

Juli 2008

# **Wirkung kantonaler Energiegesetze**

Analyse der Auswirkungen  
gemäss Art. 20 EnG,  
Aktualisierung für das Jahr 2007

**Auftraggeber:**

Bundesamt für Energie BFE, 3003 Bern

**Auftragnehmer:**

INFRAS AG, Postfach, 8045 Zürich

**Autoren:**

Stefan Kessler

Florian Kasser

**Begleitgruppe:**

Konferenz kantonaler Energiefachstellen, Arbeitsgruppe Erfolgskontrolle

**Titel:**

WIRKUNG KANTONALER ENERGIEGESETZE

Analyse der Auswirkungen gemäss Art. 20 EnG, Aktualisierung für das Jahr 2007

**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) / 07.08 / 300

# Inhaltsverzeichnis

<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>4</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>7</b>
<b>2 Untersuchungsgegenstand, Methodik</b> .....	<b>7</b>
2.1 Untersuchungsgegenstand .....	7
2.2 Methodik .....	9
2.2.1 Abgrenzung der Energiewirkung durch die Basisvorschriften .....	10
2.2.2 Methodische Anpassungen gegenüber der Wirkungsanalyse 2002 .....	11
<b>3 Entwicklung der Rahmenbedingungen seit 2002</b> .....	<b>13</b>
3.1 Beschreibung und Würdigung der Einflussfaktoren .....	13
3.1.1 Internationale Rahmenbedingungen .....	13
3.1.2 Nationale Rahmenbedingungen .....	14
3.1.3 Kantonale Rahmenbedingungen .....	16
3.2 Auswirkungen auf das quantitative Schätzmodell .....	17
<b>4 Wirkung der Energievorschriften im Gebäudebereich</b> .....	<b>18</b>
4.1 Energetische Wirkungen .....	18
4.1.1 Wirkung durch im Jahr 2007 realisierte Bauten .....	18
4.1.2 Vergleich der Ergebnisse für das Jahr 2002 und 2007 .....	19
4.1.3 Kumulierte Wirkung der seit 1980 neu erstellten oder umfassend sanierten Bauten und Gesamtwirkung im Berichtsjahr 2007 .....	20
4.2 Wirtschaftliche Auswirkungen .....	21
4.2.1 Ausgelöste Investitionen .....	21
4.2.2 Beschäftigungswirkungen .....	22
4.3 Auswirkungen auf CO <sub>2</sub> -Emissionen und wichtige Luftschadstoffe .....	22
4.4 Potenzial MuKE n 2008 .....	23
4.4.1 Annahmen .....	23
4.4.2 Energiewirkungen MuKE n 2008 bei Wärmeschutz und haustechnischen Anlagen .....	24
4.4.3 Zusätzliche Effekt der MuKE n 2008 .....	25
<b>5 Weitere Wirkungen</b> .....	<b>25</b>
<b>6 Fazit</b> .....	<b>29</b>
<b>7 Literatur</b> .....	<b>31</b>
Annex 1: Energiebezugsfläche 2007 .....	32
Annex 2: Stand der kantonalen Energievorschriften Ende 2007 .....	33
Annex 3: Modellannahmen im Bereich Basisvorschriften .....	34
Annex 4: Übersicht der spezifischen Energiewirkungen .....	40
Annex 5: Spezifische Mehrinvestitionen .....	41
Annex 6: Branchenaufteilung der Mehrinvestitionen .....	42
Annex 7: Hochrechnungen der energetischen Wirkungen .....	43
Annex 8: Hochrechnungen Investitionen .....	44

## Zusammenfassung

Der Bund ist gesetzlich verpflichtet, regelmässig die Wirksamkeit der im Energiegesetz verankerten Massnahmen zu prüfen. Betroffen sind auch die an die Kantone delegierten Massnahmen. INFRAS hat im Auftrag des BFE bereits 2001 und 2002 erste Grobschätzungen zur Wirkung der kantonalen Energievorschriften im Gebäudebereich durchgeführt (INFRAS 2002, INFRAS 2003). Der vorliegende Bericht stellt eine Aktualisierung für das Berichtsjahr 2007 dar.

Gegenstand der Untersuchung sind die kantonalen gesetzlichen Bestimmungen mit Auswirkungen auf den Energieverbrauch. Die Wirkungen erfolgen zum Teil ganz direkt, wie z.B. bei den kantonalen Vorschriften im Gebäudebereich. Sie können aber auch indirekt anfallen, wie z.B. bei der kantonalen Raumplanung. Die Wirkungen werden oft durch das Zusammenspiel mehrerer Akteure erzielt wie z.B. Kantone, Bund, SIA und Privatwirtschaft. Da methodisch eine Aufteilung nicht möglich ist, sind die Wirkungen jeweils als Gesamtwirkung aller Akteure zu verstehen.

Die Methodik der Wirkungsabschätzung lehnt stark an die Untersuchungen der Jahre 2001 und 2002 an. Wie in den Vorjahren konzentriert sich die Quantifizierung der Wirkungen auf ausgewählte Massnahmen der kantonalen Energievorschriften im Gebäudebereich (MuKE 2000 Basismodul, Modul 2, Modul 3). Die quantitativen Annahmen für das Wirkungsmodell basieren einerseits auf Bottom-up Betrachtungen im Rahmen von Experteneinschätzungen. Im Rahmen einer Paralleluntersuchung (Jakob M. 2008) erfolgte eine Zusammenstellung von empirischen Daten zur Entwicklung der Bauteilqualitäten und Feuerungsnutzungsgraden in der Schweiz und in ausgewählten europäischen Ländern. Die Resultate der Erhebung liefern eine Top-down Schätzung zur erfolgten Entwicklung. Die quantitativen Annahmen für das Wirkungsmodell sind eine Synthese dieser zwei Betrachtungsweisen.

Im Vergleich zur Methodik für das Berichtsjahr 2002 wurden verschiedene Daten des Wirkungsmodells aktualisiert (Entwicklung der Energiebezugsfläche, Strukturdaten zu Bevölkerung und Arbeitsplätze sowie jährliche mittlere Sanierungsrate der Gebäude). Weiter wurde der aktuelle Stand des Vollzugs der energetischen Vorschriften in den Kantonen nachgeführt: Waren es im Jahr 2002 noch 11 Kantone, die das Basismodul MuKE umsetzten, so sind es im Jahr 2008 25 Kantone. Bei Modul 2 sind es 16 Kantone im Vergleich zu 8 Kantonen im Jahr 2002.

Ebenfalls berücksichtigt wurde die Entwicklung internationaler, nationaler und kantonaler Rahmenbedingungen im Energiebereich im Zeitraum 2002 bis 2007 und ihr Einfluss auf die energetische Qualität im Gebäudebereich. Als wichtigste Treiber in diesem Zeitraum werden die gestiegenen Energiepreise, Verbesserungen im Vollzug bezüglich Berücksichtigung von Wärmebrücken sowie technologische Fortschritte im Feuerungsbereich (z.B. kondensierende Heizölkessel) identifiziert. Die Erhebungen in Jakob M. (2008) für das internationale Umfeld zeigen, dass lokale Vorschriften je nach Technologie unterschiedlich relevant sind, insgesamt aber ein wichtiger Treiber für die Verbesserungen der energetischen Gebäudequalität sind.

Gegenüber der autonomen Entwicklung ohne vergleichbare gesetzliche Vorschriften im Gebäudebereich werden durch die im Jahr 2007 neu erstellten oder energetisch umfassend sanierten Gebäude jährlich rund 3.1 PJ/a eingespart. Die meisten Einsparungen sind auf die Basisvorschriften zurückzuführen. Eine Differenzierung nach Gebäudetypen zeigt, dass vor allem im Wohnbereich eingespart wird (Tabelle 1).

	Basisvorschriften	MuKEn Modul 2: Erweiterte Anforderungen Neubauten	MuKEn Basismodul / Teil D: VHKA in Neubauten	MuKEn Modul 3: Nachrüstung VHKA	Total (gerundet)
<b>Energetische Wirkungen 2007 in TJ/a</b>					
Wohnbauten	1'700	270	69	0	2'040
Dienstleistungen	660	58	3	0	720
Industrie	290	22	0	0	310
<b>Total (gerundet)</b>	<b>2'650</b>	<b>350</b>	<b>70</b>	<b>0</b>	<b>3'070</b>

*Tabelle 1: Jährliche Wirkung der Energievorschriften durch im Berichtsjahr 2007 realisierte Neubauten und Sanierungen.*

Der Vollzug der kantonalen Energiegesetze im Gebäudebereich hat positive wirtschaftliche Folgen. Im Vergleich zur Entwicklung ohne Vorschriften wurden im Jahr 2007 Zusatzinvestitionen in der Grössenordnung von rund 2.5 Mia CHF ausgelöst. Praktisch alle diese Investitionen erfolgen für Massnahmen, die bei den heutigen Energiepreisen über die Lebensdauer gerechnet wirtschaftlich sind. Daraus resultiert ein Netto-Beschäftigungseffekt von rund 10'700 Personenjahren. Am meisten profitiert die Baubranche, gefolgt von der Beratungs- und Planungsbranche. Auch hinsichtlich der Umweltqualität wirken sich die Energievorschriften positiv aus: im Jahr 2007 wurden 290'000 t CO<sub>2</sub> weniger emittiert, was rund 0.6% des gesamtschweizerischen Ausstosses entspricht.

Im Vergleich zum Berichtsjahr 2002 steigt die energetische Wirkung um rund 3%. Allerdings ist zu beachten, dass im Zeitraum 2002 bis 2007 die spezifische Wirkung der Energievorschriften eigentlich abgenommen hat. Die Zunahme um rund 3% ist die Folge des Wachstums zweier Mengenparameter im Wirkungsmodell. Einerseits hat sich das Mengengerüst für die Energiebezugsfläche bei Neubauten und Sanierungen vergrössert. Andererseits ist die Umsetzung der MuKEn in den Kantonen in diesem Zeitraum wie erwähnt deutlich fortgeschritten. Wäre einzig die Entwicklung der flächenspezifischen Wirkungen der Vorschriften berücksichtigt worden (d.h. gleichbleibendes Mengengerüst), so hätten die Einsparungen im Zeitraum 2002 bis 2007 um 15% abgenommen. Dies wegen der Annahme von fortschreitenden Verbesserungen im autonomen Szenario und der damit verbundenen Erosion der Wirkung bei unveränderten Energievorschriften.

Zum ersten Mal erfolgte auch eine Schätzung zur kumulierten Energiewirkung des Vollzugs von Energievorschriften seit ihrer Einführungen in den achtziger Jahren und den heute anhaltenden Wirkungen aus in früheren Jahren erstellten Bauten. Aufgrund der weitgehend fehlenden Datengrundlagen zur effektiven Entwicklung der Wirkungen über den Zeitablauf stützt die Berechnung auf stark vereinfachte Annahmen ab: die Energiebezugsfläche und die spezifische energetische Wirkung wurden auf der Basis von vorhanden Daten bis zum Jahr 1980 linear zurück extrapoliert. Es ergibt sich eine Gesamtwirkung im Jahr 2007 (inkl. anhaltende Wirkungen aus den seit 1980 neu erstellten oder energetisch sanierten Bauten) in der Grössenordnung von 53 PJ/a. Damit würde heute der Verbrauch für Heizwärme und Warmwasser im Gebäudebereich ohne die seit den 80er-Jahren vollzogenen Energiegesetze rund 15 bis 20% höher liegen. Zum Vergleich: Insgesamt 327 PJ wurden im Jahr 2006 für Raumwärme und Warmwasser aufgewendet, was wiederum ca. 37% des gesamten Endenergieverbrauchs der Schweiz von rund 888 PJ entspricht (BFE 2008). Die kumulierte Gesamtwirkung der Energievorschriften als Integral der Jahreswirkungen über den Zeitraum 1980 bis 2007 wird auf rund 470 PJ geschätzt.

Die Energiegesetze der Kantone entfalten aber auch ausserhalb des Gebäudebereichs bedeutende Wirkungen, die in der vorliegenden Studie nicht quantifiziert wurden. So z.B. durch die Unterstützung von freiwilligen Massnahmen (z.B. MINERGIE), Vorschriften im Bereich Grossverbraucher, Raumplanung, direkte Förderung im Bereich Energieeffizienz und erneuerbare Energien, sowie diverse weitere Massnahmen.

Im Hinblick auf ihre geplante Umsetzung wurde auch das energetische Potenzial der MuKEn 2008 ganz grob geschätzt. Berücksichtigt man nur die energetische Wirkung des Basismoduls, so liegt das Wirkungspotenzial der neuen Vorschriften bei rund 4.2 PJ (jährliche Einsparung der im Berichtsjahr realisierten Neubauten und Sanierungen auf der Basis des Mengengerüsts für das Jahr 2007). Wie Figur 1 zeigt, würde dies eine deutliche Steigerung (35%) der Energiewirkung im Vergleich zum Berichtsjahr 2007 ergeben.



*Figur 1: Vergleich der energetischen Wirkung in den Berichtsjahren 2002 und 2007 mit dem Potenzial der MuKEn 2008*

Bedeutende Wirkungen die aus weiteren Neuerungen der MuKEn 2008 hervorgehen, wie z.B. die flächendeckende Umsetzung von Anforderungen an Grossverbraucher, Einführung des Gebäudeenergieausweises und neue Zusatzmodule, sind in den oben ausgewiesenen Zahlen noch nicht berücksichtigt.

Die Resultate zeigen, dass ohne weitere Verschärfung der Vorschriften eine zunehmende Erosion der Wirkung durch den Vollzug von Energievorschriften stattfinden würde. Dem kann mit einer breiten Umsetzung der Bestimmungen gemäss MuKEn 2008 wirksam entgegen gewirkt werden.

# 1 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 2001 und 2002 erste Grobschätzungen zur Wirkung der kantonalen Energievorschriften im Gebäudebereich durchgeführt<sup>1</sup>. Der Bericht für das Jahr 2002 konzentrierte sich auf die realisierten Massnahmen der Kantone bezüglich Artikel 9 EnG. Dabei wurden die Massnahmen der Kantone in den Bereichen Wärmedämmvorschriften und der verbrauchsabhängigen Heizkostenabrechnung (VHKA) untersucht. Die Haustechnikvorschriften und Massnahmen zur Umsetzung der Art. 6 und 7 wurden nicht analysiert, da zuverlässige Abschätzungen zu aufwändig gewesen wären.

Der vorliegende Bericht stellt eine aktualisierte Abschätzung für das Jahr 2007 dar, basierend auf dem Bericht und den Erfahrungen aus dem Jahr 2002. Das Berichtsjahr 2007 wurde gezielt gewählt, um eine Momentaufnahme des Stands vor der Umsetzung der neuen Musterverordnung der Kantone im Energiebereich (MuKE n 2008) und der damit verbundenen Anpassung der Norm SIA 380/1 zu erhalten.

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

## 2 Untersuchungsgegenstand, Methodik

### 2.1 Untersuchungsgegenstand

Gegenstand der Untersuchung sind die kantonalen gesetzlichen Bestimmungen mit Auswirkungen auf den Energieverbrauch. Die Wirkungen erfolgen zum Teil ganz direkt, wie z.B. bei den kantonalen Vorschriften im Gebäudebereich. Sie können aber auch indirekt anfallen, wie z.B. bei der kantonalen Raumplanung.

Bei den Wirkungen ergeben sich Überschneidungen mit den Anstrengungen des Bundes wie z.B. dem Programm EnergieSchweiz oder mit Akteuren der Wirtschaft wie z.B. dem SIA. Die ausgewiesenen Wirkungen können deshalb nicht *ausschliesslich* den Kantonen zugerechnet werden. Im Folgenden werden nur Massnahmen einbezogen, bei denen die Kantone die Hauptakteure sind. Da die Aufteilung nicht möglich ist, **sind die nachstehend ausgewiesenen Wirkungen immer als die gemeinsame Wirkung aller beteiligten Akteure zu verstehen**. Der Fokus der quantitativen Wirkungsabschätzung liegt im Folgenden wegen methodischen Einschränkungen auf den kantonalen Energievorschriften im Gebäudebereich.

<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

Für die Analyse der Auswirkungen werden die gleichen Massnahmenkategorien unterschieden wie in INFRAS (2003), namentlich:

- Basisvorschriften
- Verbrauchsabhängige Heiz- und Warmwasserkostenabrechnung (VHKA) in Neubauten (Basismodul MuKEn, Teil D)
- Modul 2 MuKEn (Höchstanteil für nichterneuerbare Energien in Neubauten)
- VHKA in bestehenden Bauten (MuKEn Modul 3)

Nachstehend finden sich Erläuterungen zu den einzelnen Kategorien.

#### **Basisvorschriften:**

Hier werden alle Vorschriften in den Bereichen Wärmeschutz und haustechnische Anlagen berücksichtigt, welche in den Anforderungen bis zum Basismodul der MuKEn 2000 reichen. Darunter fallen z.B. die Empfehlung SIA 180/1, die Norm SIA 380/1 aber auch Vorschriften betreffend Wassererwärmer und -speicher, WRG-Pflicht, Drehzahlregelung von Umwälzpumpen und Lüftungstechnische Anlagen. Neben den heute aktuellen Vorschriften sind auch solche erfasst, die früher einmal von Bedeutung waren, heute aber auf Grund der technologischen Entwicklungen und Baukultur überholt sind und deshalb nicht mehr vollzogen werden (sog. Selbstläufer).

#### **Basismodul MuKEn, Teil D / VHKA in Neubauten:**

Teil D des Basismodul MuKEn legt fest, dass in Neubauten ab 5 Nutzeinheiten eine individuelle Erfassung und Abrechnung der Heizungs- und Warmwasserkosten erfolgen muss.

#### **MuKEn Modul 2:**

Das Modul 2 der MuKEn legt weitergehende Anforderungen für Neubauten fest und schreibt vor, dass maximal 80% des gesetzlich erlaubten Grenzwerts für den Wärmebedarf für Heizung und Warmwasser aus nicht erneuerbaren Energieträgern gedeckt werden dürfen.

#### **VHKA in bestehenden Bauten:**

MuKEn Modul 3 umfasst eine Ausrüstungspflicht für bestehende Gebäude zwecks verbrauchsabhängiger Heizungs- und Warmwasserkostenabrechnung.

Die nachfolgende Tabelle zeigt eine Übersicht der berücksichtigten Massnahmen.

