

Juli 2013

# WIRKUNG KANTONALER ENERGIEGESETZE

Analyse der Auswirkungen  
gemäss Art. 20 EnG,  
Aktualisierung für das Jahr 2012

**Auftraggeber**

Bundesamt für Energie BFE, 3003 Bern

**Auftragnehmer**

INFRAS, Binzstrasse 23, Postfach, 8045 Zürich

Tel. 044 205 95 95; Fax 044 205 95 99

E-Mail: [zuerich@infras.ch](mailto:zuerich@infras.ch)

[www.infras.ch](http://www.infras.ch)

**Autoren**

Donald Sigrist

Stefan Kessler

**Begleitgruppe**

Konferenz kantonaler Energiefachstellen, Arbeitsgruppe Erfolgskontrolle

**Titel**

WIRKUNG KANTONALER ENERGIEGESETZE

Analyse der Auswirkungen gemäss Art. 20 EnG, Aktualisierung für das Jahr 2012

**EnergieSchweiz**

Bundesamt für Energie BFE, Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen · Postadresse: CH-3003 Bern  
Tel. 031 322 56 11, Fax 031 323 25 00 · [contact@bfe.admin.ch](mailto:contact@bfe.admin.ch) · [www.energie-schweiz.ch](http://www.energie-schweiz.ch)

Vertrieb: Bundesamt für Energie BFE, CH-3003 Bern, [www.energie-schweiz.ch](http://www.energie-schweiz.ch) / 07.13 / 150

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Das Wichtigste in Kürze</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>Untersuchungsgegenstand und Fragen</b> .....	<b>8</b>
3.1	Untersuchungsgegenstand .....	8
3.2	Fragen .....	8
<b>4</b>	<b>Methodik</b> .....	<b>10</b>
4.1	Vergleichsebene und Abgrenzungen .....	10
4.2	Quantitative Wirkungsabschätzung .....	10
4.3	Anpassungen gegenüber der Wirkungsanalyse 2007 .....	13
<b>5</b>	<b>Qualitative Beurteilung der Wirkung kantonaler Energiegesetze</b> .....	<b>14</b>
5.1	Ausgangslage .....	14
5.2	Direkte, unmittelbare Wirkung .....	15
5.3	Indirekte Wirkung.....	17
5.4	Wechselwirkung zwischen Umfeldfaktoren und kantonalen Energiegesetzen .....	20
<b>6</b>	<b>Quantitative Abschätzung der direkten, unmittelbaren Wirkung</b> .....	<b>25</b>
6.1	Energetische Wirkung.....	25
6.2	Umweltbezogene Wirkung .....	27
6.3	Wirtschaftliche Wirkung .....	27
<b>7</b>	<b>Fazit und Ausblick</b> .....	<b>29</b>
	<b>Anhang</b> .....	<b>31</b>
	Anhang 1: Annahmen und Parameter der quantitativen Wirkungsabschätzung .....	31
	Anhang 2: Teilnehmerliste Expertenworkshop .....	37
	Anhang 3: Literatur.....	38

# 1 Das Wichtigste in Kürze

Artikel 20 des eidgenössischen Energiegesetzes verlangt, dass der Bund regelmässig prüft, wieweit die Massnahmen des Energiegesetzes zur Erreichung der energiepolitischen Ziele beitragen. Darunter fallen auch die an die Kantone delegierten Massnahmen gemäss Art. 6 (mit fossilen Brennstoffen betriebene Elektrizitätserzeugungsanlagen), Art. 7 (Anschlussbedingungen für unabhängige Produzenten) und Art. 9 (Gebäudebereich).

Gegenstand dieser Untersuchung sind die kantonalen gesetzlichen Bestimmungen („kantonale Energiegesetze“) mit Auswirkungen auf die Effizienz sowie die Konsistenz (Einsatz von erneuerbaren Energien) der Energienachfrage. Der Fokus liegt dabei auf den Wirkungen im Gebäudebereich. Die Wirkungen werden über einen Vergleich der effektiven Situation (Ist-Situation) mit einer Referenzsituation ohne kantonale Energiegesetze qualitativ beurteilt und soweit als möglich quantifiziert („Was-wäre-wenn“-Vergleich). Sowohl bei den qualitativen Beurteilungen sowie den quantitativen Annahmen stützt die Untersuchung dabei stark auf Experteneinschätzungen ab. Eigene empirische Erhebungen wurden für diese Untersuchung nicht durchgeführt.

Dass Neubauten und energetische Sanierungen heute einen wesentlich tieferen Energiebedarf haben als in den 1970er Jahren, bildet die Ausgangslage für die Fragestellung, wie viel die kantonalen Energiegesetze bewirken. Fassaden, Dächer und Fenster sind heute besser wärmedämmend und Systeme zur Nutzung von erneuerbaren Energien – allen voran die Wärmepumpe – sind viel stärker verbreitet als noch vor 40 Jahren.

## Direkte, unmittelbare Wirkungen im Jahr 2012

Bis Ende 2011 waren die gesetzlichen Anforderungen an Neubauten und energetische Sanierungen schweizweit annähernd harmonisiert: Einige Kantone verfügten im Jahr 2012 zwar über leicht abweichende respektive erweiterte oder strengere Vorschriften, im Wesentlichen waren die Anforderungen gemäss Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKE, Version 2008) im Jahr 2012 aber in allen Kantonen gesetzlich verankert und wurden entsprechend vollzogen.

In der Einschätzung der an dieser Analyse beteiligten Experten hatten diese gesetzlichen Anforderungen im Jahr 2012 einen direkten und unmittelbaren Einfluss auf die energetische Qualität eines durchschnittlichen Schweizer Neubaus respektive einer durchschnittlichen energetischen Sanierung. Andererseits muss auch berücksichtigt werden, dass die kantonalen Energiegesetze heute lediglich einer von vielen Einflussfaktoren sind: Allein zur Vermeidung von Bauschäden durch Kondensat sowie aufgrund veränderter Komfortansprüche im Winter wie im Sommer würden Gebäude heute auch ohne gesetzliche Anforderungen besser wärmedämmend als 1980. Hinzu kommen gestiegene Energiepreise, ein generell höheres gesellschaftliches Umweltbewusstsein, etablierte freiwillige Baustandards wie Minergie und Investitionsbeiträge der öffentlichen Hand an private Bauherrschaften. Und die starke Marktposition der Wärmepumpe erklärt sich heute v.a. auch dadurch, dass sie insbesondere bei den Neubauten eine etablierte, zuverlässige und wirtschaftliche Alternative zu fossilen Heizsystemen ist.

Vor dem Hintergrund, dass sich diverse Umfeldfaktoren immer stärker in Richtung einer Begünstigung energieeffizienter Bauweisen entwickeln, müsste eine fortschreitende Erosion der Wirkung kantonaler Energiegesetze erwartet werden. Dies ist in der Einschätzung der beteiligten Experten nicht der Fall, im Gegenteil: In den 2000er Jahren wurden die gesetzlichen Anforderungen in allen Kantonen (auf unterschiedlichem Niveau) langsam, aber stetig erhöht. Rückblickend bis 1980 bedeutete die Einführung und Umsetzung der MuKE 2008 der grösste Schritt im Bereich der kantonalen Energiegesetze: Im Schweizer Durchschnitt liegen die gesetzlichen Anforderungen an Neubauten und energetische Sanierungen heute massiv höher als vor der Einführung der MuKE 2008.

Die quantitative Abschätzung im Rahmen dieser Untersuchung ergab, dass der jährliche Endenergiebedarf (exkl. Umweltwärme) der im Jahr 2012 neu erstellten (7,9 Mio. m<sup>2</sup> EBF) respektive energetisch sanierten Gebäude (9,0 Mio. m<sup>2</sup> EBF) ohne die kantonalen Energievorschriften um schätzungsweise 560 Mio. kWh pro Jahr höher ausgefallen wäre. Diese Wirkung ist mit einer bedeutenden Reduktion

von Luftschadstoff- und CO<sub>2</sub>-Emissionen verbunden (Tabelle 1). Die kantonalen Energiegesetze lösten 2012 ausserdem Mehrinvestitionen von schätzungsweise 1,5 Mia. Fr. aus, die ihrerseits einen Beschäftigungseffekt von insgesamt rund 4'500 Personenjahren zur Folge gehabt haben dürften. Dies liegt deutlich über den Wirkungen, die für die Jahre 2002 und 2007 abgeschätzt wurden.

	<b>Mengengerüst Energiebezugsflächen (EBF)</b> Zugebaut respektive energetisch saniert (inkl. Ersatzneubauten)	<b>Energetische Wirkungen</b> Wirkung auf den Jahresenergiebedarf	<b>Umweltbezogene Wirkungen</b> Wirkung auf die jährlichen Emissionen	<b>Wirtschaftliche Wirkungen</b> Ausgelöste Mehrinvestitionen, Beschäftigungseffekt
<b>2012</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EBF Zubau: 7,9 Mio. m<sup>2</sup></li> <li>• EBF energetisch saniert: 9,1 Mio. m<sup>2</sup></li> </ul>	560 Mio. kWh	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 130'000 t CO<sub>2</sub></li> <li>• 720 t VOC, 180 t NO<sub>x</sub>, 190 t SO<sub>x</sub>, 50 t Partikel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1,5 Mia. Fr.</li> <li>• 4'500 Personenjahre</li> </ul>
<b>2007</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zubau EBF: 6,6 Mio. m<sup>2</sup></li> <li>• EBF energetisch saniert: 8,6 Mio. m<sup>2</sup></li> </ul>	340 Mio. kWh	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 82'000 t CO<sub>2</sub></li> <li>• 440 t VOC, 110 t NO<sub>x</sub>, 120 t SO<sub>x</sub>, 30 t Partikel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1,3 Mia. Fr.</li> <li>• 3'900 Personenjahre</li> </ul>
<b>2002</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zubau EBF: 6,5 Mio. m<sup>2</sup></li> <li>• EBF energetisch saniert: 7,9 Mio. m<sup>2</sup></li> </ul>	330 Mio. kWh	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 79'000 t CO<sub>2</sub></li> <li>• 430 t VOC, 110 t NO<sub>x</sub>, 110 t SO<sub>x</sub>, 30 t Partikel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1,2 Mia. Fr.</li> <li>• 2'800 Personenjahre</li> </ul>

*Tabelle 1: Ergebnisse der quantitativen Abschätzung zu den direkten, unmittelbaren Wirkungen der kantonalen Energiegesetze. Die Wirkungen der Analysejahre 2002 und 2007 wurden mit dem überarbeiteten Schätzmodell nachgerechnet. Sie liegen tiefer als in den Vorjahresberichten ausgewiesen, v.a., weil die Einschätzung der Referenzentwicklung durch die Teilnehmer des Expertenworkshops deutlich anders ausfiel als in den Vorjahren. Die mit der aktuellen Methodik erhobenen Resultate sind konservativer und damit belastbarer.*

### Indirekte Wirkungen im Jahr 2012

Die kantonalen Energiegesetze sind Grundlage für diverse Aktivitäten der Kantone im Energie- und speziell im Gebäudebereich. Bauherrschaften beispielsweise profitieren praktisch in allen Kantonen von kantonalen Investitionsbeiträgen (v.a. im Bereich der Haustechnik) und können auf ein umfangreiches Informations- und Beratungsangebot zurückgreifen. Diese und viele andere auf gesetzlichen Grundlagen basierende Aktivitäten – beispielsweise die kantonale Energie- und Raumplanung oder Steuervergünstigungen bei Investitionen in die Energieeffizienz – wirken sich auf den Energiebedarf und die Nutzung erneuerbarer Energien aus. Eine Abgrenzung des Einflusses der gesetzlichen Grundlage gegenüber dem Einfluss der darauf basierenden Aktivität (z.B. der finanziellen Förderung) ist nicht möglich. Klar ist: Ohne die kantonalen Energiegesetze könnten die entsprechenden Aktivitäten nicht respektive nicht im selben Ausmass durchgeführt werden. Indem die kantonalen Energiegesetze die Grundlage für die breit gefächerten Aktivitäten der Kantone im Energiebereich bilden, entstehen insgesamt bedeutende indirekte Wirkungen auf den Energiebedarf und die Nutzung erneuerbarer Energien.

### Wechselwirkungen kantonalen Energiegesetze mit Umfeldfaktoren

Neben den direkten und unmittelbaren sowie den indirekten Wirkungen auf Entscheidungsträger im Energiebereich (insbesondere Bauherrschaften) hatten die kantonalen Energiegesetze über die Zeitperiode von ca. 1980 bis 2012 einen Anteil daran, dass heute diverse andere wichtige Umfeldfaktoren energieeffiziente Bauweisen begünstigen. Diese Wechselwirkungen sind für die Erklärung heute etablierter Gebäudeenergiestandards bedeutend. Beispiele sind die heute hohe Verbreitung von Wärmepumpen, die Marktposition von Minergie oder die über Bau-Normen etablierten Grenz- und Zielwerte zur Gebäudeenergieeffizienz: Die frühe kantonale Unterstützung im Bereich der angewandten Forschung, die Förderung von Testanlagen, die Aktivitäten im Bereich der Aus- und Weiterbildung von

Fachleuten und später die kantonalen Investitionsbeiträge an Bauherrschaften sowie die intensive Zusammenarbeit mit dem BFE, den Programmen Energie 2000 und EnergieSchweiz, mit Minergie und dem Schweizerischen Ingenieur- und Architektenverein (SIA) sind rückblickend sehr wichtige Treiber dafür gewesen, dass heute besser gebaut wird als noch vor 30 bis 40 Jahren.

## 2 Einleitung

Artikel 20 des eidgenössischen Energiegesetzes verlangt, dass der Bund regelmässig untersucht, wie weit die Massnahmen des Energiegesetzes zur Erreichung der energiepolitischen Ziele beitragen. Darunter fallen auch die an die Kantone delegierten Massnahmen gemäss Art. 6 (mit fossilen Brennstoffen betriebene Elektrizitätserzeugungsanlagen), Art. 7 (Anschlussbedingungen für unabhängige Produzenten) und Art. 9 (Gebäudebereich).

INFRAS hat im Auftrag des BFE bereits für die Jahre 2001, 2002 und 2007 Beurteilungen zur Wirkung der kantonalen Energievorschriften im Gebäudebereich durchgeführt<sup>1</sup>. Dabei lag der Fokus insbesondere auf den kantonalen, energiebezogenen Gesetzgebungen im Gebäudebereich (Gesetze, Vorschriften sowie deren Vollzug). Kern der Untersuchungen bildete jeweils eine quantitative Abschätzung zu den energetischen, wirtschaftlichen und umweltbezogenen Wirkungen. Die qualitativen Einschätzungen zur Wirksamkeit der kantonalen Energiegesetze spielten aber eine ebenso wichtige Rolle.

Der vorliegende Bericht stellt eine aktualisierte Abschätzung der Wirkungen für die Analysejahre 2002, 2007 und 2012 dar, basierend auf den Erfahrungen aus den früheren Wirkungsanalysen. Das Jahr 2012 eignet sich als aktuelles Analysejahr, weil die im Jahr 2008 verabschiedeten, überarbeiteten Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKE 2008) per Ende 2011 in allen Kantonen weitgehend umgesetzt wurden.

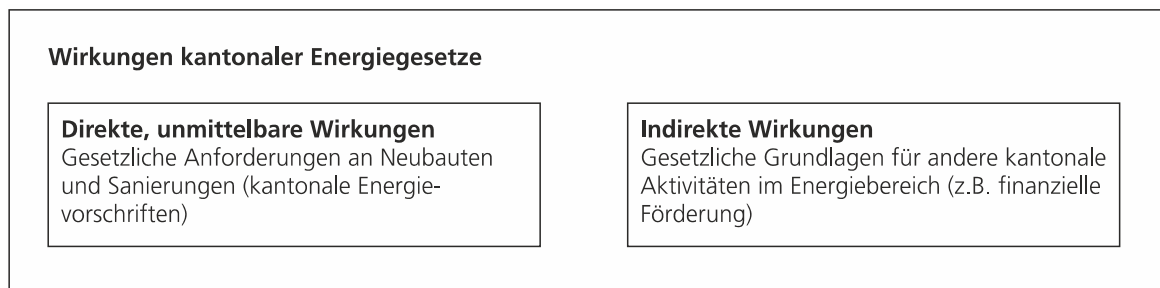
Zielpublikum dieses Berichts ist einerseits der Bund, der Rechenschaft über die Wirkungen der kantonalen Energiegesetze erwartet. Andererseits sind es die energiepolitischen Akteure in den Kantonen, welche interessiert sind, die Wirksamkeit der kantonalen Energiegesetze und deren Vollzug zu kennen.

<sup>1</sup> INFRAS 2002: Wirkungsanalyse kantonale Energiegesetze im Jahre 2001, Kurzbericht September 2002.  
INFRAS 2003: Wirkungen der kantonalen Energievorschriften im Gebäudebereich im Jahr 2002, Juli 2003.  
INFRAS 2008: Wirkungen kantonaler Energiegesetze, Analyse der Auswirkungen gemäss Art. 20 EnG, Aktualisierung für das Jahr 2007.

## 3 Untersuchungsgegenstand und Fragen

### 3.1 Untersuchungsgegenstand

Gegenstand der Untersuchung sind die kantonalen gesetzlichen Bestimmungen mit Auswirkungen auf die Effizienz (Reduktion des Energiebedarfs für die Erbringung einer bestimmten Dienstleistung) sowie Konsistenz (Umweltverträglichkeit durch Nutzung erneuerbarer Energien) der Energienachfrage. Die Wirkungen auf die Energienachfrage erfolgen einerseits direkt und unmittelbar, wie bei den kantonalen Vorschriften im Gebäudebereich. Andererseits fallen aber auch indirekte Wirkungen an, beispielsweise bei der kantonalen Raumplanung oder bei der finanziellen Förderung – Aktivitäten der Kantone, die letztlich ebenfalls erst auf Basis einer entsprechenden gesetzlichen Grundlage durchgeführt werden können.



Figur 1: Untersuchungsgegenstand

Die Untersuchung umfasst einen qualitativen und einen quantitativen Teil.

- In Kapitel 5 werden die Wirkungen kantonaler Energiegesetze qualitativ diskutiert. Aufgezeigt werden die zugrundeliegenden Wirkungsmechanismen und die Abhängigkeiten respektive Überschneidungen einerseits mit Aktivitäten anderer Akteure (z.B. Bund) und andererseits mit den Einflüssen von Kontextfaktoren (z.B. Energiepreise).
- In Kapitel 6 wird die direkte, unmittelbare Wirkung der kantonalen Energiegesetze quantitativ abgeschätzt. Die Abschätzung beschränkt sich auf diesen Teilaspekt der kantonalen Energiegesetze, weil die Kantone dabei die Hauptakteure sind und der Vollzug der Energievorschriften direkt und unmittelbar wirkt.

### 3.2 Fragen

Folgende qualitative Fragen werden untersucht (Kapitel 5):

- Wie haben sich die kantonalen Energiegesetze im Gebäudebereich seit 1980 und insbesondere zwischen 2002 und 2012 entwickelt?
- Welche Wirkungen auf den Energiebedarf und die Nutzung erneuerbarer Energien gehen von den kantonalen Energiegesetzen aus? Welche fallen direkt und unmittelbar und welche indirekt an? Wie sind die Wirkungen zu beurteilen?
- Welche Abhängigkeiten und Überschneidungen mit Aktivitäten anderer Akteure (z.B. Bund) und Einflüssen von Kontextfaktoren (z.B. Energiepreise) bestehen in Bezug auf diese Wirkungen?



