

Juli 2003

# Wirkungen der kantonalen Energievorschriften im Gebäude- bereich im Jahr 2002

**Auftraggeber:**

Bundesamt für Energie BFE, 3003 Bern

**Auftragnehmer:**

INFRAS, Gerechtigkeitsgasse 20, Postfach, 8039 Zürich

Tel: 01/205 95 95; Fax: 01 205 95 99

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

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

**Autoren:**

Stefan Kessler

Rolf Iten

**Begleitgruppe:**

Konferenz kantonaler Energiefachstellen, Arbeitsgruppe Analysen des Departements Erfolgskontrolle

**Titel:**

Wirkungen der kantonalen Energievorschriften im Gebäudebereich im Jahr 2002

**EnergieSchweiz**

Bundesamt für Energie BFE, Worblentalstrasse 32, CH-3063 Ittigen · Postadresse: CH-3003 Bern  
Tel. 031 322 56 11, Fax 031 323 25 00 · [office@bfe.admin.ch](mailto:office@bfe.admin.ch) · [www.energie-schweiz.ch](http://www.energie-schweiz.ch)

Vertrieb: BBL, Vertrieb Publikationen, 3003 Bern · [www.bbl.admin.ch/bundespublikationen](http://www.bbl.admin.ch/bundespublikationen)  
Bestellnummer 805.296 d / 07.03 / 200

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Untersuchungsgegenstand, Methodik</b> .....	<b>4</b>
2.1	Untersuchungsgegenstand .....	4
2.2	Methodik.....	6
2.2.1	Grundansatz.....	6
2.2.2	Referenzszenario .....	6
2.2.3	Methodische Anpassungen gegenüber dem Vorjahresbericht .....	7
2.2.4	Erörterung von ausgewählten methodischen Fragestellungen.....	8
<b>3</b>	<b>Resultate</b> .....	<b>11</b>
3.1	Wirkungen auf Energie und Umwelt .....	11
3.1.1	Energetische Wirkungen .....	11
3.1.2	Auswirkungen auf CO <sub>2</sub> -Emissionen und wichtige Luftschadstoffe.....	12
3.2	Investitions- und Beschäftigungswirkungen.....	13
3.2.1	Ausgelöste Investitionen .....	13
3.2.2	Beschäftigungswirkungen .....	14
3.3	Weitere, nicht quantitativ erfassbare Wirkungen .....	15
3.4	Erklärung der Unterschiede zu Vorjahresergebnissen und Ex-Post Analyse.....	16
<b>4</b>	<b>Fazit</b> .....	<b>18</b>
4.1	Ergebnisse .....	18
4.2	Methodik.....	19
<b>Annex</b>	.....	<b>20</b>
Annex 1:	Energiebezugsflächen 2002.....	21
Annex 2:	Stand der kantonalen Energievorschriften Ende 2002 .....	22
Annex 3:	Modellannahmen im Bereich Basisvorschriften .....	23
Annex 4:	Übersicht der spezifischen Energiewirkungen .....	29
Annex 5:	Spezifische Mehrinvestitionen.....	30
Annex 6:	Branchenaufteilung der Mehrinvestitionen.....	31
Annex 7:	Hochrechnungen der energetischen Wirkungen.....	32
Annex 8:	Hochrechnungen Investitionen .....	33
<b>Literatur</b>	.....	<b>34</b>

# 1 Einleitung

Art. 20 des Energiegesetzes (EnG) verlangt, dass der Bund regelmässig untersucht, wieweit die Massnahmen des EnG zur Erreichung dessen Ziele beitragen. Darunter fallen auch die an die Kantone delegierten Massnahmen gemäss Art. 9 (Gebäudebereich).

Die Wirkungen der Energiepolitik in der Schweiz werden jährlich im Rahmen der Ex-Post-Analyse abgeschätzt. Dabei werden die wichtigsten Bestimmungsgründe der Energieverbrauchsentwicklung innerhalb der Bereiche Haushalte, Dienstleistung, Industrie und Verkehr herausgearbeitet und quantifiziert (vgl. PROGROS 2002).

Mit dem EnG wird den kantonalen Vorschriften im Energiebereich ein hoher Stellenwert beigegeben. Allerdings gehen die Zielsetzungen dieser Vorschriften in den einzelnen Kantonen immer noch unterschiedlich weit, trotz zunehmender Erfolge in Richtung einer interkantonalen Harmonisierung (vgl. EnDK 2000).

Im vergangenen Jahr erfolgte erstmals eine separate Grobschätzung der Wirkungen durch kantonale Vorschriften für das Jahr 2001 (INFRAS 2002). Dabei hat sich gezeigt, dass die Methodik – v.a. bezüglich Referenzannahmen – noch verfeinert und besser mit den Annahmen aus anderen verwandten Arbeiten abgestimmt werden kann.

Im vorliegenden Papier wird die überarbeitete Methodik dargestellt, sowie die Auswirkungen der kantonalen Vorschriften auf Energie, Investitionen, Beschäftigung und Umwelt<sup>1</sup> entsprechend dem aktuellen Stand der Umsetzung in den einzelnen Kantonen abgeschätzt.

## 2 Untersuchungsgegenstand, Methodik

### 2.1 Untersuchungsgegenstand

Gegenstand der Untersuchung sind die Energievorschriften der Kantone im Gebäudebereich. Dabei werden nicht nur die rein energetischen Vorschriften (z.B. Energiegesetze), sondern auch solche mit klarer energetischer Relevanz und starkem Bezug zu kantonalen Energievorschriften (z.B. energetische Auswirkungen der Luftreinhalteverordnung) mit einbezogen. Diese Erweiterung hat sich aufgedrängt um die Leistungen durch kantonale Vorschriften ausgewogen erfassen zu können. Es ist klar, dass sich dadurch Überschneidungen mit den Anstrengungen von EnergieSchweiz und anderer Akteure wie z.B. dem SIA ergeben. Diese sind jedoch nicht zu vermeiden, und eine klare Zuteilung der Wirkungen auf die einzelnen Akteure ist aus methodischen Gründen nicht möglich. Die Abgrenzung wurde deshalb so vorgenommen, dass diejenigen Vorschriften einbezogen werden wo die Kantone Hauptakteure sind.

Für die Analyse der Auswirkungen werden folgende Massnahmenkategorien unterschieden:

- Basisvorschriften
- Modul 2 MuKE
- Verbrauchsabhängige Heiz- und Warmwasserkostenabrechnung (VHKA) in Neubauten (Basismodul MuKE, Teil D)
- VHKA in bestehenden Bauten (MuKE Modul 3)

Im Folgenden finden sich kurze Erläuterungen zu den einzelnen Punkten.

---

<sup>1</sup> CO<sub>2</sub>-Emissionen und weitere Luftschadstoffe.

**Basisvorschriften:**

Hier werden alle Vorschriften in den Bereichen Wärmeschutz und haustechnische Anlagen einbezogen, welche bis hin zum Basismodul MuKE n 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 hier auch solche erfasst, die früher einmal von Bedeutung waren, heute aber auf Grund der technologischen Entwicklungen und Baukultur nicht mehr von Bedeutung sind und deshalb nicht mehr vollzogen werden (sog. Selbstläufer).

**Modul 2 MuKE n:**

Das Modul 2 der MuKE n legt weitergehende Anforderungen für Neubauten fest. Relevant ist hier der Höchstanteil an erneuerbaren Energien. Neubauten in Kantonen mit Vorschriften gemäss Modul 2 dürfen höchstens 80% des gesetzlich erlaubten Grenzwerts für den Heizenergiebedarf aus nicht erneuerbaren Energieträgern decken.

**VHKA in Neubauten:**

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

**VHKA in bestehenden Bauten:**

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

Die nachfolgende Tabelle zeigt eine Übersicht der erfassten Massnahmen.

Bereich	Basisvorschriften		MuKE n Modul 2	MuKE n Basismodul Teil D	MuKE n Modul 3
	Wärmeschutz in Gebäuden	Höchstanteil nicht erneuerbare Energie	Haustechnische Anlagen	VHKA 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</li> <li>• MuKE n Basismodul Teil B (SIA 380/1, Kühlräume, Gewächshäuser etc.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erweiterte Anforderungen Neubauten (80% des Grenzwerts)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Luftreinhalteverordnung</li> <li>• Div. Detailvorschriften</li> <li>• MuKE n 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>• Nachrüstung VHKA in bestehenden Gebäuden (ab 5 Nutzeinheiten)</li> </ul>

Tabelle 1: Berücksichtigte Massnahmen

Die Wirkungen der Vorschriften im Bereich der Elektrizität konnten wegen methodischen Schwierigkeiten nicht erfasst werden. Es zeigte sich, dass die Festlegung eines Referenzszenarios für die Wirkungsschätzung im Bereich der Elektrizität grössere Probleme bietet<sup>2</sup>. Die energetischen Wirkungen weiterer gesetzlicher Rahmenbedingungen wie Lärmschutzverordnung und Brandschutz werden ebenfalls vernachlässigt.

## 2.2 Methodik

### 2.2.1 Grundansatz

Der grundlegende methodische Ansatz wurde aus dem Vorjahr übernommen. Er basiert auf der Hypothese, dass die kantonalen Vorschriften mit Energierelevanz einen massgeblichen Einfluss hatten auf die Entwicklung der Energiekennzahlen im Gebäudebereich. Dies wurde inzwischen auch durch verschiedene Arbeiten bestätigt (Wüest&Partner 2000, Econcept 2003). Die Wirkung der vorübergehenden Zunahme der realen Energiepreise zu Beginn der 80er Jahre konnte dank den kantonalen Energievorschriften verstärkt und verstetigt werden. Der in dieser Arbeit verwendete Ansatz versucht nicht, die Wirkungen von Vorschriften, Normen, Vollzug und freiwilligen Massnahmen im Rahmen von EnergieSchweiz auseinander zu dividieren. Es kann davon ausgegangen werden, dass ein gewisser Anteil der in dieser Arbeit ausgewiesenen Wirkung den SIA-Normen und freiwilligen Aktivitäten von EnergieSchweiz zuzuschreiben ist. Ein Blick auf die kantonalen Energiekennzahlen zeigt jedoch, dass der Einfluss gering sein dürfte: Kantone mit schwachen Energiegesetzgebungen wie z.B. der Kanton Tessin weisen deutlich höhere durchschnittliche Energiekennzahlen aus als Kantone mit strengeren Vorschriften (Econcept 2003), was auf eine hohe Relevanz der Vorschriften schliessen lässt.

Grundlage für die Abschätzung der Energie-, Investitions-, Beschäftigungs- und Umweltwirkungen bilden die im Jahr 2002 sanierten und neu gebauten Energiebezugsflächen (m<sup>2</sup> EBF) für Wohnbauten, Dienstleistungen und Industrie. Die Gesamtzahlen, welche Wüest&Partner jährlich für die Ex-Post-Analysen ermittelt, werden grob mittels den Bevölkerungszahlen (Wohnbauten) und den Beschäftigtenzahlen (Dienstleistungs- und Industriegebäude) kantonalisiert. Damit kann die Abschätzung der energetischen und investiven Wirkung Bottom-up pro Kanton erfolgen. Die Ergebnisse werden jedoch auf Grund der Schätzungenauigkeiten auf kantonaler Ebene nur für die Gesamtheit der Kantone ausgewiesen. Die Abschätzung der einzelnen Wirkungskomponenten (Energie, Investition etc.) erfolgt in den gleichen Schritten wie im Vorjahr. Für Details wird auf INFRAS 2002, S. 6 verwiesen.

### 2.2.2 Referenzszenario

Damit die Wirkungen der energierelevanten Vorschriften quantifiziert werden können, wurde ein Referenzszenario festgelegt. Die Geschichte kantonaler Vorschriften im Energiebereich beginnt in der zweiten Hälfte der 70er Jahre. Im Umfeld der Diskussionen im Rahmen der zwei Erdölkrisen und später der Waldsterben/Klimadebatte lassen sich mit jeweils einigen Jahren Verzögerung drei „Vorschriftenschübe“ ausmachen. Wesentlich für das Referenzszenario ist der Umstand, dass bis Mitte 70er Jahre kein deutlicher Absenkpfad der Energiekennzahl von Neubauten erkennbar ist. Es können Perioden identifiziert werden wo sogar deutliche Rückschritte sichtbar sind (vgl. ATAL-Gebäudekataster, ATAL 1990).

<sup>2</sup> Ein zentrales Problem für ein Referenzszenario zur Erfassung der Auswirkungen im Bereich Elektrizität besteht darin, dass die empirische Zahlenbasis zu Flächenanteilen und spezif. Kennzahlen von klimatisierten Gebäuden äusserst schwach ist. Daneben fehlen Grundlagen welche z.B. die Verhaltensänderungen auf Grund der von einigen Kantonen vollzogenen Nachweispflicht für Klimatisierung belegen würden. Ein Ansatz über die Anzahl der erteilten Bewilligungen wäre in diesem Fall wegen der angestrebten Vermeidungswirkung auch nicht zielführend. Auch zur Empfehlung SIA 380/4 kann keine gesicherte Aussage gemacht werden, da ausreichenden Grundlagen über den Stand der Umsetzung fehlen. Zudem würde auch hier das Referenzszenario grössere Herausforderungen bieten.

