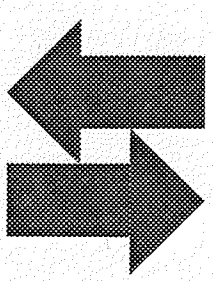
Bundesamt für Energiewirtschaft
Office fédéral de l'énergie
Ufficio federale dell'energia
Uffizi federal da l'energia



Forschungsprogramm
Energiewirtschaftliche Grundlagen

EF- Nr. 194 523

Perspektiven der Energienachfrage der privaten Haushalte

für die Szenarien I bis III 1990 - 2030

ausgearbeitet durch
Prognos AG, Basel

unter Mitarbeit von
Intep AG, Zürich

im Auftrag des
Bundesamtes für Energiewirtschaft

Oktober 1996

Impressum

Auftraggeber:

Bundesamt für Energiewirtschaft

Auftragnehmer:

PROGNOS AG, Missionsstrasse 61, 4012 Basel

unter Mitarbeit von

Intep AG, Zürich

Autor:

Peter Hofer

Diese Studie wurde im Rahmen des Forschungsprogramms "Energiewirtschaftliche Grundlagen" des Bundesamtes für Energiewirtschaft erarbeitet. Für den Inhalt der Studie sind allein die Studiennehmer verantwortlich.

1996

Vertrieb: Eidgenössische Drucksachen- und Materialzentrale, 3000 Bern

---

Form: 805.579 d 10.96 60

Das Wichtigste in Kürze

(1) Vor dem Hintergrund einheitlicher Rahmenbedingungen (Entwicklung von Wirtschaft, Bevölkerung, Privathaushalten, Wohnungen, Wohnflächen, Versorgungsgrade der Haushalte mit Elektrogeräten, etc.) wurden Szenarien des Energieverbrauchs erstellt, die sich hinsichtlich der energiepolitischen Rahmenbedingungen (Vorschriften, Regelwerke, Energiegesetzgebung, Energiepreise) unterscheiden.

Szenario I gibt den energiepolitischen "Status quo" wieder (**"beschlossene Politik"**): die energiepolitischen Massnahmen finden nur insoweit Berücksichtigung, wie sie bereits beschlossen sind: z.B. fixe Zielwerte für Elektrogeräte, Empfehlungen nach SIA 380/1 für den Gebäudebereich, die Luftreinhalte-Verordnung, Heiz- und Warmwasserkostenabrechnung, etc.

Szenario II a (**"beabsichtigte Politik"**) berücksichtigt darüber hinaus die beabsichtigten Massnahmen der Energiepolitik, wie sie im Energiegesetz vorgesehen sind (dyamisierte Verschärfung von Grenz- und Zielwerten, Erweiterung der Adressatenkreise einzelner Massnahmen, zusätzliche Fördermittel).

Szenario II b ermittelt die kombinierte Wirkung von **Energie- und CO_2-Gesetz**: zusätzlich zum Energiegesetz wird eine CO_2-Abgabe auf fossile Energieträger eingeführt ("beabsichtigte Politik mit CO_2-Abgabe").

In den Szenarien III a bis d werden die Wirkungen der "Energie- und Umweltinitiative" (E/U-Abgabe) einerseits und der "Solar-Initiative" (Solarrappen) behandelt. Die E/U-Abgabe und der Solarrappen werden dabei auf dem Hintergrund von Szenario II a (beschlossene Politik ohne CO_2-Abgabe wirksam.

Szenario III a behandelt die Auswirkungen der **E/U-Abgabe**, **Szenario III b** analysiert die Folgen des **Solarrappens**, **Szenario III c** versucht die kombinierte Wirkung von **E/U-Abgabe und Solarrappen** zu quantifizieren.

Szenario III d ist ein Spezialfall von Szenario III b: **Solarrappen mit halbiertem Abgabesatz** und gelockerter Zweckbindung.

(2) Szenario I (beschlossene Politik) und Szenario II a (beabsichtigte Politik, Energiegesetz) unterscheiden sich hinsichtlich des Energiepreisniveaus nicht. Szenario II b (beabsichtigte Politik mit Energiegesetz und CO_2-Gesetz) sowie Szenario III a (Energiegesetz und E/U-Abgabe) weisen demgegenüber deutlich höhere Energiepreisniveaus durch die CO_2- respektive E/U-Abgabe auf. Die Energiepreiserhöhungen durch den Solarrappen sind -

gemessen an den Preisaufschlägen von E/U-Abgabe bzw. CO_2-Abgabe - vergleichsweise gering.

Relative Preisaufschläge durch die Abgaben in den Szenarien, in % der Energiepreise ohne Abgabe:

	2000	2010	2020	2030
CO_2-Abgabe				
. Heizöl leicht	10	45	38	30
. Erdgas	5	22	20	17
E/U-Abgabe				
. Heizöl leicht	–	30	69	104
. Erdgas	–	31	74	119
. Elektrizität	–	13	30	49
Solarrappen (voller Abgabesatz)				
. Heizöl leicht	–	14	12	11[1)]
. Erdgas	–	9	9	8[1)]
. Elektrizität	–	2	2	2[1)]

1) 2025; Abgabe wird nur 25 Jahre lang erhoben (Einführungsjahr: 2003, Endjahr. 2027).

Die finanzielle Belastung durch die CO_2-Abgabe und die E/U-Abgabe für die Verbraucher wird dadurch deutlich reduziert, dass die Einnahmen aus beiden Abgaben (netto, d.h. nach Abzug der Verwaltungskosten) an die Verbraucher rückerstattet werden: bei Haushalten pro Kopf, unabhängig vom Energieverbrauch. Damit werden energiesparende Haushalte entlastet, Haushalte mit hohem Energieverbrauch belastet.

Die Einnahmen aus dem Solarrappen werden nicht rückerstattet, sondern müssen mindestens zur Hälfte zur direkten Förderung der Nutzung der Sonnenenergie verausgabt werden, der Rest zur direkten Förderung der nachhaltigen und effizienten Energienutzung. Die Einkommen aus dem Solarrappen werden damit zur Subventionierung von Investitionen in die Solarnutzung und die Steigerung der Energieeffizienz verwendet.

(3) Die Energieverbräuche in den Szenarien sind nachstehender Übersicht zu entnehmen:

Energieverbräuche in den Szenarien I bis III, in PJ

Alle Energieträger	1990	2000	2010	2020	2030
Szenario I	263.4	259.0	258.0	253.7	245.2
Szenario IIa		255.7	252.9	245.9	236.5
Szenario IIb		255.0	246.3	237.8	228.3
Szenario IIIa		255.7	248.5	234.0	219.3
Szenario IIIb		255.7	247.4	233.0	220.1
Szenario IIIc		255.7	245.9	225.5	208.0
Szenario IIId		255.7	249.9	237.3	225.0
Fossile Energien					
Szenario I	186.4	171.2	165.74	160.5	152.2
Szenario IIa		168.0	161.6	155.2	146.2
Szenario IIb		167.4	155.0	146.7	137.5
Szenario IIIa		168.0	157.6	143.9	129.0
Szenario IIIb		168.0	152.0	131.3	115.3
Szenario IIIc		168.0	150.9	125.0	105.1
Szenario IIId		168.0	156.1	140.3	126.6
Absenkpfad Szenarien III			159.2	143.9	130.2
Elektrizität					
Szenario I	53.1	61.6	64.3	63.7	62.6
Szenario IIa		61.5	63.3	61.1	59.7
Szenario IIb		61.4	63.2	61.2	59.8
Szenario IIIa		61.5	62.4	59.1	56.1
Szenario IIIb		61.5	63.0	61.5	60.5
Szenario IIIc		61.5	62.4	59.4	56.7
Szenario IIId		61.5	62.9	60.9	59.7
Absenkpfad Szenarien III			62.9	60.4	58.0
Erneuerbare Energieträger, Fernwärme					
Szenario I	23.9	26.3	28.0	29.5	30.3
Szenario IIa		26.1	28.0	29.7	30.6
Szenario IIb		26.1	28.0	29.7	30.6
Szenario IIIa		26.1	28.1	30.0	31.1
Szenario IIIb		26.2	28.6	31.2	33.3
Szenario IIIc		26.2	32.6	41.1	46.2
Szenario IIId		26.2	30.9	36.1	38.7

Die beabsichtigten Massnahmen (Szenario II a, Energiegesetz) reduzieren den Energieverbrauch im Jahr 2010 um rund 2 % und im Jahr 2030 um etwa 3,5 % gegenüber der Referenzvariante (Szenario I, beschlossene Politik). Die Einführung der CO_2-Abgabe reduziert darüber hinaus den Energieverbrauch um 2,5 % (2010) bzw. 3,5 % (2030), so dass das Szenario II (beabsichtigte Politik, Energiegesetz und CO_2-Gesetz) gegenüber der Referenzvariante Einsparungen von rund 4,5 % (2010) bzw. 7 % (2030) zur Folge hat. Bei den fossilen Energieträgern sind dabei die Wirkungen der CO_2-Abgabe grösser (-4 % [2010] bzw. -6 % [2030] gegenüber Szenario IIa. Der Elektrizitätsverbrauch ist in Szenario II b leicht höher als in Szenario II a: Ursache ist die relative Verbilligung von Elektrizität aufgrund der Abgabebegrenzung auf fossile Energieträger. Der Verbrauch an Fernwärme und regenerativen Energieträgern (vor allem Holz) ist in den Szenarien II a und II b leicht höher als in Szenario I.

Der von den Initianten geforderte Absenkpfad für fossile Energien (-1 % p.a. ab 2008) wird - auf der Basis der beabsichtigten Politik (Energiegesetz) und der oben aufgeführten Preisaufschläge - in den Szenarien III a bis III d erreicht. Am stärksten ist dabei der Verbrauchsrückgang fossiler Energieträger bei Szenario III c, wo die beabsichtigten nichtpreispolitischen Massnahmen der Energiepolitik, mit der grössten Teuerung für Energie aufgrund der gleichzeitigen Erhebung von Energie- und Umweltabgabe und Solarrappen und erhebliche Anstosswirkungen für investive Energiesparmassnahmen (finanziellen Förderung/Subventionierung), zusammentreffen. Am geringsten sind die Einsparungen innerhalb des Szenario III durch die E/U-Abgaben allein: die Energieteuerung reicht nicht aus, um (ohne zusätzliche finanzielle Förderung) nicht-fossile Energieträger in grossem Umfang konkurrenzfähig zu machen.

Der Absenkpfad für Elektrizität (-0,4 % p.a. ab 2008) wird dagegen nur in Szenario III a erreicht. In den Szenarien II b bis III d geht die "Übererfüllung" des Einsparzieles bei den fossilen Energieträgern zulasten der Zielerreichung bei Elektrizität.

Inhaltsverzeichnis

		Seite
0.	Vorbemerkung	1
1.	Zusammenfassung	3
2.	Die wichtigsten Rahmenbedingungen für den Energieverbrauch	17
2.1	Bevölkerung und Privathaushalte	17
2.2	Wohnungen und Energiebezugsfläche	19
2.3	Energiepolitische Rahmenbedingungen	22
3.	Der Energieverbrauch 1990 und seine ex-post-Entwicklungstendenzen	31
3.1	Der Energieverbrauch insgesamt und dessen Verwendungs- und Energieträgerstruktur	31
3.2	Der Energieverbrauch für Raumwärme	36
3.3	Der Energieverbrauch für Warmwasser	51
3.4	Der Elektrizitätsverbrauch für Elektrogeräte, für das Kochen und der Elektrizitätsverbrauch der Haushalte insgesamt	54
4.	Szenario I (beschlossene Politik)	65
4.1	Die beschlossenen Massnahmen der Energiepolitik und ihre Berücksichtigung im Modell (Szenario I)	68
4.2	Der Energieverbrauch für Raumwärme	77
4.3	Der Energieverbrauch für Warmwasser	91
4.4	Der Energieverbrauch für Elektrogeräte und für das Kochen	94
4.5	Der Energieverbrauch insgesamt	106
4.6	Datenlücke, Forschungsbedarf	109
5.	Szenarien II a und II b - beabsichtigte Politik ohne CO2-Abgabe (II a)- beabsichtigte Politik mit CO2-Abgabe (II b)	111
5.1	Die beabsichtigten Massnahmen der Energiepolitik	118
5.2	Der Energieverbrauch von Szenario II a und II b im einzelnen	123
5.3	Der Vergleich mit dem Szenario I	128
6.	Szenarien III a, III b, III c, III d	135
6.1	Die Energie- und Umweltinitiative	137
6.2	Die Solarinitiative (Szenario III b) und die Szenarien III c und III d	145

Tabellen

Seite

1-1
Der Energieverbrauch nach Energieträgern und Verwendungszwecken, 1980 - 2030, Szenario I, in PJ und % 7

1-2
Der Energieverbrauch nach Energieträgern und Verwendungszwecken, 1980 - 2030, Szenario II a, in PJ und % 9

1-3
Der Energieverbrauch nach Energieträgern und Verwendungszwecken, 1980 - 2030, Szenario II b, in PJ und % 11

1-4
Der Energieverbrauch nach Energieträgern und Verwendungszwecken, 1980 - 2030, Szenario III a, in PJ und % 12

2.1-1
Eckwerte Bevölkerung und Privathaushalte 1980 - 2030 18

2.2-1
Strukturelle Zusammensetzung des Bestandes an Wohnungen und Energiebezugsflächen 1990 - 2030 20

2.2-2
Neubauvolumen 1990 - 2030 20

2.3-1
Energiepolitische Rahmenbedingungen und deren Umsetzung in Szenario I 22

2.3-2
Veränderung der energiepolitischen Rahmenbedingungen in Szenario II a gegenüber Szenario I 25

2.3-3
Veränderung der energiepolitischen Rahmenbedingungen in Szenario II b gegenüber Szenario II a 27

2.3-4
Veränderung der energiepolitischen Rahmenbedingungen in Szenario III a gegenüber Szenario II a 27

2.3-5
Veränderung der energiepolitischen Rahmenbedingungen in Szenario III b gegenüber Szenario II a 28

3.1-1
Der Energieverbrauch 1990 nach Verwendungszwecken und der Vergleich mit 1980 absolut in PJ und in % 34

3.1-2
Der Energieverbrauch 1990 und 1980 nach Energieträgern 35

3.2-1
Wohnungen insgesamt 1980 nach Gebäudeart sowie Bauperiode und Heizungsart sowie Energieträger für Heizung, Energiebezugsflächen (in Mio m^2) 37

3.2-2
Wohnungen insgesamt 1990 nach Gebäudeart sowie Bauperiode und Heizungsart sowie Energieträger für Heizung, Energiebezugsflächen (in Mio m^2) 38

3.2-3
Beheizungsstruktur der Neubauten seit 1970, in % 40

3.2-4
Veränderung der Beheizungsstruktur 1980 - 1990, abgangsbereinigt in 1000 Wohnungen 42

3.2-5
Heizenergiebedarfe vollsanierter Wohnungen in Abhängigkeit von Baualter und Renovierungszeitraum, in MJ/m^2*a, gerundet 47

3.3-1
Energieverbrauch für Warmwasser nach Energieträgern 1980 und 1990, in PJ und in % 51

3.4-1
Die Zusammensetzung des Energieverbrauchs für das Kochen, 1980 - 1990, in PJ und in % 54

3.4-2
Ausstattungsquoten mit Kochgeräten, 1980 - 1990, in % in Mio Einheiten, relevante Gerätemenge 55

3.4-3
Verbrauch, Bestandsentwicklung und spezifischer Verbrauch für Elektrogeräte und Unterhaltungselektronik, 1980 - 1990 59

3.4-4
Elektrizitätsverbrauch der Haushalte nach funktionalen Verbrauchsgruppen, 1980 und 1990, in % 62

4-1
Der Energieverbrauch der Haushalte nach Energieträgern und Verwendungszwecken, 1980 - 2030, in PJ und in % - Szenario I 67

4.1-1
Ist- und Zielwerte Elektro-Haushaltsgeräte (Geräte, die in 1993 verkauft bzw. angeboten wurden = ist) 70

4.1-2
Heizenergiebedarfe vor und nach einer Vollsanierung, gerundet, ohne den Einfluss der Heizkostenabrechnung, in MJ/m²*a 72

4.1-3
Einsparraten, Vollzugsgrade und Auswirkungen der Heizkostenabrechnung (VHKA) 74

4.1-4
Elektrizitätsanteile im Neubau, Anteil der elektrische beheizten Wohnungen am Neuzugang insgesamt, in % 74

4.1-5
Nettosubstitutionsgewinne elektrische beheizter Wohnungen ohne Wärmepumpen, in 1000 Wohnungen/Jahr 75

4.1-6
Einsparraten, Vollzugsgrade und Auswirkungen der Warmwasserkostenabrechnung (Neubau Mehrfamilienhäuser) 75

4.2-1
Der Energieverbrauch für Raumwärme insgesamt und nach Energieträgern, in PJ 78

4.2-2
Der Energieverbrauch für Raumwärme insgesamt und nach Energieträgern, in % 78

4.2-3
Neubauvolumen, Durchschnittsgrösse und Beheizungsstruktur 1991 - 2030 81

4.2-4
Heizenergiebedarfe im Neubau, in MJ/m²*a, ohne VHKA, gerundet 83

4.2-5
Mittlere Heizenergiebedarfe, Erstwohnungen, ohne VHKA, nach Baualters-klassen, in MJ/m^2*a, gerundet 85

4.2-6
Heizenergiebedarfe der wichtigsten Energieträger, inkl. VHKA, Zweit-, Ferien- und Leerwohnungen, Einzel- und Zentralheizungen, in MJ/m^2*a 87

4.2-7
Nutzungsgrade von Öl- und Gasheizungen, in % 88

4.2-8
Energiekennzahlen Raumwärme nach Energieträgern, 1980 - 2030, in MJ/m^2*a einschl. VHKA 90

4.3-1
Der Energieverbrauch für Warmwasser nach Energieträgern, in % 91

4.4-1
Der Energieverbrauch für das Kochen 1980 - 2030, in PJ, nach Energieträgern 94

4.4-2
Die Ausstattung der Haushalte mit elektrischen Kochgeräten, relevante Gerätemenge, in % 95

4.4-3
Die Entwicklung des spezifischen Verbrauchs bei elektrischen Kochgeräten, 1980 - 2030, in kWh, relevante Gerätemenge 95

4.4-4
Elektrizitätsverbrauch für nicht fest installierte Heiz- und Klimageräte und für Umwälzpumpen und Brenner, 1990 - 2030, in PJ, temperaturbereinigt 97

4.4-5
Elektrizitätsverbrauch ohne Heizen, Warmwasser, Kochen, 1980 - 2030, in PJ und in % 99

4.4-6
Der Elektrizitätsverbrauch der Haushalte insgesamt, 1980 - 2030, nach Verwendungszwecken, in PJ 104

4.4-7
Der Elektrizitätsverbrauch der Haushalte nach SIA 380/4, 1980 - 2030, in PJ 105

4.5-1
Der Energieverbrauch der Haushalte nach Energieträgern, 1980 - 2030, in PJ und in % 106

4.5-2
Der Energieverbrauch nach Verwendungsbereichen, 1980 - 2030, in PJ 108

5-1
Der Energieverbrauch nach Energieträgern und Verwendungszwecken, Szenario II a, in PJ und in % 113

5-2
Der Energieverbrauch nach Energieträgern und Verwendungszwecken, Szenario II b, in PJ und in % 114

5-3
Differenzen im Energieverbrauch nach Energieträgern und Verwendungszwecken zwischen Szenario II a und Szenario I, in PJ 116

5-4
Differenzen im Energieverbrauch nach Energieträgern und Verwendungszwecken zwischen Szenario II b und Szenario IIa, in PJ 117

5.1-1
Zielwerte Elektro-Haushaltsgeräte in Szenario II a (gültig auch für Szenario II b) 120

5.2-1
Der Energieverbrauch für Raumwärme, 1990 - 2030, in PJ 123

5.2-2
Der Energieverbrauch für Warmwasser, in Szenario IIa und II b 1990 - 2030, Struktur in % 125

5.2-3
Der Energiebedarf für Kochen und Geschirrspülen, in Szenario IIa und II b, in PJ 126

5.2-4
Der Elektrizitätsverbrauch ohne Raumwärme, Warmwasser und Kochen, 1990 - 2030, in PJ und in % 126

5.3-1
Der Energieverbrauch in den Szenarien I, II a und II b, in PJ 130

5.3-2
Mehr- und Minderverbräuche nach Energieträgern und Verwendungszwecken 131

6-1
Der Energieverbrauch nach Energieträgern und Verwendungszwecken, Szenario III a, in PJ und in % 139

6-2
Der Raumwärmeverbrauch in Szenario III a, in PJ und in % 141

6-3
Der Energieverbrauch für Warmwasser in Szenario III a, in PJ und in % 141

6-4
Der Energieverbrauch für das Kochen und für die übrigen elektrischen Anwendungen, in PJ und in % 142

6-5
Der Energieverbrauch in Szenario III a und der Vergleich mit Szenario II a, in PJ 143

6-6
Mehr- und Minderverbräuche nach Energieträgern und Verwendungszwecken, in PJ und in % 144

6-7
Energieverbrauch in den Szenarien III a, III b, III c und III d 147

Abbildungen

1-1
Mehr- bzw. Minderverbräuche nach Energieträgern 14

3.1-1
Der Energieverbrauch der Haushalte seit 1980, in PJ 32

3.1-2
Der Energieverbrauch 1980 und 1990 nach Verwendungszwecken, in PJ 33

3.1-3
Der temperaturbereinigte Energieverbrauch 1980 - 1990, nach Energieträgern, in PJ 35

3.2-1
Der Einfluss zunehmender Zweitwohnungsanteile und abnehmender Einzelofenfeuerungsanteile auf den Energieverbrauch 1980 - 1990 44

3.2-2
Relative Sanierungshäufigkeit in den letzten 20 Jahren in Abhängigkeit vom Gebäudealter, Vollsanierungen 1+2-Familienhäuser, in % p.a. 45

3.2-3
Relative Sanierungshäufigkeit in den letzten 20 Jahren in Abhängigkeit vom Gebäudealter, Vollsanierungen Mehrfamilienhäuser, in % p.a. 46

3.2-4
Nutzungsgrade der wichtigsten Heizsysteme 1980 - 1990, in % 48

3.2-5
Heizenergiebedarfe der wichtigsten Heizsysteme, 1980 - 1990, in MJ/m^2 u. Jahr 49

3.2-6
Energiekennzahlen der wichtigsten Heizsysteme, 1980 - 1990, in MJ/m^2 u. Jahr, temperaturbereinigt 50

3.3-1
Niveau und Entwicklung des Verbrauchs für Warmwasser in den 80er Jahren, in PJ 53

3.4-1
Der Energieverbrauch für das Kochen 1980 - 1990, in PJ 57

3.4-2
Elektrizitätsverbrauch Haushaltsgeräte und Unterhaltungselektronik, 1980 - 1990, in PJ 58

3.4-3
Spezifischer Verbrauch / Gerät bzw. Haushalt 1980 - 1990, in kWh 60

3.4-4
Der Elektrizitätsverbrauch der Haushalte nach funktionalen Verbrauchsgruppen, 1980 - 1990, in PJ 61

3.4-5
Der Elektrizitätsverbrauch der Haushalte nach funktionalen Verbrauchsgruppen, 1980 - 1990, in % 62

3.4-6
Der Elektrizitätsverbrauch der Haushalte SIA 380/4, 1980 - 1990, temperaturbereinigt, absolut in PJ 64

3.4-7
Der Elektrizitätsverbrauch der Haushalte SIA 380/4, 1980 - 1990, temperaturbereinigt, Struktur in % 64

4-1
Höhe und Zusammensetzung des Haushaltsenergieverbrauchs, 1980 - 2030, in PJ 65

4.1-1
Schematische Darstellung der Wirkung einmaliger Verbrauchszielwerte, Beispiel Kühlschränke 69

4.2-1
Der Energieverbrauch für Raumwärme insgesamt und nach Energieträgern, in PJ 78

4.2-2
Beheizte Wohnungen 1980 - 2030 nach Energieträgern, in Mio 79

4.2-3
Die Energiebezugsfläche 1980 - 2030, nach Energieträgern, in Mio m^2 80

4.2-4
Nettosubstitutionen 1991 - 2030 nach Energieträgern, in 1000 Wohnungen 82

4.2-5
Veränderung der mittleren Heizenergiebedarfe bestehender Gebäude/Wohnungen nach Baualtersklassen, flächengewichtet ohne VHKA, in MJ/m^2*a 84

4.2-6
Der Einfluss von Neubau und Sanierung auf den mittleren Heizenergiebedarf, in MJ/m^2*a 86

4.2-7
Heizenergiebedarfe der wichtigsten Energieträger, inkl. VHKA, Zweit-, Ferien- und Leerwohnungen, Einzel- u. Zentralheizungen, in MJ/m^2*a 87

4.2-8
Nutzungsgrade für die wichtigsten Heizsysteme/Energieträger 1980 - 2030, in % 89

4.2-9
Energiekennzahlen Raumwärme nach Energieträgern, einschl. VHKA, 1980 - 2030, in MJ/m^2*a 90

4.3-1
Die Energieträgerstruktur des Warmwasserverbrauchs, in % 92

4.4-1
Der Elektrizitätsverbrauch von Elektroherd und Geschirrspüler
1980 - 2030 (Kochen nach SIA 380/4), in PJ 97

4.4-2
Der Elektrizitätsverbrauch für Raumwärme insgesamt, temperaturbereinigt, in PJ 98

4.4-3
Der Elektrizitätsverbrauch der Haushalte ohne Raumwärme, Warmwasser
und Kochen, 1980 - 2030, in % 100

4.4-4
Die Entwicklung der Mengenkomponenten des Elektrizitätsverbrauchs für
Beleuchtung und Haushaltsgeräte, 1980 - 2030, in 1000 100

4.4-5
Die Entwicklung des mittleren spezifischen Verbrauchs in den einzelnen
Verwendungsbereichen, in kWh/Einheit 101

4.4-6
Der Elektrizitätsverbrauch der Haushalte insgesamt 1980 - 2030,
nach Verwendungszwecken, in PJ 104

4.4-7
Die Struktur des Elektrizitätsverbrauchs der Haushalte nach SIA 380/4,
1980 - 2030, in % 105

4.5-1
Der Energieverbrauch nach Energieträgergruppen, 1980 - 2030, in PJ 107

4.5-2
Der Energieverbrauch der Haushalte nach Verwendungsbereichen,
1980 - 2030, in PJ 108

5-1
Der Energieverbrauch in den Szenarien I, II a und II b, 1990 - 2030, in PJ 112

5.1-1
Heizenergiebedarf von Neubauten, in den Szenarien I, II a und II b
in MJ/m^2*a, 1+2-Familienhäuser, Mehrfamilienhäuser 119

5.2-1
Entwicklung von Heizenergiebedarf und Energiekennzahl, in den Szenarien 1990 - 2030 124

5.2-2
Der Elektrizitätsverbrauch nach SIA 380/4, 1990 - 2030, in PJ (Szenario II a) 127

6-1
Verbrauch fossile Energien, PJ
Verbrauch Elektrizität, PJ 148

0. Vorbemerkung

(1) Der hier vorliegende Bericht ersetzt die im März 1996 und im August 1994 vorgelegten Berichte gleichen Titels.

(2) Inhaltlich unverändert ist der Berichtsteil "Der Energieverbrauch 1990 und seine ex-post-Entwicklungstendenzen" (3. Kapitel). Ebenso sind die zentralen prognostischen Basisannahmen (das "Mengengerüst") zu Bevölkerung, Haushalten und Wohnungssituation unverändert.

(3) Modifikationen wurden für die Analyse des jüngeren Vergangenheitszeitraums und für die Prognoseperioden notwendig, da sich aufgrund der Revision der Energieverbrauchsstatistik und aktueller Entwicklungen des Energieverbrauchs im Zeitraum 1991/95 die Datenlage verändert hat. Dies betrifft insbesondere folgende Aspekte:

- Die Verbreitung von elektrischen Wärmepumpen im Raumheizungsbereich im 1+2-Familienhaus-Neubau ist offensichtlich höher als ursprünglich vermutet.
- Heizöl EL ist in stärkerem Masse als erwartet im Neubau und im Altbau durch Gas substituiert worden.
- Neuere Untersuchungen zur Heizkostenabrechnung erforderten eine Anpassung in den Annahmen zum Erfassungsgrad.
- Die Ist-Entwicklung der Ausstattungsgrade der Privathaushalte mit Elektrogeräten machten geringfügige Korrekturen im Prognosezeitraum notwendig.
- Die Überprüfung und Neufestlegung der Kostenkurve für Energieeinsparungen im Gebäudebereich machten partielle Korrekturen bei den Heizenergiebedarfen notwendig.

(4) Bezüglich der energiepolitischen Rahmenbedingungen ist das hier vorliegende Szenario I nahezu identisch mit dem Szenario "Beschlossene Politik" vom August 1994. Dagegen wurde das in 1994 gerechnete Szenario "Beabsichtigte Politik" zweigeteilt: In Szenario II a, in das die beabsichtigten Massnahmen der Energiepolitik eingearbeitet wurden (Energiegesetz in der Fassung vom 1.6.1995, zusätzliche Fördermittel, Dynamisierung von Zielwerten etc.),

und in Szenario II b, das ergänzend zu den energiepolitischen Massnahmen von Szenario II a die Erhebung einer CO_2-Abgabe behandelt. Die Ergebnisse von Szenario II b berücksichtigen also die kombinierte Wirkung eines Energiegesetzes und einer CO_2-Abgabe und entsprechen damit in der politischen Rahmensetzung dem Szenario "Beabsichtige Politik" vom August 1994. Aufgrund der Unterschiede in der Höhe und Ausgestaltung der CO_2-Abgabe und einzelner Regelungen im Energiegesetz sind die Ergebnisse jedoch nicht identisch mit dieser. Zusätzlich ist zu beachten, dass im Unterschied zu 1994 die CO_2-Abgabe nicht exogen vorgegeben, sondern aus der Zielsetzung einer Reduzierung der CO_2-Emissionen (Rückgang der CO_2-Emissionen gegenüber 1990 um -10 % bis 2010) abgeleitet worden ist.