Die quantitativen Fragen beziehen sich ausschliesslich auf die direkten und unmittelbaren Wirkungen (Kapitel 6):

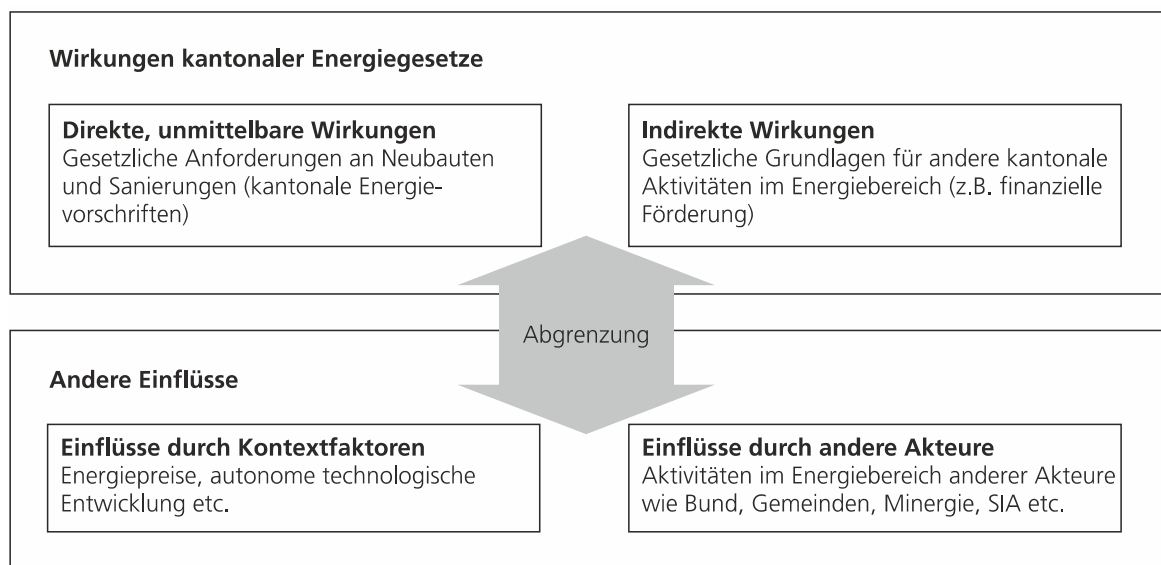
- Welche energetischen Wirkungen erzielten die kantonalen Energiegesetze im Jahr 2012? Wie hoch fiel die Wirkung im Vergleich zu den Analysejahren 2002 und 2007 aus? Wie ist die geschätzte Energiewirkung zu beurteilen?
- Wie stark wirkten sich die kantonalen Energiegesetze im Jahr 2012 auf CO<sub>2</sub>- und Luftschadstoff-Emissionen aus? Wie hoch fiel die Wirkung im Vergleich zu den Analysejahren 2002 und 2007 aus?
- In welcher Höhe lösten die kantonalen Energiegesetze in den Jahren 2002, 2007 und 2012 Mehrinvestitionen aus? Welche volkswirtschaftlichen Wirkungen, gemessen an der Beschäftigung, sind mit diesen Mehrinvestitionen verbunden?

## 4 Methodik

### 4.1 Vergleichsebene und Abgrenzungen

Die Wirkungen der kantonalen Energiegesetze werden über einen Vergleich der effektiven Situation (Ist-Situation) mit einer Referenzsituation ohne kantonale Energiegesetze beurteilt („Was-wäre-wenn“-Vergleich). Die kantonalen Energiegesetze müssen dabei von anderen Einflussfaktoren abgegrenzt werden, die ebenfalls einen Einfluss auf den Energieverbrauch und die Nutzung erneuerbarer Energien haben:

- Abgrenzung der Wirkung kantonaler Energiegesetze gegenüber den Einflüssen von Kontextfaktoren wie beispielsweise Energiepreise, gesellschaftliche Wahrnehmung des Klimawandels respektive gesellschaftliches Umweltbewusstsein, autonome technologische Entwicklungen, Wirtschaftsentwicklung etc.
- Abgrenzung der Wirkung kantonaler Energiegesetze gegenüber den Einflüssen durch Aktivitäten anderer Akteure im Energiebereich, beispielsweise des Bundes (finanzielle Förderung, CO<sub>2</sub>-Abgabe, EnergieSchweiz etc.), von Gemeinden, von Minergie, SIA, EnAW, Stiftung Klimarappen, Umweltverbänden u.a.



Figur 2: Abgrenzung der Wirkungen kantonaler Energiegesetze

### 4.2 Quantitative Wirkungsabschätzung

Auf eine Quantifizierung der indirekten Wirkungen kantonaler Energiegesetze wird aus methodischen Gründen verzichtet. Eine quantitative Abgrenzung der Wirkung gesetzlicher Grundlagen gegenüber der darauf basierenden Aktivität mit indirekter Wirkung (z.B. der finanziellen Förderung) ist nicht möglich und wird daher ausschliesslich qualitativ diskutiert (vgl. Kapitel 5). Quantitativ abgeschätzt werden die direkten, unmittelbaren Wirkungen der gesetzlichen Anforderungen an Neu- und Umbauten. Dafür wird ein vereinfachtes Wirkungsmodell eingesetzt, dessen Annahmen und Parameter im Rahmen eines Expertenworkshops sowie auf Basis der Erfahrungen aus der Wirkungsanalyse 2007 festgelegt wurden (vgl. auch Anhang 1, der alle quantitativen Annahmen und Modellparameter enthält). Im Rahmen des Workshops mit Kantonsvertretern sowie externen Experten (Teilnehmerliste vgl. Anhang 2) wurden die quantitativen Annahmen zur Entwicklung der energietechnischen Ausfüh-

rungsqualität von Neubauten und Sanierungen diskutiert und plausibilisiert. Dabei wurden relevante Einflussfaktoren identifiziert und ihr Einfluss quantifiziert. Empirische Grundlagen zur vertieften Abstützung der Modellannahmen konnten im Rahmen dieses Projekts nicht erarbeitet werden (z.B. Befragungen von Bauherrschaften).

### **Mengengerüst Energiebezugsflächen**

Ausgangspunkt der quantitativen Abschätzung bildet ein Mengengerüst der im Jahr 2012 in der Schweiz neu erstellten sowie sanierten Energiebezugsflächen (EBF), strukturiert nach den drei Gebäudenutzungskategorien Wohnen, Dienstleistung und Industrie. Die Angaben zu den neu erstellten und bereits bestehenden EBF stammen dabei aus einer Datenreihe, die Wüest&Partner jährlich im Auftrag des Bundesamts für Energie aktualisiert. Die im Jahr 2012 sanierten EBF werden aufgrund des EBF-Bestands 2012 über Annahmen zu den Raten energetischer Sanierungen berechnet.

### **Energetische Wirkungen**

Zur Abbildung der Energiewirkung im quantitativen Modell wird als Zielgrösse die ans Gebäude gelieferte Endenergiemenge definiert (Heizöl, Erdgas, Holz, Fernwärme, Strom). Mit den kantonalen Energievorschriften nehmen die Kantone über drei Hebel Einfluss auf diese Zielgrösse:

- Der Einfluss auf die energetische Qualität der Gebäudehülle wird über den Heizwärmebedarf<sup>2</sup> modelliert. Für jede der drei unterschiedenen Gebäudenutzungen (Wohnen, Dienstleistung, Industrie) werden zwei Annahmen getroffen: erstens, welcher durchschnittliche Heizwärmebedarf ein im Jahr 2002, 2007 respektive 2012 neu erstelltes respektive saniertes Gebäude pro m<sup>2</sup> EBF effektiv aufwies (Ist-Situation). Und zweitens, welcher durchschnittliche Heizwärmebedarf bei Neubauten und Sanierungen in den entsprechenden Jahren ohne die gesetzlichen Anforderungen erreicht worden wäre (Referenzsituation). Die Differenz entspricht der Wirkung der gesetzlichen Anforderungen auf die energetische Qualität der Gebäudehülle bei einem Bauprojekt im jeweiligen Analysejahr.
- Der Einfluss auf die Wahl des Heizsystems wird über Heizsystemanteile modelliert (Anteil des Bedarfs an Nutzwärme für Warmwasser und Raumwärme, der mit einem spezifischen Heizsystem gedeckt wird). Unterschieden werden vier Heizsysteme: 1. Feuerungen (Heizöl, Erdgas, Holz); 2. Fernwärmeanschlüsse; 3. Wärmepumpen; 4. Direkt-elektrische Wärmeerzeugung. Wie beim Heizwärmebedarf (vgl. oben) werden für Bauprojekte im jeweiligen Analysejahr entsprechende Heizsystemanteile für die Ist-Situation und die Referenzsituation angenommen.
- Der Einfluss auf die systemspezifische Effizienz des Heizsystems wird über den Nutzungsgrad (Feuerungen) respektive die Jahresarbeitszahl (Wärmepumpen) modelliert. Bei der direkt-elektrischen Wärmeerzeugung wird angenommen, dass die kantonalen Energievorschriften kaum Einfluss auf den Nutzungsgrad haben. Und Fernwärmeanschlüsse sind wegen der definierten Systemgrenze (Gebäude) generell nicht relevant.

Dem Modell liegt ausserdem die Annahme zugrunde, dass die kantonalen Energiegesetze in Bezug auf folgende Aspekte keinen respektive keinen relevanten Einfluss haben:

- Die Energiegesetze haben keinen relevanten Einfluss auf den Warmwasserbedarf (wird durch das individuelle Nutzerverhalten bestimmt). Für diesen werden sowohl für die Ist-Situation wie auch für die Referenzsituation je nach Gebäudenutzungskategorie fixe Standardwerte angesetzt.
- Bei Sanierungen beeinflussen die Energiegesetze die Wahl des Heizsystems für die Raumwärmeerzeugung nicht in relevantem Ausmass (die gesetzlich vorgeschriebenen Höchstanteile nicht erneu-

<sup>2</sup> Der Heizwärmebedarf entspricht dem Raumwärmebedarf (Nutzenergie) eines Gebäudes, der über das Heizsystem gedeckt werden muss (ausgedrückt in kWh/m<sup>2</sup> EBF). Er ist ein Mass für die energetische Qualität der Gebäudehülle: Je besser das Gebäude wärmegeklämt ist, desto tiefer liegt der Heizwärmebedarf. Eine kontrollierte Lüftung mit Wärmerückgewinnung trägt ebenfalls zu einem tieferen Heizwärmebedarf bei.

erbarer Energie gelten gemäss MuKE 2008 nur für Neubauten; abweichende Spezialregelungen in wenigen Kantonen wirken sich bezogen auf den Schweizer Durchschnitt kaum aus). Die indirekte Wirkung der Begrenzung von Vorlauftemperaturen sowie der hohen Anforderungen an die Gebäudehülle (bessere Hülle = bessere Eignung für Wärmepumpen) wird im quantitativen Modell nicht abgebildet.

- Die Energiegesetze haben keinen Einfluss auf die Rate energetischer Sanierungen. Diese wird je nach Gebäudenutzungskategorie exogen vorgegeben und fliesst über das EBF-Mengengerüst in das Modell ein (vgl. oben).

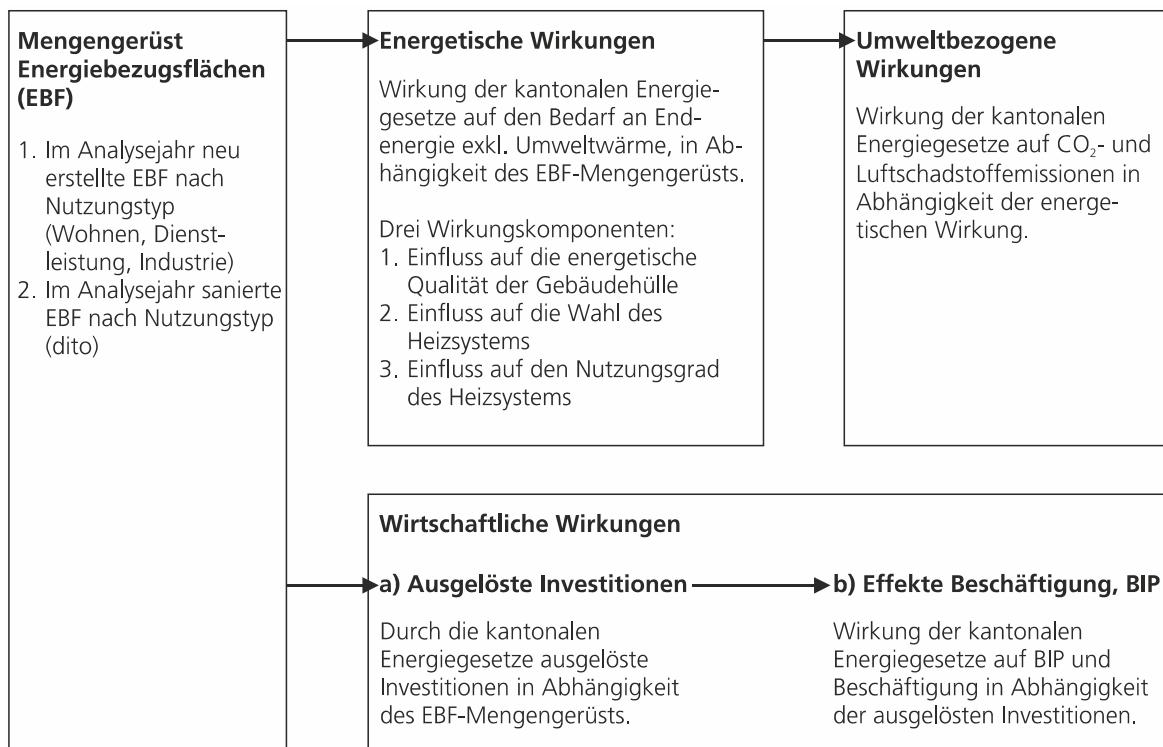
Die Zielgrösse (kWh Endenergiebedarf exkl. Umweltwärme) berechnet sich, indem der Nutzwärmebedarf für Raumwärme und Warmwasser ( $\text{kWh/m}^2$  EBF) durch die Heizsystemanteil-gewichtete Systemeffizienz (kWh Endenergie exkl. Umweltwärme pro kWh Nutzwärme) dividiert und mit dem zugrundeliegenden EBF-Mengengerüst (vgl. oben) multipliziert wird.

### **Umweltbezogene Wirkungen**

Die Energiewirkungen haben einen Einfluss auf  $\text{CO}_2$ - sowie verschiedene Luftschadstoffemissionen. Dieser Einfluss wird quantifiziert, indem die berechneten energetischen Wirkungen (vgl. oben) unter Annahme eines Endenergiemixes mit spezifischen Emissionsfaktoren aus der ecoinvent-Datenbank multipliziert werden. Diese Emissionsfaktoren umfassen neben den direkten Emissionen auf Gebäudeebene auch die Emissionen der Vorprozesse zur Bereitstellung der entsprechenden Energieträger (Gewinnung, Aufbereitung und Transport bis zum Gebäude).

### **Wirtschaftliche Wirkungen**

Über Annahmen zu ausgelösten spezifischen Mehrinvestitionen pro  $\text{m}^2$  sanierter Gebäudehüllen-Bauteile (Dach, Fassade, Boden, Fenster) wird grob abgeschätzt, in welcher Höhe die kantonalen Energievorschriften in den Jahren 2002, 2007 und 2012 Mehrinvestitionen bewirkt haben. Diese Mehrinvestitionen wirken sich auf die Wertschöpfung respektive die Beschäftigung aus: erstens direkt und v.a. in der Bauwirtschaft, zweitens aber auch indirekt, weil aufgrund der Energieeinsparungen weniger Mittel für den Import fossiler Energien ausgegeben werden und diese Mittel stattdessen in Branchen mit geringeren Importanteilen respektive höherer Wertschöpfung fliessen. Die Beschäftigungseffekte werden mit einem Schätzmodell quantifiziert, das die Investitionseffekte (direkte positive Wirkung der getätigten Investition), die Einkommenseffekte (indirekte positive Wirkung durch die eingesparten Energiekosten), die Substitutionseffekte (direkte negative Wirkung auf die Versorger fossiler Energieträger und Strom) sowie die Entzugseffekte (indirekte negative Wirkung des Entzugs von Investitionsmitteln aus der Gesamtwirtschaft) gleichermaßen berücksichtigt.



Figur 3: Struktur des quantitativen Wirkungsmodells

## 4.3 Anpassungen gegenüber der Wirkungsanalyse 2007

Das methodische Konzept knüpft eng an die Arbeiten im Jahr 2007 an (INFRAS 2008). Es stützt damit bei den qualitativen Beurteilungen sowie den quantitativen Annahmen stark auf Experteneinschätzungen und nicht auf eigene empirische Erhebungen ab. Weil ein grosser Teil der Wirkungen kantonaler Energiegesetze aufgrund methodischer Grenzen nicht quantifiziert werden kann, wurde in der aktuellen Wirkungsanalyse im Vergleich zur Analyse aus dem Jahr 2007 die qualitative Beurteilung stärker in den Vordergrund gerückt. Ausserdem wurde das Modell zur quantitativen Abschätzung vereinfacht, indem erstens das EBF-Mengengerüst nicht mehr auf die Kantone aufgeschlüsselt<sup>3</sup> und zweitens die Parameterstruktur so angepasst wurde, dass jeweils eine Wirkungskomponente über einen Parameter abgebildet wird (je ein Parameter für die Wirkung auf die Qualität der Gebäudehülle, auf die Wahl sowie auf den Nutzungsgrad des Heizsystems, vgl. Kap. 4.2).

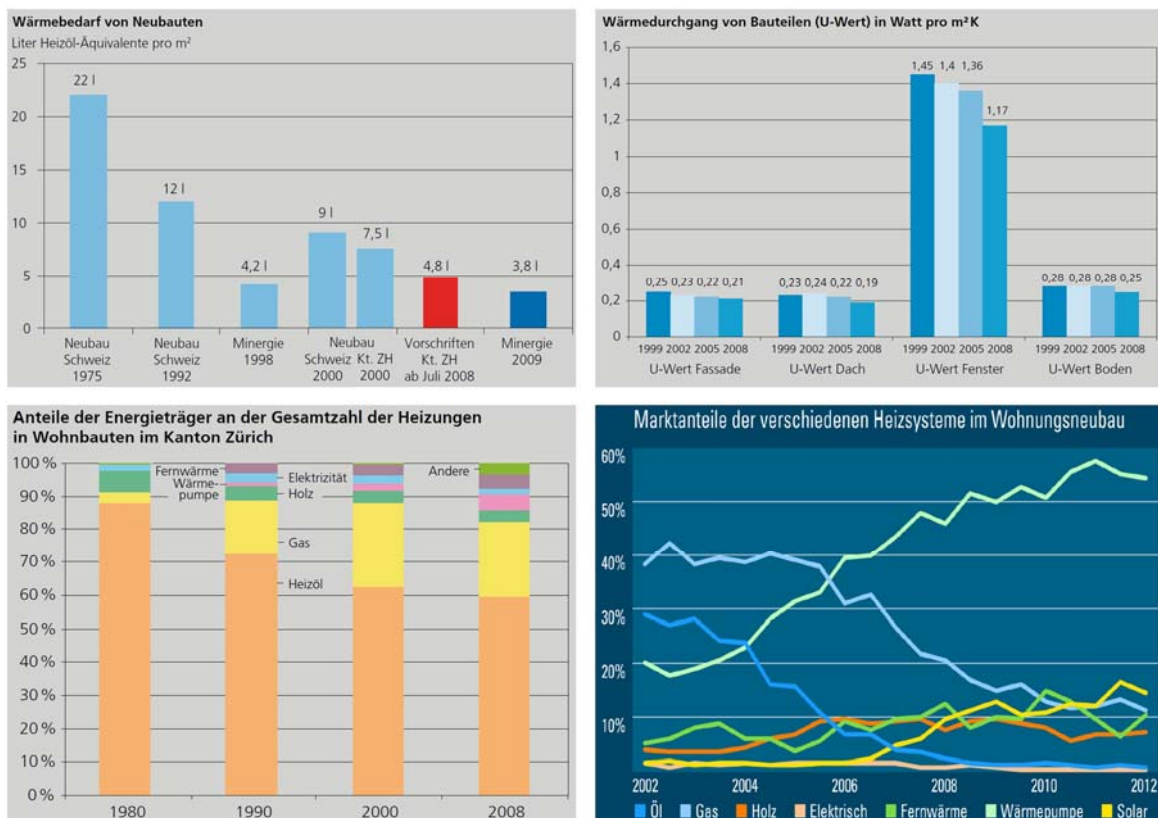
Mit dem neuen Modell für die quantitativen Abschätzungen wurden auch die Wirkungen der Analysejahre 2002 und 2007 nachgerechnet. Dabei ergeben sich tiefere Wirkungen als in den Vorjahresberichten ausgewiesen, v.a., weil die Einschätzung der Referenzentwicklung durch die Teilnehmer des Expertenworkshops deutlich anders ausfiel als in den Vorjahren. Die mit der aktuellen Methodik erhobenen Resultate sind konservativer und damit belastbarer.