Ein allgemeiner autonomer technischer Fortschritt bei der Energiekennzahl Wärme kann bis Mitte der 70er Jahre nicht ausgemacht werden. Der durchschnittliche Gebäudebestand im Jahr 1980 dient uns deshalb als Ausgangspunkt für die Identifikation der Wirkungen. Details zu den Referenzannahmen für Wohn-, Dienstleistungs- und Industriegebäude können im Annex 3 entnommen werden.

### 2.2.3 Methodische Anpassungen gegenüber dem Vorjahresbericht

Im Vorjahr wurde von einem sehr einfachen Modell für die Energiewirkungen ausgegangen (INFRAS 2002), welches im Wesentlichen die Differenz zwischen den kantonalen Vorschriften und dem Ausgangszustand berücksichtigte. Es hatte sich gezeigt, dass eine Verfeinerung der Methodik bezüglich der Energiewirkungen sinnvoll ist um die Annahmen mit anderen Arbeiten kompatibel zu gestalten (z.B. Prognos 2002, CEPE 2002) und die Ergebnisse durch eine Vertiefung der Analyse von Wirkungsketten besser abzustützen. Die Methodenüberarbeitung wurde mittels eines Workshops mit Beteiligung von Prognos, CEPE, BFE und Kantonsvertreter und in Abstimmung mit der Arbeitsgruppe Analysen des Departements Erfolgskontrolle der Konferenz kantonalen Energiefachstellen, angegangen. Im Folgenden findet sich eine Übersicht der wichtigsten methodischen Anpassungen, welche für dieses Berichtsjahr vorgenommen wurden. Diese betreffen alle die energetischen Wirkungen. Bezüglich der anderen Wirkungselemente (Investitionen, Beschäftigung, Umwelt) wurden keine methodischen Anpassungen vorgenommen.

#### *Basisvorschriften:*

- Neue Abgrenzung des Untersuchungsgegenstands (vgl. Abschnitt 2.1)
- Individuelle Betrachtung der Entwicklungen bei Gebäudehülle und Haustechnik (Nutzungsgrad)
- Getrennte Betrachtung der Entwicklungen bei Raumwärme und Warmwasser
- Berücksichtigung der Anteile von Ein- und Mehrfamilienhäusern bei der Bestimmung der Kennwerte bei Wohnbauten
- Berücksichtigung des autonomen technischen Fortschritts, jeweils für Gebäudehülle und Nutzungsgrad
- Verwendung von empirisch gestützten Datengrundlagen wo vorhanden (z.B. Energiekennzahl von Neubauten), dadurch Einbezug von Vollzugsaspekten
- Abstimmung diverser zentraler Annahmen (z.B. Sanierungsraten Dienstleistungs- und Industriebauten, Energiekennzahlen, Nutzungsgrad) mit den Perspektivarbeiten und relevanten Forschungsarbeiten.

#### *Modul 2 MuKE:*

- Überarbeitung der Wirkungsannahmen basierend auf Erfahrungen bei der Umsetzung von Modul 2 (Anteil Wärmepumpen und Häufigkeit von Standardlösungen).

Die wesentlichsten Änderungen betreffen damit den Bereich der Basisvorschriften. Die Methodik für die energetischen Wirkungen der VHKA bei Neubauten und bestehenden Bauten wurde gegenüber dem Vorjahr nicht verändert. Die Details des Modells für die Abschätzung der energetischen Wirkungen der Basisvorschriften sind in Annex 3 dokumentiert. Eine Übersicht der Annahmen für die energetischen Wirkungen der VHKA-Module und MuKE Modul 2 findet sich in Annex 4. Unten in der Tabelle, Annex 4, ist auch eine Zusammenstellung der spezifischen Wirkungsfaktoren pro Gebäudesegment zu finden.

## 2.2.4 Erörterung von ausgewählten methodischen Fragestellungen

Nachfolgend finden sich Erläuterungen zu einigen zentralen methodischen Fragestellungen und den Schlussfolgerungen für die Ausgestaltung der Methodik.

### **Wie gross ist der autonome und durch Energiepreise bedingte technische Fortschritt bei der Gebäudehülle?**

In CEPE et al. 2002 wird aufgezeigt, dass seit den frühen 70er Jahren eine Zunahme der mittleren Dämmstärken beobachtet werden kann. Bezüglich dem resultierenden Gesamt U-Wert des Wandaufbaus sind keine Angaben enthalten. Wir gehen davon aus, dass ein Teil der Wärmedämmung nicht aus Gründen des Energiesparens eingesetzt wurde, sondern um die in den 60er Jahren durch vermehrte Verbreitung der Betonbauweise entstandenen Bauschäden durch zusätzliche Wärmedämmung zu vermeiden.

Ecofys 2002 zeigt auf, dass in allen europäischen Ländern die Dämmstärken wichtiger Bauteile seit 1980 angestiegen sind. Diese Entwicklung hätte wahrscheinlich auch die Schweiz beeinflusst, auch wenn keine Vorschriften vorhanden gewesen wären. Das quantitative Ausmass kann jedoch nicht genau festgestellt werden. Wieweit diese internationale Tendenz auch von der Schweiz her beeinflusst war, kann ebenso nicht genau festgestellt werden. Angesichts dessen, dass die Schweiz nie zu den Spitzenreitern gehört hat bei den Isolationsstärken, kann man aber annehmen, dass der Einfluss Schweiz-Ausland nicht signifikant war.

Der Anstieg der Dämmstärken im Umfeld der Ölpreisschocks von 1973/1979 zeigt, dass eine durch Energiepreise beeinflusste Entwicklung stattgefunden hat. Die Preissteigerungen haben jeweils das Bewusstsein bezüglich Energieverbrauch gesteigert, Verknappungserwartungen erzeugt und über die damit verbundene Diskussion auf politischer Ebene das Feld geebnet, um Vorschriften jeweils „scharf“ anzusetzen. Mit rund 3 bis 5 Jahren Zeitverzögerung auf die Erdölkrisen von 1973 und 1979 kann jeweils ein „Vorschriftenschub“ beobachtet werden. Dies gilt auch für die Waldsterbens- und Klimadebatte, welche zu einem weiteren Schub 1992/93 geführt hat. Wir gehen davon aus, dass die Preiserwartungen kurz- und mittelfristig relevant waren. Angesichts dessen, dass die Energiepreise zwischen 1985 und 2000 real *dauernd* unter dem Niveau von 1970 lagen, wird jedoch angenommen, dass die Preiserwartungen insgesamt nur eine untergeordnete Rolle spielten. Dies lässt auch der Blick aufs nahe Ausland vermuten: Die Energiepreise in Deutschland weisen ein ähnliches Niveau wie Verlauf auf, trotzdem waren bis vor kurzem deutlich geringere U-Werte bei Bauteildämmungen und Fenstern üblich als in der Schweiz. Erst mit Einführung der Energieeinsparungsverordnung wurde in Deutschland im Baumarkt ein Niveau erreicht, welches mit der Schweiz vergleichbar ist.

Die Annahme, dass der technische Fortschritt im Sinne von verringerten Wärmeleitfähigkeiten und sinkenden spezifischen Kosten pro Wärmedämmleistung automatisch zu besseren Wärmedämmungen führt, konnte in einer 2003 abgeschlossenen Vollzugsuntersuchung des AWEL nicht bestätigt werden. Es hat sich gezeigt, dass sowohl 1999 wie auch 2002 die Mehrheit der Gebäude so gebaut wurde, dass die gesetzlichen Vorschriften gerade knapp erfüllt waren (AWEL 2003).

Die deutlichsten technologischen Verbesserungen wurden bei den Fenstern erreicht. Auf Grund der Erfahrungen von Vollzugsbehörden wird davon ausgegangen, dass bis hin zu  $U_{\text{Glas}} = 1.6$  die Entwicklung vor allem über die energierelevanten Vorschriften als Treiber erfolgten. Seit Ende der 80er Jahre kann ein Trend hin zu grossen Fensterflächen beobachtet werden, was als wichtige treibende Kraft für eine weitere „autonome“ Verbesserung der Gläser (Komfortprobleme) gesehen wird. Die Notwendigkeit für bessere U-Werte der Gläser wurde aber gleichzeitig akzentuiert durch kantonale Vorschriften betreffend Luftdichtheit der Gebäudehülle. Diese führten zu vermehrten Kondensatproblemen, was durch bessere Gläser kompensiert werden musste.

*Fazit für den autonomen technischen Fortschritt bei der Gebäudehülle:*

Eine genaue Quantifizierung der autonomen Entwicklung auf Grund technologischer Verbesserungen und Einflüssen des Auslands ist kaum möglich. Es liegen jedoch – ausser der Beobachtung, dass in allen europäischen Ländern die Dämmstärken angestiegen sind (Ecofys 2002) – keine klaren Indizien vor, dass eine sehr bedeutende autonome Entwicklung in diesem Bereich erfolgt wäre. Hingegen lassen sich deutliche Hinweise finden, dass energierelevante Bestimmungen der Kantone die Entwicklung wesentlich mitgeprägt haben. Die kurzfristigen Energiepreisanstiege boten eine gute Basis für eine strenge Ausgestaltung von Vorschriften. Zudem kann vermutet werden, dass in gewissem Ausmass auch verhindert werden konnte, dass nach Absinken des Preisniveaus ein Rückfall auf alte „Gewohnheiten“ bezgl. Baustandards erfolgte.

Im Sinne einer Expertenschätzung wird deshalb davon ausgegangen, dass der Heizwärmebedarf  $Q_n$  von Wohnbauten durch autonome Entwicklung zwischen 1980 und heute rund 30 MJ/m<sup>2</sup> und derjenige von Dienstleistungsbauten rund 40 MJ/m<sup>2</sup> gesunken wäre. Dies entspricht rund 20% der gesamten beobachteten Verbesserung beim Heizwärmebedarf seit Anfang der 80er Jahre. Der Rest, bzw. 80% der Verbesserung wird den Energievorschriften angerechnet. Für Industriebauten wird der gleiche Anteil an autonomer Verbesserung angenommen wie bei DL-Bauten.

**Wie gross ist der autonome technische Fortschritt beim Nutzungsgrad der Wärmeerzeuger?**

Die energierelevanten Anforderungen in der LRV sind durch die Energiepolitik abgestützt, wobei davon ausgegangen wird, dass die Vorstellungen der Kantone auf Grund ihrer energetischen Zielsetzungen und Vorschriften einen wesentlichen Einfluss hatten. Die Emissionsforderungen der LRV haben zu einer Optimierung des Brennraumes geführt. Die erzielte Reduktion der Abgasverluste kann jedoch mehrheitlich auf die energierelevanten Forderungen zurückgeführt werden. Es wird davon ausgegangen, dass bezüglich Abgasverluste kein wesentlicher autonomer technischer Fortschritt stattgefunden hat.

Bezüglich der Bereitschaftsverluste sind die Wärmedämmung und die Reduktion der Verluste über Einbau einer Falschlufklappe zu differenzieren. Während die erzielte Verbesserung der Wärmedämmung vorwiegend auf die energierelevanten Vorschriften zurückgeführt wird, stellt die Einführung einer Falschlufklappe eine autonome technische Entwicklung ohne gesetzlichen Hintergrund dar. Auch die (autonomen) Fortschritte bei der Regeltechnik haben zur weiteren Verbesserung des Nutzungsgrades beitragen.

Die Sanierungspflicht für Wärmeerzeuger im Rahmen der LRV war nur möglich, weil die höheren Investitionen, die sich im Rahmen der emissionsseitigen Verbesserungen ergaben, über die Energieeinsparungen auf Grund der gleichzeitig eingebrachten energierelevanten Anforderungen weitgehend kompensiert werden konnten. Andernfalls wäre eine Sanierungspflicht im Rahmen der LRV von den Kantonen politisch nicht durchsetzbar gewesen.

*Fazit für autonomen technischen Fortschritt bei Wärmeerzeugern:*

Auch bezüglich Nutzungsgradverbesserung ist eine genaue Quantifizierung der Wirkungen auf Grund der energierelevanten Vorschriften nicht möglich. Als pragmatische Expertenschätzung wird davon ausgegangen, dass 20% der seit 1980 erzielten Verbesserungen beim Nutzungsgrad auf autonome technische Entwicklung und der Rest auf energietechnische Vorschriften der Kantone zurückgehen.

