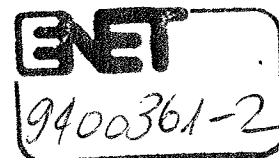


EF - Nr. 194524



Arbeitsbericht

Der Energieverbrauch der Privaten Haushalte in Szenario IV

Peter Hofer

Basel, 18. April 1997

Namen und Adressen

Prognos AG Basel

Missionsstrasse 62
CH-4012 Basel
Tel. +41/61/ 327 32 00
Fax +41/61/ 327 33 00
CompuServe 100073,2636
Internet: prognos1@magnet.ch

Dr. Hans J. Barth
Geschäftsleitung

Prognos GmbH Berlin

Dovestrasse 2-4
D-10587 Berlin
Tel. +49/30/399 22 800
Fax +49/30/399 22 801
Internet: prognos.berlin@
t-online.de

Dr. Pierre Gerckens
Präsident des Verwaltungsrates

Prognos Niederlassung Köln

Unter Sachsenhausen 37
D-50667 Köln
Tel. +49/221/ 160 27-0
Fax +49/221/ 13 38 22
Internet: prognos.koeln@
t-online.de

Dr. Christoph von Rothkirch
stellv. Geschäftsführer

Beratungsbereiche

Politik und Gesellschaft

Dr. Gerhard Becher, Basel

Wirtschaft und Bevölkerung

Dr. Hans J. Barth, Basel

Medien und Kommunikation

Prof. Dr. Klaus Schrape, Basel

Verkehr

Dr. Stefan Rommerskirchen, Basel

Energie

Dr. Hans J. Barth, Basel

Gesundheit und Soziales

Dr. Wolfgang Riedel, Köln

Städte und Regionen

Dr. Lothar Mahnke, Berlin

Umwelt

Hermann Meckel, Basel

Managementberatung

Gerhard Jäger, Basel; Paul Martin Kötter, Berlin

*Mitglied im Bundesverband Deutscher
Unternehmensberater BDU e. V.*

Büros, Vertretungen und Tochterunternehmen

Prognos Büros:

Prognos Büro Brüssel

Eric Mark, Boulevard Brand Whitlock 87,
B-1200 Brüssel
Tel. +32 2 735 14 46, Fax +32 2 741 16 01

Prognos Büro Magdeburg

Leibnizstrasse 35, D-39104 Magdeburg
Tel. +49 391 5365100, Fax +49 391 5365101

Prognos Büro Potsdam

c/o Havel-Nuthe-Center, Konrad-Wolf-Allee 1-3
D-14480 Potsdam
Tel. +49 331 6485-0, Fax +49 331 6485-118

Prognos Büro San Francisco

Marc Limacher, ISIS Inc., 2516 Hastings Drive,
Suite 500, USA-Belmont, CA 94002;
Tel. +1 415 8028555, Fax +1 415 8029555,
CompuServe 73244,2556
Internet: ISIS@isisglobal.com

Prognos Partner:

Prognos Partner Prag

Dr. Lubomir Civin, c/o Sindat Unternehmensberatung
Pod Strání 8/1262, CS-100 00 Praha 10
Tel. +42 2 7822994-7, Fax +42 2 7822996

Prognos Partner Wien

Prof. Dr. Peter Cerwenka
c/o Institut für Verkehrssystemplanung, TU Wien
Gusshausstrasse 30/269, A-1040 Wien
Tel. +43 1 58801-4050, Fax +43 1 5044233

Prognos Tochterunternehmen:

prognos & simma GmbH

Unter Sachsenhausen 37, D-50667 Köln,
Tel. +49 221 1602727, Fax +49 221 133822

Publicom AG

Freihofstrasse 7, CH-8942 Oberrieden,
Tel. +41 1 7211342, Fax +41 1 7210852

Verwaltungsrat: Dr. Pierre Gerckens (Präs.), Dr. Heik Afheldt, Gunter Blickle

Wissenschaftlicher Beirat: Dr. Peter G. Rogge (Vors.), Basel; Prof. Dr. Klaus Brockhoff, Kiel;
Prof. Dr. René Frey, Basel; Prof. Dr. Hans H. Hinterhuber, Innsbruck; Prof. Dr. Wolfgang Michalski, Paris;
Prof. Dr. Hans-Joachim Queisser, Stuttgart; Prof. Dr. Heidi Schelbert, Zürich; Prof. Dr. Manfred
Timmermann, Kreuzlingen

Inhaltsverzeichnis	Seite
1. Vorbemerkung	1
2. Die wichtigsten Annahmen im einzelnen	5
3. Die wichtigsten Ergebnisse	11
4. Mögliche Ansatzpunkte für weitergehende CO ₂ -Reduktionen	13
5. Aussagefähigkeit des Szenarios, offene Fragen und wirtschaftliche Auswirkungen	17
<i>bis S. 21 komplett, Rest fehlt</i>	
Anhang	23

Der Energieverbrauch der Privaten Haushalte in Szenario IV

1. Vorbemerkung

(1) Die ambitiöse Zielsetzung einer Reduktion der CO₂-Emissionen um 75 % (Variante 1) bzw. 80 % (Variante 2) im Zeitraum 1990 - 2030 verlangt erhebliche Anstrengungen vor allem im Gebäudebereich, auch dann, wenn von einem forcierten technologischen Fortschritt und einer beschleunigten Anwendung desselben (mit dem Ziel geringerer Neubau-Heizenergiebedarfe Q_H und grösserer Sanierungseffizienz) ausgegangen wird. Gerade im Gebäudebereich, dem wichtigsten Verbrauchssegment fossiler Energieträger, ist die **Technik an sich nicht Engpass** weiterer Einsparungen: sowohl Niedrig- als auch Niedrigst- und sogar "Nullenergiehäuser" sind heute technisch machbar, allerdings sind derzeit und bei den zugrundegelegten Energiepreisen auch zukünftig zumindest letztere nicht wirtschaftlich, d.h. zu kostendeckenden Preisen machbar.

Bei Elektrogeräten ist die Situation eine andere: bei den wenigsten Geräten ist ein eindeutiger Zusammenhang zwischen Gerätepreis und Energieverbrauch feststellbar. Preiswertere Geräte sind deshalb nicht automatisch energieintensiver und umgekehrt sind die teureren Geräte nicht automatisch energieextensiver. Die Stromverbrauchsreduktion ist deshalb nicht zwangsläufig mit erheblich steigenden Gerätekosten verbunden, vor allem dann nicht, wenn man unterstellt, dass durch höhere Strompreise der technische Fortschritt rascher voranschreitet und gleichzeitig die Geräteauswahl der Haushalte bewusster im Hinblick auf die Energiefolgekosten erfolgt.

(2) Basis der nachstehend aufgeführten zentralen Annahmen im Gebäudebereich für Neubau und Sanierungen sind die neuen Kostenkurven, die - auf der Grundlage der Angaben der Metron AG, Bern (siehe Anhang) - von Prognos ermittelt wurden. Im Ergebnis zeigen diese gegenüber den bisherigen Kostenkurven für Neubauten und für Mehrfamilienhaus-Sanierungen geringere Grenzkosten und Grenzkostenanstiege, bei Einfamilienhaus-Sanierungen hingegen höhere Grenzkostenniveaus und einen stärkeren Anstieg der Grenzkosten. Durch die Anwendung dieser neuen Kostenkurven ist die Vergleichbarkeit dieses Szenarios mit den Szenarien I bis III etwas eingeschränkt: würden letztere auch mit den neuen Kostenkurven gerechnet, so würden die Energieverbräuche in allen Szenarien geringer ausfallen. Insofern überzeichnet das hier vorliegende Szenario im direkten Vergleich mit den Szenarien I bis III die "zusätzlich" erreichbaren Einsparpotentiale. Es überzeichnet jedoch nicht das - unter Zugrundelegung der modifizierten Kostenkurven, der unterstellten Energiepreisteuerungen und der zusätzlichen Förderungs-/Subventionierungsmassnahmen - das mögliche Einsparpotential gegenüber dem heutigen Verbrauchsniveau.

Eine Anmerkung zu den Grenzkostenkurven: Metron berechnet die Energiesparmassnahmen-bedingten Zusatzkosten für alternative Einsparerfolge bei Neubauten bzw. Sanierungen von Ein- und Mehrfamilienhäusern. Pro Kategorie (Sanierung Einfamilienhaus, Neubau Einfamilienhaus, Sanierung Mehrfamilienhaus, Neubau Mehrfamilienhaus) wurden 8-10 verschiedene Massnahmenkombinationen gerechnet, die Einsparungen von zwischen 10 und 80-85 % des ursprünglichen Heizenergiebedarfs Q_h im Falle von Sanierungen und von zwischen 10 und 65-70 % bei Neubauten erbrachten. Die Zahl der Sanierungsoptionen wurde von Prognos durch zusätzliche "preiswertere" bzw. "kostengünstigere" Kombinationen (aufgrund anderer Zusammensetzung der Einzelmassnahmen nach Metron mit den deren jeweiligen Kosten) erweitert. Aus der Gesamtmenge möglicher Sanierungsalternativen wurden anschliessend die bezogen auf die Einsparung jeweils kostengünstigsten Varianten ausgewählt und nur diese wurden zur Bestimmung der Grenzkosten herangezogen. Unrentable bzw. ineffiziente Varianten werden auf diese Weise ausgeschaltet. **Dies bedeutet aber gleichzeitig, dass die jetzt zugrundegelegten Grenzkostenkurven sehr optimistisch bezüglich Niveau und Anstieg und nicht mehr wie bisher auf der "sicheren Seite" sind.** Das gewählte Verfahren tendiert eher zur Unter- als zur Überschätzung der tatsächlich auftretenden Kostenverläufe, ist also technik-optimistisch.