<sup>3</sup> Die quantitative Abschätzung der Wirkung kantonaler Energiegesetze ist mit hohen inhärenten Unsicherheiten behaftet, insbesondere, was die Festlegung der Referenzentwicklung angeht. Eine Aufschlüsselung des zugrundeliegenden EBF-Mengengerüsts bringt dabei kaum eine Verbesserung der Wirkungsschätzung, weshalb in der vorliegenden Wirkungsanalyse für das Jahr 2012 darauf verzichtet wurde.

## 5 Qualitative Beurteilung der Wirkung kantonaler Energiegesetze

### 5.1 Ausgangslage

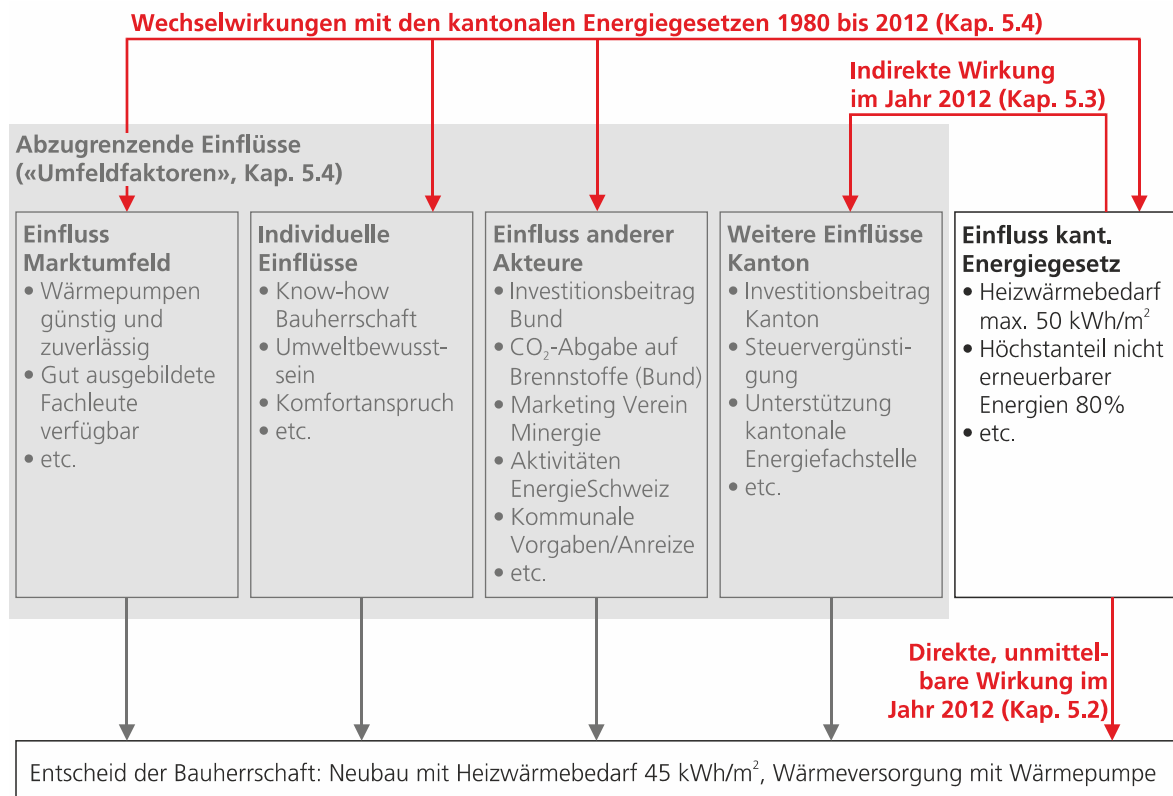
Ausgangspunkt für die Frage, wie viel die kantonalen Energiegesetze im Gebäudebereich bewirken, bildet die seit ca. 1980 zu beobachtende Entwicklung in Richtung energieeffizienterer Bauweisen. Diese Entwicklung wird in diversen Untersuchungen (u.a. von Wüest & Partner, CEPE/ETH Zürich, TEP Energy, CCRS) belegt und beispielsweise im Energieplanungsbericht des Kantons Zürich illustriert: Seit 1980 sinkt der Heizwärmebedarf insbesondere von Neubauten, aber auch von energetisch sanierten Gebäuden, aufgrund höherer Dämmstärken respektive besserer Wärmedämmmaterialien. Gleichzeitig gehen die Anteile fossiler Heizsysteme zurück, was insbesondere auf die hohen Marktanteile von Wärmepumpen zurückzuführen ist.



Figur 4: Seit 1980 geht der Trend in Richtung energieeffizienterer Bauweisen. Quellen: Energieplanungsbericht 2010 des Kantons Zürich (grau hinterlegte Grafiken), Wüest & Partner 2012 (unten rechts).

Die kantonalen Energiegesetze hatten und haben auch heute noch Anteil an dieser Entwicklung: Erstens wirken sie sich direkt und unmittelbar auf Neubauten und Sanierungsprojekte aus, indem sie gesetzliche Anforderungen im Bereich der Wärmedämmung und der Haustechnik stellen (Kap. 5.2). Zweitens wirken sie sich indirekt auf die Bauprojekte aus, in dem sie eine gesetzliche Grundlage bilden für diverse Aktivitäten der Kantone mit Bezug zum Gebäudebereich, die ohne diese Grundlage nicht oder nicht im selben Ausmass wahrgenommen werden könnten (z.B. die finanzielle Förderung). In Bezug auf diese indirekten Wirkungen ist eine Abgrenzung des Einflusses der gesetzlichen Grundlage gegenüber dem Einfluss der darauf basierenden Aktivität (z.B. der finanziellen Förderung) nicht möglich. Die Diskussion dieser Wirkungen beschränkt sich daher auf die Identifizierung und Würdigung der entsprechenden kantonalen Aktivitäten (Kap. 5.3).

Anteil an der Entwicklung in Richtung energieeffizienterer Bauweisen haben allerdings auch diverse andere Einflussfaktoren: Einerseits haben ausser den Kantonen andere Akteure ebenfalls gezielt auf diese Entwicklung Einfluss genommen – beispielsweise der Bund oder der Verein Minergie. Andererseits hatten autonome Markt- und Technologieentwicklungen im In- und Ausland sicher ebenfalls einen Einfluss. Eine Abgrenzung dieser Einflüsse von den Wirkungen der kantonalen Energiegesetze ist schwierig, weil diverse Wechselwirkungen bestehen: Beispielsweise ist die Entwicklung der Marke Minergie neben vielen anderen Faktoren auch mit der historischen Entwicklung der kantonalen Energiegesetze verflochten. Diese Zusammenhänge werden in Kap. 5.4 diskutiert.



Figur 5: Beispiel zur Illustration der Einflüsse auf die energetische Qualität von Neubauten und sanierten Gebäuden im Jahr 2012, exemplarisch am Fall eines Neubaus im Jahr 2012.

## 5.2 Direkte, unmittelbare Wirkung

Bereits in den frühen 1980er Jahren führten einige Kantone gesetzliche Anforderungen an die Wärmedämmung von thermisch relevanten Bauteilen ein (maximale U-Werte Fassade, Dach, Kellerdecke, Fenster, Türen). Zehn Jahre später gab es in der grossen Mehrheit der Kantone solche Anforderungen, die in einigen Kantonen durch ergänzende Anforderungen an Wärmebrücken erweitert wurden (z.B. bei Wanddurchdringungen durch Befestigungselemente oder an Bauteilübergängen). Gleichzeitig stand ab 1985 dank weiterentwickelter Normen im Baubereich (vgl. Kap. 5.4) ein standardisiertes Rechenverfahren für die Bestimmung des Heizwärmebedarfs von Gebäuden zur Verfügung. Fortan konnten die kantonalen Vorschriften zwischen gesetzlichen Anforderungen an Einzelbauteile (inkl. Wärmebrücken) und einer gleichwertigen gesetzlichen Anforderung an den Heizwärmebedarf des Gebäudes unterscheiden (Systemanforderung). Bauherrschaften stand es offen, ob sie für ihr Neubau- oder Sanierungsprojekt die Erfüllung der Einzelbauteilanforderungen oder der Systemanforderung nachweisen wollten (Einzelbauteil- respektive Systemnachweis).

Zusätzlich zu den gesetzlichen Anforderungen an die Wärmedämmung wurde ab 1997 ein Höchstanteil nicht erneuerbarer Energien für die Wärmeversorgung von Neubauten eingeführt. Die meisten Kantone übernahmen diese Anforderung in den 2000er Jahren in ihr Energiegesetz, die heute (2012) mit wenigen Ausnahmen fast in allen Kantonen gesetzlich verankert ist. Den Bauherrschaften wird dabei offen gelassen, ob sie die Anforderung über die Installation eines Heizsystems zur Nutzung erneuerbarer Energien erfüllen oder ob sie die entsprechende Einsparung an fossiler Energie über eine zusätzliche Wärmedämmung der Gebäudehülle realisieren wollen.

Mit der ersten sowie einer aktualisierten Musterverordnung von 1986 (MVO 86) respektive 1992 (MVO 92) erarbeiteten Bund und Kantone eine erste Grundlage für den Beginn einer Harmonisierung der gesetzlichen Anforderungen. Im Jahr 2000 und 2008 folgten die beiden Versionen der „Muster-Vorschriften der Kantone im Energiebereich“ (MuKE). Bis Ende 2011 ist eine weitgehende Harmonisierung gelungen: Einige Kantone verfügten im Jahr 2012 zwar über leicht abweichende respektive erweiterte oder strengere Vorschriften, im Wesentlichen waren die Anforderungen gemäss MuKE 2008 (Basismodul) im Jahr 2012 aber in allen Kantonen gesetzlich verankert und wurden entsprechend vollzogen.<sup>4</sup>

### **Beurteilung der direkten, unmittelbaren Wirkung auf die Wärmedämmung von Neu- und Umbauten in den Analysejahren 2002, 2007 und 2012**

Die gesetzlichen Anforderungen an die Wärmedämmung und die Haustechnik sind bei jedem Neubau respektive jeder energetischer Sanierung einzuhalten. Beim durchschnittlichen Schweizer Bauprojekt spielten diese Anforderungen in den 2000er Jahren in der Einschätzung der an dieser Analyse beteiligten Experten eine wichtige Rolle: Ohne die kantonalen Energiegesetze hätten die in den jeweiligen Analysejahren (2002, 2007 und 2012) erstellten Neubauten und energetisch sanierten Gebäuden im Schweizer Durchschnitt einen höheren Energiebedarf gehabt und weniger erneuerbare Energien genutzt. Andererseits muss berücksichtigt werden, dass die kantonalen Energiegesetze einer von vielen Einflussfaktoren waren: Allein zur Vermeidung von Bauschäden durch Kondensat sowie aufgrund veränderter Komfortansprüche im Winter wie im Sommer würde heute auch ohne Energievorschriften besser gebaut werden als noch 1980. Hinzu kommen gestiegene Energiepreise, ein generell höheres gesellschaftliches Umweltbewusstsein, etablierte freiwillige Baustandards wie Minergie und Investitionsbeiträge der öffentlichen Hand an private Bauherrschaften. Dasselbe gilt in Bezug auf die Nutzung erneuerbarer Energien, wie am Beispiel der Wärmepumpe illustriert werden kann: Deren starke Marktposition im Jahr 2012 erklärt sich heute v.a. auch dadurch, dass sie insbesondere bei den Neubauten eine etablierte, zuverlässige und wirtschaftliche Alternative zu fossilen Heizsystemen ist. Der in den aktuellen Energievorschriften vorgegebene Höchstanteil nicht erneuerbarer Energien bei Neubauten nimmt auf die Heizsystemwahl einer Bauherrschaft ebenfalls Einfluss, ist aber im Jahr 2012 sicher nicht mehr der wichtigste bestimmende Einflussfaktor.

Vor dem Hintergrund eines generellen, nicht nur durch die gesetzlichen Anforderungen bedingten Trends in Richtung energetisch besserer Neu- und Umbauten, wird ausserdem klar: Hätten sich die gesetzlichen Anforderungen im Zeitverlauf 2002 bis 2012 im Schweizer Durchschnitt nicht erhöht, wäre die Wirkung der kantonalen Energiegesetze trotz steigender Anzahl Neubauten und energetischen Sanierungen aufgrund des autonomen Fortschritts eher gesunken. Das war allerdings nicht der Fall, sowohl bei den Anforderungen an die Wärmedämmung wie auch an die Haustechnik. Im Jahr 2002 basierten die Energievorschriften in fünf Kantonen noch auf den Anforderungen gemäss Ausgabe 1988 der Norm SIA 380/1 und in lediglich elf Kantonen wurden damals die Anforderungen gemäss MuKE 2000, Modul 1, vollzogen (diese basierten auf der Ausgabe 2001 der Norm SIA 380/1 und stellten zusätzliche Anforderungen). Im Jahr 2007 waren es bereits 20 Kantone und in zwei Kantonen galten sogar Anforderungen, die über diejenigen gemäss MuKE 2000, Modul 1, hinausgingen.

<sup>4</sup> Wenige Kantone haben gegenüber dem Basismodul der MuKE 2008 leicht abweichende respektive alternative Anforderungen eingeführt. Im Kanton Basel-Landschaft beispielsweise gelten erstens um 10% tiefere Grenzwerte für den Heizwärmebedarf als gemäss MuKE 2008 und zweitens wird, anstelle des Höchstanteils nicht erneuerbarer Energien, ein Anteil erneuerbarer Energien von mindestens 50% bei der Warmwassererzeugung gefordert. Details zu den 2012 geltenden Anforderungen in den einzelnen Kantonen finden sich in der Publikation „Stand der Energiepolitik in den Kantonen 12“ (BFE/EnDK 2012).



gen. Eine ähnliche Entwicklung zeigte sich 2002 bis 2007 beim Höchstanteil nicht erneuerbarer Energien von Neubauten: 2002 wurde diese Regelung erst von acht Kantonen vollzogen, 2007 waren es doppelt so viele Kantone.

Im Rückblick bis 1980 wurde die grösste Veränderung aber mit der MuKE 2008 eingeleitet. Mittlerweile ist der Höchstanteil nicht erneuerbarer Energien in fast allen Kantonen gesetzlich verankert (Details vgl. BFE/EnDK 2012). Die Neuinstallation von reinen Elektroboilern (100%-ige direkt-elektrische Warmwassererzeugung) ist kaum mehr möglich. Und die heute (2012) in den Kantonen geltenden Grenzwerte für die U-Werte von opaken Bauteilen (Fassade, Dach etc.) und Fenstern liegen im Vergleich zum Schweizer Durchschnitt im Jahr 2007 massiv tiefer. Dies gilt auch für die Heizwärmebedarfsgrenzwerte, die zwischen 40 kWh/m<sup>2</sup> und 50 kWh/m<sup>2</sup> für Neubauten respektive 50 kWh/m<sup>2</sup> bis 65 kWh/m<sup>2</sup> für Gesamtsanierungen betragen (je nach Typ, Grösse und Form des Gebäudes; 10 kWh entsprechen einem Liter Heizöl). Dass dies gegenüber früher ein grosser Schritt ist, zeigt u.a. auch der Vergleich mit dem Minergie-Standard: Während sich die Minergie-Anforderung an den Heizwärmebedarf früher sehr deutlich von der gesetzlichen Anforderung abhob, ist der Unterschied heute nur noch gering. Bei Neubauten ist ein gegenüber den gesetzlichen Anforderungen gemäss MuKE 2008 nur noch 10% tieferer Heizwärmebedarf gefordert (was in etwa mit Einbau einer Komfortlüftung mit Wärmerückgewinnung erreicht werden kann). Um die Jahrtausendwende betrug der Unterschied je nach Kanton noch bis zu einem Faktor zwei. Und für Sanierungen im Minergie-Standard besteht heute seitens Minergie keine separate Anforderung mehr an den Heizwärmebedarf, alleine die gesetzlichen Anforderungen garantieren die hohe Qualität der Gebäudehülle.

## 5.3 Indirekte Wirkung

Neben den oben dargestellten direkten und unmittelbaren Wirkungen der Energiegesetze hatten diese in den Analysejahren 2002, 2007 und 2012 auch vielfältige indirekte Wirkungen auf den Energiebedarf und die Nutzung von erneuerbaren Energien. Die indirekten Wirkungen wurden über Aktivitäten der Kantone erzielt, die ohne gesetzliche Grundlage nicht oder nicht im selben Ausmass durchgeführt werden könnten. Die Wirkungen fallen vorwiegend im Gebäudebereich, zum Teil aber auch in anderen Bereichen an (z.B. in der Industrie).

### **Schaffung optimaler Voraussetzungen für den Einsatz erneuerbarer Energien**

Die höheren gesetzlichen Anforderungen an die Gebäudehülle bei Neubauten und energetischen Sanierungen sowie die gesetzlichen Vorschriften an die Raumwärmeerzeugung und die Warmwassererzeugung verbessern die Voraussetzungen für den Einsatz erneuerbarer Energien für die Wärmeerzeugung: Gut gedämmte Gebäudehüllen ermöglichen tiefere Vorlauftemperaturen, was z.B. eine wesentliche Voraussetzung für den effizienten Einsatz von Wärmepumpen ist. Dies gilt auch für die Vorschrift zur Beschränkung der Betriebstemperatur von Wassererwärmern, wobei dies nicht nur Systeme mit Wärmepumpen begünstigt, sondern auch die Systeme zur thermischen Nutzung von Solarenergie. Ein anderes Beispiel für die indirekte Wirkung von gesetzlichen Vorgaben auf die Anwendung der erneuerbaren Energien sind die in allen Kantonen vorhandenen Bestimmungen betreffend direkt-elektrischer Erwärmung des Brauchwarmwassers in neu erstellten Wohnbauten. Diese sichern den Vollzug des Artikels 1.14 der MuKE 2008: Die wirtschaftliche Nutzung von erneuerbaren Energien für die Brauchwassererwärmung setzt in der Regel einen zentralen Speicher voraus, an dem die Solar Kollektoranlage, die Wärmepumpe oder die Holzfeuerung angeschlossen werden kann. Die gesetzlichen Anforderungen an die Wassererwärmer und Wärmespeicher gemäss Artikel 1.14 der MuKE begünstigen zentrale Warmwasserspeicher bei Wohnneubauten, wodurch die Installation von Systemen zur Nutzung erneuerbarer Energien attraktiver wird.