**Wie wirken die Vorschriften bei Sanierungen?**

Die gesetzlichen Vorschriften haben keinen Einfluss auf die Häufigkeit von energierelevanten Sanierungen (eher negative Wirkung da höhere Investitionen erforderlich; es gibt – ausser im Kanton St. Gallen für kurze Zeit – in keinem Kanton eine Vorschrift, dass energetisch relevant saniert werden muss), sondern führen einzig zu einer verbesserten Ausführung von energetischen Massnahmen. Der Grund für die Auslösung einer Sanierung liegt in der Regel nicht bei den Energieeinsparungen, sondern bei Komfortaspekten, Lärm und Problemen mit Bauschäden. Eine Ausnahme bildet die in einigen Kantonen praktizierte Verknüpfung von Bewilligungen für Dachstockausbauten

mit Auflagen zur energetischen Qualität der Dachisolation, welche einen deutlichen Anreiz für vermehrte Dachsanierungen gesetzt hat.

Vollsanierungen werden in etwa mit gleicher Bauteilqualität ausgeführt wie Neubauten, welche die gesetzlichen Anforderungen knapp erfüllen (SIA 380/1:2001 fordert die gleichen U-Werte für Einzelbauteile). Der Einfluss der Vorschriften bei Neubauten zeigt deshalb indirekt auch bei Sanierungen Wirkung (im Markt hat sich kein Doppelstandard für Neubau und Sanierung etabliert). Es besteht im Rahmen einer Sanierung jedoch keine Möglichkeit, die Kompaktheit der Gebäudeform (Verhältnis von Aussen- zu Energiebezugsfläche) zu beeinflussen. Zudem können die Anschlüsse der Wärmedämmung weniger optimal ausgeführt werden als bei Neubauten, und es gibt mehr Probleme mit Wärmebrücken. Deshalb resultiert bei Sanierungen insgesamt ein höherer spezifischer Heizwärmebedarf als bei Neubauten.

Bei der Sanierung der Wärmeerzeuger wirken die Vorschriften bei Neubauten und Umbauten in gleicher Weise, d.h. Neuanlagen haben den gleichen Nutzungsgrad. Allerdings hinkt der Durchschnitt des Bestands ca. 10 Jahre hinter dem aktuellen Stand der Technik her, da die Sanierung des Wärmeerzeugers keine enge Kopplung mit der Sanierung der Gebäudehülle aufweist. Zudem weisen sanierte Objekte im Vergleich zu Neubauten höhere Verluste im Verteilsystem auf.

*Fazit für die Wirkungsweise von Vorschriften auf Sanierungen:*

Vorschriften bewirken direkt (über spezifisch auf den Sanierungsfall gerichtete Anforderungen) und indirekt (über Anforderungen an Neubauten) eine Qualitätsverbesserung bei der energetischen Ausführung von Sanierungen. Die Sanierungshäufigkeit wird allenfalls negativ beeinflusst (weniger Sanierungen, falls Anforderungen zu Mehrkosten führen).

**Welcher Sanierungszyklus für Wohnbauten ist für das verwendete Modell für Vollsanierungen realistisch?**

Es existieren nur wenige empirische Daten zur energetischen Erneuerung von Gebäudehüllen in der Schweiz. Das in dieser Arbeit verwendete Mengengerüst für Sanierungen von Wohnbauten stützt sich auf Prognos 2001 ab. Dort wird angenommen, dass 0.8% der bestehenden Wohnfläche pro Jahr energetisch saniert werden (Prognos 2001, Referenzszenario, Anlage 1). Die Definition der „Sanierung“ (ab wann wird die Sanierung statistisch erfasst?) konnte für dieses Mengengerüst nicht abschliessend geklärt werden, weshalb die folgende Plausibilitätsprüfung durchgeführt wurde:

Prognos 2001 nimmt für das Referenzszenario an, dass pro Vollsanierung eines Wohngebäudes eine Einsparung von 160 MJ/m<sup>2</sup> ergibt (bezgl. E<sub>h</sub>; siehe Prognos 2001, Anlage 4). Die Sanierungshäufigkeit wird dabei mit 0.8% des Flächenbestandes pro Jahr angenommen (bzw. alle 125 Jahre erfolgt eine energetische Vollsanierung). CEPE et al. 2002 geht von einem Sanierungszyklus von 50 Jahren aus. Die Annahme von 2% Sanierungsrate stützt sich auf Untersuchungen von Wüest&Partner ab, wo auch eine Plausibilisierung über den Vergleich mit den Umsätzen der Baubranche erfolgte. Für die Einsparwirkung einer Sanierung geht CEPE et al. 2002 von einer energetischen Teilersanierung nach 25 Jahren und einer Vollsanierung nach 50 Jahren aus. Bei Gebäuden bis BJ 1970 wird dabei pro Vollzyklus (d.h. eine Teil- und eine Vollsanierung) eine Einsparung von rund 18% oder 75 MJ/m<sup>2</sup> (bezogen auf Q<sub>h</sub>) angenommen. Dies zeigt, dass das in CEPE et al. 2002 verwendete Mengengerüst von grundsätzlich anderen Annahmen für die Erfassungsgrenze der Statistik ausgeht. Letztendlich ist für die gesamte ausgewiesene Einsparung jedoch das Produkt aus Sanierungsrate mal relativer Einsparung pro m<sup>2</sup> sanierte Fläche relevant. Hier differieren die zwei Ansätze lediglich um rund 15%.

*Fazit für Sanierungszyklus und spezifische Einsparwirkung bei Wohnbauten:*

Das von uns verwendete Modell geht für die Vollsanierung von Wohnbauten von rund 235 MJ/m<sup>2</sup> Einsparung bezogen auf E<sub>h</sub> aus (gesamte Wirkung, d.h. autonome Entwicklung und Vorschriften). Dies bei einer Sanierungsrate von 0.8% der Gebäudefläche pro Jahr gemäss Prognos 2001. Unter Berücksichtigung der autonomen technischen Entwicklung resultiert eine Wirkung der Vorschriften von total 160 MJ/m<sup>2</sup>. Dies erscheint im Vergleich mit Econcept 2003 plausibel.

In Econcept 2003 wird die Wirkung für die Verschärfung der Vorschriften von SIA 180/1 auf MVO92 mit 110 MJ/m<sup>2</sup> angegeben. Zieht man dies von der von uns angenommenen Gesamtwirkung von 160 MJ/m<sup>2</sup> für die Gesamtheit aller Vorschriften ab, verbleiben noch 50 MJ/m<sup>2</sup> für den Schritt "ohne energierelevante Vorschriften" → "SIA 180/1" und die Wirkung aller weiteren Detailvorschriften, die heute auf Grund der Selbstläufereffekte nicht mehr vollzogen werden müssen.

## 3 Resultate

### 3.1 Wirkungen auf Energie und Umwelt

#### 3.1.1 Energetische Wirkungen

Im Jahr 2002 konnten durch die energierelevanten Vorschriften in den Kantonen **rund 3.4 PJ** gegenüber dem Referenzszenario ohne vergleichbare Massnahmen eingespart werden (siehe Tabelle 2). Dies sind **rund 0.4% des Gesamtenergieverbrauchs in der Schweiz**, der im Jahr 2002 bei rund 854 PJ<sup>3</sup> lag. Dabei handelt es sich weitgehend um thermische Energie. Einsparungen im Bereich Elektrizität ergeben sich im Wesentlichen aus Vorschriften betreffend Klimatisierung. Bei einer breiteren Anwendung der Empfehlung SIA 380/4 würden die Wirkungen im Bereich Elektrizität weiter zunehmen. Allerdings führen gewisse Vorschriften (z.B. Modul 2 MuKE) auch zu einem Mehrverbrauch an Elektrizität durch vermehrten Einsatz von Wärmepumpen. Die Auswirkungen im Strombereich konnten jedoch nicht quantifiziert werden (vgl. Fussnote 2).

Der weitaus grösste Teil der energetischen Wirkungen gehen auf die Basisvorschriften zurück. Diese machen mit 3 PJ insgesamt rund 90% der gesamten Wirkungen aus. Der Anteil der VHKA bei neuen und bestehenden Bauten liegt nur bei 2.5% des Gesamttotals. Bezüglich der Gebäudekategorien nehmen die Wohnbauten den grössten Stellenwert ein mit rund 60% der gesamten Wirkungen. Die Massnahmen im Bereich der Neubauten beanspruchen einen Anteil von rund zwei Drittel der energetischen Gesamtwirkungen. Weitere Details können aus der Tabelle im Annex 7 ersehen werden.

<sup>3</sup> Provisorische Werte des BFE

Energetische Wirkungen in TJ (z.T. gerundet)	Basisvorschriften	MuKE n Modul 2: Erweiterte Anforderungen Neubauten	MuKE n Basismodul Teil D: VHKA in Neubauten	MuKE n Modul 3: Nachrüstung VHKA	Total (gerundet)
<b>Energetische Wirkungen 2002</b>					
Wohnbauten	1'800	170	75	11	2'060
Dienstleistungen	870	48	4	0	920
Industrie	390	19	0	0	410
<b>Total (gerundet)</b>	<b>3'060</b>	<b>240</b>	<b>80</b>	<b>10</b>	<b>3'390</b>
<b>Wirkungen über Lebensdauer der Massnahmen</b>					
Wohnbauten	72'000	6'900	1'100	200	79'200
Dienstleistungen	26'100	1'400	100	0	27'500
Industrie	11'600	600	0	0	12'000
<b>Total (gerundet)</b>	<b>109'700</b>	<b>8'900</b>	<b>1'200</b>	<b>200</b>	<b>120'000</b>

Tabelle 2: Energiewirkungen für das Berichtsjahr und über die Lebensdauer der Massnahmen

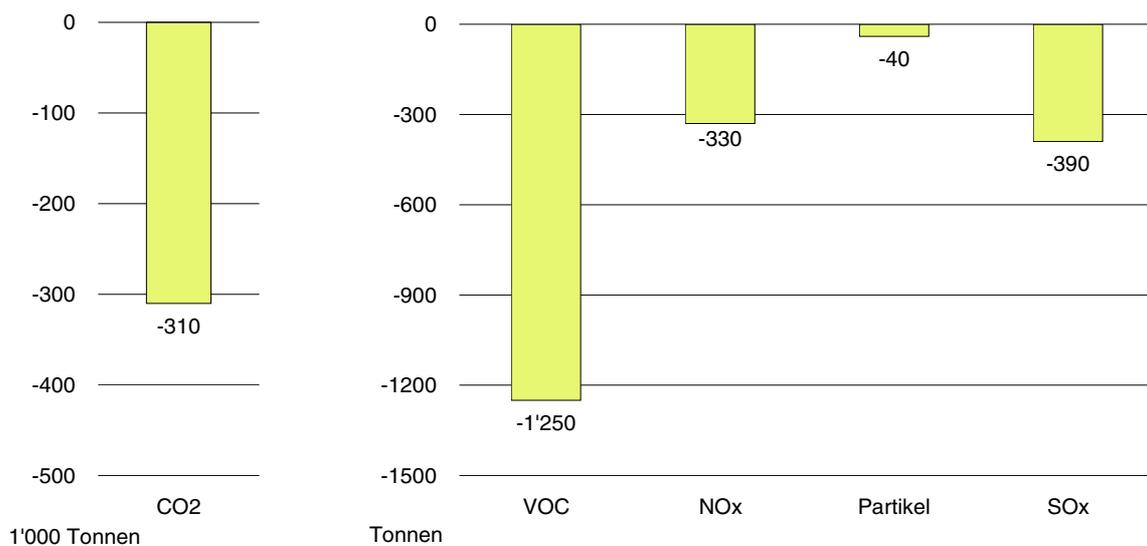
Die im Jahr 2002 ausgelösten Energiesparmassnahmen werden über ihre Lebensdauer ( $\emptyset$  rund 35 Jahre<sup>4</sup>) den Verbrauch an thermischer Energie um total 120 PJ verringern.

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

Mit den Energieeinsparungen geht auch eine Reduktion verschiedener Luftschadstoffe einher. Die Emissionswirkungen werden berechnet, indem die zusätzlich erzielten energetischen Wirkungen in den Bereichen Wohngebäude, Dienstleistungen und Industrie mit den entsprechenden **Emissionsfaktoren** (Frischknecht 1996) multipliziert werden. Dabei werden alle **vorgelagerten Prozesse** wie Gewinnung, Aufbereitung und Transport der verschiedenen Energieträger **einbezogen**.

In Figur 1 ist ersichtlich, welche Mengen CO<sub>2</sub>, VOC, Stickoxide, Partikel und Schwefeloxide durch die kantonalen Vorschriften mit Energierelevanz reduziert werden. Im Jahr 2002 konnten somit im Vergleich zu einer unbeeinflussten Entwicklung rund **0.7% des gesamtschweizerischen CO<sub>2</sub>-Ausstosses**, je rund **0.3% des VOC-Ausstosses und des NO<sub>x</sub>-Ausstosses**, **0.2% des Partikelaustrittes** und **1.3% des SO<sub>x</sub>-Ausstosses** reduziert werden. Allerdings ist zu beachten, dass ein bedeutender Teil der Reduktionen infolge der Berücksichtigung der vorgelagerten Prozesse **gesamteuropäisch** oder sogar global **realisiert** werden (CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> und SO<sub>x</sub> zwischen 20% und 40%, VOC und Partikel sogar mehr als 95%).

