragen eine Arbeitsgruppe aus Kantons- und Bundesvertretern gebildet. Es konnte keine Mehrheit für eine national einheitliche Methodik gefunden werden. Mittelfristig wird jedoch eine Erhebung auf Basis des GWR mit kantonspezifischen Energiekennzahlen angestrebt. Die Datenbasis des GWR ist dafür kontinuierlich zu verbessern, insbesondere die zeitnahe und vollständige Nachführung der Daten durch die Gemeinden.

Die in diesem Bericht präsentierten Daten beruhen einerseits auf der Software ECOSPEED Immo, welche von 18 Kantonen für die Berichterstattung verwendet wurde und andererseits auf individuellen Methoden der restlichen acht Kantone. Grösstenteils wenden die Kantone ein ähnliches methodisches Vorgehen an (mengengerüst-basierte Hochrechnung mit Energiekennzahlen). ECOSPEED Immo verwendet als Mengengerüst die Gebäude- und Wohnungsstatistik (Wohngebäude) und das Gebäudeparkmodell (Dienstleistungsgebäude) von TEP-Energy. Weiterführende Informationen können in ECOSPEED (2016) und ECOSPEED (2018) nachgelesen werden. Tabelle 2 zeigt eine Übersicht der von den Kantonen angewandten Methoden. Obwohl diese grösstenteils ähnlich sind, muss bei der Interpretation der Daten berücksichtigt werden, dass unterschiedliche Vorgehensweisen und Systemgrenzen zu deutlichen Differenzen führen können, die keine Unterschiede der realen CO₂-Emissionen und des realen Energieverbrauchs darstellen.

Tabelle 2: Von den Kantonen angewendete Methoden zur Erhebung der CO₂-Emissionen und des Energieverbrauchs im Gebäudebereich.

	ECOSPEED Immo	Individuelle kantonale Methoden						
		BE	BL	BS	GE	NW	TG und SH	VS
Angewendete Methodik zur Erhebung des Energieverbrauchs	Hochrechnung EBF x EKZ	Hochrechnung EBF x EKZ	Realer Energieverbrauch für leitungsgebundene ET Hochrechnung EBF x EKZ bei anderen ET	Realer Energieverbrauch für leitungsgebundene ET Hochrechnung EBF x EKZ bei anderen ET	Realer Energieverbrauch erhoben (Hochrechnung pro ET oder Vollerhebung)	Hochrechnung EBF x EKZ	Hochrechnung EBF x EKZ	Hochrechnung EBF x EKZ
Verwendete Datenquellen	GWS und Gebäudeparkmodell TEP-Energy	GWR, GEAK, Feko, Fördergesuche, STATENT, Kataster Grundwassernutzung und Erdsonden	GWR, Feko, Energieversorger, Baugesuche, Grossverbraucher, Wärmeverbände	GWR, Feko, Energieversorger, Baugesuche, Grossverbraucher, Wärmeverbände	Energie-rechnungen, Baugesuche, Feko, Gebäudeschätzung, Energieversorger	GWR	GWR, AV, GV, Feko, Fördergesuche, Minergie, GEAK	GWR, Feko, SCCER Modellierungen, BUR, PlanETer (Planification Énergétique Territorial), kantonale Verbrauchswerte
Ist die Systemgrenze der Gebäude eingehalten?	Ja	Ja	Ja	Nein, alle Gebäude betrachtet	ja	Nein, nur Gebäude mit Wohnnutzung betrachtet	Ja	Nein, alle Gebäude betrachtet
Ist die Systemgrenze der Energieträger eingehalten?	Ja	Ja	Ja	Nein, gesamter Stromverbrauch	Ja	Ja	Ja	Nein, gesamter Stromverbrauch
Verwendete Fläche (1)	EBF	EBF	EBF	EBF	EBF	EBF	EBF	EBF
Verwendete Emissionsfaktoren	BAFU	BAFU	BAFU	BAFU	BAFU	BAFU	BAFU	BAFU
Sind die Resultate Witterungsabhängig? (2)	Ja	Nein	Ja	Ja	Nein	Nein	Ja	Nein

Abkürzungen: EBF – Energiebezugsfläche; EKZ – Energiekennzahlen; ET – Energieträger; GWS – Gebäude- und Wohnungsstatistik; GWR – Gebäude- und Wohnungsregister; Feko – Feuerungskontrolle; AV – amtliche Vermessung; GV – Gebäudeversicherung; STATENT – Statistik der Unternehmensstruktur; GEAK – Gebäudeenergieausweis der Kantone.

Bemerkungen: (1) 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 416/1). Die oben beschriebenen Methoden schätzen die Energiebezugsfläche grösstenteils auf der Basis statistisch vorhandener Flächenangaben ab. Beispielsweise leitet ECOSPEED Immo die Energiebezugsfläche für Gebäude mit Wohnnutzung aus der Wohnfläche her.

(2) «Witterungsabhängig» bedeutet, dass die Werte der CO₂-Emissionen und des Energieverbrauchs mit der Witterung des betrachteten Jahres schwanken.

3.2 CO₂-Emissionen und Energieverbrauch

Abbildung 1 zeigt die CO₂-Emissionen und Abbildung 2 zeigt den Endenergieverbrauch im Gebäudebereich im Jahr 2016 nach Kantonen. 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, insbesondere bei jenen Kantonen mit eigenen Erhebungsmethoden. Diese werden in den Abbildungen separat aufgeführt. Die deutlichsten durch die Methodik bedingten Unterschiede beziehen sich auf unterschiedlich angewendete Systemgrenzen, insbesondere aufgrund eines unterschiedlichen Gebäudebestandes (einige Kantone berücksichtigen alle Gebäude) und dabei, ob es sich bei den Zahlen um durchschnittliche oder von der Witterung abhängige Werte handelt oder nicht. Von der Witterung unabhängige Daten sind in den Abbildungen jeweils gekennzeichnet.

In der Summe sind die erhobenen Werte nachvollziehbar. Alle rapportierten kantonalen CO₂-Emissionen entsprechen mit 13.8 Mio. Tonnen CO₂ ungefähr dem nationalen Wert von 13 Mio. Tonnen CO₂ gemäss Treibhausgasinventar für das Jahr 2016 (CO₂-Emissionen fossiler Brennstoffe der Haushalte und des Dienstleistungssektors, BAFU 2018a). Beim Endenergieverbrauch liegen die erhobenen 85.6 TWh in der Grössenordnung der Werte aus BFE (2017) von 76.6 TWh für den Endenergieverbrauch der Verwendungszwecke Raumwärme und Warmwasser über die Verbrauchssektoren Haushalte und Dienstleistungen (inklusive Landwirtschaft).

Die plausible Höhe der Gesamtwerte ist nicht überraschend, da die hauptsächlich angewendete Erhebungsmethode von ECOSPEED Immo ihre Zahlen über alle Kantone hochrechnet und anhand statistischer Werte für die Schweiz kalibriert. Der Hauptgrund für die höheren Werte der vorliegenden Berichterstattung liegt wohl darin, dass einige Kantone eigene Methoden angewendet haben. Diese wenden unter anderem teilweise unterschiedliche Systemgrenzen an, beispielsweise durch Betrachtung des gesamten Stromverbrauchs und nicht nur jenem für Raumwärme und Warmwasser.

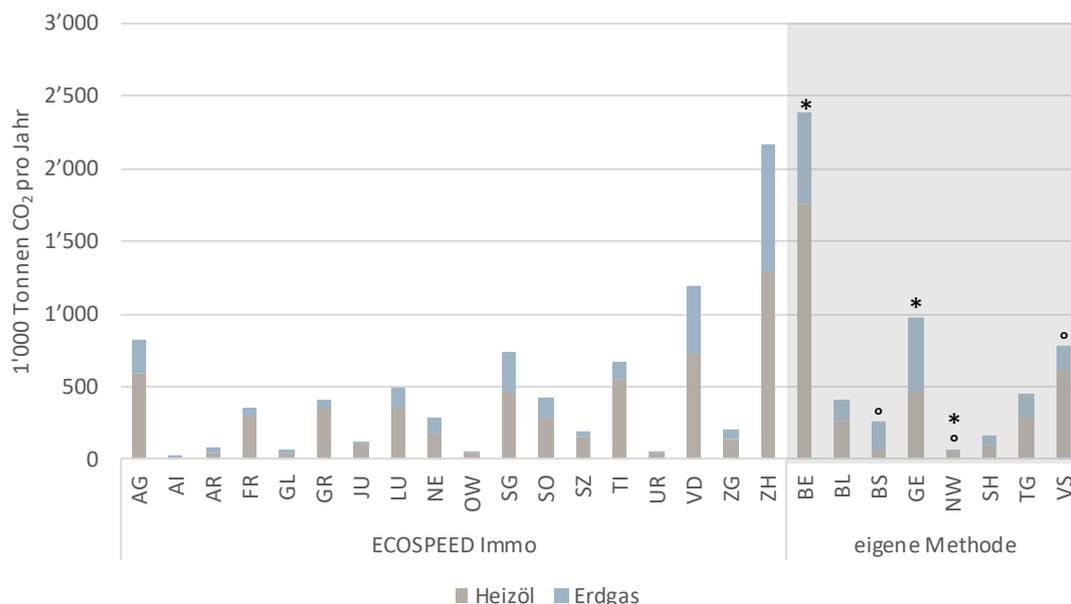


Abbildung 1: CO₂-Emissionen im Gebäudebereich im Jahr 2016 nach Kantonen. Die Kantone mit eigener Erhebungsmethode sind separat gekennzeichnet (grau hinterlegte Fläche). Abweichende Systemgrenzen sind mit (°), von der Witterung unabhängige Daten mit (*) gekennzeichnet.

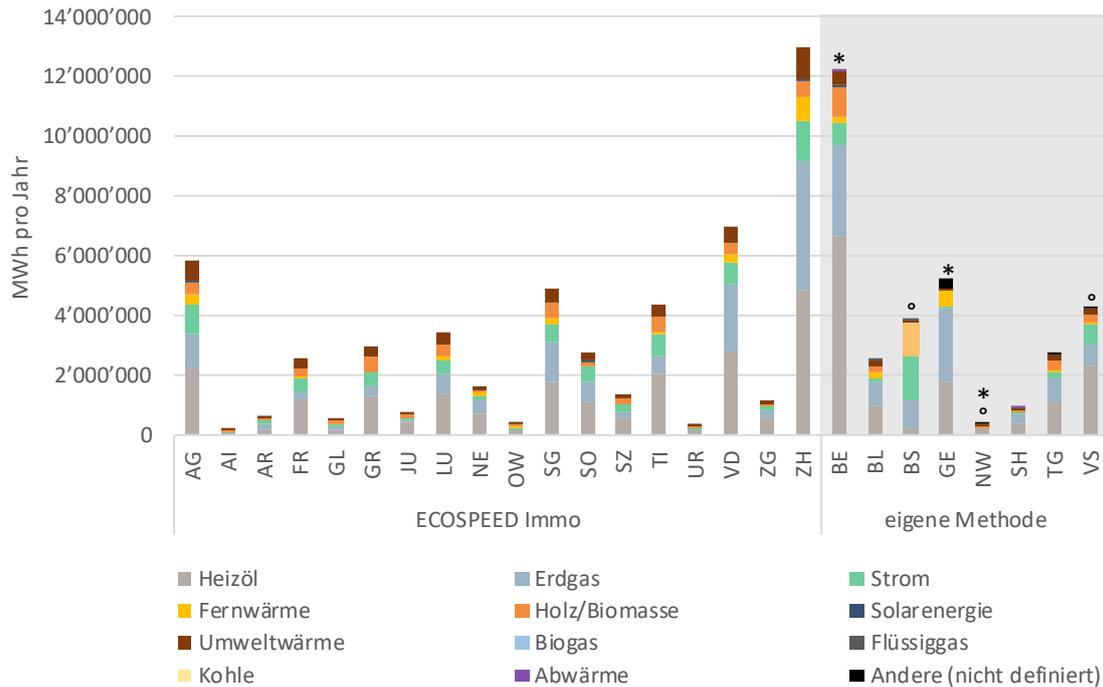


Abbildung 2: Endenergieverbrauch im Gebäudebereich im Jahr 2016 nach Kantonen. Die Kantone mit eigener Erhebungsmethode sind separat gekennzeichnet (grau hinterlegte Fläche). Abweichende Systemgrenzen sind mit (°), von der Witterung unabhängige Daten mit (*) gekennzeichnet.