### **Information, Beratung und Ausbildung**

Die Kantone sind zentrale Akteure im Bereich der Information, Beratung, Aus- und Weiterbildung von Fachleuten und weiteren Zielgruppen im Energiebereich. Diese Aktivitäten erfolgen gestützt auf die kantonalen Gesetzgebungen. In vielen Kantonen enthält das Energiegesetz explizite Bestimmungen zu

diesen Aufgaben, so z.B. im §15 des Energiegesetzes des Kantons Basel-Landschaft oder im Art. 56 des Energiegesetzes des Kanton Bern. Die Aktivitäten unterstützen den Vollzug der Bauvorschriften und der kantonalen Förderprogramme im Energiebereich. In diesem Zusammenhang ebenfalls zu erwähnen ist der Gebäudeenergieausweis der Kantone (GEAK), den die Kantone zusammen mit EnergieSchweiz und dem Hauseigentümergebiet 2009 lanciert haben. Ähnlich wie bei elektrischen Geräten zeigt er auf, wie viel Energie ein Gebäude im Normbetrieb benötigt. Der Energiebedarf wird in Klassen von A bis G in einer Energieetikette angezeigt. Damit soll die Beurteilung der energetischen Qualität ermöglicht werden, die mehr Transparenz für Kauf- und Mietentscheide schafft und in einigen Kantonen zusätzlich als Grundlage für die finanzielle Förderung von Sanierungen dient. Ausserdem zeigt der GEAK das energetische Verbesserungspotenzial von Gebäudetechnik und Gebäudehülle auf und bietet eine erste Grundlage für die Planung von baulichen und gebäudetechnischen Verbesserungsmaßnahmen.

Für die Unterstützung und Durchführung solcher indirekten Massnahmen wurde von den Kantonen im Jahr 2012 mehr als 11 Mio. CHF aufgewendet (INFRAS 2013). Die kantonalen Energiegesetze leisten damit einen wichtigen Beitrag zur Sicherstellung eines hohen Wissensstands bei den kantonalen Vollzugstellen, Investoren, Technikern, Planern und Baufachleuten, was die Realisierung energieeffizienter Lösungen mit geringen Treibhausgasemissionen in allen Verbraucherkategorien und insbesondere im Gebäudebereich erst ermöglicht und befördert.

### **Finanzielle Förderung der Kantone im Energiebereich**

Über ihre Förderprogramme nehmen die Kantone Einfluss auf die Verbreitung von Technologien und Bauweisen, die energieeffizient sind und verstärkt erneuerbare Energien nutzen. Diese Förderung ist in der Regel über das kantonale Energiegesetz oder eine andere kantonale Gesetzgebung verankert. Die Erhebung für das Jahr 2012 im Rahmen der Wirkungsanalyse der kantonalen Förderprogramme (INFRAS 2013) ergibt, dass die Kantone rund 129 Mio. CHF an Fördergelder ausbezahlt haben. Von diesen Mitteln wurde etwas mehr als ein Drittel durch den Bund als Globalbeiträge an die Kantone beigesteuert. Der Rest kommt aus den kantonalen Budgets. Die kantonale Förderung an die im Jahr 2012 realisierten Projekte hat zu Einsparungen (über die Lebensdauer der Massnahmen) von 11 Mia. kWh geführt (INFRAS 2013). Zum Vergleich: Dies entspricht zwar nur etwas weniger als einem halben Prozent des Jahresverbrauchs der Schweiz an Energie (inkl. Elektrizität), es ist aber mehr als der Energieverbrauch aller im Jahr 2012 neu erstellten Gebäude über die nächsten 12 Jahre.

### **Kantonale Grossverbraucherbestimmungen**

Die Kantone hatten bei der Entwicklung und Einführung von Zielvereinbarungsmodellen für Energie-Grossverbraucher im Industriesektor eine Schlüsselrolle. So war der Kanton Zürich bereits bei der frühen Entwicklungsphase des Zielvereinbarungsmodells massgeblich involviert. Das Programm „Energie 2000“ (Vorgänger-Programm des Programms EnergieSchweiz) verlieh dem Modell weiteren Schub, das später auch als Instrument des CO<sub>2</sub>-Gesetzes aufgenommen (CO<sub>2</sub>-Zielvereinbarungen) sowie in die Revision des nationalen Energiegesetzes eingeflossen ist. In diesem Kontext wurde das Modell durch diverse weitere Kantone übernommen und umgesetzt, was einer raschen Verbreitung Vorschub leistete, insbesondere auch bei Unternehmen im Dienstleistungssektor mit geringerer CO<sub>2</sub>-Abgabebelastung, die kein Interesse hatten an einer Vereinbarung mit dem Bund. Die hohe Akzeptanz unter den Kantonen ermöglichte letztlich die Aufnahme der Grossverbraucherbestimmung in das Basismodul der MuKE, womit die flächendeckende Anwendung vorbereitet wurde.

In der Wirkungsanalyse des Bundes zum Programm EnergieSchweiz wurden die Wirkungen durch die Zielvereinbarungen letztmals für das Jahr 2010 erhoben. Es wurden Wirkungen von insgesamt über 5 PJ ausgewiesen (inkl. anhaltende Wirkungen aus den Vorjahren; INFRAS 2011). Die Wirkungen im Jahr 2012 dürften nochmals leicht höher liegen. Eine Aufteilung der Gesamtwirkung auf die verschiedenen Akteure bei dieser Massnahme, namentlich Kantone (kantonale Grossverbraucherartikel), Bund (CO<sub>2</sub>-Abgabe, freiwillige Zielvereinbarungen im Rahmen EnG), EnAW (Energieagentur der Wirtschaft) und Stiftung Klimarappen (Ankauf von Übererfüllung), ist nicht möglich.

### **Energieplanung, Raumplanung, Sondernutzungsplanungen, Quartierplanungen**

Die meisten Kantone verfügen über gesetzlich verankerte Bestimmungen zu Energieplanung, Raumplanung, Sondernutzungsplanungen und Quartierplanungen, die ihre Wirkung im Zusammenspiel mit kommunalen Regelungen entfalten (die Gemeinden sind in diesem Bereich ebenfalls stark engagiert). Energie- und Raumplanung umfassen meist keine technischen Anforderungen an Bauten und Anlagen. Vielmehr schaffen sie Voraussetzungen für den effizienten Einsatz von Energie und die Nutzung von erneuerbaren Energien. Dies, indem sie die Rahmenbedingungen beeinflussen und die Grundlagen für eine gezielte Planung bereitstellen. Während die Energieplanung direkt den Energieverbrauch beeinflusst, erfolgt dies bei der Raumplanung indirekt über die Siedlungsstrukturen und den dadurch induzierten Energieverbrauch inklusive Mobilität und Infrastrukturen. Bei den Sondernutzungs- und Quartierplanungen werden oft auch energetische Anforderungen festgeschrieben wie z.B. der Minergie-Standard, erneuerbare Energieträger für Wärmebereitstellung etc. Von Massnahmen an der Schnittstelle zwischen Energie- und Raumplanung können erhebliche energetische Wirkungen erwartet werden. Eine quantitative Abschätzung respektive eine Abgrenzung zwischen dem Einfluss von Kantonen und Gemeinden ist an dieser Stelle aber nicht möglich.

### **Mindeststandards für kantonale Bauten**

Im Sinne eines vorbildlichen eigenen Handelns verfügen heute viele Kantone über energetische Mindeststandards für kantonale Bauten, die gesetzlich oder über andere verbindliche Beschlüsse (z.B. Beschlüsse der Regierung) verankert sind. Diese Mindeststandards gehen über die normalen gesetzlichen Anforderungen für Bauten hinaus. Zum Beispiel müssen im Kanton Luzern neu erstellte kantonale Bauten den Minergie-P-Standard erreichen und Sanierungsprojekte den Minergie-Standard (BFE 2012). Die meisten Kantone führen inzwischen eine flächendeckende Energiebuchhaltung für ihre eigenen Bauten. Viele schreiben die Anwendung der Norm SIA 380/4 für die Planung der elektrischen Energie im Hochbau vor und setzen über die Kooperation mit dem Verein energo konsequent Betriebsoptimierungsmassnahmen um. Einige Kantone kennen eine spezielle Förderung für energetisch vorbildlich erstellte oder sanierte kantonale Bauten.

### **Zusammenarbeit mit Minergie**

Die Kantone arbeiten intensiv mit dem Verein Minergie zusammen. Erstens bieten sie einen direkten Informationskanal zu den Bauherrschaften (wichtig für das Minergie-Marketing) und zweitens übernehmen die kantonalen Energiefachstellen im Minergie-Zertifizierungsprozess eine Auskunft- und Prüffunktion. Ausserdem tragen die kantonalen Förderprogramme zusätzlich zur Verbreitung von Minergie-Bauten bei (vgl. oben). Die Kantone erzielen damit eine indirekte Wirkung im Bereich der Minergie-Bauten. Diese Wirkung kann allerdings nicht abgegrenzt werden, da mehrere Akteure tätig sind. Neben den Kantonen sind dies der Bund, die Geschäftsstelle Minergie, die Fachpartner und weitere Akteure aus der Wirtschaft. Die Vermarktung läuft im Wesentlichen über die Geschäftsstelle Minergie.

### **Steuervergünstigungen**

Viele Kantone kennen Steuervergünstigungen für Investitionen in Energieeffizienz oder Anlagen zur Nutzung von erneuerbaren Energien bei bestehenden Bauten. Die Bedingungen unter welchen die Abzüge getätigt werden können, sind in der kantonalen Gesetzgebung verankert. Dadurch entsteht ein finanzieller Anreiz für die Investoren. Bei der Motorfahrzeugsteuer kennen einige Kantone Rabattmodelle zur Förderung energieeffizienter und umweltschonender Personenwagen (v.a. auf Basis der Energieetikette). Eine Quantifizierung der Wirkung durch diese Förderinstrumente ist an dieser Stelle nicht möglich.

### **Lenkungs- und Förderabgaben**

Die Kantone Basel-Stadt (Stromsparfonds) und Waadt (fonds d'encouragement des énergies renouvelables) kennen eine Förderabgabe auf Strom. Mit den Mitteln der Förderabgabe werden Förderprogramme alimentiert. Die Wirkungen dieser Förderabgaben sind in den vorgängig dargestellten Wirkungen der kantonalen Förderung bereits berücksichtigt. Im Kanton Basel-Stadt wird zudem eine Len-

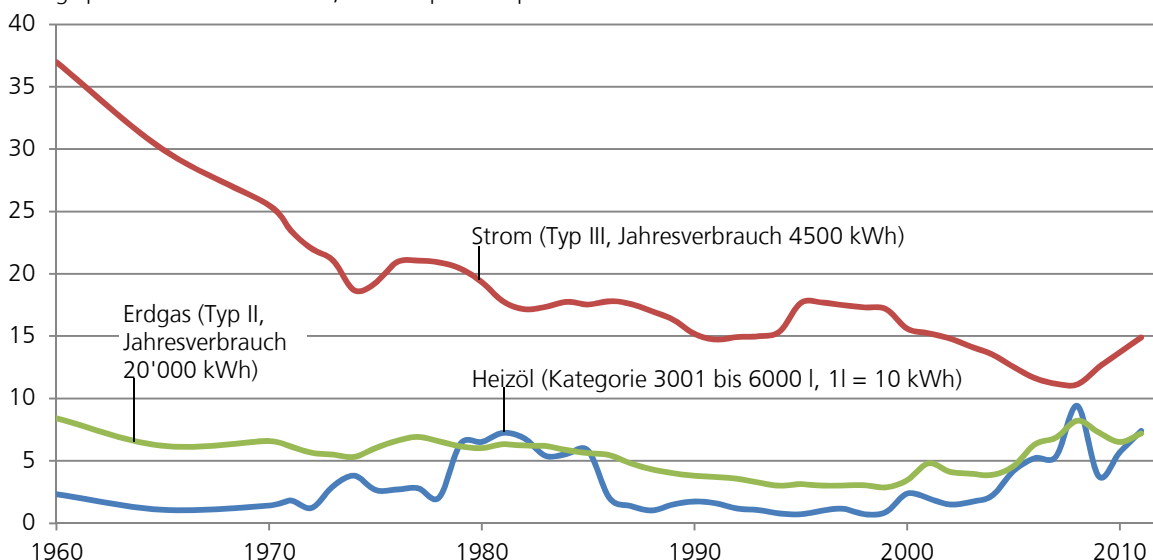
kungsabgabe auf Strom erhoben. Die Einnahmen aus der Lenkungsabgabe werden an die Haushalte bzw. die Unternehmen zurückerstattet. Die Wirkung der Lenkungsabgabe im Kanton Basel-Stadt wurde im Rahmen einer Evaluation auf 0,1 PJ bis 0,4 PJ pro Jahr geschätzt (INFRAS/Plaut 2003).

## 5.4 Wechselwirkung zwischen Umfeldfaktoren und kantonalen Energiegesetzen

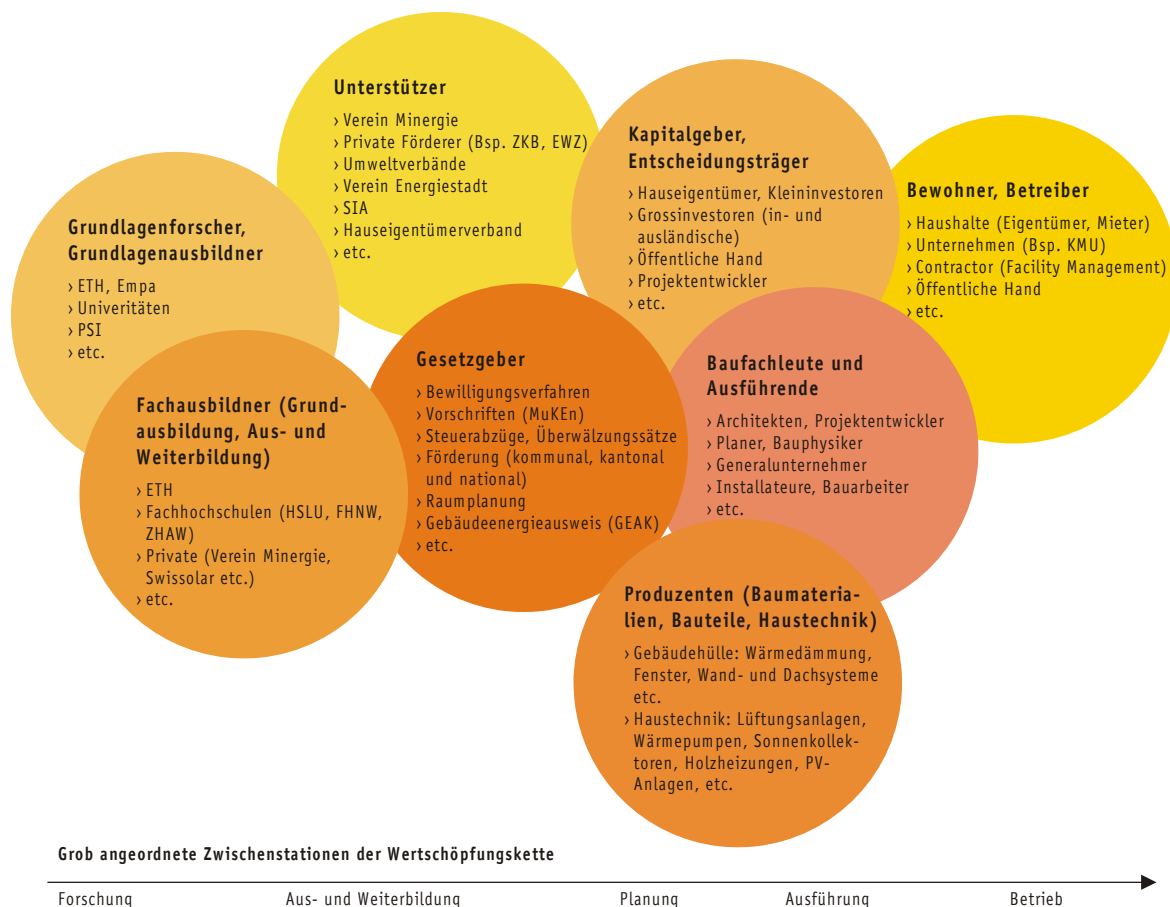
### Umfeldfaktoren 1980 bis 2012

Befragungen von Bauherrschaften zeigen, dass insbesondere bei energetischen Sanierungen der Umwelt- und Klimaschutz, die hohen Energiepreise sowie die Komfortsteigerung (thermischer Komfort, Lärmschutz) wichtige individuelle Gründe für Sanierungsprojekte sind (z.B. TEP/CEPE 2012, INFRAS 2011). Diese drei Motivationsgründe haben seit der Jahrtausendwende mutmasslich stark an Bedeutung gewonnen: Die gesellschaftliche Wahrnehmung des Klimawandels und anderer umweltbezogenen Aspekte sowie die Komfortansprüche haben zugenommen, und die Preise für fossile Energien sind ab 2000 angestiegen und insbesondere beim Heizöl sehr volatil (Figur 6). Gleichzeitig haben sich Heizsysteme zur Nutzung erneuerbarer Energien am Markt etabliert – insbesondere die Wärmepumpen, die seit 2000 massiv an Marktanteilen gewonnen haben und heute bei Neubauten und am stärksten bei neuen Einfamilienhäusern zum wichtigsten Heizsystem geworden sind (Wüest&Partner 2012). Auch auf Seite der Wärmedämmung gehören sehr gut wärmegeämmte Bauteile zum Standardangebot entsprechender Anbieter. Eindrücklich ist beispielsweise die Entwicklung im Schweizerischen Fenstermarkt: Zwischen 1985 und 2002 stieg der Marktanteil von 2-fach-Isolierverglasungen von 0% auf 80% (TEP 2008). Seither haben sich 3-fach-Isolierverglasungen am Markt etabliert, die heute (2012) Stand der Technik sind und sich im Angebot aller grossen Fensterhersteller finden. Neben der Verbreitung von energieeffizienten Bauteilen und Heizsystemen hat sich im Schweizerischen Markt für Neubauten und energetische Sanierungen auch im Bereich der energiebezogenen Dienstleistungen viel getan: Gut ausgebildete und sensibilisierte Architekten, Planer, Bauingenieure, Techniker und Installateure sind heute (2012) viel besser verfügbar als in den 1990er Jahren.

Energiepreise für Konsumenten, real in Rp. 2011 pro kWh



Figur 6: Energiepreisentwicklung 1960 bis 2011 (Datengrundlage: BFS, Energiestatistik). Seit ca. 2004 liegen die durchschnittlichen Energiepreise für fossile Energien höher als in den 1990er Jahren. Die Periode 2007 bis 2011 ist ausserdem durch sehr starke Preisschwankungen beim Heizöl geprägt (Peak im Jahr 2008).



Figur 7: Nicht abschliessende Übersicht über wichtige Stakeholder im Gebäudebereich (Quelle: INFRAS 2010).