(5) Szenario III a baut auf Szenario II a (beabsichtigte Massnahmen der Energiepolitik, ohne CO_2-Abgabe) auf. Zusätzlich zu diesen wird jedoch die Energie- und Umweltabgabe auf alle fossilen Energieträger und auf Elektrizität erhoben. Diese verteuert, ausgehend vom Jahre 2003, im Zeitablauf die betroffenen Energien sukzessive immer stärker: in 2010 sind Öl/Gas gegenüber Szenario II a um rund ein Drittel, Elektrizität um rund ein Siebtel teuerer; in 2030 beträgt der Aufschlag für Öl/Gas mehr als 100 %, für Elektrizität knapp 50 %.

Diesem Szenario liegt die Zielvorstellung der Energie- und Umweltinitiative zugrunde, den Energieverbrauch innert 8 Jahren nach Annahme der Initiative zu stabilisieren und danach während 25 Jahren den Energieverbrauch an nicht erneuerbaren Energien um durchschnittlich 1 % p.a. zu senken. Die Einnahmen aus der Abgabe werden, nach Abzug der Verwaltungskosten, an die Haushalte pro Kopf rückverteilt.

(6) Szenario III b baut ebenso wie Szenario III a auf Szenario II a auf, berücksichtigt aber anstelle der Energie- und Umweltabgaben den Solarrappen, mit dessen Hilfe die Verfasser der Solarinitiative die Förderung erneuerbarer Energieträger (Solar, Wind, Biomasse) und die nachhaltigen Verbesserungen der Energieeffizienz insgesamt forcieren wollen. Der Solarrappen soll gleichfalls 3 Jahre nach Annahme der Initiative (im Jahr 2000) eingeführt werden (2003: 0,1 Rp/kWh) und bis 2007 auf 0,5 Rp/kWh steigen. Die Einnahmen sollen zweckgebunden verausgabt werden: direkte Förderung der Sonnenenergienutzung ($\geq$ 50 %) und der Effizienz der Energienutzung. Der Solarrappen ist zeitlich auf 25 Jahre befristet. Entsprechend sind auch die Fördermittel auf diesen Zeithorizont begrenzt.

Szenario III c kombiniert die Wirkungen von IIIa (Energie- und Umweltabgabe) und III b (Solarrappen), während Szenario III d eine Modifikation von Szenario III b ist: Solarrappen mit halbem Abgabesatz und gelockerter Zweckbindung.

1. Zusammenfassung

(1) Bevölkerung, Haushaltsanzahl, Wirtschaftswachstum und Wohnungsversorgung zeigen auch zukünftig keine grundlegend andere Entwicklungsdynamik als in der Vergangenheit: Die Bevölkerung (1990: 6,8 Mio; 1995: ca. 7,1 Mio) wächst zwischen 1990 und 2010 um 13 % auf 7,7 Mio; danach geht die mittlere Wohnbevölkerung leicht zurück (bis 2030 auf unter 7,6 Mio). Da die Privathaushalte vom Personenbesatz her im Durchschnitt immer kleiner werden, steigt deren Zahl auch über das Jahr 2010 noch weiter an: bis 2030 auf fast 3,5 Mio (1990: 2,8 Mio; 1995: knapp 3 Mio). Die Wohnungsversorgung - bis 2010 wird nicht für jeden Privathaushalt eine (Erstwohnung) vorhanden sein - wird dennoch besser: die Zahl der Wohnungen erhöht sich von 7,1 Mio (1990; 1993: ca. 3,3 Mio) auf fast 4,1 Mio in 2030, die Energiebezugsfläche wächst von 1990 370 Mio m^2 auf fast 540 Mio m^2 - ein Zuwachs von rund 45 %. Pro Einwohner stehen in 2030 71 m^2 Energiebezugsfläche (1990 54 m^2, 1995 ca. 57 m^2) zur Verfügung. Das Wirtschaftswachstum, die Produktions-, Einkommens- und Verbrauchsentwicklung sind dynamisch genug, um mehr Wohnraum, aber auch mehr und bessere Produkte zu finanzieren. Die Ausstattung der Privathaushalte mit Elektrogeräten nimmt zu, auch und besonders im Bereich der grossen Energieverbraucher (Kochherde, Kühlgeräte, Gefriergeräte, Waschmaschinen, Wäschetrockner, Geschirrspüler, Fernsehgeräte).

(2) Für die Energiepolitik gilt im **Szenario I** ("Beschlossene Politik") der "Status-quo": Über die bereits beschlossenen Massnahmen hinaus sind keine weiteren Initiativen berücksichtigt. Die beschlossenen Massnahmen betreffen

- Zielwerte für Elektrogeräte und -apparate
- energetische Auswirkungen der Luftreinhalte-Verordnung auf Heizanlagen
- die Empfehlungen nach SIA 380/1 für Neu- und Altbauten (Grenzwerte, Zielwerte)
- die Verordnungen über die Heizkosten- und Warmwasserkostenabrechnung
- die restriktive Behandlung der Elektrowärme
- die Tarifempfehlungen für leitungsgebundene Energien
- die Förderprogramme, den Energienutzungsbeschluss und die Energienutzungsverordnung im gesamten.

Die in diesen Massnahmen genannten Grenzwerte, Zielwerte, Richtwerte, Empfehlungen u.ä. werden nicht dynamisch verschärft, d.h. dem technischen Fortschritt angepaßt. Dies führt - z.B. bei Elektrogeräten - dazu, dass diese längerfristig durch die technische Entwicklung "überholt" werden, mithin durch die am Markt angebotene und abgesetzte Technik mehr oder

weniger deutlich unterschritten werden. Dies bedeutet auch, dass von den Ziel- und Grenzwerten einmalige, jedoch keine dynamischen Impulse auf den Energieverbrauch ausgehen.

Im Gegensatz dazu werden im **Szenario II a** ("Beabsichtigte Politik ohne CO_2-Abgabe") zusätzliche Massnahmen in die Perspektivarbeiten integriert:

- Die Zielwerte, Empfehlungen etc. werden dynamisch verschärft, um dem jeweiligen Stand der Technik eher zum Durchbruch zu verhelfen,
- Die Adressatenkreise einzelner Massnahmen werden erweitert (z.B. Heizkostenabrechnung für alle Mehrfamilienhäuser) und vor allem wird der Vollzug der einzelnen Massnahmen stringenter kontrolliert,
- Der effiziente Umgang mit Energie wird seitens des BEW mit zusätzlicher finanzieller Förderung unterstützt. Hierfür stehen in 2000 für Haushalte rund 32 Mio Fr. (95 % indirekte Förderung, 5 % direkte Förderung) zur Verfügung. Dabei werden im Zeitablauf Fördermittel zugunsten der direkten Förderung umgeschichtet. Nach 2015 bleiben die Fördermittel und deren Verteilung auf direkte/indirekte Förderung stabil. Mit den zusätzlichen finanziellen Fördermitteln werden Forschung und Entwicklung, Pilot- und Demonstrationsvorhaben, Information, Beratung und Aus-/Weiterbildung einerseits (indirekte Förderung) und die verstärkte Nutzung regenerativer Energien (direkte Förderung) andererseits unterstützt.
- Least-Cost-Planning und Demand-Side-Management führen einerseits zu einer leichten Teuerung von Elektrizität - die das Elektrizität-Sparen unterstützt - andererseits ermöglicht die Verwendung der Nettoeinnahmen aus dieser Teuerung (ca. 17 Mio Fr. jährlich für Haushalte) eine Forcierung energiesparender Investitionen (z.B. in energiesparende Haushaltsgrossgeräte).

In **Szenario II b** tritt zu den Massnahmen von Szenario II a eine ab 2000 stufenweise alle 2 Jahre bis 2008 zu erhöhende CO_2-Abgabe auf fossile Energieträger (2000: 12,– Fr./t CO_2) hinzu; so dass die fossilen Energieträger deutlich (in der Reihenfolge Kohle, Öl, Gas) teurer werden: über den Preismechanismus wird das Energiesparen forciert. Die Nettoeinnahmen (d.h. nach Abzug der Verwaltungsaufwendungen) werden an die Verbraucher pro Kopf - unabhängig von deren Energieverbrauch - rückerstattet.

In **Szenario III a** tritt zu den Massnahmen von Szenario II a (beabsichtigte Politik, ohne CO_2-Abgabe) eine ab 2003 jährlich steigende **Energie- und Umweltabgabe** auf fossile Energieträger und auf Elektrizität, die bis zum Jahre 2030 den Preis für Heizöl leicht und für Erdgas mehr als verdoppelt und für Elektrizität um fast 50 % erhöht.[1)] Auch hier wird das Energiesparen durch - über den gesamten Prognosezeitraum wachsende - Preisaufschläge verstärkt.

---

1) Basis sind die Vorstellungen der Energie- und Umwelt-Initiative bzw. Initianten, den Energieverbrauch binnen acht Jahren nach Annahme der Initiative zu stabilisieren und danach während 25 Jahren eine durchschnittliche Einsparung von 1 % p.a. bei den nicht-erneuerbaren Energien (einschliesslich Elektrizität aus nicht-erneuerbaren Energien) zu erreichen. Mittel zur Zielerreichung soll die erwähnte **Energie- und Umweltabgabe** sein.

Die Nettoeinnahmen werden an die Verbraucher pro Kopf, d.h. unabhängig von deren Energieverbrauch, rückerstattet.

In **Szenario III b** tritt an die Stelle der Energie- und Umweltabgabe der **Solarrappen**.[2] Dieser soll drei Jahre nach Annahme der Initiative mit 0,1 Rp/kWh eingeführt und binnen fünf Jahren bis 2007 auf 0,5 Rp/kWh erhöht werden. Der Solarrappen wird auf alle nicht-erneuerbaren Energieträger erhoben. Die Einnahmen aus der Abgabe sind zweckgebunden zu verwenden: mindestens zur Hälfte zur direkten Förderung der Solarenergienutzung, der Rest zur effizienten und nachhaltigen Energienutzung. Nach 25 Jahren entfallen der Solarrappen und damit auch die Fördermittel.

Szenario III c verbindet die Szenarien III a und III b: Energie- und Umweltabgabe plus Solarrappen, während **Szenario III d** Szenario III b mit halbiertem Fördersatz und weniger stringenter Zweckbindung entspricht.

(3) Im **Szenario I** verharrt der **Energieverbrauch** der Privathaushalte bis 2010 auf etwa demselben Niveau wie 1990 (ca. 260 PJ). Erst nach 2020 nimmt der Energieverbrauch deutlich ab.

Stärker als beim Energieverbrauch insgesamt sind die Veränderungen bei den **fossilen Brennstoffen**: Hier ist gegenüber 1990 bis 2010 ein Rückgang um 11 % und bis 2030 ein solcher von 18 % zu verzeichnen. Demgegenüber nimmt der Elektrizitätsverbrauch bis 2010 um 21 % zu, zwischen 2010 und 2030 allerdings um 3 % ab. Holz und Solarenergie können ihren Anteil von 7 % auf 8 % steigern, absolut entspricht dies einem Zuwachs von einem PJ bis 2030.

Im **Raumwärmemarkt** kann der Flächenzuwachs durch verringerte Heizenergiebedarfe im Neubau und im sanierten Altbau sowie durch steigende Nutzungsgrade der Heizanlagen bis 2010 etwa ausgeglichen werden, so dass im Raumwärmebereich per Saldo der Energieverbrauch etwa stabil ist. Erst nach 2005, deutlicher nach 2015, überwiegen die verbrauchsreduzierenden Faktoren: **Die Wirkung des Zugangs an Energiebezugsfläche ist kleiner als der Einfluss höherer Nutzungsgrade und niedrigerer Heizenergiebedarfe**.

Für **Warmwasser** wird dagegen mittel- und längerfristig weniger Energie verbraucht werden: Zum einen ist beim (mengenmäßigen) Pro-Kopf-Warmwasserverbrauch keine weitere Steigerung zu erwarten, zum anderen werden die Bereitschafts- und Verteilverluste bei der Warmwasserbereitstellung stärker reduziert als bei Heizanlagen, so dass die Nutzungsgrade bei der Warmwasserbereitung schneller steigen als bei den Heizanlagen. Per Saldo resultiert

2) Basis sind die Vorstellungen der Solar-Initiative bzw. -Initianten, die erneuerbaren Energien (Solar, Wind, Biomasse) und die nachhaltige Energieeffizienz zu forcieren. Mittel zur Zielerreichung ist der erwähnte **Solarrappen**.

hieraus ein Rückgang von knapp 3 1/2 PJ (= 10 %) bis 2010 und von nochmals 3 1/2 PJ (= 11 %) zwischen 2010 und 2030.

Während für das **Kochen** (einschliesslich Geschirrspüler, Mikrowelle, Kaffeemaschinen etc.) in 2010 rund 10 % mehr Energie verbraucht werden wird als 1990 - nach 2010 wächst der Verbrauch zunächst noch leicht, sinkt dann aber bis 2030 wieder auf das Niveau von 2010 - expandiert der **übriger Verbrauch** auch über 2010 hinaus: Bis 2010 um 21 %, zwischen 2010 und 2030 um 4 %. Verursacht wird dieser Zuwachs durch unterschiedliche Entwicklungstendenzen beim Elektrizitätsverbrauch von Umwälzpumpen und Brennern einerseits (bis 2000 noch steigend, dann fallend) und von elektrischen Haushaltsgeräten (einschl. Beleuchtung) und Geräten der Unterhaltungselektronik andererseits (stetige Verbrauchsexpansion mit abnehmenden Zuwachsraten)

Tabelle 1-1 zeigt die Verbräuche nach Verwendungszwecken und nach Energieträgern sowohl absolut als auch in der Struktur.

Bei den ex-post und ex-ante ausgewiesenen Energieverbräuchen handelt es sich um die Ergebnisse der Modellrechnungen. Die ex-post-Werte weichen aus methodischen Gründen von den in der Energiestatistik ausgewiesenen Werten ab. Hauptursache für die Unterschiede zur Energiebilanz sind sektoral unterschiedliche Abgrenzungen zwischen den Sektoren "Haushalt" einerseits und den Sektoren "Dienstleistungen, Gewerbe und Landwirtschaft" andererseits. Ändern sich die Abgrenzungsunterschiede im Zeitablauf nicht, so sind sie ohne Belang für das Ergebnis: die strukturellen Veränderungen bezüglich Niveau und Zusammensetzung des Energieverbrauchs sind weitaus entscheidender als (vergleichsweise kleine) definitorische Unterschiede der sektoralen Abgrenzung.

Tabelle 1-1: Der Energieverbrauch nach Energieträgern und Verwendungszwecken, 1980 - 2030, Szenario I, in PJ und in %

in PJ	1980	1990	2000	2010	2020	2030
Oel	178.8	160.7	135.9	123.9	114.5	104.2
Gas	7.9	25.1	34.9	41.6	45.8	47.9
Elektrizität	38.6	53.1	61.6	64.3	63.7	62.6
Holz	22.0	19.4	19.6	19.8	20.0	19.7
Fernwärme	2.9	4.4	63	7.7	8.8	9.7
Solarenergie	0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
übrige (Kohle, andere)	0.9	0.6	0.3	0.2	0.1	0.1
Total	251.1	263.4	259.0	258.0	253.7	245.2
dar.: fossile Energieträger	187.5	186.4	171.2	165.7	160.5	152.2
in %						
Oel	71.2	61.0	52.5	48.0	45.1	42.5
Gas	3.1	9.5	13.5	16.1	18.1	19.5
Elektrizität	15.4	20.2	23.8	24.9	25.1	25.5
Holz	8.8	7.4	7.6	7.7	7.9	8.1
Fernwärme	1.2	1.7	2.4	3.0	3.5	4.0
Solarenergie	0.0	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4
übrige (Kohle, andere)	0.4	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
dar.: fossile Energieträger	74.7	70.8	66.1	64.2	63.2	62.1
in PJ						
Raumwärme*)	189.1	194.9	188.1	186.7	183.6	176.1
Elektrizität	7.0	13.8	16.1	17.0	16.6	15.4
sonstige Energieträger	182.0	181.1	172.0	169.7	167.0	160.7
Warmwasser	34.6	34.6	32.6	31.1	29.3	27.7
Elektrizität	6.0	6.9	7.9	7.8	7.1	6.7
sonstige Energieträger	28.5	27.7	24.6	23.2	22.2	21.07
Kochen, Geschirrspülen	8.0	9.0	9.7	10.0	10.0	9.9
Elektrizität	6.1	7.6	8.9	9.2	9.3	9.1
sonstige Energieträger	1.9	1.4	0.8	0.8	0.8	0.8
Übrige Anwendungen (Elektrizität)	19.4	24.9	28.7	30.2	30.8	31.4
Umwälzpumpen, Brenner	2.9	3.3	3.4	3.3	3.1	2.9
Elektrogeräte, Unterhaltungselektr.	16.6	21.7	25.4	27.0	27.7	28.5
Total	251.1	263.4	259.0	258.0	253.7	245.2
in %						
Raumwärme*)	75.3	74.0	72.6	72.4	72.3	71.8
Elektrizität	2.8	5.2	6.2	6.6	6.5	6.3
sonstige Energieträger	72.5	68.8	66.4	65.8	65.8	65.6
Warmwasser	13.8	13.1	12.6	12.0	11.6	11.3
Elektrizität	2.4	2.6	3.1	3.0	2.8	2.7
sonstige Energieträger	11.4	10.5	9.5	9.0	8.8	8.6
Kochen, Geschirrspülen	3.2	3.4	3.7	3.9	4.0	4.0
Elektrizität	2.4	2.9	3.4	3.6	3.6	3.7
sonstige Energieträger	0.8	0.5	0.3	0.3	0.3	0.3
Übrige Anwendungen (Elektrizität)	7.7	9.5	11.1	11.7	12.1	12.8
Umwälzpumpen, Brenner	1.1	1.2	1.3	1.3	1.2	1.2
Elektrogeräte, Unterhaltungselektr.	6.6	8.2	9.8	10.4	10.9	11.6
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

*) inci. Kleinheizgeräte, Klimageräte, Luftbefeuchter, ohne Stromverbrauch für Pumpen, Brenner, Gebläse

(4) Im **Szenario II a** reduzieren die zusätzlich berücksichtigten Massnahmen den Energieverbrauch: bis 2000 um 1,3 %, bis 2010 um 1,9 % und bis 2030 um 3,5 %.

Im **Raumwärmemarkt** werden gegenüber dem Szenario beschlossene Politik bis 2010 2,3 % und bis 2030 3,4 % eingespart. Beim Verbrauch für Warmwasser ist der Einspareffekt deutlich geringer: 1,3 % (2010) bzw. 1,8 % (2030).

Der **übrige Elektrizitätsverbrauch** dagegen fällt 2010 um 1,3 % und in 2030 um 5,1 % niedriger aus, primär als Folge deutlich reduzierter Verbräuche für die elektrischen Grossverbraucher Kühl- und Gefriergeräte und Waschmaschinen/Wäschetrockner.

Tabelle 1-2 gibt die Energieverbräuche analog zu Tabelle 1-1 wieder.

Tabelle 1-2: Der Energieverbrauch nach Energieträgern und Verwendungszwecken, Szenario II a, in PJ und in %

in PJ	1980	1990	2000	2010	2020	2030
Oel	178.8	160.7	133.3	120.3	110.0	99.3
Gas	7.9	25.1	34.5	41.1	45.0	46.8
Elektrizität	38.6	53.1	61.5	63.3	61.1	59.7
Holz	22.0	19.4	19.6	19.9	20.1	19.8
Fernwärme	2.9	4.4	6.2	7.6	8.9	9.8
Solarenergie	0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
übrige (Kohle, andere)	0.9	0.6	0.3	0.2	0.1	0.1
Total	151.1	263.4	255.7	252.9	245.9	236.5
dar.: fossile Energieträger	187.5	186.4	168.0	161.6	155.1	146.2
in %						
Oel	71.2	61.0	52.1	47.6	44.7	42.0
Gas	3.1	9.5	13.5	16.2	18.3	19.8
Elektrizität	15.4	20.2	24.1	25.0	24.9	25.2
Holz	8.8	7.4	7.7	7.9	8.2	8.4
Fernwärme	1.2	1.7	2.4	3.0	3.6	4.1
Solarenergie	0.0	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4
übrige (Kohle, andere)	0.4	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
dar.: fossile Energieträger	74.7	70.8	65.7	63.9	63.1	61.8
in PJ						
Raumwärme*)	189.1	194.9	184.7	182.5	178.0	169.9
Elektrizität	7.0	13.8	15.9	16.7	16.0	14.7
sonstige Energieträger	182.0	181.1	168.8	165.8	162.0	155.2
Warmwasser	34.6	34.6	32.5	30.7	28.9	27.2
Elektrizität	6.0	6.9	7.9	7.7	6.9	6.5
sonstige Energieträger	28.5	27.7	24.6	23.0	22.0	20.8
Kochen, Geschirrspülen	8.0	9.0	9.7	9.9	9.8	9.5
Elektrizität	6.1	7.6	8.9	9.2	9.0	8.8
sonstige Energieträger	1.9	1.4	0.8	0.8	0.8	0.8
Übrige Anwendungen (Elektrizität)	19.4	24.9	28.7	29.8	29.3	29.8
Umwälzpumpen, Brenner	2.9	3.3	3.4	3.3	3.1	2.9
Elektrogeräte, Unterhaltungselektr.	16.6	21.7	25.4	26.5	26.1	26.9
Total	251.1	263.4	255.7	252.9	245.9	236.5
in %						
Raumwärme*)	75.3	74.0	72.2	72.2	72.4	71.8
Elektrizität	2.8	5.2	6.2	6.6	6.5	6.2
sonstige Energieträger	72.5	68.8	66.0	65.6	65.9	65.6
Warmwasser	13.8	13.1	12.7	12.1	11.7	11.5
Elektrizität	2.4	2.6	3.1	3.0	2.8	2.7
sonstige Energieträger	11.4	10.5	9.6	9.1	9.0	8.8
Kochen, Geschirrspülen	3.2	3.4	3.8	39	4.0	4.0
Elektrizität	2.4	2.9	3.5	3.6	3.7	3.7
sonstige Energieträger	0.8	0.5	0.3	0.3	0.3	0.3
Übrige Anwendungen (Elektrizität)	7.7	9.5	11.2	11.8	11.9	12.6
Umwälzpumpen, Brenner	1.1	1.2	1.3	1.3	1.3	1.2
Elektrogeräte, Unterhaltungselektr.	6.6	8.2	9.9	10.5	10.6	11.4
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

*) incl. Kleinheizgeräte, Klimageräte, Luftbefeuchter, ohne Stromverbrauch für Pumpen, Brenner, Gebläse

(5) Im **Szenario II b** wirkt die Energiepreissteuerung über die CO_2-Abgabe zusätzlich in Richtung sparsamerer Umgang mit Energie: in 2000 - knapp 1 PJ, in 2010 - 7 PJ, in 2020 - 8 PJ, in 2030 - 9 PJ gegenüber Szenario II a. Entsprechend der wachsenden Abgabenbelastung zwischen 2000 und 2008 steigt der Einspareffekt zunächst deutlich an, bleibt dann aber weitgehend stabil: die reale Belastung durch die CO_2-Abgabe sinkt ab 2008 wegen des dann real konstanten Abgabesatzes; dies verhindert einen deutlich wachsenden Einsparerfolg. Obwohl Elektrizität relativ billiger wird, liegt der Verbrauch in Szenario II b nur leicht über dem von Szenario II a. Hier schlägt sich die grössere Verbreitung der Elektrowärmepumpen (anstelle von Widerstands-/Speicherheizungen) nieder.

Tabelle 1-3 zeigt die Verbräuche nach Verwendungszwecken und nach Energieträgern analog zu Tabelle 1-2.

Tabelle 1-3: Der Energieverbrauch nach Energieträgern und Verwendungszwecken, Szenario II b, in PJ und in %

in PJ	1980	1990	2000	2010	2020	2030
Oel	178.8	160.7	132.7	114.7	102.7	92.9
Gas	7.9	25.1	34.4	40.1	43.8	45.4
Elektrizität	38.6	53.1	61.4	63.2	61.2	59.8
Holz	22.0	19.4	19.6	19.9	20.4	20.1
Fernwärme	2.9	4.4	6.2	7.6	8.9	9.9
Solarenergie	0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	1.0
übrige (Kohle, andere)	0.9	0.6	0.3	0.2	0.1	0.1
Total	151.1	263.4	255.0	246.3	237.8	228.3
dar.: fossile Energieträger	187.5	186.4	167.4	155.0	146.6	137.4
in %						
Oel	71.2	61.0	52.0	46.6	43.2	40.2
Gas	3.1	9.5	13.5	16.3	18.4	19.9
19.9	15.4	20.2	24.1	25.7	25.7	26.2
Holz	8.8	7.4	7.7	8.1	8.6	8.8
Fernwärme	1.2	1.7	2.4	3.1	3.8	4.4
Solarenergie	0.0	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4
übrige (Kohle, andere)	0.4	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
dar.: fossile Energieträger	74.7	70.8	65.6	62.9	61.7	60.2
in PJ						
Raumwärme*)	189.1	194.9	184.1	176.2	170.3	162.1
Elektrizität	7.0	13.8	15.9	16.7	16.1	14.9
sonstige Energieträger	182.0	181.1	168.2	159.4	154.1	147.2
Warmwasser	34.6	34.6	32.5	30.5	28.5	26.8
Elektrizität	6.0	6.9	7.9	7.6	6.7	6.3
sonstige Energieträger	28.5	27.7	24.6	22.9	21.7	20.5
Kochen, Geschirrspülen	8.0	9.0	9.7	9.9	9.8	9.5
Elektrizität	6.1	7.6	8.9	9.2	9.0	8.8
sonstige Energieträger	1.9	1.4	0.8	0.8	0.8	0.8
Übrige Anwendungen (Elektrizität)	19.4	24.9	28.7	29.8	29.3	29.8
Umwälzpumpen, Brenner	2.9	3.3	3.4	3.3	3.1	2.9
Elektrogeräte, Unterhaltungselektr.	16.6	21.7	25.4	26.5	26.1	26.9
Total	251.1	263.4	255.0	246.3	237.8	228.3
in %						
Raumwärme*)	75.3	74.0	72.2	71.5	71.6	71.0
Elektrizität	2.8	5.2	6.2	6.8	6.8	6.5
sonstige Energieträger	72.5	68.8	66.0	64.7	64.8	64.5
Warmwasser	13.8	13.1	12.7	12.4	12.0	11.7
Elektrizität	2.4	2.6	3.1	3.1	2.8	2.8
sonstige Energieträger	11.4	10.5	9.6	9.3	9.1	9.0
Kochen, Geschirrspülen	3.2	3.4	3.8	4.0	4.1	4.2
Elektrizität	2.4	2.9	3.5	3.7	3.8	3.8
sonstige Energieträger	0.8	0.5	0.3	0.3	0.3	0.3
Übrige Anwendungen (Elektrizität)	7.7	9.5	11.3	12.1	12.3	13.1
Umwälzpumpen, Brenner	1.1	1.2	1.3	1.3	1.3	1.3
Elektrogeräte, Unterhaltungselektr.	6.6	8.2	10.0	10.8	11.0	11.8
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

*) incl. Kleinheizgeräte, Klimageräte, Luftbefeuchter, ohne Stromverbrauch für Pumpen, Brenner, Gebläse

(6) In **Szenario III a** führt die dauerhaft steigende Abgabenbelastung längerfristig zu grösseren Einsparungen als in Szenario II b. Gegenüber Szenario II b liegt der Verbrauch in 2010 leicht höher, in 2020 und 2030 jedoch niedriger: -4 PJ bzw. -9 PJ.