<sup>4</sup> Gegenüber dem Vorjahr wurden die Annahmen leicht angepasst und auf andere Arbeiten im Rahmen der Wirkungsanalyse abgestimmt (BFE 2003).



Figur 1: Reduktion von CO<sub>2</sub> und wichtigen Luftschadstoffen im Jahr 2002 auf Grund der kantonalen Vorschriften mit Energierelevanz

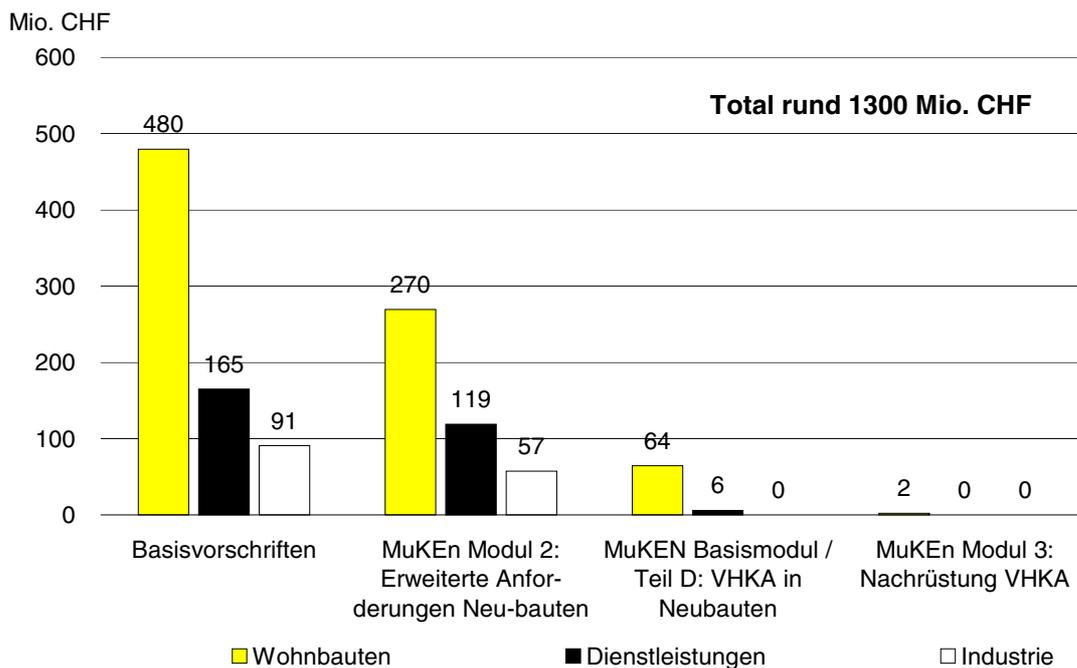
## 3.2 Investitions- und Beschäftigungswirkungen

### 3.2.1 Ausgelöste Investitionen

Die kantonalen Vorschriften lösen gegenüber dem Referenzzustand zusätzliche Investitionen aus (Mehrkosten gegenüber einer herkömmlichen Lösung). Diese werden für das Jahr 2002 auf rund 1.3 Mia. CHF geschätzt (siehe Figur 2). Details sind im Annex 8 zu finden.

Entgegen den energetischen Wirkungen, die hauptsächlich durch Basisvorschriften erzielt werden, spielt bei den ausgelösten Investitionen auch das MuKE n Modul 2, d. h. die erweiterten Anforderungen an Neubauten, eine grössere Rolle. Rund 60% der gesamten Investitionen entfallen auf die Basisvorschriften, ein Drittel auf MuKE n Modul 2 und der Rest auf die VHKA-Massnahmen.

Im Jahr 2000 wurden in der Schweiz 34.2 Mia. CHF im privaten Gebäudebereich ausgegeben (KOF 2000). Die durch die kantonalen Energievorschriften ausgelösten Investitionen im Jahr 2002 liegen mit rund 1.3 Mia. CHF bei 3.5% der gesamten getätigten Ausgaben. Vorschriften im Energiebereich zielen immer darauf ab, bereits wirtschaftlichen Massnahmen zu einer breiteren Umsetzung zu verhelfen. Über die Beeinflussung des Investorenverhaltens und die Abminderung der Auswirkungen zukünftiger Energiepreisteigerungen ergeben sich durch die ausgelösten Investitionen positive volkswirtschaftliche Effekte.



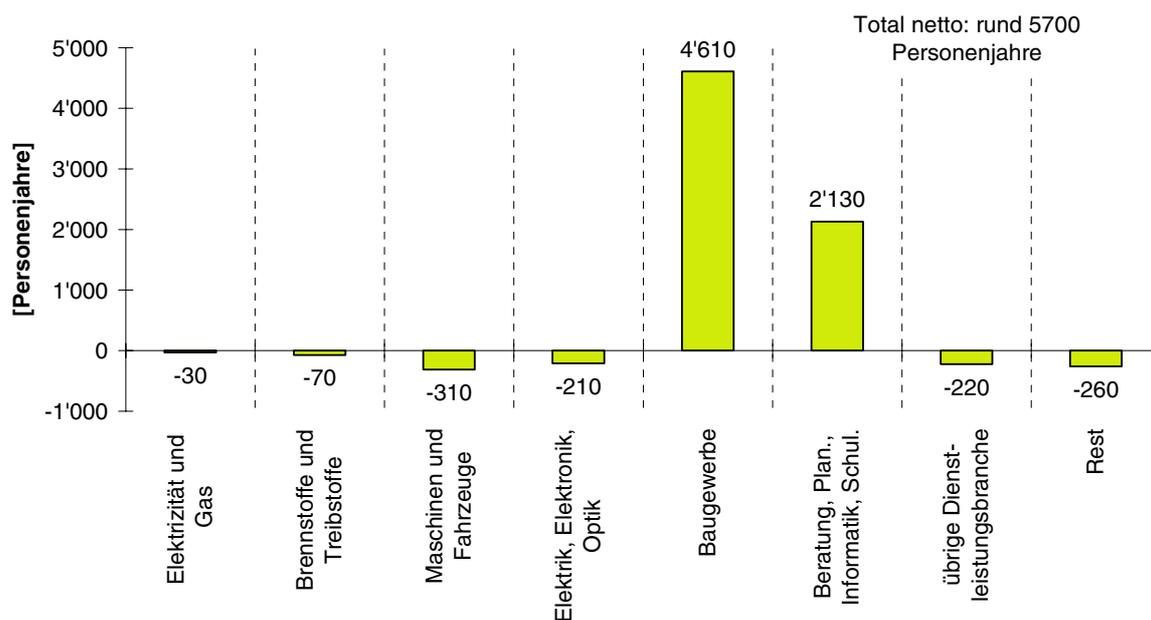
Figur 2: Auf Grund der kantonalen Energievorschriften ausgelöste Investitionen

### 3.2.2 Beschäftigungswirkungen

Ausgehend von den energetischen Wirkungen und den ausgelösten Investitionen können mit dem INFRAS Schätzmodell (INFRAS 2002) die Beschäftigungswirkungen ermittelt werden, welche im Wesentlichen auf Grund einer Nachfrageumlenkung von importierten Energieträgern zu inländischen Produkten resp. Wertschöpfung entstehen. Für die Schätzung der Beschäftigungswirkungen werden vier Teileffekte unterschieden, nämlich direkte Investitionseffekte, Entzugseffekte, Substitutionseffekte und Einkommenseffekte (vgl. INFRAS 2002).

Im Jahr 2002 resultierte ein Netto-Beschäftigungseffekt von rund 5'700 Personenjahren, inklusive eines Multiplikatoreffektes von 1.3.<sup>5</sup> Die Verteilung der Beschäftigungswirkungen auf die verschiedenen Branchen in der Schweiz zeigt, dass die Bauwirtschaft erwartungsgemäss die grösste Nutzniesserin des erzeugten Beschäftigungsvolumens ist, gefolgt von Beratung, Planung, Informatik und Schulung. Die restlichen Branchen verzeichnen leichte Negativeffekte (siehe Figur 3).

<sup>5</sup> Arbeitsplätze im Inland bedeuten auch zusätzliche Einkommen. Diese Einkommen führen wiederum zu Konsumausgaben und damit zu nachgelagerten Beschäftigungswirkungen, sogenannten Multiplikatoreffekten. Die sekundären Beschäftigungseffekte werden auf etwa 30% der primären Wirkungen geschätzt, d.h. die Multiplikatorwirkung liegt in einer Grössenordnung von 1.3.



Figur 3: Beschäftigungswirkungen der kantonalen Energievorschriften nach Branchen im Jahr 2002

### 3.3 Weitere, nicht quantitativ erfassbare Wirkungen

Neben den oben dargestellten Wirkungen kann noch auf eine Reihe von weiteren positiven Effekten verwiesen werden, welche aber nicht quantifiziert werden können. Nachfolgend einige illustrative Beispiele.

#### Modul 4 MuKE:

Modul 4 der Mustervorschriften enthält einen Bedarfsnachweis für Klimatisierung. Im Kanton Zürich, ein Kanton der schon früh eine solche Regelung eingeführt hat, liegen Hinweise aus der Vollzugspraxis vor, dass z.B. bei der Entwicklung der Thermoaktiven Bauteile (TAB) der Bedarfsnachweis für Klimatisierung eine wesentliche Rolle gespielt hatte. Die TAB wurden nicht zuletzt als Massnahme zur Umgehung des Bedarfsnachweis entwickelt. Inzwischen ist die TAB-Technologie zu einem Exportprodukt geworden, welches auch im Ausland Verbreitung findet und dort weitere Energieeinsparungen generiert.

#### Beschleunigter technischer Fortschritt:

Der technische Fortschritt wurde durch die Vorschriften klar angeregt. Ein gutes Beispiel ist hier die Fenstertechnologie. Wie bereits in Kapitel 2.2 kurz dargelegt, wurde die Entwicklung der Isolationsgläser in der Anfangsphase relativ stark von den Vorschriften bezgl. U-Wert und Luftdichtigkeit von Gebäuden geprägt. Danach hat die autonome technische Entwicklung „rechts überholt“. Die Gesamtheit der Entwicklungen hat dazu geführt, dass heute Standardfenster in einer massiv verbesserten Qualität zur Verfügung stehen zu praktisch gleich bleibenden oder sogar leicht sinkenden Bauteil-Gesamtpreisen. Dies stellt einen klaren volkswirtschaftlichen Nutzen dar. Ähnliches lässt sich für den Bereich der Wärmedämmung feststellen. Die Anschubwirkung der Vorschriften ergibt zusätzliche, indirekte Nutzen, welche in den quantitativen Resultaten nicht zum Ausdruck kommt.

#### Breite Anwendung der Empfehlung SIA 380/1:

Die frühe Verbreitung des Systemansatzes der in der Empfehlung SIA 380/1 beschrieben ist, hat nicht nur in der Schweiz, sondern auch im Ausland gewirkt. So hat z.B. das österreichische Bundesland Vorarlberg die wesentlichen Elemente der SIA 380/1 übernommen. Nur auf dieser Basis war es möglich, dass dort ein breit angelegtes Förderprogramm für Niedrigenergiebauten erfolg-

reich umgesetzt werden konnte und dieser Qualitätsstandard heute weite Verbreitung hat in Vorarlberg.