Bereich	Basisvorschriften		MuKEn Basismodul Teil D	MuKEn Modul 2	MuKEn Modul 3
	Wärmeschutz in Gebäuden	Haustechnische Anlagen	VHKA in Neubauten	Höchstanteil für nicht erneuerbare Energien in Neubauten	VHKA in bestehenden Bauten
Massnahmen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• „Historische“ Selbstläufer</li> <li>• Div. Detailvorschriften</li> <li>• SIA 180/1</li> <li>• MVO 92</li> <li>• SIA 380/1: 1988, 2001, 2007</li> <li>• MuKEn Basismodul Teil B (SIA 380/1, Kühlräume, Gewächshäuser etc.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Luftreinhaltverordnung</li> <li>• Div. Detailvorschriften</li> <li>• MuKEn Basismodul Teil C: (Wassererwärmer, Dämmung/Rohre, Vorlauftemperaturen, WRG-Pflicht, Lüftungstechnische Anlagen)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausrüstungspflicht ab 5 Nutzeinheiten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erweiterte Anforderungen bei Neubauten (max. 80% des zulässigen Wärmebedarfs für Heizung und Warmwasser mit nicht erneuerbaren Energien gedeckt )</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nachrüstung VHKA in bestehenden Gebäuden (ab 5 Nutzeinheiten)</li> </ul>

*Tabelle 2: Berücksichtigte Massnahmen*

Die Wirkungen der Vorschriften im Bereich der Elektrizität konnte wegen fehlenden Grundlagendaten nicht erfasst werden.

## 2.2 Methodik

Das Unterfangen, die Wirkung von Vorschriften über einen längeren Zeitraum zu erfassen, stösst rasch an methodische Grenzen. Das Hauptproblem besteht im vorliegenden Fall darin, dass der Vollzug der kantonalen Energiegesetze in einem dynamischen und komplexen Umfeld erfolgt. Die Wirkung der gesetzlichen Vorschriften lässt sich nicht auf einfache Weise trennen von den Wirkungen der Marktkräfte (z.B. Energiepreise, technologische Entwicklung), der anderen Akteure (z.B. Berufs- und Branchenverbände, EnergieSchweiz, private und institutionelle Investoren) und der Umfeldfaktoren (z.B. internationale Energie- und Klimapolitik, freiwillige Massnahmen). Ein Beispiel dafür ist z.B. die Luftreinhalteverordnung (LRV): Nachdem Anfang der 80er-Jahre erste Kantone Pilotarbeit im Bereich von Luftreinigungsmassnahmen geleistet haben, ist der Bund gedrängt, eine nationale Regelung einzuführen. Dazu wird im Jahr 1985 die LRV geschaffen. In der Folge wird der Vollzug den Kantonen übertragen, die damit die Massnahmen umsetzen. Ähnlich wie in diesem Beispiel sind auch bei anderen gesetzlichen Regelungen eine Vielzahl von Treibern und Akteuren vorhanden, die z.T. eine wesentliche Rolle bei der Einführung der entsprechenden Gesetze geführt haben. Die Wirkung lässt sich jedoch nicht methodisch sauber auftrennen. Eine weitere Schwierigkeit liegt darin, dass nur wenig empirisch gestützte Erhebungen zu den relevanten Grössen verfügbar sind, insbesondere zur Entwicklung der energetischen Qualität des Gebäudeparks seit 2002.

Das methodische Konzept knüpft eng an die Arbeiten im Jahr 2002 an (INFRAS 2003). Es stützt damit bei den quantitativen Annahmen stark auf Experteneinschätzungen ab. Im Rahmen eines Workshops mit Kantonsvertretern, externen Experten des CEPE der ETH Zürich und INFRAS wurden die quantitativen Annahmen zur Entwicklung der energietechnischen Ausführungsqualität von Neubauten und Sanierungen seit 2002 diskutiert und plausibilisiert. Dabei wurden relevante Einflussfaktoren identifiziert und ihr Einfluss quantifiziert (vgl. Kapitel 3).

Um die in der vorliegenden Studie dargestellten quantitativen Wirkungsannahmen besser abzustützen wurde eine ergänzende Analyse durchgeführt um vorhandene Empirie aus der Schweiz und aus europäischen Ländern zusammenzutragen und zu dokumentieren (Jakob M. 2008). Dabei wurde anhand von Daten für die Schweiz und für ausgesuchte europäische Länder (D, F, GB) untersucht, wie sich die Bauteilqualitäten (U-Werte von Fenstern, Dämmstärken) und Nutzungsgrade der Feuerungen im Zeitablauf entwickelt haben. Durch den Vergleich mit der Entwicklung der lokalen Gesetzgebung können Hinweise zur Durchlässigkeit der Märkte für energietechnische Innovationen (autonome Entwicklung) und den Einfluss der lokalen Gesetzgebung gewonnen werden.

Die Erkenntnisse aus der Vorläuferstudie (INFRAS 2003), dem Expertenworkshop und der Parallelstudie bilden die Grundlage für die nachfolgend dargestellten Annahmen zu den Wirkungsparametern. Die hier präsentierten quantitativen Resultate sind als Schätzungen zu verstehen, welche die Grössenordnungen der Wirkungen aufzeigen. Ein deutlich belastbareres Resultat würde umfangreiche empirische Erhebungen voraussetzen, wie sie im Rahmen dieser Arbeit nicht geleistet werden konnten.

Aufgrund der methodischen Schwierigkeiten beschränkt sich die Quantifizierung der Wirkungen wie in den Vorjahren auf die kantonalen Energievorschriften im Gebäudebereich, und auch dort auf ausgewählte Massnahmen (MuKE Basismodul, Modul 2, Modul 3). Diese sind nur ein Teil der Wirkungen der kantonalen Energiegesetze. Im Kapitel 5 werden die Wirkungen von weiteren Massnahmen im Rahmen der kantonalen Energiegesetze qualitativ dargestellt.

### 2.2.1 Abgrenzung der Energiewirkung durch die Basisvorschriften

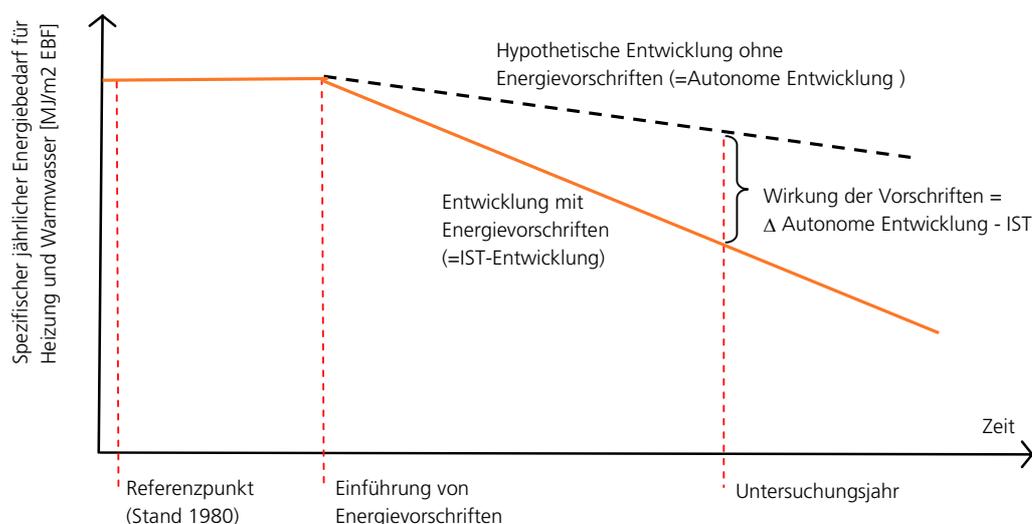
Die Abgrenzung der im vorliegenden Bericht ausgewiesenen **Energiewirkung durch die Basisvorschriften** für das Berichtsjahr 2007 wird in Figur 2 schematisch illustriert. Im Folgenden sind die verwendeten Begriffe kurz erläutert:

Als **Referenzpunkt** wird die energetische Qualität von Gebäuden im Jahr 1980 verwendet. Dies entspricht im Wesentlichen dem Zustand vor der Einführung von Energievorschriften im Gebäudebereich. Ausgehend vom Referenzpunkt werden zwei Entwicklungspfade unterschieden.

Zum Einen wird eine hypothetische Entwicklung des spezifischen jährlichen Energieverbrauchs der Gebäude pro m<sup>2</sup> EBF verwendet, wie sie in Abwesenheit von kantonalen Energiegesetzgebungen stattgefunden hätte und unter der Annahme, dass der Bund die entsprechenden Massnahmen nicht direkt umgesetzt hätte. Diese wird als **autonome Entwicklung** bezeichnet, weil sie nicht durch Vorschriften, sondern allein durch die Marktkräfte (Energiepreise, technologischer Fortschritt, Know-how Diffusion aus dem Ausland, usw.) gesteuert wird. Marktkräfte werden dabei im weitesten Sinn verstanden, also beispielsweise inklusive der Aktivitäten der Intermediäre wie Branchen- und Berufsverbände (namentlich des SIA). Der autonome Wert bezeichnet den Durchschnitt für die im Berichtsjahr neu erstellten oder umfassend energetisch sanierten Gebäude in Absenz der Vorschriften. Nicht berücksichtigt in den nachfolgend ausgewiesenen Zahlenwerten für die autonome Entwicklung ist die Wirkung des Vereins MINERGIE, welche im Kapitel 5 gesondert erörtert wird.

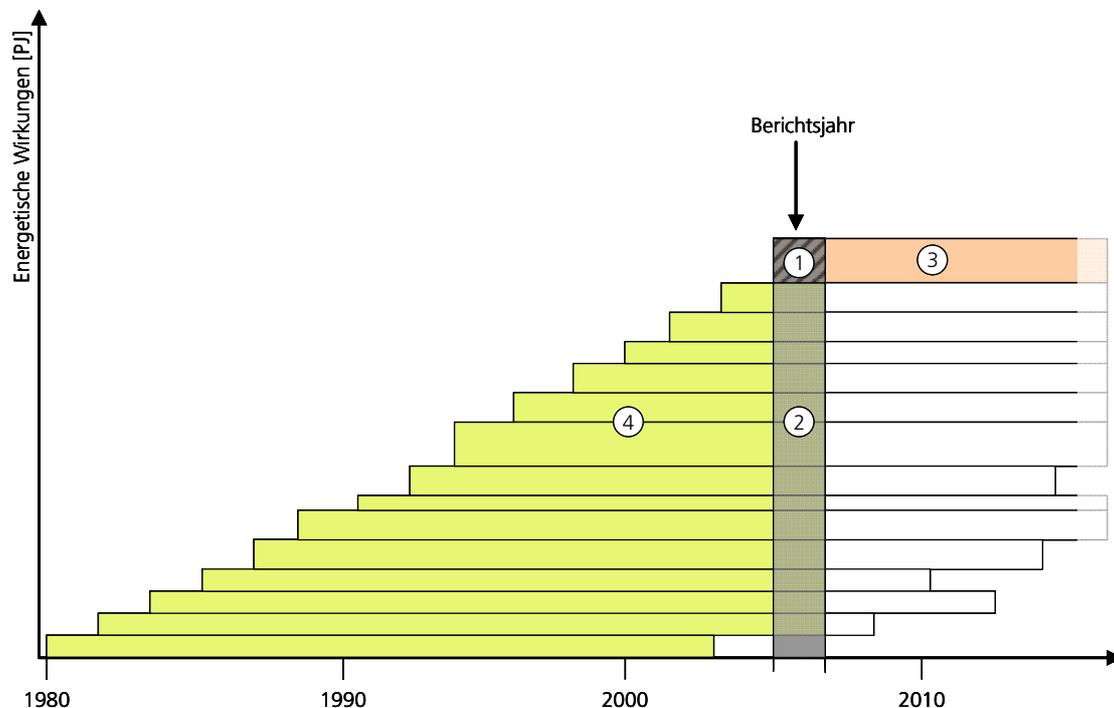
Zum Anderen wird mit der **IST-Entwicklung** der tatsächliche Zustand der energetischen Qualität im Gebäudebereich nachgezeichnet. Der IST-Wert bezeichnet den Durchschnitt für die im Berichtsjahr neu erstellten oder umfassend energetisch sanierten Gebäude als Resultat der Marktentwicklung, wie auch des Vollzugs der in den kantonalen Gesetzgebungen verankerten Bestimmungen. In den ausgewiesenen Zahlenwerten für die IST-Entwicklung sind wiederum die MINERGIE-Bauten nicht eingerechnet.

Die **Wirkung der kantonalen Energievorschriften** ist die Differenz zwischen der autonomen Entwicklung und der IST-Entwicklung in einem bestimmten Untersuchungsjahr, d.h. im vorliegenden Bericht das Jahr 2007. Sie zeigt auf, welche energetischen Einsparungen die Energievorschriften der Kantone bewirkt haben. Die spezifischen Wirkungsfaktoren (Wirkung pro m<sup>2</sup> Energiebezugsfläche) werden einerseits nach Marktbereich (Neubau/Sanierungen), andererseits nach Sektor (Wohnen/Dienstleistung/Industrie) differenziert.



Figur 2: Schematische Darstellung der autonomen Entwicklung, der IST-Entwicklung und der Wirkung der Basisvorschriften

Im vorliegenden Bericht wird die Wirkung der Energievorschriften mit verschiedenen Abgrenzungen betrachtet. Figur 3 zeigt die vier Betrachtungsweisen in der Wirkungsdarstellung. Kapitel 4.1.1 stellt die Resultate entsprechend den Abgrenzungen 1, 2 und 3 dar, während Kapitel 4.1.3 die Wirkung nach Abgrenzung 4 zeigt.



- 1: Zusätzliche Wirkung der Energievorschriften im Berichtsjahr (Wirkung der im Berichtsjahr neu erstellten oder energetisch umfassend sanierten Gebäude)
- 2: Anhaltende Wirkung im Berichtsjahr (= 1 plus anhaltender Wirkung aus den Aktivitäten in Vorjahren)
- 3: Wirkung der im Berichtsjahr neu erstellten oder energetisch umfassend sanierten Gebäude über Lebensdauer
- 4: Kumulierte Wirkung bis Ende Berichtsjahr (gesamthaft seit Einführung der Vorschriften eingesparte Energie)

Figur 3: Betrachtungsweisen in der Wirkungsdarstellung

### 2.2.2 Methodische Anpassungen gegenüber der Wirkungsanalyse 2002

Gegenüber der letzten Wirkungsanalyse (INFRAS 2003) erfolgten folgende Anpassungen:

#### Mengengerüst für Gebäudeflächen

- Die Zahlen zur gesamtschweizerischen Energiebezugsfläche nach Sektoren (Wohnen/Dienstleitungen/Industrie) wurden aktualisiert (Wüest & Partner 2007).
- Die Strukturdaten (BFS-Daten zu Bevölkerung und Arbeitsplätze), welche ermöglichen, die Energiebezugsfläche auf die Kantone umzulegen, wurden auf den neusten Stand gebracht.
- Die Schätzung der jährlichen Sanierungsrate im Wohnbereich wurde aufgrund der neuen Rahmenbedingungen (insb. Energiepreise) leicht nach oben angepasst. Neu wird von einer Sanierungsrate von 0.9% pro Jahr ausgegangen (2002: 0.8%). Die Sanierungsrate im Dienstleistungs- und Industriebereich bleibt unverändert.

### **Nachführung Stand des Vollzugs in den Kantonen**

Eine weitere Anpassung des Mengengerüsts betrifft den Stand der Umsetzung der Energievorschriften in den Kantonen. Seit Ende 2002 wurden die MuKE 2000 fortschreitend umgesetzt, insbesondere das Modul 2 (Höchstanteil an nicht erneuerbare Energie auf 80% des SIA-Grenzwertes). Der aktuelle Stand Ende 2007 gemäss BFE/EnDK (2008) ist wie folgt:

- Basismodul : 25 Kantone / 99.6% der Bevölkerung (2002: 11 Kantone / 46%)
- Modul 2: 16 Kantone / 83% der Bevölkerung (2002: 8 Kantone / 40%)
- Modul 3: 9 Kantone / 39% der Bevölkerung (2002: 7 Kantone / 29%)

Die Kantone mit den strengsten Vorschriften im Jahr 2002 haben diese seither nicht wesentlich weiter verschärft. Es kann daher eine „Konsolidierung“ auf dem Niveau der damals fortschrittlichsten Kantone festgestellt werden. Der aktuelle Stand wurde im Mengengerüst des Wirkungsmodells nachgeführt. Für Details siehe Annex 2.

### **Anpassungen bei den Annahmen für Referenzpunkt, autonome Entwicklung und IST-Wert**

Wie erwähnt wurden ergänzend zu dieser Arbeit empirische Daten zur Entwicklung der energietechnischen Qualität von Gebäudebauteilen (Fenster, Wand, Dach, Boden, etc.) und dem Nutzungsgrad von Feuerungen in einem Parallelauftrag erhoben und analysiert (Jakob M. 2008). Die Erkenntnisse aus der Parallelstudie führten zu einer Anpassung der in der Erhebung 2002 verwendeten Annahmen für Referenzpunkt, autonome Entwicklung und IST-Entwicklung im Bereich der Basisvorschriften (siehe Annex 3). Aus diesem Grund weichen die nachfolgend für das Jahr 2002 ausgewiesenen Ergebnisse von den in INFRAS (2003) dargestellten Zahlen ab und sind nicht mehr vergleichbar. Alle im vorliegenden Bericht dargestellten Resultate für 2002 sind auf die neuen Annahmen nachkalibriert.

### **Entwicklung im Zeitraum 2002 bis 2007**

Die Entwicklung seit 2002 wurde über zwei verschiedene Betrachtungen abgeleitet. Einerseits wurde im Rahmen des durchgeführten Workshops im Sinne einer Bottom-up Betrachtung geschätzt, wie sich wesentliche Einflussfaktoren in diesem Zeitraum auf die Entwicklung im Bereich der Basisvorschriften ausgewirkt haben könnten. Die Erkenntnisse sind im nachfolgenden Kapitel 3 zusammengefasst. Andererseits liefern die aufgrund von Marktdaten erhobenen Entwicklungen im nationalen und internationalen Bereich eine Top-down Einschätzung. Für unser Wirkungsmodell im Bereich der Basisvorschriften können die Top-down Daten allerdings nicht direkt verwendet werden, sondern müssen noch hinsichtlich verschiedener Effekte bereinigt werden, so z.B. betreffend den Einflüssen von MuKE Modul 2 und MINERGIE, die in unserer Arbeit separat ausgewiesen werden. Aus der Überlagerung der Bottom-up und der Top-down Betrachtung wurden schliesslich die quantitativen Annahmen für die Entwicklung im Zeitraum 2002 und 2007 abgeleitet, wie sie im Wirkungsmodell für die Basisvorschriften zur Anwendung kommen (vgl. Annex 3).