Tabelle 1-4: Der Energieverbrauch nach Energieträgern und Verwendungszwecken, Szenario III a, in PJ und in %

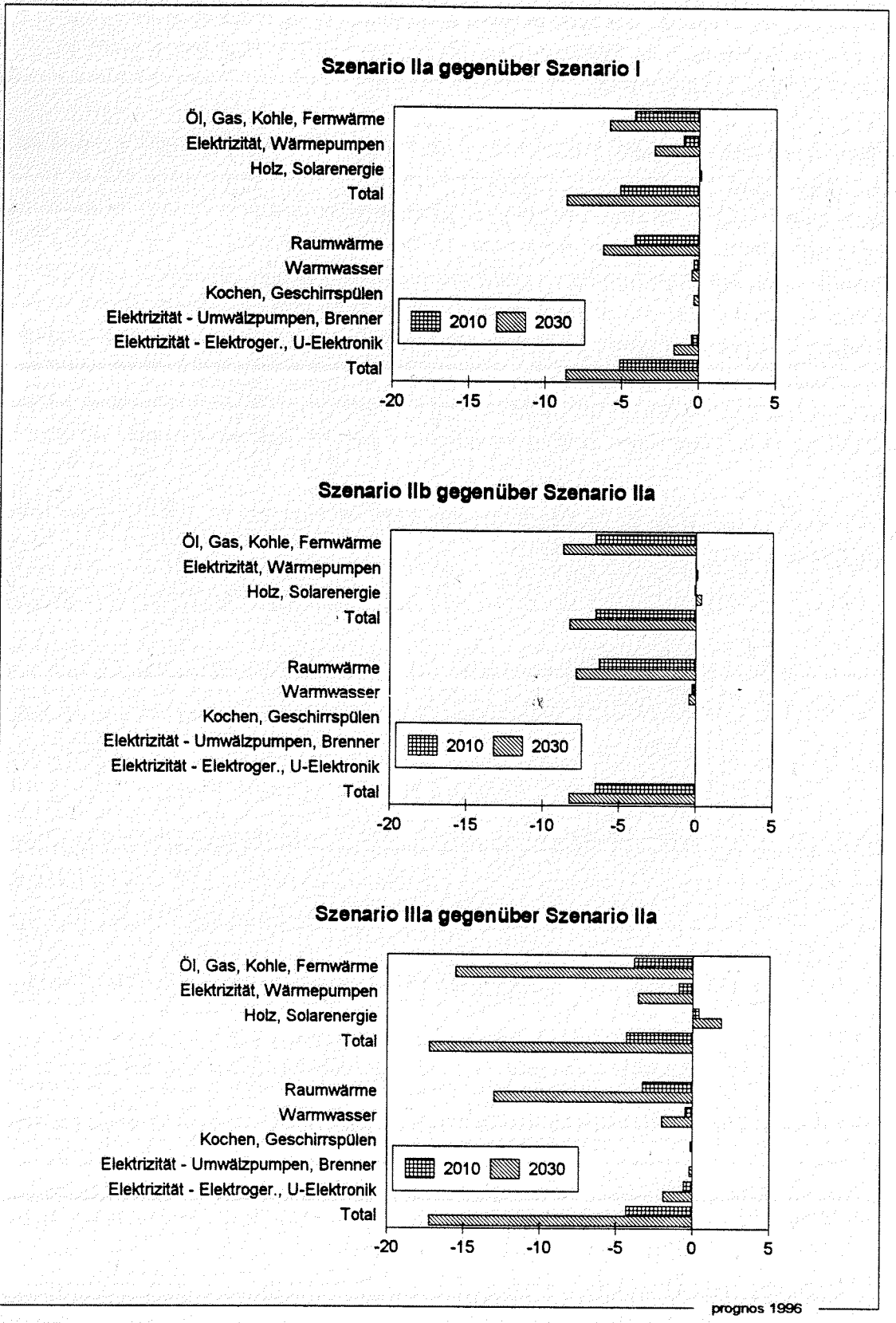
in PJ	1980	1990	2000	2010	2020	2030
Oel	178.8	160.7	133.3	117.5	102.4	88.6
Gas	7.9	25.1	34.5	39.9	41.3	41.1
Elektrizität	38.6	53.1	61.5	62.5	59.1	56.2
Holz	22.0	19.4	19.6	20.1	20.7	20.7
Fernwärme	2.9	4.4	6.2	7.8	9.2	10.6
Solarenergie	0.1	0.1	0.3	0.6	1.2	1.9
übrige (Kohle, andere)	0.9	0.6	0.3	0.2	0.1	0.1
Total	151.1	263.4	255.7	248.6	234.0	219.3
dar.: fossile Energieträger	187.5	186.4	168.0	157.6	143.8	129.9
in %						
Oel	71.2	61.0	52.1	47.3	43.8	40.4
Gas	3.1	9.5	13.5	16.1	17.7	18.8
19.9	15.4	20.2	24.1	25.1	25.3	25.6
Holz	8.8	7.4	7.7	8.1	8.8	9.4
Fernwärme	1.2	1.7	2.4	3.1	4.0	4.8
Solarenergie	0.0	0.0	0.1	0.3	0.5	0.9
übrige (Kohle, andere)	0.4	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
dar.: fossile Energieträger	74.7	70.8	65.7	63.4	61.5	59.2
in PJ						
Raumwärme*)	189.1	194.9	184.7	179.2	168.7	156.9
Elektrizität	7.0	13.8	15.9	16.6	15.7	14.1
sonstige Energieträger	182.0	181.1	168.8	162.6	153.0	142.8
Warmwasser	34.6	34.6	32.5	30.3	27.7	25.3
Elektrizität	6.0	6.9	7.9	7.6	6.5	5.8
sonstige Energieträger	28.5	27.7	24.6	22.7	21.2	19.5
Kochen, Geschirrspülen	8.0	9.0	9.7	9.9	9.7	9.4
Elektrizität	6.1	7.6	8.9	9.2	9.0	8.6
sonstige Energieträger	1.9	1.4	0.8	0.8	0.8	0.8
Übrige Anwendungen (Elektrizität)	19.4	24.9	28.7	29.2	28.0	27.7
Umwälzpumpen, Brenner	2.9	3.3	3.4	3.3	3.1	2.7
Elektrogeräte, Unterhaltungselektr.	16.6	21.7	25.4	25.9	24.9	25.0
Total	251.1	263.4	255.7	248.6	234.0	219.3
in %						
Raumwärme*)	75.3	74.0	72.2	72.1	72.1	71.6
Elektrizität	2.8	5.2	6.2	6.7	6.7	6.4
sonstige Energieträger	72.5	68.8	66.0	65.4	65.4	65.1
Warmwasser	13.8	13.1	12.7	12.2	11.8	11.5
Elektrizität	2.4	2.6	3.1	3.0	2.8	2.6
sonstige Energieträger	11.4	10.5	9.6	9.1	9.0	8.9
Kochen, Geschirrspülen	3.2	3.4	3.8	4.0	4.2	4.3
Elektrizität	2.4	2.9	3.5	3.7	3.8	3.9
sonstige Energieträger	0.8	0.5	0.3	0.3	0.3	0.3
Übrige Anwendungen (Elektrizität)	7.7	9.5	11.2	11.7	12.0	12.6
Umwälzpumpen, Brenner	1.1	1.2	1.3	1.3	1.3	1.2
Elektrogeräte, Unterhaltungselektr.	6.6	8.2	9.9	10.4	10.6	11.4
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Die "Ersparnisse" gegenüber Szenario II b resultieren im wesentlichen aus den Bereichen Raumwärme, Warmwasser und Elektrogeräte, in denen die höheren Energiepreise langfristig das Energiesparen, auch im Elektrizitätsbereich, forcieren (primär über Investitionen in effizientere Techniken, sekundär über Verhaltensänderungen).

Im Bereich Kochen und Elektrizitätsverbrauch für Pumpen, Brenner, Gebläse, etc. sind die tatsächlichen über den Preiseffekt realisierbaren Sparpotentiale gering (weil bereits weitgehend ausgeschöpft). Im Verwendungszweck Elektrogeräte/Haushaltselektronik kann davon ausgegangen werden - obwohl für die meisten Elektrohaushaltsgrossgeräte kein signifikanter Zusammenhang zwischen Gerätepreis und Energieverbrauch festgestellt werden konnte (vgl. Anhang) - dass bei Elektrizitätsverteuerungen bis zu 50 % (in 2030) die Verbraucher energiebewusster sind, und zwar sowohl beim Kauf sowie auch bei der Gerätenutzung. Einen stärkeren Rückgang verhindern die gegenüber Szenario II a unveränderten Ausstattungsgrade der Haushalte mit Elektrogeräten: das verfügbare Einkommen bleibt der Rückerstattung wegen weitgehend gleich, weswegen keine Rückwirkungen auf die Ausstattungsgrade unterstellt wurden.

Grafik 1-1 veranschaulicht die Minder-/Mehrverbräuche von Szenario II b und III a gegenüber dem Szenario II a.

Grafik 1-1: Mehr- bzw. Minderverbräuche nach Energieträgern:



(7) Die Berechnungen zu den Szenarien III b bis III d basieren nicht auf den detaillierten Modellen, sondern auf den Berechnungen von EBP[3] zu den Gesamteinsparungen. Diese wurden entsprechend der Verbrauchsanteile der Sektoren bzw. Verwendungszwecke auf die einzelnen Sektoren aufgeteilt.

Für den Haushaltsbereich ergeben sich danach in **Szenario III b** die nachfolgend aufgeführten Energieverbräuche:

	1990	2000	2010	2020	2030	2010 in %	2030 in %
Heizöl leicht	160,7	133,3	113,6	94,5	80,3	45,9	36,5
Erdgas (Hu)	25,1	34,5	38,3	36,7	35,0	15,5	15,9
Elektrizität	53,1	61,5	63,0	61,5	60,5	25,5	27,5
Fernwärme	4,4	6,2	9,7	13,5	15,8	3,9	7,2
Holz	19,4	19,6	20,2	20,9	20,8	8,2	9,5
Kohle	0,5	0,3	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0
Sonstige	0,1	0,4	2,5	5,8	7,6	1,0	3,5
Total	263.4	255.7	247.4	233,0	220,1	100	100
davon: fossile Energieträger	186,4	168,0	152,0	131,3	115,3	61,4	52,4

Gegenüber Szenario II a liegt der Energieverbrauch im Prognose-Endjahr 2030 um 7 % niedriger. Der Anteil fossiler Energieträger ist mit 52-53 % dagegen deutlich niedriger (Szenario II a: 62 %). Deutlich stärker eingesetzt werden dagegen Fernwärme (Szenario II a: 4 %-Anteil; Szenario III b: 7 %-Anteil) sowie sonstige (im wesentlichen Sonnenenergie: Szenario II a 0,4 %-Anteil; Szenario III b: 3 %). Der Elektrizitätsverbrauch ist in Szenario III b dagegen absolut (+0,8 PJ) als auch anteilig im Gesamtverbrauch (27,5 % gegenüber 25,2 % höher).

(8) **Szenario III c** - beabsichtigte Massnahmen der Energiepolitik, Energie- und Umweltabgabe plus Solarrappen - führt im Jahr 2030 zu einem Energieverbrauch von rund 208 PJ. Dieser liegt um 2,5 % unter dem Energieverbrauch von Szenario III a bzw. um 5,5 % unter dem Verbrauch von Szenario III b. Die rechnerische Wirkung beider Szenarien gegenüber Szenario II a (-33 bis -34 PJ) wird wegen der Überlappungseffekte nicht erreicht. Gegenüber Szenario II a bedeutet dies jedoch eine Einsparung von 28-29 PJ, entsprechend -12 %.

3) Ernst Basler & Partner AG, Solarinitiative: Analyse und Auswirkungen, Zollikon, 1996 (BEW-Schriftenreihe)

Energieverbrauch in Szenario III c (beabsichtigte Politik und Energie- und Umweltabgabe und Solarrappen), in PJ

	1990	2000	2010	2020	2030	2010 in %	2030 in %
Heizöl leicht	160,7	133,3	113,6	94,5	80,3	45,9	36,5
Erdgas (Hu)	25,1	34,5	37,8	34,7	31,7	15,4	15,2
Elektrizität	53,1	61,5	62,4	59,4	56,7	25,4	27,3
Fernwärme	4,4	6,2	9,7	13,5	15,9	3,9	7,6
Holz	19,4	19,6	20,4	21,4	21,5	8,3	10,3
Kohle	0,5	0,3	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0
Sonstige	0,1	0,4	2,4	6,4	8,7	1,0	4,2
Total	263.4	255.7	245,9	225,5	208,0	100	100
davon: fossile Energieträger	186,4	168,0	150,9	125,0	105,1	61,4	50,5

Gegenüber Szenario III b geht der Anteil fossiler Energien etwas stärker zurück, Holz und Sonstige (i.w. Solarenergie) sowie - deutlich schwächer - Fernwärme gewinnen dagegen anteilig.

(9) Die Halbierung des Abgabesatzes und die weniger stringente Zweckbindung des Solarrappens in **Szenario III d** führen zu einer geringeren Einsparung.

Energieverbrauch in Szenario III d (beabsichtigte Politik, Solarrappen mit halbiertem Abgabesatz und weniger stringenter Zweckbindung), in PJ

	1990	2000	2010	2020	2030	2010 in %	2030 in %
Heizöl leicht	160,7	133,3	116,	100,4	87,2	46,8	38,8
Erdgas (Hu)	25,1	34,5	39,5	39,8	39,3	15,9	17,5
Elektrizität	53,1	61,5	62,9	60,9	59,7	25,3	26,5
Fernwärme	4,4	6,2	9,4	12,6	14,1	3,8	6,5
Holz	19,4	19,6	20,0	20,5	20,4	8,0	9,1
Kohle	0,5	0,3	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0
Sonstige	0,1	0,4	1,5	2,9	3,7	0,6	1,6
Total	263.4	255.7	249,1	237,3	225,0	100	100
davon: fossile Energieträger	186,4	168,0	156,1	140,3	126,7	62,7	56,3

2. Die wichtigsten Rahmenbedingungen für den Energieverbrauch

2.1 Bevölkerung und Privathaushalte

(1) Den Prognosen des Energieverbrauchs der Privaten Haushalte liegen die Bevölkerungsprognosen des Bundesamtes für Statistik (BfS) und die Haushaltsprognosen des St. Galler Zentrums für Zukunftsforschung (SGZZ) zugrunde. Für die Zwecke dieser Prognose wurden beide Variablen auf Jahresmittelwerte umgerechnet.

Für die Bevölkerung ergibt sich danach ein Anstieg von 6,712 Mio (1990) auf 7,482 Mio (2030), wobei die höchste Bevölkerungszahl etwa um das Jahr 2010 (mit rund 7,6 Mio) erreicht wird. Ex-post lag die mittlere Jahresbevölkerung stets um rund 1 % über dem rechnerischen Mittelwert (arithmetisches Mittel aus Jahresanfangs- und Jahresendwert), so dass wir auch für die Zukunft mit diesem Anpassungsfaktor rechnen.

Die mittlere Bevölkerung steigt demzufolge von 6,8 Mio in 1990 über 7,4 Mio (2000) auf 7,7 Mio in 2010, fällt danach bis 2030 leicht auf 7,56 Mio Einwohner ab.

(2) Die Zahl der Privathaushalte - 1990 zum Volkszählungszeitpunkt 2,842 Mio mit 6,635 Mio Haushaltsmitgliedern - wird dabei schneller ansteigen als die Bevölkerung und auch dann noch wachsen, wenn die Bevölkerung nach 2010 wieder sinkt. Unterstellt man eine etwa stabile Anzahl an nicht in Privathaushalten lebenden Einwohnern (ca. 150.000), so erhöht sich die Zahl der Privathaushalte zwischen 1990 und 2030 um rund 635.000 oder 22,5 %, weil sich aufgrund der ändernden Haushaltsgrössenstruktur - immer mehr Personen leben in 1- und 2-Personen-Haushalten und immer weniger in grösseren Haushalten - die durchschnittliche Haushaltsgrösse von 2,33 Personen pro Haushalt über 2,21 (2010) auf 2,15 Personen (2030) verringert.

(3) Gegenüber dem Zeitraum 1980/90 bleibt das Wachstum der mittleren Wohnbevölkerung im Zeitraum 1990/2010 mit 0,6 % p.a. unverändert, während die Zahl der Privathaushalte langsamer steigt als in der Vergangenheit (1980/1990: + 1,5 % p.a.; 1990/2010: + 0,9 % p.a.). Nach 2010 wird der Rückgang in der durchschnittlichen Haushaltsgrösse sich weiter abflachen, so dass das Wachstumsdifferential Bevölkerung - Haushalte noch kleiner wird (1980/90: - 0,9 % p.a., 1990/2010: - 0,3 % p.a., 2010/2030: - 0,2 % p.a. zwischen Bevölkerungs- und Haushaltszahl).

(4) Die Bevölkerungs- und Haushaltsentwicklung bedeutet für den Energieverbrauch, dass cet. par. die Zahl der Bedarfsträger z.B. für das Verbrauchssegment Warmwasser bis 2010 noch mit 0,6 % p.a. wächst, sich dann kurze Zeit stabilisiert und erst langfristig leicht sinkt. Für die Zahl der Elektrogeräte in den Haushalten bedeutet dies cet. par. ein Wachstum von fast 1 % bis 2010, und auch danach wird noch ein leichter Anstieg zu verzeichnen sein.

(5) Tabelle 2.1-1 gibt einen kurzen Überblick über die Entwicklung der Eckwerte der Bevölkerung und Haushalte.

Tabelle 2.1-1: Eckwerte Bevölkerung und Privathaushalte 1980-2030

	1980	1990	2000	2010	2020	2030
BfS-Bevölkerung (Mittelwert aus Jahresanfang und Jahresende), in 1000	6319	6712	7358	7595	7536	7482
Wohnbevölkerung, Jahresdurchschnitt, in 1000	6385	6796	7431	7671	7611	7557
Bevölkerung ausserhalb der PHH., in 1000	222	161	150	150	150	150
Haushaltsmitglieder, in 1000	6163	6635	7281	7521	7461	7407
Privathaushalte, Jahresdurchschnitt, in 1000 (1980, 1990 VZ-Ergebnis)	2450	2842	3205	3403	3455	3478
dar: 1 PHH	711	920	1062	1164	1189	1200
2 PHH	728	900	1042	1126	1182	1207
3 PHH	387	424	471	517	532	553
4 PHH	402	413	455	456	432	417
5+PHH	223	184	175	140	121	101
effektive Belegung off.Klasse(Personen)	5.51	5.37	5.26	5.20	5.20	5.20
effektive Ø Haushaltsgrösse (Personen)	2.52	2.33	2.28	2.21	2.17	2.15
Grössenstruktur (%)						
Privathaushalte, Jahresdurchschnitt	100	100	100	100	100	100
dar: 1 PHH	29.0	32.4	33.2	34.2	34.4	34.5
2 PHH	29.7	31.7	32.5	33.1	34.2	34.7
3 PHH	15.8	14.9	14.7	15.2	15.4	15.9
4 PHH	16.4	14.5	14.2	13.4	12.5	12.0
5+PHH	9.1	6.5	5.5	4.1	3.5	2.9

2.2 Wohnungen und Energiebezugsfläche

(1) Die Zahl und Grösse der Wohnungen sowie deren strukturelle Zusammensetzung (nach Gebäudetypen und Baualtersklassen) ist mitentscheidend für den Energieverbrauch für Raumwärme der Privaten Haushalte.

Nach den Prognosen von Wüest & Partner entwickeln sich Wohnungszahl und Energiebezugsfläche wie folgt:

	Anzahl Wohnungen, Mio	Energiebezugsfläche Mio m^2	Ø Wohnungsgrösse m^2 EBF
1970	2,17	•	•
1980	2,70	297	110
1990	3,16	370	117
2000	3,53	435	123
2010	3,78	483	128
2020	3,96	517	130
2030	4,08	537	131

Die Zahl der Wohnungen (bewohnte Erstwohnungen, Zweit- und Ferienwohnungen, Leerwohnungen) erhöht sich von 3,16 Mio 1990 auf 4,08 Mio in 2030, die zugehörige Energiebezugsfläche von 370 Mio m^2 auf 537 Mio m^2. Die Durchschnittsgrösse je Wohnung wird in 2030 131 m^2 betragen, 1990 waren es 117 m^2.

(2) Vom gesamten Wohnungsbestand entfielen 1990 gut 35 % auf 1+2-Familienhäuser, 20 % auf kleine Mehrfamilienhäuser (mit 3 - 6 Wohnungen), 39 % auf grosse Mehrfamilienhäuser und rund 5 % auf "sonstige Gebäude" (mit Wohneinheiten), d.h. fast 65 % aller Wohnungen waren 1990 in Gebäuden, die keine 1+2-Familienhäuser waren.

Diese strukturelle Verteilung wird sich im Prognosezeitraum kaum verändern: der Anteil der Wohnungen in 1+2-Familienhäusern steigt zu Lasten der Wohnungen in den übrigen Gebäudetypen nur ganz leicht an.

Die Energiebezugsfläche der 1+2-Familienhäuser - ihr Anteil lag 1990 bei über 45 %, die Durchschnittsgrösse lag mithin um fast 30 % höher als der Gesamtdurchschnitt - wird anteilig gleichfalls leicht steigen; allerdings sind auch hier die strukturellen Veränderungen vergleichsweise klein.

(3) Tabelle 2.2-1 gibt einen Überblick über die strukturelle Zusammensetzung der Wohnungen bzw. deren Energiebezugsfläche nach Gebäudetypen:

Tabelle 2.2-1: Strukturelle Zusammensetzung des Bestandes an Wohnungen und Energiebezugsflächen 1990 - 2030

		1+2-FH	kleine MFH	grosse MFH	sonstige Gebäude	Summe
Wohnungen, Mio						
	1990	1,12	0,64	1,25	0,15	3,16
	2000	1,25	0,70	1,42	0,16	3,53
	2010	1,39	0,74	1,48	0,17	3,78
	2020	1,44	0,78	1,56	0,18	3,96
	2030	1,47	0,80	1,62	0,19	4,08
Energiebezugsfläche, Mio, m^2	1990	169	68	117	17	370
	2000	200	79	137	19	435
	2010	226	86	150	21	483
	2020	240	92	162	23	517
	2030	248	96	169	23	537
Ø Grösse, m^2	1990	151	107	93	111	117
	2000	160	113	96	118	123
	2010	163	113	102	121	128
	2020	167	118	104	123	130
	2030	169	119	104	124	131

1+2-FH = Ein- und Zweifamilienhäuser
MFH = Mehrfamilienhäuser

(4) Die prognostizierte Bestandsentwicklung erfordert ein Neubauvolumen von knapp 1,3 Mio Wohnungen zwischen 1991 und 2030 (Neubau plus Ersatzneubau), davon rund 0,45 Mio in 1+2-Familienhäusern und rund 0,85 Mio Wohnungen in Mehrfamilienhäusern und sonstigen Gebäuden.

Tabelle 2.2-2: Neubauvolumen 1990 - 2030

		1+2-FH	kleine MFH	grosse MFH	sonstige Gebäude	Summe
Wohnungen, Mio1991-2000		0,17	0,09	0,19	0,02	0,47
	2001-2010	0,15	0,06	0,13	0,02	0,36
	2011-2020	0,08	0,05	0,12	0,01	0,26
	2021-2030	0,05	0,04	0,09	0,01	0,19
	1991-2030	0,44	0,25	0,54	0,06	1,28
Energiebezugsfläche, Mio, m^2	1991-2000	30,32	11,04	21,08	2,46	64,92
	2001-2010	26,68	7,84	15,25	1,81	51,56
	2011-2020	14,73	6,88	14,04	1,44	37,09
	2021-2030	9,29	5,40	11,13	1,13	26,93
	1991-2030	81,03	31,14	61,50	6,83	180,50
Ø Grösse, m^2						
	1991-2000	179	122	111	116	138
	2001-2010	183	125	114	119	144
	2011-2020	187	127	117	122	140
	2021-2030	190	129	119	124	140
	1991-2030	183	125	115	120	141

Damit sind im Prognosejahr 2030 rund 1/3 der dann vorhandenen Energiebezugsflächen 40 Jahre und jünger: das kumulierte Bauvolumen 1991 - 2030 liegt bei rund 180 Mio m^2 Energiebezugsfläche. Da der Heizenergiebedarf der neuen Gebäude bzw. Wohnungen im allgemeinen niedriger liegt als der des Bestandes (geringere Transmissions- und Lüftungsverluste), ist diese Verschiebung im Altersaufbau des Gebäudebestandes von erheblichem Einfluss auf den Energieverbrauch für Raumwärme insgesamt.

2.3 Energiepolitische Rahmenbedingungen

(1) Die energiepolitischen Rahmenbedingungen unterscheiden sich in den drei Szenarien. In Szenario I wird von den bereits heute vorhandenen bzw. beschlossenen Massnahmen ausgegangen. Das Energiegesetz enthält nur die Massnahmen des Energienutzungsbeschlusses inkl. der Zielwerte für (Elektro)Geräte.[1)]

Im einzelnen sind in der Variante "beschlossene Politik" folgende Massnahmen/Ansatzpunkte integriert:

Tabelle 2.3-1: Energiepolitische Rahmenbedingungen und deren Umsetzung in Szenario I

Bezug	Massnahmen/Ansatzpunkte[1)]	Wirkungen
Geräte, Apparate	Warendeklaration Verbrauchszielwerte – Kühl-, Gefriergeräte (1994/1995) – Haushalts-Backöfen (1994/1997) – Haushalts-Geschirrspüler (1994/1997) – Haushalts-Waschmaschinen (1994/1997) – Haushalts-Wäschetrockner (1994/1997) – Videorecorder (nur "stand-by-Betrieb), (1994/1996) – Fernsehgeräte ("stand-by" 1994/1995, Normalbetrieb 1994/1996) – Bildschirme und Einzelarbeitscomputer (Betriebszustände "aus" und "stand-by" 1995/1997) – Drucker (Betriebszustände "aus" und "stand-by" 1995/1996)	einmaliger Effekt auf das Verbrauchsniveau neuer Geräte, keine Beeinflussung der trendmässigen technischen Entwicklung.
Gebäude Transmissions- und Lüftungsverluste	Empfehlungen nach SIA 380/1 – Neubauten Grenzwerte ab 1997 – Neubauten Zielwerte ab 2010 – Umbauten Grenzwerte ab 1997	Reduktion der Heizenergiebedarfe für Neubauten, Ausmass abhängig vom Vollzugsgrad. Reduktion der Heizenergiebedarfe im Altbau durch Sanierungen. Ausmass abhängig von Sanierungshäufigkeit und spez. Einsparung (letztere ist abhängig vom Sanierungszeitpunkt bzw. -raum).

1) Die energiepolitischen Rahmenbedingungen entsprechen weitgehend denen des Szenarios "Beschlossene Politik", das im Endbericht von 1994 dokumentiert ist.

Fortsetzung Tabelle 2.3-1

Heizanlagen	Luftreinhalteverordnung (vom 20.11.1991, in Kraft seit 1.1.1992) – max. Abgas- und Bereitschaftsverluste vor allem für Öl- und Gasheizanlagen – vorzeitiger Ersatz von Altanlagen wenn * älter als 15 Jahre und Heizleistung > 70 kW * älter als 15 Jahre und Emissionsanforderungen nicht erfüllt werden, falls Heizleistung < 70 kW Empfehlungen nach SIA 380/1 betreffend – minimale Nutzungsgrade – maximale Verteilverluste	Verbesserung der Nutzungsgrade von öl- bzw. gasbeheizten neuen Heizanlagen, vorzeitiges Aussondern von sehr alten Anlagen.
Heizkostenabrechnung	VHKA – Neubauten 1992/1996 – bestehende Bauten 1998/98 (Gebäude mit 5+ Wohnungen) Ausnahmeregelungen für Flächenheizungen. Typenprüfung WW-Speicher (1990/98)	Reduktion der spezifischen Heizenergiebedarfe (Reduktion der Lüftungsverluste, Verhaltensänderungen) im Rahmen der erreichten Vollzugsgrade; zunächst höherer, dann wieder leicht sinkender spezifischer Einspareffekt (Gewöhnung).
Elektrowärme	Bewilligungspflicht für Neuanlagen 1992/1998 (> 3 kW Heizleistung), im Zeitablauf steigender Vollzugsgrad.	Reduktion des Elektrowärmeanteils im Neubau nach 1992. Ausmass der Reduktion vom Vollzugsgrad abhängig. Geringeres Potential für Substitutionsgewinne Elektrowärme. Verschiebung zugunsten übriger Energieträger und Wärmepumpen.
Lüftungsanlagen	SIA 380/4 1995/2000	Unbedeutend im Haushaltsbereich
Übrige Haustechnik	SIA 380/4 1995/2000	Deutliche spezifische Abnahme Hilfsenergieverbrauch für Umwälzpumpen und Brenner.
Warmwasserverbrauch		
Warmwasserkostenabrechnung	VWKA – Neubauten 1992/1995 im Mehrfamilienbau	Reduktion der spezifischen Warmwasserbedarfe, Ausmass abhängig vom Vollzugsgrad.
Warmwasserbereitstellung	SIA 380/1 – Nutzungsgrade Warmwasserversorgung – Verteilverluste Warmwassersystem	Steigende Nutzungsgrade, im Verhältnis zur Heizanlage überdurchschnittliche Verbesserung (höherer Anteil Bereitschafts- und Verteilverluste)

Fortsetzung Tabelle 2.3-1:

Beheizungs- bzw. Warmwasserstruktur Substitution Raumwärme Warmwasser	Ausbau Nah- und Fernwärme. Förderung regenerativer Energien	Steigender Beheizungsanteil der Nah- und Fernwärme, teilweises Mitziehen der Warmwasserversorgung über Fernwärme, da gekoppelt an Beheizungsstruktur
Leitungsgebundene Energieträger Tarife	Empfehlungen der EVED Vorschrift ENB (Selbstversorger)	Tarifdifferenzierung, möglichst geringe feste Tarifbestandteile, keine Mengenrabatte u.ä.: Direktere Verknüpfung Energieverbrauch-Kostenbelastung, Einspeisungsmöglichkeiten für Selbstversorger
Förderprogramme	Mittel gemäss Budget/Voranschlag (1995 für alle Sektoren 90-100 Mio CHF), danach konstant. – Forschung und Entwicklung – Aus- und Weiterbildung ENG 1997 – Pilot- und Demonstrationsanlagen – Information und Beratung – Förderprogramm im einzelnen (E 2000 Holz, Wärmepumpen, Solaranlagen)	Verbesserung der Voraussetzungen für einen sparsamen Umgang mit Energie, Finanzierung von entsprechenden Massnahmen.
Energiegesetzgebung	Im wesentlichen sind die Anforderungen bereits in ENB und ENV integriert (sowie in die MVO).	

1) 1. Jahr: effektives bzw. geplantes in Kraft treten
2. Jahr: Erreichen der Zielwerte bis Ende ...