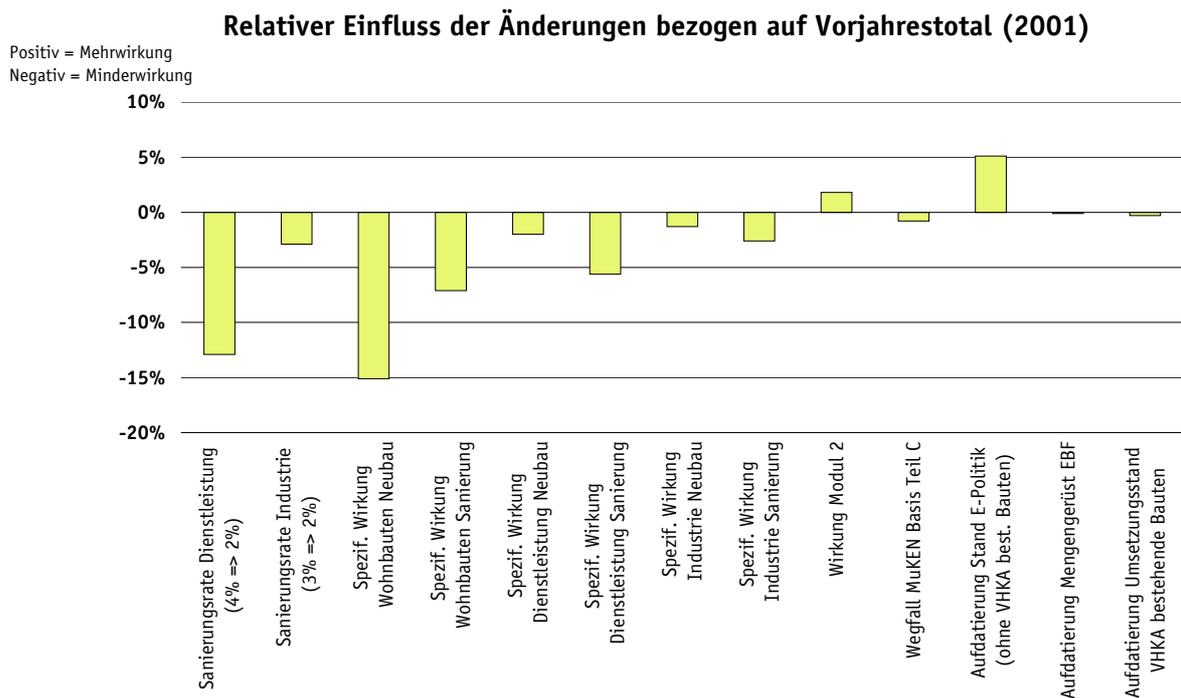
## 3.4 Erklärung der Unterschiede zu Vorjahresergebnissen und Ex-Post Analyse

### **Vergleich mit Vorjahresergebnissen:**

Im vorangehenden Jahresbericht wurden für das Jahr 2001 Energiewirkung von rund 6 PJ ausgewiesen. Für 2002 beträgt die ausgewiesene Energieeinsparung noch rund 3.4 PJ oder ca. 55% des Vorjahreswertes. Dies überträgt sich auch ganz direkt auf die Schätzung der Emissionswirkungen. Der Grund für die deutlichen Abweichungen bei der Energie und damit auch den Emissionen liegt in den methodischen Anpassungen wie sie in Kapitel 2.2 dargestellt sind. Die Mehrzahl der erfolgten Modelländerungen wirken in Richtung einer verringerten Wirkung (z.B. Abzug einer autonomen Entwicklung, Berücksichtigung von empirischen Daten anstelle der theoretischen gesetzlichen Anforderungen). Um die Auswirkungen auf die Energiewirkung der einzelnen Anpassungen an Wirkungsmodell und Mengengerüst transparent zu machen, wurde der Einfluss jedes einzelnen Teilelements untersucht (Figur 4). Es zeigt sich deutlich, dass nur zwei der erfolgten Anpassungen zu einem grösseren Einspareffekt geführt haben, nämlich das neue Wirkungsmodell für Modul 2 MuKE<sub>n</sub> und die Aufdatierung des Stand der Energiepolitik der Kantone. Der letztgenannte Effekt kommt vor allem von einer fortschreitenden Harmonisierung in Richtung SIA 380/1:2001 als Basis für die kantonalen Vorschriften und der breiteren Anwendung von Modul 2 MuKE<sub>n</sub>.

Bei den übrigen Effekten (Investition, Beschäftigung) sind die Zahlen der beiden Jahre besser vergleichbar. Die Abweichungen bei den Investitionen ergeben sich ausschliesslich aus der Aktualisierung des Mengengerüsts, wobei hier vor allem die Anpassung (Reduktion) der Sanierungsrate für Dienstleistungsbauten zu Buche schlägt. Bei der Beschäftigung spielen sowohl die Anpassungen am Mengengerüst als auch die Modelländerungen für die Schätzung der Energiewirkung hinein.

Ohne methodische Anpassungen hätten bei allen Effekten nur unwesentlich höhere Endergebnisse als im Jahr 2001 resultiert. Der Anstieg wäre insbesondere auf die breitere Umsetzung von Modul 2 MuKE<sub>n</sub> und SIA 380/1: 2001 zurückzuführen gewesen, währenddem die anhaltende Rezession im Baubereich (deutlich weniger Neubaufläche bei Wohnbauten und nur leicht höhere Neuzugänge bei Dienstleistungs- und Industriebauten) eine dämpfende, aber weniger ausgeprägte Wirkung gehabt hat.



Figur 4: Auswirkungen der erfolgten Änderungen bei Methodik und Mengengerüst auf die Energiewirkung, Angaben relativ zum Vorjahrestotal für 2001

### Vergleichbarkeit der Resultate aus Wirkungsanalyse INFRAS und Ex-Post Analyse:

Die in diesem Bericht dargestellte Wirkungsanalyse der kantonalen Vorschriften von INFRAS und die Ex-Post Analyse im Bereich Vorschriften von PROGNOSE weisen Gemeinsamkeiten aber auch fundamentale Unterschiede auf. Die Gemeinsamkeiten liegen vor allem in den verwendeten Mengengerüsten (Energiebezugsflächen, Sanierungsraten) und der Beschränkung auf eine klimabereinigte Aussage. Beim Betrachtungswinkel der Untersuchung und der sich dadurch ergebenden Modellausgestaltung unterscheiden sich die zwei Arbeiten jedoch deutlich, weshalb die Ergebnisse der Ex-Post-Analyse (Prognos) und der Wirkungsanalyse EnergieSchweiz (INFRAS) zur energetischen Wirkung gesetzlicher Massnahmen **nicht direkt vergleichbar** sind. Die zwei Arbeiten beantworten jeweils spezifische Fragestellungen und führen damit zu stark unterschiedlichen Resultaten für die energetischen Wirkungen<sup>6</sup>.

<sup>6</sup> INFRAS beantwortet die Frage: „Wie viel Energieeinsparung entstand durch aktuelle Sanierungen und Neubauten im Jahr 2002, weil *seit 1980* energiepolitische / gesetzliche Vorschriften die Entwicklung der Baukultur beeinflussten?“ Die von INFRAS verwendete Referenz macht eine Aussage zu der Frage „Wie hoch wäre der Energieverbrauch, wenn es nicht seit 1980 energiepolitische Lenkungsansätze gegeben hätte?“ Mit diesem Ansatz erfolgt eine *über die Wirkungsdauer aktiver Energiepolitik kumulierte Betrachtung und Berechnung energiepolitischer Gesamtwirkungen* und damit eine Aussage über den *Gesamterfolg* der kantonalen Vorschriften.

Prognos hingegen beantwortet die Frage: „Wie viel Energieeinsparung kann im Jahr 2002 den *aktuell vorhandenen* gesetzlichen Rahmenbedingungen zugerechnet werden – im Vergleich dazu, dass diese nicht erlassen worden wären?“ Die Referenzentwicklung macht hier eine Aussage zur Frage „Wie entwickelt sich der zur Zeit am Markt vorhandene Stand der Praxis in Bezug auf den Energieverbrauch, wenn es keine aktuellen Festschreibungen auf hohe Standards gäbe?“ Verglichen wird in der Kurzfristbetrachtung der Ex-Post Analyse mit dem modellgestützten IST-Stand des Vorjahres sowie in der Langfristbetrachtung mit dem modellgestützten IST-Stand von 1990. Die Lenkungsansätze seit den 80er Jahren (bei INFRAS z.T. als „Selbstläufer“ bezeichnet) mit den von ihnen mit beeinflussten technologischen Entwicklungen werden im Prognos-Ansatz im Stand der Praxis zusammengefasst und liegen damit *innerhalb* der Referenz. Diese Herangehensweise ist eher dazu geeignet, den *Einfluss neuer Massnahmen* zu bewerten, weil alle vergangenen Ansätze und Massnahmen in ihren Wirkungen bereits als Referenz- bzw. Ist-Entwicklung enthalten sind.

## 4 Fazit

### 4.1 Ergebnisse

Für das Jahr 2002 wird geschätzt, dass gegenüber der Referenzsituation ohne Energievorschriften der Kantone der **Energieverbrauch um rund 3.4 PJ reduziert** werden konnte. Damit verbunden waren Investitionen in der Grössenordnung von 1.3 Mia. CHF und rund 5'700 Personenjahre Beschäftigungswirkung. Die **Effekte der kantonalen Energievorschriften** können damit als **bedeutend** beurteilt werden, auch wenn sich durch die weitreichenden Änderungen am Wirkungsmodell methodisch bedingt tiefere Gesamtwirkungen als im Vorjahr ergeben.

Im **Vergleich zu** den Wirkungen der **freiwilligen Massnahmen** unter Energie 2000 resp. unter Energie Schweiz sind die zusätzlichen Wirkungen der kantonalen Energievorschriften bedeutsam. Sie liegen auf Grund der Schätzungen **in der gleichen Grössenordnung wie** die zusätzlichen Wirkungen der freiwilligen Massnahmen im Jahr 2002.<sup>7</sup>

Die **Unsicherheiten** der Abschätzungen konnte durch die methodische Überarbeitung reduziert werden. Die einzelnen Annahmen lassen sich weitgehend durch Wirkungsüberlegungen plausibilisieren, auch wenn für einige wichtige Elemente (z.B. Bedeutung der autonomen Entwicklung) mangels empirisch erhobenen Informationen weiterhin auf Expertenschätzungen abgestützt werden muss. Eine Lücke besteht weiterhin bei der Erfassung von Wirkungen im Bereich Elektrizität, da hier die Datengrundlagen fehlen. Zudem wäre es auch wünschenswert, das Modell zur Sanierungswirkung besser empirisch abzustützen. Dies betrifft vorrangig die durchschnittliche Verbesserung der Bauteile pro Sanierungseingriff, gekoppelt mit einem differenzierten und empirisch verifizierten Modell für die Sanierungshäufigkeit der einzelnen Bauteile. Für die Beurteilung der Relevanz dieser Unsicherheit ist zu berücksichtigen, dass die Sanierungen nur rund ein Drittel Anteil an den Gesamtwirkungen haben.

Mit den anderen Wirkungsanalyse-Teilprojekte ergeben sich in gewissen Bereichen **Überschneidungen**. Dies betrifft vor allem Modul 2 MuKE in Zusammenhang mit der Wirkungsanalyse der kantonalen Förderprogramme (INFRAS 2003a). Da die Methodik in INFRAS 2003a auf die Auswirkungen bezüglich Verteilung von Globalbeiträgen Rücksicht nehmen muss, wird dort auch 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 für die geförderten Bauten – und nur für diese – doppelt erfasst. Der Effekt ist aber vernachlässigbar klein<sup>8</sup>. Eine weitere Überschneidung mit Modul 2 MuKE gibt es im Bereich Wärmepumpen, da ein Teil der hier ausgewiesenen Wirkungen der Vorschriften aus dem Anteil der Wärmepumpen bei der baulichen Umsetzung von Modul 2 stammt. Die Überschneidung betrifft allerdings lediglich rund 20% der ausgewiesenen Wirkungen von Vorschriften durch Modul 2 MuKE. Bezogen auf das Gesamttotal ist die Überschneidung nur für 1.4% der hier ausgewiesenen Wirkungen von kantonalen Vorschriften relevant, was als vernachlässigbar angesehen werden kann.

<sup>7</sup> Die zusätzlichen Wirkungen der freiwilligen Massnahmen (inkl. kantonalen Förderaktivitäten) liegen für das Jahr 2002 bei rund 2.7 PJ für Brenn- und Treibstoffe und 0.5. PJ Elektrizität (INFRAS 2003).

<sup>8</sup> Von der Überschneidung sind insgesamt ca. 40'000 m<sup>2</sup> EBF betroffen. Verglichen mit den rund 2 Mio. m<sup>2</sup> EBF an Neubauf Flächen in Kantonen mit Modul 2 MuKE ist dieser Anteil vernachlässigbar.

## 4.2 Methodik

Im Rahmen dieses Berichtes wurde zum zweiten Mal eine Abschätzung der zusätzlichen Wirkungen der kantonalen Energievorschriften durchgeführt. Die gegenüber dem Vorjahr durchgeführten Anpassungen der Methodik haben folgende Verbesserungen ermöglicht:

- Abstützung der Wirkungsannahmen für zentrale Bereiche auf empirische Grundlagen (v.a. Wohnbauten). Dadurch wird auch der Aspekt des Vollzugs besser berücksichtigt.
- Desaggregiertes Wirkungsmodell (separate Betrachtungen für Gebäudehülle, Haustechnik, Warmwasser etc.), was eine bessere Plausibilisierung der Annahmen über Analyse der Wirkungsketten ermöglicht.
- Abstimmung von zentralen Annahmen mit anderen Studien (Energieperspektiven, Ex-Post-Analysen, weitere Forschungsarbeiten zu Neubau- und Sanierungsverhalten, Wirkungsanalysen in anderen Bereichen).
- Einbezug der autonomen technischen Entwicklung.