# 3 Entwicklung der Rahmenbedingungen seit 2002

## 3.1 Beschreibung und Würdigung der Einflussfaktoren

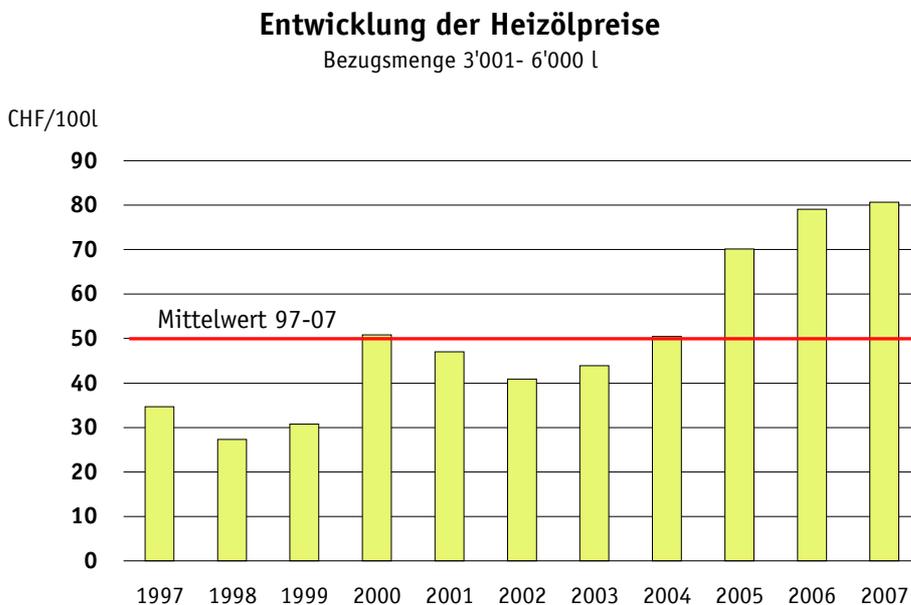
### 3.1.1 Internationale Rahmenbedingungen

#### Energiepreise

Der Zeitraum 2002-2007 ist durch einen starken Anstieg der Energiepreise geprägt. In der Schweiz haben sich zwischen 2002 und 2007 die nominellen Konsumenten-Heizölpreise im Jahresdurchschnitt ungefähr verdoppelt (Figur 4). Der Preis lag 2007 um 60% höher als der Durchschnitt der letzten 10 Jahre. Dazu kommt eine starke Volatilität der Preise, mit Spitzenwerten über 100 CHF/100l. Auch der Gaspreis folgt dieser Entwicklung mit einiger Verzögerung.

Dieser Anstieg führt mutmasslich zu einer erhöhten Sensibilität der Bauträger für energetische Aspekte und begünstigt die Substitutionsbewegung Richtung erneuerbare Energien. Dies trifft vor allem für Neubauten zu. Auf dem Sanierungsmarkt beschleunigt die Perspektive von langfristig hohen Energiepreisen die Sanierungsrate, insbesondere für Wohnbauten.

In Bezug auf die Methodik der vorliegenden Analyse nehmen wir an, dass die autonome Entwicklung in einem stärkeren Ausmass als die IST-Entwicklung beeinflusst wird; wir gehen davon aus, dass der Effekt von hohen Energiepreisen umso höher ausfällt, je schlechter die energetische Qualität der Gebäude ist.



Figur 4 Quelle: BFS/LIK aus Erdölvereinigung (2008)

## Problemwahrnehmung des Klimawandels

Die Schweiz ratifizierte 2003 das Kyoto-Protokoll, das 2005 offiziell in Kraft trat. Mit der Publikation der Stern Review zu den finanziellen Folgen des Klimawandels im Oktober 2006 wurden die ökonomischen Folgen des Klimawandels in der breiten Öffentlichkeit diskutiert. Ende 2007 veröffentlichte das IPCC den 4th Assessment Report. Im Lichte der drastischen Folgen des Klimawandels wird die Staatsgemeinschaft aufgefordert, rasch zu handeln.

Zwischen 2002 und 2007 bekam die Problematik des Klimawandels zunehmend an Resonanz in der Öffentlichkeit. Im Gebäudebereich kann davon ausgegangen werden, dass die Sensibilität von Bau-träger und Eigentümer für Energiefragen dadurch erhöht wurde. Allerdings haben die entscheidenden Entwicklungen erst 2007 oder kurz vorher stattgefunden und die damit verbundenen Erwartungen setzen sich erst allmählich fest. Wir gehen davon aus, dass der Effekt auf die energetische Gebäudequalität auch in der autonomen Entwicklung im Zeitraum 2002 bis 2007 gering ausfällt; es wird deshalb auf eine Quantifizierung der Wirkung durch die Problemwahrnehmung des Klimawandels verzichtet.

## EU-Energiepolitik im Gebäudebereich und internationale Entwicklung der Bauteilqualitäten

2002 wurde die EU-Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (EPBD, 2002/91/EC) verabschiedet. Mit dieser Richtlinie sind die Mitgliedstaaten verpflichtet, bis 2006 verschiedene Elemente auf nationaler Ebene umzusetzen (u.a. Mindestanforderungen an die Energieeffizienz von neuen und teilweise von bestehenden Gebäuden, Einführung eines Energie-Ausweises, periodische Inspektion von Heizkesseln und Klimaanlageanlagen).

Diese Richtlinie führte zu einer Harmonisierung und in vielen Fällen zu einer Verschärfung der nationalen Energiestandards in den EU-Ländern. Die Schärfe der neuen Bestimmungen ist allerdings mit den Schweizer Standards (MuKE Modul 1 und 2) vergleichbar (Rieder et al. 2005). Wir nehmen an, dass im Zeitraum 2002 bis 2007 kein relevanter Spillover-Effekt wegen der EU-Richtlinie stattgefunden hat. Dies einerseits, weil die Einführung der EPBD nicht zu einem grossen Gradienten zwischen der Schweiz und ihren Nachbarländern geführt hat (keine Wirkung auf IST). Andererseits, weil aus empirischen Untersuchungen bekannt ist, dass sich die energietechnischen Qualitäten der Gebäudebauteile (z.B. Fenster) teilweise stark an den nationalen Anforderungen ausrichten (Jakob M. 2008). Dies lässt auf einen beschränkten Einfluss der internationalen Entwicklungen auf die autonome Entwicklung in der Schweiz schliessen. Wir gehen deshalb im Folgenden davon aus, dass der Schweizer Gebäudemarkt kaum von den neuen EU-Bestimmungen tangiert wurde, und dass durch die EU-Richtlinie auch in der autonomen Entwicklung keine deutliche Verbesserung eingetreten ist.

### 3.1.2 Nationale Rahmenbedingungen

#### Diskussion betreffend Einführung einer CO<sub>2</sub>-Abgabe

Energiepolitisch wird auf nationaler Ebene der Zeitraum 2002-2007 durch die anhaltende Diskussion und Unsicherheit betreffend Einführung einer CO<sub>2</sub>-Abgabe auf Brennstoffen geprägt. Der Bundesrat beschliesst im Juni 2005 die Einführung einer Abgabe von 35Fr./t CO<sub>2</sub>, der Beschluss wird später durch das Parlament revidiert. Im Jahr 2007 wird die definitive Einführung per 1.1.2008 beschlossen, mit gestaffelten Abgabebesätzen: Auf der 1. Abgabestufe wird ein Abgabesatz von 12Fr./t CO<sub>2</sub>, entsprechend ca. 3 Rp. /l Heizöl eingeführt.

Da die Abgabe erst Anfang 2008 eingeführt wird, hat die CO<sub>2</sub>-Abgabe keine direkte Relevanz für die vorliegende Wirkungsanalyse. Auch unter Berücksichtigung der Erwartungshaltungen von Investoren und Planern dürfte der Effekt auf den Gebäudemarkt gering sein und ist schwierig zu quantifizieren. Er wird deshalb im Wirkungsmodell 2007 vernachlässigt.

### **Gebäudeprogramm der Stiftung Klimarappen**

In Juni 2006 wurde das Gebäudeprogramm der Stiftung Klimarappen lanciert. Bis Ende 2007 wurden rund 1'200 Sanierungsprojekte berücksichtigt. Per Anfang 2008 wurden die Fördersätze erhöht und die Zutrittsbedingungen erleichtert. Der Effekt auf die mittlere Ausführungsqualität von Sanierungen konnte nicht quantifiziert werden. Wir gehen jedoch davon aus, dass er bis Ende 2007 noch relativ gering sein dürfte, da das Volumen noch klein war. Den Effekt auf das Wirkungsmodell erachten wir deshalb als vernachlässigbar.

### **Verbesserung des Vollzugs Wärmebrücken und Entwicklung der Normen (z. B. SIA 380/1)**

Das BFE veröffentlichte im Jahr 2002 einen umfassenden Wärmebrückenkatalog. Wegen des aufwändigen Vollzugs war die Effektivität der kantonalen Kontrollen zur Einhaltung der Grenzwerte bei den Wärmebrücken jedoch stark eingeschränkt. 2004 erarbeiteten die Kantone deshalb die Checkliste Wärmebrücken und vereinfachten und ergänzten den Wärmebrückenkatalog des BFE. Die ausgefüllte Checkliste muss heute in vielen Kantonen dem Energienachweis beigelegt werden. Durch die Einführung der Checkliste wurde der Vollzug vereinfacht, was die Bauträger dazu zwingt, sich stärker mit den Verlusten durch die Wärmebrücken zu befassen und die Grenzwerte einzuhalten. Wir gehen davon aus, dass der effektivere Vollzug durch die Kantone zu einer realen Senkung des Heizwärmebedarfs bei Neubauten führte, obwohl rechtlich keine Verschärfung der Anforderungen erfolgte. Wir schätzen, dass diese verbesserte Berücksichtigung der Wärmebrücken im Systemnachweis eine Abnahme des spezifischen Heizwärmebedarfs bei Neubauten um rund 3% mit sich bringt (Schätzung der Expertengruppe). Dieser Wert wird im Wirkungsmodell 2007 aufgenommen (Effekt auf IST). Bei Sanierungen ist der Effekt kleiner, da nur der Grenzwert relevant ist und die konstruktiven Freiheiten oft stark eingeschränkt sind. Deshalb vernachlässigen wir die Wirkung im Sanierungsfall.

Die Revision 2007 der SIA 380/1 berichtigt diverse kleinere Unstimmigkeiten im Rechenverfahren der Version 2001; sie bezweckt Vereinfachungen im Nachweis und damit auch im Vollzug (z.B. wird der Einzelbauteilnachweis auch für Neubauten zulässig). Die neue Fassung ist seit dem 1. Juli 2007 gültig und in den ersten Kantonen seit dem 1. Januar 2008 verpflichtend. SIA 380/1:2007 sieht explizit keine deutliche Verschärfung der Grenzwerte vor. Durch die Anpassung des Rechenverfahrens ergibt sich faktisch trotzdem eine leichte Verschärfung, die aber vermutlich nicht zu besseren Bauten, sondern zu stärkerer Ausrichtung der Planungswerte am Grenzwert führte. Dieser Trend wurde bereits früher in Vollzugsuntersuchungen des AWEL beobachtet (AWEL 2005) und wird auch auf zunehmenden Kostendruck im Baugewerbe zurückgeführt. Der Effekt auf den spezifischen Energieverbrauch wird im Wirkungsmodell 2007 vernachlässigt. Als direkte Reaktion auf die strengeren Anforderungen der MuKE n 2008 wurden im Jahr 2008 die Arbeiten für eine weitere Revision der Norm SIA 380/1 gestartet.

Eine Vielzahl von weiteren, bei der SIA 380/1 mitgeltenden, technischen Normen wurden im Zeitraum 2002-2007 angepasst, vor allem auch um die Bestimmungen an die EU-Normen anzugleichen. Wir gehen davon aus, dass diese Änderungen aber keine relevante eigenständige Wirkung entfalten, die in dieser Arbeit zu berücksichtigen ist. Die wesentlichen Änderungen ergeben sich deshalb aus den Anforderungen der Norm SIA 380/1. .

### **Revision Luftreinhalteverordnung und technische Entwicklung der Feuerungen**

Die auf Bundesebene geregelte und durch die Kantone vollzogene Luftreinhalteverordnung hat bei ihrer Einführung dazu geführt, dass der energetische Nutzungsgrad 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).

Während der Periode 2002-2007 wurde die Luftreinhalteverordnung (LRV) zwei Mal revidiert. In der Revision 05 wurden u. a. die Zulassungsbedingungen mit der EU harmonisiert und Sanierungsfristen für nicht-konforme Anlagen eingeführt. Die Revision 07 sieht neue Emissions-Grenzwerte für Grossfeuerungen ab 2007 vor; für neue, automatische Holzfeuerungen zwischen 70 und 500 kW Leistung werden die Grenzwerte erst ab 2012 verschärft.

Im Zeitraum 2002-2007 kann eine leichte Verbesserung des mittleren Feuerungswirkungsgrad über alle Anlagen erwartet werden, sie ist allerdings nicht die Folge der beiden LRV-Revisionen. Vielmehr sollte sich der steigende Anteil der kondensierenden Ölfeuerungen bemerkbar machen (Neubau und Sanierung). Bei den Gasfeuerungen war bereits 2002 ein sehr hoher Anteil der Feuerungen mit Kondensationstechnik ausgerüstet. Die in Jakob M. (2008) dargestellten empirischen Daten deuten darauf hin, dass bei den Feuerungen international relativ einheitliche Nutzungsgrade vorherrschen, insbesondere was Neubauten betrifft. Dies deutet darauf hin, dass der Nutzungsgrad von Feuerungen nur bedingt von den lokalen Vorschriften abhängig und die Durchgängigkeit der Märkte eher hoch ist.

Für das Wirkungsmodell wird angenommen, dass zwischen 2002 und 2007 eine Verbesserung des mittleren Nutzungsgrades um 2% bei der Heizwärme und um 1% beim Warmwasser eingetreten ist. Dies wegen Verbesserungen bei der Feuerungstechnik und insbesondere wegen zunehmenden Marktanteilen von kondensierenden Feuerungssystemen. Diese Werte wurden im Wirkungsmodell sowohl für Wohn-, wie auch für Dienstleistungs- und Industriebauten übernommen. (Bemerkung: Die Auswirkungen der kantonalen energiepolitischen Massnahmen auf den produzierenden Bereich der Industrie sind in Kapitel 5 erörtert).

### **Strategieentscheid Bundesrat und Aktionspläne**

Der Bundesrat beschliesst am 21.2.07 eine Neuausrichtung der Energiepolitik, um die drohende Energielücke zu schliessen. Die Strategie stützt sich auf vier Säulen: Energieeffizienz, erneuerbare Energien, Grosskraftwerke und Verstärkung der internationalen Zusammenarbeit. Das UVEK erarbeitet in der Folge bis Ende 2007 Aktionspläne zu Energieeffizienzmassnahmen und zur Förderung der erneuerbaren Energien mit konkreten Vorschlägen auf Gesetzes- und Verordnungstufe sowie die Strategie für eine verstärkte Energieausserpolitik. Die Aktionspläne wurden am 20.2.08 vom Bundesrat verabschiedet. Unter anderem erfolgt eine Empfehlung an die Kantone zur Verschärfung der MuKEn.

#### **3.1.3 Kantonale Rahmenbedingungen**

##### **Mustervorschriften der Kantone im Gebäudebereich (MuKEn), freiwillige Massnahmen**

Die Verabschiedung der MuKEn 2000 hat einen fortschreitenden Prozess zur Harmonisierung der kantonalen Energievorschriften ausgelöst. Heute setzen 25 Kantone die zentralen Anforderungen des Basismoduls der MuKEn 2000 in ihrem kantonalen Recht um. Im Detail gibt es noch kleinere Abweichungen. Der fortschreitende Prozess wird im Rahmen des Mengengerüsts für die Wirkungsberechnung berücksichtigt. Details zum Umsetzungsstand sind im Annex 2 zu finden.

Anlässlich der Konferenz der kantonalen Energiedirektoren (EnDK) vom 23. März 2007 haben die Kantone eine forscherere Gangart im Gebäudebereich bei der Anpassung der kantonalen Mustervorschriften beschlossen. In der Folge hat die EnDK am 4. April 2008 die revidierte MuKEn 2008 verabschiedet (vgl. auch Kapitel 4.4). Die Kantone haben die Absicht, die Neuerungen in der MuKEn 2008 in den Jahren 2009 bis 2011 in ihr kantonales Recht umzusetzen.

Eine weitere wichtige Entwicklung, für die die Kantone zentrale Rahmenbedingungen geschaffen haben, ist die Marktentwicklung bei den MINERGIE-Bauten. Die Kantone waren und sind Schlüsselakteure bei der Entwicklung und Verbreitung des MINERGIE-Standards. Bauten, die den verschiedenen Standards des Vereins MINERGIE entsprechen, werden durch viele Kantone direkt und indirekt gefördert. Gemäss der Grundphilosophie ist es aber ein freiwilliger Standard, der über die gesetzlichen Mindestanforderungen hinausgeht. In diesem Sinne ist die Wirkung auch nicht direkt auf die kantona-

len Energiegesetze zurückzuführen. Im Kapitel 5 finden sich eine vertiefte Betrachtung zur Wirkung im Bereich MINERGIE-Bauten.

**Energiepolitische Strategie der Kantone – Teilstrategie Gebäude für die zweite Hälfte von EnergieSchweiz (2006 – 2011)**

Die Kantone verabschieden anlässlich der Generalversammlung der Energiedirektorenkonferenz (EnDK) vom 29. April 2005 die Teilstrategie „Gebäude“ für die zweite Hälfte von EnergieSchweiz. Mit der Umsetzung der Massnahmen gemäss der Teilstrategie wollen die Kantone ihre Führungsfunktion im Gebäudebereich weiterhin wahrnehmen und ausbauen. Die Priorität liegt bei der Senkung des Energiebedarfes durch Gebäudemodernisierung, der Bewusstseinsbildung in Bezug auf das Benutzerverhalten und der Deckung des Restbedarfes mittels Nutzung von Abwärme und erneuerbarer Energien.

## 3.2 Auswirkungen auf das quantitative Schätzmodell

Folgende Tabelle zeigt, wie die Entwicklung der Einflussfaktoren (siehe 3.1) konkret im Wirkungsmodell umgesetzt wurde. Aufgeführt werden nur diejenigen Aspekte, die eine quantitative Relevanz haben.

	Einflussfaktor	Effekt auf die Autonome Entwicklung zwischen 2002-2007		Effekt auf IST (Entwicklung mit Vorschriften) zwischen 2002-2007	
		Neubau	Sanierung	Neubau	Sanierung
International	Energiepreise	Q <sub>h</sub> : -5% (1%/a) Bei Wohnen/ DL/IND	Q <sub>h</sub> : -5% (1%/a) Bei Wohnen/ DL/IND	Q <sub>h</sub> : -2.5% (0.5%/a) Bei Wohnen/ DL/IND	Q <sub>h</sub> : -2.5% (0.5%/a) Bei Wohnen/ DL/IND
National	Verbesserung des Vollzugs Wärmebrücken und Einführung der SIA 380/1:2007	--	--	Q <sub>h</sub> : -3% Bei Wohnen/ DL/IND	kein Effekt
	Revision Luftreinhalteverordnung und technische Entwicklung der Feuerungen	η <sub>h</sub> : +2% η <sub>ww</sub> : +1% Bei Wohnen/ DL/IND	η <sub>h</sub> : +2% η <sub>ww</sub> : +1% Bei Wohnen/ DL/IND	η <sub>h</sub> : +2% η <sub>ww</sub> : +1% Bei Wohnen/ DL/IND	η <sub>h</sub> : +2% η <sub>ww</sub> : +1% Bei Wohnen/ DL/IND

*Tabelle 3 Quantitativer Einfluss verschiedener Faktoren auf die Entwicklung im Zeitraum 2002 - 2007*

Die aus diesen Anpassungen resultierenden Zahlen zum Heizwärme- bzw. Warmwasserbedarf, sowie die entsprechenden Werte zur spezifischen energetischen Wirkung sind im Annex 3 zu finden.