Die beiden Abbildungen zu den absoluten Werten für die CO₂-Emissionen und den Endenergieverbrauch werden durch eine Darstellung der Anteile der Energieträger (vgl. Abbildung 3) ergänzt. Diese zeigt deutlich, dass die fossilen Energieträger Heizöl und Erdgas den Energieverbrauch im Gebäudebereich immer noch dominieren. Die in der Abbildung 3 gezeigten Schweizer Daten («CH Insgesamt») sind die Summe der rapportierten kantonalen Daten. Diese stimmen mit nationalen statistischen Werten grundsätzlich gut überein. Die Berichterstattung ergibt einen Anteil des Heizöls von 40.9% und des Erdgases von 25.9%. BFE (2017) beziffert für Raumwärme und Warmwasser in Haushalten den Anteil Heizöl auf 42.9% und den Anteil Erdgas auf 24.4%. Der Anteil des Stroms an den Verwendungszwecken Raumwärme und Warmwasser von 12.4% liegt etwas höher, jedoch ebenfalls in der Grössenordnung des statistischen Wertes von 10.2%.

Betrachtet man die kantonalen Werte in Abbildung 3 vertieft, sieht man kantonale Unterschiede, deren Interpretation jedoch mit Vorsicht zu geniessen ist (vgl. obige Ausführungen). Trotzdem zeigt sich, dass über die einzelnen Kantone der Anteil der fossilen Energieträger Heizöl und Erdgas deutlich schwankt: Die höchsten Werte betragen fast 80%, während die tiefsten Werte unter 50% liegen und im Fall des Kantons Basel-Stadt sogar rund 30% erreicht wird. Der Wert des Kantons Basel-Stadt ist jedoch zu relativieren, da für Strom der gesamte Stromverbrauch im Kanton angegeben wurde und dies die Anteile der restlichen Energieträger verringert.

Die Unterschiede im Anteil Heizöl und Erdgas zeigen, dass die heutige Ausgangslage zur Reduktion fossiler Energieträger im Gebäudebereich in den Kantonen sehr unterschiedlich ist. In vielen Kantonen mit einem tieferen Anteil Heizöl und Erdgas fällt auf, dass dies mit einer stärkeren Nutzung von Holz als Energieträger im Gebäudebereich zusammenhängt. Da es sich dabei um tendenziell ländlich geprägte Kantone handelt sind diese Werte nachvollziehbar. Der Kanton Basel-Stadt weist eine überdurchschnittliche Nutzung der Fernwärme auf.

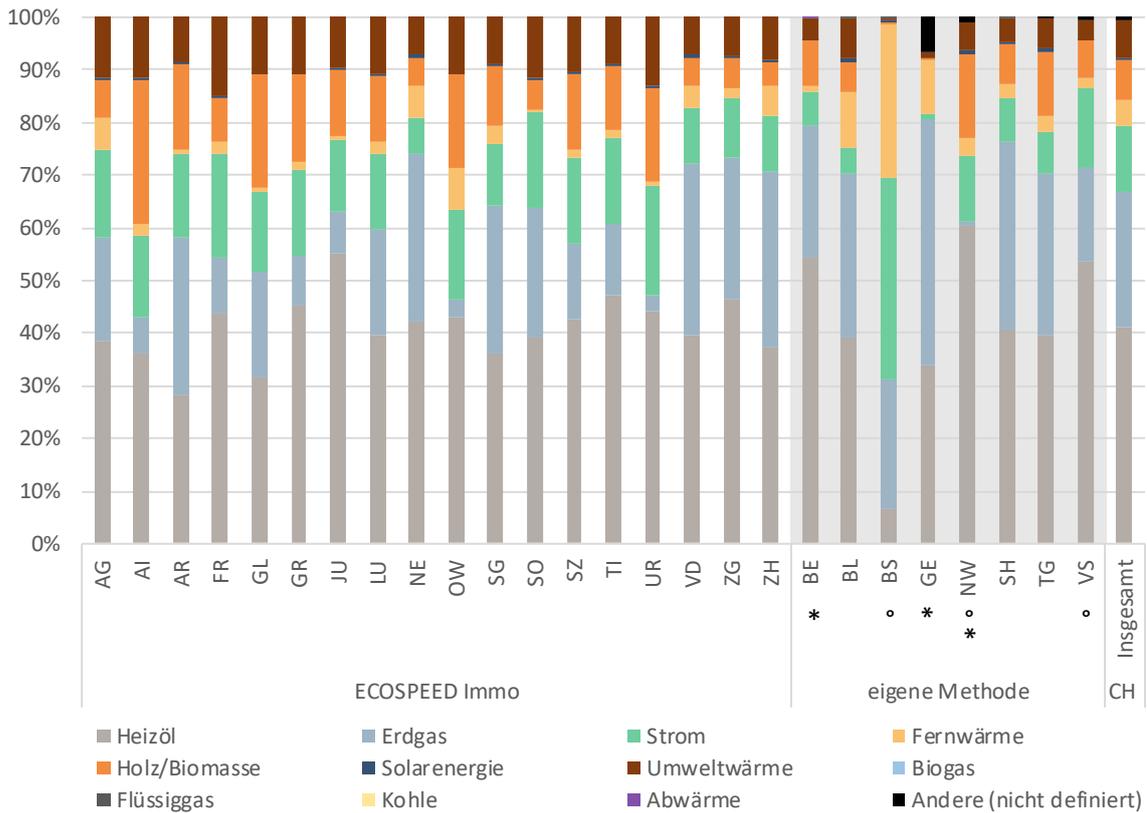


Abbildung 3: Endenergieverbrauch im Gebäudebereich im Jahr 2016 nach Energieträgern und Kantonen. Die Kantone mit eigener Erhebungsmethode sind separat gekennzeichnet (grau hinterlegte Fläche). Abweichende Systemgrenzen sind mit (*), von der Witterung unabhängige Daten mit (°) gekennzeichnet.

3.3 Spezifische Emissions- und Verbrauchswerte

Ergänzend zu den absoluten Werten für die CO₂-Emissionen und den Energieverbrauch bieten spezifische Werte eine aussagekräftigere Basis. Selbstverständlich sind insbesondere bei diesen Auswertungen die Einschränkungen aufgrund der unterschiedlichen Datengrundlagen und Vorgehensweisen hervorzuheben. Trotzdem ergibt sich ein relativ stimmiges Bild der spezifischen Emissions- und Verbrauchswerte, welche für nahezu alle Kantone in der erwarteten Grössenordnung liegen. Dies ist teilweise methodisch bedingt, da die zur Erhebung verwendeten Energiekennzahlen in ECOSPEED Immo noch nicht kantonal differenziert sind.

Abbildung 4 zeigt die spezifischen CO₂-Emissionen im Gebäudebereich nach Kanton, sowohl bezogen auf die Energiebezugsfläche der betrachteten Gebäude (Säulen) als auch auf die Bevölkerung (Punkte). Über die Schweiz gesehen ergibt sich ein flächengewichteter Mittelwert von 19 kg CO₂ pro Quadratmeter Energiebezugsfläche und ein bevölkerungsgewichteter Mittelwert von 1.6 Tonnen CO₂ pro Kopf. Abbildung 5 zeigt den spezifischen Energieverbrauch nach Kanton, ebenfalls bezogen auf die Energiebezugsfläche (Säulen) und die Bevölkerung (Punkte). Über die Schweiz gesehen ergibt sich ein flächengewichteter Mittelwert von 117 kWh pro Quadratmeter Energiebezugsfläche und ein bevölkerungsgewichteter Mittelwert von 10.2 MWh pro Kopf.

Betrachtet man die spezifischen Emissions- und Verbrauchswerte vor dem Hintergrund kantonaler Unterschiede, so zeigen sich einzelne grosse Differenzen, die jedoch zu einem grossen Teil durch die angewendete Methodik entstehen:

- ECOSPEED Immo behandelt Zweitwohnungen als normale Wohngebäude. Dies führt für den Kanton Graubünden und teilweise auch für den Kanton Tessin zu hohen Werten pro Kopf.

- Der Kanton Wallis hat in seiner Datengrundlage alle Gebäude berücksichtigt, nicht nur jene innerhalb der definierten Systemgrenzen.
- Beim Kanton Bern erklären sich die grossen Unterschiede aus der unterschiedlichen Methodik. Insbesondere die Ermittlung der zugrundeliegenden Fläche muss generell geprüft und für interkantonale Vergleiche harmonisiert werden.
- Beim Kanton Basel-Stadt ist der Energieverbrauch sowie die Energiebezugsfläche generell höher, da mehr Gebäude berücksichtigt wurden und eine breitere Systemgrenze für die Betrachtung des Stromverbrauchs angewendet wurde (nicht nur Stromverbrauch für Raumwärme und Warmwasser, sondern für jegliche Verwendungszwecke aller Sektoren). Dies führt methodisch bedingt zu einem hohen Energieverbrauch pro Person und einem relativ hohen Energieverbrauch pro Fläche. Pro Fläche ist der Unterschied zu den anderen Kantonen weniger markant, da die ebenfalls grössere Fläche die höheren Energieverbräuche relativiert. Würde der Endenergieverbrauch mit ECOSPEED Immo abgeschätzt werden (Systemgrenze des BAFU), wäre er nur halb so hoch. Trotz zusätzlich berücksichtigten Gebäuden fallen die CO₂-Emissionen sowohl absolut als auch relativ tief aus, da im Kanton Basel-Stadt viel mit Fernwärme geheizt wird, deren Emissionen gemäss den Systemgrenzen nicht dem Gebäudesektor zugeordnet werden.
- Der Kanton Nidwalden hat die Informationen zu Energieträgern und Energiebezugsflächen dem kantonalen GWR entnommen. Da im GWR im Moment nur Gebäude mit (teilweiser) Wohnnutzung enthalten sind, betrachtet diese Methode im Vergleich zu anderen Kantonen weniger Gebäudefläche. Dafür überschätzt die Methode tendenziell den Anteil an Ölheizungen, da im GWR der Wechsel von Öl- auf andere Heizungen oft nicht aktualisiert wird.

Diesen methodisch bedingten Unterschieden wird in Zusammenarbeit mit den Kantonen nachgegangen. Im Hinblick auf die künftige Berichterstattung wird nach Möglichkeiten zur Verbesserung und Harmonisierung der Datengrundlagen gesucht. Für die Kantone mit eigener Erhebungsmethode bietet sich mit den Werten von ECOSPEED Immo eine Vergleichsmöglichkeit. Die anhand der eigenen Methode ermittelten Werte liegen dabei durchwegs höher als die Werte von ECOSPEED Immo. Sehr grosse Unterschiede bestehen beim Kanton Bern und etwas weniger Grosse bei Basel-Stadt, Genf, Schaffhausen und Thurgau.