Um darüber hinaus der Dynamik des technischen Fortschritts Rechnung zu tragen, wurden die Kosten- bzw. Grenzkostenkurven im Zeitablauf verändert: Niveau und Anstieg sinken im Zeitablauf. Dieser Effekt reduziert die Grenzkosten im Zeitablauf erheblich; er dürfte jedoch auf dem Hintergrund effizienterer Produkte und Verfahren realistisch sein. Im Modell wurde für die niedrigsten Heizenergiebedarfe mit bis zu 25-30 % geringeren Grenzkosten in 2030 gegenüber 1995 gerechnet. Dies entspricht einer fast 1-%igen jährlichen Abnahme der Grenzkosten im Falle sehr geringer Neubauheizenergiebedarfe und/oder sehr effizienter Sanierungen.

(3) **Erhebliche Energiepreisteuerungen sind Voraussetzung für eine Technologie-Initiative.** Die Annahme eines quasi "vom Himmel fallenden" Technologie-pushes ohne entsprechende Preissignale ist u.E. unrealistisch. Dies schliesst nicht aus, dass auch ordnungspolitische Massnahmen (Grenzwerte, Zielwerte, Verbrauchsvorschriften o.ä.) ohne Energiepreissteigerungen ähnliche Wirkungen haben können. Sie müssen "nur" sehr scharf gefasst werden, und sie dürfen sich nicht an dem (wirtschaftlichen) Stand der Technik orientieren, sondern müssen darüber hinaus gehen. Und sie müssen kontrolliert und gegebenenfalls sanktioniert werden. Dies würde jedoch bedeuten, dass der Staat mit seiner Auflagenpolitik den Bürgern/Unternehmen privat- bzw. einzelwirtschaftlich unrentable Investitionen aufzwingt. Anders sind diese Vorschriften zu bewerten, wenn der Staat i.S. präventiver Umweltpolitik die Kosten externer Effekte zu minimieren versucht. Preispolitische Massnahmen bieten jedoch im Gegensatz zu ordnungspolitischen Massnahmen zusätzlich die Möglichkeit, die über Energiepreisabgaben eingenommenen Finanzmittel entweder wieder an die Wirtschaft und Bevölkerung rückzuverteilen und/oder für die Subventionierung/Förderung von energieeffizienten Produkten, Verfahren, von Demonstrations- und Pilotprojekten, von Marketing und Beratung etc. zu verwenden.

Für die Energiepreise wurden im einzelnen folgende Energiepreisaufschläge unterstellt.

Preisaufschläge in Szenario IV, in %

	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Öl	20	50	100	140	180	230
Gas	20	50	100	140	180	230
Elektrizität (Mittelwert)	20	40	80	120	160	200

Der Preisanstieg für Nachtstrom- bzw. Heizstrom (und für Wärmepumpenstrom) liegt dabei über dem mittleren Elektrizitätspreisanstieg, derjenige für "Normaltarifstrom" dagegen unter dem Mittelwert.

Die Preisaufschläge für Öl, Gas und Elektrizität dürften auch für nicht-fossile Brennstoffe Auswirkungen haben, da die Anbieter von regenerativen Brennstoffen bei derart hohen Abgaben auf bzw. Teuerungen von Energie die Chance zur "Mitnahme" von windfall-profits nicht auslassen werden. Darüber hinaus dürfte die hohe Nachfrage nach Holz (im Umfeld einer Einsparstrategie an fossilen Energieträgern) die Preise tendenziell anziehen lassen. Wir haben deshalb auch für Holz (und für Fernwärme) einen Preisanstieg unterstellt. Trotz dieses Anstiegs wird sich aber die absolute und relative Position der Holzheizung und der von Fernwärme im Rahmen aller Heizsysteme ganz erheblich verbessern.

Die unterstellten Preissteigerungen haben zur Folge, dass im Heizkostenvergleich Ohmsche Widerstandsheizungen unrentabel werden, sodass sich deren Einsatz nicht mehr lohnt. Festinstallierte Ohmsche Heizungen werden deshalb weitgehend durch andere Systeme (Wärmepumpen, Gas, Öl, Holz) ersetzt. Da die Heizkosten für eine Wohnung mit (elektrischer) Wärmepumpenheizung allerdings unter den getroffenen Preisannahmen auch kurz- und mittelfristig in den meisten Fällen höher sind als für die mit Holz, Fernwärme, Öl oder Gas beheizten Wohnungen, muss davon ausgegangen werden, dass Elektrizität im Wärmemarkt per Saldo verliert, weil zumindest unter dem Aspekt der Wirtschaftlichkeit (ohne weitere Fördermassnahmen) wenig Anreiz besteht, vor allem Ölheizungen durch Wärmepumpensysteme zu ersetzen. Zwar werden diese gegen Ende der Prognoseperiode auch bei einer Vollkostenrechnung (Kapital-, Energie- und Wartungskosten) zunehmend wettbewerbsfähig (v.a. im Mehrfamilienhausbau), aber der Abstand zu den wichtigsten Konkurrenzsystemen ist zu gering, um ohne Förderung massive Substitutionen in diese Systeme zu bewirken. Im Warmwasserbereich werden Elektroheisswasserbereiter gleichfalls unrentabel. Sie werden deshalb durch kleine Elektrobrauchwasserwärmepumpen, durch solarthermische Systeme und durch die konventionelle gekoppelte Brauchwassererzeugung mit deutlich höheren Nutzungsgraden als bisher ersetzt.

(4) Da der teilweise Ersatz Ohmscher Heizungssysteme und der Elektroheisswasserbereiter durch Wärmepumpensysteme mit vor allem längerfristig wesentlich höheren Nutzungsgraden/Leistungsziffern per Saldo den Elektrizitätsverbrauch für Heiz- und Warmwasseran-

lagen deutlich zurückgehen lässt, wurde ein Teil des resultierenden Nachfrageausfalls durch eine intensivierte (weil geförderte) Wärmepumpenstrategie im Rahmen einer forcierten Substitutionstätigkeit von alten Ölheizungen kompensiert.

Eine erheblich intensivere Strategie des Holzeinsatzes wird u.E. durch die Angebotsseite und die Nachfrageseite begrenzt. Angebotsseitig werden die verfügbaren (inländischen) Gesamtpotentiale schon in den bisherigen Szenarien praktisch ausgeschöpft. Nachfrageseitig stehen einer allzu forcierten Nutzung die Siedlungsstruktur (Stadt/Land-Verteilung der Wohnungen) und die doch erheblichen Transport- (Holz und Asche) und Umweltprobleme (Geruchsbelästigung) im innerstädtischen Raum entgegen. Auf die Nutzung von Importholz für Heizungszwecke kann u.E. nicht zurückgegriffen werden.

(5) Bei Elektrohaushaltsgeräten wurde ebenso wie im Raumwärme- und im Warmwasserbereich von den gleichen Versorgungsniveaus bzw. -graden ausgegangen: Die Ausstattungsgrade mit Elektrogeräten sind dieselben wie in den übrigen Szenarien, wie im übrigen auch die Wohnungszahl, die Wohnfläche, die Haushaltszahl etc. identisch sind. D.h. das Ergebnis beinhaltet keine den Wohlstand wesentlichen reduzierenden oder beeinträchtigenden "Suffizienzelemente".

Unterstellt werden jedoch wegen der deutlich höheren Elektrizitätspreise technische Verbesserungen, die grösser sind als die in Szenario IIa ("Beabsichtigte Politik" mit dynamisch verschärften Grenz- bzw. Zielwerten) erreichen Minderungen. Dies ist in Anbetracht der erheblichen Preisaufschläge für Normaltarif-Strom und den dadurch ausgelösten Anreiz, die Energieeffizienz zu steigern - der Preis für die Kilowattstunde vervierfacht sich zwischen 2000 und 2030 - eine plausible Annahme. Das Ausmass der Verbesserung gegenüber Szenario IIa ist dabei geräte- bzw. anwendungsspezifisch unterschiedlich .

2. Die wichtigsten Annahmen im einzelnen

(6) Die zentralen Annahmen im **Raumwärmebereich** sind:

1. **Reduktion des Heizenergiebedarfe von Neubauten ab 2001:** gegenüber Szenario IIa liegen die Neubauheizenergiebedarfe im Jahr 2030 um mehr als die Hälfte niedriger. Nachstehende Tabelle zeigt die nach den Grenzkostenkurven wirtschaftlichen und die im Modell verwendeten Heizenergiebedarfe. Wie aus der Tabelle hervorgeht, weichen - für ein Stichjahr - die modellmässig benutzten Rechenwerte von den "wirtschaftlichen" Werten ab. Dies deshalb, weil wir davon ausgehen, dass auch im Neubaubereich in Kenntnis ständig steigender Preise besser gebaut wird als es die aktuelle Wirtschaftlichkeit nahelegt.