Die in diesem Bericht dargestellte Wirkungsanalyse der kantonalen Vorschriften und die von PROGNOSE durchgeführte Ex-Post Analyse im Bereich Vorschriften (Prognos 2003) weisen Gemeinsamkeiten aber auch fundamentale Unterschiede auf. Die Gemeinsamkeiten liegen vor allem bei den verwendeten Mengengerüsten (Energiebezugsflächen, Sanierungsraten) und der Beschränkung auf eine klimabereinigte Aussage. Beim Betrachtungswinkel der Untersuchung und der sich dadurch ergebenden Modellausgestaltung unterscheiden sich die zwei Arbeiten jedoch deutlich, weshalb die Ergebnisse der Ex-Post-Analyse (Prognos) und der Wirkungsanalyse EnergieSchweiz (INFRAS) zur energetischen Wirkung gesetzlicher Massnahmen nicht direkt vergleichbar sind. Die zwei Arbeiten beantworten jeweils spezifische Fragestellungen und führen damit zwingend zu stark unterschiedlichen Resultaten für die energetischen Wirkungen.

# Annex

# Annex 1: Energiebezugsflächen 2002

## Grundlagen

	Wohnbauten (1000 m2 EBF)	Dienst- leistungen (1000 m2 EBF)	Industrie (1000 m2 EBF)	Total (1000 m2 EBF)
Bestand	423'699	150'367	82'917	656'983
Neubauten	5'380	1'481	837	7'697
Sanierungen	3'390	3'007	1'658	8'055

Quelle Bestand: Wüest und Partner 2003, Gebäudebestandesentwicklung 1995 - 2002

Quelle Neubauten: Wüest und Partner 2003, Gebäudebestandesentwicklung 1995 - 2002

Quelle Sanierungen: Wohnbauten gem. Prognos 2001 (Bestimmung der Heizenergiebedarfe von Wohnbauten zur Erreichung des EEV-Einsparziels von 15%), Dienstleistungen gem. CEPE 2003 (Mündliche Mitteilung CEPE, B. Aebischer, Zahlen gem. Energieperspektiven), Industrie gem. INFRAS 2003 (Annahme aufgrund CEPE 2003)

## Hochrechnung

Kanton	Einwohner Anzahl per Ende 2001 (in Tausend)	Beschäftigte 1998		EBF Haushalte (Hochrechnung Einwohner)			EBF Dienstleistungen (Hochrechn. Besch.)			EBF Industrie (Hochrechn. Besch.)			Nachrüstung VHKA 2002 Delta Umsetzungsstand in % (Delta 2002/2001)
		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)	
AG	550	144'223	92'625	32'074	407	257	8'911	88	178	7'408	75	148	0%
AI	15	3'061	1'920	881	11	7	189	2	4	154	2	3	0%
AR	53	12'085	8'368	3'105	39	25	747	7	15	669	7	13	
BE	946	323'362	129'445	55'224	701	442	19'979	197	400	10'352	104	207	0%
BL	262	69'699	40'352	15'310	194	122	4'306	42	86	3'227	33	65	0%
BS	188	111'508	37'468	10'950	139	88	6'889	68	138	2'996	30	60	1%
FR	239	62'672	28'790	13'962	177	112	3'872	38	77	2'302	23	46	
GE	414	168'119	48'666	24'153	307	193	10'387	102	208	3'892	39	78	
GL	39	9'279	7'730	2'247	29	18	573	6	11	618	6	12	
GR	188	65'216	24'633	10'944	139	88	4'029	40	81	1'970	20	39	
JU	69	15'507	12'612	4'022	51	32	958	9	19	1'009	10	20	0%
LU	350	106'815	48'474	20'406	259	163	6'600	65	132	3'877	39	78	
NE	167	48'663	29'067	9'724	123	78	3'007	30	60	2'325	23	46	
NW	38	9'704	5'451	2'241	28	18	600	6	12	436	4	9	
OW	33	7'774	5'352	1'909	24	15	480	5	10	428	4	9	
SG	452	130'335	82'919	26'395	335	211	8'053	79	161	6'631	67	133	0%
SH	73	21'178	13'241	4'273	54	34	1'308	13	26	1'059	11	21	
SO	245	62'778	43'083	14'306	182	114	3'879	38	78	3'446	35	69	
SZ	133	30'336	18'442	7'763	99	62	1'874	18	37	1'475	15	29	
TG	228	51'812	39'633	13'291	169	106	3'201	32	64	3'170	32	63	0%
TI	312	106'938	44'272	18'223	231	146	6'607	65	132	3'541	36	71	
UR	35	8'426	5'558	2'043	26	16	521	5	10	444	4	9	0%
VD	625	207'910	60'314	36'481	463	292	12'846	126	257	4'824	49	96	
VS	278	78'865	33'671	16'203	206	130	4'873	48	97	2'693	27	54	
ZG	101	41'255	18'041	5'895	75	47	2'549	25	51	1'443	15	29	
ZH	1'228	536'201	156'659	71'672	910	573	33'129	326	663	12'529	126	251	
Total	7'259	2'433'721	1'036'786	423'699	5'380	3'390	150'367	1'481	3'007	82'917	837	1'658	-

## Annex 2: Stand der kantonalen Energievorschriften Ende 2002

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 180-1 = 0.6 > SIA 380-1 (1988) = 0.8 (kein Anreiz für kompakte Bauten) > SIA 380-1 (2001) = 0.9 > MuKEN Modul 1 = jeweils +0.1 (für zusätzl. Massnahmen)	> falls Vorschrift = 1.0, > sonst = 0	> MuKEN Modul 2 vollzogen = 1.0, > sonst = 0	> aktuell vollzogen = 1.0 > sonst = 0
AG	0.8	1	0	0
AI	0.9	1	1	0
AR	1	1	1	0
BE	0.8	1	0	1
BL	1	1	1	1
BS	0.9	1	1	1
FR	0.9	1	0	0
GE	1	1	1	1
GL	1	1	0	1
GR	1	1	0	0
JU	0.9	1	0	0
LU	0.8	1	0	0
NE	1	1	0	0
NW	0.8	1	0	1
OW	0	0	0	0
SG	1	1	1	0
SH	0.9	1	0	0
SO	0.8	1	0	0
SZ	0.8	1	0	0
TG	1	1	0	1
TI	1	1	1	0
UR	1	1	0	0
VD	0.9	1	0	0
VS	0.9	1	0	0
ZG	0.9	1	0	0
ZH	1	1	1	0

## Annex 3: Modellannahmen im Bereich Basisvorschriften

### A) Wohnbauten

Neubauten / Wohnen							Total	
Raumheizung			Warmwasser			Total		
	$Q_h$	$\eta_h^{1)}$	$E_h$	$Q_{ww}$	$\eta_{ww}$		$E_{ww}$	
Referenz (Durchschnitt Gebäudebestand 1980)	440 MJ/m <sup>2</sup>	0.7 (CEPE et al. 2002, Tab. 3-13, gewichteter Ø Nutzungsgrad für Neuanlagen 1971-1980, ohne WP)	630 MJ/m <sup>2</sup> (Prognos 1996, S.19)	$0.45 \cdot 60 + 0.55 \cdot 100 =$ 80 MJ/m <sup>2</sup> (SIA 380/1:1988, Flächenanteile EHF/MFH)	0.65 (Schätzung INFRAS bei Berücksichtigung des schlechteren Nutzungsgrads bei Kombikesseln)	$80 / 0.65 =$ 125 MJ/m <sup>2</sup>	755 MJ/m <sup>2</sup>	
Autonome Technische Entwicklung	rund 30 MJ/m <sup>2</sup> Verbesserung (Expertenschätzung) 410 MJ/m <sup>2</sup>	20% der erzielten Verbesserung (Schätzung Projektausschuss)  0.74	555 MJ/m <sup>2</sup>	12 MJ/m <sup>2</sup> unter Referenz <sup>2)</sup> (Schätzung INFRAS)  68 MJ/m <sup>2</sup>	20% der erzielten Verbesserung (Schätzung Projektausschuss)  0.70	95 MJ/m <sup>2</sup>	650 MJ/m <sup>2</sup>	
IST (Stand 2003)	290 MJ/m <sup>2</sup>	0.9 (CEPE et al. 2002, Tab. 3-13, ohne Wärmepumpen)	$390 \text{ E}_{hw} - 70 \text{ E}_{ww} =$ 320 MJ/m <sup>2</sup> (E <sub>hw</sub> aus W&P 2000)	$0.45 \cdot 50 + 0.55 \cdot 75 =$ 64 MJ/m <sup>2</sup> (SIA 380/1:2001, Flächenanteile EHF/MFH)	0.9 (CEPE 2002, Tab. 3-13, ohne Wärmepumpen)	$64 / 0.9 \approx$ 70 MJ/m <sup>2</sup>	390 MJ/m <sup>2</sup>	
Anteil Energiepolitik (= Delta Autonom zu IST)			555 - 320 = 235 MJ/m <sup>2</sup>			95 - 70 = 25 MJ/m <sup>2</sup>	260 MJ/m <sup>2</sup>	
		Davon Hülle	162				162	66%
		Davon Nutzungsgrad	70			13	82	34%

1) Hinweis zum Nutzungsgrad  $\eta_h$ : Der mittlere Nutzungsgrad wurde über die flächengewichteten Anteile der einzelnen Wärmeerzeuger im Gebäudebestand ermittelt. Der Durchschnittswert wird für Heizsysteme mit und ohne separate Elektroboiler für die Warmwasserbereitung eingesetzt. Der Einfluss der separaten Elektroboiler wurde über grobe Schätzungen mit einbezogen. Wärmepumpen wurden nicht berücksichtigt.

2) Hinweis zum Wärmebedarf für Warmwasser  $Q_{ww}$ : Die Energiebezugsfläche pro EinwohnerIn ist im Zeitraum von 1980 bis heute von Ø ca. 45 m<sup>2</sup>/Person auf 60 m<sup>2</sup>/Person gestiegen, d.h. 25% weniger Belegung pro Fläche. Gleichzeitig ist anzunehmen, dass der WW-Verbrauch pro Kopf gestiegen ist (Komfort, Hygiene, Heizsysteme welche immer den vollen Bedarf decken können). Im Vergleich der Ausgaben 1988 und 2001 der SIA 380/1 ist  $Q_{ww}$  von 100 auf 75 MJ/m<sup>2</sup> (MFH) resp. von 60 auf 50 MJ/m<sup>2</sup> (EFH) gesunken, d.h. im Rahmen der Belegungsänderung. Da damit der Verbrauchsanstieg pro Kopf nicht abgedeckt wird, gehen wir davon aus, dass die Vorschriften auch bei Warmwasser Wirkungen zeigten. Von der gesamten Veränderung von  $Q_{ww}$  von 80 auf 64 MJ/m<sup>2</sup> rechnen wir 12 MJ/m<sup>2</sup> der autonomen Entwick-

lung und rund 4 MJ/m<sup>2</sup> den Vorschriften an. Unterschiede bei der spezifischen Belegung zwischen Alt- und Neubauten sind nicht berücksichtigt, da keine entsprechenden Daten verfügbar sind.

Sanierungen / Wohnen							Total	
Raumheizung			Warmwasser			Total		
	Q <sub>h</sub>	η <sub>h</sub>	E <sub>h</sub>	Q <sub>ww</sub>	η <sub>ww</sub>		E <sub>ww</sub>	
Referenz (Durchschnitt Gebäudebestand 1980)	440 MJ/m <sup>2</sup>	Analog Neubauten, d.h. 0.7	Analog Neubauten, d.h. 630 MJ/m <sup>2</sup>	Analog Neubauten, d.h. 80 MJ/m <sup>2</sup>	Analog Neubauten, d.h. 0.65	Analog Neubauten, d.h. 125 MJ/m <sup>2</sup>	755 MJ/m <sup>2</sup>	
Autonome Technische Entwicklung (bei Q <sub>ww</sub> inkl. Veränderung Belegungsichte)	Techn. Entwicklung gemäss Neubauten 410 MJ/m <sup>2</sup>	Techn. Entwicklung gemäss Neubauten 0.74	555 MJ/m <sup>2</sup>	Analog Neubauten, d.h. 68 MJ/m <sup>2</sup>	Analog Neubauten, d.h. 0.70	Analog Neubauten, d.h. 95 MJ/m <sup>2</sup>	650 MJ/m <sup>2</sup>	
IST (Stand 2003) bei energetischer Vollsanierung	320 MJ/m <sup>2</sup> (SIA 380/1:2001, Q <sub>h</sub> bei Standardnutzung Neubauten *1.4, EFH mit 45% Flächenanteil, MFH A/EBF 2.0 mit 25% und MFH 1.5 mit 25% Anteil)	0.81 (CEPE et al. 2002, Tab. 3-15, gewichteter Ø Nutzungsgrad für Anlagenbestand 2000/2005, ohne WP)	395 MJ/m <sup>2</sup>	Analog Neubauten, d.h. 64 MJ/m <sup>2</sup>	0.76 (Schätzung INFRAS, Berücksichtigt die höheren Verteilverluste im WW- System gegenüber Neubauten)	64 / 0.76 ≈ 85 MJ/m <sup>2</sup>	480 MJ/m <sup>2</sup>	
Anteil Energiepolitik (= Delta Autonom zu IST)			555 - 395 = 160 MJ/m <sup>2</sup>			95 - 85 = 10 MJ/m <sup>2</sup>	170 MJ/m <sup>2</sup>	
		Davon Hülle	122				122	75%
		Davon Nutzungsgrad	37			3	41	25%

**Hinweis:** Beim Vergleich mit Energiekennzahlen aus der Gebäudedatenbank des AWEL ist zu berücksichtigen, dass dort Bauten mit Warmwasserbereitung über separate Elektroboiler nicht erfasst wurden. Damit ergeben sich aus der AWEL Datenbank tendenziell tiefere Nutzungsgrade und damit höhere Energiekennzahlen E<sub>hww</sub> als in den oben stehenden Tabellen ausgewiesen.