## 4 Wirkung der Energievorschriften im Gebäudebereich

### 4.1 Energetische Wirkungen

#### 4.1.1 Wirkung durch im Jahr 2007 realisierte Bauten

Gegenüber dem Szenario mit ausschliesslich autonomer Entwicklung und ohne vergleichbare gesetzliche Vorschriften im Gebäudebereich werden **alleine durch die im Jahr 2007 realisierten Neubauten und Sanierungen jährlich rund 3.1 PJ/a eingespart** (siehe Tabelle 4). Dies entspricht der Abgrenzung 1 in Figur 3. Anders formuliert: Ohne kantonale Energiegesetze wäre der jährliche Energieverbrauch der im Jahr 2007 gebauten und sanierten Gebäude um 3.1 PJ höher ausgefallen. Dies entspricht ungefähr 1% des gesamten Endenergieverbrauchs in der Schweiz für Raumwärme und Warmwasser (327 PJ im Jahr 2006, BFE 2008). Zum Vergleich: Die Wirkungen der Förderprogramme der Kantone im Energiebereich für das Jahr 2007 betragen rund 0.8 PJ/a (INFRAS 2008).

85% der Einsparungen (2.7 PJ/a) sind auf die Basisvorschriften zurückzuführen. Der Beitrag des Höchstanteils für nicht-erneuerbare Energien (MuKEN Modul 2) beträgt 0.4 PJ/a (11%), die restlichen Einsparungen gehen aus der verbrauchsabhängigen Heizkostenabrechnung (VHKA) in neuen Bauten hervor. Für den Vollzug der Nachrüstpflicht für verbrauchsabhängigen Heizkostenabrechnung in bestehenden Bauten (MuKEN Modul 3) wird keine Wirkung mehr ausgewiesen. Dies, weil beim Realisierungsgrad der VHKA in bestehenden Bauten gegenüber dem Stand im Jahr 2002 kaum eine Veränderung ausgewiesen wird (BFE/EnDK 2007). Da der Vollzug in den meisten Kantonen bei den Gemeinden liegt, sind die Angaben über den Vollzugsgrad mehrheitlich geschätzt. Es ist denkbar, dass eine Veränderung erfolgt ist, diese aber gegenüber dem Bund nicht ausgewiesen werden kann. Das Instrument der VHKA ist auch in bestehenden Bauten effizient, wie in Evaluationen nachgewiesen wurde (B. Haari, R. Huber 1997). Aus Akzeptanzgründen ist der Vollzug aber schwierig. Bezüglich der Gebäudekategorien wird am meisten im Wohnbereich eingespart (65%).

Als Integral **über ihre erwartete Lebensdauer (im Durchschnitt rund 35 Jahren) wird die verbesserte Qualität der im Jahr 2007 realisierten Bauten eine Energieeinsparung von rund 110 PJ bewirken** (entspricht Abgrenzung 3 in Figur 3).

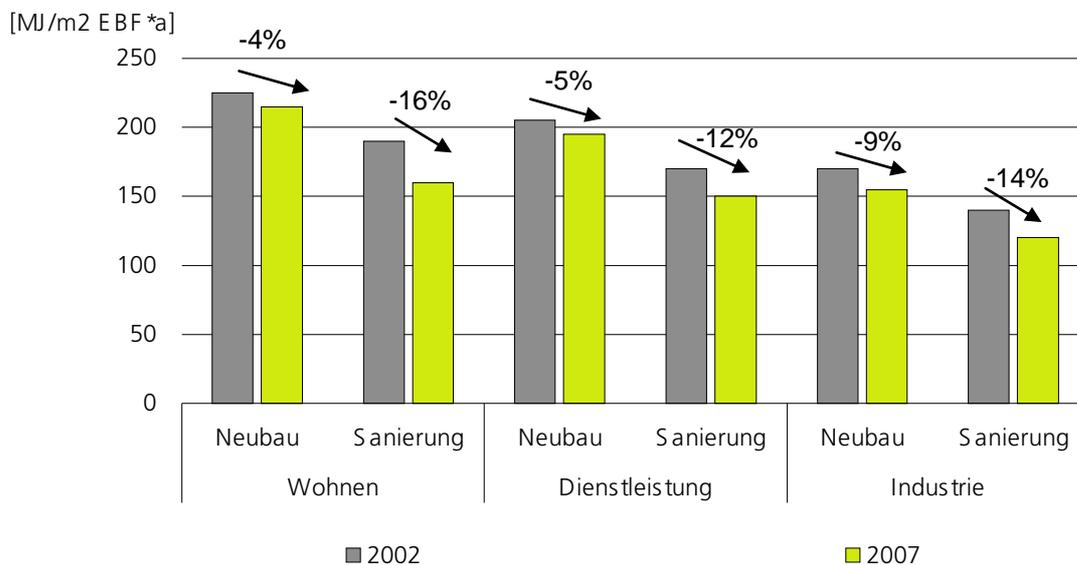
	Basisvorschriften	MuKEN Modul 2: Erweiterte Anforderungen Neubauten	MuKEN Basis modul / Teil D: VHKA in Neubauten	MuKEN Modul 3: Nachrüstung VHKA	Total (gerundet)
<b>Energetische Wirkungen 2007 in TJ/a</b>					
Wohnbauten	1'700	270	69	0	2'040
Dienstleistungen	660	58	3	0	720
Industrie	290	22	0	0	310
<b>Total (gerundet)</b>	<b>2'650</b>	<b>350</b>	<b>70</b>	<b>0</b>	<b>3'070</b>
<b>Wirkungen über Lebensdauer der Massnahmen in TJ</b>					
Wohnbauten	67'800	10'900	1'000	0	79'700
Dienstleistungen	19'900	1'700	100	0	21'700
Industrie	8'600	700	0	0	9'300
<b>Total (gerundet)</b>	<b>96'300</b>	<b>13'300</b>	<b>1'100</b>	<b>0</b>	<b>110'700</b>

Tabelle 4: Energiewirkung der im Berichtsjahr 2007 realisierten Neubauten und Sanierungen. Detaillierte Zahlen sind im Annex 7 zu finden.

#### 4.1.2 Vergleich der Ergebnisse für das Jahr 2002 und 2007

Mit 3.1 PJ/a für die im Jahr 2007 realisierten Neubauten steigt die energetische Wirkung im Vergleich zum Berichtsjahr 2002 (3.0 PJ/a) um rund 3%.<sup>2</sup>

Dieses Ergebnis verdeckt die Tatsache, dass sich die spezifische energetische Wirkung der Basisvorschriften zwischen 2002 und 2007 um bis zu 16% verringert hat (Figur 5). Grund dafür ist eine stärkere Abnahme des spezifischen Energieverbrauchs in der autonomen Entwicklung als beim IST-Zustand. Die Zunahme der Wirkung ergibt sich infolge des Wachstums von Mengenparametern im Modell. Einerseits hat sich das Mengengerüst für die Energiebezugsflächen vergrössert: Im Jahr 2007 wurden rund 2.5% mehr Neubauflächen realisiert als im Jahr 2002. Da im hier verwendeten, stark vereinfachten Modell die Sanierungsflächen jeweils auf Basis der aktuellen Bestandeszahlen im Berichtsjahr geschätzt werden, ergibt sich auch eine Ausdehnung des Bestandes um 4% im Vergleich zum Jahr 2002 und damit auch eine rechnerische Zunahme der Sanierungsflächen. Zusätzlich nehmen wir an, dass sich die Sanierungsrate bei Wohnbauten zwischen 2002 und 2007 von 0.8 auf 0.9% leicht erhöht hat. Andererseits ist die Umsetzung der MuKEN in den Kantonen in diesem Zeitraum deutlich fortgeschritten (siehe 3.1.3).



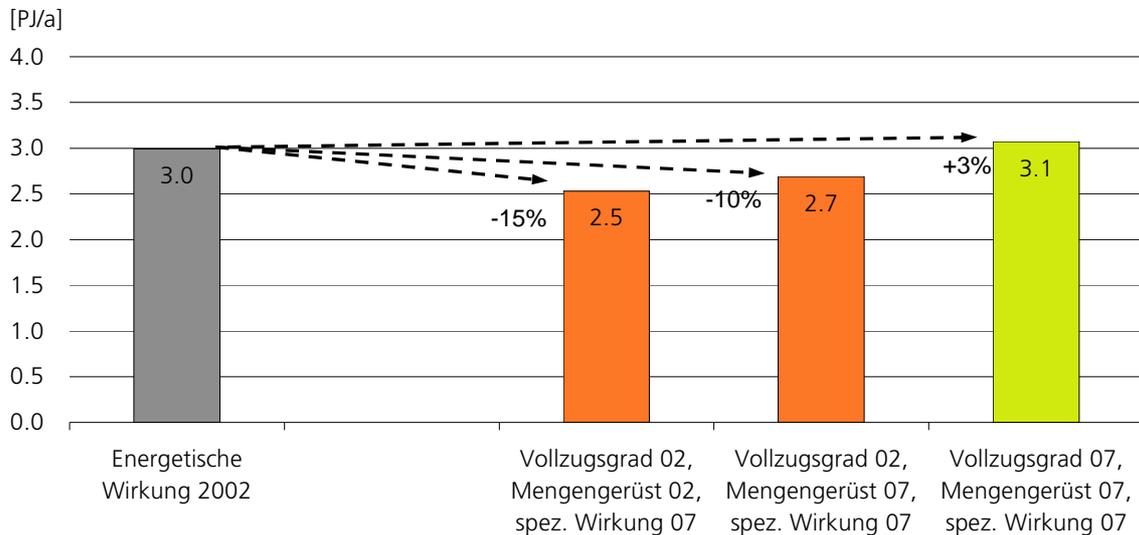
Figur 5: Vergleich der energetischen Wirkung der Basisvorschriften pro m<sup>2</sup> EBF in den Jahren 2002 und 2007

Die **Abnahme der spezifischen energetischen Wirkung wurde also durch die Ausdehnung des Mengengerüsts und die Erhöhung des Vollzugsgrades überkompensiert**, was zu einer Erhöhung der energetische Wirkung für 2007 im Vergleich zu 2002 führt.

Dieser Mechanismus wird durch Figur 6 veranschaulicht: Wäre die Gesamtwirkung mit dem Mengengerüst und dem Vollzugsgrad des Jahres 2002 berechnet worden, hätten die Einsparungen um 15% abgenommen. Mit dem Mengengerüst 2007 und dem Vollzugsgrad 2002 würde die Abnahme noch 10% betragen. Die Aktualisierung des Mengengerüsts, des Vollzugsgrads und der spezifischen Wirkung

<sup>2</sup> Die Ergebnisse für das Jahr 2002 stützen sich auf die aktuelle Zeitreihe zur Energiebezugsfläche (W&P 2007) und die überarbeiteten Annahmen für den Energiebedarf ab. Deshalb weichen die Ergebnisse für das 2002 von denjenigen in INFRAS (2003) ab.

bewirkt die oben erwähnte Zunahme von 3%. Aus dieser Darstellung wird deutlich, dass die Erhöhung des Vollzugsgrades den grössten Teil der Zunahme zwischen 2002 und 2007 bewirkte.



Figur 6: Effekt der Erhöhung des Vollzugsgrades und der Ausdehnung des Mengengerüsts (EBF) auf die energetische Wirkung im Jahr 2007.

#### 4.1.3 Kumulierte Wirkung der seit 1980 neu erstellten oder umfassend sanierten Bauten und Gesamtwirkung im Berichtsjahr 2007

Wie viel die Energievorschriften seit ihrer Einführungen in den achtziger Jahren bis zum Jahr 2007 insgesamt bewirkt haben, wurde grob geschätzt. Dabei handelt es sich um eine stark vereinfachte Berechnung, da für ein genaueres Modell die Datengrundlagen weitgehend fehlen. Der Gebäudemarkt und die Wirkung der Energievorschriften bilden – wie in Kapitel 2.2 dargestellt – ein dynamisches System, bei dem die genaue Abbildung der Wirkung über einen Zeitraum von mehr als 25 Jahren eine komplexe Methodik erfordern würde. Die hier dargestellte vereinfachte Berechnung hat zum Ziel, **die Grössenordnung der Wirkung der Energievorschriften im Integral über die Jahre 1980 bis 2007 und die Gesamtwirkung im Berichtsjahr 2007 inkl. anhaltende Wirkungen aus den Vorjahren** schätzen zu können.

Für diese Schätzung wurden folgende, stark vereinfachende Annahmen getroffen:

- Die Entwicklung der Energiebezugsfläche im Neubau- wie auch im Sanierungsbereich folgt zwischen 1980 (angenommenes Stichjahr) und 2007 einem linearen Trend. Dieser Trend wurde auf der Basis der Daten für den Zeitraum 1990 bis 2007 auf den Zeitpunkt 1980 zurück extrapoliert (nur Daten für diesen Zeitraum waren vorhanden).
- Die spezifische Wirkung der Energievorschriften folgt zwischen 1980 und 2002 ebenfalls einem linearen Trend. Dabei wurde angenommen, dass die Wirkung beim Inkrafttreten der ersten Vorschriften im Jahr 1980 bei Null lag und dass sie bis 2002 linear bis auf das Niveau der für die Wirkungsanalyse 2002 verwendeten Werte (INFRAS 2003) stieg. Die Entwicklung zwischen 2002 und 2007 wurde auch linearisiert.
- Die Wirkung der seit 1980 realisierten Neubauten und Sanierungen hält im Jahr 2007 noch vollumfänglich an (mittlere Lebensdauer der Massnahmen rund 35 Jahre).

Unter diesen Annahmen beträgt die **Gesamtwirkung im Jahr 2007 (inkl. anhaltende Wirkungen aus seit 1980 realisierten oder erneuerten Bauten) rund 53 PJ/a** (entsprechend Abgrenzung 2 in Figur 3). Dies bedeutet, dass der jährliche Energiebedarf für Heizung und Warmwasser aller Gebäude in der Schweiz bei einer autonomen Entwicklung ohne Energievorschriften rund 15% bis 20% höher liegen würde. Zum Vergleich: Insgesamt 327 PJ wurden im Jahr 2006 für Raumwärme und Warmwasser aufgewendet, was wiederum ca. 37% des gesamten Endenergieverbrauchs der Schweiz von rund 888 PJ entspricht (BFE 2008).

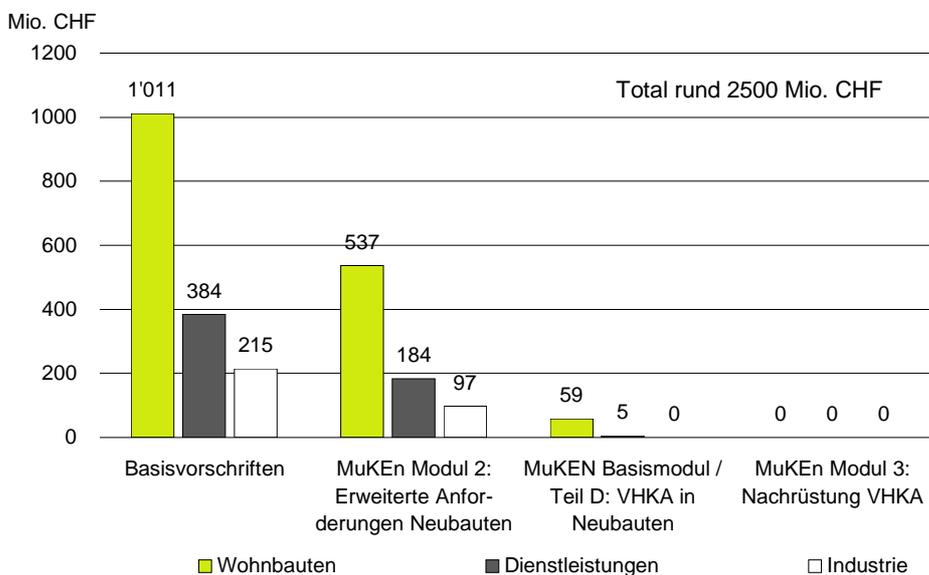
Die **über den Zeitraum 1980 bis 2007 kumulierte Gesamtwirkung der Energievorschriften** wird auf **rund 470 PJ** geschätzt. Anders formuliert: Ohne energetische Vorschriften der Kantone hätte sich in den seit 1980 gebauten und sanierten Gebäuden bis 2007 ein Mehrverbrauch von 470 PJ ergeben (Summe der jährlichen Einsparungen über die 27 Jahre, entsprechend Abgrenzung 4 in Figur 3).

## 4.2 Wirtschaftliche Auswirkungen

### 4.2.1 Ausgelöste Investitionen

Durch den Vollzug der kantonalen Energiegesetze wurden im Jahr 2007 im Vergleich zur autonomen Entwicklung Zusatzinvestitionen im Umfang von rund 2.5 Mia. CHF ausgelöst. Die Mehrheit der Investitionen entfallen auf die Umsetzung des Basismoduls (65%). Bezüglich des Marktsektors wurden vor allem im Wohnbereich zusätzliche Investitionen getätigt. Da die Investitionen vorwiegend in wirtschaftliche Massnahmen erfolgen, ergibt sich eine insgesamt positive ökonomische Nettowirkung.

Im Vergleich zum Berichtsjahr 2002 (1.8 Mia CHF<sup>3</sup>) sind die Investitionen um fast 40% gestiegen. Dieser Unterschied lässt sich zum einen durch die Erhöhung des Vollzugsgrades in den Kantonen, zum anderen durch die Ausdehnung des Mengengerüsts erklären.