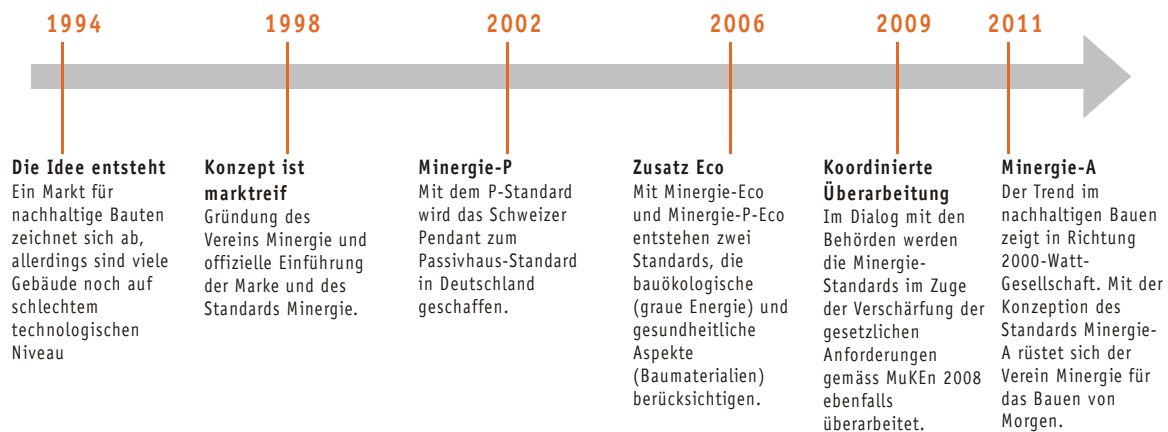
Intensiviert und diversifiziert haben sich ausserdem die Aktivitäten anderer Akteure im Energie- und insbesondere im Gebäudebereich. Der Bund hat seit den 1980er Jahren wichtige gesetzliche Grundlagen dafür geschaffen<sup>5</sup>. Die darauf basierenden Aktivitäten leisteten einen wesentlichen Beitrag an die Energieeffizienz und die Nutzung erneuerbarer Energien. Beispielsweise wurden die finanziellen Anreize im Gebäudebereich seit den 1990er Jahren verstärkt: Bereits im Rahmen des Programms „Energie 2000“ (1990 bis 2000) wurden Investitionsbeiträge für die Sanierung bestehender Bauten zur Verfügung gestellt (Investitionsprogramm 97). Durch das in einer Vereinbarung mit dem Bund zustande gekommene Gebäudeprogramm der Stiftung Klimarappen stiegen die verfügbaren Mittel dann stark an: Zwischen 2006 und 2009 wurden mit rund 180 Mio. Fr. fast 9000 Sanierungsprojekte unterstützt (exkl. kantonaler Zusatzbeiträge; SKR 2012). Und der Trend setzte sich fort: 2010 wurde das SKR-Gebäudeprogramm vom nationalen Gebäudeprogramm von Bund und Kantonen abgelöst: „Das Gebäudeprogramm“ besteht aus einem Teil A „Förderung Gebäudehüllenmassnahmen“ und einem Teil B „Förderung erneuerbarer Energien, Abwärmenutzung und Gebäudetechnik“. Mit diesem über eine Teilzweckbindung der CO<sub>2</sub>-Abgabe finanzierten Förderprogramm wurden bis Ende 2012 u.a. rund 42'000 Gesuche für Gebäudehüllensanierungen im Umfang von 330 Mio. Fr. ausbezahlt. Weitere Fördermittel für den Energiebereich wurden im Jahr 2009 im Rahmen des nationalen Stabilisierungs-

<sup>5</sup> Im Energiebereich sind dies insbesondere der Energienutzungsbeschluss (ENB, 1990) und das nationale Energiegesetz (EnG, 1999; seither 9 Mal ergänzt respektive revidiert, aktuelle Fassung gemäss Beschluss vom 23. Dezember 2011 ist seit dem 1. Juli 2012 in Kraft). Im Umweltbereich ist dies das nationale Umweltschutzgesetz (USG, 1985; seither fast 30 Mal ergänzt respektive revidiert, aktuelle Fassung gemäss Beschluss vom 19. März 2010 ist seit dem 1. August 2010 in Kraft) und die darauf basierenden Verordnungen, die für den Gebäudebereich besonders wichtig sind (Luftreinhalteverordnung, Verordnung über die Umweltverträglichkeitsprüfung). Speziell im Klimabereich gilt seit dem Jahr 2000 das nationale CO<sub>2</sub>-Gesetz, das per 2013 total revidiert wurde und zusammen mit der CO<sub>2</sub>-Verordnung die Grundlage für die Schweizer Klimapolitik bildet.

programms geschaffen, die zum Teil zur Unterstützung der kantonalen Förderprogramme an die Kantone ausbezahlt wurden. Zusätzlich zu den Förderprogrammen dürfte die CO<sub>2</sub>-Abgabe auf Brennstoffe ein weiterer Anreiz für Bauherrschaften gewesen sein, die der Bund auf Basis des CO<sub>2</sub>-Gesetzes seit 2008 erhebt und mittlerweile 36 Fr. pro t CO<sub>2</sub> beträgt (entspricht rund 9,5 Rp./l Heizöl). Verstärkt haben sich ausserdem auch die Aktivitäten in den Bereichen Information, Beratung, Aus- und Weiterbildung: Die durch das nationale Energiegesetz legitimierten energiepolitischen Programme „Energie 2000“ (bis 2000) und „EnergieSchweiz“ (ab 2001) trugen wesentlich zur Etablierung von Innovationen und partnerschaftlichen Netzwerken im Energiebereich bei und begünstigten die breite Zusammenarbeit von Bund, Kantonen, Gemeinden und der Wirtschaft.

Eine wichtige Rolle im Gebäudebereich spielten 1980 bis 2012 auch die privatrechtlich verankerten Empfehlungen und Normen des Schweizerischen Ingenieur- und Architektenvereins (SIA). Deren Entwicklung wurde in TEP/CEPE 2008 wie folgt zusammengefasst: „Die wichtigsten Normen bezüglich Energieeffizienz der Gebäudehülle bilden die Empfehlungen bzw. Normen SIA 180 (Wärmeschutz im Hochbau), SIA 180/1 (mittlerer k-Wert) und SIA 380/1 (Energie im Hochbau). Weitere technische Normen wie zum Beispiel SIA 238 (Luftdichtheit) oder die Detailnormen zur Bestimmung von U-Werten bilden die Grundlage zu den erstgenannten SIA-Normen oder ergänzen diese. Zum einen beinhalten die erwähnten Normen SIA 180, 180/1 und 380/1 Berechnungsverfahren und zum anderen definieren sie Rechen-, Grenz- und Zielwerte. SIA 180 wurde bereits 1970 eingeführt, wobei hierbei weniger das Energiesparen, sondern vielmehr die Vermeidung von Bauschäden und die Behaglichkeit im Vordergrund standen. Ansatzpunkt war hierbei die Begrenzung der Wärmeverluste (k-Werte) durch die verschiedenen Bauelemente (Fenster, Wand, Dach etc.). SIA 180 wurde zweimal aktualisiert und inhaltlich erweitert (1988, 1999: inkl. Feuchteschutz). Die Norm SIA 380/1 wurde 1985 als Vornorm in die Vernehmlassung gegeben und 1988 als Empfehlung eingeführt und hatte zum Ziel, den Wärmeverlust von Gebäuden zu messen und letztlich zu begrenzen (über eine systemische Energiebilanzrechnung). In den Jahren 2001 und 2007 und 2009 wurden aktualisierte Versionen herausgegeben, wobei u.a. die Grenz- und Zielwerte verschärft wurden.“

Ein weiterer zentraler Akteur, der im Gebäudebereich seit der Jahrtausendwende v.a. im Neubaubereich viel bewegt hat, ist der Verein Minergie (gegründet 1998), der diverse Gebäudestandards für Neubauten und Gesamtanierungen entwickelt und vermarktet hat (vgl. Figur 12). Die Untersuchung CCRS 2010 zeigt, dass bis Ende 2009 rund 15'000 Minergie-Gebäude zertifiziert wurden (per Juni 2013 sind rund 30'000 Gebäude Minergie-zertifiziert). Zwischen 2004 und 2009 hat sich die Zahl der jährlich zertifizierten Gebäude verdreifacht. Der Boom beschränkte sich gemäss CCRS 2010 vor allem auf Wohn-Neubauten, angetrieben durch private Eigentümer: Über 90% der per Ende 2009 zertifizierten Gebäude waren neue Minergie-Wohnbauten (ca. zwei Drittel Einfamilienhäuser, ein Drittel Mehrfamilienhäuser). Im Jahr 2009 betrug der Anteil zertifizierter Bauten an allen neu erstellten Wohnbauten in der Schweiz rund 15%, was bemerkenswert ist. Einige Städte und Gemeinden der Schweiz übertreffen diesen Wert bei Weitem. In Zürich wurden 2008 beispielsweise mehr als die Hälfte aller Wohn-Neubauten nach Minergie zertifiziert. Betrachtet man den gesamten Gebäudepark der Schweiz, relativieren sich die hohen Anteile allerdings: Der Anteil zertifizierter Minergie-Bauten an allen Wohnbauten der Schweiz betrug im Jahr 2009 damit nur rund 1%. Noch geringer sind die Anteile bei den Sanierungen: 2008 lag der Marktanteil von Minergie bei Sanierungen schätzungsweise bei 1 Promille (CCRS 2010).



Figur 8: Entwicklung von Minergie im Zeitraffer (Quelle: INFRAS 2010).

Auch im europäischen Umfeld haben sich die Anforderungen an die Gebäude stetig erhöht. 2002 wurde die EU-Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (EPBD, 2002/91/EC) verabschiedet. Die Richtlinie führte zu einer Harmonisierung und in vielen Fällen zu einer Verschärfung der nationalen Energiestandards in den EU-Ländern. So wurde z.B. in Deutschland die Energieeinsparverordnung beschlossen. Seit der Inkraftsetzung im Jahr 2002 (EnEV 2002) haben sich die energetischen Anforderungen im Neubau und Bestand stetig verschärft. Ab 2014 soll voraussichtlich die novellierte EnEV in Kraft treten und die überarbeitete EU-Gebäuderichtlinie von 2010 umsetzen. Die überarbeitete Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. Mai 2010 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (2010/31/EU) fordert, dass die EU-Mitgliedsstaaten ab 2021 nur noch Niedrigstenergie- oder Nullenergie-Neubauten erlauben. Für öffentliche Gebäude soll dies bereits ab 2019 gelten. Die Richtung zur weiteren Verschärfung der Anforderungen im geografischen Umfeld der Schweiz ist damit vorgegeben. Die Kantone haben ihrerseits bereits damit begonnen, den nächsten Schritt für die Schweiz im Rahmen einer Überarbeitung der MuKE vorzubereiten und es ist absehbar, dass auch hierzulande zukünftig vergleichbare Anforderungen gelten könnten.

Neben den oben aufgeführten Aktivitäten gibt es noch zahlreiche weitere wie beispielsweise die Aktivitäten im Bereich der Luftreinhaltung (nationales Gesetz über den Umweltschutz respektive Luftreinhalteverordnung, die von Kantonen, Gemeinden respektive i.A. durch Private vollzogen wird) sowie Aktivitäten anderer Akteure wie die Umweltverbände, die Energieagentur der Wirtschaft oder die Fachverbände, die sich für die Verbreitung von energieeffizienteren Bauweisen und erneuerbaren Energien einsetzen. Diese leisten ebenfalls wesentliche Beiträge, die an dieser Stelle aber nicht weiter vertieft werden.

### Wechselwirkungen mit den kantonalen Energiegesetzen 1980 bis 2012

Über die Zeitperiode 1980 bis 2012 bestanden zwischen Umfeldfaktoren (vgl. oben) und kantonalen Energiegesetzen diverse Wechselwirkungen. Betrachtet man die auf kantonalen Gesetzgebungen basierenden Aktivitäten der Kantone über den Zeitraum von 1980 bis 2012, sind diese z.B. für die heutige Marktsituation der Wärmepumpe sehr bedeutend: Die frühe Unterstützung im Bereich der angewandten Forschung, die Förderung von Testanlagen, die Aktivitäten im Bereich der Aus- und Weiterbildung von Fachleuten und später die Investitionsbeiträge an Bauherrschaften über die kantonale Förderung sowie die intensive Zusammenarbeit mit Minergie sind rückblickend sehr wichtige Treiber gewesen, was die Verbreitung von Wärmepumpen anbelangt (Kiss/Neij/Jakob 2012). Ähnliches gilt in Bezug auf die Wärmedämmung von Bauteilen und insbesondere für die Verbreitung von energetisch guten Fenstern (CEPE/TEP 2008). Und auch die heutige Verbreitung von Fachwissen und die Verfügbarkeit von Fachleuten im Energie- und Gebäudebereich wurden letztlich im Zusammenspiel mit kantonalen Aktivitäten erreicht, die auf kantonalen Energiegesetzen basieren. Die über mehr als ein Jahrzehnt bestehende finanzielle Förderung im Bereich der Information, Beratung, Aus- und Weiterbildung, die Unterstützung von Fachhochschulen sowie die langjährige Arbeit der vernetzten kantonalen Energiefachstellen sind Beispiele dafür.

Langjährige Wechselwirkungen bestanden auch in Bezug auf die Entwicklung der Normen im Baubereich, wie CEPE/TEP 2008 zeigt: Die seit 1980 beobachtete Zunahme der Energieeffizienz bei Gebäuden war und ist nur durch das Zusammenspiel zwischen öffentlich-rechtlichen Vorschriften und privatrechtlich definierten Normen möglich. Einerseits bezogen sich die Vorschriften auf die Berechnungsverfahren sowie Grenz- und Zielwerte des Schweizerischen Ingenieur- und Architektenvereins (SIA), andererseits verschärfte der SIA u.a. aufgrund der Anforderungen der Kantone die Grenz- und Zielwerte, insbesondere Mitte der 1980er Jahre sowie bei der Einführung der MuKE 2008. Die erste Ausgabe der Musterverordnung der Kantone (1986) bezog sich damals explizit auf die SIA-Normen mit Verweis auf „die anerkannten Regeln der Technik“. Ohne verbindliche Vorschriften hätten diese Normen keine so grosse Verbreitung gefunden und ohne Normen und Empfehlungen wäre die Ausgestaltung von Vorschriften wesentlich aufwändiger gewesen. Zudem haben sich die beiden Akteure gegenseitig stimuliert, die Anforderungen im Verlauf der Zeit zu erhöhen.

Ein ähnlicher Zusammenhang besteht zur Erfolgsgeschichte der Minergie-Standards: Von Beginn weg waren die Kantone u.a. eine treibende Kraft bei der Einführung der Minergie-Standards für Neubauten und Sanierungen. Die heutige Marktverbreitung von Minergie-Bauten wäre ohne die direkte und indirekte Unterstützung der Kantone kaum im selben Ausmass möglich gewesen. Die Tatsache, dass viele Kantone sich auf breiter Front für die Förderung von Minergie-Bauten eingesetzt haben, hat der Marke eine hohe Glaubwürdigkeit verliehen und eine rasche Marktverbreitung begünstigt. Letztere war wiederum eine gute Voraussetzung dafür, dass die Kantone die Mindestanforderungen an Neubauten und energetische Sanierungen im Rahmen der MuKE 2008 stark erhöhen konnten. Die vielen Minergie-Bauten zeigten nämlich auf, dass die energieeffizienten Bauweisen Stand der Technik geworden sind und eine starke Erhöhung der gesetzlichen Anforderungen wirtschaftlich tragbar ist. Die starke Verschärfung der kantonalen Mindestanforderungen auf Basis der MuKE 2008 war dann wiederum ein Auslöser dafür, dass die Minergie-Anforderungen noch einmal angehoben wurden (2009).

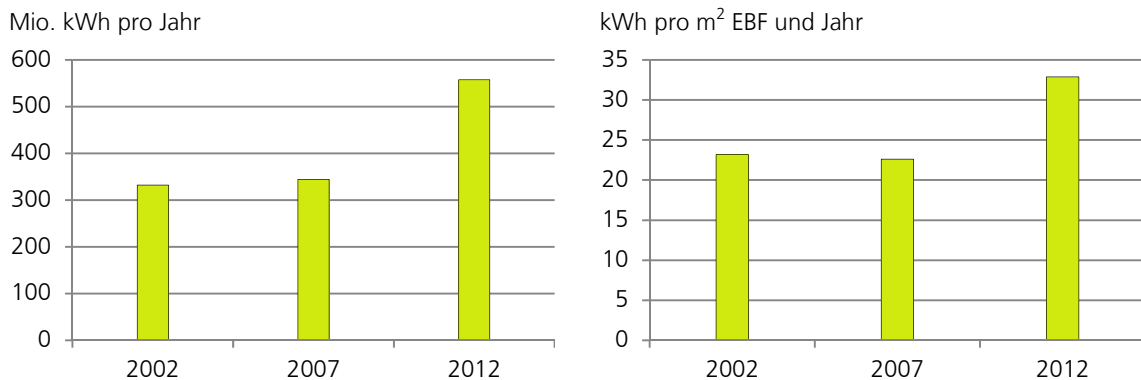
Ein weiteres Beispiel ist die Rolle der Kantone im Bereich der Luftreinhaltung: Die auf Bundesebene geregelte Luftreinhalteverordnung (LRV) wird seit ihrem Bestehen durch die Kantone vollzogen. Bei ihrer Einführung hat sie dazu geführt, dass der energetische Nutzungsgrad von Heizanlagen sprunghaft verbessert wurde. Die durch die LRV festgeschriebene, regelmässige Überprüfung, Wartung und gegebenenfalls Austausch haben aber auch einen altersbedingten Rückgang der Nutzungsgrade verhindert (Prognos 2007).



## 6 Quantitative Abschätzung der direkten, unmittelbaren Wirkung

### 6.1 Energetische Wirkung

Ohne die kantonalen Energievorschriften wäre der jährliche Endenergiebedarf (exkl. Umweltwärme) der im Jahr 2012 neu erstellten (7,9 Mio. m<sup>2</sup> Energiebezugsfläche, EBF) respektive energetisch sanierten Gebäude (9,1 Mio. m<sup>2</sup> EBF) um schätzungsweise 560 Mio. kWh pro Jahr höher ausgefallen. Bezogen auf die gesamte Bauprojektfläche (17 Mio. m<sup>2</sup> EBF) entspricht dies 33 kWh pro m<sup>2</sup> EBF und Jahr. Oder anders ausgedrückt: Der jährliche Endenergiebedarf dieser Gebäudeflächen wäre ohne die kantonalen Energievorschriften pro Quadratmeter im Durchschnitt um mehr als 3 Liter Heizöl-Äquivalente höher.

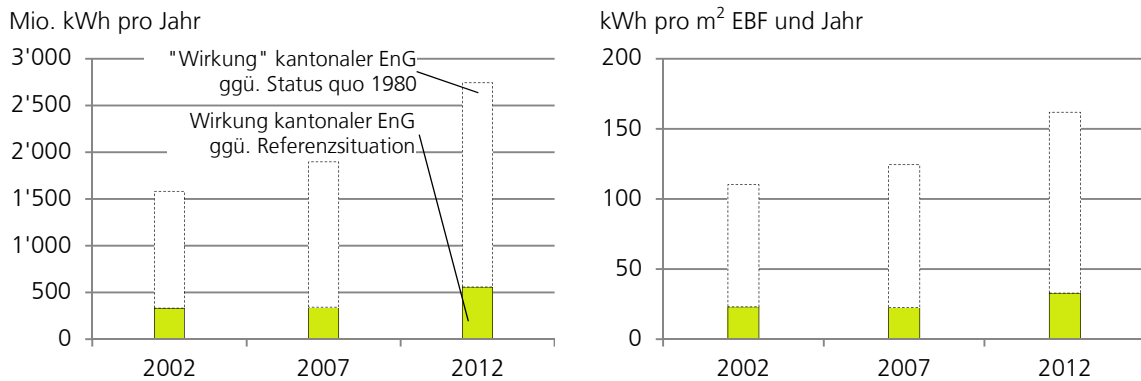


Figur 9: Energiewirkung kantonaler Energiegesetze im Jahr 2012 im Vergleich mit den Analysejahren 2002 und 2007. Die Energiewirkung misst sich in Form eingesparter, dem Gebäude zugeführter Endenergie exkl. Umweltwärme (Heizöl, Erdgas, Strom, Fernwärme, Holz). Zum Vergleich: 560 Mio. kWh pro Jahr entsprechen ca. 0,6% des Schweizer Endenergieverbrauchs an Heizöl, Erdgas, Strom, Fernwärme und Holz für die Erzeugung von Raumwärme und Warmwasser (Verbrauch 2010; BFE 2011).