Neubau-Heizenergiebedarfe 1995 - 2030, in MJ/m²*a

	1995	2000	2010	2020	2030
<i>Wirtschaftlich (Grenzkostenkurve; Basis Metron)</i>					
Einfamilienhäuser	300	290	275	195	105
Mehrfamilienhäuser	170	165	150	115	85
<i>Modellwerte</i>					
Einfamilienhäuser	310	300	195	105	85
Mehrfamilienhäuser	260	255	115	85	65

2. **Erhöhung der Abgangsrate ab 2001:** gegenüber Szenario IIa wurden die gebäude- und altersspezifischen Abgangs-/Abrissquoten der über 50-jährigen Gebäude/Wohnungen erhöht, weil gerade bei älteren Wohnungen Renovierungsaufwand und -ertrag (in Form geringerer Energiebedarfe und Werterhaltung der Bausubstanz) oftmals nicht mehr im Gleichgewicht stehen, wenn die Anforderungen und die Kosten immer stärker steigen. Dies hat einen höheren Abgang an Wohnungen durch Abriss zur Folge, der - bei gleicher Wohnungsversorgung - durch ein höheres Neubauvolumen kompensiert werden muss. Als Folge müssen innerhalb von 30 Jahren ca. 200.000 neue Wohnungen zusätzlich gebaut werden. Da jedoch Neubauwohnungen grösser sind als abgerissene Wohnungen, steigt dadurch die zu beheizende Wohnfläche. Um diesen Effekt zu kompensieren, wurden - auch in Anbetracht ständig steigender Kosten für den besseren Wärmeschutz - die mittleren Wohnungsgrössen der Neuzugänge ab 2001 auf dem Niveau von 1996/00 stabilisiert: die Haushalte/Unternehmen versuchen, einen Teil der zusätzlichen Kosten für den Wärmeschutz über geringere Wohnungsgrössen und damit geringere Investitionen auszugleichen. Im Ergebnis resultiert eine zu beheizende Wohnfläche, die gleich gross, im Durchschnitt aber etwas jünger ist als in Szenario IIa.
3. **Erhöhung der Sanierungshäufigkeit ab 2001:** gegenüber Szenario IIa wurden die Sanierungshäufigkeiten deutlich erhöht. Zwar werden Sanierungen bislang nicht in erster

Linie der Energiekosten wegen durchgeführt. Eine ab Mitte der 80er Jahre deutlich gestiegene Sanierungstätigkeit im Gefolge der Ölpreissteigerungen bis Mitte der 80er Jahre ist u.E. jedoch Indikator dafür, dass steigende Energiepreise bzw. -kosten die Sanierungshäufigkeit positiv beeinflussen. Mit zunehmendem Energiepreisniveau werden Energiekosten (für Mieter und/oder Käufer von Wohneigentum) entscheidungsrelevant. Wohnungen mit zu hohen Energieverbräuchen sind nicht zeitgemäss und deshalb schwerer zu vermieten oder zu verkaufen. Die unterstellten Erhöhungen der Sanierungsraten für die verschiedenen Zeiträume sind nachstehend aufgeführt.

Erhöhung der Sanierungshäufigkeit gegenüber Szenario IIa (in %)	2001/05	2006/10	2011/15	2016/20	2021/25	2026/30
<i>Vollsanierung, Teilsanierung</i>						
Einfamilienhäuser	1	2,5	7,5	12,5	17,5	25
Mehrfamilienhäuser	1	5	12,5	17,5	25	35

Entscheidend sind hierbei die Annahmen zur Vollsanierung, da sie weit stärker als die Teilsanierungsraten den zukünftigen Verlauf der Heizenergiebedarfe determinieren (Teilsanierungen üben langfristig nur einen vergleichsweise kleinen Einfluss auf die gebäudeseitige Senkung des Heizenergiebedarfes aus).

Aus diesen Annahmen ergeben sich in Verbindung mit dem jeweiligen Wohnungsbestand folgende Entwicklungen für die absolute Zahl an Sanierungen:

Anzahl Sanierungen pro Jahr, in 1000 Wohnungen	2001/05	2006/10	2011/15	2016/20	2021/25	2026/30
<i>Vollsanierungen</i>						
Einfamilienhäuser	11	12	13	14	15	17
Mehrfamilienhäuser	24	26	28	31	34	38
<i>Teilsanierungen</i>						
Einfamilienhäuser	16	17	18	20	21	22
Mehrfamilienhäuser	30	32	32	34	37	41

Im Mittel der beiden Zeiträume 1986/90 und 1991/95 - die Rohölpreise hatten in 1985 ihren Höchststand erreicht, danach sanken die Preise wieder deutlich - wurden p.a. rund 9 Tsd. Wohnungen in Ein-/Zwei- und rund 23 Tsd. Wohnungen in Mehrfamilienhäusern vollsaniert. Die entsprechenden Angaben für die Zahl der Teilsanierungen lag bei jährlich 19 Tsd. (Ein- und Zweifamilienhäuser) bzw. 33 Tsd. (Mehrfamilienhäuser und sonstige Gebäude mit Wohnungen). Berücksichtigt man, dass auch der Wohnungsbestand bis 2030 um mehr als 20 % (gegenüber 1995) steigt, so relativiert dies die Zunahme des absoluten Sanierungsumfangs.

Konsequenz dieser Annahmen ist eine Verkürzung des Sanierungszyklen. Bezogen auf den jeweiligen Gebäudebestand bedeutet dies gegenüber heute eine Erhöhung der mittleren Vollsanierungsrate von rund 1 % p.a. auf 1.3-1.4 % p.a. in 2026/30, bei Teil-

sanierungen entsprechend von 1.2 % p.a. auf knapp über 1.6 % p.a. in den letzten fünf Jahren der Prognoseperiode. Die alters- und bestandsgewichtete rechnerische Zyklusdauer liegt dabei noch immer deutlich über 50 Jahren.

4. **Erhöhung der Sanierungseffizienz ab 2001:** gegenüber Szenario IIa wurde die pro Sanierungsfall erzielbare Reduktion des Heizenergiebedarfs deutlich erhöht. Ursächlich hierfür sind die neuen Kostenkurven und die höheren Preise. Die Sanierungseffizienz wurde dabei so gewählt, dass alle Sanierungen zum Zeitpunkt t sich an der Wirtschaftlichkeit der Sanierung des Zeitpunktes t+10 orientieren, d.h. der (Sanierungs-) Investor richtet sein aktuelles Verhalten an den zukünftigen Energiepreisen aus. Er agiert also ebenso wie der (Neubau-) Investor in Kenntnis ständig steigender Preise eindeutig zukunftsorientiert.

Nachstehende Tabelle verdeutlicht das Niveau, auf das die gebäudeseitig determinierten Heizenergiebedarfe (Q_h) im Sanierungsfall durchschnittlich reduziert werden.

Erhöhung der Sanierungseffizienz	2001/05	2006/10	2011/15	2016/20	2021/25	2026/30
<i>Q_h der sanierten Gebäude (MJ/m²)</i>						
Einfamilienhäuser	310-315	260-270	215-225	185-190	160-165	135-140
Mehrfamilienhäuser	260-270	190-200	150-160	115-120	ca.95	ca.85

Für die "schlechtesten" Gebäudetypen (Baualtersklassen 1946 - 1970; Q_h ca. 470-480 MJ/m²) bedeutet dies Verbesserungen um bis über 70 bzw. 80 %. D.h. wenn im Zeitraum 2026/30 ein Gebäude des Jahrganges 1946-1970 saniert wird, wird dessen Heizenergiebedarf um ca. 70 % (Einfamilienhaus) bzw. um mehr als 80 % (Mehrfamilienhaus) reduziert. Wenn es dagegen schon zwischen 2006 und 2010 saniert wird, fällt die Reduktion des Heizenergiebedarfs geringer aus (Reduktion um 45 bzw. 55 % bei Ein-/Zwei- bzw. Mehrfamilienhäusern). Der Heizenergiebedarf eines gegen Ende der Prognoseperiode sanierten Gebäudes liegt damit v.a. bei Mehrfamilienhäusern fast auf dem Niveau von dann modernen Neubauten.

5. **Erhöhung der Substitutionen:** das Substitutionsvolumen von ölbeheizten Wohnungen und von elektrizitätsbeheizten Wohnungen wurde gegenüber Szenario IIa deutlich erhöht. Ursachen hierfür sind einerseits die zunehmende Unwirtschaftlichkeit von konventionellen Ohmschen Heizungen, andererseits eine durch Fördermassnahmen induzierte stärkere Verbreitung von Wärmepumpen nicht nur im Neubau, sondern auch im Altbau bei Sanierungen. Absolut wurde das Substitutionsvolumen bei Ohmschen Elektroheizungen für den Zeitraum 2001/2030 um rund 61 Tsd. (+53%) und bei den öl- und gasbeheizten Wohnungen um rund 645 Tsd. Wohnungen (+200%) erhöht. Gewinner dieser Substitutionsverluste bei Öl und Elektrizität sind im wesentlichen Gas, Holz und elektrische Wärmepumpen. Diese Annahme bedeutet, dass im Durchschnitt der Jahre 2001/30 anstatt jährlich rund 15 Tsd. Substitutionen rund 38 Tsd. Substitutionen stattfinden müssen.

6. **Erhöhung der Nutzungsgrade:** bereits in Szenario IIa werden die Nutzungsgrade aufgrund des technischen Fortschritts und der Implementation dessen im Bestand deutlich höher kalkuliert als heute. Da Gasbrennwertgeräte schon heute nahe am technisch bzw. physikalisch möglichen Maximum liegen, reduziert sich hier das zusätzliche Sparpotential auf eine schnellere Verbreitung und einen höheren Anteil an Brennwertgeräten am gesamten Anlagenbestand. Ähnliches gilt für Ölheizungen. Für Gas wurde ab 2010 ein ausschliesslicher Einsatz von Brennwertgeräten im Neuzugang unterstellt (Nutzungsgrad [incl. Verteilverlusten] von 95 %, bis 2030 auf 103 % steigend), bei Ölheizungen, dass ab 2010 Neuanlagen Nutzungsgrade - incl. aller hausinternen Verteilverluste in Alt- und Neubauten - von 90 % erreicht werden, steigend bis 2030 auf 95 %. Der (nach Altersklassen) bestandsgewichtete Nutzungsgrad steigt damit von 85 bzw. 81 % (Gas bzw. Öl) in 2000 auf über 100 bzw. 93 % in 2030 an.

Für Holz, elektrische Wärmepumpen und Fernwärme wurden ebenfalls mit höheren Nutzungsgraden gerechnet. Allerdings fallen auch hier die zusätzlichen Effekte mit Ausnahme der Wärmepumpen vergleichsweise gering aus. Gegenüber Szenario IIa ist die Verbesserung bei Holzheizungen (maximal 80 % Nutzungsgrad in 2030) und bei Wärmepumpen (maximal 400 % Nutzungsgrad, entsprechend Leistungsziffer/COP [Coefficient of performance] von 4 in 2030) am grössten.