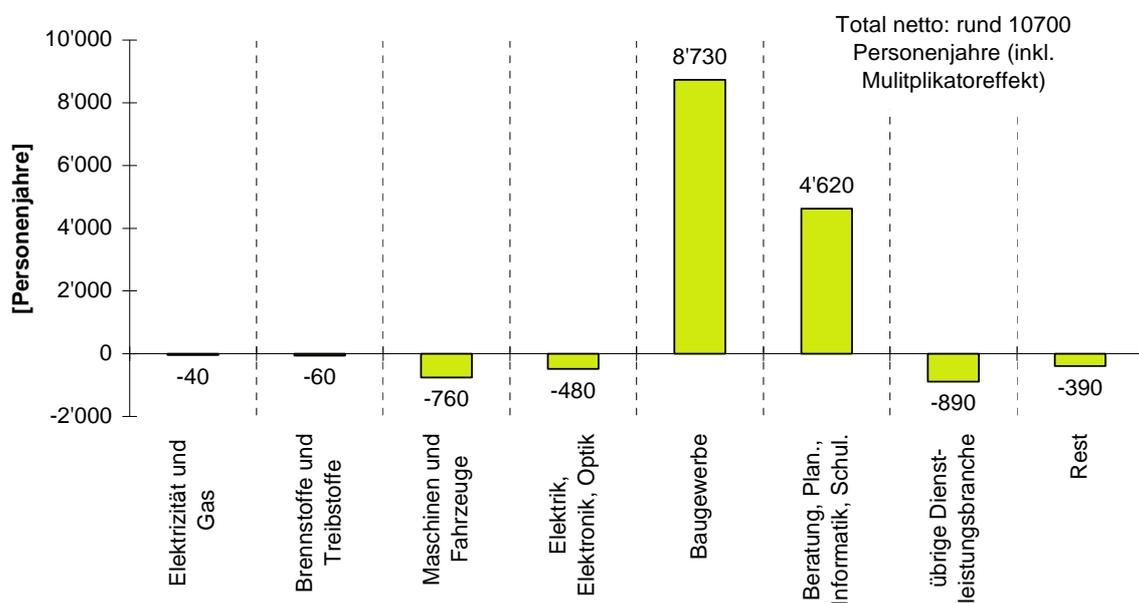
Figur 7: Im Jahr 2007 durch die kantonalen Energiegesetze ausgelöste zusätzliche Investitionen.

<sup>3</sup> Die Ergebnisse für das Jahr 2002 stützen auf die aktualisierte Zeitreihe zur Energiebezugsfläche (W&P 2007) und die aktuellen Zahlen zur spezifischen Investition pro m<sup>2</sup> EBF gemäss dem HFM (BFE/EnFK 2007). Deshalb weichen die hier dargestellte Ergebnisse für das Jahr 2002 von den in INFRAS (2003) ausgewiesenen Werten ab.

#### 4.2.2 Beschäftigungswirkungen

Zahlen zur energetischen Wirkung und Zusatzinvestition ermöglichen, den Beschäftigungseffekt der kantonalen Energiegesetze abzuschätzen (Details zur Methodik siehe INFRAS 2003). Im Jahr 2007 resultierte ein Netto-Beschäftigungseffekt von rund 10'700 Personenjahren. Dies mit inzwischen sehr konservativen Annahmen für die Energiepreise: 7.6 Rp./kWh für fossile Energieträger und 12 Rp./kWh für Strom.

Wie der Beschäftigungseffekt auf die einzelnen wirtschaftlichen Branchen verteilt ist, zeigt Figur 8. Am meisten profitiert die Baubranche, gefolgt von der Beratungs- und Planungsbranche. Ein negativer Effekt ergibt sich vor allem im Sektor Maschinen und Fahrzeuge und in der übrigen Dienstleistungsbranche.



Figur 8: Beschäftigungswirkungen der kantonalen Energiegesetze nach Branchen im Jahr 2007.

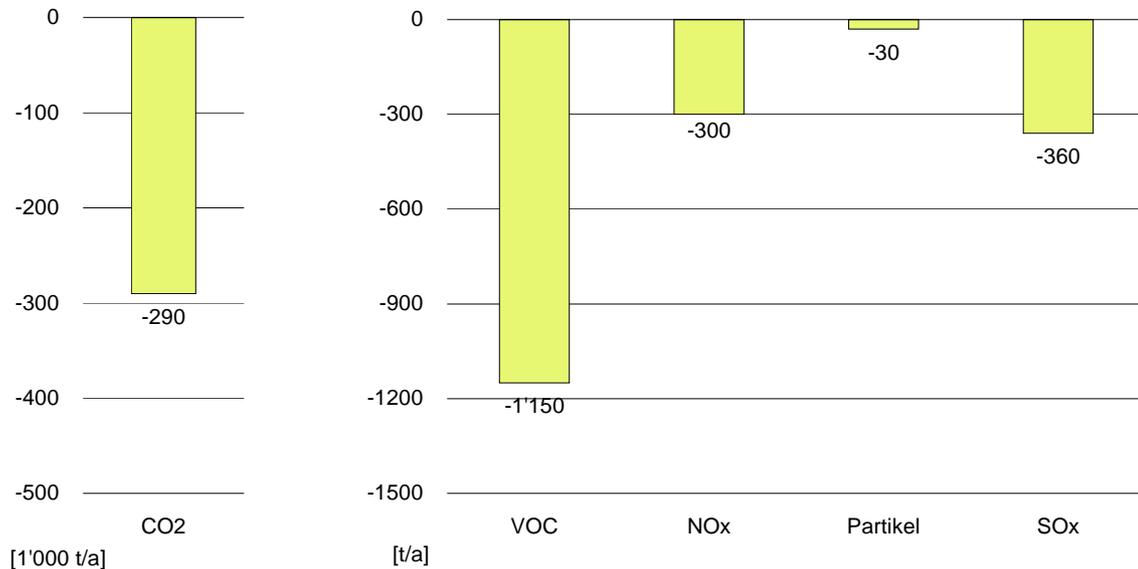
### 4.3 Auswirkungen auf CO<sub>2</sub>-Emissionen und wichtige Luftschadstoffe

Energieeinsparungen bewirken auch eine Reduktion von verschiedenen Luftschadstoffemissionen. Die Einsparungen werden berechnet, indem die energetischen Wirkungen (Abschnitt 4.1.1) mit spezifischen Emissionsfaktoren aus der ecoinvent-Datenbank<sup>4</sup> multipliziert werden. Es ist zu bemerken, dass alle Vorprozesse (Gewinnung, Aufbereitung, Transport, usw.) der verschiedenen Energieträger mit erfasst sind.

Durch den Vollzug der kantonalen Energiegesetze wurden im Jahr 2007 im Vergleich zur autonomen Entwicklung durch die im Berichtsjahr neu erstellten oder energetisch umfassend sanierten Gebäuden rund 290'000 t CO<sub>2</sub> weniger emittiert (Figur 9). Dies entspricht rund 0.6% des gesamtschweizerischen

<sup>4</sup> www.ecoinvent.ch

CO<sub>2</sub>-Ausstosses. Bezüglich der anderen Schadstoffe betragen die Reduktionen rund 1.1% des VOC-Ausstosses, 0.4% des NO<sub>x</sub>-Ausstosses, 0.2% des Partikelaustrittes und 2.0% des SO<sub>x</sub>-Ausstosses.



Figur 9: Emissionsminderung durch im Jahr 2007 erstellte oder sanierte Gebäude bei CO<sub>2</sub> und wichtigen Luftschadstoffen aufgrund der kantonalen Energievorschriften im Gebäudebereich.

## 4.4 Potenzial MuKEn 2008

Die Konferenz der kantonalen Energiedirektoren (EnDK) hat im März 2007 eine bedeutende Verschärfung der kantonalen Mustervorschriften (MuKEn) beschlossen. Im April 2008 wurde eine neue Version der Vorschriften verabschiedet (EnDK/EnFK 2008). Ein wesentlicher Punkt der MuKEn 2008 betrifft die Verschärfung der Minimalanforderungen an den Wärmeschutz. Dies führt zu tieferen Grenzwerten für u-Werte von Einzelbauteilen und den Heizwärmebedarf. Zudem wird das frühere Modul 2 (Höchstanteil an nicht-erneuerbaren Energien) neu ins Basismodul aufgenommen und passt der SIA die Norm 380/1 auf 2009 der neuen Grenzwerte an. Diese neuen Vorschriften werden von den Kantonen zwischen 2009 und 2011 umgesetzt.

Im Folgenden wird das energetische Potenzial einer raschen und flächendeckenden Umsetzung wichtiger Kernelemente der MuKEn 2008 abgeschätzt. Es geht darum, die Grössenordnung der möglichen Einsparungen zu schätzen und im Vergleich zu den Wirkungen 2002 und 2007 einordnen zu können.

### 4.4.1 Annahmen

Für die Potenzialschätzung der MuKEn 2008 wurden folgende Annahmen getroffen:

- Es wird nur die energetische Wirkung des Basismoduls berücksichtigt. Zwei wichtige Bestimmungen dieses Moduls sind einerseits der verschärfte Grenzwert für den Heizwärmebedarf von Neubauten, andererseits der Höchstanteil an nicht erneuerbaren Energien (früher Modul 2). Die energetische Wirkung der weiteren Module wird nicht erfasst (siehe auch Kapitel 4.4.3).

- Wir nehmen hypothetisch an, dass alle Kantone das Basismodul umgesetzt haben. Für das Mengengerüst zu den EBF und als Sanierungsrate werden die Zahlen 2007 verwendet.
- Der in der Wirkungsanalyse 2007 verwendete Stand der autonomen Entwicklung wird unverändert beibehalten.

Die IST-Werte für  $Q_n$  und  $Q_{ww}$  wurden jeweils für Wohn-, Dienstleistungs- und Industriegebäuden neu ermittelt, auf Grundlage von Expertenschätzungen (AWEL 2008). Als Basis dienten die von der MuKE 2008 vorgegebenen Anforderungen. Die in der Potenzialschätzung eingesetzten spezifischen Wirkungsfaktoren sind im Annex 3 aufgeführt.

#### 4.4.2 Energiewirkungen MuKE 2008 bei Wärmeschutz und haustechnischen Anlagen

Wie in Kapitel 4.1.2, Figur 10 zu ersehen ist, kann davon ausgegangen werden, dass sich die Wirkung durch Vollzug der bisherigen MuKE (2000) zunehmend verringert. Dies weil autonome Entwicklungen im Gebäudemarkt auch in einem Szenario ohne kantonale Anstrengungen zu besseren Gebäuden führen würden.

Unter Berücksichtigung der oben erwähnten Annahmen beträgt das **Potenzial bei Umsetzung der Anforderungen gemäss MuKE 2008** an den Wärmeschutz von Gebäuden und an die haustechnischen Anlagen **rund 4.2 PJ** (jährliche Einsparung der im Berichtsjahr realisierten Neubauten und Sanierungen auf der Basis des Mengengerüsts für das Jahr 2007). Im Vergleich zum realen Stand der Energievorschriften im Jahr 2007 würde dies zu einer deutlichen Steigerung der Energiewirkung um 35% führen. Dies zeigt, dass die Kantone mit der MuKE 2008 die nötige Grundlage geschaffen haben, um auch in Zukunft über die Energiegesetzgebung im Gebäudebereich eine erhebliche Wirkung zu erzielen. Ohne Verschärfung der MuKE findet mit der Zeit eine Erosion der Wirkung der kantonalen Energievorschriften statt. Eine Verbesserung der energetischen Qualität der Gebäude findet auch über autonome Einflüsse statt. **Eine rein auf der autonomen Entwicklung basierende Energiepolitik würde aber zu spät greifen:** Infolge der langen Investitionszyklen ist es absolut zentral, dass heute erstellte oder sanierte Gebäude dem aktuellen Stand der Technik entsprechen und zumindest die über die Nutzungsdauer wirtschaftlichen Ausführungsqualitäten umgesetzt werden. **Jedes heute erstellte oder sanierte Gebäude wird die nächsten 20 bis 30 Jahre nicht mehr verbessert werden.** Mit der periodischen Anpassung der Vorschriften an Stand der Technik und Entwicklung der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen nimmt der Gesetzgeber seine Rolle wahr, einen langfristig nachhaltigen Energieverbrauch des Gebäudebestands zu sichern.

An dieser Stelle soll nochmals betont werden, dass es sich um eine reine Potenzialschätzung handelt. Der tatsächliche Umfang der Wirkung hängt davon ab, welche Vorschriften die einzelnen Kantone in die eigene Gesetzgebung übernehmen und mit welchem Tempo dies geschieht.



Figur 10: Vergleich der energetischen Wirkung in den Berichtsjahren 2002 und 2007 mit dem Potenzial der MuKE 2008

#### 4.4.3 Zusätzliche Effekt der MuKE 2008

Zusätzlich zu den oben ausgewiesenen Wirkungen führt die neue MuKE 2008 auch in anderen Bereichen zu zusätzlichen Wirkungen im Vergleich zur MuKE 2000. So enthalten die neuen Module gänzlich neue Bestimmungen, z.B. zu Heizungen im Freien und für Freiluftbäder (Modul 4), Ferienhäuser (Modul 5) oder zur Ausnützung im Zusammenhang mit Wärmedämmstärken (Modul 8). Auch im Basismodul sind nun Teile der alten MuKE neu verbindlich festgeschrieben oder gänzlich neu aufgenommen (Höchstanteil nicht-erneuerbare Energien, Grossverbraucherbestimmungen, Gebäudeenergieausweis, etc.). Dies führt zu bedeutenden zusätzlichen Wirkungen, die aber in dieser Studie nicht quantifiziert werden können.

## 5 Weitere Wirkungen

Die Energiegesetze der Kantone decken weit mehr ab als nur den Gebäudebereich. Wegen methodischen Hemmnissen oder fehlenden Datengrundlagen ist eine Quantifizierung der übrigen Wirkungen im Rahmen dieser Arbeit nicht möglich. Im Folgenden sind noch weitere durch die kantonalen Energiegesetze tangierte Bereiche dargestellt. Quantitative Wirkungen werden ausgewiesen, soweit diese bereits in anderen Studien erhoben wurden, ansonsten werden die Wirkungen nur qualitativ erörtert.

#### Direkte und indirekte Förderung der Kantone im Energiebereich

Die kantonale Förderung für direkte und indirekte Förderung von Massnahmen in den Bereichen Energieeffizienz und Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien sowie von Abwärme basiert auf gesetzlichen Grundlagen. Im Jahr 2007 haben die Kantone dafür rund 49 Mio. CHF aufgewendet (inkl. Globalbeitrag des Bundes) (INFRAS 2008). Die Wirkung der kantonalen Förderung wird durch das BFE jährlich erhoben. **Für die Förderaktivitäten im Jahr 2007 werden zusätzliche Wirkungen im Berichtsjahr von rund 0.8 PJ ausgewiesen.** Damit liegen sie erwartungsgemäss tiefer als die Wirkungen der Vorschriften im Gebäudebereich, sind aber dennoch erheblich. Für eine Abgrenzung der Wirkungen zwischen Kantonen, Bund und anderen Akteuren fehlen die Grundlagen.

#### Kantonale Grossverbraucherbestimmungen (Modul 8 MuKE 2000 / MuKE 2008 Basismodul)

Kantone haben bei der Entwicklung und Einführung von Zielvereinbarungsmodellen mit der Industrie eine wichtige Rolle gespielt. Einerseits hat der Kanton Zürich bereits bei der initialen Entwicklungsphase des Zielvereinbarungsmodells im Rahmen von Energie 2000 eine wesentliche Rolle gespielt. Andererseits hat die gesetzliche Verankerung von Grossverbraucherbestimmungen entsprechend Modul 8 MuKE 2000 in den Kantonen ZH, UR, SO, BS, AI, SG, TG, VD, NE und GE (teilweise mit Differenzen zur MuKE) zu einer breiteren Umsetzung und dazu beigetragen, dass die Massnahme nun im revidierten EnG verankert wurde. Die nationale Verankerung hat wiederum die Grundlage geschaffen, dass die Grossverbraucherbestimmung ins Basismodul MuKE 2008 aufgenommen wurde.

In der Wirkungsanalyse des Bundes zum Programm EnergieSchweiz werden jährlich die Wirkungen durch die Zielvereinbarungen erhoben. **Die Wirkungen im Berichtsjahr 2007 betragen gemäss INFRAS (2008) rund 1.3 PJ (inkl. anhaltende Wirkungen aus den Vorjahren).** Eine Abgrenzung der Wirkungen auf Kantone (kant. Grossverbraucherartikel), Bund (CO<sub>2</sub>-Abgabe, freiwillige ZV im Rahmen EnG), EnAW (Energieagentur der Wirtschaft) und Stiftung Klimarappen (Ankauf von Übererfüllung) ist wiederum nicht möglich. Auch sind keine Angaben vorhanden zu den Wirkungen von im Berichtsjahr zusätzlich realisierten Massnahmen.

## Energieplanung, Raumplanung, Sondernutzungsplanungen, Quartierplanungen

Die meisten Kantone haben gesetzlich verankert Bestimmungen zu Energieplanung, Raumplanung, Sondernutzungsplanungen und Quartierplanungen. 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 inkl. Mobilität und Infrastrukturen. Bei den Sondernutzungs- und Quartierplanungen werden oft auch energetische Anforderungen festgeschrieben wie z.B. MINERGIE-Bauweise, erneuerbare Energieträger für Wärmebereitstellung, etc.

Als Beispiel kann hier das im Kanton Genf praktizierte "Concept énergétique territorial" (Räumliches Energiekonzept) erwähnt werden. Dieses Konzept hat zum Ziel, bei der Planung von neuen Überbauungen die Möglichkeiten zur Nutzung von erneuerbaren Energien systematisch zu prüfen und in einem koordinierten Verfahren mit weiteren potenziellen Abnehmern zu fördern. Konkret wurde das Konzept bei der Planung des Projektes Genève-Lac-Nations (GLN) angewendet. Der Bau eines neuen Dienstleistungsgebäudes im Quartier der internationalen Organisationen wurde als Gelegenheit genutzt, ein umfassendes Wärmenetz zu planen. Die Wärme wird durch eine Seewasser-Wärmepumpe bereit gestellt. Im Laufe der kommenden Jahre sollen in mehreren bestehenden Gebäuden der Umgebung die fossilbetriebenen Heizkessel durch Anschluss an das Wärmenetz ersetzt werden. Es ist vorgesehen, in Zukunft für jede Quartierplanung ein räumliches Energiekonzept zu entwickeln. Das Parlament berät zurzeit über die Verankerung des Vorgehens in der kantonalen Gesetzgebung.