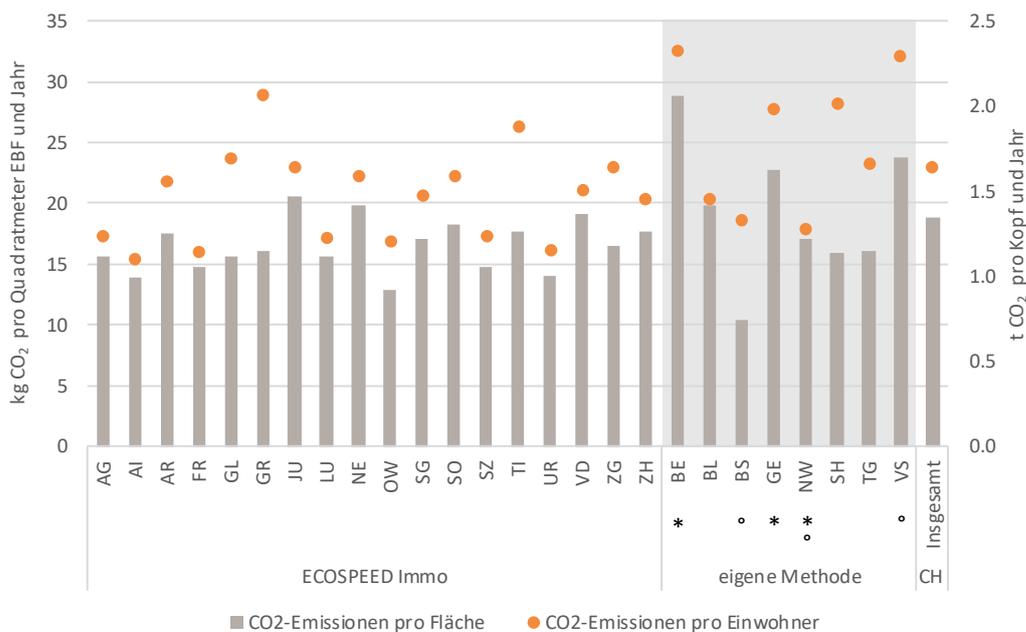


Abbildung 4: spezifische CO₂-Emissionen im Gebäudebereich im Jahr 2016 nach Kantonen. Die Kantone mit eigener Erhebungsmethode sind separat gekennzeichnet (grau hinterlegte Fläche). Abweichende Systemgrenzen sind mit (°), von der Witterung unabhängige Daten mit (*) gekennzeichnet.

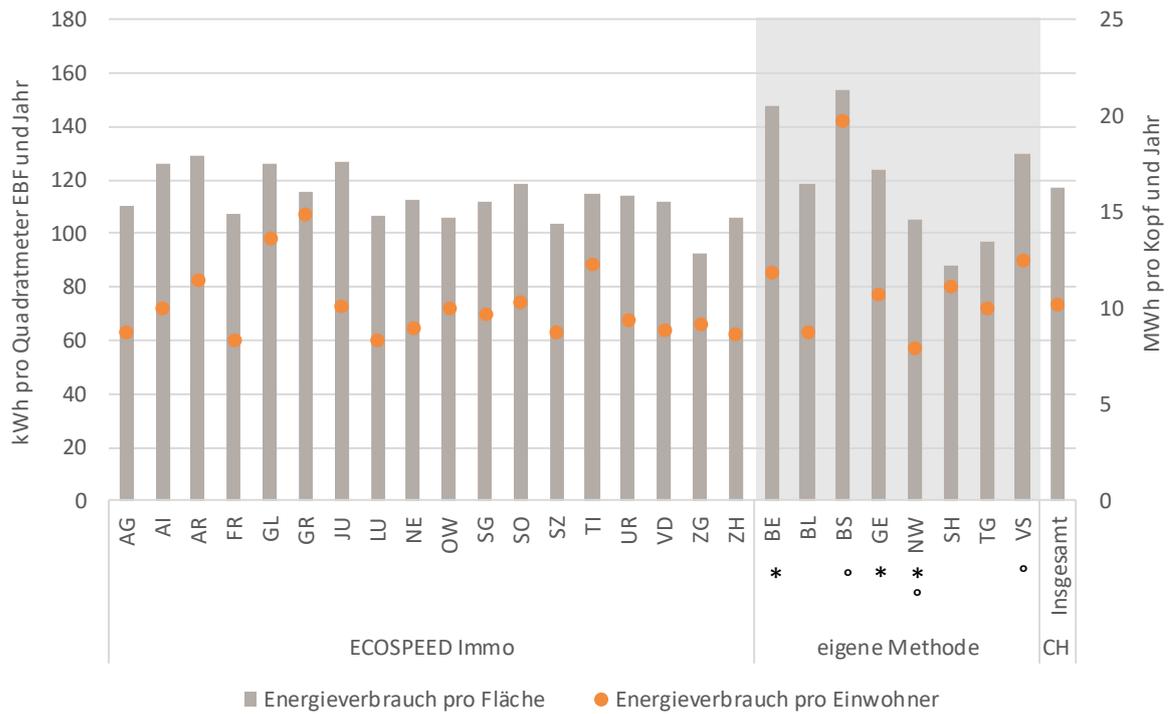


Abbildung 5: spezifischer Endenergieverbrauch im Jahr 2016 nach Kantonen. Die Kantone mit eigener Erhebungsmethode sind separat gekennzeichnet (grau hinterlegte Fläche). Abweichende Systemgrenzen sind mit (°), von der Witterung unabhängige Daten mit (*) gekennzeichnet.

4 Reduktion der CO₂-Emissionen und des Energieverbrauchs im Gebäudebereich



In diesem Kapitel wird die Wirkung der kantonalen Klima- und Energiepolitik abgeschätzt. Für die quantitative Abschätzung der Reduktion der CO₂-Emissionen und des Energieverbrauchs in Kapitel 4.2 stehen ausgesuchte Klima- und Energievorschriften, die in den MuKE n enthalten sind, im Vordergrund. Auf die CO₂-Emissionen und den Energieverbrauch im Gebäudebereich wirken jedoch eine Vielzahl von Bestimmungsfaktoren und weiterer Massnahmen der Kantone und anderer Akteure. Das Kapitel 4.1 gibt dazu einen qualitativen Überblick und stellt die quantitative Wirkungsabschätzung in einen Gesamtkontext.

4.1 Qualitative Beurteilung der Wirkung

4.1.1 Direkte Wirkung kantonalen Klima- und Energievorschriften

Die ersten gesetzlichen Vorschriften für die Energieeffizienz der Gebäude wurden bereits zu Beginn der 1980er Jahre von einzelnen Kantonen eingeführt. Beispielsweise hatte der Kanton Zürich auf Anfang 1982 Wärmedämmvorschriften eingeführt, die in den folgenden Jahren regelmässig aktualisiert und verschärft wurden. Die Einführung solcher Wärmedämmvorschriften wurde im Laufe der 80er Jahre von weiteren Kantonen übernommen und mündete in Mustervorschriften, die eine koordinierende Rolle der Vorschriften in den Kantonen übernahmen (Mustervorschriften 1986, 1992, 2000, 2008 und 2014). Die Kantone haben nicht nur die Energieeffizienz, sondern auch den Einsatz erneuerbarer Energien im Gebäudebereich mit Vorschriften unterstützt. Mehrere Kantone führten ab 1997 das Instrument des Höchstanteils nicht-erneuerbarer Energien ein. Der Bericht „Grundlagen zur Wirkungsabschätzung der Energiepolitik der Kantone im Gebäudebereich“ (CEPE 2008) gibt einen kurzen Überblick der historischen Entwicklung der kantonalen Vorschriften.

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, insbesondere bei Neubauten. Die in der vorliegenden Berichterstattung verwendeten kantonalen Energiekennzahlen zeigen durchwegs, dass Bauten mit Baujahr nach 1980 weniger Energie pro Fläche benötigen als ältere Gebäude (vgl. Anhang A4). Die Erhebungen von Energiekennzahlen des Kantons Zürich belegen ebenfalls, dass der Heizwärmebedarf älterer Gebäude erfolgreich gesenkt werden konnte (Kanton Zürich 2014). Daten der Gebäude- und Wohnungsstatistik und Erhebungen von Wüest und Partner zeigen, dass insbesondere bei Neubauten Wärmepumpen zur Standardtechnologie geworden sind. Schlussendlich zeigt das Treibhausgasinventar, dass die Emissionen fossiler Brennstoffe im Gebäudebereich zwischen 1990 und 2005 stabilisiert und in der Folge gesenkt werden konnten (BAFU 2018a).

Es besteht also eine starke empirische Grundlage, welche auf die Wirksamkeit kantonalen Klima- und Energievorschriften hinweist. Frühere Wirkungsschätzungen in den Jahren 2012 (Infras 2013), 2007 und 2002 identifizieren eine signifikante Reduktion der CO₂-Emissionen und des Energieverbrauchs, die aufgrund kantonalen Klima- und Energievorschriften erzielt wird. Die Abgrenzung der Wirkung der gesetzlichen Vorschriften zu anderen Massnahmen und Bestimmungsfaktoren, wie beispielsweise zu Förderprogrammen, dem technologischen Fortschritt und den Energiepreisen, ist jedoch nur beschränkt möglich.

4.1.2 Indirekte Wirkungen kantonalen Klima- und Energievorschriften

Neben der direkten Wirkung können kantonalen Energiegesetzen auch indirekte Wirkungen zugeschrieben werden. Die kantonalen Energiegesetze schaffen eine Grundlage für weitere Aktivitäten und Entwicklungen, die nicht direkt den gesetzlichen Vorschriften zugeordnet werden können. Ein Beispiel aus Infras (2013): Die kantonalen Vorschriften an die Energieeffizienz der Neubauten waren grundlegende Voraussetzung dafür, dass in Neubauten der Einsatz von Wärmepumpen zur Standardtechnologie für die Wärmeerzeugung werden konnte. Dies unabhängig von flankierenden Vorschriften für die Wärmeerzeugung, sondern alleine deswegen, weil gut gedämmte Gebäudehüllen eine Voraussetzung sind für den effizienten Einsatz von Wärmepumpen.

Weiter haben die kantonalen Vorschriften (und auch andere Massnahmen im Energiebereich) einen langfristigen, indirekten Einfluss auf den technologischen Fortschritt.

4.1.3 Weitere Massnahmen und Akteure

Neben den kantonalen Klima- und Energievorschriften tragen eine Vielzahl weiterer Massnahmen zur Reduktion von CO₂-Emissionen und Energieverbrauch bei:

Förderprogramme (Kantone, Bund)

Mit finanziellen Förderbeiträgen unterstützen die Kantone und der Bund direkt die Umsetzung von konkreten Massnahmen für die Verbesserung der Energieeffizienz und den verstärkten Einsatz erneuerbarer Energien. Die nationalen Energie- und CO₂-Gesetze legen die Grundlage für das Gebäudeprogramm. Kantonale Förderprogramme sind in der Regel ebenfalls in der kantonalen Gesetzgebung verankert. Gemäss dem Jahresbericht 2017 des Gebäudeprogramms wiesen die Förderprogramme 2017 eine Reduktionswirkung von 56 kt CO₂ pro Jahr und 220 GWh pro Jahr auf (Das Gebäudeprogramm 2018). In der Wirkungsschätzung in Kapitel 4.2 werden die Fördermassnahmen als ein quantitativer Bestimmungsfaktor betrachtet.

Information, Beratung und Ausbildung (Kantone, Bund)

Ein wichtiger Schwerpunkt der kantonalen Klima- und Energiepolitik sind ihre Aktivitäten im Bereich der Information, Beratung, Aus- und Weiterbildung von Fachleuten und weiteren Zielgruppen im Energiebereich. Diese Aktivitäten sind gestützt auf die kantonalen Gesetzgebungen und unterstützen direkt den erfolgreichen Vollzug der Bauvorschriften und der kantonalen Förderprogramme. Ein wichtiges Umsetzungsinstrument ist dabei der Gebäudeenergieausweis der Kantone (GEAK). Dieser ermöglicht die Beurteilung der energetischen Qualität eines Gebäudes, ist in vielen Kantonen eine wichtige Grundlage der Förderprogramme und zeigt das energetische Verbesserungspotenzial eines Gebäudes und mögliche Handlungsoptionen auf.