(2) In **Szenario II a** sind die energiepolitischen Rahmenbedingungen stringenter: Verbrauchszielwerte werden im Zeitablauf verschärft, ihre Nichteinhaltung ggf. durch Zulassungsanforderungen verhindert; ebenso werden die SIA-Empfehlungen im Zeitablauf weiter reduziert (Heizenergiebedarfe, Abgas-, Bereitschafts- und Verteilverluste u.a.), der Vollzugsgrad der einzelnen Massnahmen wird durch stringentere Kontrollen erhöht.[2)]

2) Die energiepolitischen Rahmenbedingungen von Szenario II a entsprechen im wesentlichen den Rahmenbedingungen aus dem Szenario "Beabsichtigte Politik", das im Endbericht von 1994 dokumentiert ist. **Abweichend davon ist in Szenario II a die CO_2-Abgabe nicht enthalten.** Ausserdem ist das direkte Fördervolumen gegenüber dem Szenario "Beabsichtigte Politik" um 50 % reduziert.

Tabelle 2.3-2 gibt die wichtigsten Abweichungen gegenüber Szenario I im Überblick wieder.

Tabelle 2.3-2: Veränderung der energiepolitischen Rahmenbedingungen in Szenario II a gegenüber Szenario I

Bezug	Massnahmen/Ansatzpunkte[1)]	Wirkungen
Geräte, Apparate	Verbrauchszielwerte für die einzelnen Geräte werden alle 5 Jahre verschärft, erstmalig jedoch 2005. Zulassungsvorschriften.	Stärkere Reduktion des spezifischen Verbrauchsniveaus der wichtigsten Haushaltsgeräte alle 5 Jahre. Forcierung des technischen Fortschritts. Bei Nichterreichen der Zielwerte sollen Zulassungsvorschriften erlassen werden.
Gebäude		
Transmissions- und Lüftungsverluste	Empfehlungen nach SIA 380/1 werden dynamisiert: Grenzwerte ab 1997 für Neubauten Zielwerte ab 2000 für Neubauten, werden alle 5 Jahre verschärft. Stringentere Sanierungserfordernisse.	Stärkere Reduktion der Heizenergiebedarfe im Neubau und im Altbestand. Ausmass abhängig vom Vollzugsgrad.
Heizanlagen	Strengere Kontrollen der LRV-Anforderungen.	Geringfügig höhere Nutzungsgrade
Heizkostenabrechnung	Erweiterung des Erfassungskreises auf alle Mehrfamilienhäuser (ab 2 Wohnungen pro Gebäude).	Höherer Vollzugsgrad, grösserer Erfassungskreis in Verbindung mit stringenterer Kontrolle etwas grössere relative Einsparung.
Elektrowärme	Strengere Kontrolle des Vollzuges. Förderung des Einsatzes von Widerstandheizungen durch Elektro-Wärmepumpen.	Höhere Vollzugsgrade, geringerer Anteil Widerstandheizungen in Neubau und bei Substitutionen. Höherer Wärmeerzeugungsanteil.
Warmwasserverbrauch		
Warmwasserkostenabrechnung	Strengere Kontrolle des Vollzuges.	Höherer Vollzugsgrad; etwas höhere spezifische Einsparraten.
Beheizungs- bzw. Warmwasserstruktur		
Substitution Raumwärme	Verstärkte Förderung der Nah- und Fernwärme, Abwärmenutzung und WKK-Anlagen.	Etwas stärkerer Einsatz von Nah-, Fernwärme, Solaranlagen, Wärmepumpen

Fortsetzung Tabelle 2.3-2:

Leitungsgebundene Energieträger Tarife	Verstärkte Reduktion der Fixkostenanteile in den Tarifstrukturen (grenzkostenorientierte Tarife); leichte Anhebung der Elektrizitätstarife zur Finanzierung des Least-Cost-Planning (LCP) (integrierte Ressourcen-Planung IRP, Demand-Side-Management DSM).	Herabsetzung der mittleren Lebensdauer der Elektrogeräte, verstärkter Geräteumschlag durch LCP/IRP/DMS.
Förderprogramme	Aufstockung des Fördervolumens gegenüber Szenario I Darüber hinaus ca. 50 Mio CHF/a. der EVU's für demand-side-management. **Anteil Haushalte:** ca. 1/4 der Netto-Mittel der Direktförderung (ca. 16-17 Mio CHF/a.; ca. 1/3 der DSM-Mittel.	Verstärkte Förderung von erneuerbaren Energien (Holz, Solar), von Fern- u. Nahwärme (via Abwärmenutzung), Verringerung des Durchschnittsanlagenalters wichtiger Elektrogeräte, vorzeitiger Ersatz alter energieverschwendender Elektrogeräte im Haushalt.
Energiegesetzgebung	ENG-Entwurf vom 1.6.1995	Integriert in oben detaillierter aufgeführten Massnahmen/Ansatzpunkte.

Die zusätzlichen Fördermittel in Szenario II a gegenüber Szenario I sind in ihrem zeitlichen Verlauf nachfolgender Tabelle zu entnehmen.

Zusätzliche Fördermittel für den Sektor Haushalte in Szenario II a in Mio Fr.:

	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
BEW insgesamt	32	25	18	12	12	13	13
dav.: indirekte Förderung	31	22	13	5	5	6	6
dav.: FuE	13	9	6	2	2	2	2
PuD	11	8	5	2	2	2	3
Inform., Beratung	3	2	1	0	0	0	0
Aus-/Weiterbildung	3	2	1	0	0	0	0
direkte Förderung	1	3	5	7	7	7	7
dav.: Erneuerb. Energien	1	3	5	7	7	7	7
Abwärme	0	0	0	0	0	0	0
Nicht-BEW: DSM	17	17	17	17	17	17	17

(3) **Szenario II b** unterscheidet sich von Szenario II a durch die zusätzlich erhobene CO_2-Abgabe. Die CO_2-Abgabe wird 2000 eingeführt mit einem Abgabesatz von 12,– Fr./t CO_2. Alle 2 Jahre wird die Abgabe um 12,– Fr./t CO_2 erhöht, bis 2008 die Belastung 60,– Fr./t CO_2 beträgt. In 2008 beträgt der Abgabesatz 60,– Fr./t CO_2. Danach bleibt der Abgabesatz real konstant.

Tabelle 2.3-3: Veränderung der energiepolitischen Rahmenbedingungen in Szenario II b gegenüber Szenario II a

Bezug	Massnahmen/Ansatzpunkte	Wirkungen
Energiegesetzgebung	CO_2-Abgabe auf fossile Energieträger ab 2000, maximaler Abgabesatz ab 2008 real konstant	Nominelle und reale Verteuerung von Kohle, Öl und Gas; relative Verbilligung von Strom; preisinduzierte Sparwirkungen in allen Verbrauchsbereichen.

Die Einnahmen aus der Abgabe werden (nach Abzug der Verwaltungskosten) an die Verbraucher rückerstattet (Haushalte: pro Kopf), was Haushalte mit geringem Energieverbrauch "belohnt" und Haushalte mit hohem Energieverbrauch "bestraft".

Die sich hieraus ergebenden relativen Preiserhöhungen für die Energieträger Öl und Gas sind nachstehender Tabelle zu entnehmen:

Relative Teuerung durch die CO_2-Abgabe (in % des jeweiligen Preises ohne CO_2-Abgabe)

	2000	2005	2010	2020	2030
Heizöl leicht	10	28	45	38	30
Gas	5	14	22	20	17

(4) In den Szenarien III wird versucht, die energischen Auswirkungen der "Energie- und Umweltinitiative" sowie der "Solarinitiative" abzubilden.

In **Szenario III a** werden die politischen Ansatzpunkte und Massnahmen aus Szenario II a übernommen. Zusätzlich wird eine **Energie- und Umweltabgabe** erhoben, beginnend mit dem Jahr 2003. Diese Energie- und Umweltabgabe wird auf alle fossilen Energieträger sowie auf Elektrizität erhoben.

Tabelle 2.3-4: Veränderung der energiepolitischen Rahmenbedingungen in Szenario III a gegenüber Szenario II a

Bezug	Massnahmen/Ansatzpunkte	Wirkungen
Energiegesetzgebung	Energie- und Umweltabgabe auf fossile Energieträger und Elektrizität	nominelle und reale Verteuerung von Öl, Gas, Kohle und Elektrizität; relative Verbilligung von Holz und Fernwärme sowie Strom - jeweils im Verhältnis zu Öl/Gas

Gemäss Energie- und Umwelt-Initiativtext soll der Verbrauch der nicht erneuerbaren Energien innert 8 Jahren nach Annahme der Vorlage stabilisiert und anschliessend während 25 Jahren um durchschnittlich 1 % p.a. vermindert werden. Dafür soll eine Abgabe auf nicht

erneuerbare Energieträger eingeführt werden, deren Einnahmen (nach Abzug der Verwaltungskosten) wieder an Bevölkerung und Wirtschaft rückverteilt werden.

Abgabeobjekte sind Rohöl und Erdölprodukte (ohne nichtenergetischen Verbrauch), Erdgas, Kohle, Kernbrennstoff sowie Wasserkraft (ab 1 MW Leistung). Wasserkraft soll nach den Vorstellungen der Initianten nur dann besteuert werden, wenn das Preisgefälle zur Kernenergie zu gross wird. Die Abgabe wird bei den Energieproduzenten und -importeuren erhoben, womit sich bei den Mineralölprodukten ein neues Steuersystem erübrigt.

Diese Abgabe verteuert die Energiepreise von Szenario II a wie folgt:

Relative Teuerung durch die Energie- und Umweltabgabe (in Prozent des jeweiligen Preises ohne Energie- und Umweltabgabe)

	2005	2010	2015	2020	2015	2030
Heizöl leicht	11	30	50	69	89	104
Erdgas	11	31	52	74	97	119
Elektrizität	4	13	21	30	39	49

Die Nettoeinkommen aus der Abgabe werden an die Verbraucher rückerstattet (Haushalte: pro Kopf), was Haushalte mit geringem Energieverbrauch belohnt und Haushalte mit hohem Energieverbrauch bestraft.

(5) In **Szenario III b** wird, basierend gleichfalls auf Szenario II a, anstelle der Energie- und Umweltabgabe der **Solarrappen** erhoben.

Tabelle 2.3-5: Veränderung der energiepolitischen Rahmenbedingungen in Szenario III b gegenüber Szenario II a

Bezug	Massnahmen/Ansatzpunkte	Wirkungen
Energiegesetz-gebung	Solarrappen	nominelle und reale Verteuerung von nicht erneuerbaren Energieträgern und von Strom aus nicht erneuerbaren Energien; relative Verbilligung von erneuerbaren Energien und von Elektrizität; direkte Förderung der Solarenergienutzung ($\geq$ 50 % der Nettofördermittel) und der nachhaltigen und effizienten Energienutzung.

Die Solarinitiative will die Nutzung der erneuerbaren Energien (Sonne, Wind, Biomasse) und die Energieeffizienz nachhaltig forcieren. Mit Hilfe des Solarrappens auf nicht erneuerbare Energieträger bzw. Strom aus nicht erneuerbaren Energien soll dieses Ziel erreicht werden.

Der Solarrappen soll 3 Jahre nach Annahme der Initiative eingeführt (2003: 0,1 Rp/kWh) und danach stufenweise bis 2007 auf 0,5 Rp/kWh erhöht werden. Der volle Abgabesatz wird bis 2027 erhoben. Ab 2028 erlöschen Abgabe und Förderung.

Die Einnahmen aus dem Solarrappen sollen zweckgebunden verwendet werden: direkte Förderung der Sonnenenergienutzung (≥ 50 %) und nachhaltige Steigerung der Effizienz der Energienutzung.

Der Solarrappen verteuert die Energiepreise des Szenario II a wie folgt:

Relative Teuerung durch den Solarrappen (in Prozent des jeweiligen Preises ohne Solarrappen):

	2003	2005	2010	2025
Heizöl leicht	3	9	24	11
Erdgas	2	6	9	8
Elektrizität	1	2	2	2

Das Aufkommen des Solarrappens dürfte - über alle Verwendungssektoren und bei vollem Abgabesatz - bei 800-900 Mio CHF liegen.

In **Szenario III c** werden die kombinierten Wirkungen von Szenario III a (Energie- und Umweltabgabe) und III b (Solarrappen) untersucht; **Szenario III d** entspricht Szenario III b mit halbem Abgabesatz und gelockerter Zweckbindung der Mittelverwendung.

3. Der Energieverbrauch 1990 und seine ex-post-Entwicklungstendenzen

3.1 Der Energieverbrauch insgesamt und dessen Verwendungs- und Energieträgerstruktur

(1) 1990 betrug der analytisch mit Hilfe des bottom-up-Modells ermittelte **Energieverbrauch insgesamt** der Privaten Haushalte rund 263 PJ. Dieser Verbrauch ist auf der Basis eines "klimatischen Normaljahres" berechnet. Da jedoch 1990 wärmer war als der längerfristige Durchschnitt der Jahre 1970/92 (das "klimatische Normaljahr"), errechnet sich ein nicht temperaturbereinigter (Ist)Verbrauch von 247 PJ.[1)]

Gegenüber 1980 bedeutet dies temperaturbereinigt einen Anstieg um 12 PJ, gemessen an den nichttemperaturbereinigten Verbräuchen einen Rückgang um 16 PJ. Diese grossen Differenzen rühren daher, dass 1980 - statistisch an der Heizgradtagzahl gemessen - um 8-9 % kälter und 1990 um 10-11 % wärmer war als das zugrundegelegte klimatische Normaljahr.

Grafik 3.1-1 zeigt die Entwicklung zwischen 1980 und 1990 im Überblick. Deutlich sichtbar wird der starke Einfluss der klimatischen Bedingungen auf den jeweiligen Ist-Verbrauch.

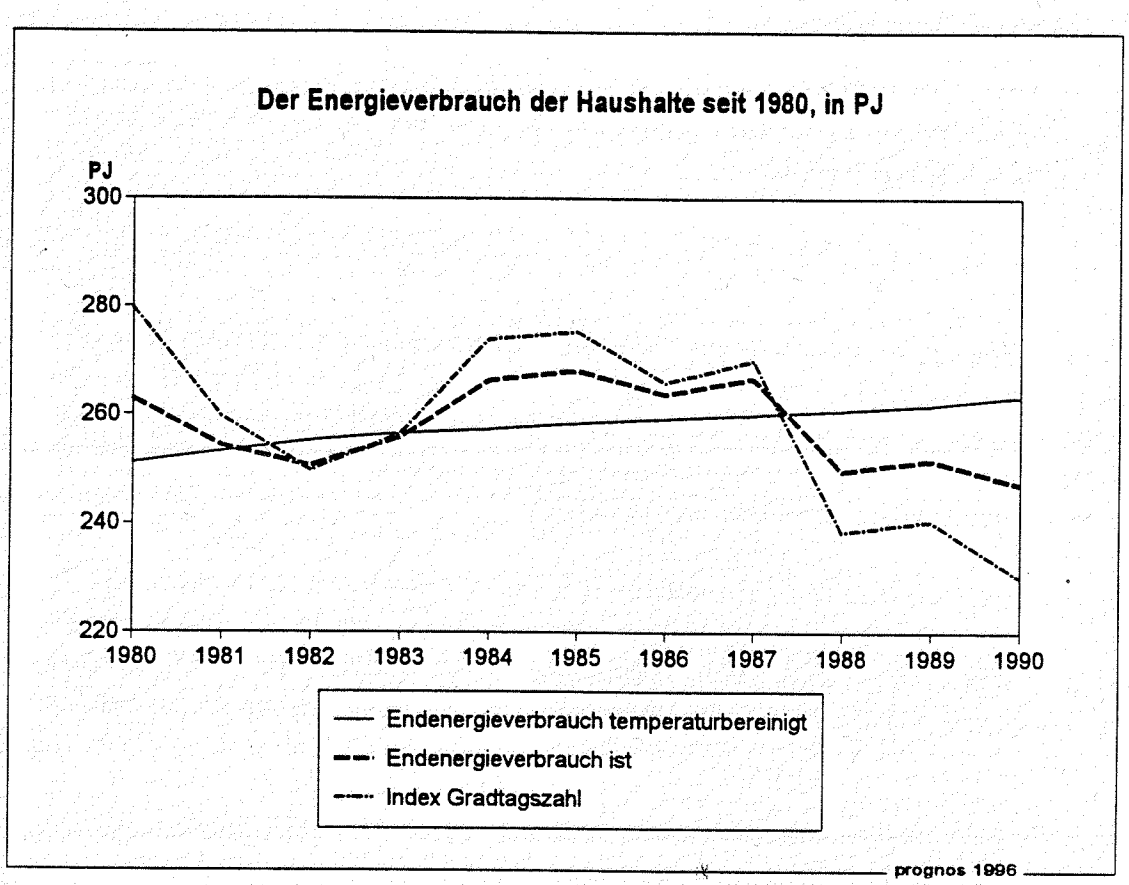
(2) Der weitaus grösste Teil des Gesamtverbrauches fällt dabei auf den klimaabhängigen **Raumwärmebereich**: ohne den Elektrizitätsverbrauch für Umwälzpumpen und Brenner und ohne den Elektrizitätsverbrauch der Kleinheizgeräte und Öfelis entfielen 1990 temperaturbereinigt 192 PJ auf diesen Sektor, gegenüber 1980 ein Mehrverbrauch von rund 6 PJ. Bezogen auf den Gesamtverbrauch entspricht dies einem Anteil von 73 % (1980: 74 %). Wegen der bereits erwähnten klimatischen Ausgangsbedingungen in 1990 und 1980 war der effektive Verbrauch in 1980 höher und in 1990 deutlich niedriger, woraus, bezogen auf den Ist-Verbrauch, zwischen 1980 und 1990 ein Rückgang um rund 22 PJ zu verzeichnen war.[2)]

---

1) Dieser Wert weicht aus methodischen Gründen von dem in der Energiestatistik ausgewiesenen Wert ab. Der hier genannte Wert ist ein analytischer aufaggregierter Wert (bottom-up-Ansatz). Hauptursache für die Abweichung sind jedoch sektoral unterschiedliche Abgrenzungen zwischen den Sektoren "Haushalte" einerseits und "Dienstleistungen, Gewerbe und Landwirtschaft" andererseits. Ändern sich die Abgrenzungsunterschiede im Zeitablauf nicht, so sind sie ohne Belang für das Ergebnis: die strukturellen Veränderungen bezüglich Niveau und Zusammensetzung des Energieverbrauchs sind weitaus entscheidender als (vergleichweise kleine) definitorische Unterschiede der sektoralen Abgrenzung.

2) Dabei wird von den Lagereinflüssen auf den tatsächlichen Verbrauch (von Heizöl extra leicht, Kohle, Holz) abstrahiert.

Grafik 3.1-1



(3) Der Energieverbrauch für **Warmwasser** lag 1980 wie auch 1990 bei knapp 35 PJ. Da die Bevölkerung bzw. die Zahl der Haushalte im gleichen Zeitraum angestiegen ist, resultiert hieraus ein Rückgang des spezifischen Verbrauchs sowohl pro Kopf als auch pro Haushalt. Bezogen auf den für langfristige Analysen heranzuziehenden temperaturbereinigten Energieverbrauch insgesamt betrug der Verbrauchsanteil für Warmwasser 1990 rund 13 %, 1980 lag dieser Anteil noch bei 14 %.

(4) Mit rund 9 PJ Energieverbrauch benötigt das **Kochen** i.w.S. (Elektro-, Gas-, Holzherde einschl. Geschirrspüler, Toaster, Grill, Friteuse, Mikrowelle, Kaffeemaschine und Dunstabzughaube) 3,4 % des gesamten Energieverbrauchs. 1980 wurden hierfür 8 PJ (entsprechend 3,2 % Anteil) verbraucht. Pro Kopf der Bevölkerung ist der Energieverbrauch für das Kochen damit gestiegen (+ 5,6 %), pro Haushalt hat er sich verringert (1980/90: -3 %).

(5) Die **übrigen Verwendungszwecke**, der Elektrizitätsverbrauch von nicht festinstallierten Kleinheizgeräten und für Umwälzpumpen und Brenner von Heizanlagen sowie der auf Haushaltsgeräte und Unterhaltungselektronik entfallende Elektrizitätsverbrauch, lag 1990 bei (temperaturbereinigt) 28 PJ; davon sind 22 PJ nicht dem Raumwärme-/Klimabereich zuzurechnen. Dieses Verbrauchsvolumen an Elektrizität hat zwischen 1980 und 1990 um 30 % zugenommen (absolut: +5,1 PJ). Bezogen auf den Energieverbrauch beanspruchte der "übrige Verbrauch" 1990 10,6 %; 1980 waren es erst 8,9 %. Bezogen auf den Elektrizitätsverbrauch sind dies in 1990 41 %, in 1980 sogar 43 % gewesen.

(6) Tabelle 3.1-1 zeigt die Verwendungszwecke des gesamten Energieverbrauchs 1990 und 1980. Grafik 3.1-2 stellt die Verbräuche nach den beiden Energieträgerdifferenzierungen Elektrizität und fossile Energieträger (inklusive Fernwärme, Solar und andere) dar. Deutlich sichtbar ist der überdurchschnittliche Anstieg von Elektrizität (1980: 39 PJ, 1990: 53 PJ). und das - temperaturbereinigt - nahezu stabile Verbrauchsvolumen an fossilen und übrigen Energien von rund 210 PJ. In Grafik 3.1-2 sind die Veränderungen visuell dargestellt.

Grafik 3.1-2:

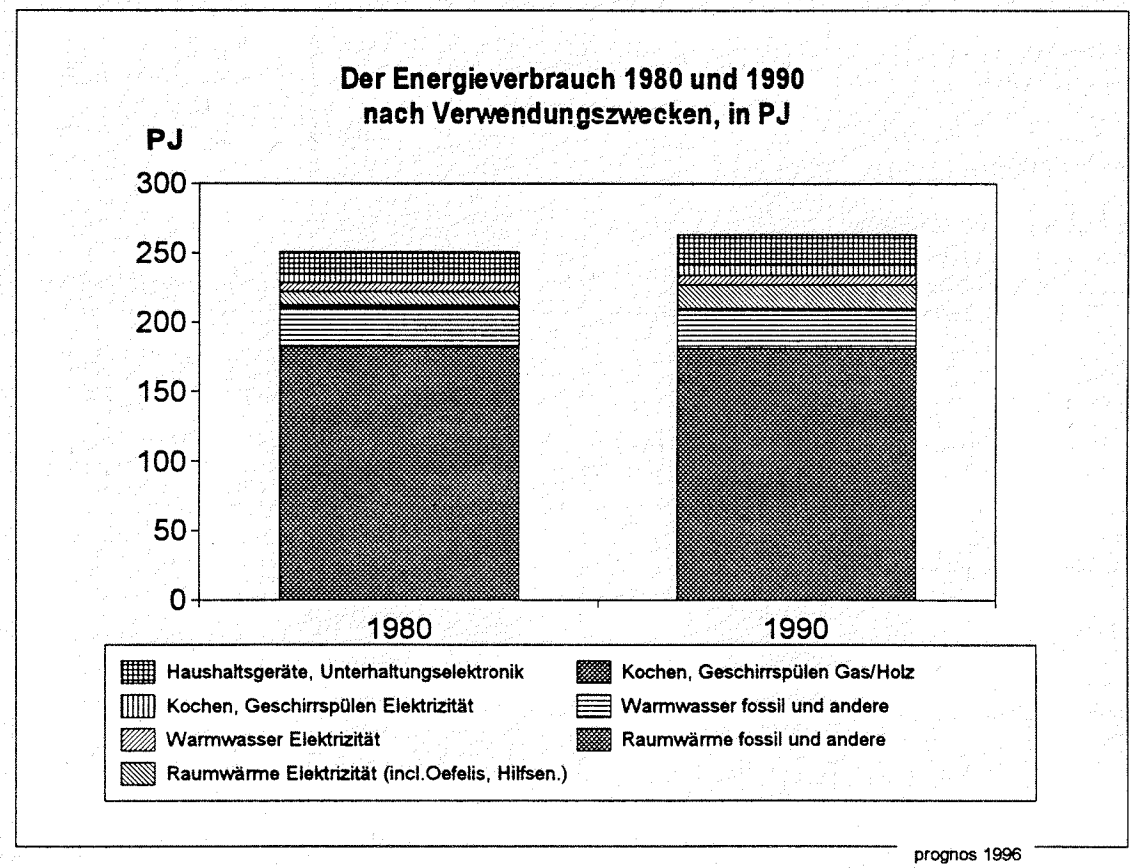


Tabelle 3.1-1: Der Energieverbrauch 1990 nach Verwendungszwecken und der Vergleich mit 1980 absolut in PJ und in %

absolut in PJ	1980	1990	1980	1990
	nicht temperaturbereinigt		temperaturbereinigt	
Raumwärme (festinstallierte Anlagen)	197.8	176.0	186.1	191.9
dar: Elektrizität	4.3	9.9	4.1	10.8
Warmwasser	34.6	34.6	34.6	34.6
dar: Elektrizität	6.0	6.9	6.0	6.9
Kochen, Geschirrspülen	8.0	9.0	8.0	9.0
dar: Elektrizität	6.1	7.6	6.1	7.6
Übriger Verbrauch (Elektrizität)	22.7	27.4	22.4	27.9
dar: Umwälzpumpen, Brenner	3.1	3.0	2.9	3.3
Kleinheizgeräte, Klimageräte, Luftbefeuchter	3.1	2.8	2.9	3.0
Haushaltsgeräte, Unterhaltungselektr., Sonstiges	16.6	21.7	16.6	21.7
Total	263.0	247.1	251.1	263.4
dar: Elektrizität	39.2	51.8	38.6	53.1

in %	1980	1990	1980	1990
	nicht temperaturbereinigt		temperaturbereinigt	
Raumwärme	75.2	71.2	74.1	72.9
dar: Elektrizität	11.1	19.1	10.6	20.3
Warmwasser	13.1	14.0	13.8	13.1
dar: Elektrizität	15.4	13.3	15.6	12.9
Kochen	3.0	3.6	3.2	3.4
dar: Elektrizität	15.6	14.7	15.8	14.3
Übriger Verbrauch (Elektrizität)	8.6	11.1	8.9	10.6
dar: Umwälzpumpen, Brenner	7.8	5.8	7.5	6.1
Kleinheizgeräte, Klimageräte, Luftbefeuchter	7.9	5.4	7.6	5.6
Haushaltsgeräte, Unterhaltungselektr.,Sonstiges	42.3	41.8	42.9	40.7
Total	100.0	100.0	100.0	100.0
dar: Elektrizität	100.0	100.0	100.0	100.0

	1980	1990	1980	1990
	nicht temperaturbereinigt		temperaturbereinigt	
Raumwärme, fossil u. andere	193.4	166.1	182.0	181.1
Raumwärme, Elektrizität (total)	10.5	15.7	9.9	17.0
Warmwasser, fossil u. andere	28.5	27.7	28.5	27.7
Warmwasser, Elektrizität	6.0	6.9	6.0	6.9
Kochen, Gas u. Holz	1.9	1.4	1.9	1.4
Kochen, Elektrizität	6.1	7.6	6.1	7.6
Haushaltsgeräte, Unterhaltungslektronik	16.6	21.7	16.6	21.7
Total	263.0	247.1	251.1	263.4
dar.: fossil u. andere	223.9	195.3	212.5	210.2

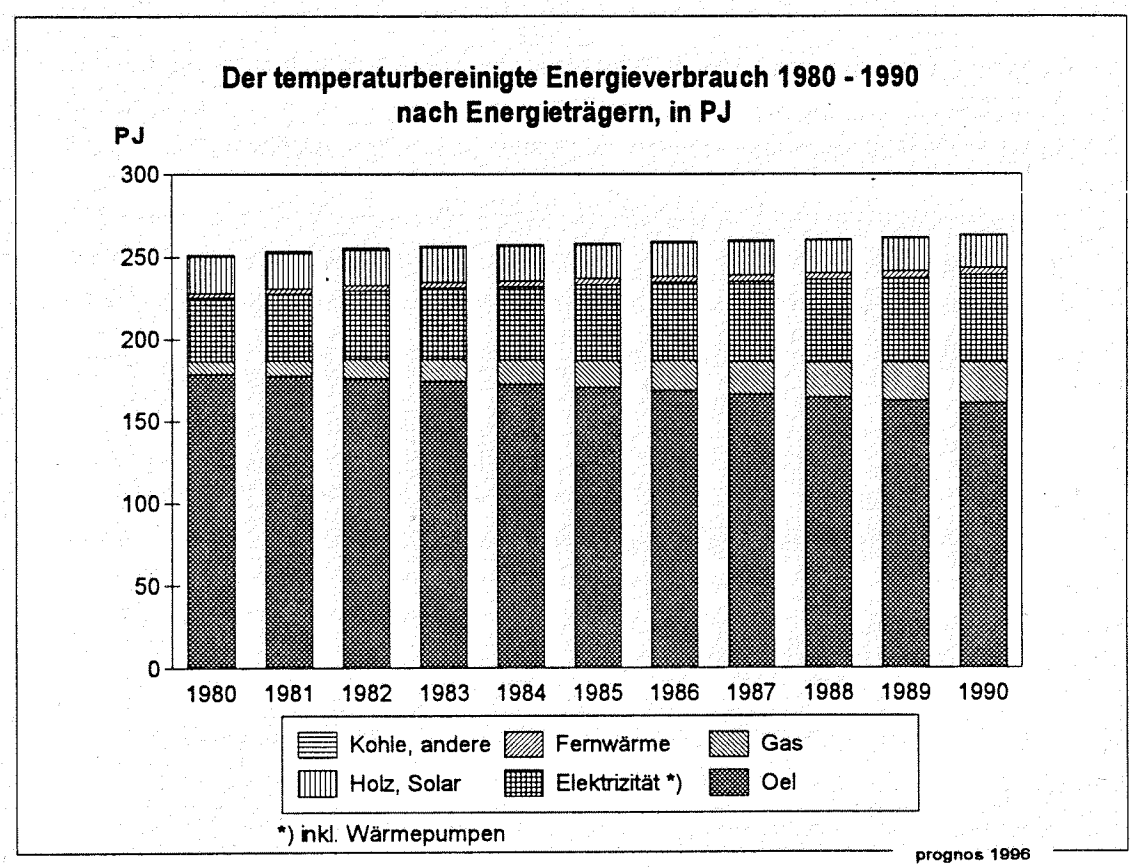
(7) Nach Energieträgern setzte sich der Energieverbrauch 1990 - wiederum mit temperaturbereinigtem Raumwärmeverbrauchsanteil - wie folgt zusammen:

Tabelle 3.1-2: Der Energieverbrauch 1990 und 1980 nach Energieträgern

	absolut in PJ		Anteile in %	
	1980	1990	1980	1990
Oel	178.8	160.7	71.2	61.0
Gas	7.9	25.1	3.1	19.5
Elektrizität, Wärmepumpen	38.6	53.1	15.4	20.2
Holz, Solarenergie	22.1	19.5	8.8	7.4
Fernwärme	2.9	4.4	1.2	1.7
übrige (Kohle, andere)	0.9	0.6	0.4	0.2
Total	251.1	263.4	100.0	100.0
dar.: fossil und andere	187.5	186.4	74.7	70.8

Gegenüber 1980 hat der Anteil von Heizöl extra leicht deutlich abgenommen, von 71 % auf 61%, der Gasanteil hat sich verdreifacht, der Elektrizitätsanteil ist von 15 % auf 20% gestiegen. Fernwärme konnte ihren Anteil von 1,2 % auf 1,7 % erhöhen; Holz war anteilmässig - und auch absolut - rückläufig. Grafik 3.1-3 zeigt die längerfristigen ex-post-Trends im Überblick.