## B) Dienstleistungsbauten

Neubauten / Dienstleistung							Total	
	Raumheizung			Warmwasser				
	$Q_h$	$\eta_h$	$E_h$	$Q_{ww}$	$\eta_{ww}$	$E_{ww}$		
Referenz (Durchschnitt Gebäudebestand 1980)	<b>450 MJ/m<sup>2</sup></b> (Aebischer et al 1998, Tab. 6.1-2)	<b>0.7</b> (Annahmen analog zu Wohnbauten)	→ <b>640 MJ/m<sup>2</sup></b>					
Autonome Technische Entwicklung	(Analog Wohnen) <b>410 MJ/m<sup>2</sup></b>	(Analog Wohnen) <b>0.74</b>	→ <b>555 MJ/m<sup>2</sup></b>					
IST (Stand 2003)	<b>245 MJ/m<sup>2</sup></b> (Standardnutzungen SIA 380/1:2001, flächengewichtet, Zuschlagsfaktor 1.3 für Luftwechsel und Vollständigkeit Vollzug)	(Analog Wohnen) <b>0.9</b>	→ <b>275 MJ/m<sup>2</sup></b>					
Anteil Energiepolitik (= Delta Autonom zu IST)			<b>555 - 275 = 280 MJ/m<sup>2</sup></b>			<b>15 MJ/m<sup>2</sup></b> <sup>1)</sup> (Annahme: Wegen tieferem $Q_{ww}$ nur 60% der Wirkung für Wohnbauten)	<b>295 MJ/m<sup>2</sup></b>	
		Davon Hülle	223				223	75%
		Davon Nutzungsgrad	59			15	74	25%

1) Hinweis zu  $E_{ww}$ : Dienstleistungsbauten haben auf Grund der Nutzung ein tieferes  $Q_{ww}$  als Wohnbauten. Auch bei DLBauten ist die spezifische Belegung (Beschäftigte pro m<sup>2</sup> EBF) seit 1980 deutlich zurückgegangen (CEPE 2002, Tabelle 5.3). Wir nehmen deshalb an, dass die Wirkungsmechanismen der Energievorschriften ähnlich sind wie bei Wohnbauten, aber wegen dem tieferen  $Q_{ww}$  rund 40% tiefere Einsparungen resultieren als bei Wohnbauten.

Sanierungen / Dienstleistung (Energetische Vollsanierung)							Total
	Raumheizung			Warmwasser			
	$Q_h$	$\eta_h$	$E_h$	$Q_{ww}$	$\eta_{ww}$	$E_{ww}$	
Referenz (Durchschnitt Gebäudebestand 1980)	Analog Neubauten, d.h. <b>450 MJ/m<sup>2</sup></b>	(analog Wohnen) <b>0.7</b>	→ <b>640 MJ/m<sup>2</sup></b>				
Autonome Technische Entwicklung	Techn. Entwicklung gemäss Neubauten <b>410 MJ/m<sup>2</sup></b>	(analog Wohnen) <b>0.74</b>	→ <b>555 MJ/m<sup>2</sup></b>				
IST (Stand 2003) bei energetischer Vollsanierung	<b>315 MJ/m<sup>2</sup></b> (Annahme: 30% Einsparung pro 50 Jahre gem. Aebischer et al., 1998, S. 5)	(analog Wohnen) <b>0.81</b>	→ <b>390 MJ/m<sup>2</sup></b>				
Anteil Energiepolitik (= Delta Autonom zu IST)			<b>555 - 390 = 165 MJ/m<sup>2</sup></b>			<b>5 MJ/m<sup>2</sup> <sup>1)</sup></b> (Annahme: Wegen tieferem $Q_{ww}$ nur 60% der Wirkung für Wohnbauten, Wert gerundet)	
		Davon Hülle	128			128	75%
		Davon Nutzungsgrad	37		5	42	25%

1) Hinweis zu  $E_{ww}$ : Dienstleistungsbauten haben auf Grund der Nutzung ein tieferes  $Q_{ww}$  als Wohnbauten. Auch bei DLBauten ist die spezifische Belegung (Beschäftigte pro m<sup>2</sup> EBF) seit 1980 deutlich zurückgegangen (CEPE 2002, Tabelle 5.3). Wir nehmen deshalb an, dass die Wirkungsmechanismen der Energievorschriften ähnlich sind wie bei Wohnbauten, aber wegen dem tieferen  $Q_{ww}$  rund 40% tiefere Einsparungen resultieren als bei Wohnbauten.

### C) Industriebauten

Neubauten / Industrie							Total Heizung +. WW
	Raumheizung			Warmwasser			
	$Q_h$	$\eta_h$	$E_h$	$Q_{ww}$	$\eta_{ww}$	$E_{ww}$	
Referenz (Durchschnitt Gebäudebestand 1980)	$450 \text{ (DL)} * 0.82 =$ <b>370 MJ/m<sup>2</sup></b> <sup>1)</sup>	(analog Dienstleistung) <b>0.7</b>	→ <b>530 MJ/m<sup>2</sup></b>				
Autonome Technische Entwicklung	$410 * 0.80 =$ <b>330 MJ/m<sup>2</sup></b>	(analog Dienstleistung) <b>0.74</b>	→ <b>445 MJ/m<sup>2</sup></b>				
IST (Stand 2003)	$245 * 0.80 =$ <b>195 MJ/m<sup>2</sup></b>	(analog Dienstleistung) <b>0.9</b>	→ <b>220 MJ/m<sup>2</sup></b>				
Anteil Energiepolitik (= Delta Autonom zu IST)			<b>445 - 220 =</b> <b>225 MJ/m<sup>2</sup></b>			<b>5 MJ/m<sup>2</sup></b> <sup>2)</sup> (Annahme: Wegen tieferem $Q_{ww}$ nur 40% der Wirkung für Wohnbauten, gerundet)	<b>230 MJ/m<sup>2</sup></b>
		Davon Hülle	182				182
		Davon Nutzungsgrad	47			5	52
							78%
							22%

1) Annahmen für die Herleitung von  $Q_h$ : Die Entwicklung läuft grundsätzlich ähnlich wie bei Dienstleistungsbauten. Der Anteil Büro an der Industriefläche (ca. 15% der Gesamtfläche) wird wie DL behandelt (Faktor 1.0). Industrielle Betriebsgebäude werden wegen kompakteren Bauten und tieferen Raumtemperaturen entsprechend SIA 380/1 Standardnutzung mit  $0.8 * Q_{h,DL}$  eingesetzt. Die im Mengengerüst ausgewiesenen Leerflächen werden mit  $0.7 * Q_{h,DL}$  eingesetzt (Schätzung INFRAS). Flächenanteile Büro/Betrieb/Leer (W&P): 1980: 15%/70%/15%, 2002: 15%/55%/30%.

⇒ Resultierende Faktoren bezogen auf DL: **1980:  $0.15 * 1 + 0.7 * 0.8 + 0.15 * 0.7 = 0.82$**  **2002:  $0.15 * 1 + 0.55 * 0.8 + 0.3 * 0.7 = 0.80$**

2) Industriebauten haben auf Grund der Nutzung ein tieferes  $Q_{ww}$  als DL oder Wohnbauten. In Berücksichtigung der Standardnutzungen gem. SIA380/1:2001 wird angenommen, dass die Wirkung bzgl. Warmwasser rund 60% unter der Wirkung für Wohnbauten liegt.

Sanierungen / Industrie (Energetische Vollsanierung)							Total Heizung +. WW
Raumheizung			Warmwasser				
	$Q_h$	$\eta_h$	$E_h$	$Q_{ww}$	$\eta_{ww}$	$E_{ww}$	
Referenz (Durchschnitt Gebäudebestand 1980)	$450 \text{ (DL)} * 0.82 =$ <b>370 MJ/m<sup>2</sup></b> <sup>1)</sup>	(analog Dienstleistung) <b>0.7</b>	→ <b>530 MJ/m<sup>2</sup></b>				
Autonome Technische Entwicklung	$410 * 0.80 =$ <b>330 MJ/m<sup>2</sup></b>	(analog Dienstleistung) <b>0.74</b>	→ <b>445 MJ/m<sup>2</sup></b>				
IST (Stand 2003) bei energetischer Vollsanierung	$315 * 0.80 =$ <b>250 MJ/m<sup>2</sup></b>	(analog Dienstleistung) <b>0.81</b>	→ <b>310 MJ/m<sup>2</sup></b>				
Anteil Energiepolitik (= Delta Autonom zu IST)			<b>445 - 310 =</b> <b>135 MJ/m<sup>2</sup></b>			<b>5 MJ/m<sup>2</sup></b> <sup>2)</sup> (Annahme: Wegen tieferem $Q_{ww}$ nur 40% der Wirkung für Wohnbauten, gerundet)	<b>140 MJ/m<sup>2</sup></b>
		Davon Hülle	108				108
		Davon Nutzungsgrad	29			5	34
							76%
							24%

1) Annahmen für die Herleitung von  $Q_h$ : Die Entwicklung läuft grundsätzlich ähnlich wie bei Dienstleistungsbauten. Der Anteil Büro an der Industriefläche (ca. 15% der Gesamtfläche) wird wie DL behandelt (Faktor 1.0). Industrielle Betriebsgebäude werden wegen kompakteren Bauten und tieferen Raumtemperaturen entsprechend SIA 380/1 Standardnutzung mit  $0.8 * Q_{h,DL}$  eingesetzt. Die im Mengengerüst ausgewiesenen Leerflächen werden mit  $0.7 * Q_{h,DL}$  eingesetzt (Schätzung INFRAS). Flächenanteile Büro/Betrieb/Leer (W&P): 1980: 15%/70%/15%, 2002: 15%/55%/30%.

⇒ Resultierende Faktoren bezogen auf DL: **1980:  $0.15 * 1 + 0.7 * 0.8 + 0.15 * 0.7 = 0.82$**  **2002:  $0.15 * 1 + 0.55 * 0.8 + 0.3 * 0.7 = 0.80$**

2) Industriebauten haben auf Grund der Nutzung ein tieferes  $Q_{ww}$  als DL oder Wohnbauten. In Berücksichtigung der Standardnutzungen gem. SIA380/1:2001 wird angenommen, dass die Wirkung bzgl. Warmwasser rund 60% unter der Wirkung für Wohnbauten liegt.