Umsetzung von Zielvereinbarungen (Kantone, Bund)

Die Kantone hatten bei der Entwicklung und Einführung von Zielvereinbarungsmodellen für Energie-Grossverbraucher im Industriesektor eine Schlüsselrolle. Das kantonale Grossverbrauchermodell wurde schlussendlich in das Basismodul der MuKE übernommen und ist im nationalen Energiegesetz verankert. Gestützt auf das nationale Energie- und CO₂-Gesetz kann auch der Bund Zielvereinbarungen mit Unternehmen abschliessen. Das kantonale Grossverbrauchermodell wird von vielen Kantonen erfolgreich umgesetzt, insbesondere auch mit Unternehmen als Zielgruppe, die eine geringe CO₂-Abgabebelastung aufweisen und deshalb an einer Zielvereinbarung mit dem Bund kaum interessiert sind. Ein grosser Teil der Wirkung des Grossverbrauchermodells fällt im Industriesektor, ausserhalb der Verwendungszwecke Raumwärme und Warmwasser an und hat daher im Zusammenhang mit der Wirkung der kantonalen Energiegesetzgebung auf den Energieverbrauch und die CO₂-Emissionen im Gebäudebereich nur eine untergeordnete Bedeutung.

Freiwillige Labels und Standards (diverse Akteure)

Labels und Standards sind im Gebäudebereich ein wichtiges Instrument, mit welchen Bauherrschaften weitergehende Massnahmen im Bereich Energie und Nachhaltigkeit umsetzen können. Hervorzuheben ist das Label Minergie, welches in intensiver Zusammenarbeit diverser Akteure (Verein Minergie, Kantone, Bund) gefördert wurde und starke Verbreitung gefunden hat. Die Kantone unterstützen den Minergie-Zertifizierungsprozess und tragen mit den kantonalen Förderprogrammen zur Verbreitung von Minergie-Gebäuden bei. Weitere Labels und Standards im Energiebereich sind der Standard Nachhaltiges Bauen Schweiz SNBS, Energiestadt und 2000-Watt-Areale.

Instrumente der Raumplanung (Kantone, Gemeinden)

Die meisten Kantone verfügen über gesetzlich verankerte Bestimmungen zu Energieplanung, Raumplanung, Sondernutzungsplanungen und Quartierplanungen, die ihre Wirkung insbesondere im Zusammenspiel mit Aktivitäten der Gemeinden entfalten. Diese Instrumente der Raumplanung schaffen durch die räumliche Koordination wichtige Voraussetzungen für den effizienten Einsatz von Energie und die verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien. Direkte Vorgaben an die Energieeffizienz und den Einsatz erneuerbarer Energien werden bei Sondernutzungs- und Quartierplanungen umgesetzt. Durch diese planerischen Aktivitäten kann eine substantielle Reduktionswirkung auf die CO₂-Emissionen und den Energieverbrauch erwartet werden. Diese ist jedoch schwer quantifizierbar, kaum zwischen den involvierten Akteuren (Kantone, Gemeinden) aufzuteilen und fällt teilweise auch in anderen Sektoren an, z.B. im Verkehr.

Vorbildwirkung (Kantone, Bund)

Die öffentliche Hand setzt verbreitet energetische Mindeststandards für ihre eigenen Bauten um. Diese Mindeststandards gehen weiter als die gesetzlichen Anforderungen, beispielsweise durch Vorgabe des Minergie-P-Standards bei Neubauten. Solche Mindeststandards haben eine wichtige Signalwirkung auf andere Akteure und bieten Gelegenheiten, fortschrittliche Technologien und Gebäudekonzepte umzusetzen.

Steuervergünstigungen (Kantone, Bund)

Viele Kantone und auch der Bund kennen Steuervergünstigungen für Investitionen in die Energieeffizienz oder die Nutzung erneuerbarer Energien bei bestehenden Gebäuden. Sie sind in der kantonalen Gesetzgebung verankert und sollen ihre Wirkung über den finanziellen Anreiz für die Investoren entfalten.

CO₂-Abgabe (Bund)

Die CO₂-Abgabe auf fossilen Brennstoffen wurde im Jahr 2008 eingeführt. Als marktwirtschaftliches Instrument regt sie Wirtschaft und Haushalte zu einer Senkung der CO₂-Emissionen an. Die Abgabe wurde mit einem Abgabesatz von 12 Fr. pro Tonne CO₂ eingeführt und wurde seitdem schrittweise auf den heutigen (2018) Wert von 96 Fr. pro Tonne CO₂ angehoben. Die Wirkung der CO₂-Abgabe wurde mittels drei Studien aus unterschiedlichen Perspektiven abgeschätzt (BAFU 2018b und Ecoplan 2017). Diese Studien schätzten die Wirkung im Jahr 2015 auf 0.8 bis 1.8 Mio. Tonnen CO₂ (anhaltende Wirkung 2005 bis 2015). Die grosse Spanne der Schätzung ergibt sich aus den unterschiedlichen angewendeten Methoden. Der tiefere Wert entstammt einem Gleichgewichtsmodell, welches nur kurzfristige und direkte Reaktionen auf die Preisänderungen abbildet. Der höhere Wert wurde mit einem ökonometrischen Modell geschätzt, welches längerfristige Effekte einbezieht. Von den Resultaten des ökonometrischen Modells wurde zusätzlich die Wirkung weiterer Massnahmen (Gebäudeprogramm und Zielvereinbarungen) abgegrenzt. Damit ergab sich eine Wirkung der CO₂-Abgabe im Jahr 2015 von 1.3 Mio. Tonnen CO₂. Von dieser Wirkung werden rund drei Viertel durch Haushalte erzielt und rund ein Viertel durch die Wirtschaft (Industrie und Dienstleistungen). In der Wirkungsschätzung in Kapitel 4.2 wird die CO₂-Abgabe als ein quantitativer Bestimmungsfaktor betrachtet.

4.2 Quantitative Abschätzung der Wirkung

4.2.1 Methodik der Wirkungsschätzung

Abbildung 6 zeigt die Modellstruktur des für die Wirkungsschätzung angewendeten Modells. Das Wirkungsmodell ist in einem separaten technischen Bericht detaillierter beschrieben (EBP 2018). Für die quantitative Abschätzung der Reduktion der CO₂-Emissionen und des Energieverbrauchs stehen die in Tabelle 3 aufgeführten Klima- und Energievorschriften im Vordergrund. Im Folgenden wird kurz dargestellt, wie mit dem Wirkungsmodell die durch die kantonalen Klima- und Energievorschriften ausgelöste Reduktion der CO₂-Emissionen und des Energieverbrauchs abgeschätzt werden.

Tabelle 3: In der quantitativen Wirkungsschätzung betrachtete kantonale Klima- und Energievorschriften. Die Tabelle bezieht sich auf die MuKE 2014, da diese in den nächsten Jahren in die kantonalen Energiegesetze aufgenommen werden. Die Vorschriften waren grösstenteils auch bereits in der MuKE 2008 enthalten.

Fünf betrachtete Klima- und Energievorschriften	Grundlage in den MuKE 2014
Winterlicher Wärmeschutz	Teil B des Basismoduls
Anforderungen an gebäudetechnische Anlagen	Teil C des Basismoduls
Anforderungen an die Deckung des Wärmebedarfs bei Neubauten	Teil D des Basismoduls
Erneuerbare Wärme beim Wärmeerzeugersersatz	Teil F des Basismoduls
Elektrische Wassererwärmer und Heizungen	Diverse Anforderungen an Elektroheizungen und Elektro-Wassererwärmer aus Teilen C, H und I des Basismoduls



Abbildung 6: Übergeordnete Modellstruktur des angewendeten Wirkungsmodells.

Die Inputdaten fließen ein, um den kantonalen Gebäudebestand und die Wirkung der Massnahmen quantitativ zu beschreiben. Im Gebäudebestand müssen für Wohn- und Dienstleistungsbauten insbesondere die Energiebezugsflächen, die Effizienz der Gebäude und die eingesetzten Systeme für Raumwärme und Warmwasser beschrieben werden. Für eine möglichst hohe Konsistenz bildet die Datenlieferung der Kantone die primäre Grundlage dazu. Die eigentliche Wirkungsschätzung basiert auf netzbasierten Wirkungsmodellen. Netzmodelle wurden ursprünglich für die Wahrscheinlichkeitsrechnung verwendet. Sie eignen sich besonders gut um einzelne oder mehrere kausale Abhängigkeiten in Berechnungsgrössen sowohl grafisch als auch quantitativ abzubilden. Übergeordnet werden vier unterschiedliche Netzmodelle verwendet. Die vier Modelle ergeben sich, weil Wohn- und Dienstleistungsgebäude und Neubauten und bestehende Gebäude getrennt betrachtet werden. Die Modelle werden durch kantonal unterschiedliche Inputdaten kantonalisiert.

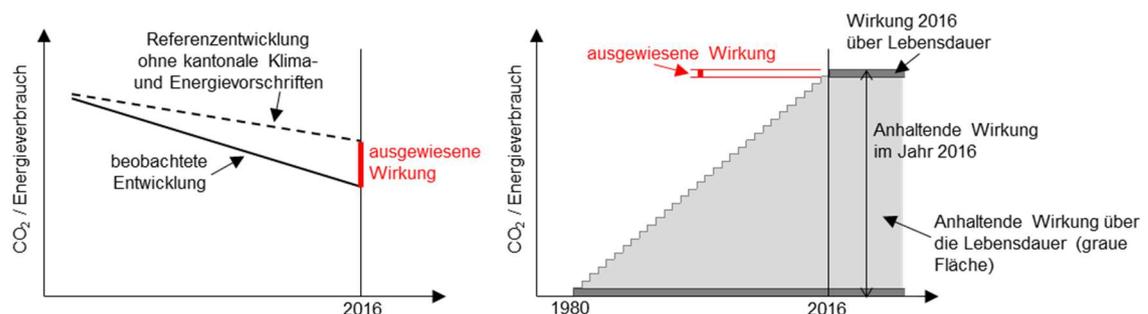
Die CO₂- und Energie-Reduktionen werden pro Kanton ermittelt und ausgewiesen. Die kantonalen Wirkungen (CO₂-Emissionen und Energieverbrauch) werden aggregiert, um die nationale Wirkung der kantonalen Massnahmen abzuschätzen. Damit das Modell mit den Schweizer Energiestatistiken übereinstimmt, werden zum Abschluss die kantonalen Schätzungen so kalibriert, dass im Mittel die aggregierten kantonalen Energieverbräuche dem statistisch erhobenen Schweizer Energieverbrauch entspricht. Mit dem kalibrierten Modell werden zusätzlich zu den CO₂- und Energie-Reduktionen auf nationaler Ebene die Wirkung der Massnahmen auf Luftschadstoffe und die Wirtschaft (ausgelöste Mehrinvestitionen) abgeschätzt.