7. **Geringerer Spareffekt der Heizkostenabrechnung:** Trotz der deutlich höheren Preise wurde der Einspareffekt durch die Heizkostenabrechnung etwas geringer veranschlagt als in Szenario IIa. Und zwar aus folgenden Grund. Mit zunehmender Reduktion der Transmissionsverluste aufgrund besserer Wärmedämmung gewinnen die Lüftungsverluste an Bedeutung. Diese hängen wesentlich von der Luftwechselrate ab. Je höher dabei die Luftwechselrate, desto höher cet.par. der Heizenergiebedarf oder, bei gleichem Heizenergiebedarf, desto höher der Aufwand zur Reduktion der Transmissionsverluste. Die unterstellten Grenzkostenkurven basieren auf den Berechnungen mit eher niedrigen Luftwechselraten. Eine volle Anrechnung der VHKA-Einspareffekte von Szenario IIa würde e.E. eine doppelte Anrechnung von Sparpotentialen bedeuten: einmal über vergleichsweise niedrige Grenzkosten (und damit geringe gebäudetechnisch determinierte Heizenergiebedarfe; bei höheren Luftwechselraten wären die Grenzkosten höher und damit auch die gebäudetechnisch determinierten Heizenergiebedarfe), zum andern über die Heizkostenabrechnung, deren Wirkung in erheblichem Masse auf einer reduzierten Luftwechselrate basiert.

(7) Die zentralen Annahmen im **Warmwasserbereich** sind:

1. Die höheren Preise bewirken einen bewussteren und damit sparsameren Umgang mit Warmwasser. Der spezifische Warmwasserverbrauch pro Kopf und Tag geht im Falle der Warmwasserbereitstellung über zentrale Warmwasseranlagen und über bequeme Einzelsysteme (Gas und Elektrizität) um rund 10 % auf rund 50 bzw. rund 46 l zurück.

2. Die Nutzungsgrade der Warmwasserbereitstellungsanlagen sind - bei mit dem Heizsystem gekoppelter Erzeugung - deutlich höher, weil die höheren Nutzungsgrade der Heizanlagen auch auf die Warmwasserbereitstellung "durchschlagen" und weil die höheren Preise eine stärkere Reduktion der Verteilverluste über effizienter gedämmte Brauchwasserkessel zur Folge haben. Die Nutzungsgrade der übrigen Systeme wurden in Anbetracht der in Szenario IIa bereits hohen Niveaus nicht verändert.
3. Der Anteil der zentralen Warmwassersysteme bleibt - trotz im Vergleich zu dezentraler Erzeugung mittelfristig noch eher ungünstigen Nutzungsgraden und auch langfristig höheren spezifischen Verbräuchen - in etwa konstant, weil eine ungekoppelte Erzeugung über konventionelle elektrische Heisswasserbereiter unrentabel wäre und weil die gekoppelte Erzeugung immer noch die vergleichsweise "preiswerteste" ist.
4. Innerhalb der ungekoppelten Erzeugung gewinnt die solarthermische Warmwasserbereitung deutlich an Gewicht. Zwischen 2020 und 2025 übersteigt ihre Bedeutung die der Elektrizität als Energieträger im Warmwasserbereich. Gegenüber der gekoppelten Erzeugung ist jedoch auch in 2030 mit einem Wirtschaftlichkeitsnachteil zu rechnen, da die vollständige Warmwasserbereitstellung über das ganze Jahr wohl nur mit erheblichem (und sich nicht rechnenden) Zusatzaufwand möglich sein dürfte und eine Teildeckung über solarthermische Anlagen stets ein zweites Warmwassersystem erfordert. Rechnerisch werden in 2030 rund 23 % aller Haushalte bzw. der Bevölkerung vollständig über Solaranlagen versorgt. Bei einer 40-50%igen Bedarfsdeckung über den Solarteil der Warmwasseranlage würde hieraus eine solarthermische Warmwasserbereitstellung in rund der Hälfte aller Haushalte resultieren.
5. Wegen des im Gefolge der Energiepreisteuerung generell sparsameren Umgangs mit Energie wurde der auf die Warmwasserkostenabrechnung "entfallende Sparanteil" etwas geringer eingeschätzt als in Szenario IIa.

(8) Für den **Energieverbrauch für das Kochen** wurden für **Elektroherde** technisch bedingt etwas grössere Spareffekte als in Szenario IIa eingerechnet (stärkeres Vordringen energieeffizienterer Geräte, stärkere Verbreitung von Keramikfeldern und Induktionsöfen bzw. -herden, besseres Kochgeschirr, effizientere Dämmung der Backöfen). Gegenüber Szenario IIa reduziert sich damit der mittlere Geräteverbrauch von 0.4 % auf über 0.5 % p.a., eine Verbesserung um mehr als 30 %. Für **Geschirrspüler** wurde eine Verbesserung der Effizienz gegenüber Szenario IIa um 10 % (weitere Verringerung des Wasserbedarfs, Senkung der Spültemperatur, bessere Spülmittel) einkalkuliert.

(9) Für die **Energieverbrauch der elektrischen Haushalts- und sonstigen Elektrogeräte** wurden folgende Annahmen getroffen:

1. Bei **Kühl- und Tiefkühlgeräten** werden die (dynamisch verschärften) Zielwerte von Szenario IIa unterschritten, d.h. der technische Fortschritt und die bewusstere Geräteauswahl der Haushalte im Gefolge deutlich höherer Strompreise bewirken gegenüber Szenario IIa einen weiteren Rückgang des Energieverbrauchs der Neugeräte und damit einen unter den Werten von Szenario IIa liegenden mittleren Verbrauch des Bestandes. Auch hier setzt sich allerdings die Verbesserung erst langfristig mit dem vollständigen Geräteumschlag durch. Für Kühlgeräte wurde die zusätzlich erzielbare Einsparung mit 15 %, für Gefriergeräte mit 30 % (gegenüber Szenario IIa in 2030) veranschlagt. Damit liegen die spezifischen Verbräuche der Neugeräte in 2030 um rund $\frac{1}{4}$ bzw. rund $\frac{1}{3}$ unter den heute marktbesten Geräten.
2. Für **Waschmaschinen** wurde aus denselben Gründen die zusätzlichen Einsparungen auf 15 % kalkuliert. Dies setzt eine veränderte Zusammensetzung der Waschvorgänge in Richtung auf noch höhere Anteile der Niedertemperaturwaschvorgänge und verbesserte Waschmittel voraus. Kochwaschgänge dürften dann nicht mehr oder nur noch äusserst selten vorkommen. Für **Tumbler** wurde eine deutlichere Verbesserung der spezifischen Energieverbräuche unterstellt (-35 %). Dies ist mit einem erheblich ausgeteilterten Einsatz grossvolumigerer Kaltlufttrockner zulasten normalgrosser Warmlufttrockner möglich.
3. Bei **TV-Geräten** wurde trotz ständiger Vergrösserung der Bildröhren und trotz absehbarer Energiemehrverbräuche aufgrund zunehmender Verbreitung von MultiMedia, von Dolby Surround Sound, von THX, AC 3-Systemen etc. mit erheblich grösseren Leistungsaufnahmen davon ausgegangen, dass die mittleren Energieverbräuche gegenüber Szenario IIa langfristig etwas stärker sinken werden, nicht zuletzt auch deshalb, weil dann auf die Nutzung der stromintensiven stand-by-Schaltungen verzichtet wird. Eine Überkompensation des Mehrverbrauchs aufgrund leistungsstärkerer Elektronik liegt u.E. vor allem im Energieverbrauch des Bildschirms selbst, wenn nach 2000 vermehrt (energieextensive) Flachbildschirme konventionelle (energieintensive) Bildröhren ersetzt werden.
4. Für **Beleuchtung** wurde hinsichtlich der technischen Komponente eine forcierte Verbreitung des Einsatzes von Sparlampen bzw. energiesparenden Beleuchtungssystemen eingerechnet. Gleichzeitig wurde der auch in Szenario IIa noch zugrundegelegte Anstieg der Beleuchtungsintensität gebremst bzw. sogar zurückgenommen. Beide Effekte zusammen addieren sich in 2030 zu einer Ersparnis von fast 30 %.
5. Bei den **übrigen Haushaltsgeräten** (Dunstabzugshaube, Fön, Grill, Hobbygeräte etc.) wurde in Abhängigkeit vom Elektrizitätspreis mit pauschalen Minderverbräuchen (effektive technische Verbesserungen, bessere Geräteauswahl, bewusstere Nutzung u.ä.) von 2 % (2010), 5 % (2020) und 10 % (2030) gerechnet.

3. Die wichtigsten Ergebnisse

(10) Absolut beträgt der Endverbrauch der Haushalte in 2030 mit 183 PJ rund 70 % des Verbrauchs von 1990 (30 % "Einsparung"). Der Minderverbrauch bei Heizöl leicht beträgt dabei 67 %; bei Erdgas dagegen ist gegenüber 1990 noch ein Zuwachs um 67 % zu verzeichnen. Bei Elektrizität summiert sich der Rückgang in 2030 auf 18 %; bezogen auf den höchsten Verbrauch um das Jahr 2005 beträgt die Einsparung sogar fast 30 %.

Die oben einzelnen aufgeführten Massnahmen und Ansatzpunkte reduzieren den Energieverbrauch gegenüber Szenario IIa in 2030 um knapp 23 % auf insgesamt etwa 183 PJ (Szenario IIa in 2030: knapp 237 PJ). Der Verbrauch an fossilen Energieträgern sinkt stärker: um 35 % insgesamt, davon 47 % (Öl) und 10 % (Gas) gegenüber Szenario IIa. Der Verbrauch an Elektrizität liegt in 2030 um rund 27 % unter dem Verbrauch von Szenario IIa.

Die **CO₂-Emissionen sinken** dabei von 13,2 Mio t in 1990 über 11,6 Mio t in 2000, 10,1 Mio t (2010) und 8,2 Mio t (2020) auf **6,2 Mio t in 2030. Der avisierte Rückgang um 75 bzw. 80 % wird deutlich verfehlt. Er beträgt für den Zeitraum 1990/2030 "nur" 53 %.**

(11) Die nachstehende Tabelle gibt den Verbrauch im Detail wieder.