Grafik 3.1-3:



(8) Diese Entwicklungstendenzen ex-post sind das Ergebnis einer Vielzahl von strukturellen Veränderungen und Einflüssen, auf die nachstehend bei der Darstellung der einzelnen Verbrauchssektoren näher eingegangen wird.

3.2 Der Energieverbrauch für Raumwärme

(1) 1990 entfielen mit rund 192 PJ beinahe ¾ des gesamten temperaturbereinigten Energieverbrauchs der Privathaushalte auf Raumwärme. Seit 1980 hat der Raumwärmeverbrauch - abstrahiert man von den kurzfristigen Temperatureinflüssen - ganz schwach, aber stetig zugenommen.

Der Raumwärmeverbrauch wird durch drei Faktoren determiniert:

- die Höhe und strukturelle Zusammensetzung der Energiebezugsfläche: differenzierende strukturelle Merkmale sind dabei Gebäudetyp (1+2-Familienhäuser, kleine Mehrfamilienhäuser, grosse Mehrfamilienhäuser, sonstige Gebäude mit Wohneinheiten), Baualtersklassen, Beheizungsstruktur (Einzel-, Zentralheizung, Energieträgerzusammensetzung) und Art der Belegung (bewohnte Erstwohnungen, Zweit- und Ferienwohnungen, Leerwohnungen)

- die spezifischen Heizenergiebedarfe der verschiedenen Gebäudetypen, Baualtersklassen, Heizsysteme und Energieträger, wie sie sich aus dem Zusammenwirken bautechnischer Gegebenheiten (Transmissions-, Lüftungsbedarf, freie Wärme) und Verhaltenseinflüssen (tatsächliches Heiz- und Lüftungsverhalten) ergeben

- die Nutzungsgrade der Heizanlagen, die wiederum abhängig sind von der Altersstruktur der Heizungen und dem Zustand der Heizungsverteilung. Erstere bestimmen die Abgas- und Bereitschaftsverluste der Heizanlagen, letztere die Verteilverluste der Heizsysteme.

(2) Nach den Ergebnissen der VZ 1980 betrug die (auf der Basis der Wohnfläche ermittelte) Energiebezugsfläche knapp 300 Mio m^2, davon ca. 80 % ölbeheizt. Der Anteil von Gas lag 1980 bei 2,5 %, derjenige von Holz und Kohle zusammen leicht über 12 %, wovon der weitaus grössere Anteil auf Holz entfiel. Alle übrigen Energieträger kamen zusammen auf 6 % Anteil (davon: Elektrizität 3,9 %).

1990 errechnet sich die Energiebezugsfläche zu rund 370 Mio m^2. Gegenüber 1980 ein Zuwachs von fast 25 %, entsprechend einer jährlichen Veränderung von 2,2 %. Der Ölanteil an der Energiebezugsfläche der beheizten Wohnungen betrug rund 67 %, derjenige von Gas fast 11 %, der Elektrizitätsanteil hat sich gegenüber 1980 verdoppelt (auf 8 %), Holz hatte 10 % Anteil, Kohle, Fernwärme, Wärmepumpen (meist elektrisch), Solar und "andere" erreichten zusammen 4,3 % Anteil, darunter Fernwärme 2,2 % und Wärmepumpen 1,7 %. Die Tabellen 3.2-1 und 3.2-2 zeigen die Ergebnisse der Volkszählungen 1980 und 1990, berechnet auf der Basis der Wohnflächen mit Hilfe von EBF/Wohnflächen-Umrechnungsfaktoren.

Tabelle 3.2-1: Wohnungen insgesamt 1980 nach Gebäudeart sowie Bauperiode und Heizungsart sowie Energieträger für Heizung
Energiebezugsflächen (in Mio m^2)

		Einzelofenheizung				Etagen-, Zentralheizung				Solar-Heizung	Fern-Wärme	andere gesamt	Summe beheizt	unbeheizt	Summe gesamt
		Oel	Gas	Elektrizität	Holz/Kohle	Oel	Gas	Elektrizität	Holz/Kohle						
Wohngebäude mit 1+2 Wohneinheiten	-1900	5.0	0.1	0.8	13.8	12.3	0.6	0.9	5.4	0.0	0.1	0.0	39.0	0.1	39.1
	1900-1920	1.3	0.0	0.2	1.8	6.3	0.4	0.3	1.1	0.0	0.0	0.0	11.5	0.0	11.6
	1921-1946	1.3	0.0	0.3	1.6	13.3	1.1	0.6	1.6	0.0	0.1	0.0	19.9	0.0	19.9
	1947-1960	0.9	0.0	0.2	0.9	14.5	0.4	0.6	1.5	0.0	0.1	0.0	19.3	0.0	19.3
	1961-1970	0.7	0.0	0.2	0.5	17.5	0.1	0.5	0.9	0.0	0.1	0.0	20.5	0.0	20.5
	1971-1975	0.2	0.0	0.4	0.2	10.2	0.3	1.0	0.3	0.0	0.1	0.0	12.8	0.0	12.8
	1976-1980	0.1	0.0	0.6	0.2	8.4	0.5	2.7	0.8	0.2	0.1	0.1	13.7	0.0	13.7
	Alle	9.6	0.2	2.6	19.2	82.5	3.5	6.6	11.6	0.2	0.7	0.2	136.7	0.2	136.9
Wohngebäude mit 3-6 Wohneinheiten	-1900	2.5	0.1	0.2	1.4	7.2	0.5	0.3	0.6	0.0	0.1	0.0	12.7	0.0	12.7
	1900-1920	1.3	0.0	0.1	0.5	6.0	0.4	0.1	0.3	0.0	0.1	0.0	8.8	0.0	8.8
	1921-1946	0.6	0.0	0.0	0.2	6.9	0.5	0.1	0.2	0.0	0.1	0.0	8.7	0.0	8.7
	1947-1960	0.2	0.0	0.0	0.1	8.9	0.2	0.1	0.1	0.0	0.2	0.0	9.8	0.0	9.8
	1961-1970	0.0	0.0	0.0	0.0	8.3	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	8.6	0.0	8.6
	1971-1975	0.0	0.0	0.0	0.0	4.5	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	4.8	0.0	4.8
	1976-1980	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	0.1	0.2	0.0	0.0	0.1	0.0	2.6	0.0	2.6
	Alle	4.5	0.1	0.4	2.2	43.9	1.8	1.1	1.3	0.0	0.8	0.1	56.2	0.0	56.2
Wohngebäude mit 7+ Wohneinheiten	-1900	0.5	0.0	0.0	0.2	2.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	3.0
	1900-1920	0.6	0.0	0.0	0.2	3.5	0.2	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	4.7	0.0	4.7
	1921-1946	0.2	0.0	0.0	0.1	7.4	0.3	0.1	0.1	0.0	0.3	0.0	8.5	0.0	8.5
	1947-1960	0.1	0.0	0.0	0.0	16.2	0.2	0.1	0.0	0.0	0.6	0.0	17.3	0.0	17.3
	1961-1970	0.0	0.0	0.0	0.0	31.7	0.2	0.1	0.0	0.0	1.0	0.0	33.1	0.0	33.1
	1971-1975	0.0	0.0	0.0	0.0	19.9	0.5	0.2	0.0	0.0	1.5	0.0	22.1	0.0	22.1
	1976-1980	0.0	0.0	0.0	0.0	7.5	0.3	0.2	0.0	0.0	0.5	0.0	8.5	0.0	8.5
	Alle	1.5	0.0	0.1	0.5	88.3	1.8	0.7	0.3	0.0	3.9	0.1	97.2	0.0	97.2
sonst. Gebäude mit Wohneinheiten	-1900	0.3	0.0	0.0	0.4	1.5	0.1	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	2.6	0.0	2.6
	1900-1920	0.1	0.0	0.0	0.1	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	1.1
	1921-1946	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.8
	1947-1960	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.8
	1961-1970	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	1.0
	1971-1975	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.5
	1976-1980	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.4
	Alle	0.4	0.0	0.1	0.6	5.3	0.2	0.1	0.3	0.0	0.1	0.0	7.0	0.0	7.1
ALLE	-1900	8.3	0.1	1.0	15.9	22.9	1.3	1.4	6.1	0.0	0.2	0.0	57.2	0.1	57.3
	1900-1920	3.3	0.1	0.3	2.6	16.6	1.1	0.5	1.5	0.0	0.2	0.0	26.2	0.0	26.2
	1921-1946	2.1	0.1	0.3	2.0	28.2	1.8	0.8	2.0	0.0	0.5	0.0	37.9	0.0	37.9
	1947-1960	1.2	0.0	0.2	1.1	40.3	0.9	0.8	1.7	0.0	0.9	0.1	47.2	0.0	47.2
	1961-1970	0.7	0.0	0.2	0.5	58.4	0.4	0.6	1.0	0.0	1.2	0.0	63.1	0.0	63.2
	1971-1975	0.2	0.0	0.4	0.2	35.1	0.9	1.3	0.4	0.0	1.7	0.0	40.3	0.0	40.3
	1976-1980	0.1	0.0	0.6	0.3	18.3	0.8	3.1	0.9	0.2	0.7	0.2	25.2	0.0	25.2
	Alle	16.0	0.3	3.1	22.4	219.9	7.2	8.5	13.6	0.2	5.5	0.4	297.2	0.3	297.4

Tabelle 3.2-2: Wohnungen insgesamt 1990 nach Gebäudeart sowie Bauperiode und Heizungsart sowie Energieträger für Heizung
Energiebezugsflächen (in Mio m^2)

		Einzelofenheizung					Zentral-,Etagenheizung					Solar-heizung	Fern-wärme	Wärme-pumpe	andere	Summe beheizt	ohne Heizung	Total
		Oel	Gas	Elektrizi-tät	Holz	Kohle	Oel	Gas	Elektrizi-tät	Holz	Kohle							
Wohngebäude	-1900	2.0	0.2	1.9	11.1	0.1	10.8	1.7	2.4	6.8	0.1	0.0	0.2	0.2	0.0	37.4	0.1	37.5
mit 1+2 Wohn-	1900-1920	0.7	0.1	0.4	1.6	0.0	5.5	1.2	0.7	1.3	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	11.6	0.0	11.6
einheiten	1921-1946	0.8	0.1	0.5	1.4	0.0	12.0	2.7	1.0	1.4	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	20.2	0.0	20.2
	1947-1960	0.7	0.0	0.4	0.9	0.0	13.9	1.1	1.2	1.2	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	19.8	0.0	19.9
	1961-1970	0.4	0.0	0.3	0.5	0.0	16.7	0.5	1.0	1.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	20.7	0.0	20.7
	1971-1980	0.2	0.0	0.6	0.3	0.0	18.5	1.1	4.7	1.2	0.0	0.0	0.2	0.6	0.0	27.5	0.0	27.5
	1981-1985	0.1	0.0	0.3	0.2	0.0	6.2	1.4	4.5	1.2	0.0	0.0	0.1	1.3	0.0	15.3	0.0	15.3
	1986+	0.1	0.1	0.1	0.2	0.0	7.0	2.2	2.8	1.2	0.0	0.0	0.2	2.2	0.0	16.0	0.0	16.0
	Alle	5.0	0.4	4.5	16.2	0.1	90.5	11.9	18.3	15.3	0.5	0.1	1.0	4.7	0.1	168.5	0.3	168.8
Wohngebäude	-1900	0.9	0.2	0.5	0.9	0.0	6.5	1.8	0.9	0.7	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0	12.7	0.0	12.8
mit 3-6 Wohn-	1900-1920	0.5	0.1	0.2	0.3	0.0	5.3	1.5	0.3	0.2	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	8.7	0.0	8.7
einheiten	1921-1946	0.3	0.1	0.1	0.2	0.0	6.1	1.7	0.3	0.2	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	9.0	0.0	9.0
	1947-1960	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	8.2	1.1	0.2	0.1	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	10.2	0.0	10.2
	1961-1970	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.1	0.5	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	8.9	0.0	8.9
	1971-1980	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	6.8	0.4	0.4	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	7.9	0.0	7.9
	1981-1985	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	0.9	0.6	0.1	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0	4.9	0.0	4.9
	1986+	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1	1.3	0.4	0.1	0.0	0.0	0.1	0.3	0.0	5.4	0.0	5.4
	Alle	1.8	0.4	0.9	1.5	0.1	47.0	9.2	3.1	1.6	0.1	0.0	1.4	0.7	0.0	67.8	0.0	67.8
Wohngebäude	-1900	0.2	0.0	0.1	0.1	0.0	1.9	0.6	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	3.1	0.0	3.1
mit 7+ Wohn-	1900-1920	0.2	0.1	0.0	0.1	0.0	3.2	0.9	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	4.6	0.1	4.7
einheiten	1921-1946	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	6.3	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	8.5	0.0	8.5
	1947-1960	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	14.9	1.8	0.1	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	18.0	0.0	18.0
	1961-1970	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	28.1	2.5	0.1	0.0	0.0	0.0	1.2	0.1	0.0	31.9	0.0	31.9
	1971-1980	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25.1	2.5	0.4	0.0	0.0	0.0	1.6	0.1	0.0	29.8	0.0	29.8
	1981-1985	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.5	2.8	0.5	0.0	0.0	0.0	0.5	0.3	0.0	10.6	0.0	10.6
	1986+	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.4	3.5	0.4	0.0	0.0	0.0	0.5	0.4	0.0	10.2	0.0	10.2
	Alle	0.6	0.2	0.2	0.2	0.0	91.2	16.3	1.5	0.1	0.0	0.0	5.5	0.8	0.0	116.8	0.1	116.9
sonst. Gebäude	-1900	0.2	0.0	0.1	0.7	0.0	2.6	0.5	0.2	0.2	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	4.8	0.0	4.9
mit Wohn-	1900-1920	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	1.4	0.3	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	0.0	2.1
einheiten	1921-1946	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	1.2	0.2	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	0.0	1.7
	1947-1960	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	0.0	1.7
	1961-1970	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	0.0	2.1
	1971-1980	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	2.0	0.0	2.0
	1981-1985	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	1.0
	1986+	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.3	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	1.3	0.0	1.3
	Alle	0.4	0.1	0.3	1.0	0.0	11.0	1.9	0.7	0.6	0.0	0.0	0.4	0.2	0.0	16.7	0.1	16.8

Fortsetzung Tabelle 3.2-2: Wohnungen insgesamt 1990 nach Gebäudeart sowie Bauperiode und Heizungsart sowie Energieträger für Heizung
Energiebezugsflächen (in Mio m^2)

		Einzelofenheizung					Zentral-,Etagenheizung					Solar-heizung	Fern-wärme	Wärme-pumpe	andere	Summe beheizt	ohne Heizung	Total
		Oel	Gas	Elektrizi-tät	Holz	Kohle	Oel	Gas	Elektrizi-tät	Holz	Kohle							
ALLE	-1900	3.3	0.4	2.6	12.8	0.1	21.8	4.6	3.6	7.7	0.2	0.0	0.5	0.4	0.0	58.0	0.2	58.3
	1900-1920	1.4	0.2	0.6	2.1	0.1	15.3	3.9	1.1	1.5	0.1	0.0	0.5	0.1	0.0	27.0	0.1	27.1
	1921-1946	1.2	0.2	0.6	1.7	0.1	25.5	6.1	1.3	1.6	0.2	0.0	0.9	0.1	0.0	39.5	0.1	39.6
	1947-1960	0.9	0.0	0.5	1.0	0.0	38.3	4.2	1.5	1.4	0.2	0.0	1.6	0.1	0.0	49.7	0.0	49.7
	1961-1970	0.5	0.0	0.3	0.5	0.0	54.6	3.5	1.2	1.3	0.1	0.0	1.5	0.2	0.0	63.6	0.0	63.7
	1971-1980	0.3	0.0	0.7	0.4	0.0	51.9	4.2	5.6	1.4	0.0	0.0	1.9	0.8	0.0	67.2	0.0	67.2
	1981-1985	0.1	0.1	0.4	0.2	0.0	16.2	5.3	5.7	1.3	0.0	0.0	0.6	1.8	0.0	31.9	0.0	31.9
	1986+	0.1	0.1	0.2	0.2	0.0	16.1	7.3	3.7	1.4	0.0	0.0	0.8	2.9	0.0	32.9	0.0	32.9
	Alle	7.8	1.0	5.9	18.9	0.3	239.7	39.3	23.7	17.6	0.7	0.1	8.3	6.4	0.1	369.8	0.5	370.3

prognos

(3) Wie bei genauerem Studium der Tabellen ersichtlich, wirkten diese generellen Entwicklungstendenzen in der Energiebezugsfläche und in der Beheizungsstruktur nicht auf alle Gebäudetypen und in Baualtersklassen in gleichem Ausmass. Sie sind vielmehr das Ergebnis durchaus unterschiedlicher Entwicklungen in den einzelnen Teilsegmenten.

So zeigen die jüngeren Baualtersklassen andere Beheizungsstrukturen als die älteren Jahrgänge: die Entscheidungskriterien für oder gegen ein bestimmtes Heizsystem oder einen Energieträger ändern sich im Zeitablauf, weil Kosten, Preise, Wirtschaftlichkeit, Verfügbarkeit, Umweltproblematik u.a. sich im Zeitablauf ebenfalls verschieben.

Diese Verschiebungen äussern sich u.a. in der Veränderung der **Beheizungsstrukturen im Neubau**:

Tabelle 3.2-3: Beheizungsstruktur der Neubauten seit 1970, in %

Gebäudetyp	Baujahr	Oel	Gas	Elek-trizität	Holz/ Kohle	Fern-wärme	andere	Summe
Wohngebäude mit 1+2 Wohn-einheiten	1971-1975	78.4	2.6	12.1	5.9	0.9	0.1	100
	1976-1980	60.2	3.4	24.9	8.9	0.9	1.7	100
	1981-1985	40.1	8.7	32.6	10.3	0.5	7.8	100
	1986-1990	43.4	13.3	19.8	10.0	0.9	12.7	100
Wohngebäude mit 3-6 Wohn-einheiten	1971-1975	92.4	1.3	3.3	0.7	2.3	0.0	100
	1976-1980	79.8	4.0	11.0	1.9	2.4	0.9	100
	1981-1985	60.7	18.2	13.2	2.3	1.7	3.8	100
	1986-1990	57.5	23.3	9.3	2.7	1.6	5.6	100
Wohngebäude mit 7+ Wohn-einheiten	1971-1975	89.9	2.3	1.0	0.0	6.6	0.2	100
	1976-1980	88.1	3.0	3.0	0.2	5.4	0.3	100
	1981-1985	61.2	26.2	5.0	0.4	4.3	2.9	100
	1986-1990	52.6	34.8	3.7	0.4	4.9	3.5	100
sonst. Gebäude mit Wohn-einheiten	1971-1975	89.7	2.4	3.2	2.3	2.3	0.0	100
	1976-1980	86.8	2.5	6.4	2.2	1.2	0.9	100
	1981-1985	56.6	19.3	12.6	4.2	2.5	4.9	100
	1986-1990	54.3	27.4	6.2	4.6	1.7	5.8	100
ALLE	1971-1975	87.6	2.2	3.9	1.5	4.7	0.1	100
	1976-1980	75.5	3.3	13.1	4.0	3.1	1.0	100
	1981-1985	53.1	18.0	17.1	4.6	2.3	5.0	100
	1986-1990	50.1	24.2	10.9	4.7	2.7	7.5	100

Deutlich sichtbar ist der erhebliche Rückgang von Heizöl extra leicht in allen Gebäudetypen. Ebenso einheitlich der kräftige Anstieg von Gas vor allem in den 80er Jahren. Bei Elektrizität ist ab Mitte der 80er Jahre ein Einbruch sichtbar, der den restriktiveren Umgang mit Elektroheizungen widerspiegelt. Holz erlebte im Gefolge der Ölkrisen einen Aufschwung, Fernwärme konnte den Neubau in den 70er Jahren erfolgreicher durchdringen als in den 80ern. Dominant waren in den 80er Jahren jedoch vor allem die Verluste von Öl an Gas.

(4) Neben den Neuzugängen verändern **Substitutionen**, d.h. der Wechsel von Energieträger und/oder Heizsystem, die Beheizungsstruktur. Allerdings sind diese statistisch kaum exakt zu quantifizieren. Sie lassen sich jedoch - hilfsweise und zumindest in der Grössenordnung - gleichfalls aus den Volkszählungsergebnissen ableiten, wenn man die Beheizungsstruktur von 1990 derjenigen von 1980 unter Berücksichtigung der Wohnungsabgänge gegenüberstellt. Tabelle 3.2-4 zeigt die Ergebnisse.

Danach sind im Zeitraum 1981/1990 (netto) ca. 250.000 Wohnungen der Devise "weg vom Öl" gefolgt, davon 1/3 Einzelofen- und 2/3 zentral-beheizte Wohnungen. Ebenso haben rund 35.000 Wohnungen (netto) nicht mehr länger Holz oder Kohle verwendet. Auch bei den Substitutionen im Zeitraum 1981/90 zählten Gas und Elektrizität zu den "Siegern", Gas gewann netto ca. 190.000 Wohnungen hinzu, Elektrizität rund 60.000.

Über alle Heizsysteme und Energieträger hinweg bedeutet dies, dass zwischen 1980 und 1990 jährlich ein Volumen von 25 bis 30.000 Wohnungen das Heizsystem und/oder den Energieträger gewechselt hat; bezogen auf den Bestand eine Quote von rund 1 % p.a. Ebenso wie bei den Neubauten sind bzw. waren die Veränderungstendenzen nicht in allen Gebäudetypen und nicht für alle Arten der Belegung gleich. So sind z.B. Holz und Elektrizität als Energieträger in Zweit- und Ferienwohnungen deutlich stärker vertreten als im Gesamtdurchschnitt. Beispielsweise lag der Anteil holzbeheizter Zweit- und Ferienwohnungen 1990 bei 17,5 % und der mit Elektrizität beheizten Wohnungen bei 15,5 %; bei bewohnten (Erst-) Wohnungen waren die entsprechenden Anteile mit 8,2 % bzw. 6,1 % weniger als halb so hoch.

Diese Unterschiede finden bei der Ermittlung des Energieverbrauchs sowohl in der Analyse als auch in der Prognose Berücksichtigung. Zweit- und Ferienwohnungen werden im Durchschnitt, verglichen mit der bewohnten (Erst- oder Haupt-)Wohnung weniger stark beheizt (Annahme: ca. 60 % der vollbeheizten Erstwohnung); Leerwohnungen wiederum sind weniger intensiv beheizt als Zweit- oder Ferienwohnungen (Annahme: ca. 25 % einer vollbeheizten Wohnung).

Tabelle 3.2-4: Veränderung der Beheizungsstruktur 1980 - 1990, abgangsbereinigt in 1000 Wohnungen

		Einzelofenheizung				Zentral-,Etagenheizung			
		Oel	Gas	Elektri-zität	Holz/ Kohle	Oel	Gas	Elektri-zität	Holz/ Kohle
Wohngebäude mit 1+2 Wohn-einheiten	-1900	-23	1	9	-15	-4	7	11	10
	1900-1920	-6	0	2	-2	-4	5	3	1
	1921-1946	-5	0	2	-2	-9	11	4	-3
	1947-1960	-3	0	1	-1	-6	5	4	-4
	1961-1970	-3	0	0	0	-6	2	4	1
	1971-1980	-1	0	-3	-1	-5	1	6	0
	Alle	-40	1	12	-22	-33	32	32	4
Wohngebäude mit 3-6 Wohn-einheiten	-1900	-16	1	3	-5	-5	12	6	0
	1900-1920	-9	1	1	-2	-4	10	2	-1
	1921-1946	-3	0	1	-1	-10	12	1	-1
	1947-1960	-1	0	0	0	-11	10	1	0
	1961-1970	0	0	0	0	-4	4	0	0
	1971-1980	0	0	0	0	-2	2	1	0
	Alle	-29	3	5	-8	-36	50	11	-1
Wohngebäude mit 7+ Wohn-einheiten	-1900	-4	0	0	-1	-2	6	1	0
	1900-1920	-5	0	0	-2	-3	8	0	-1
	1921-1946	-2	0	0	-1	-13	14	0	-2
	1947-1960	0	0	0	0	-23	19	0	0
	1961-1970	0	0	0	0	-29	26	0	0
	1971-1980	0	0	0	0	-16	19	0	0
	Alle	-11	1	0	-3	-87	93	0	-4
sonst. Gebäude mit Wohn-einheiten	-1900	-3	0	1	-1	-1	3	1	-1
	1900-1920	-1	0	0	0	-2	2	0	0
	1921-1946	0	0	0	0	-1	2	0	0
	1947-1960	0	0	0	0	-1	1	0	0
	1961-1970	0	0	0	0	-1	1	0	0
	1971-1980	0	0	0	0	-2	1	1	0
	Alle	-4	0	1	-1	-9	10	2	-1
ALLE	-1900	-46	3	14	-23	-12	29	19	9
	1900-1920	-20	2	3	-5	-14	25	6	-2
	1921-1946	-10	1	3	-4	-33	38	5	-6
	1947-1960	-4	0	2	-1	-41	35	5	-6
	1961-1970	-3	0	0	-1	-40	33	4	2
	1971-1980	-1	0	-3	-1	-25	23	7	1
	Alle	-84	5	18	-34	-165	184	45	-2

(5) Die **Heizenergiebedarfe** pro m^2 Energiebezugsfläche sind abhängig von Gebäudetyp, Gebäudealter, Gebäudezustand und dem Anteil der zu einem bestimmten Zeitpunkt teil- oder vollsanierten Gebäude bzw. Energiebezugsflächen eines bestimmten Gebäudetyps und Gebäudealters. Diese eher "objektivierbaren" Kriterien werden jedoch von Verhaltenskomponenten überlagert, die im Einzelfall zu erheblichen Schwankungen der tatsächlichen spezifischen Heizenergiebedarfe um einen - empirisch oder analytisch - ermittelten Durchschnittswert führen können, je nachdem, wie "energiebewusst" sich Eigentümer, Vermieter oder Mieter verhalten.

Dabei ist generell davon auszugehen, dass einerseits einzelofenbeheizte Systeme einen sparsameren Umgang mit Energie bewirken: hier schlägt vor allem der (Un-) Bequemlichkeitsaspekt (v.a. von Holz-, Kohle- und Ölofenfeuerungen) durch. Es ist "unbequem", derartige Feuerungen in Betrieb zu nehmen und zu überwachen, so dass oftmals nur teilbeheizt wird und vor allem in der Übergangszeit auch eher auf den Ofen verzichtet wird. Andererseits haben für die Bewohner leicht steuerbare Zentral- oder Etagenheizungen mit Thermostat-Regelung einen sparsameren Umgang mit Energie zur Folge als wenn das Wärmeangebot ungeregelt in die Wohnungen gelangt und dort, mangels Vor-Ort-Regelungsmöglichkeiten, via Lüftung(sverluste) dem tatsächlichen Bedarf angepasst wird.

In der Vergangenheit hat der Anteil der einzelbeheizten Heizsysteme am Gesamtbestand deutlich an Gewicht verloren: bezogen auf die Energiebezugsfläche sank der Anteil von 14 % (1980) auf 9 % (1990), so dass hierdurch ein leicht erhöhender Einfluss auf den spezifischen Heizwärmebedarf ausging (vgl. Tabellen 3.2-1 und 3.2-2).