Von Massnahmen an der Schnittstelle zwischen Energie- und Raumplanung können erhebliche energetische Wirkung erwartet werden. **Eine quantitative Abschätzung ist an dieser Stelle nicht möglich.**

### Mindeststandards für kantonale Bauten

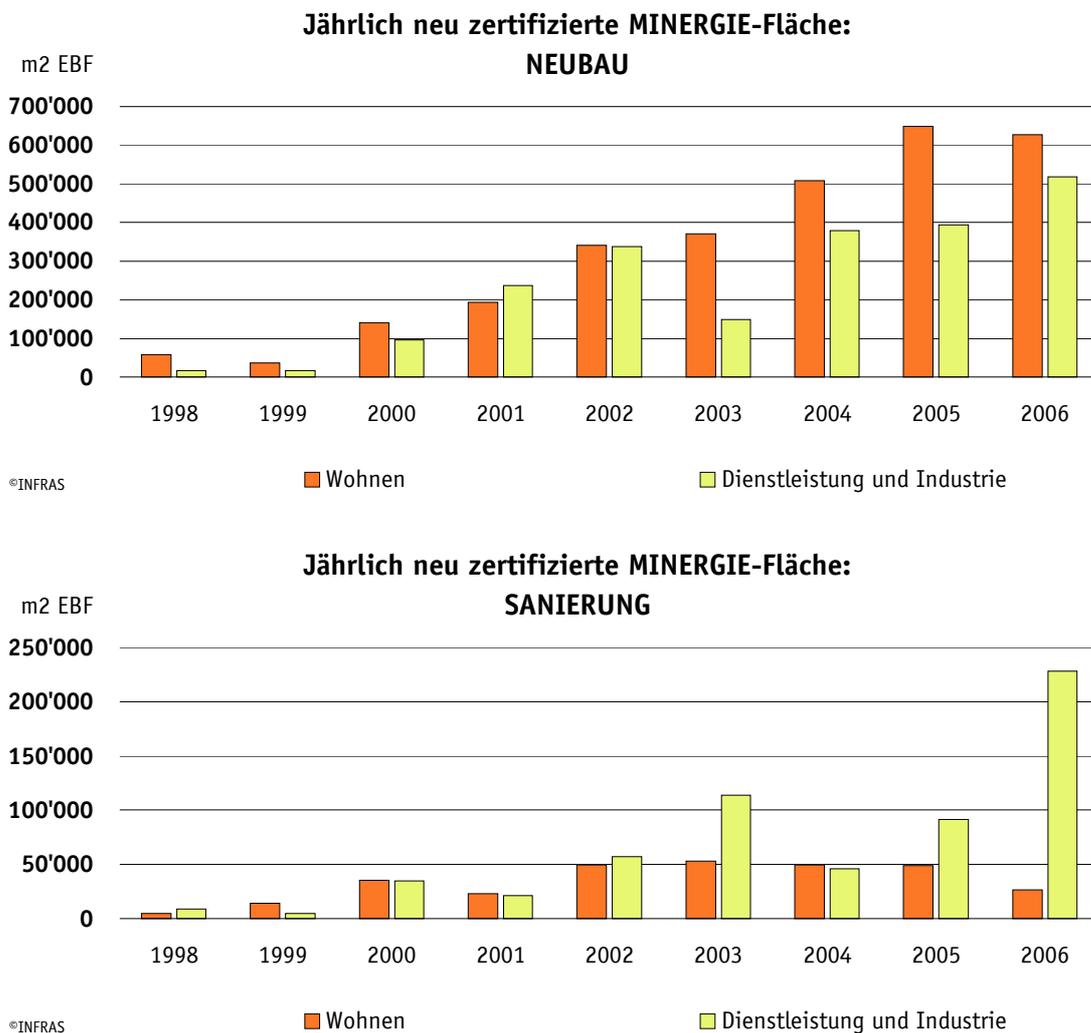
Im Sinne eines vorbildlichen Handelns haben mehrere Kantone energetische Mindeststandards für kantonale Bauten gesetzlich verankert, die über die normalen gesetzlichen Anforderungen für Bauten hinausgehen. Zum Beispiel müssen im Kanton Zürich neu erstellte oder umfassend sanierte kantonale Bauten den MINERGIE-Standard erreichen. Viele Kantone verfügen über eine flächendeckende Energiebuchhaltung für ihre eigenen Bauten, schreiben die Anwendung der Norm SIA 380/4 für die Planung der elektrischen Energie im Hochbau vor, setzen konsequent Betriebsoptimierung um über Kooperation mit dem Verein energho, etc. Andere Kantone kennen eine spezielle Förderung für energetisch vorbildlich erstellte oder sanierte kantonale Bauten.

**Die Wirkung dieser allgemeinen Vorbildfunktion ist sehr vielfältig und darum nicht quantifizierbar.** Für die energiebezogene Förderung der Kantone an eigene Bauten im Jahr 2007 weist die Wirkungsanalyse für das Programm EnergieSchweiz (INFRAS 2008b) eine Wirkung von 0.13 PJ/a aus.

### MINERGIE

Seit Beginn weg sind die Kantone 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 nicht 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. Die Wirkung der Aktivitäten der Kantone im Zusammenhang mit MINERGIE können nicht isoliert ausgewiesen werden, da wiederum 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.

Im Rahmen der Wirkungsanalyse von EnergieSchweiz werden die Wirkungen auf Grundlage der Marktzahlen für die Bauten mit MINERGIE-Label erhoben, wie sie in der MINERGIE-Datenbank erfasst werden. Bauten, die einzelne MINERGIE-Module verwenden, sind dabei nicht berücksichtigt. Die Wirkungsfaktoren pro m<sup>2</sup> Energiebezugsfläche entsprechen den Werten gemäss dem harmonisierten Fördermodell der Kantone. **Die in der Wirkungsanalyse EnergieSchweiz ausgewiesene Wirkung für im Berichtsjahr 2007 erstellte MINERGIE Bauten beläuft sich auf rund 0.6 PJ pro Jahr** (INFRAS 2008b). Dies zeigt, dass hier erhebliche Wirkung erzielt wird. Die Verbesserungen durch MINERGIE-Bauten sind übrigens in den IST-Werten gemäss Annex 3 nur zu einem sehr kleinen Teil eingerechnet, da nur die bis 2002 erstellten MINERGIE-Bauten berücksichtigt sind. Wie aus den nachfolgenden Grafiken ersichtlich ist, kann seit 2002 eine erhebliche Marktdynamik beobachtet werden. Dies vor allem bei den Neubauten, aber auch bei der Sanierung von Dienstleistungs- und Industriebauten.



Figur 11: Entwicklung der in der MINERGIE-Datenbank erfassten MINERGIE Neubau- und Sanierungsflächen

### 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 sind Bestrebungen im Gang zur Einführung von Rabattmodellen zur Förderung energie- und umwelteffizienten Personenwagen. Die Einführung steht jedoch noch bevor. **Eine Quantifizierung der Wirkung durch diese Förderinstrumente ist an dieser Stelle nicht möglich.**

### Info- und Beratung, Ausbildung

Die Kantone unternehmen erhebliche Anstrengungen im Bereich der Information, Beratung und Ausbildung. Dies als unterstützende Massnahme zum Vollzug der energetischen Vorschriften und der kantonalen Förderprogramme. Gemäss INFRAS (2008) wurden im Jahr 2007 rund 11 Mio. CHF oder ein Viertel der gesamten Förderausgaben für diese indirekten Massnahmen aufgewendet. Da die Aktivitäten unterstützend erfolgen, **ist die Wirkung durch Information, Beratung und Ausbildung in der vorgängig aufgeführten Wirkung der Vorschriften und der kantonalen Förderung mit eingeschlossen.**

### Lenkungs- und Förderabgaben

Die Kantone Basel-Stadt (Stromsparmögensfonds), Waadt (fonds d'encouragement des énergies renouvelables) und Genf (Fonds énergie des collectivités publiques) kennen eine Förderabgabe auf Strom. Mit den Mitteln der Förderabgabe werden Förderprogramme alimentiert. Die Wirkung dieser Förderabgaben sind in den vorgängig dargestellten Wirkungen der kantonalen Förderung bereits berücksichtigt. Im Kanton Basel-Stadt wird zudem eine Lenkungsabgabe 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 bis 0.4 PJ pro Jahr geschätzt (INFRAS/Plaut 2003).**

## 6 Fazit

Die vorliegende Erhebung für das Jahr 2007 zeigt, dass **die Wirkungen der kantonalen Energiegesetze gegenüber dem Erhebungsjahr 2002 nochmals leicht zugenommen** haben. Die **Einsparung alleine durch die im Jahr 2007 neu erstellten oder umfassend energetisch sanierten Bauten liegt bei rund 3.1 PJ/a**. Dies bedeutet, dass ohne Vollzug der Bestimmungen in den kantonalen Energiegesetzen bei den im Berichtjahr 2007 erfassten Bauten der Energieverbrauch des gesamten Gebäudeparks für Heizwärme und Warmwasser um 1% höher ausgefallen wäre. Die Gesamtwirkung im Jahr 2007 inklusive den anhaltenden Wirkungen aus Aktivitäten in den Vorjahren liegt bei 53PJ/a. Wir schätzen deshalb, dass der **Energieverbrauch des gesamten Gebäudeparks für Raumwärme und Warmwasser heute insgesamt rund 15 bis 20% höher liegen würde**, wenn im gesamten Zeitraum seit 1980 kein Vollzug der in den kantonalen Energiegesetzen enthaltenen Bestimmungen stattgefunden hätte. Diese Verbrauchsminderung entspricht rund 6% des gesamten Endenergieverbrauchs der Schweiz (888 PJ im Jahr 2006, BFE 2007). Diese **Wirkung ergibt sich aufgrund aller in den betreffenden Bereichen aktiven Akteure** und nicht alleine durch die Aktivitäten der Kantone. Auch über die Vorschriften im Gebäudebereich hinausgehend entfalten die Aktivitäten der Kantone erhebliche Wirkungen, wie z.B. bei der Unterstützung von freiwilligen Aktivitäten zur Etablierung und Verbreitung des MINERGIE-Standard. Diese lassen sich aber z.T. methodisch nur sehr aufwändig quantifizieren, was im Rahmen dieser Arbeit nicht möglich war.

Die festgestellte Zunahme der Wirkung ergibt sich nur aufgrund der Ausweitung der Mengen für die neu gebauten und sanierten Flächen und dem wesentlich breiteren Vollzug der MuKEn 2000 durch die Kantone. Heute kommt das Basismodul der MuKEn 2000 in einem Gebiet zur Anwendung, das beinahe 100% der Bevölkerung abdeckt. Auch Modul 2 mit weitergehenden Vorschriften zum Anteil der nichterneuerbaren Energien bei Neubauten erreicht eine Abdeckung von fast 85% der Bevölkerung und hat damit schon bald die Sättigungsgrenze erreicht. **In Kantonen ohne Verschärfung der Anforderungen hat die Wirkung gegenüber dem Jahr 2002 hingegen deutlich abgenommen**. Die Ursache liegt darin, dass realistischerweise davon auszugehen ist, dass sich aufgrund der Umfeldfaktoren (z.B. Energiepreise), der technischen Entwicklungen (z.B. kondensierende Heizkessel) und der Verschärfung der Energievorschriften im internationalen Umfeld in jedem Fall eine autonome Entwicklung ergeben hätte, die zu einer Verbesserung der Neubau- und Sanierungsqualität geführt hätte. **Eine rein auf der autonomen Entwicklung basierende Energiepolitik würde aber zu spät greifen**: Infolge der langen Investitionszyklen ist es absolut zentral, dass heute erstellte oder sanierte Gebäude dem aktuellen Stand der Technik entsprechen und zumindest die über die Nutzungsdauer wirtschaftlichen Ausführungsqualitäten umgesetzt werden. Erst mit der Einführung von weiteren Verbesserungen wie sie mit der MuKEn 2008 von den Kantonen soeben beschlossen wurden, bleibt die Wirksamkeit des Vollzugs der kantonalen Energiegesetze erhalten. Die durchgeführte Potenzialschätzung zeigt, dass **die Wirkungen bei einer breiten Umsetzung der Bestimmungen nach MuKEn 2008 durch die Kantone noch in erheblichem Mass gesteigert werden können**. Alleine im Gebäudebereich wird mit einem Anstieg der jährlichen Wirkung auf rund 4.2 PJ/a durch die in einem Jahr neu erstellten oder sanierten Objekte gerechnet. Der Schritt zur MuKEn 2008 ist deshalb folgerichtig.

Auch die **wirtschaftlichen Netto-Auswirkungen sind positiv und erheblich**. Die Tatsache, dass der Grossteil der im Rahmen der Energiegesetze vorgeschriebenen Massnahmen bei heutigen Energiepreisen über die Lebensdauer gerechnet wirtschaftlich sind, führt insgesamt zu positiven wirtschaftlichen Netto-Effekten. Auch ergeben sich positive strukturelle Effekte, indem über die Steigerung der Energieeffizienz und der vermehrten Nutzung von erneuerbaren Energien **zukunftsfähige und innovative Branchen gestärkt** werden. Wir schätzen, dass **zusätzliche Investitionen im Umfang von rund 2.5 Mia. in diesen Bereich geleitet** wurden. Die damit verbundene **Netto-Beschäftigungswirkung** schätzen wir auf **10'700 Personenjahre**. Wird für die Zukunft von weiter steigenden Energiepreisen ausgegangen, so verstärkt sich die positive Wirkung noch erheblich. In diesem Sinne bildet der Vollzug von ambitioniert ausgestalteten Energiegesetzen auch eine Vorsorge gegen langfristige volkswirtschaftliche Schäden durch die zu erwartenden Energiepreiserhöhungen.

**Gegenüber der letzten Erhebung für das Berichtsjahr 2002 erfolgten wesentliche Anpassungen bei der Methodik.** Zusätzliche empirische Erkenntnisse aus einer parallel durchgeführten Studie (Jakob M. 2008) legen nahe, dass einige der früheren Einschätzungen zur autonomen Entwicklung ohne die Einführung von Energiegesetzen eher zu tief waren und damit zu einer Überschätzung der Wirkung durch die Gesetze führten. So zeigte sich z.B. dass sich die energietechnische Qualität von Fenstern nach den lokalen Vorschriften orientiert, der gleiche Effekt bei der Wärmedämmung von opaken Bauteilen deutlich weniger ausgeprägt ist. Beim Nutzungsgrad von Feuerungen ist umgekehrt zu vermuten, dass die Märkte relativ ausgeglichen sind und die lokalen Vorschriften bei der Entwicklung der Nutzungsgrade nicht die zentrale Rolle spielen. Die Annahmen zu den Nutzungsgraden von Feuerungen wurden in der Folge im Vergleich zur Erhebung im Jahr 2002 angepasst. Wegen den methodischen Änderungen sind die Resultate mit denjenigen aus der Erhebung im Jahr 2002 (INFRAS 2003) nicht mehr direkt vergleichbar.

Mit den anderen Teilprojekten der Wirkungsanalyse des Bundes im Energiebereich bestehen **punktu-  
elle Überschneidungen**. Dies betrifft vor allem Modul 2 MuKE in Zusammenhang mit der Wirkungsanalyse der kantonalen Förderprogramme (INFRAS 2008). Die Methodik in INFRAS 2008 muss auf die Auswirkungen für die Verteilung von Globalbeiträgen Rücksicht nehmen. Deshalb wird dort bei Kantonen, welche Modul 2 MuKE bereits in den Vorschriften umgesetzt haben, immer die ganze Energiewirkung im Vergleich zum Stand Basisvorschriften eingerechnet. Damit wird die Energiewirkung von Modul 2 MuKE bei kantonal geförderten Bauten – und nur bei diesen – doppelt erfasst. Der Effekt ist jedoch im Vergleich mit den Gesamtwirkungen und den bestehenden Unsicherheiten bei der Schätzmethodik vernachlässigbar klein.

## 7 Literatur

AWEL 2005: Vollzug der energetischen Massnahmen 2005. Baudirektion Kanton Zürich, AWEL Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft, Zürich.

AWEL 2008: Mündliche Informationen von C. Gmür, Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft, Zürich

B. Haari, R. Huber 1997: Evaluation der verbrauchsabhängigen Heizkostenabrechnung (VHKA): Vollzug und Wirkungszusammenhänge. Im Auftrag des Bundesamtes für Energie, Bern.

BFE 2007: Schweizerische Gesamtenergiestatistik 2006. Bundesamt für Energie. Bern.

BFE 2008: Analyse des schweizerischen Energieverbrauchs 2000 – 2006 nach Verwendungszwecken. Bundesamt für Energie, Bern.

BFE/EnDK 2008: Stand der Energiepolitik in den Kantonen 08. Bundesamt für Energie, Konferenz Kantonaler Energiedirektoren, Bern.

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

CEPE 2002: Grenzkosten bei forcierten Energie-Effizienzmassnahmen in Wohngebäuden. Im Auftrag des Bundesamtes für Energie, September 2002.

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

INFRAS 2002: Wirkungsanalyse kantonale Energiegesetze im Jahre 2001, Kurzbericht. Im Auftrag des Bundesamtes für Energie, Zürich, September 2002.

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

INFRAS 2008: Globalbeiträge an die Kantone nach Art. 15 EnG; Wirkungsanalyse kantonalen Förderprogramme, Ergebnisse der Erhebung 2007. Im Auftrag des Bundesamtes für Energie, Zürich.

INFRAS 2008b: Wirkungsanalyse EnergieSchweiz 2007; Wirkungen der freiwilligen Massnahmen und der Förderaktivitäten von EnergieSchweiz auf Energie, Emissionen und Beschäftigung. Im Auftrag des Bundesamtes für Energie, Zürich.

INFRAS/Plaut 2003: Evaluation des Stromsparfonds Basel. Im Auftrag des Bundesamtes für Energie, Bern, September 2003

Jakob M. 2008: Grundlagen zur Wirkungsabschätzung der Energiepolitik der Kantone im Gebäudebereich. Martin Jakob, CEPE ETH Zürich.

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

Rieder S., Balthasar A., Eichhammer W. & Reichert J. 2005: Internationaler Vergleich von Energiestandards im Baubereich. INTERFACE/ISI im Auftrag des Bundesamtes für Energie.

Wüest & Partner 2007: Gebäudebestandesentwicklung 1990 – 2007. Mail von CEPE an INFRAS, 30.10.07.