Der Energieverbrauch der Privaten Haushalte insgesamt und nach Verwendungszwecken, in PJ

	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Öl	160,7	145,6	133,2	121,1	107,4	92,1	78,6	65,2	52,8
Gas	25,1	31,0	34,5	38,3	41,7	43,9	44,1	43,2	41,9
Elektrizität	53,1	58,6	61,5	62,0	59,0	54,9	50,0	46,2	43,5
Holz	19,4	19,2	19,6	20,6	22,2	23,8	24,9	25,7	26,4
Fernwärme	4,4	5,5	6,2	7,5	9,1	10,7	11,8	12,4	12,9
übrige	0,6	0,6	0,6	0,9	1,6	2,3	3,5	4,7	5,9
Summe	263,4	260,5	255,6	250,4	241,0	227,7	212,9	197,4	183,3
Summe fossile Energien	186,3	176,9	168,0	159,6	149,3	136,1	122,8	108,5	94,8
CO ₂ (Mio t)	13,2	12,4	11,6	11,0	10,1	9,2	8,2	7,1	6,2
darunter:									
Raumwärme*	191,9	187,3	181,6	177,5	171,7	162,7	151,5	139,1	126,5
fossile Energien	158,9	152,1	144,5	138,3	130,5	119,7	108,2	95,8	83,0
Elektrizität	10,8	12,0	12,8	12,6	11,5	10,0	8,0	6,5	5,4
übrige	22,2	23,2	24,3	26,5	29,7	33,0	35,3	36,8	38,1
Warmwasser	34,6	33,2	32,5	30,4	27,6	24,8	22,4	20,4	19,4
fossile Energien	26,5	24,2	23,0	20,8	18,3	16,0	14,1	12,3	11,4
Elektrizität	6,9	7,5	7,9	7,7	6,6	5,4	3,8	2,5	1,4
übrige	1,3	1,5	1,6	1,9	2,7	3,4	4,5	5,6	6,7
übrige Verwendungen	36,9	40,0	41,6	42,5	41,7	40,3	39,0	38,0	37,4
dar: Elektrizität	35,5	39,1	40,8	41,8	40,9	39,5	38,3	37,3	36,6

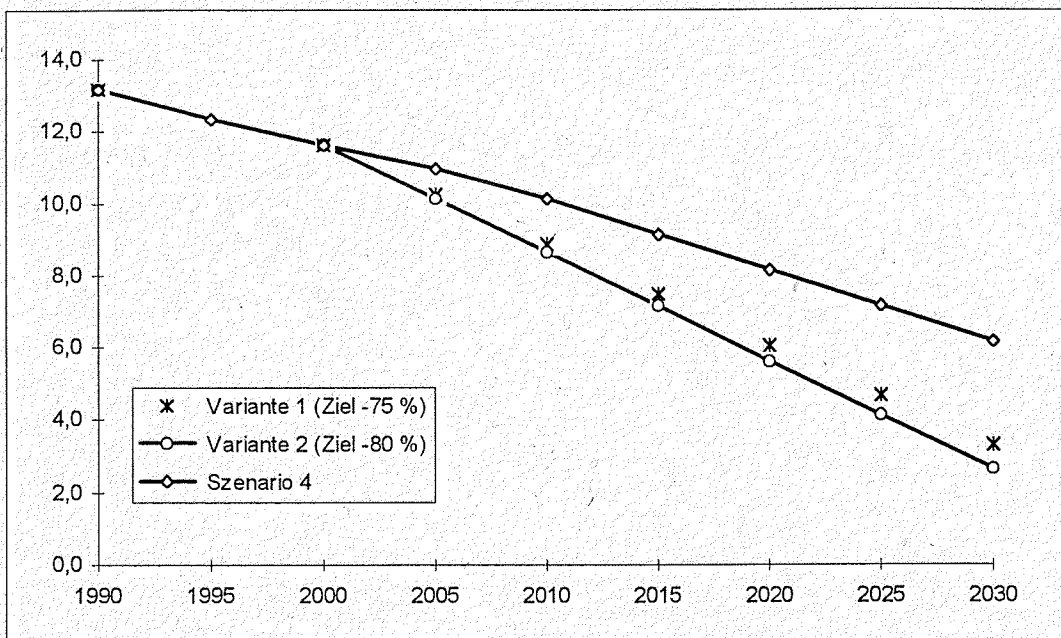
* nur festinstallierte Heizanlagen, ohne Öfen, ohne Elektrizitätsverbrauch für Pumpen, Brenner

** incl. Elektrizitätsverbrauch für Öfen, Pumpstrom, Brenner, Klimaanlage, Luftbefeuchter

1995 geschätzte Werte

(12) Die nachstehende Grafik verdeutlicht die Lücke in der Zielerreichung für die Varianten 1 und 2, wobei wir hier der Einfachheit halber einen Verlauf mit konstantem jährlichem Schrumpfungsvolumen auf der Basis CO₂-Emissionen von Szenario IIa im Jahr 2000 und den Zielwerte für 2030 in Variante 1 bzw. 2 unterstellt haben.

Entwicklung des CO₂-Emissionen in Szenario 4 und Zielvorgabe für die CO₂-Emissionen, in Mio t



4. Mögliche Ansatzpunkte für weitergehende CO₂-Reduktionen

(13) Trotz erheblicher nachfrageseitiger Spareffekte bleibt nach den getroffenen Annahmen eine Zielerreichungslücke von 2.9 bzw. 3.5 Mio t CO₂. Bezogen auf den verbleibenden Energieverbrauch an fossilen Brennstoffen von rund 95 PJ bedeutet dies eine weitere notwendige Reduktion der fossilen Verbräuche um nochmals rund 47 % (Variante 1) bzw. 56 % (Variante 2). Soll das Ziel erreicht werden, muss der fossile Energieverbrauch unter 50 bzw. sogar unter 40 PJ liegen.

Der verbleibende CO₂-Ausstoss von 6.2 Mio t wird im wesentlichen verursacht durch

- einen Bestand von 1.36 Mio öl- und 1.24 Mio gasbeheizten Wohnungen (Verbrauch: ca. 83 PJ Öl und Gas). Bezogen auf den Wohnungsbestand liegt der Anteil der öl- und gasbeheizten Wohnungen damit "immer noch" bei über 63 %.
- rund 0.9 Mio über Öl und rund 0.9 Mio über Gas warmwasserversorgte Haushalte (Verbrauch: ca. PJ Öl und Gas). Bezogen auf die Haushalte insgesamt sind dies in 2030 "immer noch" knapp 53 %.

Demgegenüber fallen die 0.4 PJ Kochenergie Gas und die deutlich unter 0.1 PJ Kohle für Heizzwecke kaum ins Gewicht.

(14) Die Zielerreichungslücke von 2.9 (Variante 1) bzw. 3.5 (Variante 2) Mio t CO₂ kann bzw. muss mit einem Bündel von Massnahmen geschlossen werden, da eine einzelne Massnahme u.E. keine Aussicht auf "ausreichenden" Erfolg bringt. Die Massnahmen müssen auf dem Hintergrund der grundsätzlich möglichen Reaktionen und Verhaltensweisen der Haushalte auf Energiepreisteuerungen gesehen werden:

- Haushalte können - im allgemeinen leichter als Unternehmen in Industrie, Handel, Gewerbe oder Dienstleistungen, deren Energieverbrauch in stärkerem Masse produktionsabhängig ist - mit einem "Energieverzicht" reagieren: Senkung der mittleren Raumtemperatur ("Pullover statt Heizung"), Senkung der Warmwassermenge und/oder der mittleren Nutztemperaturniveaus, stärkeres Teilbeheizen der Wohnungen (konsequentes zimmerweises statt wohnungsweises Heizen), Verzicht auf Heizen in der Übergangszeit, Verzicht auf überdimensionierte Elektrogeräte (Kühlschrank, Gefriergerät, Waschmaschine etc.), Reduktion der Beleuchtungsintensität, selektives Beleuchten o.a.m. Diese Massnahmen werden mit steigendem Energiepreinsniveau zumindest teilweise auch realisiert. Allerdings sind die dadurch möglichen Einsparungen durch das Ausmass der damit verbunden individuellen "Suffizienz"

(Wohlstandsminderung/-beeinträchtigung), welches mit der zunehmenden Realisierung dieser Sparpotentiale einhergeht, dann begrenzt, wenn das Einsparziel möglichst "suffizienzfreie" reicht werden soll.

- Haushalte bzw. Unternehmen können ihre neu zu bauenden oder zu sanierenden Wohnungen bzw. Wohngebäude noch energieeffizienter als unterstellt bauen oder noch effizientere Elektrogeräte, Heizanlagen oder Warmwasserbereiter kaufen und nutzen (sofern solche angeboten werden). Dies setzt jedoch voraus, dass entweder die technischen Möglichkeiten zur Reduktion der Heizenergiebedarfe bzw. der Verbräuche von Geräten und Anlagen schneller als unterstellt voranschreiten und/oder höhere Preisaufschläge (oder schärfere Grenzwerte) durchgesetzt werden, die dann ihrerseits den technischen Fortschritt und dessen Implementation beschleunigen. Man muss jedoch bei den hier unterstellten Preissteigerungen und technischen Verbesserungen bereits davon ausgehen, dass verhaltensbedingte und/oder organisatorische Verbesserungen mit vergleichsweise geringen Transaktionskosten (z.B. Planung und Architektur etwa im Wohnungsbereich [z.B. möglichst geringe Aussenflächen in Relation zur Energiebezugsfläche, möglichst optimale Grundrisse, möglichst geringe unnötige Flächen etc.]; energiekostenorientiertes Verhalten von Geräte-/Anlagenherstellern und -nutzern) weitgehend ausgeschöpft sind, so dass von dieser Seite keine wesentlichen zusätzlichen Sparpotentiale zu erwarten sind. Deshalb sind u.E. weitere wesentliche Reduktionen beispielsweise der Heizenergiebedarfe im Rahmen einer suffizienzfreien Strategie nur durch bautechnische Massnahmen zu erzielen, deren Aufwand aber in immer ungünstigerem Verhältnis zum erzielten Einsparertrag steht.
- Energieverbrauchende Bauten, Geräte und Anlagen können bei rasch voranschreitenden technischen Verbesserungen vorzeitig ersetzt werden (Neubauten, Neuanlagen und Neugeräte weisen i.allg. deutlich niedrigere spezifische Energieverbräuche auf als der Bestandsdurchschnitt). Ein vorzeitiger Austausch wird jedoch nur dann auftreten, wenn damit signifikante Kostenvorteile (Annuität der Investitionskosten plus Betriebskosten) verbunden sind, d.h. die wirtschaftliche Lebensdauer kleiner ist als die technische. Im Verhältnis zu den tatsächlichen Gesamtkosten von Heizung, Warmwasser oder Elektrogeräten sind die Energiekostenanteile an den Kapital- und Betriebskosten sowohl von Heizung und Warmwasser wie auch von Elektrogeräten an den Gesamtkosten (fälschlicherweise) für die Haushalte meist von untergeordneter Bedeutung (weil sie diese nicht kennen und sich auch nicht die Mühe machen, diese zu erfragen oder überschlägig selbst zu ermitteln. Deshalb ist - ohne Werbung und Marketing bzw. Beratung - ein massiver vorzeitiger Austausch eher unwahrscheinlich.¹