Grafik 3.2-1 zeigt den saldierten Einfluss unterschiedlicher Verhaltensweisen

- aufgrund divergierenden Kostenbewusstseins zwischen Ein- und Mehrfamilienhäusern
- aufgrund abnehmender Einzelofen-Anteile bei Öl, Gas, Kohle, Holz und Elektrizität

sowie der

- Veränderungen der Energiebezugsflächenrelationen zwischen Erst-, Zweit-, Ferien- und Leerwohnungen

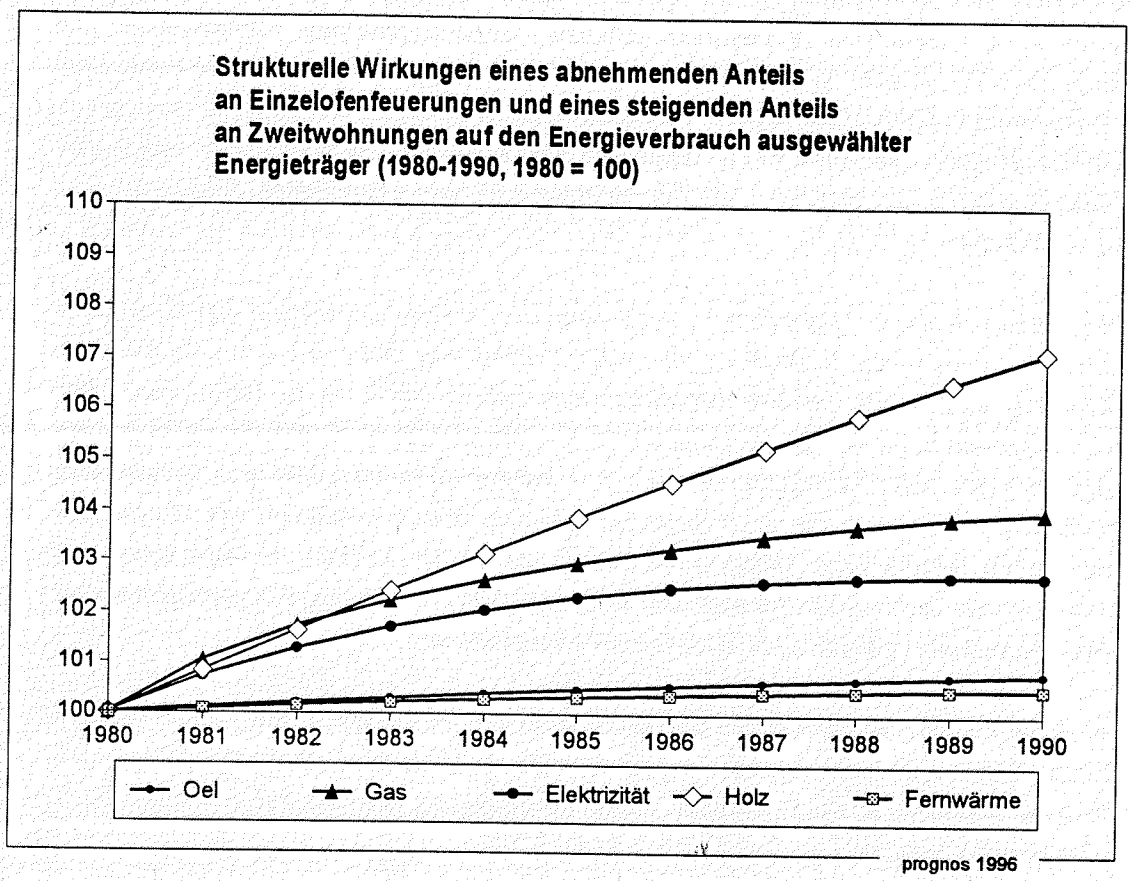
auf den Energieverbrauch.

Dabei wirken Verschiebungen zugunsten von Ein- und Zweifamilienhäusern verbrauchsmindernd[3)] und abnehmende Einzelofenanteile verbrauchssteigernd. Verschiebungen zugunsten von Zweit-, Ferien- oder Leerwohnungen wirken (über Nutzungs- oder Verhaltenskomponenten) gleichfalls verbrauchsmindernd.

---

3) wenn die bautechnischen Gegebenheiten unberücksichtigt bleiben.

Grafik 3.2-1



(6) Der Einfluss der **Sanierungsaktivitäten** auf den spezifischen Heizwärmebedarf ergibt sich als Ergebnis zweier Einzeleinflüsse: zum einen der Zeitpunkt- bzw. zeitraumbezogenen Sanierungsaktivitäten, zum anderen durch den spezifischen Einspareffekt pro Sanierungsfall. Das Ausmass an Gebäude- bzw. EBF-Sanierungsaktivitäten wurde mit Hilfe der Volkszählung 1990 und der Ergebnisse der Wüest & Gabathuler-Untersuchung zum Gebäudepark Schweiz[4] gewonnen.

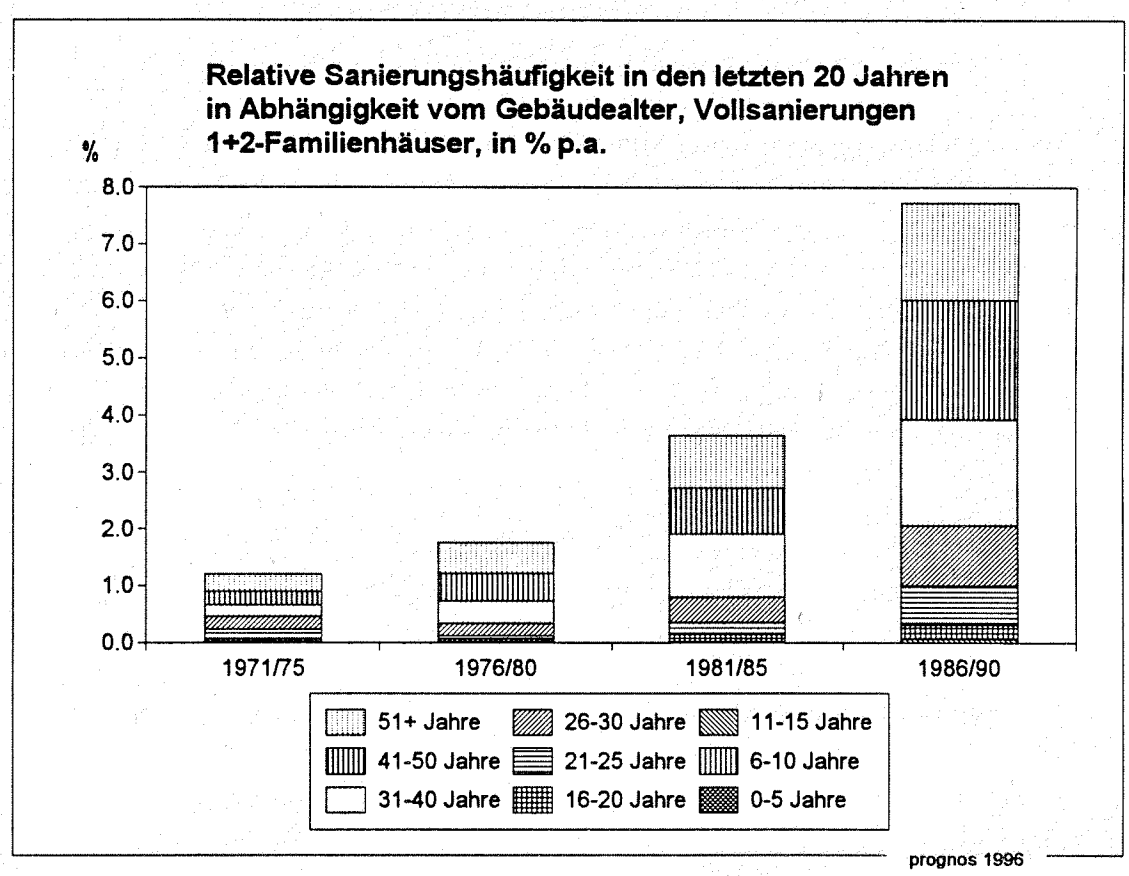
Die Grafiken 3.2-2 und 3.2-3 zeigen die jährlichen Sanierungsraten für Ein- und Mehrfamilienhäuser für den Fall einer Vollsanierung bislang nicht vollsanierter Gebäude (kumuliert über die Lebensdauer der Gebäude). Deutlich sichtbar wird die Zunahme der Sanierungsintensität vor allem in den 80er Jahren. Der Vergleich der Jahre 1971/75 mit den Jahren 1986/90 - die Öl- und Energiepreise hatten ihr Maximum Mitte der 80er Jahre erreicht und brachen in der zweiten Hälfte der 80er Jahre wieder ein - zeigt, dass, über alle Altersgruppen hinweg, hauptsächlich jedoch im Alter von 16 Jahren und älter, die Sanierungsaktivitäten deutlich zugenommen haben. Mehrfamilienhäuser wurden dabei früher saniert als 1+2-Familienhäuser.

4) Bundesamt für Energiewirtschaft, Dienst Energiepolitik, Gebäudepark Schweiz, Energierelevante Grunddaten 1991, Schlussbericht November 1991.
Wüest & Gabathuler, Raumplanung - Rauminformation, Limmatquai 1, 8001 Zürich.

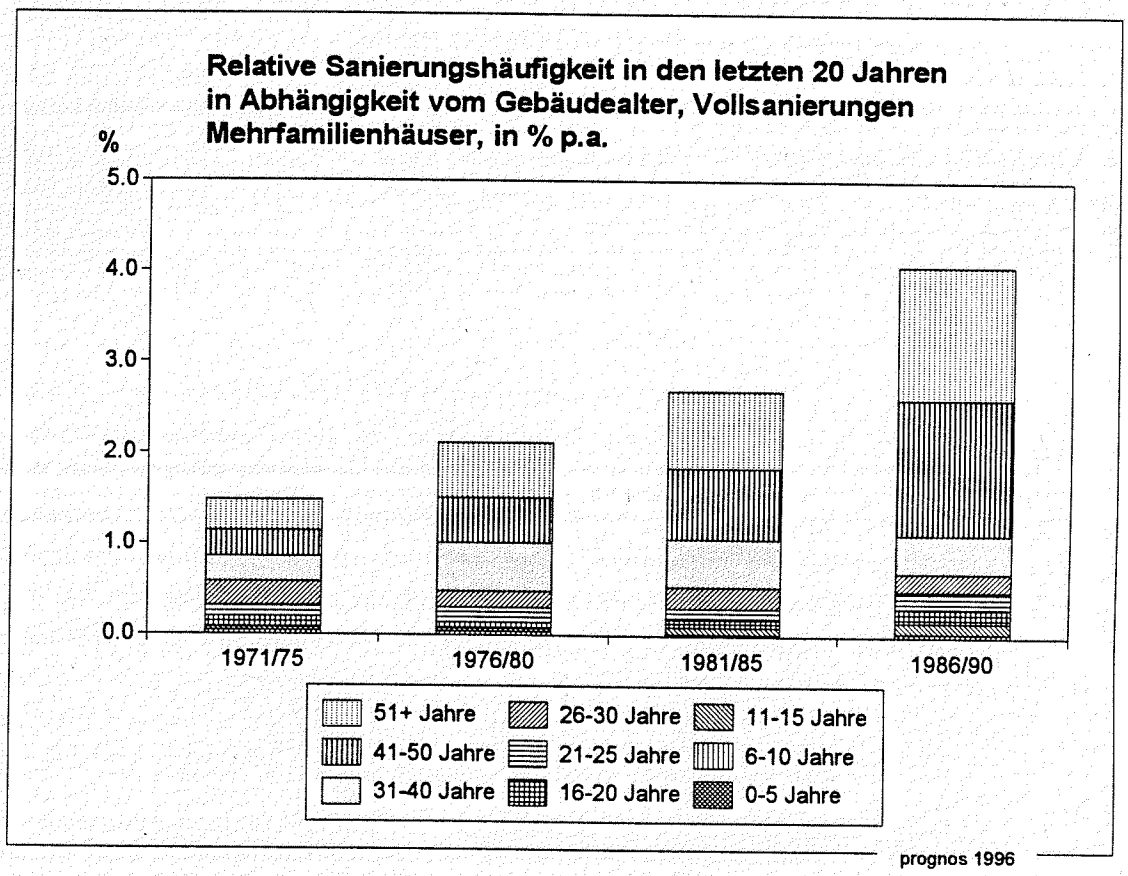
Auffällig ist der starke Anstieg der relativen Sanierungsintensitäten bei 1+2-Familienhäusern in den 80er Jahren, vor allem in der zweiten Hälfte. Hier scheint sich die Identität von Wohnungseigentümer und Wohnungsnutzer niederzuschlagen: Bei Einfamilienhäusern ist der Anreiz im Gefolge von Energiepreissteigerungen, Energie zu sparen, wesentlich grösser als im Mehrfamilienhausbereich, wo Kostensteigerungen durch Energieverteuerungen vergleichsweise leicht auf den Mieter überwälzt werden können, vor allem dann, wenn das Wohnungsangebot eher knapp ist.

(7) Das Ausmass der Reduktion der Heizenergiebedarfe durch gebäudeseitige Sanierungsmassnahmen ist abhängig von der Art der Sanierung: bei einer Teilsanierung werden am Gebäude nur vergleichsweise unbedeutende Einsparungen (< 3 %) erreicht. Das Hauptgewicht der Teilsanierungen liegt bei der Heizanlagen- und Haustechniksanierung. Die Heizanlagensanierung wird hier analytisch jedoch der Heizanlage zugerechnet, sie reduziert deshalb den Heizenergiebedarf nicht. Die energetische Wirkung der Teilsanierung wird im wesentlichen über den Nutzungsgrad des jahrgangsspezifisch aufgebauten Heizanlagensubmodells erfasst.

Grafik 3.2-2



Grafik 3.2-3



(8) Die Verbesserung der energetischen Qualität durch eine Vollsanierung ist abhängig von Gebäudetyp, Baualtersklasse und Sanierungszeitpunkt bzw. -zeitraum (und im Einzelfall natürlich auch vom jeweiligen Bauzustand des Gebäudes bzw. der Wohnung). Dabei ist das Einsparpotential durch eine Vollsanierung prozentual dann besonders hoch, wenn die Gebäude wärmetechnisch schlecht gebaut sind. Mit fortschreitendem zeitlichem Abstand zum Baujahr der Wohnung oder des Gebäudes wird im allgemeinen die Sanierungseffizienz, d.h. die realisierbare Einsparrate durch wärmetechnische Massnahmen höher. Dies hat zur Folge, dass zu sanierende Gebäude um so effizienter saniert werden, je "älter" sie im Zeitablauf - unsaniert - geworden sind.

Nicht alle alten Gebäude eignen sich jedoch gleichermassen gut für eine wärmetechnische Sanierung. Von den bislang noch nicht sanierten Gebäuden in den älteren Baualtersklassen, überwiegend im grösseren (und älteren) Mehrfamilienhausbau, wird ein wachsender Anteil übrigbleiben, der weniger gut zur Sanierung geeignet ist (Stuckfassaden u.ä.). Dies umso eher, je höher die zukünftigen Sanierungsintensitäten eingeschätzt werden.

Der Analyse der ex-post-Entwicklung wurden folgende relativen Einsparungen zugrundegelegt:

Tabelle 3.2-5: Heizenergiebedarfe vollsanierter Wohnungen in Abhängigkeit von Baualter und Renovierungszeitraum, in MJ/m² *a, gerundet

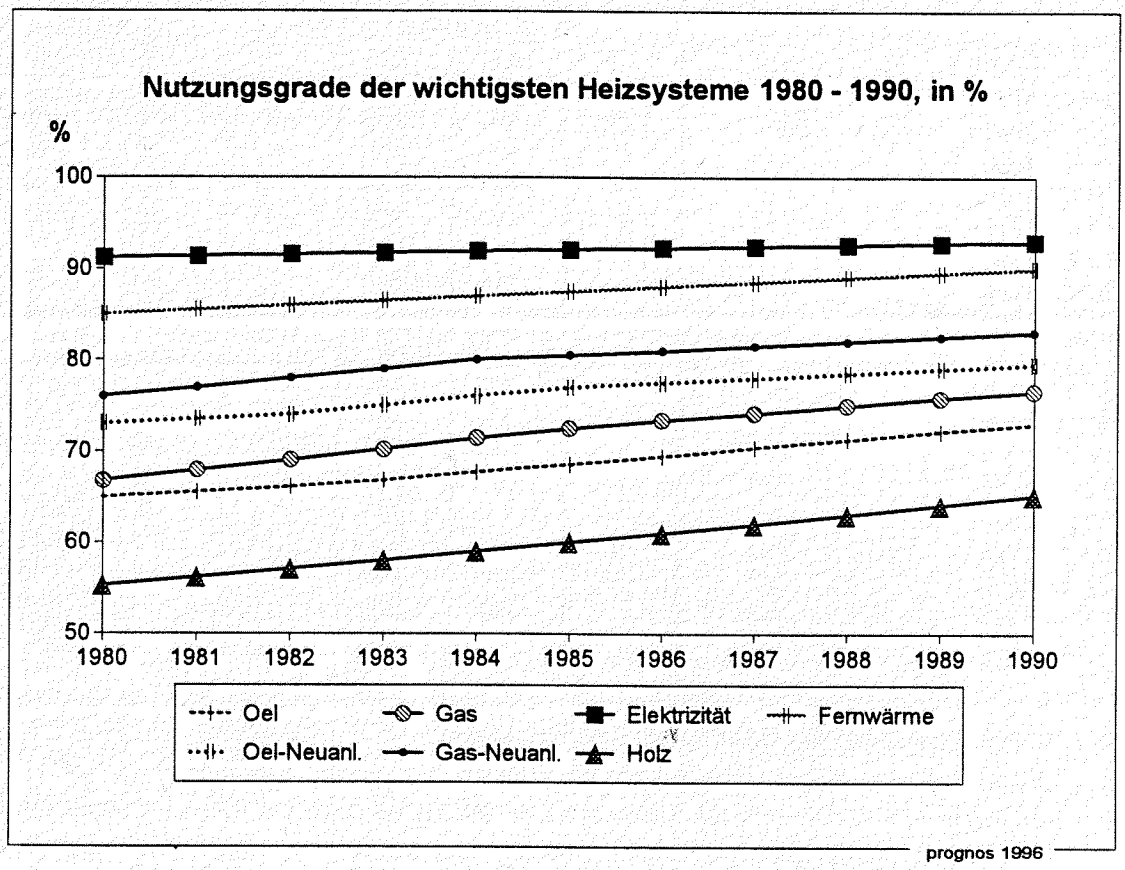
Baujahr	Heizenergie-bedarf Neubau	saniert im Zeitraum			Einsparung in % gegenüber Neubau		
		bis 1980	1981-85	1986-90	bis 1980	1981-85	1986-90
	Ein-/Zweifamilienhäuser						
- 1899	430	390	390	380	- 8	- 10	- 12
1900 - 1920	420	390	380	370	- 8	- 10	- 12
1921 - 1946	440	380	370	360	- 13	- 16	- 18
1947 - 1960	480	400	380	370	- 16	- 20	- 22
1961 - 1970	480	400	380	370	- 16	- 20	- 22
1971 - 1975	440	380	360	360	- 14	- 18	- 19
1976 - 1980	400	370	360	350	- 8	- 10	- 14
1981 - 1985	360		330	320		- 7	- 10
1986 - 1990	330			320			- 5
	(grosse) Mehrfamilienhäuser						
- 1899	420	370	360	340	- 12	- 15	- 19
1900 - 1920	420	370	360	340	- 12	- 15	- 19
1921 - 1946	420	370	360	340	- 12	- 15	- 19
1947 - 1960	470	410	390	350	- 14	- 18	- 25
1961 - 1970	470	440	430	400	- 7	- 9	- 15
1971 - 1975	430	400	390	380	- 6	- 8	- 12
1976 - 1980	380	360	360	340	- 5	- 6	- 10
1981 - 1985	350		330	320		- 4	- 8
1986 - 1990	310			300			- 2

(9) Grafik 3.2-4 zeigt die Entwicklung der **Nutzungsgrade** der Heizanlagenbestände für die wichtigsten Energieträger. Bereits sehr hoch liegen "traditionell" die Nutzungsgrade bei Elektroheizungen (> 90 %) und bei Fernwärme (> 85 %), so dass bei diesen ex-post das verbleibende Verbesserungspotential deutlich kleiner war als etwa bei Holz-, Gas- oder Ölheizungen. Allen Energieträgern gemeinsam ist die mehr oder weniger deutliche Verbesserung der Nutzungsgrade ex-post[5] Besonders deutlich sind die Verbesserungen bei den beiden wichtigsten Energieträgern Öl und Gas. Lagen die mittleren Nutzungsgrade von Neuanlagen noch Mitte der 60er Jahre bei 60 - 65 % für den Heizbetrieb - ein Teil dieser Anlagen war auch 1990 noch in Betrieb - so wurden ab Ende der 60er/Anfang der 70er Jahre (v.a. im Gefolge der Ölpreisentwicklung durch bessere Brennertechniken, Verringerung der Bereitschafts- und Verteilverluste durch bessere Wärmedämmung, gegen Ende der 80er Jahre bei Erdgas auch durch die zunehmend technisch und wirtschaftlich machbare bzw. finanziell rentable Brennwerttechnik) mehr oder weniger kontinuierlich Verbesserungen erzielt, die sich mit zeitlicher Verzögerung zunehmend auch im Bestand in Form höherer durchschnittlicher Nutzungsgrade niederschlagen. Mit rund 73 % Nutzungsgrad bei Öl und rund 77 % bei Gas - bei letzterem ist der Anteil modernerer, weil jüngerer Anlagen deutlich höher als bei Öl - lagen jedoch auch 1990 die mittleren Nutzungsgrade des Bestandes deutlich unter denjenigen der aktuellen Neuzugänge, so dass hier - sogar ohne weitere technische Verbesserungen - auch

5) Für Solaranlagen wurde pauschal mit einem Nutzungsgrad von 100 %, bei Wärmepumpen ex-post pauschal mit einem solchen von 200 % gerechnet.

zukünftig noch Energieeinsparungen aufgrund "autonomer" Nutzungsgraderhöhungen eintreten werden.

Grafik 3.2-4:



(9) Die Summe all dieser Einflüsse aus

- Veränderung der Energiebezugsflächen nach Niveau und struktureller Zusammensetzung hinsichtlich Gebäudetyp, Baualtersklassen, Art der Belegung und Energieträgerstruktur

- Veränderungen der energetischen Qualität der Energiebezugsflächen und der quantifizierbaren Verhaltensweisen

- Veränderungen der technischen Qualität der Heizanlagen und der Heizungsverteilsysteme

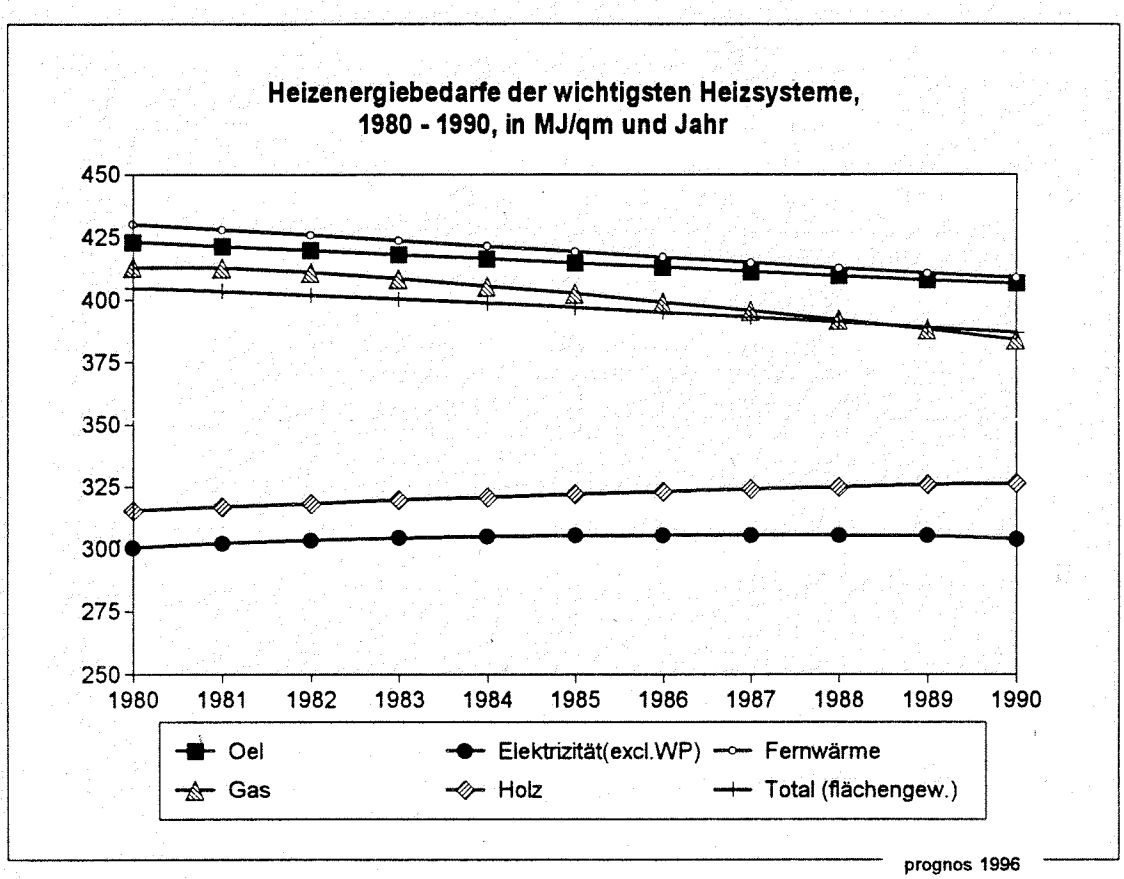
führten insgesamt zwischen 1980 und 1990 dazu, dass die mittleren Heizenergiebedarfe und die mittleren Energiekennzahlen im Raumwärmebereich deutlich geringer wurden.

Die Grafiken 3.2-5 und 3.2-6 zeigen die ex-post-Entwicklung beider Grössen für die wichtigsten Heizsysteme. Die im Vergleich zum Gesamtdurchschnitt niedrigen Heizenergiebedarfs-

werte bei Holz und Elektrizität haben nur teilweise gleiche Ursachen: bei Holz sind hauptursächlich hohe Anteile an Einzelöfen und hohe Anteile bei Zweit- und Ferienwohnungen massgebend, bei Elektrizität sind es zwar auch überdurchschnittliche Anteile an Nachtstromeinzelspeicherheizungen, stärker zum Tragen kommen jedoch hier die traditionell höheren Anforderungen an den Wärmeleistungsbedarf, d.h. die bauseits höheren Anforderungen an den Wärmeschutz.[6)]

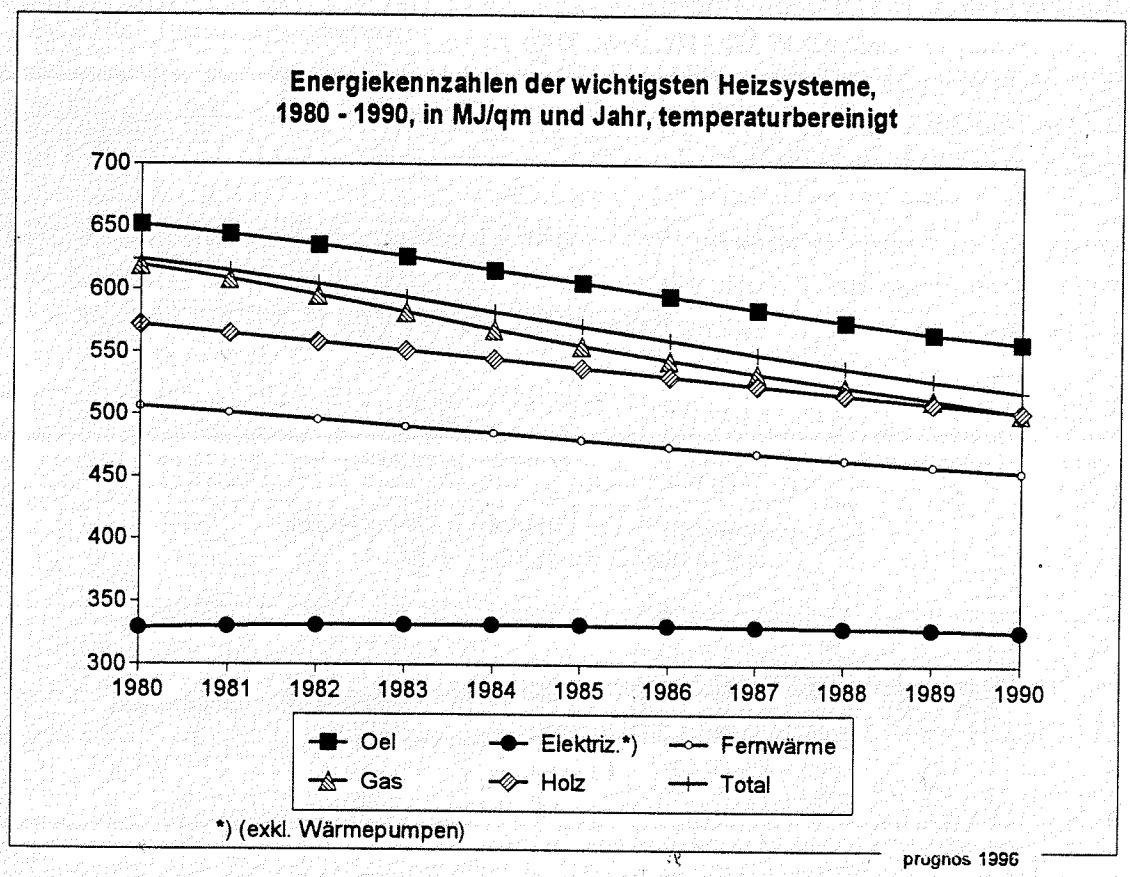
Stärker als die Heizenergiebedarfe sind - wegen der gestiegenen Nutzungsgrade - ex-post die Energiekennzahlen für Raumwärme gesunken. Gesamthaft über alle Gebäude und Energieträger betrug der Rückgang zwischen 1980 und 1990 rund 17 % oder - 1,8 % p.a..

Grafik 3.2-5:



6) Allerdings wird die Differenz im Zeitablauf geringer, der "Vorsprung" elektrisch beheizter Wohnungen sinkt.