Ausführungen zur quantitativ abgeschätzten Wirkung: Referenzentwicklung und jährliche Wirkung der Massnahmen 2016

Das eingesetzte Wirkungsmodell schätzt jene Reduktionen der CO₂-Emissionen und des Energieverbrauchs im Gebäudebereich ab, die aufgrund der kantonalen Klima- und Energievorschriften resultieren. Zum Verständnis des Wirkungsbegriffes sind zwei Aspekte zentral:

Die Wirkung der kantonalen Klima- und Energievorschriften wird als zusätzliche Wirkung im Vergleich zu einer Referenzentwicklung verstanden (vgl. untenstehende Illustration). Dies entspricht dem Vorgehen früherer Wirkungsanalysen (Infras 2013). Die Referenz ist eine hypothetische Entwicklung, welche auch ohne Klima- und Energievorschriften der Kantone eingetreten wäre. Entscheidende Einflussfaktoren auf diese Entwicklung sind der technologische Fortschritt, die Energiepreise und Massnahmen anderer Akteure und in anderen Märkten (insbesondere im benachbarten Ausland). Zusätzlich zur Referenzentwicklung wird die Wirkung der kantonalen Klima- und Energievorschriften zur Wirkung der CO₂-Abgabe und der Förderprogramme abgegrenzt (vgl. Analyse von Bestimmungsfaktoren in Kapitel 4.2.4). Die Abgrenzung der einzelnen Bestimmungsfaktoren der Wirkung ist eine grosse Herausforderung und nur beschränkt möglich. Es bestehen Wechselwirkungen, insbesondere zwischen den umgesetzten Vorschriften und dem technologischen Fortschritt als Bestandteil der Referenzentwicklung. So sind die angenommenen Werte der Referenzentwicklung in den früheren Wirkungsanalysen von Infras kontinuierlich gesenkt worden. Die Referenz des Heizwärmebedarfs für Neubauten lag 2002 bei 92 kWh/m², 2007 bei 86 kWh/m² und 2012 bei 80 kWh/m². Die Referenz des Heizwärmebedarfs für Neubauten wurde auch im Rahmen dieser Abschätzung tiefer eingeschätzt (70 kWh/m²). Die Annahme für die Referenzentwicklung hat direkten Einfluss auf die ausgewiesenen Reduktionen der CO₂-Emissionen und des Energieverbrauchs der kantonalen Klima- und Energievorschriften. Dabei ist die Referenzannahme über indirekte Wirkungen mit der historischen Entwicklung der kantonalen Energiegesetze und anderer Massnahmen verflochten.

Die Wirkung der kantonalen Klima- und Energievorschriften wird als jährliche Wirkung der 2016 umgesetzten Massnahmen (neue Gebäude, Ersatzneubauten und Sanierungen bestehender Gebäude) verstanden. Die untenstehende Illustration zeigt die ausgewiesene Wirkung im Kontext der historischen Entwicklung der kantonalen Klima- und Energiepolitik von 1980 bis heute. Der Wirkungsbegriff der jährlichen Wirkung ist abzugrenzen von der «Wirkung 2016 über die Lebensdauer der Massnahmen», der «anhaltenden Wirkung im Jahr 2016» und der «anhaltenden Wirkung über die Lebensdauer».



4.2.2 Wirkung auf CO₂-Emissionen und Energieverbrauch

Durch die kantonalen Klima- und Energievorschriften wurde im Jahr 2016 schweizweit eine Reduktion der CO₂-Emissionen im Gebäudebereich von 62'000 Tonnen CO₂ pro Jahr und eine Reduktion des Energieverbrauchs von 400 GWh pro Jahr erzielt.

Die ermittelte Reduktion der CO₂-Emissionen liegt tiefer als frühere Analysen. Diese schätzten die Reduktion auf 130'000 Tonnen CO₂ pro Jahr im Jahr 2012 und auf rund 80'000 Tonnen CO₂ pro Jahr in den Jahren 2002 und 2007 (Infras 2013). Der Grund liegt in den unterschiedlich angewendeten Systemgrenzen: Infras (2013) betrachtete neben den direkten Emissionen der Wärmeerzeugung im Gebäude auch die Emissionen der Vorprozesse zur Bereitstellung der Energieträger (Gewinnung, Aufbereitung und Transport bis zum Gebäude). Die vorliegende Analyse betrachtet diese Vorprozesse nicht. Die ermittelte Reduktion des Energieverbrauchs liegt in der Grössenordnung früherer Analysen. Diese schätzten die Reduktionswirkung auf 560 GWh pro Jahr im Jahr 2012 und auf etwas über 300 GWh/a in den Jahren 2002 und 2007 (Infras 2013).

In Abbildung 7 und Abbildung 8 sind die absoluten Werte für die Reduktion der CO₂-Emissionen und des Energieverbrauchs nach Kantonen dargestellt. Diese Resultate sind stark geprägt durch die Grösse der Kantone und des jeweiligen Gebäudebestandes. Abbildung 9 zeigt die spezifischen Reduktionen, bezogen auf das Total der Emissionen und des Energieverbrauchs im Gebäudebereich. Da die Wirkungsschätzung sich stark auf die Datenlieferung der Kantone stützt müssen bei der Interpretation dieser Werte die gleichen Einschränkungen wie in Kapitel 3 gemacht werden. Vergleichende Aussagen zwischen Kantonen sind deshalb nur bedingt möglich. Die spezifische Wirkung der kantonalen Vorschriften liegt unter einem Prozent des Totals der Emissionen und des Energieverbrauchs. Der Hauptgrund ist, dass Gebäudebauteile eine lange Lebensdauer aufweisen und deshalb nur ein geringer Teil der Gebäude in einem Jahr saniert werden. Vor diesem Hintergrund haben die Vorschriften eine hohe Wirkung.

Insbesondere Abbildung 9 zeigt wichtige Zusammenhänge in der Wirkungsschätzung. Die spezifische Reduktion des Energieverbrauchs ist grundsätzlich sehr gleichmässig verteilt. Dies ist eine Konsequenz davon, dass Ende März 2016 die zentralen Vorschriften der MuKE 2008 in den meisten Kantonen, jene der MuKE 2014 jedoch noch in keinem Kanton umgesetzt waren. Sichtbar in den Resultaten erscheinen die bestehenden, weitergehenden Anforderungen an die Energieeffizienz von Gebäuden in den Kantonen Basel-Landschaft, Basel-Stadt und Genf. Die spezifische Reduktion der CO₂-Emissionen unterscheidet sich hingegen deutlich stärker zwischen den Kantonen. Der Hauptgrund sind die unterschiedlichen kantonalen Ausgangslagen hinsichtlich der Verteilung der Energieträger. Diese haben einen grossen Einfluss auf die Wirkung der kantonalen Klima- und Energievorschriften. Dies ist beispielsweise sichtbar bei Kantonen mit einem überdurchschnittlichen Anteil an Elektroheizungen wie den Kantonen Wallis und Tessin: Das Wirkungsmodell bildet ab, dass Elektroheizungen teilweise durch fossile Heizungen ersetzt werden. Dies führt in diesen Fällen zu einem Anstieg der CO₂-Emissionen und einer teilweisen Kompensation der CO₂-Reduktionen, die durch andere Massnahmen erreicht wurden.

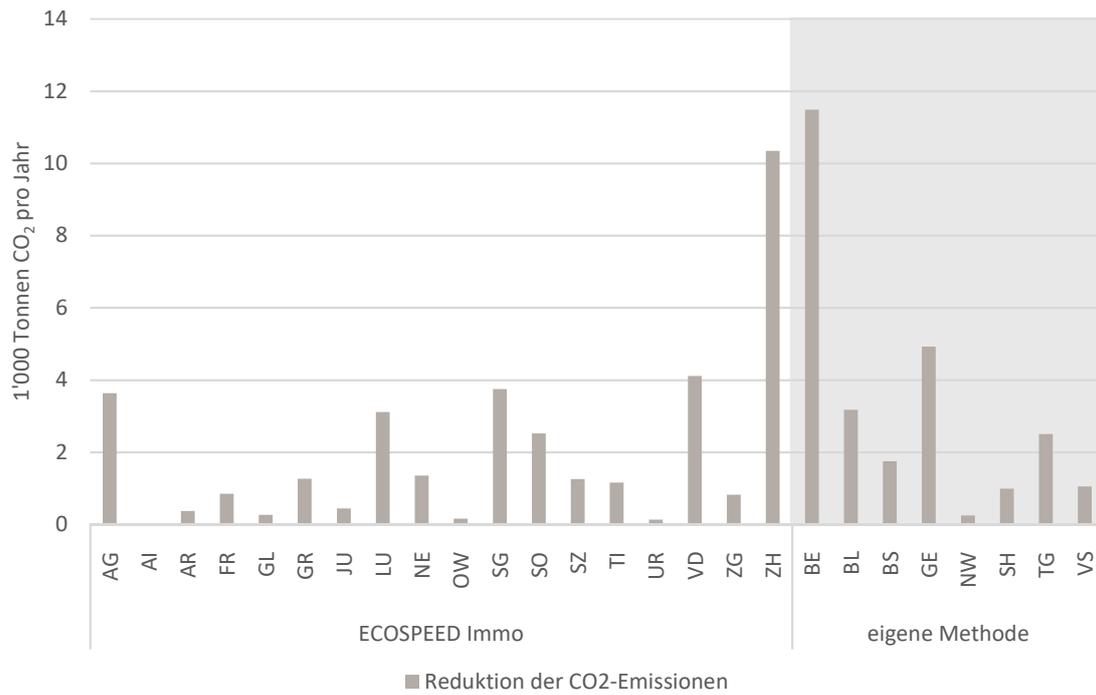


Abbildung 7: Reduktion der CO₂-Emissionen im Gebäudebereich durch kantonale Klima- und Energievorschriften nach Kantonen (ohne Wirkung der CO₂-Abgabe und Förderprogramme).

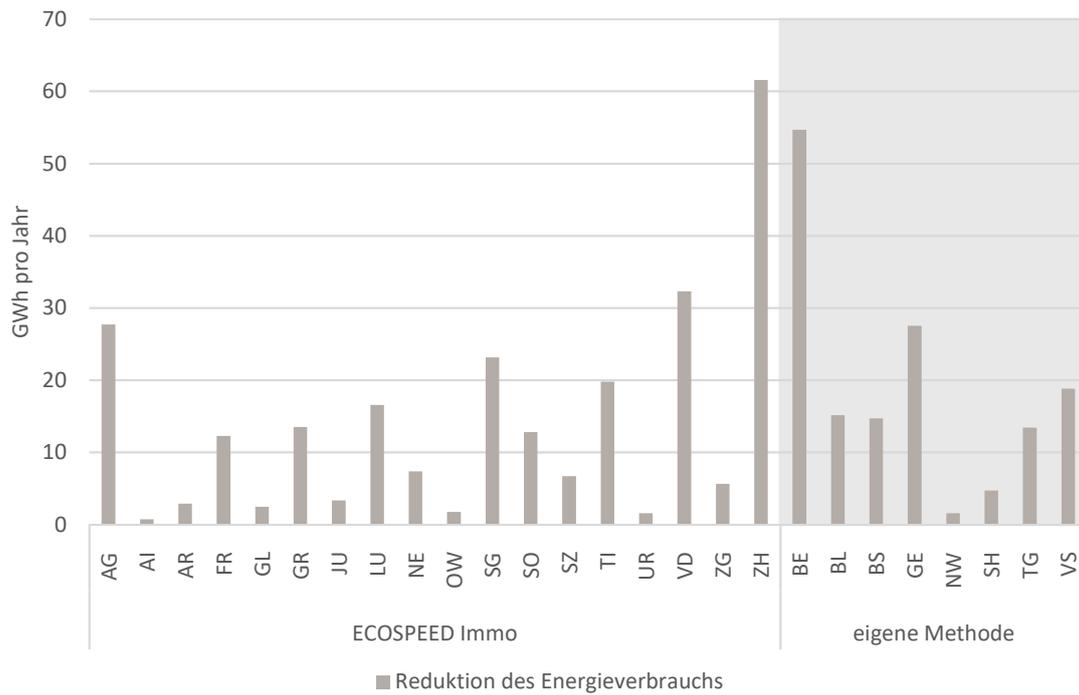


Abbildung 8: Reduktion des Energieverbrauchs im Gebäudebereich durch kantonale Klima- und Energievorschriften nach Kantonen (ohne Wirkung der CO₂-Abgabe und Förderprogramme).