## 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 380/1:2001 (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 $\varnothing$ 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 m <sup>2</sup> EBF	jährlich realisierte m <sup>2</sup> EBF Neubau	jährlich realisierte m <sup>2</sup> EBF Neubau	Jährlich von Kantonen gemeldeter Vollzugsstatus und Penetration der VHKA-Nachrüstung	
<b>spezif. Einsparungen [MJ/a pro Bezugsgrösse]:</b>					
Wohnen Neubau		260	14	80	0
Wohnen Sanierung		170	0	0	97
Dienstleistung Neubau		295	3	69	0
Dienstleistung Sanierung		170	0	0	0
Industrie Neubau		230	0	55	0
Industrie Sanierung		140	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>	Neubau/Sanierung: Für bessere Dämmung der Gebäudehülle (Wand/Dach/Boden) Investitionen von 1'200 CHF/m <sup>2</sup> EBF, bei 5% energierelevantem Anteil -> energierelevante Mehrinvestitionen von 60 CHF/m <sup>2</sup> EBF für Wohnen (A/EBF = 1.5). Bei DL/Industrie Mehrinvestitionen von 40 CHF/m <sup>2</sup> EBF (A/EBF = 1.0). Keine Mehrkosten für Fenster: Hier wurde bessere energietechnische Qualität infolge der technischen Entwicklung ohne wesentliche Mehrkosten realisiert.	Investition 700 CHF und Auslesung pro Jahr 50 CHF Pro 4-Zi. Wohnung mit durchschnittl. 80m <sup>2</sup> =>über 20 Jahre entstehen Kosten von 1'700/80=20 CHF /m <sup>2</sup> 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/m <sup>3</sup> (SIA BKP2) für Wohnbau und 400 CHF/m <sup>3</sup> für DL/Industrie-Bau angenommen. Bei Stockwerkhöhe 3m und Faktor 1.15 für Umrechnung auf EBF => Wohnen 1700 CHF/m <sup>2</sup> EBF, DL/Industrie 1'400 CHF/m <sup>2</sup> EBF.  Sanierung: Wohnen 1250CHF/m <sup>2</sup> EBF, DL/Industrie 1'000 CHF/m <sup>2</sup> EBF.	Investition 700 CHF und Auslesung pro Jahr 50 CHF Pro 4-Zi. Wohnung mit durchschnittl. 80m <sup>2</sup> =>über 20 a 1'700/80=20 CHF/m <sup>2</sup> EBF. Thermostatventile nicht berücksichtigt (werden heute sowieso realisiert).	
<b>Quelle</b>	Angaben R. Keller, Logisuisse zu Sanierungskosten, Schätzung INFRAS für energierelevanten Anteil	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 m <sup>2</sup> EBF	jährlich realisierte m <sup>2</sup> EBF Neubau	jährlich realisierte m <sup>2</sup> EBF Neubau	Jährlich von Kantonen gemeldeter Vollzugsstatus und Penetration der VHKA-Nachrüstung	
<b>spezif. Investitionen [CHF pro Bezugsgrösse]:</b>					
Wohnen Neubau		60	12	85	0
Wohnen Sanierung		60	0	63	20
Dienstleistung Neubau		40	4	70	0
Dienstleistung Sanierung		40	0	50	0
Industrie Neubau		40	0	70	0
Industrie Sanierung		40	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; MuKEN Basismodul (ohne VHKA)	0	0	0	40	0	30	30	0	0	0	20	0	0	0	50	10
MuKEN Basismodul / Teil D: VHKA in Neubauten	Ausrüstungspflicht ab 5 Nutzeinheiten	0	0	0	40	30	30	0	0	0	0	10	0	40	0	20	10
MuKEN Modul 2	Erweiterte Anforderungen Neubauten (80% des Grenzwertes über nicht erneuerbare Energien)	0	0	0	40	0	30	30	0	0	0	20	0	0	0	50	10
MuKEN Modul 3	Nachrüstung VHKA in bestehenden Bauten (ab 5 Nutzungseinheiten)	0	0	0	40	30	30	0	0	0	0	10	0	40	0	20	10

# Annex 7: Hochrechnungen der energetischen Wirkungen

Angaben für das Jahr 2002

	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.	Neu.	San.	Neu.	San.	Neu.	San.	Neu.	San.	Neu.	San.	Neu.	San.	Neu.	San.	Neu.	San.	Neu.	San.					
AG	85	35	21	24	14	17	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	125	45	30	201	
AI	3	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1	1	7	
AR	10	4	2	3	2	2	1	0	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	5	4	27	
BE	146	60	46	54	19	23	10	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	216	101	42	360	
BL	51	21	13	15	7	9	3	0	0	0	0	0	16	0	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	90	30	18	138	
BS	33	13	18	21	6	8	2	0	0	0	0	0	11	0	5	0	2	0	0	11	0	0	0	0	70	44	15	129	
FR	41	17	10	12	5	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	61	22	11	94	
GE	80	33	30	35	9	11	4	0	0	0	0	0	25	0	7	0	2	0	0	0	0	0	0	0	141	73	22	236	
GL	7	3	2	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	4	3	18	
GR	36	15	12	14	5	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53	26	10	89	
JU	12	5	3	3	2	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	5	5	28	
LU	54	22	15	18	7	9	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	33	16	129	
NE	32	13	9	10	5	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	19	12	78	
NW	6	2	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	3	2	14	
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	87	36	23	27	15	19	5	0	0	0	0	0	27	0	5	0	4	0	0	0	0	0	0	0	155	56	38	249	
SH	13	5	3	4	2	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	7	5	31	
SO	38	16	9	11	6	8	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56	20	14	90	
SZ	21	8	4	5	3	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	10	6	46	
TG	44	18	9	11	7	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64	20	16	101	
TI	60	25	19	22	8	10	3	0	0	0	0	0	19	0	4	0	2	0	0	0	0	0	0	0	107	46	20	173	
UR	7	3	2	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	3	2	15	
VD	108	45	34	39	10	12	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	160	73	22	255	
VS	48	20	13	15	6	7	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	71	28	12	111	
ZG	18	7	7	8	3	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	15	7	47	
ZH	237	97	96	113	29	35	13	0	1	0	0	0	73	0	22	0	7	0	0	0	0	0	0	0	420	232	71	723	
<b>Total</b>	<b>1275</b>	<b>525</b>	<b>401</b>	<b>470</b>	<b>175</b>	<b>211</b>	<b>75</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>173</b>	<b>0</b>	<b>48</b>	<b>0</b>	<b>19</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>11</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2059</b>	<b>923</b>	<b>405</b>	<b>3387</b>		

# Annex 8: Hochrechnungen Investitionen

Angaben für das Jahr 2002

	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	20	12	3	6	2	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	9	7	53	
AI	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	3	
AR	2	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	3	2	1	1	0	1	0	0	0	0	0	9	2	2	13	
BE	34	21	6	13	3	7	8	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63	20	10	93	
BL	12	7	2	3	1	3	2	0	0	0	0	0	17	8	3	4	2	3	0	0	0	0	0	46	13	9	68	
BS	8	5	2	5	1	2	2	0	0	0	0	0	12	5	5	7	2	3	0	2	0	0	0	33	19	8	61	
FR	10	6	1	3	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	4	2	25	
GE	18	12	4	8	2	3	4	0	0	0	0	0	26	12	7	10	3	4	0	0	0	0	0	72	30	11	114	
GL	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	1	5	
GR	8	5	2	3	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	5	2	23	
JU	3	2	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1	1	7	
LU	12	8	2	4	1	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	7	4	34	
NE	7	5	1	2	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	4	3	20	
NW	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	4	
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
SG	20	13	3	6	3	5	4	0	0	0	0	0	28	13	6	8	5	7	0	0	0	0	0	0	78	24	19	121
SH	3	2	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1	1	8	
SO	9	5	1	2	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	4	3	24	
SZ	5	3	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	2	1	12	
TG	10	6	1	3	1	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	4	4	26	
TI	14	9	3	5	1	3	3	0	0	0	0	0	20	9	5	7	3	4	0	0	0	0	0	54	19	10	84	
UR	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	1	4	
VD	25	16	5	9	2	3	6	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46	14	5	66	
VS	11	7	2	4	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	5	3	29	
ZG	4	3	1	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	3	2	12	
ZH	55	34	13	27	5	10	11	0	1	0	0	0	77	36	23	33	9	13	0	0	0	0	0	213	97	36	346	
<b>Total</b>	<b>294</b>	<b>185</b>	<b>54</b>	<b>111</b>	<b>30</b>	<b>60</b>	<b>64</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>184</b>	<b>85</b>	<b>48</b>	<b>70</b>	<b>24</b>	<b>34</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>816</b>	<b>290</b>	<b>148</b>	<b>1253</b>	

# Literatur

**Aebischer et al. 1998:** Dokumentation zur Studie „Perspektiven der Energienachfrage des tertiären Sektors für Szenarien I bis II 1990 – 2030“, Forschungsgruppe Energieanalysen ETH Zürich, Zürich.

**ATAL 1990:** Energieplanungsbericht 1990, Bericht des Regierungsrates an den Kantonsrat über die Energieplanung, Kanton Zürich, Zürich.

**AWEL 2003:** Unveröffentlichte Studie zur Ausführungsqualität von Neubauten im Kanton Zürich, Zürich.

**Basics 1996:** Perspektiven der Energienachfrage der Industrie für Szenarien I bis II 1990 – 2030, im Auftrag des Bundesamtes für Energie, Zürich.

**BFE 2003:** Globalbeiträge an die Kantone nach Art. 15 EnG, Prozessbeschreibung, Anhang 2: Massnahmenliste direkte Massnahmen, Bern.

**CEPE et al. 2002:** CO<sub>2</sub>Reduktionspotenzial Erdgas, Projektphase 1: Referenzszenario; Schlussbericht, im Auftrag und in Zusammenarbeit mit der schweizerischen Gasindustrie, Zürich.

**Ecofys 2002:** The Contribution of Mineral Wool and other Thermal Insulation Materials to Energy Saving and Climate Protection, for EURIMA – European Insulation Manufacturers Association, Köln.

**Econcept 2003:** Erklärung der Unterschiede von Energiekennzahlen bei Neubauten, Im Auftrag des Bundesamtes für Energie, Zürich.

**Ecoplan 1997:** Evaluation der verbrauchsabhängigen Heizkostenabrechnung (VHKA), Vollzug und Wirkungszusammenhänge, Basel.

**EnDK 2000:** Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKE), Ausgabe 2000, Konferenz kantonaler Energiedirektoren, Bern.

**EnDK 2000:** Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKE), Ausgabe 2000, Konferenz kantonaler Energiedirektoren, Bern.

**Frischknecht 1996:** Ökoinventare von Energiesystemen, Studie im Rahmen des Forschungsprogramms Energiewirtschaftliche Grundlagen, Bundesamt für Energiewirtschaft, Bern.

**INFRAS 2002:** Wirkungsanalyse EnergieSchweiz, Wirkungen der Aktivitäten von EnergieSchweiz im Jahre 2001 auf Energie, Beschäftigung und Umwelt, im Auftrag des Bundesamtes für Energie, Zürich.

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

**INFRAS 2003:** Wirkungsanalyse EnergieSchweiz, Wirkungen der Aktivitäten von EnergieSchweiz im Jahre 2002 auf Energie, Beschäftigung und Umwelt, im Auftrag des Bundesamtes für Energie, Zürich.

**INFRAS 2003a:** Wirkungsanalyse kantonaler Förderprogramme im Rahmen von Art. 15 EnG; Ergebnisse der Erhebung 2002, im Auftrag des Bundesamtes für Energie, Zürich.

**KOF 2000:** Konjunktur Prognose 2000/2001: Die schweizerische Wirtschaft auf dem Weg zur Vollbeschäftigung, Konjunkturforschungsstelle Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, Zürich.

**Logisuisse 2002:** Mündliche Mitteilung zu Sanierungskosten von R. Keller, Logisuisse, Mai, Juni.

**Medina, Stocker 1998:** Analyse der Standardlösungen zum Para 10a, Diplomarbeit von D. Medina und R. Stocker am Technikum Winterthur, Ingenieurschule, Winterthur.

**Meyer 2002:** Mündliche Mitteilung von R. Meyer, Büro für Heizkostenabrechnungen, Kriens, Mai, Juni.

**Ökozentrum 1995:** Evaluation der verbrauchsabhängigen Heizkostenabrechnung, Vollzugsgrad und Wirkung auf den Verbrauch, Ökozentrum Langenbruck, Langenbruck.

**Prognos 1996:** Energieperspektiven der Szenarien I bis III, Synthesebericht, im Auftrag des Bundesamtes für Energie, Basel.

**PROGNOS 2001:** Bestimmung der Heizenergiebedarfe von Wohnbauten zur Erreichung des EE-VEinsparziels von 15%, Basel.

**PROGNOS 2002:** Entwicklung und Bestimmungsgründe des Energieverbrauchs 2001 gegenüber 2000 und 1990, Synthesebericht, im Auftrag des Bundesamtes für Energie, Basel.

**Weber et al. 1999:** Energieverbrauch in Bürogebäuden, im Auftrag des Projekt und Studienfonds der Elektrizitätswirtschaft, des Bundesamtes für Energie und anderer, Zürich.

**Wüest&Partner 1998:** Energieplanungsbericht; Kontrollrechnung Sanierungstätigkeit, Im Auftrag des AWEL Zürich, Zürich.

**Wüest&Partner 2000:** Erhebung der durchschnittlichen Energiekennzahlen für Neubauten in 13 Kantonen, im Auftrag des Bundesamtes für Energie, Zürich.

**Wüest&Partner 2003:** Gebäudebestandsentwicklung 1995 – 2002, zusammenfassende Tabelle, Zürich.

**EnergieSchweiz**

Bundesamt für Energie BFE, Worblentalstrasse 32, CH-3063 Ittigen · Postadresse: CH-3003 Bern  
Tel. 031 322 56 11, Fax 031 323 25 00 · [office@bfe.admin.ch](mailto:office@bfe.admin.ch) · [www.energie-schweiz.ch](http://www.energie-schweiz.ch)

BBL Bestellnummer 805.296 d / 07.03 / 200