Grafik 3.2-6:


Energiekennzahlen der wichtigsten Heizsysteme,
1980 - 1990, in MJ/qm und Jahr, temperaturbereinigt
700
650
600
550
500
450
400
350
300
1980
1981
1982
1983
1984
1985
1986
1987
1988
1989
1990
Oel
Elektriz.*)
Fernwärme
Gas
Holz
Total
*) (exkl. Wärmepumpen)
prognos 1996

3.3 Der Energieverbrauch für Warmwasser

(1) In den 80er Jahren wurde eine ziemlich konstante Energiemenge für die Bereitstellung von Warmwasser verbraucht: 34 - 35 PJ pro Jahr.

Vom gesamten Energieverbrauch für Warmwasser entfielen 1990 65 % auf Heizöl extra leicht, 20 % auf Elektrizität, 11 % auf Gas, knapp 2 % auf Holz und rund 2 % auf Fernwärme, Kohle und Solarenergie.

Gegenüber 1980 hat sich auch hier die Einsatzstruktur geändert:

Tabelle 3.3-1: Energieverbrauch für Warmwasser nach Energieträgern 1980 und 1990, in PJ und in %

	1980	1990	1980	1990
	absolut in PJ		in %	
Heizöl, extra leicht	25.0	22.5	72.4	64.6
Elektrizität inkl. Wärmepumpen	6.0	6.9	17.4	20.2
Gas	1.8	3.9	5.4	11.5
Holz	1.2	0.6	3.5	1.7
Fernwärme	0.4	0.6	1.2	1.9
Solarenergie	0.0	0.0	0.0	0.1
Kohle	0.1	0.0	0.2	0.0
Total	34,6	34,6	100	100

Die Parallelität der Entwicklung bei Öl und Gas von Energieträgerstruktur für die Raumwärme und den Warmwasserbereich ist fast zwangsläufig, erfolgt bei beiden Energieträgern doch der Betrieb von Heiz- und Warmwassersystem häufig gekoppelt: 1990 wurden in vier von fünf ölzentralbeheizten Wohnungen auch für die Warmwasserbereitstellung Öl verwendet, vor allem in Gebäuden bzw. Wohnungen der 60er und frühen 70er Jahre: bei diesen lag der Anteil sogar bei über 90 %. Erst in den 80er Jahren wurden Heiz- und Warmwassersystem bei Öl wieder verstärkt entkoppelt: der Anteil der ölzentralbeheizten Wohnung bzw. Gebäude, die Öl auch für die Warmwasserbereitstellung einsetzten, ging auf 72 % zurück.

Anfang der 80er Jahre war diese Koppelung noch weniger stringent: bei Gebäuden/Wohnungen der Baujahre bis 1960 nutzten 57 % Öl für Heizung und Warmwasser, über alle Gebäudeklassen waren es 70 %. Ähnlich wie für Öl dürfte auch bei Gas die Entwicklung verlaufen sein. Allerdings sind die statistischen Basisdaten weniger eindeutig, lässt sich Gas doch auch dezentral, d.h. unabhängig vom Heizsystem-Energieträger, für die Warmwasserbereitstellung nutzen.

(2) Die Differenzierung zwischen zentraler und dezentraler Warmwasserbereitstellung liegt darin begründet, dass Zentralsysteme zu einem sorgloseren Umgang mit Energie - ähnlich den zentralbeheizten gegenüber den einzelbeheizten Wohnungen - führen: der spezifische Warmwasserverbrauch pro Person und Tag nimmt mit der Bequemlichkeit der Warmwasserversorgung zu.

Der Energieverbrauch für Warmwasser hängt gleichfalls von drei Haupteinflussfaktoren ab:

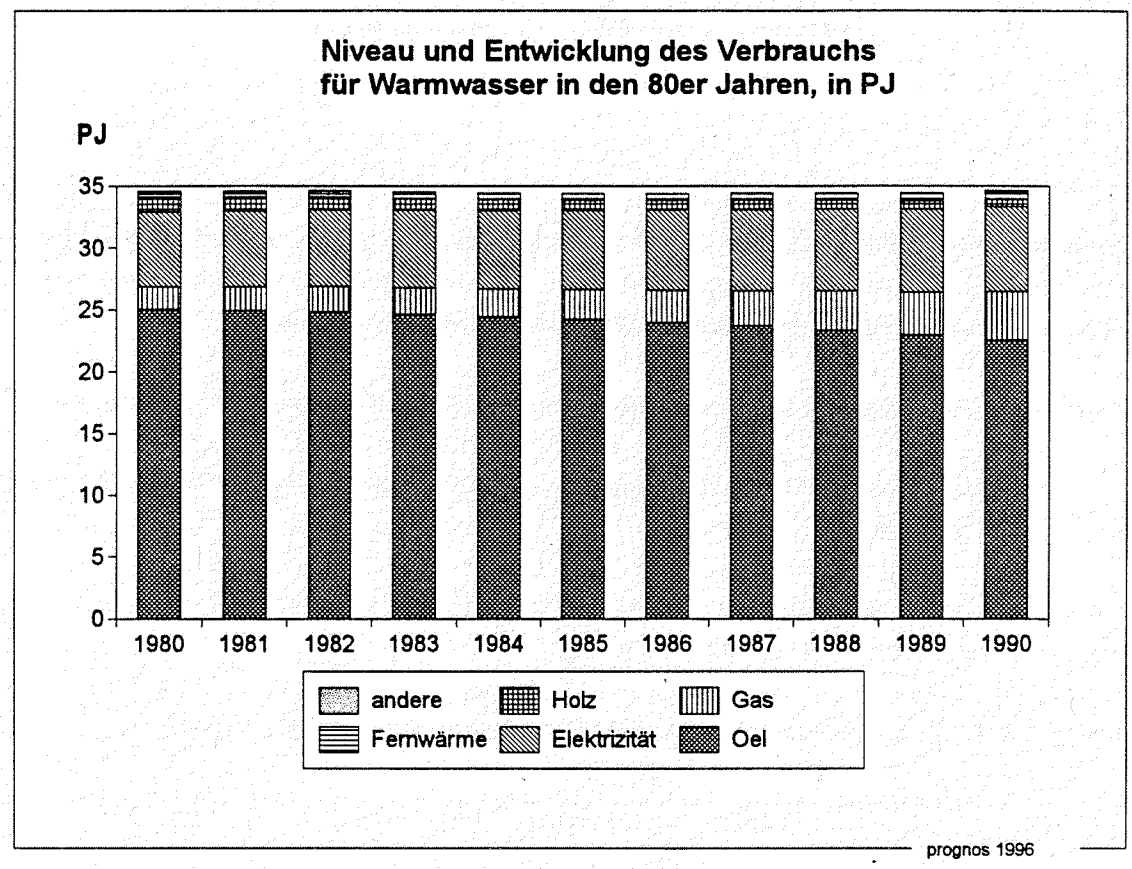
- der Zahl der Bedarfsträger, d.h. die Entwicklung von Bevölkerung oder Haushalten
- dem spezifischen Warmwasserverbrauch pro Bedarfsträger
- dem energetischen Nutzungsgrad der Warmwasserbereitstellung.

(3) Die Zahl der Bedarfsträger, der über eine Warmwasserversorgung verfügende Teil der Wohnbevölkerung (1980: 98,9 % und 1990: 99,4 % der Bevölkerung resp. der Privathaushalte), ist zwischen 1980 und 1990 um gut 8,5 % gewachsen. Der spezifische Warmwasserverbrauch pro Kopf und Tag hat sich im gleichen Zeitraum leicht erhöht (um ca. 1 % p.a.),[7] und der Nutzungsgrad der Warmwassersysteme ist ex-post stärker gestiegen als derjenige der Heizanlagen, weil Bereitschafts- und Verteilverluste stärker reduziert werden konnten als die Abgasverluste.

Alle drei Faktoren zusammen bewirkten den eingangs dargestellten Verlauf eines nahezu stabilen Energieverbrauchsvolumens für Warmwasser. Grafik 3.3-1 zeigt Niveau und Entwicklung des Verbrauchs für Warmwasser in den 80er Jahren.

7) Zentralsysteme: 1980: 730 MJ/Person und Jahr; 1990: 805 MJ/Person und Jahr
dezentrale Systeme: 1980: 660 MJ/Person und Jahr, 1970: 730 MJ/Person und Jahr
Holz-, Kohle-Einzelofen: 1980: 440 MJ/Person und Jahr, 1990: 510 MJ/Person und Jahr.

Grafik 3.3-1


Niveau und Entwicklung des Verbrauchs
für Warmwasser in den 80er Jahren, in PJ
PJ
35
30
25
20
15
10
5
0
1980
1981
1982
1983
1984
1985
1986
1987
1988
1989
1990
andere
Holz
Gas
Fernwärme
Elektrizität
Oel
prognos 1996

3.4 Der Elektrizitätsverbrauch für Elektrogeräte, für das Kochen und der Elektrizitätsverbrauch der Haushalte insgesamt

(1) Für das **Kochen** wurden 1990 9 PJ Energie verbraucht, davon 84,5 % Elektrizität. Von diesem Elektrizitätsverbrauch entfielen rund 2/3 auf Elektroherde, ca. 1/6 auf Geschirrspüler und ein weiteres 1/6 auf den Verbrauch von Dunstabzugshaube, Kaffeemaschine, Grillgerät, Toaster, Waffeleisen, Raclette, Friteuse und Mikrowellengerät.

Gegenüber 1980 bedeutet dies einen leichten, aber stetigen Verbrauchsanstieg: +1,2 % p.a..

1980 waren Gas und Holz für Gas- bzw. Holzherde wichtiger als in 1990: ihr Anteil ging von 24 % auf gut 15 % zurück.

Die Elektrifizierung der Haushalte schlägt sich damit auch im Anstieg des Elektrizitätsverbrauchs der Haushalte für das Kochen nieder.

Tabelle 3.4-1: Die Zusammensetzung des Energieverbrauchs für das Kochen, 1980 - 1990, in PJ und in %

	1980	1990	1980	1990
	in PJ		in %	
Elektroherd	4,41	5,14	55,0	57,1
Geschirrspüler	0,83	1,20	10,4	13,3
übrige Elektrogeräte[1)]	0,86	1,26	10,7	14,1
Summe Elektrizität	6,09	7,60	76,1	84,4
Gas	1,35	0,93	16,9	10,3
Holz	0,56	0,47	7,0	5,3
Total	8,01	9,00	100	100

1) .Dunstabzugshaube, Toaster, Grill, Waffeleisen, Raclette, Kaffeemaschine, Mikrowelle, Friteuse

(2) Der Energieverbrauch für das Kochen resultiert aus dem Zusammenwirken zweier Grössen: zum einen aus der Ausstattung der Haushalte mit den entsprechenden energieverbrauchenden Geräten, zum anderen aus den Veränderungen der spezifischen Verbräuche der einzelnen Geräte, die ihrerseits wiederum Folge technischer und/oder verhaltensdeterminierter Veränderungen sind.

Über die Versorgung der Haushalte mit Elektrogeräten liegen Schätzungen, z.T. sogar empirische Erhebungen vor, zumindest für die wichtigsten (am meisten Energie verbrauchenden) Geräte. Im Einzelfall lassen sich diese sogar anhand der jährlichen Absatzzahlen (und der Annahme einer plausiblen "Absterbeordnung", d.h. einer mittleren Lebensdauer bzw. Nutzungsdauer) zumindest in der Grössenordnung überprüfen.

Für die Geräte in diesem Verbrauchsbereich wurde von nachstehenden Ausstattungsquoten ausgegangen:

Tabelle 3.4-2: Ausstattungsquoten mit Kochgeräten, 1980 - 1990, in % und in Mio Einheiten, relevante Gerätemenge[1)]

	1980 in % der Privathaushalte	1990 in % der Privathaushalte	1980 in Mio Einheiten	1990 in Mio Einheiten
Elektrizität				
Elektroherd	74.4	83.8	1.82	2.38
Geschirrspüler	19.8	35.2	0.48	1.00
Kaffee-, Tee-, Filtermaschinen	71.8	87.8	1.76	2.49
Mikrowellengeräte	–	16.6	–	0.47
übrige Elektrogeräte[2)]	208.4	293.1	5.11	8.33
Gas	19.2	11.5	0.47	0.33
Holz	6.4	4.7	0.16	0.13
Summe	–	–	9.80	15.14
Summe ohne übrige	–	–	4.69	6.81

1) bei Kochgeräten 1 Gerät/Haushalt, auch wenn mehrere Geräte derselben Kategorie in einem Haushalt vorhanden sind.
2) Dunstabzugshaube, Toaster, Grill, Waffeleisen, Raclette, Friteuse

Die Zahl der für den Bereich Kochen genutzten Geräte - ohne die übrigen Geräte - hat sich im vergangenen Jahrzehnt deutlich erhöht: von 4,7 Mio auf 6,8 Mio. Die Zahl der elektrischen Grossgeräte - Elektroherd und Geschirrspüler - allein ist im gleichen Zeitraum um fast 1,1 Mio, entsprechend + 47 %, gewachsen.

(3) Der spezifische Energieverbrauch bzw. dessen Niveau und Entwicklung hängt von verschiedenen Einzelfaktoren ab: Art und Intensität der Nutzung, Gerätetyp und Eigenschaften, technisches Verbrauchsniveau bzw. dessen Veränderung im Zeitablauf.

Nutzungshäufigkeit bzw. -intensität variieren bei vielen Elektrogeräten mit der Haushaltsgrösse. Je grösser der Haushalt, desto stärker die tatsächliche Inanspruchnahme des Gerätes. Allerdings erfolgt die Nutzungsintensivierung nicht proportional, sondern unterproportional zur Zahl der Haushaltsmitglieder. So nutzen beispielsweise Haushalte mit 4+ Personen den Elektroherd mehr als doppelt so häufig/intensiv wie 1-Personen-Haushalte, der Geschirrspüler im 2-Personen-Haushalt wird etwa 1,4 mal häufiger/intensiver benutzt als im 1-Personen-Haushalt.

(4) Die technische Verbesserung, z.B. bei Elektroherden für den "Betriebsbereich Backen" durch verbesserte Wärmedämmung, aber auch - wenngleich weitaus weniger stark - im Bereich der Kochplatten (z.B. durch den Übergang auf Keramikkochfelder oder langfristig Induktionskochstellen), führt dazu, dass schon in der Vergangenheit die Normverbräuche (z.B. Aufheizen des Backofens und 1 h Betrieb) neuerer Geräte im allgemeinen immer geringer werden bzw. geworden sind, mithin die (nutzungsunabhängigen) spezifischen Verbräuche von Gerätegeneration zu Gerätegeneration kleiner geworden sind. Dies gilt in erster Linie für die elektrischen Grossgeräte im Haushalt (Elektroherd, Geschirrspüler, Waschmaschine, Kühl- und Gefriergeräte, Wäschetrockner), in geringerem Masse auch für die elektrischen Kleingeräte.

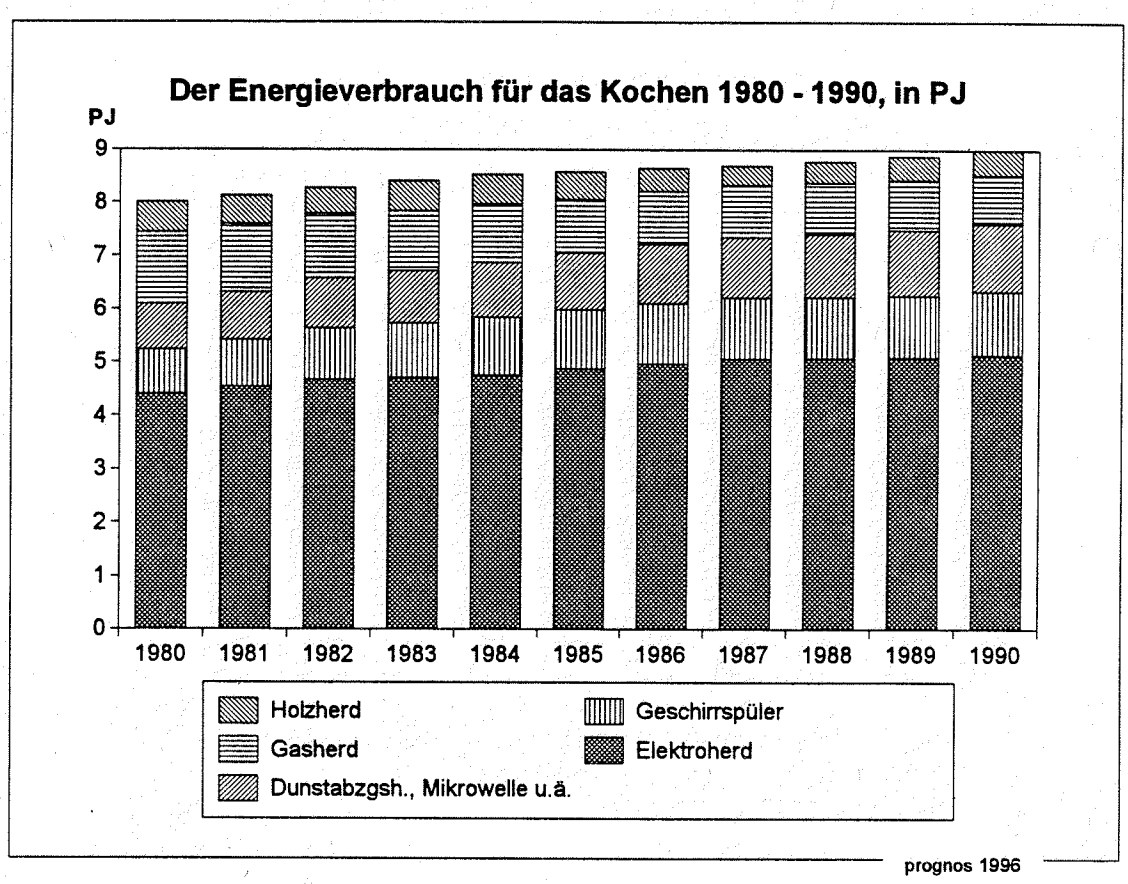
Aus diesen Gründen basiert sowohl die ex-post-Analyse wie auch die Prognose für die wichtigsten Grossgeräte - nicht nur im Bereich Kochen - auf einem jahresweise aufgebauten Kohorten-Modell, das es erlaubt, die Altersstruktur des Anlagenbestandes sowohl ex-post wie auch ex-ante darzustellen und damit jährliche Verbesserungen in der Gerätetechnik bestandsgewichtet im Durchschnittsverbrauch abzubilden.

(5) Haushaltsgrössenkomponente, technische Komponente und eine "Restkomponente" - letztere berücksichtigt beispielsweise, dass elektrische Kleingeräte wie Kaffeemaschine, Mikrowelle, Grill etc. in Teilbereichen "ursprüngliche" Aufgaben des Elektroherdes übernommen und damit die Nutzung und den Verbrauch des Elektroherdes reduziert haben - zusammen haben dazu geführt, dass der spezifische Verbrauch von Elektroherden zwischen 1980 und 1990 um gut 10 % abgenommen hat, so dass die Erhöhung des Gerätebestandes zwischen 1980 und 1990 um mehr als 30 % sich nur zu 2/3 im Verbrauch niedergeschlagen hat.

Ähnliches gilt auch für Geschirrspüler: hier hat der technische Fortschritt dazu geführt, dass der spezifische Verbrauch zwischen 1980 und 1990 um etwa 1/3 reduziert werden konnte. Obwohl der Bestand im gleichen Zeitraum stark expandierte, hat sich die spezifische technische Verbrauchsreduktion im gleichen Zeitraum erst zu 90 % im Bestand niedergeschlagen. Im Ergebnis betrug der Zuwachs an Elektrizätsverbrauch für Geschirrspüler "nur" 45 %, obwohl der Gerätebestand 1980/90 um mehr als 100 % gestiegen war.

Grafik 3.4-1 zeigt den Energieverbrauch für das Kochen nach Geräten/Energieträgern für den Zeitraum 1980 - 1990.

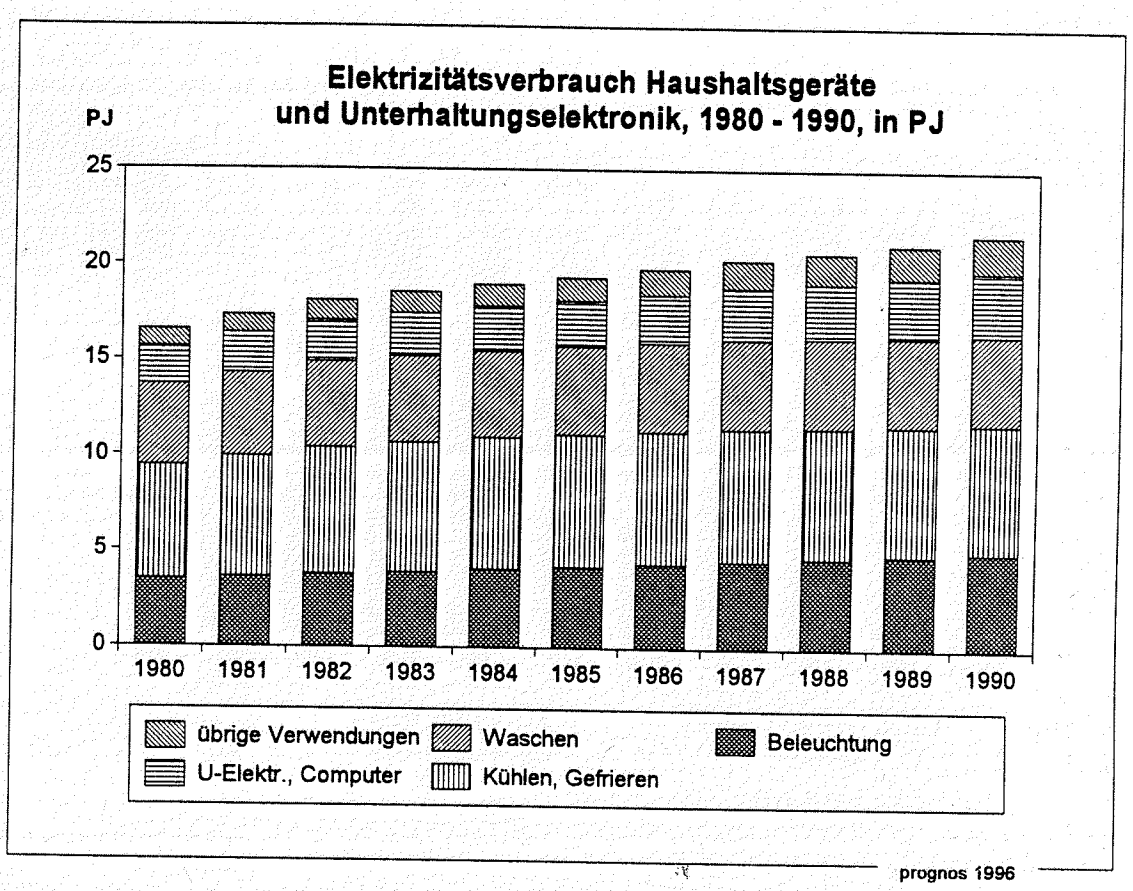
Grafik 3.4-1



(6) Der Energieverbrauch der Haushalte für **Elektrogeräte** und für die **Unterhaltungselektronik**, d.h. des Elektrizitätsverbrauchs der Haushalte ohne denjenigen für Heizanlagen (Elektroheizungen, Elektro-Wärmepumpen, elektrische Kleinheizgeräte), für Umwälzpumpen und Brenner, für die Warmwasserbereitstellung (Speicher, Durchlauferhitzer, Wärmepumpen) und für das Kochen (Elektroherde, Geschirrspüler, Mikrowelle, Kaffeemaschinen u.a.), hat zwischen 1980 und 1990 um jährlich 2,7 % zugenommen, von 1980 17 PJ auf 1990 22 PJ.

Nach Verwendungszwecken am expansivsten waren dabei die Verbrauchssegmente Unterhaltungselektronik (TV, Video, Radio, Phono) einschliesslich der Heimcomputertechnik und Beleuchtung: der Verbrauch der Unterhaltungselektronik wuchs mit 5,6 % p.a. um die Hälfte schneller als der für Beleuchtung (3,8 % p.a.). Unterdurchschnittlich stiegen die Bereiche Waschen (Waschmaschine mit/ohne integrierten Trockner, Wäschetrockner, Wäscheschleuder) mit 0,9 % p.a. und Kühlen und Gefrieren (Kühlschrank, Kühl-Gefrierkombinationen, Gefrierschrank/-truhe) mit 1,2 % p.a. Die übrigen Verwendungen (restliche Anwendungen von Staubsauger über Mixer bis hin zu Hobbymaschinen) verzeichneten mit 7,6 % p.a. ein weit überdurchschnittliches Wachstum. Grafik 3.4-2 visualisiert die Entwicklung des Verbrauchs nach den genannten Kategorien für die 80er Jahre.

Grafik 3.4-2



(7) Diese Entwicklungen sind das Einzelergebnis für eine Vielzahl einzeln analysierter Geräte bzw. Gerätegruppen mit jeweils unterschiedlichen ex-post-Verläufen

- der Bestände
- der technischen Veränderungen
- der haushaltsgrössenspezifischen Nutzungskomponente
- weiterer Einzeleinflüsse, die in einer "Restkomponente" erfasst werden.

Analog dem analytischen (und prognostischen) Vorgehen bei Elektroherden oder Geschirrspülern erfolgt die Quantifizierung

- der Mengenkomponente auf der Basis Haushaltsgrössenklassen-spezifischer Ausstattungsgrade mit den entsprechenden Elektrogeräten, die - gewichtet mit der gesamtschweizerischen Haushaltsgrössenstruktur - einen durchschnittlichen Ausstattungsgrad ergeben, der wiederum - multipliziert mit der Zahl der Haushalte insgesamt - den vorhandenen Gerätebestand ergibt.

- der Technikkomponente für alle elektrischen Grossgeräte auf der Basis eines Jahrgangs-Modells, das den Gerätebestand mit Hilfe der jährlichen Marktzugänge und

einer gerätespezifischen Absterbeordnung nach Umfang und Altersstruktur abzubilden imstande ist, und mit dessen Hilfe es möglich ist, technische (Verbrauchs-) Verbesserung bei neuen Geräten in ihren (Verbrauchs-) Auswirkungen auf den Gesamtbestand des Anlagenparks bzw. dessen Durchschnittsverbrauch abzubilden.

- der Haushaltsgrössenklassen-spezifischen Nutzungskomponente auf der Basis der mit den Gerätebeständen in den jeweiligen Grössenklassen gewichteten Nutzungsunterschiede zwischen den verschiedenen Haushaltsgrössenklassen.

- der "Restkomponente" durch weitere Indikatoren, die z.B. bei Beleuchtung die Komponenten "Wohnungsgrösse" und "Beleuchtungsintensität", bei TV z.B. veränderte Sehgewohnheiten und steigende Zweitgeräteanteile berücksichtigen sollen.

Auch hier ist die Entwicklung des spezifischen Verbrauchs, dem Durchschnittsverbrauch je Gerät, in jedem Einzelfall das Ergebnis der drei letztgenannten Faktoren in ihrem Zusammenwirken.