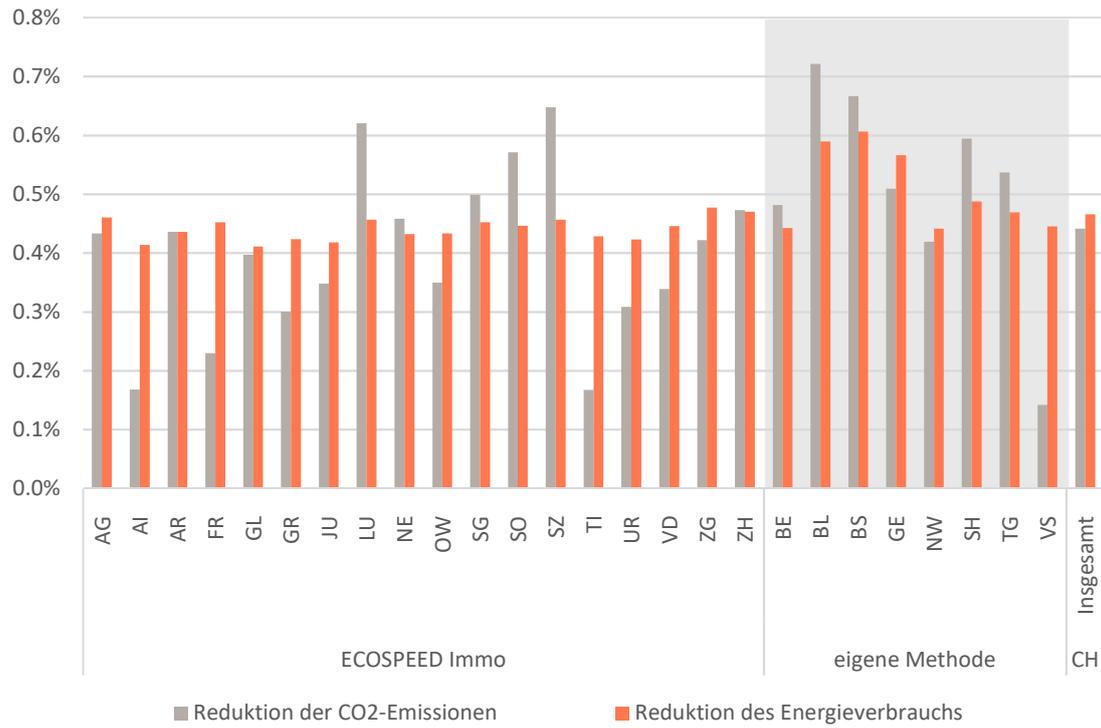


Abbildung 9: Spezifische Reduktion der CO₂-Emissionen und des Energieverbrauchs im Gebäudebereich durch kantonale Klima- und Energievorschriften nach Kantonen (ohne Wirkung der CO₂-Abgabe und Förderprogramme). Die relativen Werte beziehen sich auf das Total der Emissionen und des Energieverbrauchs im Gebäudebereich.

4.2.3 Wirkung auf Luftschadstoffe und Wirtschaft

Zusätzlich zur Reduktion der CO₂-Emissionen und des Energieverbrauchs wird die Wirkung der kantonalen Klima- und Energievorschriften auf die Luftschadstoffemissionen von Stickoxiden (NO_x), Schwefeloxiden (SO_x), flüchtige organische Verbindungen (VOC) und Feinstaub (PM) betrachtet und die zusätzlich ausgelösten Mehrinvestitionen abgeschätzt. Abbildung 10 zeigt die resultierende Wirkung auf Luftschadstoffemissionen und Wirtschaft.

Die ermittelte Reduktion der Luftschadstoffemissionen liegt tiefer verglichen mit früheren Analysen (Infras 2013). Der Grund liegt hauptsächlich in den unterschiedlich angewendeten Systemgrenzen: Infras (2013) betrachtete neben den direkten Emissionen der Wärmeerzeugung im Gebäude auch die Emissionen der Vorprozesse zur Bereitstellung der Energieträger (Gewinnung, Aufbereitung und Transport bis zum Gebäude). Die vorliegende Analyse betrachtet diese Vorprozesse nicht.

Die aufgrund der kantonalen Vorschriften zusätzlich ausgelösten Mehrinvestitionen werden auf 1.5 Mrd. Fr. geschätzt. Dieser Wert entspricht früheren Analysen. Infras (2013) schätzte, dass die kantonalen Energievorschriften im Jahr 2012 1.5 Mrd. Fr. Mehrinvestitionen auslösten.

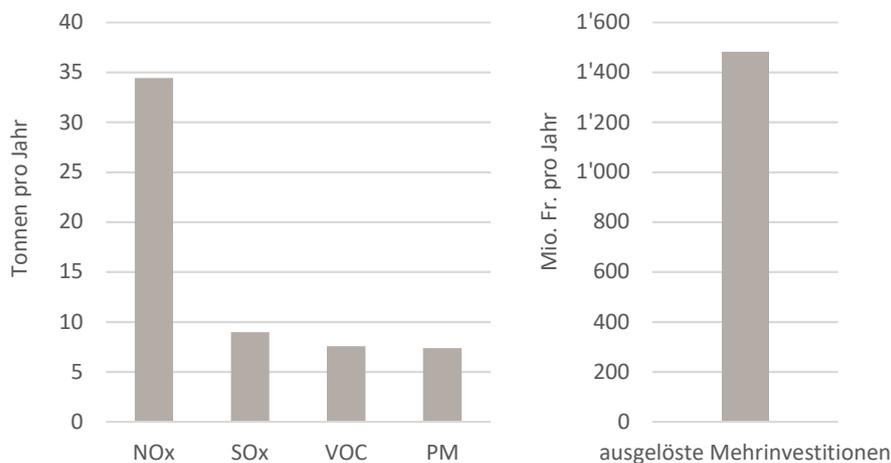


Abbildung 10: Durch die kantonalen Klima- und Energievorschriften ausgelöste Reduktion von Luftschadstoffen (links) und Mehrinvestitionen (rechts).

4.2.4 Analyse von Bestimmungsfaktoren

Eine Analyse von Bestimmungsfaktoren stellt die durch die kantonalen Klima- und Energievorschriften erzielten Reduktionen der CO₂-Emissionen und des Energieverbrauchs in einen Gesamtzusammenhang. Dabei werden die Mechanismen aufgezeigt, welche hinter der Entwicklung der CO₂-Emissionen und des Energieverbrauchs im Gebäudebereich stehen. Abbildung 11 und Abbildung 12 zeigen die Entwicklung der CO₂-Emissionen und des Energieverbrauchs in den Jahren 2015 und 2016 anhand von Bestimmungsfaktoren, welche zu einer Reduktion bzw. einem Anstieg der Emissionen und des Verbrauchs geführt haben. Bei der Interpretation der Analyse ist zu beachten, dass Abgrenzungen zwischen den einzelnen Bestimmungsfaktoren nur beschränkt möglich sind. Folgende Bestimmungsfaktoren werden betrachtet:

- **Einfluss der Witterung:** Die Witterung ist ein massgeblicher Bestimmungsfaktor, welcher von Jahr zu Jahr zu deutlichen Schwankungen der CO₂-Emissionen und des Energieverbrauchs führen kann. Das Jahr 2015 nahm mit 3075 Heizgradtagen einen sehr milden Verlauf, währenddem das Jahr 2016 mit 3281 Heizgradtagen ungefähr dem Mittel der letzten zehn Jahre entsprach (BFE 2018b). Der Einfluss der Witterung führte dazu, dass die CO₂-Emissionen und der Energieverbrauch im Jahr 2015 tiefer lagen als im Jahr 2016.
- **Mengeneffekt Neubauten:** Neue Gebäude führen zu zusätzlichen Emissionen und Energieverbrauch. Dieser Anstieg wird separat ausgewiesen. Dabei wird die hypothetische

Situation betrachtet, wie die neuen Gebäude gebaut worden wären, wenn keine kantonalen Klima- und Energievorschriften umgesetzt wären (Referenzentwicklung Neubauten).

- **Referenzentwicklung:** Dieser Bestimmungsfaktor beziffert die Reduktion der CO₂-Emissionen und des Energieverbrauchs durch Sanierung von bestehenden Gebäuden, die autonom auch ohne CO₂-Abgabe, Förderung und kantonale Klima- und Energievorschriften stattgefunden hätte. Die Annahmen zur Referenzentwicklung beruhen grösstenteils auf Expertenschätzungen. Diese Referenzentwicklung umfasst Einflussfaktoren wie der technologische Fortschritt, die Energiepreise und das Nutzerverhalten.
- **CO₂-Abgabe, Förderung:** Die Wirkung der CO₂-Abgabe und der Förderprogramme werden auf Basis von Literaturangaben von den restlichen Bestimmungsfaktoren abgegrenzt.
- **Kantonale Vorschriften:** Dieser Bestimmungsfaktor entspricht der in Kapitel 4.2.2. abgeschätzten Wirkung aufgrund der kantonalen Klima- und Energievorschriften. Die Wirkung ist dabei abgegrenzt von der Referenzentwicklung, die auch ohne kantonale Klima- und Energievorschriften eintreten würde und von den Wirkungen der CO₂-Abgabe und der Förderprogramme.

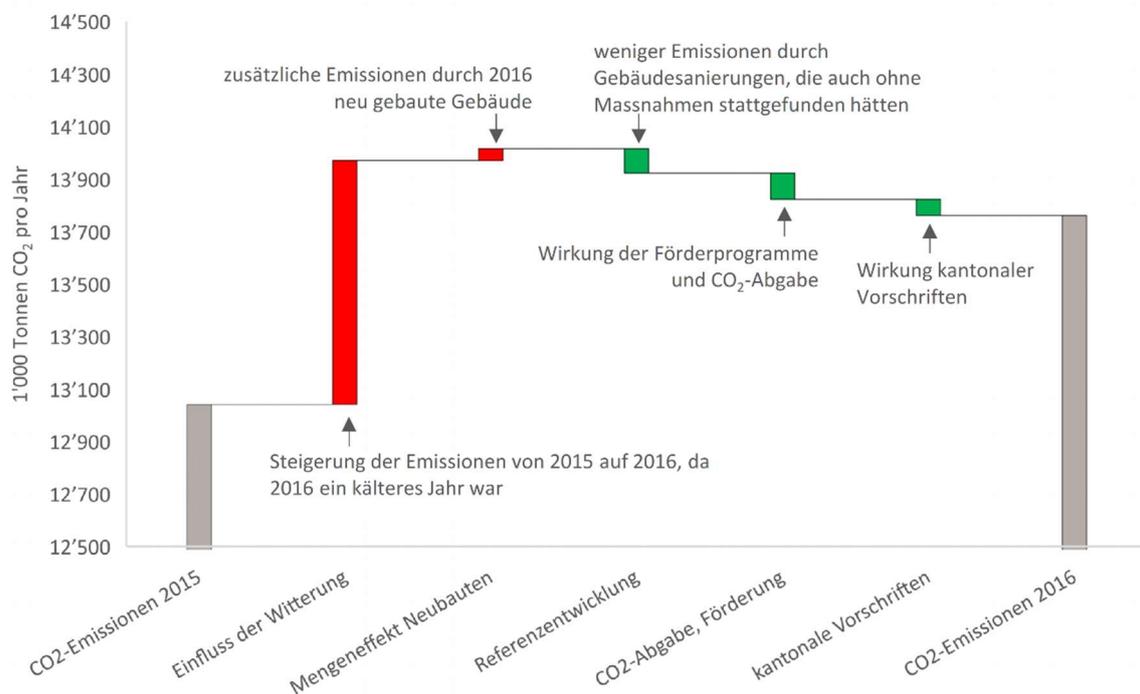


Abbildung 11: Analyse von Bestimmungsfaktoren für die Entwicklung der CO₂-Emissionen in den Jahren 2015 und 2016. Rot bzw. grün dargestellt sind Bestimmungsfaktoren, die eine Steigerung bzw. eine Reduktion der CO₂-Emissionen verursachen.