1 Dies schliesst nicht aus, dass in gewissem Umfang (wie eingangs in den Annahmen geschildert) auf Sanierungen zugunsten von Neubauten verzichtet wird. Dies scheint uns bei der grossen Differenz von Neubau und (unsanierten) Altbestand-Heizenergiebedarfen zu einem Teil sogar zwingend. Je niedriger der Neubauheizenergiebedarf und je stärker die Sanierungseffizienz im Mittel des Bestandes steigt, desto wahrscheinlicher ist es, dass nicht alle Altbestände „sanierungswürdig“ sind: der Aufwand könnte grösser sein als im Falle des Ersatzneubaus

- Wesentlich gezielter im Hinblick auf die Zielsetzung einer CO₂-Reduktion kann der Haushalt reagieren, wenn er durch gezielte preispolitische Massnahmen, durch Förderung und/oder Subventionierung, unterstützt durch Beratung, Information, Werbung und Marketing, dazu "verleitet" wird, CO₂-intensive Energieträger zu substituieren. Allerdings sind auch einer solchen Strategie Grenzen gesetzt: als Alternativen kommen nur CO₂-freie Energieträger wie Elektrizität aus Wasserkraft, regenerativen Energien [Wind, Solar, Biomasse] oder Kernenergie oder aber regenerative Energieträger für Heizung und Warmwasser in Frage. Sowohl bei Elektrizität wie auch bei regenerativen Energien ist das Angebots (zumindest im Inland) begrenzt.

(15) Berücksichtigt man diese möglichen Ansatzpunkte, so könnte ein Massnahmenbündel folgende Einzelaspekte umfassen:

1. Noch **stärkere Reduktion der Heizenergiebedarfe** durch noch energiesparendere Neubauten und/oder noch effizientere Sanierungen über öffentliche Förderungen oder staatliche Vorschriften (massiv gesenkte und kontrollierte Grenzwerte). Sowohl der Weg über die direkte Subventionierung wie auch der Weg über vorzugebende Grenzwerte kann dabei energieträgerspezifisch ausgestaltet werden, sodass die Eigentümer/Nutzer von öl- und/oder gasbeheizten Wohnungen stärker als andere zum Sparen gezwungen würden. Allerdings ist dies - einzelwirtschaftlich betrachtet - mit suboptimalen Lösungen verbunden, weil das betriebswirtschaftliche Optimierungskalkül umgangen würde. Als "Nebeneffekt" würde vermutlich die Wohn- bzw. Energiebezugsfläche langsamer steigen, weil ein Teil der Kosten (für Neubau und Sanierung) über geringere Durchschnittsgrössen der Wohnungen im Neubau bzw. über weniger Umbaugewinne (Flächenzuwachs bei Sanierungen) eingespart werden kann.
2. Noch **stärkere Reduktion der Warmwasserbedarfe** pro Kopf und Tag. Obwohl auch in diesem Bereich technische Neuerungen den spezifischen Bedarf deutlich reduzieren können (z.B. bedarfs- bzw. sensorgesteuerte Armaturen), kompensieren zumindest bisher offensichtlich ständig steigende Komfort- und Hygieneansprüche diese Sparpotentiale. Eine "suffizienzfreie Untergrenze" für den mittleren Warmwasserverbrauch lässt sich u.E. nicht zuletzt aufgrund kaum vorhersehbarer zukünftiger Hygiene- und Komfortansprüche nicht festlegen. Deshalb wäre u.E. die Strategie einer (geförderten) verstärkten Nutzung der solarthermischen Warmwassergewinnung (evtl. auch kleiner Brauchwasserwärmepumpen) erfolgversprechender als weitere, auf sinkende spezifische Verbräuche abzielende Massnahmen (wie z.B. eine den gesamten Warmwasserverbrauch umfassende haushaltsbezogene Abrechnung).
3. **Senkung der zu beheizenden Wohnfläche.** Die Reduktion der beheizten Wohnfläche kann bei konstanter Energiebezugs- bzw. Wohnfläche erreicht werden: durch Teilbeheizung, d.h. ein Teil der vorhandenen Fläche wird überhaupt nicht mehr oder deutlich we-

niger als heute beheizt. Je grösser der Anteil unbeheizter und/oder gering beheizter Flächen, desto grösser aber das Ausmass an "Suffizienz" bzw. Komfort-/Wohlstandseinbusse/-beeinträchtigung. Ein Teil dieser Potentiale wird jedoch bereits durch die VHKA realisiert. Die Reduktion der Energiebezugs- bzw. Wohnflächen kann auch physisch über noch geringere durchschnittliche Neubaugrössen (z.B. als kompensierende Kostensparmassnahme aufgrund ständig steigender Kosten für energieeffizientere Gebäude), durch weniger flächenintensive Umbauten (geringere, keine oder sogar negative Umbaugewinne) und/oder durch höhere Gebäudeabriss erfolgen, wobei letzteres das Risiko einer vorzeitigen Kapitalvernichtung beinhaltet (wenn der vorzeitige Abriss nicht auch ökonomisch rentabel ist). Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, dass der Effekt geringerer Energiebezugsflächen im Zeitablauf abnehmende Einsparungen (aufgrund sinkender Heizenergiebedarfe und Energiekennzahlen) zur Folge hat. Um die CO₂-Emissionen zu senken, müssten sich die Flächenreduktionen auf öl- und gasbeheizte Wohnungen konzentrieren.

4. **Substitution von öl- und gasbeheizten Wohnungen durch regenerative Energieträger und Solarenergie.** Unter Kostenaspekten können beide Ansätze aus heutiger Sicht auch zukünftig nur einen kleineren Lösungsbeitrag liefern, da der Ersatz des grösseren Teils vor allem der Ölheizungen durch regenerative Energieträger oder auch durch solare (Hilfs-)Heizungssysteme auch unter günstigen Annahmen nicht kostendeckend erfolgen kann.

5. **Substitution fossil-beheizter Wohnungen durch eine aktive Strategie des Wärmepumpeneinsatzes.** Werden - rein rechnerisch und ohne Berücksichtigung der zusätzlichen Sparpotentiale durch die Punkte 1. bis 4. - von den in 2030 noch vorhandenen 1.36 Mio ölbeheizten Wohnungen 1 Mio durch Wärmepumpen ersetzt, so reduziert dies den Energieverbrauch (für Heizen und Warmwasser) um rund 39 PJ und die CO₂-Emissionen um rund 2.8 Mio t. "Erkauft" würde dies mit einem um knapp 10 PJ höheren Elektrizitätsverbrauch in 2030. Dies würde ausreichen, die Zielvorgabe in Variante 1 knapp zu erfüllen. Würden darüber hinaus von den verbleibenden 1.24 Mio gasbeheizten Wohnungen die Hälfte gleichfalls durch elektrische Wärmepumpensysteme ersetzt, so brächte dies zusätzliche 21 PJ Einsparung und eine weitere Reduktion des CO₂-Ausstosses um 1.1 Mio t. Hierfür wäre ein Elektrizitätsäquivalent von rund 6 PJ (wiederum für Heizung und Warmwasser) nötig. Der Ausstoss an CO₂ betrüge dann noch 2.3 Mio t, würde mithin das gesetzte Ziel von 2.6 Mio t in Variante 2 unterschreiten. Ohne ganz massive Subventionierung scheint dies u.E. jedoch wenig realistisch (gegenüber den Substitutionsvolumina in Szenario IIa würde dies fast einer mehr als einer Versechsfachung der Substitutionstätigkeit zwischen 2001 und 2030 entsprechen). Je stärker dabei die unter Punkt 1. bis 4. genannten Ansatzpunkte greifen, desto weniger der verbleibenden öl- bzw. gasbeheizten Wohnungen müssten im Rahmen einer solchen Strategie substituiert werden.

5. Aussagefähigkeit des Szenarios, offene Fragen und wirtschaftliche Auswirkungen

(16) Das vorliegende Szenario geht auftragsgemäss mit Ausnahme der Energiepreise im wesentlichen von den gleichen Rahmenbedingungen aus wie die Szenarien I bis III [Wirtschaftswachstum, Bevölkerung und Haushaltszahlen, Wohnungen und Wohnflächen, Ausstattungsgrade bzw. Versorgungsniveaus mit Elektrogeräten etc.].