Der Vergleich zu den Analysejahren 2002 und 2007 zeigt, dass die Wirkung 2012 sowohl absolut als auch relativ pro m<sup>2</sup> EBF markant höher liegt. Ein Teil des absoluten Anstiegs ist darauf zurückzuführen, dass 2012 sowohl die neu erstellten wie auch die energetisch sanierten EBF höher lagen als 2002 und 2007 (EBF-Mengengerüst vgl. Anhang 1). Der grösste Anteil erklärt sich jedoch durch die erhöhten gesetzlichen Anforderungen gemäss MuKE 2008. Rund 80% der entsprechenden Wirkung wurden dabei über die Anforderungen an den Heizwärmebedarf respektive die U-Werte thermisch relevanter Bauteile erzielt. 20% sind auf die Anforderungen an die Wärmeerzeugung zurückzuführen, wobei der gesetzlich vorgegebene Höchstanteil nicht erneuerbarer Energien für die Wärmeerzeugung in Neubauten den grössten Einfluss hatte.

#### Beurteilung der geschätzten Energiewirkung

Die quantitative Abschätzung beruht auf der Annahme, dass die entsprechenden Neubauten und energetischen Sanierungen im Jahr 2012 auch in der Referenzsituation ohne Energievorschriften in vergleichsweise hoher energetischer Qualität ausgeführt worden wären. Deutlich wird dies in einem Vergleich mit einer Rechenvariante, in der die energetische Qualität der Neubauten und Sanierungen in der Referenzsituation derjenigen des Gebäudebestands aus dem Jahr 1980 entspricht (Figur 10).



Figur 10: Würde im Schätzmodell eine Referenzsituation angenommen, in der die Neubauten und Sanierungen im jeweiligen Analysejahr (2002, 2007, 2012) lediglich die energetische Qualität eines typischen Bestandsbaus aus dem Jahr 1980 erreichen, läge die resultierende Wirkung der kantonalen Energievorschriften um rund einen Faktor 5 höher.

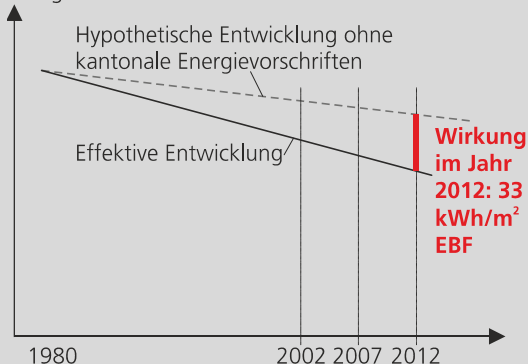
Die Höhe der geschätzten Wirkung bildet also ab, dass die kantonalen Energievorschriften in den jeweiligen Analysejahren zwar einen wichtigen, aber letztlich einen von vielen Einflussfaktoren der energetischen Gebäudequalität bei Neubauten und energetischen Sanierungen darstellen. Die aktuelle Wirkungsschätzung würdigt demnach nur einen Teil des Einflusses, den die Energievorschriften im Verlauf ihrer Geschichte seit 1980 darauf gehabt haben, dass heute energetisch besser gebaut wird als noch vor 30 bis 40 Jahren (vgl. dazu die qualitative Beurteilung in Kapitel 5).

#### Was genau bildet die in den Analysejahren 2002, 2007 und 2012 erzielte energetische Wirkung ab?

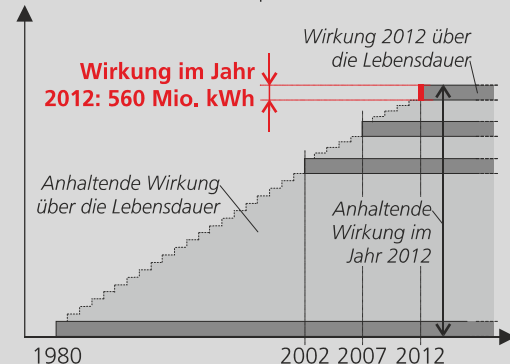
Die oben dargestellten quantitativen Abschätzungen zeigen auf, welche jährliche Energiewirkung aufgrund der kantonalen Energievorschriften erzielt wurde – bedingt durch die im jeweiligen Analysejahr neu erstellten respektive energetisch sanierten Gebäude (z.B. total 560 Mio. kWh im Jahr 2012). Diese Abgrenzung der Wirkung ist von folgenden weiteren Wirkungsgrößen zu unterscheiden (hier illustriert am Beispiel für das Jahr 2012):

- **Wirkung 2012 über die Lebensdauer**, d.h. Wirkung der Energievorschriften im Jahr 2012, über die Lebensdauer der baulichen Massnahmen gerechnet: Die Lebensdauer eines Neubaus respektive einer energetischen Sanierung im Jahr 2012 beträgt mehrere Jahrzehnte, entsprechend läge die über die Lebensdauer gerechnete Wirkung der Energievorschriften höher (bei 40 Jahren Lebensdauer beispielsweise 40 x 560 Mio. kWh).
- **Anhaltende Wirkung im Jahr 2012**, d.h. anhaltende Wirkung im Jahr 2012 der Energievorschriften 1980 bis 2012: Die kantonalen Energievorschriften entfalten ihre Wirkung seit ca. 1980. Weil die zugrundeliegenden Neubauten und energetischen Sanierungen der Jahre 1980 bis 2012 eine Lebensdauer von mehreren Jahrzehnten haben, bestehen im Jahr 2012 nach wie vor anhaltende Wirkungen aus den Vorjahren.
- **Anhaltende Wirkung über die Lebensdauer**, d.h. Wirkung der Energievorschriften 1980 bis 2012, über die Lebensdauer der baulichen Massnahmen gerechnet. Seit 1980 erzeugen die kantonalen Energievorschriften jedes Jahr zusätzliche Energiewirkung, die sich aufgrund der hohen Lebensdauer der zugrundeliegenden Neu- und Umbauten aufaddiert und bis heute anhält.

Spezifischer Endenergiebedarf Neubau respektive energetisch saniertes Gebäude in kWh/m² EBF



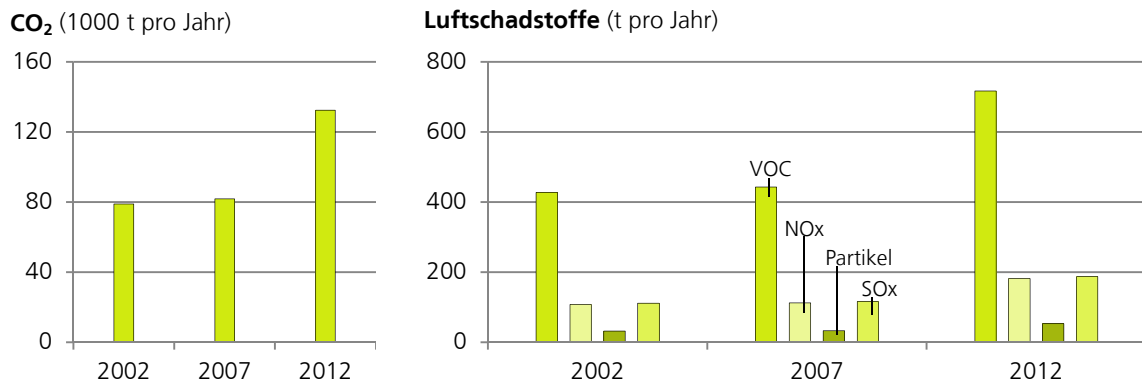
Energetische Wirkung kantonalen Energievorschriften in Mio. kWh pro Jahr



Figur 11: Schematische Darstellung der ausgewiesenen Wirkungen am Beispiel des Jahres 2012.

## 6.2 Umweltbezogene Wirkung

Ohne die kantonalen Energievorschriften wären durch die im Jahr 2012 neu erstellten respektive energetisch sanierten Gebäude schätzungsweise 130'000 t mehr CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Jahr verursacht worden. Diese jährliche CO<sub>2</sub>-Emissionsmenge umfasst neben den direkten Emissionen der Wärmeerzeugung im Gebäude auch die Emissionen der Vorprozesse zur Bereitstellung der entsprechenden Energieträger (Gewinnung, Aufbereitung und Transport bis zum Gebäude). Gleiches gilt für die bewirkte Reduktion der Luftschadstoff-Emissionen (Figur 12).



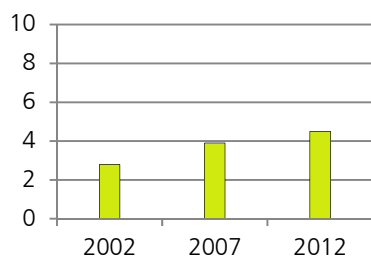
Figur 12: Reduktionswirkungen kantonaler Energievorschriften auf CO<sub>2</sub>- und Luftschadstoff-Emissionen. Zur Einordnung der Grössenordnung der CO<sub>2</sub>-Emissionswirkung: 130'000 t CO<sub>2</sub> entsprechen rund 40'000 m<sup>3</sup> oder ca. 700 SBB-Tankwagen Heizöl, das in Gebäudeheizungen eingesetzt wird (inkl. Vorprozesse).

## 6.3 Wirtschaftliche Wirkung

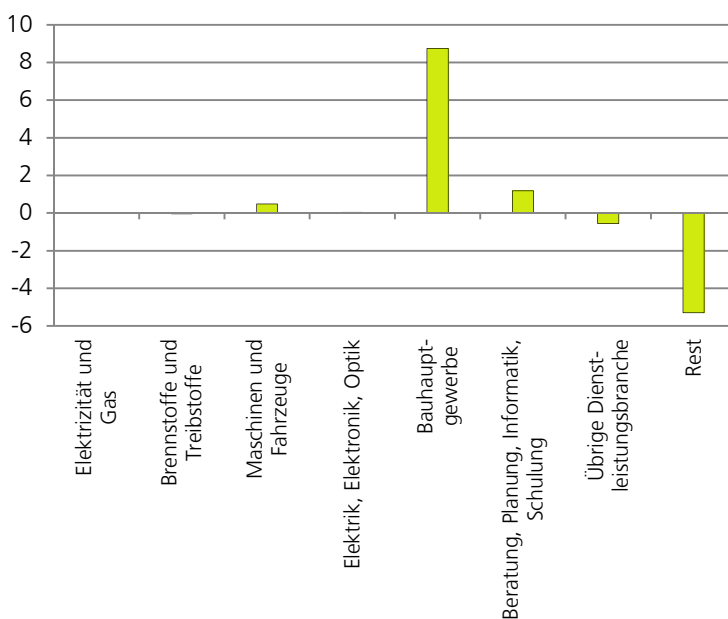
Die kantonalen Energievorschriften haben im Jahr 2012 schätzungsweise 1,5 Mia. Fr. Mehrinvestitionen ausgelöst (2002: 1,2 Mia. Fr.; 2007: 1,3 Mia. Fr.). Die Mehrinvestitionen dürften einen positiven Netto-Beschäftigungseffekt von ca. 4'500 Personenjahren zur Folge haben. Die Verteilung der Beschäftigungswirkung auf ausgewählte Branchen der Schweiz zeigt, dass die Bauwirtschaft erwartungsgemäss die grösste Nutzniesserin ist.

**Wirkung Volkswirtschaft**

1000 Personenjahre

**Wirkung Branchen 2012\***

1000 Personenjahre



Figur 13: Beschäftigungswirkungen der kantonalen Energievorschriften in den jeweiligen Analysejahren.

\* Die Aufgliederung der volkswirtschaftlichen Wirkung auf die ausgewählten Branchen ist für alle Analysejahre die gleiche (gleiche Branchen- und Importanteile für 2002, 2007 und 2012), dargestellt ist daher ausschliesslich die Branchen-Wirkung im Jahr 2012. Speziell zu betonen ist, dass die dargestellten Wirkungen absolut, also in Personenjahren, angegeben sind. Die entsprechenden negativen respektive positiven Branchen-Auswirkungen sind also immer auch im Vergleich zur Gesamtwirtschaftsleistung der entsprechenden Branche zu sehen. Die Wirtschaftsleistung der übrigen, nicht desaggregierten Branchen („Rest“, rechts) beträgt beispielsweise rund 70% der Gesamtwirtschaftsleistung der Schweiz. Im Vergleich dazu sind die negativen Auswirkungen (ca. -5300 Personenjahre) sehr gering, weil sie sich über einen Grossteil der Schweizer Gesamtwirtschaft verteilen.

## 7 Fazit und Ausblick

Die kantonalen Energiegesetze hatten im Jahr 2012 einen bedeutenden Einfluss auf den Energiebedarf und die Nutzung erneuerbarer Energien im Gebäudebereich. Erstens wirkten sie sich direkt und unmittelbar aus, indem sie gesetzliche Mindestanforderungen an Neubauten und energetische Sanierungen definierten. Zweitens wirkten sie sich indirekt aus, indem sie die Grundlage bildeten für Aktivitäten der Kantone im Jahr 2012, die ebenfalls auf eine Beeinflussung von Bauherrschaften in Richtung energieeffizienterer Bauweisen ausgerichtet waren (z.B. die kantonalen Förderprogramme). Drittens hatten die kantonalen Energiegesetze durch ihre rund 40 Jahre alte Entwicklungsgeschichte einen entscheidenden Einfluss darauf, dass im Jahr 2012 auch diverse nicht in direktem Zusammenhang mit den Kantonen stehende Umfeldfaktoren auf Entscheidungsträger im Baubereich wirkten (z.B. die heutige Marktposition der Wärmepumpe).

Quantitativ können lediglich die direkten, unmittelbaren Wirkungen der kantonalen Energiegesetze abgeschätzt werden. Diese entstanden im Jahr 2012 dadurch, dass der durchschnittliche Schweizer Neubau respektive die durchschnittliche energetische Sanierung aufgrund der gesetzlichen Anforderungen an die Wärmedämmung und die Gebäudeenergieversorgung eine höhere energetische Qualität aufwies: Ohne die kantonalen Energievorschriften wäre der jährliche Bedarf der an die im Jahr 2012 neu- und umgebauten Gebäude gelieferten Endenergie (Heizöl, Erdgas, Strom, Holz und Fernwärme) um schätzungsweise 560 Mio. kWh pro Jahr höher ausgefallen. Diese Energiewirkung brachte eine erhebliche Reduktion der jährlichen CO<sub>2</sub>- und Luftschadstoffemissionen mit sich (CO<sub>2</sub>: 130'000 t; VOC: 720 t; NO<sub>x</sub>: 180 t; SO<sub>x</sub>: 190 t SO<sub>x</sub>; Partikel: 50 t). Die Energie- und Umweltwirkungen wurden über eine verbesserte Wärmedämmung sowie den häufigeren Einsatz von Systemen zur Nutzung erneuerbaren Energien realisiert, wodurch im Jahr 2012 schätzungsweise 1,5 Mia. Fr. Mehrinvestitionen ausgelöst wurden. Diese dürften insgesamt einen positiven Netto-Beschäftigungseffekt von ca. 4'500 Personenjahren zur Folge haben, wobei die Bauwirtschaft erwartungsgemäss die grösste Nutzniesserin ist.

Die Höhe der geschätzten Wirkung basiert auf der Annahme, dass die kantonalen Energiegesetze im Jahr 2012 zwar einen wichtigen, aber letztlich einen von vielen Einflussfaktoren der energetischen Gebäudequalität bei Neubauten und energetischen Sanierungen darstellen. Die Schätzung würdigt damit nicht den gesamten Einfluss – die indirekte Wirkung der Energiegesetze als gesetzliche Grundlage für andere kantonale Aktivitäten sowie deren jahrzehntelanges Zusammenspiel mit anderen Einflussfaktoren und Akteuren im Gebäudebereich sind nicht enthalten. Diese Wirkungsanteile, die aus methodischen Gründen nicht quantifiziert werden können, sind in der Einschätzung der an dieser Untersuchung beteiligten Experten ebenfalls sehr bedeutend.

Der Vergleich mit den (aktualisierten) Wirkungsschätzungen für die Jahre 2002 und 2007 zeigt auf, dass die direkten, unmittelbaren Wirkungen der kantonalen Energiegesetze nicht gesunken sind (2002: 330 Mio. kWh pro Jahr; 2007: 340 Mio. kWh pro Jahr). Dies hätte vor dem Hintergrund eines durch diverse Einflussfaktoren und Akteure geprägten Trends in Richtung energieeffizienterer Bauweisen eigentlich erwartet werden können. Die Erosion der Wirkungen wurde 2002 bis 2007 dank einer im Schweizer Durchschnitt stetigen Erhöhung der gesetzlichen Anforderungen an Neu- und Umbauten verhindert. Im Rückblick bis 1980 wurde die grösste Veränderung mit der MuKE 2008 eingeleitet und führte nach der Umsetzung (ab Ende 2011 praktisch in allen Kantonen) zu einem starken relativen Anstieg der Wirkung. Dass dies gegenüber früher ein grosser Schritt ist, zeigt u.a. der Vergleich mit dem Minergie-Standard eindrücklich: Während sich die Minergie-Anforderung an die Wärmedämmung der Gebäudehülle früher sehr deutlich von den gesetzlichen Anforderungen abhob, ist der Unterschied heute nur noch gering.

Was ist in Bezug auf die zukünftigen Wirkungen kantonaler Energiegesetze zu erwarten? Die generelle Entwicklung in Richtung einer stärkeren Verbreitung energieeffizienter Neu- und Umbauten dürfte zumindest anhalten, wenn nicht sogar noch stärker werden. Nach dem Reaktorunglück in Fukushima (März 2011) beschlossen Bundesrat und Parlament den mittelfristigen Ausstieg aus der Kernenergie. Dieser bildete, zusammen mit den auf der internationalen respektive europäischen Klimapolitik basierenden Zielen zur Reduktion der Treibhausgasemissionen, die Hauptmotivation für die Energiestrategie.

gie 2050 (Vernehmlassung abgeschlossen, bereinigte Botschaft ans Parlament voraussichtlich im September 2013). Gleichzeitig wurde das CO<sub>2</sub>-Gesetz per 2013 totalrevidiert. Diese beiden wichtigen Grundlagen der Schweizer Energie- und Klimapolitik definieren sehr ambitionierte Ziele zum Energieverbrauch und der Nutzung erneuerbarer Energien, wobei der Gebäudebereich neben dem Verkehr und der Industrie eine Hauptrolle spielt. Wird diese Politik konsequent weiterverfolgt, ist davon auszugehen, dass neben den Kantonen sowohl der Bund wie auch die Gemeinden ihre Aktivitäten zur Umsetzung der Ziele intensivieren werden. Dadurch dürften sich im Wechselspiel auch die Aktivitäten anderer Akteure (Minergie, SIA, Umweltverbände etc.) sowie anderer Einflussfaktoren verstärken (Verbreitung von Wärmepumpen, 3-fach-Isolierverglasungen, Fachleuten energieeffizienter Bauweisen etc.). Vor diesem Hintergrund wäre, wiederum ungeachtet weiterer Erhöhungen der kantonalen gesetzlichen Anforderungen, eine Erosion der heutigen (2012) Wirkungen kantonaler Energiegesetze zu erwarten.