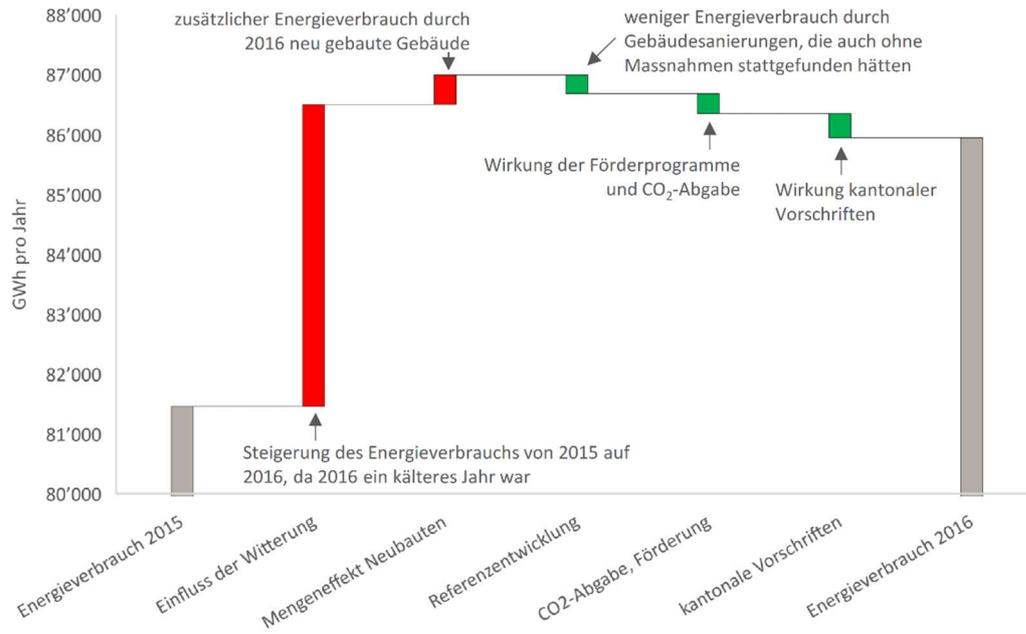


Abbildung 12: Analyse von Bestimmungsfaktoren für die Entwicklung des Energieverbrauchs in den Jahren 2015 und 2016. Rot bzw. grün dargestellt sind Bestimmungsfaktoren, die eine Steigerung bzw. eine Reduktion des Energieverbrauchs verursachten.

5 Fazit



CO₂-Emissionen und Energieverbrauch im Gebäudebereich

Die Erhebung der CO₂-Emissionen und des Energieverbrauchs im Gebäudebereich durch die Kantone ergab trotz teilweiser Unterschiede in den verwendeten Datengrundlagen und methodischen Vorgehensweisen plausible Werte. Der Stand der Erhebung der CO₂-Emissionen und des Energieverbrauchs zeigt jedoch auch, dass eine fundierte Interpretation der Daten aufgrund der verwendeten unterschiedlichen Methoden, unzureichender Datengrundlage sowie noch nicht vorhandener Zeitreihen schwierig ist. Es ist anzustreben, die Systemgrenzen und das methodische Vorgehen für die zukünftige Berichterstattung weiter zu vereinheitlichen und die Weiterentwicklung der Datengrundlagen mit einem koordinierten Ansatz und mit Blick auf Vergleichbarkeit der Daten zwischen Kantonen anzugehen. Dies betrifft unter anderem auch den Bereich Strom, wo die betrachteten Verwendungszwecke zu definieren sind.

Reduktion der CO₂-Emissionen und des Energieverbrauchs im Gebäudebereich

Die Schätzung der Wirkung der kantonalen Klima- und Energievorschriften auf die CO₂-Emissionen und den Energieverbrauch im Gebäudebereich zeigt, dass die Vorschriften zu substantiellen Reduktionen führen. Die nationalen Wirkungen wurden mit einem Wirkungsmodell auf die Kantone aufgeteilt. Bei der Interpretation und dem Vergleich der Kantone untereinander sind jedoch die gleichen Einschränkungen zu beachten wie bei den übergeordneten Werten der Datenlieferung der Kantone, weil das Wirkungsmodell zu einem grossen Teil auf diesen Daten beruht. Ein deutlicher Zusatznutzen für die Interpretation der Wirkungsschätzung wird in zukünftigen Berichterstattungen entstehen, wenn kantonale Zeitreihen zu den CO₂-Emissionen und des Energieverbrauchs zur Verfügung stehen. Dies wird eine Vertiefung der Analyse von Bestimmungsfaktoren erlauben. Zudem wird erwartet, dass die Wirkungsschätzung deutlichere Unterschiede zwischen den Kantonen zeigen wird, wenn diese zentrale und wirkungsvolle Massnahmen der MuKE 2014 in ihre kantonale Gesetzgebung übernehmen.

Ausblick: Start eines Lern- und Verbesserungsprozesses

Die Verbesserung der Datengrundlagen ist entscheidend für die Aussagekraft der Berichterstattung über CO₂-Emissionen und Energieverbrauch im Gebäudebereich und ebenfalls über die Wirkungsabschätzung der kantonalen Massnahmen. Diese erste Berichterstattung ist aus diesem Grund insbesondere als Start eines Lern- und Verbesserungsprozesses zu sehen, welcher kontinuierlich zu einer belastbareren Datengrundlage und robusteren Aussagen führt. Zentrale Stellschrauben zur Verbesserung der Datengrundlagen sind:

- Das GWR, welches das Mengengerüst der Hochrechnung liefert. Insbesondere die Ausweisung von Daten zu Nicht-Wohngebäuden und die zeitnahe und vollständige Nachführung von Energiemerkmalen (z.B. Energieträger für Heizung und Warmwassererzeugung) stehen hier im Fokus.
- Die Qualität und Aktualität der verwendeten Energiekennzahlen, welche mit dem Mengengerüst zusammen direkt den Energieverbrauch und die CO₂-Emissionen bestimmen. Dabei ist insbesondere auch eine nach Kantonen differenzierte Nachführung der kantonalen Energiekennzahlen nötig, damit umgesetzte Massnahmen auch tatsächlich in der Berichterstattung abgebildet werden können.

Dieser Verbesserungsprozess soll dazu dienen, dass in zukünftigen Berichten die zeitliche Entwicklung der CO₂-Emissionen sowie der Anteil erneuerbarer Energieträger robuster dargestellt werden können und damit eine bessere Erfolgskontrolle und Steuerung der Klima- und Energiepolitik im Gebäudebereich möglich sind.

Anhang A1: Literatur

- BAFU 2018a: «Switzerland's Greenhouse Gas Inventory 1990-2016 – National Inventory Report». Submission of April 2018.
- BAFU 2018b: «Faktenblatt Wirkungsabschätzung und Evaluation der CO₂-Abgabe auf Brennstoffe».
- BFE und BAFU 2018: «Stand der Energie- und Klimapolitik in den Kantonen 2018».
- BFE 2017: «Analyse des schweizerischen Energieverbrauchs 2000-2016 nach Verwendungszwecken». Infrac, TEP-Energy und prognos im Auftrag des BFE.
- BFE 2016: «Stand der Energiepolitik in den Kantonen 2016».
- CEPE 2008: «Grundlagen zur Wirkungsschätzung der Energiepolitik der Kantone im Gebäudebereich». CEPE und TEP-Energy im Auftrag von Infrac.
- Das Gebäudeprogramm 2018: «Jahresbericht 2017» (inkl. Tabellensammlung zum Gebäudeprogramm, Berichtsjahr 2017).
- EBP 2018: «Wirkung der Klima- und Energiepolitik im Gebäudebereich in den Kantonen: Beschrieb des angewendeten Wirkungsmodells». EBP im Auftrag des BAFU.
- Ecoplan 2017: «Wirkungsabschätzung zur CO₂-Abgabe – Aktualisierung bis 2015». Ecoplan im Auftrag des BAFU.
- ECOSPEED 2018: «Methodik ECOSPEED Immo: Berechnung der CO₂-Emissionen im Gebäudebereich auf Basis der Gebäude- und Wohnungsstatistik (GWS) und des Gebäudeparkmodells (GPM)». ECOSPEED und TEP-Energy.
- ECOSPEED 2016: «Methodik zur Berechnung der kantonalen CO₂-Emissionen im Gebäudebereich auf Basis des Gebäude- und Wohnungsregisters (GWR)». ECOSPEED und TEP-Energy.
- EnDK 2008: «Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKEN): Ausgabe 2008».
- EnDK 2015: «Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKEN): Ausgabe 2014».
- Infrac 2013: «Wirkung kantonalen Energiegesetzes: Analyse der Auswirkungen gemäss Art. 20 EnG, Aktualisierung für das Jahr 2012». Infrac im Auftrag des BFE.
- Kanton Zürich 2014: «Energie in Wohnbauten».

Anhang A2: Bildverzeichnis

Der Bericht zeigt ausgewählte Bauten, welche Gewinner des Schweizer Solarpreises 2015 – 2017 in verschiedenen Kategorien sind. Der Schweizer Solarpreis wird jährlich von der Solaragentur verliehen. Sie setzt sich für die Förderung der Sonnenenergienutzung, insbesondere für PlusEnergieBauten (PEB) ein.

Foto Titelseite: Schweizer Solarpreis 2016, Mehrfamilienhaus Chrüzmatte, Aesch/LU

Foto Seite 6: Schweizer Solarpreis 2017, 150%-PlusEnergie-Fussballstadion, Schaffhausen

Foto Seite 8: Schweizer Solarpreis 2017, Solare Eissport- und Fussballarena Tissot, Biel/BE

Foto Seite 10: Schweizer Solarpreis 2015, 147%-PEB-Ersatzbau Kaiser, Unterengstringen/ZH

Foto Seite 18: Schweizer Solarpreis 2017, Solares Hochhaus Grosspeter Tower, Basel/BS

Foto Seite 30: Schweizer Solarpreis 2016, 137%-PEB-EFH Wyssmüller/Aebi, Thun/BE

Foto Rückseite: Schweizer Solarpreis 2016, 155%-PEB-EFH Bottinelli-Croce, Cugnasco/TI

Anhang A3: Datengrundlagen zu den Abbildungen

Tabelle 4: Werte für das Jahr 2016 zu den CO₂-Emissionen im Gebäudebereich nach Kantonen und für die Kenngrössen Energiebezugsfläche und Bevölkerung.

Kanton	CO ₂ -Emissionen der Gebäude (kt CO ₂)			Energiebezugsfläche (Mio. m ²)	Bevölkerung
	Heizöl	Erdgas	Total		
Erhebung mit ECOSPEED Immo:					
AG	592.7	233.5	826.2	52.7	663'462
AI	15.6	2.2	17.7	1.3	16'003
AR	47.6	38.5	86.1	4.9	54'954
FR	300.9	57.4	358.2	24.2	311'914
GL	45.9	22.4	68.3	4.3	40'147
GR	352.3	56.7	408.9	25.5	197'550
JU	108.8	11.7	120.5	5.8	73'122
LU	357.4	139.8	497.2	31.9	403'397
NE	180.8	103.8	284.6	14.4	178'567
OW	42.7	2.5	45.2	3.5	37'378
SG	468.7	276.7	745.4	43.6	502'552
SO	289.7	141.2	430.9	23.5	269'441
SZ	153.9	40.1	194.1	13.1	155'863
TI	544.0	122.5	666.5	37.8	354'375
UR	39.9	2.0	41.9	3.0	36'145
VD	730.5	458.4	1189.0	62.3	784'822
ZG	141.0	63.4	204.4	12.4	123'948
ZH	1288.2	877.7	2165.9	122.5	1'487'969
Erhebung mit eigener Methode:					
BE	1759.0	624.0	2383.0	82.5	1'026'513
BL	259.7	155.5	415.3	21.0	285'624
BS	68.5	188.9	257.4	24.8	193'070
GE	470.1	499.1	969.3	42.5	489'524
NW	53.8	0.6	54.5	3.2	42'556
SH	98.0	65.0	163.0	10.2	80'769
TG	283.0	167.0	450.0	27.9	270'709
VS	616.4	161.6	778.0	32.7	339'176
CH	9309.3	4512.2	13821.5	731.5	8'419'550

Tabelle 5: Werte für das Jahr 2016 zum Energieverbrauch im Gebäudebereich nach Kantonen.