Trotz erheblich höherer Energiepreise und trotz erheblicher Anstrengungen zur Energieeinsparung über energiesparenderes Verhalten und die Substitutionen von Energieverbrauch durch Kapital bzw. Investitionen wird das Reduktionsziel einer 75- bzw. 80%igen CO₂-Einsparung nicht erreicht. Dies erfordert offensichtlich preispolitische Signale, die grösser sind als die hier unterstellten, darüber hinaus erhebliche investive Anstrengungen sowie ergänzende Massnahmen wie direkte und indirekte Förder-/Subventionsmassnahmen, Beratung, Werbung, Marketing u.ä. Vorschriften, Grenz- und Zielwerte o.ä. Ein (wodurch auch immer) forcierter Energie-sparender (und nichtspezifisch Öl/Gas-sparender) technischer Fortschritt allein reicht u.E. nicht annähernd aus, die Einsparziele zu erreichen. Ohne erhebliche finanzielle und personelle Aufwendungen für deren Überwachung ist die Einhaltung der Ziele, Grenzwerte, Vorschriften o.ä. nicht gewährleistet. Ohne massive Teuerungen fehlen die notwendigen finanziellen Anreize, technische Verbesserungen (die über das heute privatwirtschaftlich rentable Niveau hinausgehen) zu forcieren. Allein die privatwirtschaftliche Rentabilität - und diese ist nur über höhere Marktpreise gegeben - gewährleistet einigermaßen hinreichend, dass sehr scharfe Grenzwerte auch ohne personal- und kostenintensive Überwachung im grossen und ganzen auch eingehalten werden und dass der technische Fortschritt eine forcierte Energieeinsparung ermöglicht.

(17) Bereits das hier erreichte Einsparvolumen von über 50 % ist jedoch mit erheblicher Eingriffstiefe verbunden, deren Wirkungen auf das Verhalten von Bevölkerung, Haushalten und Wirtschaft und damit deren Auswirkungen auf den Energieverbrauch nicht auf empirischer ex-post-Erfahrung beruhen können², sondern "nur" mit mehr oder weniger zutreffenden Annahmen modellhaft abgebildet werden. Diese Annahmen sind jedoch zwangsläufig umso unsicherer, je stärker politische Massnahmen den Status-quo verändern. Während sich die Szenarien I und II unter diesem Aspekt noch auf relativ "sicherem Boden" bewegen, ist dies schon bei Szenario III und vor allem bei Szenario IV weniger der Fall: Aufschläge auf die Energiepreise von bis zu rund 100% (Szenario III mit Ausnahme von Elektrizität und CO₂-freien Energieträgern) bzw. bis zu 200-230% (Szenario IV mit Ausnahme der CO₂-freien

2 Vergangene Preiserhöhungserfahrungen sind auf dem Hintergrund veränderter globaler Rahmenbedingungen kaum übertragbar, abgesehen davon, dass jede Erfahrung mit ganz oder teilweiser Rückerstattung fehlt.

Energieträger) auf die (gegenüber heute ehemals höheren) zukünftigen Preisniveau sind bezüglich ihrer gesellschaftspolitischen und ökonomischen Wirkungen nur mit Einschränkungen "wissenschaftlich fundiert" zu begründen bzw. treffsicher abzuschätzen. Bezogen auf die in Szenario IV zugrundegelegten Preisaufschläge und die allen Szenarien zugrundeliegenden Energiepreisteuerungen ohne Aufschläge ergeben sich für den Zeitraum 2001/2030 reale Teuerungen der wichtigsten Energieträger Öl, Gas und Elektrizität von jährlich 5.6% [Öl], 5.1% [Gas] und 4.3 % [Elektrizität], wodurch sich das Energiepreisniveau zwischen 2001 und 2030 je nach Energieträger verdreifach- bis verfünffacht. Zwar lassen sich exogene und stark fluktuierende Weltmarktpreisschwankungen durch zielorientierte, aber jährlich variierende absolute Aufschläge im Gegensatz zur bisherigen Entwicklung bei Öl und Gas zumindest teilweise ausgleichen, die Teuerungen damit stetiger und auch kalkulierbarer als bisher gestalten, doch mindert dies nicht die Prognose-Problematik derart hoher kontinuierlicher relativer Teuerungen. Die Ergebnisse sind also in starkem Masse von der Validität der getroffenen Annahmen einerseits und deren energetischen Auswirkungen andererseits abhängig.

(17) Bezüglich der Validität der Annahmen sind folgende Anmerkungen angebracht.

Kostenkurven: Wie eingangs erwähnt, sind die Kostenkurven nicht identisch mit jenen, die den Szenarien I bis III zugrundeliegen. Dies erschwert den Vergleich mit den bisherigen Szenarien. Was wichtiger erscheint, ist die u.E. tendenziell eher optimistische Einschätzung der Zusatzkosten, die dazu führt, dass Einsparungen vergleichsweise kostengünstig "zu haben sind". Zwar sind technologische Sprünge (hier im Sinne der Wirtschaftlichkeit der Massnahmen) im Einzelfall auch denkbar und sogar wahrscheinlich (diese wirken kostensenkend oder ermöglichen erst gewisse Einsparungen), im konkreten Einzelfall aber sind die Kosten häufig höher, vor allem dann, wenn ein Gebäude bereits relativ energiesparend gebaut ist oder bereits einmal vollsaniert worden ist: dann steht nicht mehr die ganze Palette (kostengünstiger) Sanierungsoptionen zur Verfügung, sondern nur noch eine eingeschränkte Zahl (meist erheblich) kostenintensiverer Optionen. Im Neubaubereich ist dieser "Optimismus der Kostenkurven" wahrscheinlich weniger stark ausgeprägt, aber u.E. dennoch vorhanden.

Technischer Fortschritt: der technische Fortschritt hat eine kosten- bzw. preisunabhängige Komponente. Diese kommt u.E. auch zum Tragen dadurch, dass - weitgehend kostenneutral - beispielsweise die Nutzungsgrade von Heizanlagen oder die Leistungsziffern von Wärmepumpen unabhängig von den aktuellen oder prognostizierten Energiepreisen stark ansteigen werden, dass im Zeitablauf Elektrogeräte effizienter und Neubauten besser gedämmt werden oder die Sanierungseffizienz steigt. Zu berücksichtigen ist dabei, dass aber zumindest in Teilbereichen die Energiepreiserhöhungen in der Vergangenheit Forschung und Entwicklung initiiert und forciert haben, die heute höhere Energieeffizienzen ermöglichen, obwohl die Preise zwischenzeitlich wieder gefallen sind. Aufgrund des "Sperrklinkeneffektes" ist die Effizienz auch dann vorhanden, wenn das Energiepreisniveau niedriger bleiben sollte. Es wäre jedoch töricht anzunehmen, dass der technische Fortschritt - ohne langfristig

höheres Preisniveau für Energie - grössere Sparpotentiale erbringt als in der Vergangenheit mit doch massiven Preiserhöhungen.

Sanierungsraten: Die gegenüber Szenario IIa gegen Ende der Prognoseperiode um ca. 1/3 höheren Sanierungsraten als Folge höherer Energiepreise und eines zunehmenden Abstands zwischen unsanierten "Energieschleudern" und Neubauten bzw. sanierten Gebäuden ist dann unrealistisch, wenn man auch weiterhin davon ausgeht, Sanierung werde unabhängig vom Energiepreisniveau durchgeführt, und zwar in einem festen Sanierungszyklus. U.E. ist dies jedoch bei stark steigenden Energiepreisen nicht der Fall. Zum einen gewinnen bei deutlich höheren und ständig weiter steigenden Energiepreisen die Energiekosten an den Gesamtkosten wachsendes Gewicht, sodass diese stärker fühlbar und damit entscheidungsrelevanter werden, zum andern dürfte der Immobilienwert auch auf die energetische Qualität des Gebäudes/der Wohnung reagieren: je grösser die Abweichung zum Durchschnitt, desto negativer für den Immobilienwert. Eigner bzw. Vermieter werden also bestrebt sein, den Wert auch durch energetische Sanierung zu (er)halten. Dies rechtfertigt u.E. steigende Sanierungsquoten.

Sanierungseffizienz: Die erheblich höhere Sanierungseffizienz ist direkte Folge der Kostenkurven für Sanierungen. Wie oben bereits erwähnt, sind diese vergleichsweise optimistisch: eine Überschätzung der Einsparung ist wahrscheinlicher als eine Unterschätzung. Die Kostenkurven berücksichtigen nicht, dass es sicher eine grössere Zahl von Gebäuden/Wohnungen vor allem der Baujahre bis etwa 1920 gibt, die mit den durch die Kostenkurven vorgegebenen Investitionsvolumina nicht (oder nur bei Technologiesprüngen z.B. für Aussenisolationen von stark zerklüfteten Stuckfassaden) auf die niedrigen Heizenergiebedarfe zu verbessern sind. Stehen nicht genügend Gebäude/Wohnungen zur Verfügung, die entsprechend billiger zu sanieren sind, so werden die Einsparungen im Vergleich zu den dafür veranschlagten Kosten überschätzt. Dies umso stärker, je höher die Sanierungsraten und umso grösser die mittlere Sanierungseffizienz sind.

Substitutionen: wie gezeigt, sind Substitutionen wichtig für die zukünftigen CO₂-Emissionen. Die unterstellten Substitutionen von Ölheizungen sind e.E. nur durch direkte Förderung in dem unterstellten Ausmass zu realisieren. Während bei festinstallierten Ohmschen Widerstandsheizungen die Preisannahmen allein dafür sorgen, dass diese Beheizungsart unwirtschaftlich wird, ist bei Öl und Gas diese Unwirtschaftlichkeit allenfalls langfristig im direkten Vergleich mit Fernwärme oder Holzheizung gegeben. Berücksichtigt man allein die Kosten als Entscheidungskriterium für oder gegen einen Heizenergieträger, so müssten auch Gasheizungen stärker als unterstellt substituiert werden (unter Kostenaspekten durch Holz, Fernwärme, Öl und zunehmend auch Wärmepumpen). Da wir jedoch anlog zu den Szenarien I bis III davon ausgehen, dass nicht nur die Kapital-, Betriebs- und Energiekosten, sondern darüber hinaus andere Faktoren (wie allgemeine Akzeptanz Verfügbarkeit eines Energieträgers, Emissionen der Heizanlage, ggf. zusätzlicher Liquiditätsentzug etc) eine Rolle bei der Wahl des Heizsystems spielen, halten wir eine Substitution "weg vom Gas" auch zukünftig nicht für wahrscheinlich: trotz höherer Kosten der Erdgasheizung (im Vergleich mit einer Ölheizung) gewinnt Erdgas auch derzeit laufend Marktanteile hinzu. Das mit unseren Substitutionsannahmen verbundene Substitutionsvolumen steigt im Zeitablauf

beträchtlich an. Dies setzt voraus, dass Anlagenbauer, Bau- und Installateurgewerbe entsprechende Kapazitäten bereitstellen, was jedoch in Anbetracht der dynamisch wachsenden Substitutionen der Fall sein dürfte. Darüber hinaus schlagen diese Substitutionen nicht in vollem Umfang additiv durch: sie finden üblicherweise im Rahmen von Ersatzinvestitionen statt, d.h. z.B. wird eine zu ersetzende Ölheizung durch eine Gas-, Holz-, Fernwärme oder Wärmepumpenheizung substituiert.