Demgegenüber steht allerdings eine absehbare Entwicklung bei den kantonalen Energiegesetzen, die dieser Erosion entgegenwirken wird: Einerseits drängt sich aufgrund der vorgeschlagenen Massnahmen gemäss Energiestrategie 2050 (vgl. BR 2012) sowie aufgrund der Ziele im Gebäudebereich gemäss CO<sub>2</sub>-Gesetz (vgl. BAFU 2012) eine weitere Erhöhung der gesetzlichen Anforderungen an Neu- und Umbauten auf respektive wird konkret vorgeschlagen. Andererseits fordert die überarbeitete Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. Mai 2010 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (2010/31/EU), dass die EU-Mitgliedsstaaten ab 2021 nur noch Niedrigstenergie- oder Nullenergie-Neubauten erlauben. Die Richtung zur weiteren Verschärfung der Anforderungen ist damit auch im geografischen Umfeld der Schweiz vorgegeben. Die Kantone haben ihrerseits bereits damit begonnen, eine weitere Überarbeitung der Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKE) vorzubereiten. 2011 hat die Energiedirektorenkonferenz (EnDK) dafür Eckwerte und einen Aktionsplan in einem Positionspapier verabschiedet (vgl. EnDK 2011). Demnach will die EnDK die MuKE bis 2014 überarbeiten, die Umsetzung in den kantonalen Gesetzgebungen ist bis spätestens 2018 geplant. Diese Verschärfung wird die Wirkung der kantonalen Energiegesetze im Vergleich zum Zeitpunkt vor der Umsetzung der MuKE 2014 erhöhen – aus heutiger Sicht ist allerdings noch nicht absehbar, wie stark dieser Effekt sein wird.

# Anhang

## Anhang 1: Annahmen und Parameter der quantitativen Wirkungsabschätzung

A. Modell zur Abschätzung der Energiewirkung (Teil I von III)					
Bez.	Beschreibung	2002	2007	2012	Quelle // Formel
a	EBF Bestand Anfang Jahr, 1000 m2	645'138	677'023	712'150	$a=b+c+d$
b	EBF Bestand Anfang Jahr Wohnen, 1000 m2	421'272	445'207	471'165	Datenreihe BFE, Wüest&Partner
c	EBF Bestand Anfang Jahr Dienstleistung, 1000 m2	140'907	146'858	153'150	Datenreihe BFE, Wüest&Partner
d	EBF Bestand Anfang Jahr Industrie, 1000 m2	82'959	84'959	87'835	Datenreihe BFE, Wüest&Partner
e	EBF Neubau+Sanierung, 1000 m2	14'340	15'230	16'950	$e=f+g$
f	EBF Sanierung, 1000 m2	7'850	8'640	9'060	$f=k+l+m$
g	EBF Neubau, 1000 m2	6'490	6'590	7'890	$g=n+o+p$
h	EBF Wohnen Neubau+Sanierung, 1000 m2	8'140	8'910	10'060	$h=k+n$
i	EBF Dienstleistung Neubau+Sanierung, 1000 m2	4'180	4'080	4'580	$i=l+o$
j	EBF Industrie Neubau+Sanierung, 1000 m2	2'020	2'250	2'310	$j=m+p$
k	EBF Sanierung Wohnen, 1000 m2	3'370	4'010	4'240	Annahme INFRAS, Experten // $k=0,009*b$
l	EBF Sanierung Dienstleistung, 1000 m2	2'820	2'940	3'060	Annahme INFRAS, Experten // $l=0,02*c$
m	EBF Sanierung Industrie, 1000 m2	1'660	1'700	1'760	Annahme INFRAS, Experten // $m=0,02*d$
n	EBF Neubau Wohnen, 1000 m2	4'770	4'900	5'820	Datenreihe BFE, Wüest&Partner
o	EBF Neubau Dienstleistung, 1000 m2	1'360	1'140	1'510	Datenreihe BFE, Wüest&Partner
p	EBF Neubau Industrie, 1000 m2	360	550	550	Datenreihe BFE, Wüest&Partner
q	Heizwärmebedarf Wohnen Neubau Ist-Situation, kWh/m2	78	70	46	Annahme INFRAS, Quercheck Experten
r	Heizwärmebedarf Wohnen Neubau Referenzsituation, kWh/m2	92	86	80	Annahme INFRAS, Quercheck Experten
s	Heizwärmebedarf Wohnen Sanierung Ist-Situation, kWh/m2	91	84	57	Annahme INFRAS, Quercheck Experten
t	Heizwärmebedarf Wohnen Sanierung Referenzsituation, kWh/m2	110	103	96	Annahme INFRAS, Quercheck Experten
u	Heizwärmebedarf Dienstleistung Neubau Ist-Situation, kWh/m2	70	62	49	Annahme INFRAS, Quercheck Experten
v	Heizwärmebedarf Dienstleistung Neubau Referenzsituation, kWh/m2	89	85	80	Annahme INFRAS, Quercheck Experten
w	Heizwärmebedarf Dienstleistung Sanierung Ist-Situation, kWh/m2	85	78	61	Annahme INFRAS, Quercheck Experten
x	Heizwärmebedarf Dienstleistung Sanierung Referenzsituation, kWh/m2	107	102	96	Annahme INFRAS, Quercheck Experten
y	Heizwärmebedarf Industrie Neubau Ist-Situation, kWh/m2	58	50	42	Annahme INFRAS, Quercheck Experten
z	Heizwärmebedarf Industrie Neubau Referenzsituation, kWh/m2	72	68	64	Annahme INFRAS, Quercheck Experten
aa	Heizwärmebedarf Industrie Sanierung Ist-Situation, kWh/m2	70	62	52	Annahme INFRAS, Quercheck Experten
ab	Heizwärmebedarf Industrie Sanierung Referenzsituation, kWh/m2	86	82	77	Annahme INFRAS, Quercheck Experten
ac	Warmwasserbedarf Wohnen, kWh/m2	17	17	17	Annahme INFRAS, Quercheck Experten
ad	Warmwasserbedarf Dienstleistung, kWh/m2	7	7	7	Annahme INFRAS, Quercheck Experten
ae	Warmwasserbedarf Industrie, kWh/m2	4	4	4	Annahme INFRAS, Quercheck Experten
af	Anteil "Feuerung" Wohnen Neubau Raumwärme Ist-Situation, %	68%	58%	40%	Annahme INFRAS, Quercheck Experten
ag	Anteil "Fernwärme" Wohnen Neubau Raumwärme Ist-Situation, %	5%	7%	10%	Annahme INFRAS, Quercheck Experten
ah	Anteil "Wärmepumpe" Wohnen Neubau Raumwärme Ist-Situation, %	25%	34%	50%	Annahme INFRAS, Quercheck Experten
ai	Anteil "Elektro" Wohnen Neubau Raumwärme Ist-Situation, %	2%	1%	0%	Annahme INFRAS, Quercheck Experten
aj	Anteil "Feuerung" Wohnen Neubau Raumwärme Referenzsituation, %	70%	61%	50%	Annahme INFRAS, Quercheck Experten
ak	Anteil "Fernwärme" Wohnen Neubau Raumwärme Referenzsituation, %	5%	8%	10%	Annahme INFRAS, Quercheck Experten
al	Anteil "Wärmepumpe" Wohnen Neubau Raumwärme Referenzsituation, %	20%	28%	40%	Annahme INFRAS, Quercheck Experten

<b>A. Modell zur Abschätzung der Energiewirkung (Teil II von III)</b>					
<b>Bez.</b>	<b>Beschreibung</b>	<b>2002</b>	<b>2007</b>	<b>2012</b>	<b>Quelle // Formel</b>
am	Anteil "Elektro" Wohnen Neubau Raumwärme Referenzsituation, %	5%	3%	0%	Annahme INFRAS, Quercheck Experten
an	Anteil "Feuerung" Wohnen Sanierung Raumwärme, %	73%	64%	55%	Annahme INFRAS, Quercheck Experten
ao	Anteil "Fernwärme" Wohnen Sanierung Raumwärme, %	5%	8%	10%	Annahme INFRAS, Quercheck Experten
ap	Anteil "Wärmepumpe" Wohnen Sanierung Raumwärme, %	17%	25%	35%	Annahme INFRAS, Quercheck Experten
aq	Anteil "Elektro" Wohnen Sanierung Raumwärme, %	5%	3%	0%	Annahme INFRAS, Quercheck Experten
ar	Anteil "Feuerung" Dienstleistung+Industrie Neubau Raumwärme Ist-Situation, %	75%	65%	55%	Annahme INFRAS, Quercheck Experten
as	Anteil "Fernwärme" Dienstleistung+Industrie Neubau Raumwärme Ist-Situation, %	5%	8%	10%	Annahme INFRAS, Quercheck Experten
at	Anteil "Wärmepumpe" Dienstleistung+Industrie Neubau Raumwärme Ist-Situation, %	15%	25%	35%	Annahme INFRAS, Quercheck Experten
au	Anteil "Elektro" Dienstleistung+Industrie Neubau Raumwärme Ist-Situation, %	5%	2%	0%	Annahme INFRAS, Quercheck Experten
av	Anteil "Feuerung" Dienstleistung+Industrie Neubau Raumwärme Referenzsituation, %	77%	70%	60%	Annahme INFRAS, Quercheck Experten
aw	Anteil "Fernwärme" Dienstleistung+Industrie Neubau Raumwärme Referenzsituation, %	5%	8%	10%	Annahme INFRAS, Quercheck Experten
ax	Anteil "Wärmepumpe" Dienstleistung+Industrie Neubau Raumwärme Referenzsituation, %	13%	20%	30%	Annahme INFRAS, Quercheck Experten
ay	Anteil "Elektro" Dienstleistung+Industrie Neubau Raumwärme Referenzsituation, %	5%	2%	0%	Annahme INFRAS, Quercheck Experten
az	Anteil "Feuerung" Dienstleistung+Industrie Sanierung Raumwärme, %	80%	73%	65%	Annahme INFRAS, Quercheck Experten
ba	Anteil "Fernwärme" Dienstleistung+Industrie Sanierung Raumwärme, %	5%	8%	10%	Annahme INFRAS, Quercheck Experten
bb	Anteil "Wärmepumpe" Dienstleistung+Industrie Sanierung Raumwärme, %	10%	17%	25%	Annahme INFRAS, Quercheck Experten
bc	Anteil "Elektro" Dienstleistung+Industrie Sanierung Raumwärme, %	5%	2%	0%	Annahme INFRAS, Quercheck Experten
bd	Anteil "Feuerung" Neubau Warmwasser Ist-Situation, %	63%	59%	50%	Annahme INFRAS, Quercheck Experten
be	Anteil "Fernwärme" Neubau Warmwasser Ist-Situation, %	4%	6%	10%	Annahme INFRAS, Quercheck Experten
bf	Anteil "Wärmepumpe" Neubau Warmwasser Ist-Situation, %	5%	15%	50%	Annahme INFRAS, Quercheck Experten
bg	Anteil "Elektro" Neubau Warmwasser Ist-Situation, %	28%	20%	0%	Annahme INFRAS, Quercheck Experten
bh	Anteil "Feuerung" Neubau Warmwasser Referenzsituation, %	62%	61%	60%	Annahme INFRAS, Quercheck Experten
bi	Anteil "Fernwärme" Neubau Warmwasser Referenzsituation, %	3%	4%	5%	Annahme INFRAS, Quercheck Experten
bj	Anteil "Wärmepumpe" Neubau Warmwasser Referenzsituation, %	5%	7%	20%	Annahme INFRAS, Quercheck Experten
bk	Anteil "Elektro" Neubau Warmwasser Referenzsituation, %	30%	28%	15%	Annahme INFRAS, Quercheck Experten
bl	Anteil "Feuerung" Sanierung Warmwasser Ist-Situation, %	62%	58%	55%	Annahme INFRAS, Quercheck Experten
bm	Anteil "Fernwärme" Sanierung Warmwasser Ist-Situation, %	3%	4%	5%	Annahme INFRAS, Quercheck Experten
bn	Anteil "Wärmepumpe" Sanierung Warmwasser Ist-Situation, %	5%	10%	30%	Annahme INFRAS, Quercheck Experten
bo	Anteil "Elektro" Sanierung Warmwasser Ist-Situation, %	30%	28%	10%	Annahme INFRAS, Quercheck Experten
bp	Anteil "Feuerung" Sanierung Warmwasser Referenzsituation, %	66%	67%	65%	Annahme INFRAS, Quercheck Experten
bq	Anteil "Fernwärme" Sanierung Warmwasser Referenzsituation, %	3%	5%	5%	Annahme INFRAS, Quercheck Experten
br	Anteil "Wärmepumpe" Sanierung Warmwasser Referenzsituation, %	1%	1%	10%	Annahme INFRAS, Quercheck Experten
bs	Anteil "Elektro" Sanierung Warmwasser Referenzsituation, %	30%	27%	20%	Annahme INFRAS, Quercheck Experten
bt	Nutzungsgrad "Feuerung" Raumwärme Ist-Situation, -	0.88	0.90	0.92	Annahme INFRAS, Quercheck Experten



<b>A. Modell zur Abschätzung der Energiewirkung (Teil III von III)</b>					
<b>Bez.</b>	<b>Beschreibung</b>	<b>2002</b>	<b>2007</b>	<b>2012</b>	<b>Quelle // Formel</b>
<i>bu</i>	Nutzungsgrad "Feuerung" Raumwärme Referenzsituation, -	0.85	0.88	0.90	Annahme INFRAS, Quercheck Experten
<i>bv</i>	Nutzungsgrad "Feuerung" Warmwasser Ist-Situation, -	0.82	0.84	0.86	Annahme INFRAS, Quercheck Experten
<i>bw</i>	Nutzungsgrad "Feuerung" Warmwasser Referenzsituation, -	0.75	0.79	0.82	Annahme INFRAS, Quercheck Experten
<i>bx</i>	Jahresarbeitszahl "Wärmepumpe" Raumwärme Ist-Situation, -	3.00	3.25	3.50	Annahme INFRAS, Quercheck Experten
<i>by</i>	Jahresarbeitszahl "Wärmepumpe" Raumwärme Referenzsituation, -	2.75	3.00	3.25	Annahme INFRAS, Quercheck Experten
<b>Bez.</b>	<b>Beschreibung</b>	<b>2002</b>	<b>2007</b>	<b>2012</b>	<b>Quelle // Formel</b>
<i>bz</i>	Jahresarbeitszahl "Wärmepumpe" Warmwasser Ist-Situation, -	2.50	2.75	3.00	Annahme INFRAS, Quercheck Experten
<i>ca</i>	Jahresarbeitszahl "Wärmepumpe" Warmwasser Referenzsituation, -	2.25	2.50	2.75	Annahme INFRAS, Quercheck Experten
<i>cb</i>	Energiewirkung, GWh	332	344	557	$cj=ck+cl$
<i>cc</i>	Energiewirkung Sanierung, GWh	194	200	300	$ck=cq+cq+cr$
<i>cd</i>	Energiewirkung Neubau, GWh	138	144	257	$cl=cs+ct+cu$
<i>ce</i>	Energiewirkung Wohnen, GWh	182	189	352	$cm=cp+cs$
<i>cf</i>	Energiewirkung Dienstleistung, GWh	109	108	151	$cn=cq+ct$
<i>cg</i>	Energiewirkung Industrie, GWh	41	48	54	$co=cr+cu$
<i>ch</i>	Energiewirkung Sanierung Wohnen, GWh	83	87	154	$ch = k * [ \{ t*(an:bu+ao+ap:by+aq) + ac*(bp:bw+bq+br:ca+bs) \} - \{ s*(an:bt+ao+ap:bx+aq) + ac*(bl:bv+bm+bn:bz+bo) \} ]$
<i>ci</i>	Energiewirkung Sanierung Dienstleistung, GWh	77	77	105	$ci = l * [ \{ x*(az:bu+ba+bb:by+bc) + ad*(bp:bw+bq+br:ca+bs) \} - \{ w*(az:bt+ba+bb:bx+bc) + ad*(bl:bv+bm+bn:bz+bo) \} ]$
<i>cj</i>	Energiewirkung Sanierung Industrie, GWh	34	36	42	$cj = m * [ \{ ab*(az:bu+ba+bb:by+bc) + ae*(bp:bw+bq+br:ca+bs) \} - \{ aa*(az:bt+ba+bb:bx+bc) + ae*(bl:bv+bm+bn:bz+bo) \} ]$
<i>ck</i>	Energiewirkung Neubau Wohnen, GWh	98	102	198	$ck = n * [ \{ r*(aj:bu+ak+al:by+am) + ac*(bh:bw+bi+bj:ca+bk) \} - \{ q*(af:bt+ag+ah:bx+ai) + ac*(bd:bv+be+bf:bz+bg) \} ]$
<i>cl</i>	Energiewirkung Neubau Dienstleistung, GWh	33	31	47	$cl = o * [ \{ v*(av:bu+aw+ax:by+ay) + ad*(bh:bw+bi+bj:ca+bk) \} - \{ u*(ar:bt+as+at:bx+au) + ad*(bd:bv+be+bf:bz+bg) \} ]$
<i>cm</i>	Energiewirkung Neubau Industrie, GWh	7	11	12	$cm = p * [ \{ z*(av:bu+aw+ax:by+ay) + ae*(bh:bw+bi+bj:ca+bk) \} - \{ y*(ar:bt+as+at:bx+au) + ae*(bd:bv+be+bf:bz+bg) \} ]$
<i>cn</i>	Energiewirkung, kWh/m2	23	23	33	$cn=cb:e*1000$
<i>co</i>	Energiewirkung Sanierung, kWh/m2	25	23	33	$co=cc:f*1000$
<i>cp</i>	Energiewirkung Neubau, kWh/m2	21	22	33	$cp=cd:g*1000$
<i>cq</i>	Energiewirkung Wohnen, kWh/m2	22	21	35	$cq=ce:h*1000$
<i>cr</i>	Energiewirkung Dienstleistung, kWh/m2	26	26	33	$cr=cf:i*1000$
<i>cs</i>	Energiewirkung Industrie, kWh/m2	20	21	23	$cs=cg:j*1000$
<i>ct</i>	Energiewirkung Sanierung Wohnen, kWh/m2	25	22	36	$ct=ch:k*1000$
<i>cu</i>	Energiewirkung Sanierung Dienstleistung, kWh/m2	27	26	34	$cu=ci:l*1000$
<i>cv</i>	Energiewirkung Sanierung Industrie, kWh/m2	21	21	24	$cv=cj:m*1000$
<i>cw</i>	Energiewirkung Neubau Wohnen, kWh/m2	21	21	34	$cw=ck:n*1000$
<i>cx</i>	Energiewirkung Neubau Dienstleistung, kWh/m2	24	27	31	$cx=cl:o*1000$
<i>cy</i>	Energiewirkung Neubau Industrie, kWh/m2	18	21	22	$cy=cm:p*1000$