# Annex 1: Energiebezugsfläche 2007

## Grundlagen

	Wohnbauten (1000 m2 EBF)	Dienst- leistungen (1000 m2 EBF)	Industrie (1000 m2 EBF)	Total (1000 m2 EBF)
Bestand	440'258	145'712	84'406	670'376
Neubauten	4'949	1'146	552	6'647
Sanierungen	3'962	2'914	1'688	8'565

Quelle: W&P, INFRAS erhalten 30.10.07 von B. Aebischer, cepe (Daten für Perspektivarbeiten)

Quelle: W&P, INFRAS erhalten 30.10.07 von B. Aebischer, cepe (Daten für Perspektivarbeiten)

Quelle Sanierungen: Sanierungsrate Wohnbauten von 0.9%/a gem. Schätzung Arbeitsgruppe April 2008, Dienstleistung und Industrie 2.0%/a wie in INFRAS 2003. Dieser Wert war gestützt auf CEPE 2003 (Mündliche Mitteilung CEPE, B. Aebischer, Zahlen gem. Energieperspektiven) und Annahme INFRAS, dass Industrie identisch wie Dienstleistung

## Hochrechnung

Kanton	Einwohner	Beschäftigte 2005			EBF Haushalte (Hochrechnung Einwohner)			EBF Dienstleistungen (Hochrechn. Besch.)			EBF Industrie (Hochrechn. Besch.)			Nachrüstung VHKA 2007
	Anzahl per Ende 2006 (in Tausend)	Dienst- leistungen (Sektor III)	Industrie (Sektor II)	Bestand (1000 m2 EBF)	Neubauten (1000 m2 EBF)	Sanierungen (1000 m2 EBF)	Bestand (1000 m2 EBF)	Neubauten (1000 m2 EBF)	Sanierungen (1000 m2 EBF)	Bestand (1000 m2 EBF)	Neubauten (1000 m2 EBF)	Sanierungen (1000 m2 EBF)	Delta Ausrüstungsgrad in bestehenden Gebäuden in % (Delta 2007/2006)	
AG	575	15'847	89'053	33'703	379	303	902	7	18	7'739	51	155	0%	
AI	15	3'422	2'071	897	10	8	195	2	4	180	1	4	0%	
AR	53	12'602	734	3'079	35	28	718	6	14	64	0	1		
BE	959	354'024	124'558	56'223	632	506	20'161	159	403	10'825	71	216	0%	
BL	267	77'814	37'519	15'665	176	141	4'431	35	89	3'261	21	65	0%	
BS	185	118'669	34'867	10'837	122	98	6'758	53	135	3'030	20	61	0%	
FR	258	69'126	30'867	15'142	170	136	3'937	31	79	2'683	18	54		
GE	433	206'609	39'325	25'402	286	229	11'766	93	235	3'418	22	68	0%	
GL	38	9'175	75	2'233	25	20	522	4	10	7	0	0		
GR	188	67'264	24'095	11'018	124	99	3'830	30	77	2'094	14	42		
JU	69	17'049	13'376	4'063	46	37	971	8	19	1'162	8	23	0%	
LU	359	119'868	48'911	21'056	237	190	6'826	54	137	4'251	28	85		
NE	169	51'301	29'154	9'904	111	89	2'921	23	58	2'534	17	51		
NW	40	11'713	5'818	2'346	26	21	667	5	13	506	3	10		
OW	34	8'319	5'794	1'979	22	18	474	4	9	504	3	10		
SG	462	143'308	82'089	27'077	304	244	8'161	64	163	7'134	47	143	0%	
SH	74	22'251	1'302	4'331	49	39	1'267	10	25	113	1	2		
SO	249	70'464	39'188	14'577	164	131	4'013	32	80	3'406	22	68	0%	
SZ	139	36'238	18'075	8'140	92	73	2'064	16	41	1'571	10	31		
TG	236	58'762	37'604	13'823	155	124	3'346	26	67	3'268	21	65		
TI	325	118'409	44'656	19'047	214	171	6'743	53	135	3'881	25	78		
UR	35	8'717	5'121	2'049	23	18	496	4	10	445	3	9	0%	
VD	662	233'295	61'561	38'823	436	349	13'285	104	266	5'350	35	107		
VS	295	86'032	34'533	17'274	194	155	4'899	39	98	3'001	20	60		
ZG	107	50'412	19'135	6'284	71	57	2'871	23	57	1'663	11	33		
ZH	1'284	588'034	141'766	75'288	846	678	33'487	263	670	12'320	81	246	0%	
Total	7'509	2'558'724	971'247	440'258	4'949	3'962	145'712	1'146	2'914	84'406	552	1'688	-	

## Annex 2: Stand der kantonalen Energievorschriften Ende 2007

Bereich	Basisvorschriften	MuKEn Basismodul / Teil D: VHKA in Neubauten	MuKEn Modul 2	MuKEn Modul 3
<b>Berücksichtigte Massnahmen</b>	Heutige Selbstläufer welche nach Mitte der 70er Jahre eingeführt wurden; energetische Aspekte LRV; SIA 180; MVO 92; SIA 380/1; MuKEn Basismodul (ohne VHKA)	Ausrüstungspflicht ab 5 Nutzeinheiten	Erweiterte Anforderungen Neubauten (80% des Grenzwertes über nicht erneuerbare Energien)	Nachrüstung VHKA in bestehenden Bauten (ab 5 Nutzungseinheiten)
<b>Bewertungsfaktoren für Berücksichtigung der individuellen Situation</b>	> kein Vollzug = 0 > SIA 380/1 (1988) = 0.8 (kein Anreiz für kompakte Bauten) > SIA 380/1 (2001) = 0.9 > MuKEn Modul 1 = 1.0 (ggü. SIA 380/1:2001 zusätzl. Massnahmen) > MuKEn Modul 1 mit Verschärfungen = 1.1	> falls Vorschrift = 1.0, > sonst = 0	> MuKEn Modul 2 vollzogen = 1.0 > 1.1 = mit Verschärfungen > 0.7 = nur für grosse Bauten > sonst = 0	> aktuell vollzogen = 1.0 > sonst = 0
AG	1	1	1	0
AI	1	1	1	0
AR	1	1	1.1	0
BE	1	1	0.7	1
BL	1.1	1	1.1	1
BS	1.1	1	1.1	1
FR	1	1	1	0
GE	1	1	1.1	1
GL	1	1	0	1
GR	1	1	0	0
JU	0.9	1	0	1
LU	1	1	0	0
NE	1	1	1	0
NW	0.9	1	0	0
OW	0	0	0	0
SG	1	1	1	0
SH	1	1	1	0
SO	1	1	1	0
SZ	0.9	1	0	0
TG	1	1	1	0
TI	1	1	1	0
UR	1	1	0	1
VD	1	1	1.1	1
VS	1	1	0	1
ZG	1	1	0	0
ZH	1	1	1	0

## Annex 3: Modellannahmen im Bereich Basisvorschriften

## A) Wohnbauten

Neubauten / Wohnen		Raumheizung			Warmwasser			Total
z. T. gerundete Werte		$Q_h$	$\eta_h$	$E_h$	$Q_{ww}$	$\eta_{ww}$	$E_{ww}$	
Referenz (Durchschnitt Gebäudebestand 1980)	2002:	445 MJ/m <sup>2</sup>	0.75	595 MJ/m <sup>2</sup>	80 MJ/m <sup>2</sup>	0.65	125 MJ/m <sup>2</sup>	720 MJ/m <sup>2</sup>
	2007:	unverändert	unverändert	unverändert	unverändert	unverändert	unverändert	
Autonome Technische Entwicklung	2002:	420 MJ/m <sup>2</sup>	0.83	505 MJ/m <sup>2</sup>	68 MJ/m <sup>2</sup>	0.7	95 MJ/m <sup>2</sup>	600 MJ/m <sup>2</sup>
	2007:	Energiepreise: -5% => 400 MJ/m <sup>2</sup>	Feuerungstechnik: +2% => 0.85	=> 470 MJ/m <sup>2</sup>	unverändert 68 MJ/m <sup>2</sup>	Feuerungstechnik: +1% => 0.71	=> 94 MJ/m <sup>2</sup>	=> 564 MJ/m <sup>2</sup>
IST	2002:	270 MJ/m <sup>2</sup>	0.9	300 MJ/m <sup>2</sup>	64 MJ/m <sup>2</sup>	0.85	75 MJ/m <sup>2</sup>	375 MJ/m <sup>2</sup>
	2007:	Energiepreise: -2.5% Vollzug Wärmebrücken: -3% => 255 MJ/m <sup>2</sup>	Feuerungstechnik: +2% => 0.92	=> 275 MJ/m <sup>2</sup>	unverändert 64 MJ/m <sup>2</sup>	Feuerungstechnik: +1% => 0.86	=> 74 MJ/m <sup>2</sup>	=> 349 MJ/m <sup>2</sup>
	MuKEn 08:	140*0.55 (MFH) + 195*0.45 (EFH) Höchstanteil fossil: -20% => 130 MJ/m <sup>2</sup>	0.95	=> 135 MJ/m <sup>2</sup>	0.55*75 (MFH) + 0.45*50 (EFH) Höchstanteil fossil: -20% => 51 MJ/m <sup>2</sup>	=> 0.88	=> 60 MJ/m <sup>2</sup>	=> 195 MJ/m <sup>2</sup>
Anteil Basisvorschriften (= Delta Autonom zu IST)	2002:			205 MJ/m <sup>2</sup>			20 MJ/m <sup>2</sup>	225 MJ/m <sup>2</sup>
	2007:			=> 195 MJ/m <sup>2</sup>			=> 20 MJ/m <sup>2</sup>	=> 215 MJ/m <sup>2</sup>
	MuKEn 08:			=> 335 MJ/m <sup>2</sup>			=> 34 MJ/m <sup>2</sup>	=> 370 MJ/m <sup>2</sup>

Sanierung / Wohnen		Raumheizung			Warmwasser			Total
z. T. gerundete Werte		$Q_h$	$\eta_h$	$E_h$	$Q_{ww}$	$\eta_{ww}$	$E_{ww}$	
Referenz (Durchschnitt Gebäudebestand 1980)	2002:	445 MJ/m <sup>2</sup>	0.75	595 MJ/m <sup>2</sup>	80 MJ/m <sup>2</sup>	0.65	125 MJ/m <sup>2</sup>	720 MJ/m <sup>2</sup>
	2007:	unverändert	unverändert	unverändert	unverändert	unverändert	unverändert	
Autonome Technische Entwicklung	2002:	420 MJ/m <sup>2</sup>	0.76	550 MJ/m <sup>2</sup>	68 MJ/m <sup>2</sup>	0.68	100 MJ/m <sup>2</sup>	650 MJ/m <sup>2</sup>
	2007:	Energiepreise: -5% => 390 MJ/m <sup>2</sup>	Feuerungstechnik: +2% => 0.78	=>500 MJ/m <sup>2</sup>	unverändert 68 MJ/m <sup>2</sup>	Feuerungstechnik: +1% => 0.69	=> 99 MJ/m <sup>2</sup>	=> 599 MJ/m <sup>2</sup>
IST	2002:	320 MJ/m <sup>2</sup>	0.85	375 MJ/m <sup>2</sup>	64 MJ/m <sup>2</sup>	0.76	85 MJ/m <sup>2</sup>	460 MJ/m <sup>2</sup>
	2007:	Energiepreise: -2.5% => 310 MJ/m <sup>2</sup>	Feuerungstechnik: +2% => 0.87	=> 355 MJ/m <sup>2</sup>	unverändert 64 MJ/m <sup>2</sup>	Feuerungstechnik: +1% => 0.77	=> 83 MJ/m <sup>2</sup>	=> 437 MJ/m <sup>2</sup>
	MuKE n 08:	175*0.55 (MFH) + 245*0.45 (EFH) (25% höher als Neubau) => 205 MJ/m <sup>2</sup>	=> 0.9	=> 230 MJ/m <sup>2</sup>	unverändert: 0.55*75 (MFH) + 0.45*50 (EFH) =>64 MJ/m <sup>2</sup>	=>0.8	=> 80 MJ/m <sup>2</sup>	'=> 310 MJ/m <sup>2</sup>
Anteil Basisvorschriften (= Delta Autonom zu IST)	2002:			175 MJ/m <sup>2</sup>			15 MJ/m <sup>2</sup>	190 MJ/m <sup>2</sup>
	2007:			=> 145 MJ/m <sup>2</sup>			=> 16 MJ/m <sup>2</sup>	=> 160 MJ/m <sup>2</sup>
	MuKE n 08:			=> 270 MJ/m <sup>2</sup>			=> 19 MJ/m <sup>2</sup>	=> 290 MJ/m <sup>2</sup>

## B) Dienstleistungsbauten

Neubauten / Dienstleistung		Raumheizung			Warmwasser			Total
z. T. gerundete Werte		$Q_h$	$\eta_h$	$E_h$	$Q_{ww}$	$\eta_{ww}$	$E_{ww}$	
Referenz (Durchschnitt Gebäudebestand 1980)	2002:	410 MJ/m <sup>2</sup> (MFH gross +15% Zuschlag Luftwechsel)	(analog Wohnen) 0.75	545 MJ/m <sup>2</sup>				
	2007:	unverändert	unverändert	unverändert				
Autonome Technische Entwicklung	2002:	390 MJ/m <sup>2</sup>	(analog Wohnen) 0.83	470 MJ/m <sup>2</sup>				
	2007:	Energiepreise: -5% => 370 MJ/m <sup>2</sup>	Feuerungstechnik: +2% => 0.85	=> 435 MJ/m <sup>2</sup>				
IST (Stand 2003)	2002:	245 MJ/m <sup>2</sup>	(Analog Wohnen) 0.9	275 MJ/m <sup>2</sup>				
	2007:	Energiepreise: -2.5% Vollzug Wärmebrücken: -3% => 230 MJ/m <sup>2</sup>	Feuerungstechnik: +2% => 0.92	=> 250 MJ/m <sup>2</sup>				
	MuKE n 08:	Ausgangswert 159 MJ/m <sup>2</sup> Zuschlag Luftwechsel: + 30% Höchstanteil fossil: -20% =>165 MJ/m <sup>2</sup>	=> 0.95	=> 175 MJ/m <sup>2</sup>				
Anteil Basisvorschriften (= Delta Autonom zu IST)	2002:			470 - 275 = 195 MJ/m <sup>2</sup>			10 MJ/m <sup>2</sup> <sup>1)</sup> (Annahme: Wegen tieferem $Q_{ww}$ nur 60% der Wirkung für Wohnbauten)	205 MJ/m <sup>2</sup>
	2007:			185 MJ/m <sup>2</sup>		Feuerungstechnik: +1%	=> 10 MJ/m <sup>2</sup>	=> 195 MJ/m <sup>2</sup>
	MuKE n 08:			260 MJ/m <sup>2</sup>			unverändert => 10 MJ/m <sup>2</sup>	=> 270 MJ/m <sup>2</sup>

Sanierungen / Dienstleistung (Energetische Vollsanierung)								Total
z. T. gerundete Werte		Raumheizung			Warmwasser			
		$Q_h$	$\eta_h$	$E_h$	$Q_{ww}$	$\eta_{ww}$	$E_{ww}$	
Referenz (Durchschnitt Gebäudebestand 1980)	2002:	Analog Neubauten DL, d.h. <b>410 MJ/m<sup>2</sup></b>	(analog Wohnen) <b>0.75</b>	<b>545 MJ/m<sup>2</sup></b>				
	2007:	<b>unverändert</b>	<b>unverändert</b>	<b>unverändert</b>				
Autonome Technische Entwicklung	2002:	Techn. Entwicklung gemäss Neubauten <b>390 MJ/m<sup>2</sup></b>	(analog Wohnen) <b>0.76</b>	<b>515 MJ/m<sup>2</sup></b>				
	2007:	Energiepreise: -5% <b>=&gt; 370 MJ/m<sup>2</sup></b>	Feuerungstechnik: +2% <b>=&gt; 0.78</b>	<b>=&gt;475 MJ/m<sup>2</sup></b>				
IST	2002:	<b>Faktor 1.2 ggü. Neubauten</b> <b>300 MJ/m<sup>2</sup></b>	(analog Wohnen) <b>0.85</b>	<b>355 MJ/m<sup>2</sup></b>				
	2007:	Energiepreise: -2.5% <b>=&gt; 290 MJ/m<sup>2</sup></b>	Feuerungstechnik: +2% <b>=&gt; 0.87</b>	<b>=&gt; 335 MJ/m<sup>2</sup></b>				
	MuKEn 08:	25% höher als Neubau <b>=&gt;260 MJ/m<sup>2</sup></b>	<b>=&gt;0.90</b>	<b>'=&gt; 290 MJ/m<sup>2</sup></b>				
Anteil Basisvorschriften (= Delta Autonom zu IST)	2002:			<b>160 MJ/m<sup>2</sup></b>			<b>10 MJ/m<sup>2</sup></b> (Annahme: Wegen tieferem $Q_{ww}$ nur 60% der Wirkung für Wohnbauten)	<b>170 MJ/m<sup>2</sup></b>
	2007:			<b>=&gt; 140 MJ/m<sup>2</sup></b>		Feuerungstechnik: +1%	<b>=&gt; 10 MJ/m<sup>2</sup></b>	<b>=&gt; 150 MJ/m<sup>2</sup></b>
	MuKEn 08:			<b>=&gt;185 MJ/m<sup>3</sup></b>			unverändert <b>=&gt; 10 MJ/m<sup>2</sup></b>	<b>=&gt; 195 MJ/m<sup>2</sup></b>

## C) Industriebauten

Neubauten / Industrie		Raumheizung			Warmwasser			Total (gerundet)
z. T. gerundete Werte		$Q_h$	$\eta_h$	$E_h$	$Q_{ww}$	$\eta_{ww}$	$E_{ww}$	
Referenz (Durchschnitt Gebäudebestand 1980)	2002:	<b>410 (DL) * 0.82 = 335 MJ/m<sup>2</sup></b>	(analog DL) <b>0.75</b>	<b>445 MJ/m<sup>2</sup></b>				
	2007:	<b>unverändert</b>	<b>unverändert</b>	<b>unverändert</b>				
Autonome Technische Entwicklung	2002:	<b>390 (DL) * 0.8 = 310 MJ/m<sup>2</sup></b>	(analog DL) <b>0.83</b>	<b>375 MJ/m<sup>2</sup></b>				
	2007:	Energiepreise: -5%  <b>=&gt; 295 MJ/m<sup>2</sup></b>	Feuerungstechnik: +2%  <b>=&gt; 0.85</b>	<b>=&gt; 345 MJ/m<sup>2</sup></b>				
IST (Stand 2003)	2002:	<b>245 (DL) * 0.8 195 MJ/m<sup>2</sup></b>	(analog DL) <b>0.9</b>	<b>216 MJ/m<sup>2</sup></b>				
	2007:	Energiepreise: -2.5% Vollzug Wärme- brücken: -3% <b>=&gt; 185 MJ/m<sup>2</sup></b>	Feuerungstechnik: +2%  <b>=&gt; 0.92</b>	<b>=&gt; 200 MJ/m<sup>2</sup></b>				
	MuKEn 08:	<b>0.8*165 MJ/m<sup>2</sup> (*) =&gt; 130 MJ/m<sup>2</sup></b>	<b>=&gt; 0.95</b>	<b>=&gt; 135 MJ/m<sup>2</sup></b>				
Anteil Basisvorschriften (= Delta Autonom zu IST)	2002:			<b>375 - 215 = 160 MJ/m<sup>2</sup></b>			<b>10 MJ/m<sup>2</sup></b> (Annahme: Wegen tieferem $Q_{ww}$ nur 40% der Wirk. für Wohnbauten, gerundet)	<b>170 MJ/m<sup>2</sup></b>
	2007:			<b>=&gt; 145 MJ/m<sup>2</sup></b>		Feuerungstechnik: +1%	<b>=&gt; 10 MJ/m<sup>2</sup></b>	<b>=&gt; 155 MJ/m<sup>2</sup></b>
	MuKEn 08:			<b>=&gt; 210 MJ/m<sup>2</sup></b>			unverändert <b>=&gt; 10 MJ/m<sup>2</sup></b>	<b>=&gt; 220 MJ/m<sup>2</sup></b>