Kanton	Endenergieverbrauch der Gebäude (MWh)												Total
	Heizöl	Erdgas	Strom	Fernwärme	Holz/Biomasse	Solarenergie	Umweltwärme	Biogas	Flüssiggas	Kohle	Abwärme	Andere (nicht definiert)	
Erhebung mit ECOSPEED Immo:													
AG	2'233'830	1'150'134	971'574	343'593	425'102	19'641	670'420	-	-	-	-	-	5'814'295
AI	58'701	10'663	25'117	3'538	44'066	659	18'774	-	-	-	-	-	161'517
AR	179'398	189'628	98'850	5'696	103'908	1'591	54'397	-	-	-	-	-	633'467
FR	1'134'043	282'500	507'650	57'546	220'436	6'300	392'828	-	-	-	-	-	2'601'303
GL	173'106	110'079	83'692	3'312	118'851	804	59'282	-	-	-	-	-	549'126
GR	1'327'743	279'048	482'012	39'444	487'757	9'814	313'227	-	-	-	-	-	2'939'044
JU	410'164	57'557	100'734	6'183	92'951	1'159	73'123	-	-	-	-	-	741'871
LU	1'346'930	688'758	482'050	85'333	424'671	12'688	362'882	-	-	-	-	-	3'403'312
NE	681'367	511'167	113'941	96'786	82'156	10'953	116'162	-	-	-	-	-	1'612'533
OW	160'926	12'535	63'583	30'120	65'532	1'187	39'776	-	-	-	-	-	373'660
SG	1'766'554	1'362'814	576'409	170'613	555'596	18'138	428'415	-	-	-	-	-	4'878'539
SO	1'092'023	695'472	503'400	10'620	157'451	8'942	325'600	-	-	-	-	-	2'793'507
SZ	580'168	197'636	222'520	21'911	194'625	3'375	143'975	-	-	-	-	-	1'364'210
TI	2'050'360	603'362	696'945	76'498	522'475	14'574	390'433	-	-	-	-	-	4'354'648
UR	150'464	9'791	72'190	1'430	61'629	971	44'668	-	-	-	-	-	341'144
VD	2'753'385	2'257'903	734'202	308'315	372'321	42'354	489'065	-	-	-	-	-	6'957'544
ZG	531'581	312'163	129'999	20'797	62'825	7'610	83'543	-	-	-	-	-	1'148'517
ZH	4'855'236	4'322'776	1'346'500	768'345	587'550	46'813	1'041'407	-	-	-	-	-	12'968'626
Erhebung mit eigener Methode:													
BE	6'625'000	3'070'000	783'000	145'000	1'031'000	40'000	478'000	-	-	-	36'000	-	12'208'000
BL	979'006	765'985	122'457	264'196	142'608	20'620	191'186	-	730	-	-	-	2'486'789
BS	258'238	930'129	1'459'720	1'107'426	22'040	14'714	16'777	474	2'479	-	-	-	3'811'997
GE	1'771'857	2'458'339	52'408	531'078	26'987	-	56'807	-	-	-	-	352'594	5'250'070
NW	202'904	3'073	40'956	11'678	53'932	2'160	18'146	-	-	39	-	3'136	336'024
SH	368'159	319'357	74'385	23'542	69'699	4'084	42'274	28	123	-	34	-	901'685
TG	1'068'047	823'721	220'853	72'661	330'600	17'356	157'552	36	384	-	54	4'904	2'696'168
VS	2'270'800	764'000	640'300	76'400	295'500	10'800	160'600	-	-	-	-	21'500	4'239'900
CH	35'029'989	22'188'588	10'605'446	4'282'061	6'552'269	317'308	6'169'320	538	3'716	39	36'088	382'134	85'567'496

Tabelle 6: Werte für die Reduktion der CO₂-Emissionen im Gebäudebereich durch kantonale Klima- und Energievorschriften nach Kantonen im Jahr 2016.

Kanton	Reduktion der CO ₂ -Emissionen (kt CO ₂ pro Jahr)	spezifische Reduktion der CO ₂ -Emissionen (relativ zum Total der Emissionen im Gebäudebereich)
Erhebung mit ECOSPEED Immo:		
AG	3.64	0.43%
AI	0.03	0.17%
AR	0.37	0.44%
FR	0.85	0.23%
GL	0.26	0.40%
GR	1.26	0.30%
JU	0.44	0.35%
LU	3.11	0.62%
NE	1.35	0.46%
OW	0.16	0.35%
SG	3.75	0.50%
SO	2.52	0.57%
SZ	1.25	0.65%
TI	1.16	0.17%
UR	0.13	0.31%
VD	4.11	0.34%
ZG	0.82	0.42%
ZH	10.34	0.47%
Erhebung mit eigener Methode:		
BE	11.49	0.48%
BL	3.17	0.72%
BS	1.75	0.67%
GE	4.92	0.51%
NW	0.24	0.42%
SH	0.99	0.59%
TG	2.51	0.54%
VS	1.05	0.14%
CH	61.69	0.44%

Tabelle 7: Werte für die Reduktion des Energieverbrauchs im Gebäudebereich durch kantonale Klima- und Energievorschriften nach Kantonen im Jahr 2016.

Kanton	Reduktion des Energieverbrauchs (GWh pro Jahr)	spezifische Reduktion des Energieverbrauchs (relativ zum Total des Energieverbrauchs im Gebäudebereich)
Erhebung mit ECOSPEED Immo:		
AG	27.7	0.46%
AI	0.7	0.41%
AR	2.9	0.44%
FR	12.3	0.45%
GL	2.5	0.41%
GR	13.5	0.42%
JU	3.4	0.42%
LU	16.6	0.46%
NE	7.4	0.43%
OW	1.8	0.43%
SG	23.1	0.45%
SO	12.8	0.45%
SZ	6.7	0.46%
TI	19.8	0.43%
UR	1.6	0.42%
VD	32.3	0.45%
ZG	5.6	0.48%
ZH	61.5	0.47%
Erhebung mit eigener Methode:		
BE	54.7	0.44%
BL	15.1	0.59%
BS	14.7	0.61%
GE	27.5	0.57%
NW	1.6	0.44%
SH	4.7	0.49%
TG	13.4	0.47%
VS	18.8	0.45%
CH	402.7	0.47%

Anhang A4: Energiekennzahlen der Kantone

Tabelle 8: Energiekennzahlen, die der Berechnung von ECOSPEED Immo zugrunde liegen. Mittelwerte über 17 Kantone, welche mit ECOSPEED Immo rapportiert haben (ohne Kanton Luzern). Für 2011–2015 und 2015–2020 wurden teilweise fehlerhafte Zahlen verwendet. Diese werden für die nächste Berichterstattung korrigiert.

Energiekennzahl Raumwärme und Warmwasser (kWh/m ²)	Einfamilienhäuser	Mehrfamilienhäuser	Wohngebäude mit Nebennutzung	Wohngebäude mit teilweiser Wohnnutzung	Hotelgebäude	Anderer Gebäude für kurzfristige Beherbergung	Bürogebäude	Gross- und Einzelhandelsgebäude	Gebäude des Nachrichtenwesens, Bahnhöfe, Abfertigungsgebäude und zugehörige Gebäude	Garagegebäude	Behälter, Silos und Lagergebäude	Gebäude für Kultur- und Freizeitwecke	Museen und Bibliotheken	Schul- und Hochschulgebäude, Forschungseinrichtungen	Krankenhäuser und Facheinrichtungen des Gesundheitswesens	Sporthallen	Kirchen und sonstige Kultgebäude	Sonstige Hochbauten, anderweitig nicht genannt
vor 1919	184	123	118	142	152	152	129	142	177	177	129	171	171	157	209	171	171	183
1919 - 1945	177	119	117	128	162	162	117	116	191	191	114	157	157	187	172	157	157	219
1946 - 1960	155	102	101	117	171	171	100	125	155	155	128	163	163	149	160	163	163	200
1961 - 1970	158	105	105	108	199	199	113	124	140	140	134	150	150	121	148	150	150	256
1971 - 1980	145	100	100	117	170	170	106	121	122	122	172	149	149	144	232	149	149	201
1981 - 1985	131	93	95	134	134	134	96	142	137	137	118	130	130	104	240	130	130	156
1986 - 1990	134	97	96	142	138	138	93	126	162	162	111	134	134	144	232	134	134	247
1991 - 1995	86	68	70	65	128	128	65	106	79	79	60	89	89	98	231	89	89	143
1996 - 2000	84	65	65	81	111	111	62	85	80	80	81	84	84	96		84	84	187
2001 - 2005	82	63	64	76	110	110	52	81	76	76	129	82	82	97	170	82	82	
2006 - 2010	77	63	62	77	72	72	55	79	79	79	91	74	74	75		74	74	190
2011 - 2015	65	63	71	107	133	133	96	91	151	151				113	185			112
2015 - 2020	69	68	76	95			99											77

Tabelle 9: Energiekennzahlen der Kantone mit eigenen Methoden. Werte für die Energiekennzahlen der Kantone Basel-Stadt, Genf und Wallis liegen nicht vor.

Gebäudekategorie	Baujahrperioden													
	vor 1919	1919-1945	1946-1960	1961-1970	1971-1980	1981-1985	1986-1990	1991-1995	1996-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2015	nach 2015	unbekannt
Energiekennzahlen Kanton Bern (kWh/m²)														
EFH	139	146	157	154	122	98	87	77	66	56	45	35	35	130
MFH	113	123	117	104	96	88	76	65	53	42	30	30	30	103
Energiekennzahlen Raumheizung Kanton Nidwalden (kWh/m²)														
EFH (1021)	127.5	148.8	127.5	127.5	119	106.3	102	97.8	93.5	89.3	76.5	51	51	-
MFH (1025)	119	131.8	119	114.8	110.5	97.8	85	80.8	68	68	55.3	34	34	-
Nebennutz. (1030)	119	131.8	119	114.8	110.5	97.8	85	80.8	68	68	55.3	34	34	-
Teilnutz. (1040)	127.5	148.8	127.5	127.5	119	106.3	102	97.8	93.5	89.3	76.5	51	51	-
Energiekennzahlen Wärme Kanton Schaffhausen (kWh/m²)														
1021	125	131	145	128	121	97	90	78	74	61	52	49	50	-
1025	123	128	134	112	89	80	72	64	59	55	47	34	48	-
1030	115	119	123	112	99	80	74	61	55	57	42	38	44	-
1040	109	109	114	101	89	69	61	57	58	42	41	35		-
1060	100	84	108	89	82	63	60	54	50	41	27	32	31	-
Energiekennzahlen Wärme Kanton Thurgau (kWh/m²)														
1021	144	150	168	149	140	110	104	88	85	68	62	54	53	
1025	149	150	161	140	127	101	93	84	80	65	58	47	53	
1030	137	137	149	129	120	94	88	80	74	60	55	50	47	
1040	133	131	137	119	105	83	75	70	65	54	49	42	44	
1060	110	120	124	111	88	78	70	64	58	48	44	35	36	
Heizkoeffizienten Kanton Basel-Landschaft (kWh/m²); Bemerkung: Als Flächenmass für die Berechnung der Heizkoeffizienten wird die Bruttogeschossfläche (Grundfläche*Anzahl Stockwerke gemäss GWR) verwendet. Aus diesem Grund sind die Werte nicht direkt vergleichbar mit anderen kantonalen Energiekennzahlen, welche als Flächenmass die Energiebezugsfläche verwenden.														
	vor 1901	1901-1960	1961-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2010	2011-2020							
EFH	80	94	98	79	62	66	53							
MFH	71	91	97	90	65	59	52							
Wohngebäude mit Nebennutzung	69	81	93	69	70	46	74							