**B. Modell zur Abschätzung der Umweltwirkung**

Bez.	Beschreibung	Wert	Quelle // Formel
cz	Mix ans Gebäude gelieferter Endenergie: Anteil Heizöl, %	15%	Annahme INFRAS auf Basis Heizsystemmix Referenzsituation Wohnen Neubau (vgl. aj bis am)
da	Mix ans Gebäude gelieferter Endenergie: Anteil Erdgas, %	55%	Annahme INFRAS, dito
db	Mix ans Gebäude gelieferter Endenergie: Anteil Holz, %	8%	Annahme INFRAS, dito
dc	Mix ans Gebäude gelieferter Endenergie: Anteil Fernwärme, %	7%	Annahme INFRAS, dito
dd	Mix ans Gebäude gelieferter Endenergie: Anteil Strom, %	15%	Annahme INFRAS, dito
de	CO2-Emissionsfaktor inkl. Vorprozesse, t CO2 pro MWh Heizöl	358	ecoinvent, Datensatz 1996, Nutzwärme ab Heizöl-Heizung 10 kW
df	CO2-Emissionsfaktor inkl. Vorprozesse, t CO2 pro MWh Erdgas	266	ecoinvent, Datensatz 1996, Nutzwärme ab Gasheizung <100 kW Durchschnitt (30% LowNox)
dg	CO2-Emissionsfaktor inkl. Vorprozesse, t CO2 pro MWh Holz	11	ecoinvent, Datensatz 1996, Nutzwärme Holzschnitzel Durchschnitt kleine Anlagen
dh	CO2-Emissionsfaktor inkl. Vorprozesse, t CO2 pro MWh Fernwärme	168	ecoinvent, Datensatz 1996, Fernwärme ab Nahverteilung (ab BHKW 160 kWel) Var.4
di	CO2-Emissionsfaktor inkl. Vorprozesse, t CO2 pro MWh Strom	165	ecoinvent, Datensatz 1996, Strombezug CH (75%) und Strombezug UCPT (25%)
dj	VOC-Emissionsfaktor inkl. Vorprozesse, t VOC pro MWh Heizöl	1.26	ecoinvent, dito
dk	VOC-Emissionsfaktor inkl. Vorprozesse, t VOC pro MWh Erdgas	1.77	ecoinvent, dito
dl	VOC-Emissionsfaktor inkl. Vorprozesse, t VOC pro MWh Holz	0.18	ecoinvent, dito
dm	VOC-Emissionsfaktor inkl. Vorprozesse, t VOC pro MWh Fernwärme	0.65	ecoinvent, dito
dn	VOC-Emissionsfaktor inkl. Vorprozesse, t VOC pro MWh Strom	0.43	ecoinvent, dito
do	NOx-Emissionsfaktor inkl. Vorprozesse, t NOx pro MWh Heizöl	0.37	ecoinvent, dito
dp	NOx-Emissionsfaktor inkl. Vorprozesse, t NOx pro MWh Erdgas	0.29	ecoinvent, dito
dq	NOx-Emissionsfaktor inkl. Vorprozesse, t NOx pro MWh Holz	0.70	ecoinvent, dito
dr	NOx-Emissionsfaktor inkl. Vorprozesse, t NOx pro MWh Fernwärme	0.16	ecoinvent, dito
ds	NOx-Emissionsfaktor inkl. Vorprozesse, t NOx pro MWh Strom	0.30	ecoinvent, dito
dt	Partikel-Emissionsfaktor inkl. Vorprozesse, t Partikel pro MWh Heizöl	0.05	ecoinvent, dito
du	Partikel-Emissionsfaktor inkl. Vorprozesse, t Partikel pro MWh Erdgas	0.02	ecoinvent, dito
dv	Partikel-Emissionsfaktor inkl. Vorprozesse, t Partikel pro MWh Holz	0.68	ecoinvent, dito
dw	Partikel-Emissionsfaktor inkl. Vorprozesse, t Partikel pro MWh Fernwärme	0.02	ecoinvent, dito
dx	Partikel-Emissionsfaktor inkl. Vorprozesse, t Partikel pro MWh Strom	0.14	ecoinvent, dito
dy	SOx-Emissionsfaktor inkl. Vorprozesse, t SOx pro MWh Heizöl	0.52	ecoinvent, dito
dz	SOx-Emissionsfaktor inkl. Vorprozesse, t SOx pro MWh Erdgas	0.13	ecoinvent, dito
ea	SOx-Emissionsfaktor inkl. Vorprozesse, t SOx pro MWh Holz	0.14	ecoinvent, dito
eb	SOx-Emissionsfaktor inkl. Vorprozesse, t SOx pro MWh Fernwärme	0.21	ecoinvent, dito
ec	SOx-Emissionsfaktor inkl. Vorprozesse, t SOx pro MWh Strom	1.06	ecoinvent, dito
ed	Durchschnittlicher CO2-Emissionsfaktor, t CO2 pro MWh Energiewirkung	237	$ed=cz*de+da*df+db*dg+dc*dh+dd*di$
ee	Durchschnittlicher VOC-Emissionsfaktor, t VOC pro MWh Energiewirkung	1.29	$ee=cz*dj+da*dk+db*dl+dc*dm+dd*dn$
ef	Durchschnittlicher NOx-Emissionsfaktor, t NOx pro MWh Energiewirkung	0.33	$ef=cz*do+da*dp+db*dq+dc*dr+dd*ds$
eg	Durchschnittlicher Partikel-Emissionsfaktor, t Partikel pro MWh Energiewirkung	0.10	$eg=cz*dt+da*du+db*dv+dc*dw+dd*dx$
eh	Durchschnittlicher SOx-Emissionsfaktor, t SOx pro MWh Energiewirkung	0.34	$eh=cz*dy+da*dz+db*ea+dc*eb+dd*ec$

Bez.	Beschreibung	2002	2007	2012	Quelle // Formel
ei	CO2-Wirkung, 1000 t CO2	79	82	132	$ei=ed*cb$
ej	VOC-Wirkung, t VOC	427	443	717	$ej=ee*cb$
ek	NOx-Wirkung, t NOx	108	112	182	$ek=ef*cb$
el	Partikel-Wirkung, t Partikel	32	33	54	$el=eg*cb$
em	SOx-Wirkung, t SOx	112	116	187	$em=eh*cb$

**C. Modell zur Abschätzung der ausgelösten Mehrinvestitionen**

Bez.	Beschreibung	Wert	Quelle // Formel
en	Bauteilfläche pro EBF: Steildach, m2 Bauteil pro m2 EBF	0.44	Annahme INFRAS (Basis: BFE 2004)
eo	Bauteilfläche pro EBF: Flachdach, m2 Bauteil pro m2 EBF	0.15	Annahme INFRAS (Basis: BFE 2004)
ep	Bauteilfläche pro EBF: Fassade, m2 Bauteil pro m2 EBF	0.82	Annahme INFRAS (Basis: BFE 2004)
eq	Bauteilfläche pro EBF: Fenster/Türen, m2 Bauteil pro m2 EBF	0.25	Annahme INFRAS (Basis: BFE 2004)
er	Bauteilfläche pro EBF: Boden/Wand gegen Erdreich/Wand gegen Nachbargebäude, m2 Bauteil pro m2 EBF	0.86	Annahme INFRAS (Basis: BFE 2004)
es	Spezifische Mehrinvestitionen ggü. Referenzsituation Steildach, Fr./m2 Bauteil	30	Annahme INFRAS (Basis: HFM 2009, CEPE 2002)
et	Spezifische Mehrinvestitionen ggü. Referenzsituation Flachdach, Fr./m2 Bauteil	20	Annahme INFRAS (Basis: HFM 2009, CEPE 2002)
eu	Spezifische Mehrinvestitionen ggü. Referenzsituation Fassade, Fr./m2 Bauteil	30	Annahme INFRAS (Basis: HFM 2009, CEPE 2002)
ev	Spezifische Mehrinvestitionen ggü. Referenzsituation Fenster/Türen, Fr./m2 Bauteil	80	Annahme INFRAS (Basis: HFM 2009, CEPE 2002)
ew	Spezifische Mehrinvestitionen ggü. Referenzsituation Boden/Wand gegen Erdreich/Wand gegen Nachbargebäude, Fr./m2 Bauteil	20	Annahme INFRAS (Basis: HFM 2009, CEPE 2002)
ex	Spezifische Mehrinvestitionen ggü. Referenzsituation Wärmepumpe Luft-Wasser, Fr./kWh Strombezug Wärmepumpe	1.1	Annahme INFRAS (Basis: HFM 2009)
ey	Spezifische Mehrinvestitionen ggü. Referenzsituation Wärmepumpe Sole-Wasser, Fr./kWh Strombezug Wärmepumpe	2.1	Annahme INFRAS (Basis: HFM 2009)

Bez.	Beschreibung	2002	2007	2012	Quelle // Formel
ez	Ausgelöste Mehrinvestitionen total, Mio. Fr.	112	106	151	$ez=fa+fb$
fa	Ausgelöste Mehrinvestitionen "Gebäudehülle", Mia. Fr.	1.1	1.2	1.3	$fa=e*(en*es+eo*et+ep*eu+eq*ev+er*ew)$
fb	Ausgelöste Mehrinvestitionen "Haustechnik", Mia. Fr.	0.11	0.11	0.15	$fb=fe*(0.7*ex+0.3*ey)$ ; Annahme INFRAS
fc	Energiewirkung "Gebäudehülle", GWh	250	267	446	Ergebnis Rechenvariante Energiewirkungsmodell (vgl. Anhang 1 A) mit fixierten Haustechnik-Parametern (Heizsystemanteil, Nutzungs-grad, JAZ)
fd	Anteil Energiewirkung "Gebäudehülle" an Energiewirkung gesamt, %	75%	77%	80%	$fd=fc:cb$
fe	Energiewirkung "Haustechnik", GWh	82	77	111	$fe=cb-fd$
ff	Anteil Energiewirkung "Haustechnik" an Energiewirkung gesamt, %	25%	23%	20%	$ff=fe:cb$

**D. Modell zur Abschätzung des Beschäftigungseffekts**

Das INFRAS-Beschäftigungsschätzmodell ist in INFRAS 2011a, Anhang G, S. 102, im Detail beschrieben (Wirkungsanalyse EnergieSchweiz 2010). Unten aufgeführt sind ausschliesslich die wichtigsten Annahmen – zu den verwendeten Branchen- und Importanteilen sowie den Brennstoffpreisen im Analysejahr 2012.

<b>Bez.</b>	<b>Beschreibung</b>	<b>Wert</b>	<b>Quelle // Formel</b>
fg	Gesamtwirtschaft: Branchenanteil "Elektrizität + Gas", %	2%	Annahme INFRAS
fh	Gesamtwirtschaft: Branchenanteil "Brennstoffe + Treibstoffe", %	1%	Annahme INFRAS
fi	Gesamtwirtschaft: Branchenanteil "Maschinen und Fahrzeuge", %	5%	Annahme INFRAS
fj	Gesamtwirtschaft: Branchenanteil "Elektrotechnik, Elektronik, Optik", %	5%	Annahme INFRAS
fk	Gesamtwirtschaft: Branchenanteil "Baugewerbe", %	5%	Annahme INFRAS
fl	Gesamtwirtschaft: Branchenanteil "Beratung, Planung, Informatik, Schulung", %	10%	Annahme INFRAS
fm	Gesamtwirtschaft: Branchenanteil "Übrige Dienstleistungsbranche", %	3%	Annahme INFRAS
fn	Gesamtwirtschaft: Branchenanteil "Rest", %	69%	Annahme INFRAS
fo	Gesamtwirtschaft: Importanteil "Elektrizität + Gas", %	20%	Annahme INFRAS
fp	Gesamtwirtschaft: Importanteil "Brennstoffe + Treibstoffe", %	70%	Annahme INFRAS
fq	Gesamtwirtschaft: Importanteil "Maschinen und Fahrzeuge", %	40%	Annahme INFRAS
fr	Gesamtwirtschaft: Importanteil "Elektrotechnik, Elektronik, Optik", %	30%	Annahme INFRAS
fs	Gesamtwirtschaft: Importanteil "Baugewerbe", %	10%	Annahme INFRAS
ft	Gesamtwirtschaft: Importanteil "Beratung, Planung, Informatik, Schulung", %	5%	Annahme INFRAS
fu	Gesamtwirtschaft: Importanteil "Übrige Dienstleistungsbranche", %	5%	Annahme INFRAS
fv	Gesamtwirtschaft: Importanteil "Rest", %	10%	Annahme INFRAS
fw	Neubau/Sanierung: Branchenanteil "Elektrizität + Gas", %	0%	Annahme INFRAS
fx	Neubau/Sanierung: Branchenanteil "Brennstoffe + Treibstoffe", %	0%	Annahme INFRAS
fy	Neubau/Sanierung: Branchenanteil "Maschinen und Fahrzeuge", %	10%	Annahme INFRAS
fz	Neubau/Sanierung: Branchenanteil "Elektrotechnik, Elektronik, Optik", %	5%	Annahme INFRAS
ga	Neubau/Sanierung: Branchenanteil "Baugewerbe", %	50%	Annahme INFRAS
gb	Neubau/Sanierung: Branchenanteil "Beratung, Planung, Informatik, Schulung", %	15%	Annahme INFRAS
gc	Neubau/Sanierung: Branchenanteil "Übrige Dienstleistungsbranche", %	0%	Annahme INFRAS
gd	Neubau/Sanierung: Branchenanteil "Rest", %	20%	Annahme INFRAS
ge	Neubau/Sanierung: Importanteil "Elektrizität + Gas", %	20%	Annahme INFRAS
gf	Neubau/Sanierung: Importanteil "Brennstoffe + Treibstoffe", %	70%	Annahme INFRAS
gg	Neubau/Sanierung: Importanteil "Maschinen und Fahrzeuge", %	40%	Annahme INFRAS
gh	Neubau/Sanierung: Importanteil "Elektrotechnik, Elektronik, Optik", %	30%	Annahme INFRAS
gi	Neubau/Sanierung: Importanteil "Baugewerbe", %	10%	Annahme INFRAS
gj	Neubau/Sanierung: Importanteil "Beratung, Planung, Informatik, Schulung", %	5%	Annahme INFRAS
gk	Neubau/Sanierung: Importanteil "Übrige Dienstleistungsbranche", %	5%	Annahme INFRAS
gl	Neubau/Sanierung: Importanteil "Rest", %	20%	Annahme INFRAS
gm	Preis Erdgas, Fr./GJ (verwendet für Analysejahr 2012)	26.4	Energiestatistik 2011
gn	Preis Heizöl, Fr./GJ (verwendet für Analysejahr 2012)	25.7	Energiestatistik 2011

## Anhang 2: Teilnehmerliste Expertenworkshop

Karin Scheidegger	Stv. Fachstellenleiterin Energiefachstelle, Amt für Umweltkoordination und Energie Kanton Bern
Myriam Garbely	Adjointe scientifique, office cantonal de l'énergie (OCEN) canton de Genève
Christoph Gmür	Leiter Energietechnik, Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL) Kanton Zürich
Guido Scheiber	Amtsvorsteher, Amt für Energie Kanton Uri
Thomas Jud	Leiter Bereich Kantone, Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK, Bundesamt für Energie BFE, Sektion Gebäude
Martin Jakob	Executive partner, TEP Energy GmbH
Rieska Dommann	Mitglied der Geschäftsleitung, Martinelli + Menti AG
Martin Ménard	Mitglied der Geschäftsleitung, Lemon Consult GmbH
Donald Sigrist	Projektleiter, INFRAS
Stefan Kessler	Bereichsleiter und Partner, INFRAS

## Anhang 3: Literatur

BAFU 2012: Verordnung über die Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen (CO<sub>2</sub>-Verordnung), erläuternder Bericht zum Anhörungsentwurf vom 11. Mai 2012

BFE 2012: Schweizerische Gesamtenergiestatistik 2011. Bundesamt für Energie.

BFE/EnDK 2012: Stand der Energiepolitik in den Kantonen 12. Bundesamt für Energie, Konferenz Kantonaler Energiedirektoren.

BFE 2011: Analyse des schweizerischen Energieverbrauchs 2000 - 2010 nach Verwendungszwecken. Bundesamt für Energie.

BFE/EnDK 2007: Harmonisiertes Fördermodell der Kantone (HFM 2007). Bundesamt für Energie, Konferenz Kantonaler Energiedirektoren.

BR 2012: Erste Massnahmen Energiestrategie 2050, Faktenblatt 1 des Bundesrats, 18.4.2012.

CCRS 2012: Anreize und Hemmnisse für energetische Sanierungen. A. Wiencke, E. Meins, Center for Corporate Responsibility and Sustainability (CCRS, Universität Zürich), im Auftrag der Energieforschung Stadt Zürich.

CCRS/ZKB 2010: Der Nachhaltigkeit von Immobilien einen finanziellen Wert geben – der Minergie-Boom unter der Lupe. Center for Corporate Responsibility and Sustainability (CCRS, Universität Zürich), Zürcher Kantonalbank (ZKB).

CEPE/TEP 2012: An Analysis of Investment Decisions for Energy-Efficient Renovation of Multi-Family Buildings, Centre for Energy Policy and Economy (CEPE, ETH Zürich), TEP Energy, im Auftrag des Bundesamts für Energie.

CEPE/TEP 2008: Grundlagen zur Wirkungsabschätzung der Energiepolitik der Kantone im Gebäudebereich. M. Jakob, Centre for Energy Policy and Economy (CEPE, ETH Zürich), TEP Energy.

CEPE 2002: Grenzkosten bei forcierten Energie-Effizienzmassnahmen in Wohngebäuden. Centre for Energy Policy and Economy (CEPE, ETH Zürich), im Auftrag des Bundesamts für Energie.

EnDK 2011: Energiepolitik der EnDK, Eckwerte und Aktionsplan. Positionspapier, verabschiedet an der Generalversammlung der EnDK vom 2. September 2011 in Zürich.

EnDK/EnFK 2008: Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKE), Ausgabe 2008. Konferenz Kantonaler Energiedirektoren, Konferenz Kantonaler Energiefachstellen.

INFRAS 2013: Globalbeiträge an die Kantone nach Art. 15 EnG, Wirkungsanalyse kantonaler Förderprogramme, Ergebnisse der Erhebung 2012. INFRAS, im Auftrag des Bundesamtes für Energie.

INFRAS 2011a: Wirkungsanalyse EnergieSchweiz 2010. Wirkungen der freiwilligen Massnahmen und der Förderaktivitäten von EnergieSchweiz auf Energie, Emissionen und Beschäftigung. INFRAS, im Auftrag des Bundesamtes für Energie.

INFRAS 2011b: Evaluation Energie-Coaching. INFRAS, im Auftrag des Umwelt- und Gesundheitsschutz der Stadt Zürich.

INFRAS 2010: Zürich Green Region – Analyse und Stärkung von Standortqualitäten im Bereich Cleantech. INFRAS, im Auftrag der Metropolitan Konferenz Zürich.

INFRAS 2008: Wirkung kantonaler Energiegesetze, Analyse der Auswirkungen gemäss Art. 20 EnG, Aktualisierung für das Jahr 2007. INFRAS, im Auftrag des Bundesamtes für Energie.

INFRAS 2003: Wirkungen der kantonalen Energievorschriften im Gebäudebereich im Jahr 2002. INFRAS, im Auftrag des Bundesamtes für Energie.

INFRAS 2002: Wirkungsanalyse kantonale Energiegesetze im Jahr 2001, Kurzbericht. INFRAS, im Auftrag des Bundesamtes für Energie.

Kiss/Neij/Jakob 2012: Heat Pumps: A Comparative Assessment of Innovation and Diffusion Policies in Sweden and Switzerland. Kiss, B.; Neij, L.; Jakob, M.

Prognos 2007: Der Energieverbrauch der Privaten Haushalte, 1990 – 2035. Im Auftrag des Bundesamtes für Energie.

SKR 2012: Schlussbericht Gebäudeprogramm 2006-2009. Stiftung Klimarappen.

TEP Energy 2012: Der Gebäudepark in der Stadt Zürich, Forschungsprojekt FP-2.1. TEP Energy, im Auftrag von Energieforschung der Stadt Zürich.

Wüest&Partner 2012: Perspektiven für den Bau- und Immobilienmarkt 2013, Präsentation ProKlima-Tag 2012 (6. November 2012), Patrick Schnorf, Wüest&Partner.











**EnergieSchweiz**

Bundesamt für Energie BFE, Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen · Postadresse: CH-3003 Bern  
Tel. 031 322 56 11, Fax 031 323 25 00 · [contact@bfe.admin.ch](mailto:contact@bfe.admin.ch) · [www.energie-schweiz.ch](http://www.energie-schweiz.ch)

Vertrieb: Bundesamt für Energie BFE, CH-3003 Bern · [www.energie-schweiz.ch](http://www.energie-schweiz.ch) / 07.13 / 150