Sanierungen / Industrie (Energetische Vollsanierung)								Total
z. T. gerundete Werte		Raumheizung			Warmwasser			
		$Q_h$	$\eta_h$	$E_h$	$Q_{ww}$	$\eta_{ww}$	$E_{ww}$	
Referenz (Durchschnitt Gebäudebestand 1980)	2002:	410 (DL) * 0.82 = 335 MJ/m <sup>2</sup>	(analog DL) 0.75	445 MJ/m <sup>2</sup>				
	2007:	unverändert	unverändert	unverändert				
Autonome Technische Entwicklung	2002:	390 (DL) * 0.8 = 310 MJ/m <sup>2</sup>	(analog DL) 0.76	445 MJ/m <sup>2</sup>				
	2007:	Energiepreise: -5% => 295 MJ/m <sup>2</sup>	Feuerungstechnik: +2% => 0.78	=>380 MJ/m <sup>2</sup>				
IST	2002:	300 (DL) * 0.8 = 240 MJ/m <sup>2</sup>	(analog DL) 0.85	280 MJ/m <sup>2</sup>				
	2007:	Energiepreise: -2.5% => 235 MJ/m <sup>2</sup>	Kesslersatz: +2% => 0.87	=> 270 MJ/m <sup>2</sup>				
	MuKEn 08:	=> 210 MJ/m <sup>2</sup>	=> 0.90	=> 235 MJ/m <sup>2</sup>				
Anteil Basisvorschriften (= Delta Autonom zu IST)	2002:			130 MJ/m <sup>2</sup>			10 MJ/m <sup>2</sup> <sup>1)</sup> (Annahme: Wegen tieferem QWW nur 40% der Wirkung für Wohnen, gerundet)	140 MJ/m <sup>2</sup>
	2007:			=> 110 MJ/m <sup>2</sup>		Feuerungstechnik: +1%	=> 10 MJ/m <sup>2</sup>	=> 120 MJ/m <sup>2</sup>
	MuKEn 08:			=> 145 MJ/m <sup>2</sup>			unverändert => 10 MJ/m <sup>2</sup>	=> 155 MJ/m <sup>2</sup>

## Annex 4: Übersicht der spezifischen Energiewirkungen

Bereich	Basisvorschriften	MuKEN Basismodul / Teil D: VHKA in Neubauten	MuKEN Modul 2	MuKEN Modul 3
<b>Massnahme</b>	Heutige Selbstläufer welche nach Mitte der 70er Jahre eingeführt wurden; energetische Aspekte LRV; SIA 180; MVO 92; SIA 380/1; MuKEN Basismodul (ohne VHKA)	Ausrüstungspflicht ab 5 Nutzeinheiten	Erweiterte Anforderungen Neubauten (80% des Grenzwertes über nicht erneuerbare Energien)	Nachrüstung VHKA in bestehenden Bauten (ab 5 Nutzungseinheiten)
<b>Kommentare und Herleitung Wirkung</b>	Siehe separates Wirkungsmodell für Wohnen, Dienstleistung/Gewerbe und Industrie.	gem. Evaluation vom Mai 97 fällt Einsparung bei Neubau ggü. Altbauten wegen Thermostatventilen geringer aus. => Annahme: 7% Einsparung bezogen auf $E_{hww}$ bei 0.9° Grenzwert SIA 380/1:2007 (Durchschnitt 10% besser als Grenzwert bei Standardnutzung SIA). Anteil MFH an Gesamtfläche Wohnen = 60%. Bei DL (Durchschnitt Kat. II bis IV) fallen wegen der Besitzverhältnisse nur 20% der Fläche unter VHKA. Keine Wirkung bei Industriebauten. Reduktion bei gleichzeitiger Implementierung von MuKEN Modul 2 wird vernachlässigt.	Rund 50% der Bauten erfüllen im Kt. ZH Modul 2 über Einbau einer Wärmepumpe. Der Rest wählt mehrheitlich die Standardlösung einer verbesserten Wärmedämmung. Wärmepumpen führen zu einer deutlich höheren Einsparung als nur 20%. Unter Annahme eines $Q_h$ gemäss Basismodul wird bei einer Wärmepumpe mit JAZ = 3 nur 33% der Endenergie benötigt. Ein Teil dieser WP wäre jedoch auch ohne Modul 2 realisiert worden. Weiter haben Vollzugsuntersuchungen des AWEL gezeigt, dass auch nach Einführung von Modul 2 etwa der gleiche Anteil Gebäude die Grenzwerte deutlich übererfüllt oder deutlich verfehlt. Die grosse Mehrheit der Gebäude orientiert sich knapp am Grenzwert. <b>Annahme:</b> Wirkung von Modul 2 beträgt rund 25% des Ausgangswertes für $E_h$ gemäss heutigem Baustandard.	Kein Zusammenhang mit Sanierungsrate, bezieht sich auf gesamten Flächenbestand (Nachrüstungspflicht). Wirkung: 13.5% Einsparung im Durchschnitt (Eval. VHKA Mai 97, Tab. 7 S. 45). Wirkung bezieht sich auf $E_{hww}$ des Gebäudeparks Baujahr vor 1990 mit $\phi$ 720 MJ/m <sup>2</sup> a. Keine Wirkung im Bereich DL / Industrie.
<b>Quelle</b>	Schätzung INFRAS	Evaluation VHKA Mai 1997, Evaluation VHKA Mai 1996, Schätzung INFRAS	Schätzungen INFRAS, AWEL	Durchschnittl. $E_{hww}$ des gesamten Gebäudeparks: AWEL Gebäudekataster Stand 1997, Einsparungswirkung gemäss Eval. VHKA Mai 1996 S. 9
<b>Bezugsgrösse</b>	jährlich realisierte m2 EBF	jährlich realisierte m2 EBF Neubau	jährlich realisierte m2 EBF Neubau	Jährlich von Kantonen gemeldeter Vollzugsstatus und Penetration der VHKA-Nachrüstung
<b>spezif. Einsparungen [MJ/a pro Bezugsgrösse]:</b>				
Wohnen Neubau	215	14	69	0
Wohnen Sanierung	160	0	0	97
Dienstleistung Neubau	195	3	63	0
Dienstleistung Sanierung	150	0	0	0
Industrie Neubau	155	0	50	0
Industrie Sanierung	120	0	0	0

## Annex 5: Spezifische Mehrinvestitionen

Bereich	Basisvorschriften	MuKEn Basismodul / Teil D: VHKA in Neubauten	MuKEn Modul 2	MuKEn Modul 3
<b>Massnahme</b>	Heutige Selbstläufer welche nach Mitte der 70er Jahre eingeführt wurden; energetische Aspekte LRV; SIA 180; MVO 92; SIA 380/1; MuKEn Basismodul (ohne VHKA)	Ausrüstungspflicht ab 5 Nutzeinheiten	Erweiterte Anforderungen Neubauten (80% des Grenzwertes über nicht erneuerbare Energien)	Nachrüstung VHKA in bestehenden Bauten (ab 5 Nutzungseinheiten)
<b>Kommentare und Herleitung der Investitionen</b>	Wohnen: Neubau: Mehrkosten für Einzelbauteile aus CEPE 2002. Umrechnung auf EBF mittels Durchschnitts-MFH: (A/EBF 1.34, 1'000m2 EBF, 150m2 Fenster, 690 m2 Aussenwand, 250m2 Dach, 250m2 Boden, ). Skalierung der Werte auf EFH und Gewichtung (55% MFH, 45% EFH). Sanierung: Mehrinvestitionen für Sanierung gemäss Vorschriften ggü. Instandsetzung ("Pinzelsanierung") aus dem Wirkungsmodell HFM 2007. Energierrelevanter Anteil geschätzt.  DL+IND: Schätzung auf Basis Werte MFH	Investition 700 CHF und Auslesung pro Jahr 50 CHF Pro 4-Zi. Wohnung mit durchschnittl. 80m2 =>über 20 Jahre entstehen Kosten von 1'700/80=20 CHF /m2 EBF. Anteil MFH mit VHKA an Gesamtfläche Wohnen bei 60%. Bei DL fallen wegen Besitzverhältnissen nur 20% der Fläche unter VHKA. Keine Wirkung bei Industrie.	Neubau: 5% Mehrkosten gegenüber Grundauführung, Annahme dass mehrheitlich verbesserte Wärmedämmung oder Wärmepumpe realisiert wird. Standardausführung wird mit 500 CHF/m3 (SIA BKP2) für Wohnbau und 400 CHF/m3 für DL/Industrie-Bau angenommen. Bei Stockwerkhöhe 3m und Faktor 1.15 für Umrechnung auf EBF => Wohnen 1'700 CHF/m2 EBF, DL/Industrie 1'400 CHF/m2 EBF.  Sanierung: Wohnen 1'250CHF/m2 EBF, DL/Industrie 1'000 CHF/m2 EBF.	Investition 700 CHF und Auslesung pro Jahr 50 CHF Pro 4-Zi. Wohnung mit durchschnittl. 80m2 =>über 20 a 1'700/80=20 CHF/m2 EBF. Thermostatventile nicht berücksichtigt (werden heute sowieso realisiert).
<b>Quelle</b>	CEPE 2002, BFE/EnDK 2007a, Schätzung INFRAS	Tel. Auskunft Büro für Heizkostenabrechnungen Meyer Roland, Kriens/Schätzung INFRAS	Energiegesetz Kanton Zürich, Analyse der Standardlösungen zum Para 10a. , Diplomarbeit D. Medina, R. Stocker, Technikum Winterthur Ingenieurschule, 1998 Econcept, FHBB Studie "Neubauen statt Sanierung?", Angaben R. Keller, Logisuisse zu Sanierungskosten	Tel. Auskunft Büro für Heizkostenabrechnungen Meyer Roland, Kriens
<b>Bezugsgrösse</b>	jährlich realisierte m2 EBF	jährlich realisierte m2 EBF Neubau	jährlich realisierte m2 EBF Neubau	Jährlich von Kantonen gemeldeter Vollzugsstatus und Penetration der VHKA-Nachrüstung
<b>spezif. Investitionen [CHF pro Bezugsgrösse]:</b>				
Wohnen Neubau	85	12	85	0
Wohnen Sanierung	150	0	63	20
Dienstleistung Neubau	60	4	70	0
Dienstleistung Sanierung	108	0	50	0
Industrie Neubau	60	0	70	0
Industrie Sanierung	108	0	50	0

## Annex 6: Branchenaufteilung der Mehrinvestitionen

Bereich	Massnahmen	Elektrizität + Gas Importanteil [%]	Brennstoffe + Treibstoffe Importanteil [%]	Maschinen und Fahrzeuge Importanteil [%]	Elektrotechnik, Elektronik, Optik Importanteil [%]	Baugewerbe Importanteil [%]	.	Beratung, Planung, Informatik, Schulung Importanteil [%]	übrige Dienstleistungsbranche (Gastgewerbe, Immobilien) Importanteil [%]	Rest Importanteil [%]					
Basisvorschriften	Heutige Selbstläufer welche nach Mitte der 70er Jahre eingeführt wurden; energetische Aspekte LRV; SIA 180; MVO 92; SIA 380/1; MuKEen Basismodul (ohne VHKA)	0	0	0	40	30	30	0	0	20	0	0	0	50	10
MuKEen Basismodul / Teil D: VHKA in Neubauten	Ausrüstungspflicht ab 5 Nutzeinheiten	0	0	0	40	30	0	0	0	10	0	40	0	20	10
MuKEen Modul 2	Erweiterte Anforderungen Neubauten (80% des Grenzwertes über nicht erneuerbare Energien)	0	0	0	40	30	30	0	0	20	0	0	0	50	10
MuKEen Modul 3	Nachrüstung VHKA in bestehenden Bauten (ab 5 Nutzungseinheiten)	0	0	0	40	30	0	0	0	10	0	40	0	20	10

# Annex 7: Hochrechnungen der energetischen Wirkungen

Angaben für das Jahr 2007

	Basisvorschriften							MuKEN Basismodul / Teil D: VHKA in Neubauten						MuKEN Modul 2						MuKEN Modul 3						Summe (TJ/a)			
	Wirkungen WB (TJ/a)		Wirkungen DL (TJ/a)		Wirkungen Ind. (TJ/a)			Wirkungen WB (TJ/a)		Wirkungen DL (TJ/a)		Wirkungen Ind. (TJ/a)		Wirkungen WB (TJ/a)		Wirkungen DL (TJ/a)		Wirkungen Ind. (TJ/a)		Wirkungen WB (TJ/a)		Wirkungen DL (TJ/a)		Wirkungen Ind. (TJ/a)		WB	DL	Ind.	Total
	Neu.	San.	Neu.	San.	Neu.	San.	Ind.	Neu.	San.	Neu.	San.	Neu.	San.	Neu.	San.	Neu.	San.	Neu.	San.	Neu.	San.	Neu.	San.	Neu.	San.	Ind.	WB	DL	Ind.
AG	81	49	1	3	8	19	5	0	0	0	0	0	26	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	161	5	29	195	
AI	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	1	6	
AR	7	4	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	4	0	19	
BE	136	81	31	60	11	26	9	0	0	0	0	0	30	0	7	0	2	0	0	0	0	0	0	0	256	99	39	394	
BL	42	25	7	15	4	9	2	0	0	0	0	0	12	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	81	24	13	119	
BS	29	17	11	22	3	8	2	0	0	0	0	0	8	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	56	37	12	106	
FR	37	22	6	12	3	6	2	0	0	0	0	0	12	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	72	20	10	102	
GE	61	37	18	35	3	8	4	0	0	0	0	0	22	0	6	0	1	0	0	0	0	0	0	0	124	60	13	196	
GL	5	3	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	2	0	11	
GR	27	16	6	11	2	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44	17	7	69	
JU	9	5	1	3	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	4	4	22	
LU	51	30	10	20	4	10	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85	31	15	130	
NE	24	14	4	9	3	6	2	0	0	0	0	0	8	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	47	15	9	72	
NW	5	3	1	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	3	2	13	
OW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SG	65	39	13	24	7	17	4	0	0	0	0	0	21	0	4	0	2	0	0	0	0	0	0	0	130	41	27	198	
SH	10	6	2	4	0	0	1	0	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	6	0	28	
SO	35	21	6	12	3	8	2	0	0	0	0	0	11	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	70	20	13	103	
SZ	18	11	3	6	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	8	5	43	
TG	33	20	5	10	3	8	2	0	0	0	0	0	11	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	66	17	12	95	
TI	46	27	10	20	4	9	3	0	0	0	0	0	15	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	91	34	15	140	
UR	5	3	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	2	2	12	
VD	94	56	20	40	5	13	6	0	0	0	0	0	33	0	7	0	2	0	0	0	0	0	0	0	189	68	20	277	
VS	42	25	8	15	3	7	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	69	22	10	102	
ZG	15	9	4	9	2	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	13	6	44	
ZH	182	108	51	100	12	30	12	0	1	0	0	0	58	0	16	0	4	0	0	0	0	0	0	0	360	169	46	576	
<b>Total</b>	<b>1062</b>	<b>633</b>	<b>224</b>	<b>438</b>	<b>85</b>	<b>202</b>	<b>69</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>273</b>	<b>0</b>	<b>58</b>	<b>0</b>	<b>22</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2037</b>	<b>724</b>	<b>309</b>	<b>3070</b>		

## Annex 8: Hochrechnungen Investitionen

Angaben für das Jahr 2007

	Basisvorschriften						MuKen Basismodul / Teil D: VHKA in Neubauten						MuKen Modul 2						MuKen Modul 3						Summe (Mio. CHF/a)				
	Investitionen WB (Mio. CHF/a)		Investitionen DL (Mio. CHF/a)		Investitionen Ind. (Mio. CHF/a)		Investitionen WB (Mio. CHF/a)		Investitionen DL (Mio. CHF/a)		Investitionen Ind. (Mio. CHF/a)		Investitionen WB (Mio. CHF/a)		Investitionen DL (Mio. CHF/a)		Investitionen Ind. (Mio. CHF/a)		Investitionen WB (Mio. CHF/a)		Investitionen DL (Mio. CHF/a)		Investitionen Ind. (Mio. CHF/a)		WB	DL	Ind.	Total	
	Neu.	San.	Neu.	San.	Neu.	San.	Neu.	San.	Neu.	San.	Neu.	San.	Neu.	San.	Neu.	San.	Neu.	San.	Neu.	San.	Neu.	San.	Neu.	San.					
AG	32	45	0	2	3	17	5	0	0	0	0	0	32	19	0	1	4	8	0	0	0	0	0	0	133	4	31	168	
AI	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	1	5	
AR	3	4	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	13	3	0	16	
BE	54	76	10	43	4	23	8	0	1	0	0	0	38	22	8	14	3	8	0	0	0	0	0	0	197	76	39	311	
BL	16	23	2	11	1	8	2	0	0	0	0	0	15	9	2	4	1	3	0	0	0	0	0	0	66	20	14	99	
BS	11	16	4	16	1	7	1	0	0	0	0	0	10	6	4	7	1	3	0	0	0	0	0	0	45	30	13	88	
FR	14	20	2	8	1	6	2	0	0	0	0	0	14	9	2	4	1	3	0	0	0	0	0	0	60	17	11	87	
GE	24	34	6	25	1	7	3	0	0	0	0	0	27	16	7	13	2	4	0	0	0	0	0	0	104	51	14	170	
GL	2	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1	0	7	
GR	11	15	2	8	1	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	10	5	42	
JU	3	5	0	2	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	2	3	14	
LU	20	28	3	15	2	9	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51	18	11	80	
NE	9	13	1	6	1	5	1	0	0	0	0	0	9	6	2	3	1	3	0	0	0	0	0	0	39	12	10	62	
NW	2	3	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	2	1	8	
OW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SG	26	36	4	18	3	15	4	0	0	0	0	0	26	15	4	8	3	7	0	0	0	0	0	0	107	34	29	170	
SH	4	6	1	3	0	0	1	0	0	0	0	0	4	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	17	5	0	23	
SO	14	20	2	9	1	7	2	0	0	0	0	0	14	8	2	4	2	3	0	0	0	0	0	0	58	17	14	88	
SZ	7	10	1	4	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	5	4	27	
TG	13	19	2	7	1	7	2	0	0	0	0	0	13	8	2	3	1	3	0	0	0	0	0	0	55	14	13	82	
TI	18	26	3	15	2	8	3	0	0	0	0	0	18	11	4	7	2	4	0	0	0	0	0	0	75	28	16	119	
UR	2	3	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1	1	7	
VD	37	52	6	29	2	12	5	0	0	0	0	0	41	24	8	15	3	6	0	0	0	0	0	0	159	58	22	240	
VS	16	23	2	11	1	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42	13	8	63	
ZG	6	8	1	6	1	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	8	4	27	
ZH	72	101	16	72	5	27	10	0	1	0	0	0	72	42	18	33	6	12	0	0	0	0	0	0	298	141	49	488	
<b>Total</b>	<b>419</b>	<b>592</b>	<b>69</b>	<b>315</b>	<b>33</b>	<b>181</b>	<b>59</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>338</b>	<b>199</b>	<b>65</b>	<b>119</b>	<b>31</b>	<b>67</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1607</b>	<b>572</b>	<b>312</b>	<b>2491</b>	



**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) / 07.08 / 300