Resümierend lässt sich festhalten, dass sich die **preispolitischen Massnahmen** zwar in mehr oder weniger plausible Annahmen transformieren lassen, deren Wirkungen auf den Energieverbrauch sich dann modellmässig und unter Berücksichtigung aller gegenseitigen Abhängigkeiten abbilden lassen. Allerdings muss diese Annahmensetzung (z.B. Heizenergiebedarfe im Neubau, Sanierungseffizienz, Sanierungsumfang etc.) auf dem Hintergrund sehr grosser Preisveränderungen und damit einer Eingriffstiefe erfolgen, über die bisher kaum realökonomische Erfahrungen vorhanden sind. Insofern sind die Ergebnisse von Szenario IV mit einer grösseren Unsicherheit behaftet sind als die Ergebnisse von Szenario I und II, aber auch von Szenario III.

(18) Im Hinblick auf die ökonomischen Auswirkungen ist folgendes festzuhalten:

Die mit der Teuerung verbundenen Auswirkungen scheinen trotz des erheblichen Umfangs "verkraftbar". Zum einen werden bei fast vollständiger Rückerstattung (Annahme: vergleichsweise kleine Verwaltungskosten) entweder in Form von direkter Rückzahlung pro Kopf und/oder in Form von Subventionen und Zuschüssen dem Einkommenskreislauf kaum Mittel entzogen. Zum andern werden, volkswirtschaftlich eher erwünscht, in erheblichem Ausmass laufende Zahlungen an das Ausland (Öl und Gas) durch Investitionen im Inland (Baugewerbe, Heizungsbauer, Installateure etc) substituiert (mit möglicherweise sogar positiven Gesamteffekten auf die Beschäftigung).

Mit der Energiepreisteuerung verbunden sind für die privaten Haushalte zunächst langsam, dann aber immer stärker steigende Ausgaben für Energie. Unabhängig davon, ob in welchem Ausmass und in welcher Form die Mehrausgaben der Haushalte und damit die Finanzeinnahmen aus den Energiepreisaufschlägen (nach Abzug des Verwaltungsaufwandes) wieder an die Haushalte rückerstattet werden, werden diese versuchen, zumindest einen Teil der zusätzlichen Ausgaben durch eine lohnende³ "Sparstrategie" auszugleichen, sei es, dass sie (ohne Ausgaben) ihr Verbrauchsverhalten ändern oder in Einsparmassnahmen investieren, indem sie steigende Energieausgaben durch höhere Kapitalkosten kompensieren.

3 Lohnend deshalb, weil durch das Entscheidungskalkül „Grenzkosten = Energiepreis“ sich für den Investor sich immer ein positiver Ertrag ergibt. Anders wäre es, wenn statt dessen die Entscheidung sich an dem Kriterium „Durchschnittskosten=Energiepreis“ orientiert.

Um eine Vorstellung über die Volumina möglicher Mehrinvestitionen in besser isolierte Gebäude, in bessere (oder andere) Heizanlagen oder effizientere Elektrogeräte zu gewinnen, haben wir diese Investitionen beispielhaft für den grössten Block "Neubau und Sanierung" unter Zugrundelegung plausibler Rechenwerte berechnet. Die Berechnungen zeigen folgenden Verlauf von Basiskosten (ohne energetische Verbesserung) und energiesparbedingten Mehrkosten:

Basiskosten und Energiesparmassnahmen-bedingte Zusatzkosten von Neubauten und Sanierung in Szenario IV (Mehrkosten gegen 1996/00):

		2001/ 05	2006/ 10	2011/ 15	2016/ 20	2021/ 25	2026/ 30
Neubau:							
Energiezusatzkosten ¹⁾	Mrd. CHF	0,2	0,4	0,7	1,0	1,5	1,8
Investitionskosten p.a. ²⁾	Mrd. CHF	12,7	11,9	11,1	11,1	11,4	10,6
Investitionskosten p.a. ³⁾	Mrd. CHF	13,3	13,1	12,9	13,5	14,6	14,3
Energie/Investitionskosten ⁴⁾	%	1,3	3,7	6,2	9,3	13,1	17,3
Energie/Investitionskosten ⁵⁾	%	1,2	3,3	5,4	7,6	10,3	12,8
Sanierung ⁶⁾:							
Energiezusatzkosten ¹⁾	Mrd. CHF	0,2	0,6	1,0	1,5	2,3	3,3
Investitionskosten p.a. ²⁾	Mrd. CHF	4,7	5,2	5,7	6,4	7,0	7,8
Investitionskosten p.a. ³⁾	Mrd. CHF	5,0	5,7	6,7	7,8	9,0	10,5
Energie/Investitionskosten ⁴⁾	%	4,8	10,7	16,6	24,2	33,1	42,5
Energie/Investitionskosten ⁵⁾	%	4,5	9,6	14,3	19,9	25,8	31,5

1) Zusatzkosten gegen 1996/2000

2) Konstanter Investitionswert/m² (2500.- CHF/m²)

3) jährlich gegenüber 1996/00 um 1% steigender Wertansatz/m²

4) Zusatzkosten/Investitionskosten bei konst. Wertansatz

5) Zusatzkosten/Investitionskosten bei steigendem Wertansatz

6) Vollsanierungsbasiskosten 40 % der Neuinvestitionskosten, Teilsanierung 20 % der Vollsanierungskosten.

Nach diesem Modellrechnungen betragen im Neubaubereich die Mehrkosten der Einsparung im Mittel der Prognoseperiode 2001/05 weniger als 0.2 Mrd CHF (ca. 1 % der Neubauinvestitionen), in der letzten Prognoseperiode 2026/30 rund 1.8 Mrd CHF (entsprechend bei 13-17 % der Neubauinvestitionen ohne energetische Zusatzkosten [unterer Wert bei jährlich um 1% real steigenden Baukosten/m², oberer Wert bei stabilen Baukosten/m²]). Deutlich grösser sind die Mehraufwendungen bei den Sanierungen. Hier liegen die Zusatzaufwendungen gegen Ende des Prognosezeitraums bei 30-45% der Sanierungskosten ohne energetische Massnahmen [unterer Wert bei jährlich um 1% real steigenden Sanierungskosten/m², oberer Wert bei stabilen Sanierungskosten/m²]). Die gesamten Mehrinvestitionen für Neubau und Sanierung liegen zwischen 2001/05 bei rund 0.4 Mrd CHF jährlich, zwischen 2026 und 2030 rund 5.2 Mrd CHF jährlich, insgesamt in 30 Jahren kumuliert rund 73 Mrd CHF.

Die laufenden Energiekosten der Haushalte steigen dabei von rund 5 Mrd CHF in 2000 über 7 Mrd (2010) und rund 11 Mrd (2020) auf knapp 15 Mrd CHF (2030), im Mittel ein Zuwachs von real 3.7 % p.a.. Gegenüber Szenario IIa bedeutet dies Mehraufwendungen für Energie in Höhe von 2 Mrd (2010), rund 5 Mrd (2020) und rund 8 1/2 Mrd CHF (2030). Zu berücksichtigen ist dabei, dass dies eine Brutto- und keine Netto-rechnung, d.h. ohne Gegenbuchung der Rückerstattungen und/oder Subventionen/Förderungen ist.

(19) Die Ausführungen und Ergebnisse haben gezeigt, dass es möglich scheint, in erheblichem Umfang Energie einzusparen. Grundvoraussetzung sind allerdings signifikante Preissteigerungen, ergänzt um zusätzliche Fördermassnahmen/Subventionen, um die Preissignale gezielt zu verstärken. Um nicht nur Energie, sondern CO₂ einzusparen, muss die Förderung/Subventionierung gezielt in Richtung höherer Substitutionen von Heizöl und Erdgas eingesetzt werden, um diese schnell und dauerhaft durch CO₂-freie Energieträger zu ersetzen. Eine Vervierfachung der Preise allein scheint nicht auszureichen, um die gewünschten Zielsetzung zu realisieren. Erfolgversprechend scheint einzig eine Strategie, die deutliche Preissignale setzt und diese verbindet mit den Elementen:

1. nachhaltige und rasche Verbesserung der Energieeffizienz von Gebäuden, Heiz- und Warmwasseranlagen und Elektrogeräten,
2. nachhaltige Verhaltensänderung in Richtung auf einen bewussteren und sparsameren Umgang mit Energie- bzw. Energiedienstleistungen und
3. eine erheblich intensivierte und geförderte Anwendung neuer CO₂-freier Technologien (Solartechnik, Bioenergie, Windenergie, Geothermie).

Wie bereits eingangs erwähnt, stellt dabei die Technik bzw. der technische Fortschritt nicht oder nur in geringem Masse einen Engpass dar. Alle grundlegenden Prozesse und Verfahren, um in erheblichem Masse Energie einzusparen, sind bekannt und grossenteils sogar schon anwendungsreif. Allerdings werden diese oft erst bei erheblich höheren Energiepreisen wirtschaftlich. Ebenso wichtig wie eine finanzielle Förderung/Subventionierung neuer oder vorhandener energiesparender Techniken scheinen deshalb Massnahmen, die Bevölkerung und Wohnungswirtschaft dazu zu bringen, mit Energie sparsam und umweltverträglicher als bisher umzugehen.