Stellt man Mengenkomponente und (mittlere) spezifische Verbrauchskomponente einander gegenüber, so zeigt sich ex-post folgendes Bild:

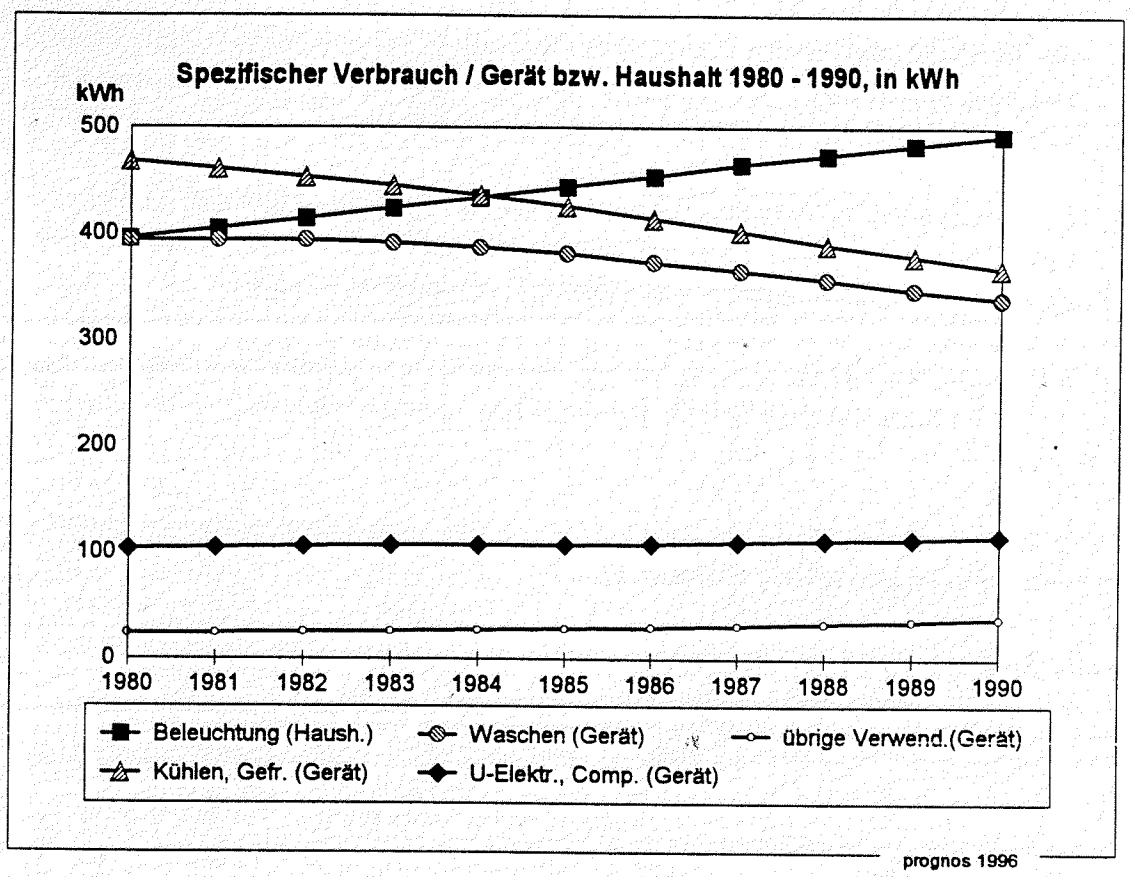
Tabelle 3.4-3: Verbrauch, Bestandsentwicklung und spezifischer Verbrauch für Elektrogeräte und Unterhaltungselektronik, 1980 - 1990

	1980	1990	1980	1990	1980	1990
	Verbrauch in PJ		Mengenkomponente in Mio		spez. Verbrauch in kWh/Einheit	
Beleuchtung (Haushalte)	3.48	5.04	2.45	2.84	395	492
Kühlen, Gefrieren (Geräte)	5.95	6.72	3.53	5.08	468	368
Waschen (Geräte)	4.27	4.65	3.01	3.81	394	339
Unterhaltungselektronik (Geräte)	1.94	3.35	5.22	8.01	103	116
übrige Verwendungen (Geräte)	0.91	1.90	10.69	13.62	24	39
Summe	16.56	21.65	24.91	33.37	•	•

Grafik 3.4-3 illustriert die Verlaufsdynamik der für die einzelnen Verwendungszwecke berechenbaren mittleren spezifischen Verbräuche. Zu beachten dabei ist, dass innerhalb der einzelnen Verbrauchsbereiche für jedes einzelne Gerät andere Entwicklungslinien gelten: die hier ausgewiesenen "Obergruppen" verbergen strukturelle Veränderungen innerhalb dieser Obergruppen, beispielsweise die Verschiebungen von einfachen SW-TV-Geräten zu Farb-TV-Geräten mit HiFi-Ton und Grossbildröhre sowie stand-by-Schaltung oder bei Kühl- und Gefriergeräten das relative Vordringen von Gefriergeräten und Kühl-Gefrierkombinationen. Bereits dieses Zusammenfassung zeigt jedoch deutlich, dass bei Kühl- und Gefriergeräten und bei Waschmaschinen/Wäschetrocknern ex-post erhebliche spezifische Einsparungen erzielt worden sind, während etwa bei der Beleuchtung die verbrauchssteigernden Faktoren

Wohnungsgrösse und Beleuchtungsintensität in der Vergangenheit weitaus stärker waren als der (genutzte) Einfluss verbrauchsmindernder neuer Techniken (Energiesparlampen).

Grafik 3.4-3



(8) Der **Elektrizitätsverbrauch der Haushalte** insgesamt umfasst den Verbrauch

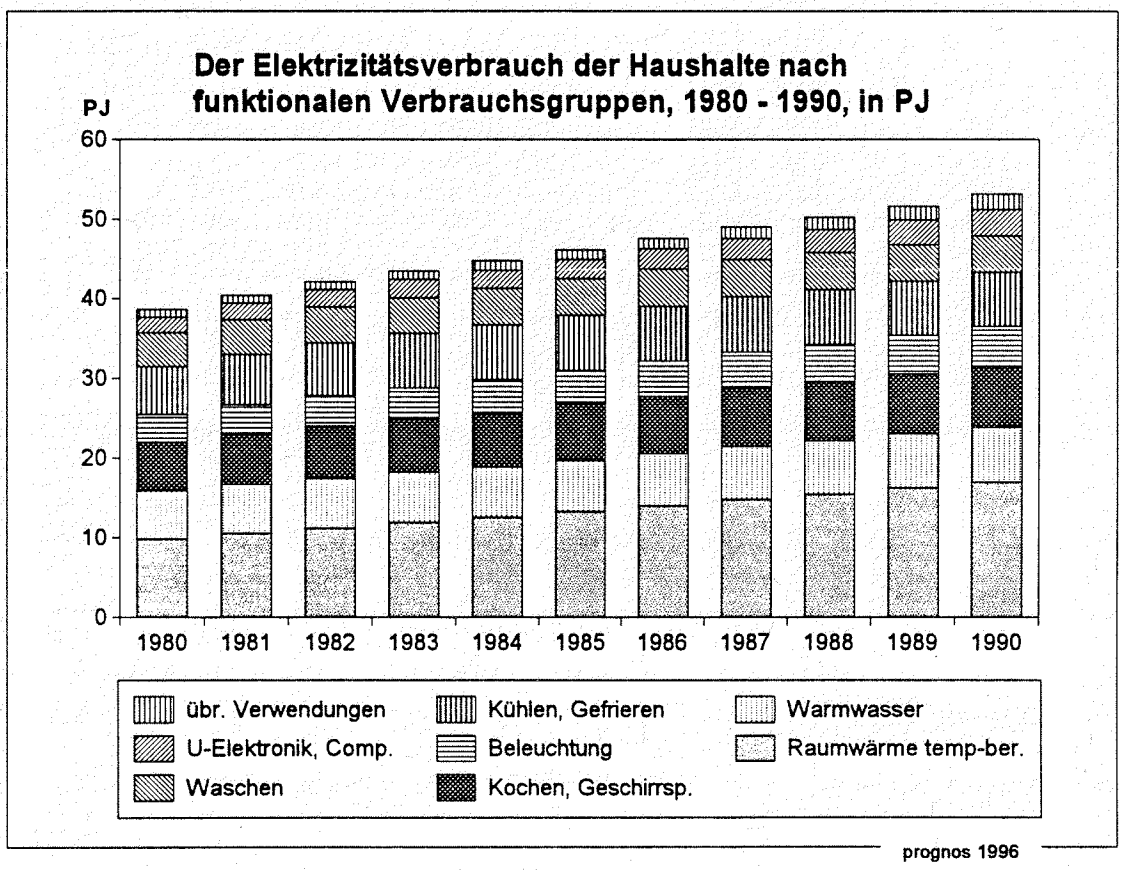
- für Raumwärme in Form von Elektroheizungen, Elektrowärmepumpen, Kleinheizgeräte und den Hilfsenergieverbrauch von Heizanlagen (Umwälzpumpen, Brenner, Gebläse von Nachtstromspeicherheizungen)
- für Warmwasser in Form von Warmwasserspeichern (-boilern), Warmwasserdurchlauferhitzern und Brauchwasserwärmepumpen
- für das Kochen im weiteren Sinne, mit Elektroherd, Geschirrspüler, Dunstabzugshaube, Toaster, Grill, Mikrowelle, Kaffeemaschine, Friteuse und
- den Verbrauch in allen übrigen Anwendungen.

Fasst man das gesamte Verbrauchsvolumen nach den funktionalen Verbrauchsgruppen

- Raumwärme
- Warmwasser
- Kochen
- Kühlen, Gefrieren
- Waschen
- Unterhaltungselektronik
- Beleuchtung
- übrige Anwendungen

zusammen, so resultieren die in Grafik 3.4-4 und 3.4-5 gezeigten Veränderungen.

Grafik 3.4-4



Deutlich sichtbar ist in Grafik 3.4-5 der Anteilsgewinn des Elektrizitätsverbrauchs für Raumwärme. Zu beachten dabei ist, dass der Raumwärmeverbrauch hier temperaturneutral, d.h. Heizgradtagzahl-bereinigt dargestellt ist. Zu beachten ist darüber hinaus, dass der hier ausgewiesene Stromverbrauch der Haushalte auch Verbrauchskomponenten enthält, die in der Stromstatistik entweder unter Dienstleistungen erfasst werden (wie der Verbrauch von Feri-

enwohnungen) oder wo die Abgrenzung zwischen Haushalt und Dienstleistungen nicht eindeutig ist (wie beim Elektrizitätsverbrauch für Umwälzpumpen und Brenner im Mehrfamilienhausbereich, bei an Gemeinschaftszählern "hängenden" privaten Tiefkühlgeräten o.ä.).

Grafik 3.4-5

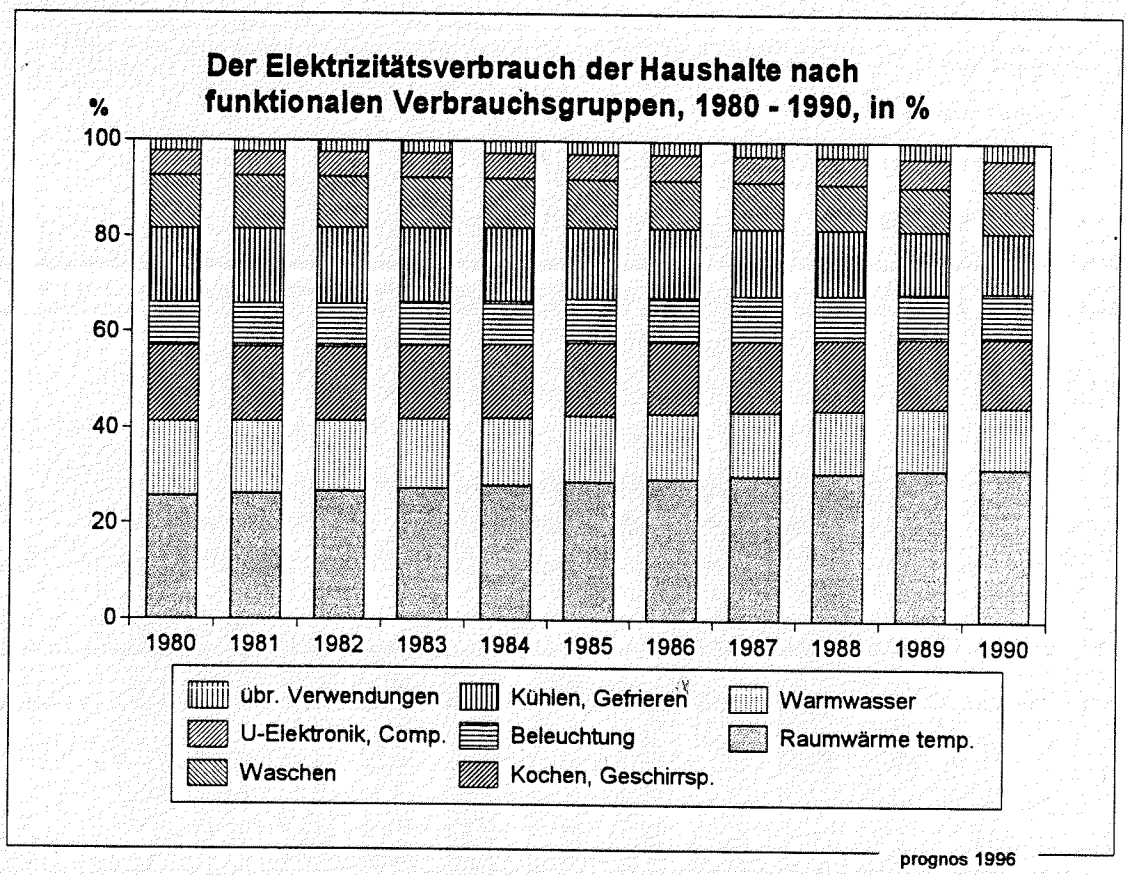


Tabelle 3.4-4: Elektrizitätsverbrauch der Haushalte nach funktionalen Verbrauchsgruppen, 1980 und 1990, in %

	1980	1990	1980	1990
	in PJ		in %	
Raumwärme (temperaturbereinigt)	9.89	17.02	25.6	32.0
Warmwasser	6.03	6.88	15.6	12.9
Kochen, Geschirrspülen	6.09	7.60	15.8	14.3
Beleuchtung	3.48	5.04	9.0	9.5
Kühlen, Gefrieren	5.95	6.72	15.4	12.6
Waschen	4.27	4.65	11.1	8.8
Unterhaltungselektronik, Computer	1.94	3.35	5.0	6.3
übrige Verwendungen	091	1,90	2.4	3.6
Total	38.57	53.14	100.0	100.0

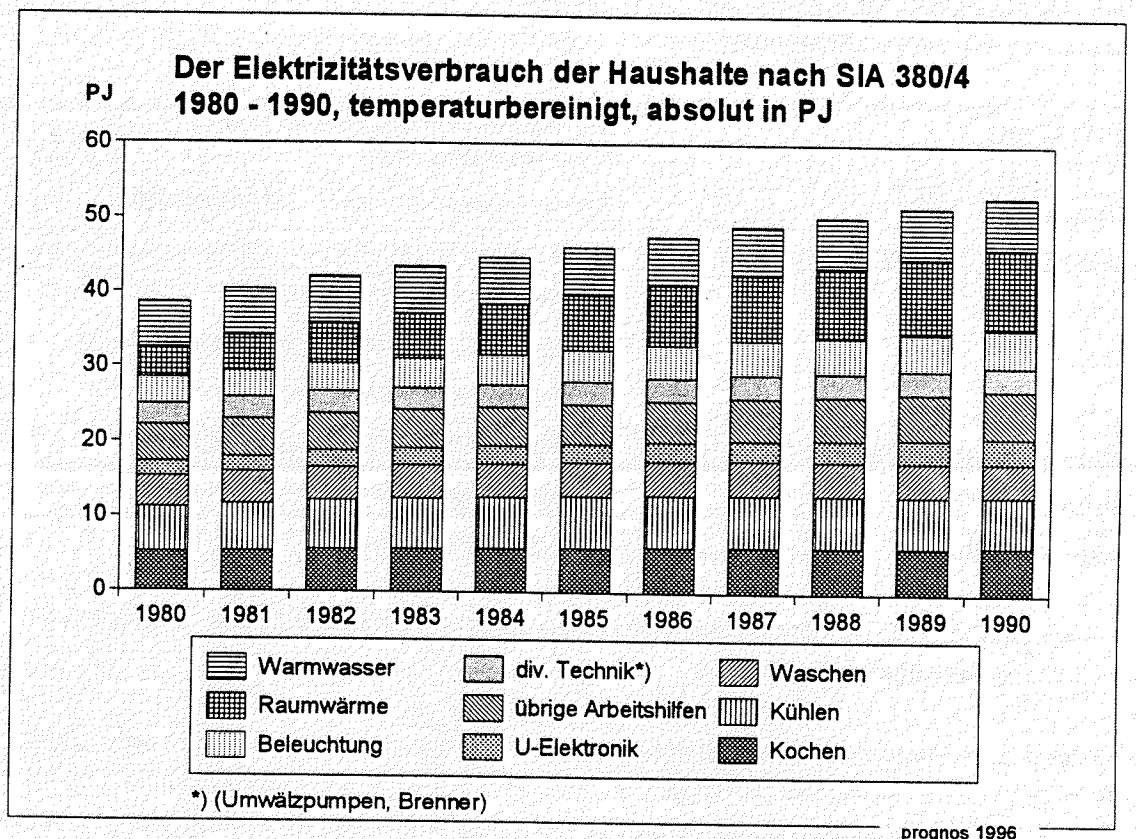
Fasst man den Elektrizitätsverbrauch der Haushalte nach der Systematik von SIA 380/4 zusammen, d.h. subsummiert unter

Raumwärme:	festinstallierte Elektrospeicherheizung und Elektrowärmepumpen
Warmwasser:	Boiler, Durchlauferhitzer, Wärmepumpen
Beleuchtung:	Licht
Kochen:	Elektroherde, Geschirrspüler
Kühlen:	Kühlschrank, Kühl-Gefriergerät, Gefriergerät
Waschen:	Waschmaschine, Wäschetrockner
Unterhaltungselektronik:	TV, Radio, Phono, Video, Computer
diverse Technik:	Umwälzpumpen, Brenner
übrige Arbeitshilfen:	restliche Anwendungen

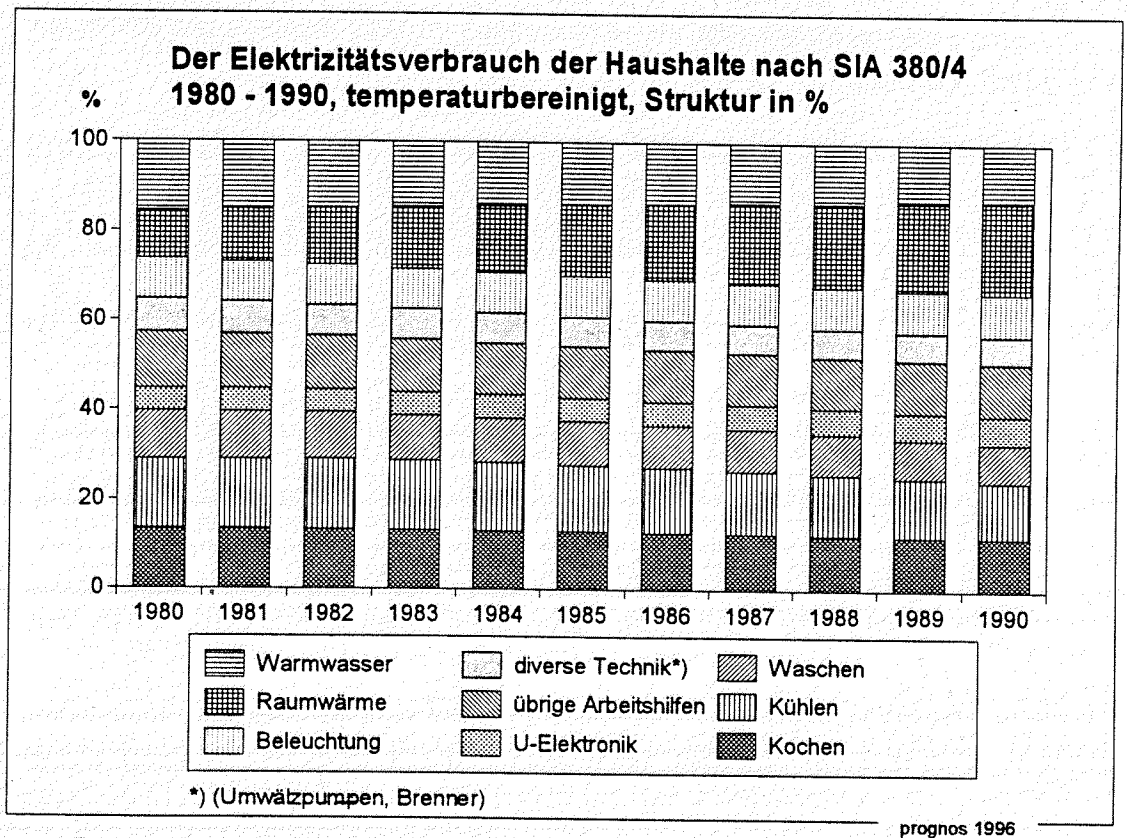
so ergibt sich eine leicht davon abweichende Verbrauchsstruktur, die in den Grafiken 3.4-6 und 3.4-7 wiedergegeben ist.

Hier wird noch deutlicher, dass der Heizgradtagzahl-bereinigte Heizstromverbrauch in den 80er Jahren seinen Anteil fast verdoppelt hat (von 10,6 auf 20,3 % zwischen 1980 und 1990). Bezogen auf den gesamten Stromverbrauch nahm der Anteil der für Umwälzpumpen und Brenner notwendigen Elektrizität im Verlauf der 80er Jahre deutlich ab: von 7,5 % Anteil in 1980 auf 6,1 % in 1990. Mit "nur" 1,3 % jährlichem Zuwachs lag der Elektrizitätsverbrauch pro m^2 zentral beheizter Fläche 1990 um 15 % niedriger als 1980 (Zuwachs zentralbeheizter Wohnfläche 2,8 % p.a.).

Grafik 3.4-6



Grafik 3.4-7



4. Szenario I (beschlossene Politik)

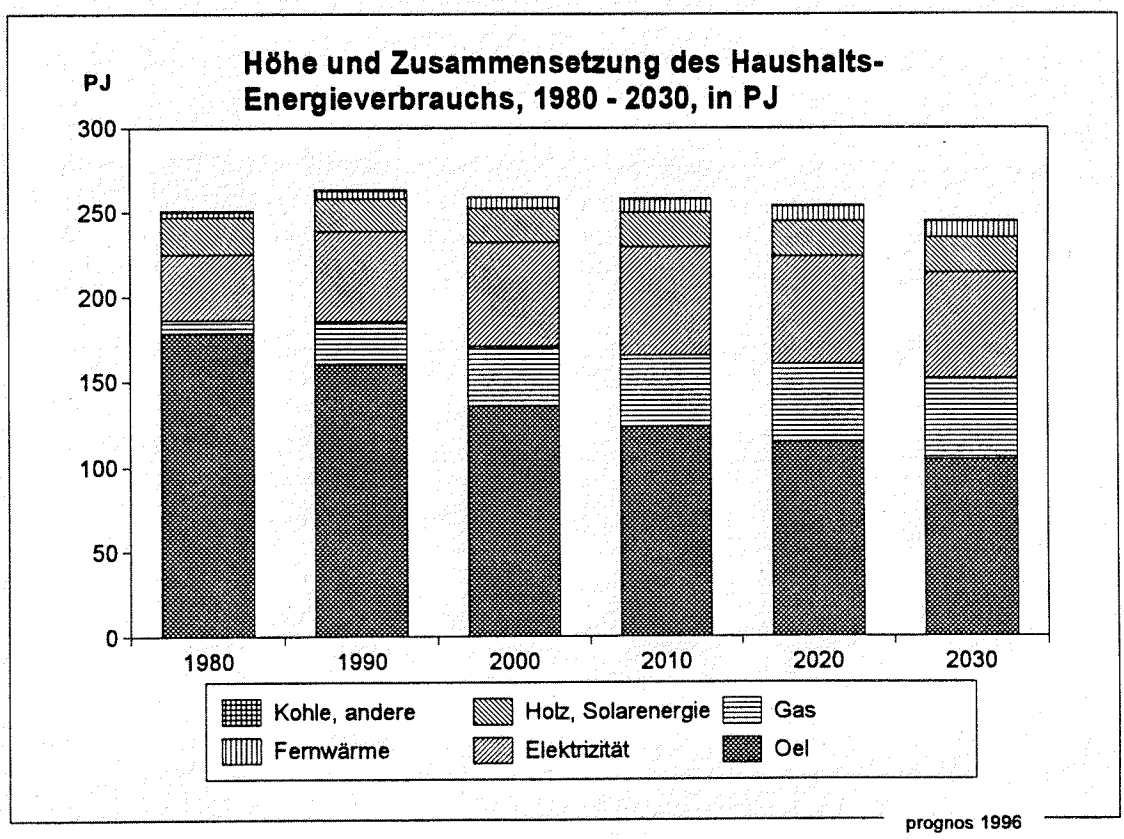
Das Wichtigste in Kürze

Der Energieverbrauch der Haushalte insgesamt bleibt bis etwa 2010 auf einem Niveau von rund 260 PJ. Erst nach 2020 nimmt der Energieverbrauch spürbarer ab. Der Anteil der fossilen Energieträger Öl und Gas (Kohle spielt praktisch keine Rolle) sinkt bis 2010 von 71 % (1990) auf rund 64 % und bis 2030 auf nur noch 62 %. Der Elektrizitätsanteil erhöht sich in den gleichen Zeiträumen von 20 auf knapp 25 % bzw. gut 25 %. Holz und Solarenergie - 1990 mit 7,4 % Anteil eher unbedeutend - werden langfristig ihre Marktanteile ausweiten können (auf 8,4 %). Fernwärme wird noch stärker gewinnen können: um 2,3 %-Punkte, von 1,7 % auf 4 %.

Nach Verwendungszwecken nimmt der Anteil der für die Warmwasserbereitstellung aufgewendeten Energie schneller ab als derjenige für Raumwärme. Beide Verwendungsbereiche zusammen - 1990 87 % des Verbrauchs - verlieren bis 2010 2,7 %-Punkte. Für das Kochen, einschliesslich Geschirrspüler, Mikrowelle u.ä. wurden 1990 3,4 % verwendet, in 2010 werden es 3,9 % und in 2030 4 % Energie sein. Die stärkste Expansion weisen die Elektrizitätsverbräuche von Haushaltselektrogeräten einschliesslich der Unterhaltungselektronik auf: ihr Zuwachs um 1/3 bis 2030 entspricht einer Anteilssteigerung von 8,2 % in 1990 über 10,4 % (2010) auf 11,6 % in 2030.

Grafik 4-1 zeigt die zukünftige Entwicklung des Haushaltsenergieverbrauchs nach Energieträgern.

Grafik 4-1



Die wichtigsten Einflussgrössen und Annahmen

Grundphilosophie	Politik und Konsumenten zeigen status-quo-Verhaltensweisen, abrupte Sprünge und Korrekturen sind nicht zu erwarten.
Wirtschaftsentwicklung	Wirtschaftswachstum und Verbrauchszunahme erlauben auch weiterhin, mehr und bessere Produkte zu erwerben.
Energiepreise	Entwicklung der Inlandspreise orientiert sich an den Weltmarktpreisen, deshalb sind bis über die Jahrtausendwende hinaus nur moderate Steigerungen zu erwarten.
Bevölkerung und Haushalte	Die Bevölkerung wächst bis 2010 gegenüber 1990 um knapp 13 %; danach nimmt die Bevölkerungszahl bis 2030 leicht ab. Aufgrund ständig kleiner werdender Haushaltsdurchschnittsgrössen steigt die Zahl der Haushalte schneller als die Bevölkerung; der Anstieg hält auch nach 2010 an.
Wohnungen und Energiebezugsflächen	Die Zahl der Wohnungen erhöht sich von 3,2 Mio auf 4,1 Mio in 2030, die Energiebezugsfläche wächst noch stärker: von 370 Mio m^2 auf fast 540 Mio m^2 bis 2030. Pro Einwohner expandiert die Energiebezugsfläche bis 2010 um 0,7 % p.a. und danach um 0,6 % p.a.
Ausstattung mit Elektrogeräten	Die Ausstattung der Haushalte mit Elektrogeräten steigt zwischen 1990 und 2030: ihre Zahl wächst bis 2010 um mehr als 1/3 und bis 2030 sogar um über 40 %. Elektrische Haushaltsgrossgeräte nehmen dabei um 52 % bis 2030 zu.
Technologietrends	Keine neuen Basis-Technologien, sondern relativ stetige Fortentwicklung bestehender und verstärkte Nutzung derselben. Kommende Heizanlagen sind - je nach Energieträger - mehr oder weniger deutlich effizienter als der heutige Durchschnitt des Anlagenparks (Öl- und Gasheizungen beispielsweise um 25-30 %).
Energiepolitik	Alle beschlossenen Politikmassnahmen und Initiativen sind enthalten. Zielwerte und Orientierungsrichtlinien werden jedoch nicht dynamisiert.

Tabelle 4-1: Der Energieverbrauch der Haushalte nach Energieträgern und Verwendungszwecken, 1980 - 2030, in PJ und in % - Szenario I

	1990	2000	2010	2020	2030
in PJ					
Oel	160.7	135.9	123.9	114.5	104.2
Gas	25.1	34.9	41.6	45.8	47.9
Elektrizität, Wärmepumpen	53.1	61.6	64.3	63.7	62.6
Holz	19.4	19.6	19.8	20.0	19.7
Fernwärme	4.4	6.3	7.7	8.8	9.7
Solarenergie	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
übrige (Kohle, andere)	0.6	0.3	0.2	0.1	0.1
Total	263.4	259.0	258.0	253.7	245.2
davon: fossil und andere	186.4	171.2	165.7	160.5	152.2
in %					
Oel	61.0	52.5	48.0	45.1	42.5
Gas	9.5	13.5	16.1	18.1	19.5
Elektrizität	20.2	23.8	24.9	25.1	25.5
Holz	7.4	7.6	7.7	7.9	8.1
Fernwärme	1.7	2.4	3.0	3.5	4.0
Solarenergie	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4
übrige (Kohle, andere)	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
davon: fossil und andere	70.8	66.1	64.2	63.2	62.1
in PJ					
Raumwärme*)	194.9	188.1	186.7	183.6	176.1
Elektrizität	13.8	16.1	17.0	16.6	15.4
sonstige Energieträger	181.1	172.0	169.7	167.0	160.7
Warmwasser	34.6	32.6	31.1	29.3	27.7
Elektrizität	6.9	7.9	7.8	7.1	6.7
sonstige Energieträger	27.7	24.6	23.2	22.2	21.0
Kochen, Geschirrspülen	9.0	9.7	10.0	10.0	9.9
Elektrizität	7.6	8.9	9.2	9.3	9.1
sonstige Energieträger	1.4	0.8	0.8	0.8	0.8
Übrige Anwendungen (Elektrizität)	24.9	28.7	30.2	30.8	31.4
Umwälzpumpen, Brenner	3.3	3.4	3.3	3.1	2.9
Elektrogeräte, Unterhaltungselektronik	21.7	25.4	27.0	27.7	28.5
Total	263.4	259.0	258.0	253.7	245.2
in %					
Raumwärme	74.0	72.6	72.4	72.3	71.8
Elektrizität	5.2	6.2	6.6	6.5	6.3
sonstige Energieträger	68.8	66.4	65.8	65.8	65.6
Warmwasser	13.1	12.6	12.0	11.6	11.3
Elektrizität	2.6	3.1	3.0	2.8	2.7
sonstige Energieträger	10.5	9.5	9.0	8.8	8.6
Kochen, Geschirrspülen	3.4	3.7	3.9	4.0	4.0
Elektrizität	2.9	3.4	3.6	3.6	3.7
sonstige Energieträger	0.5	0.3	0.3	0.3	0.3
Übrige Anwendungen (Elektrizität)	9.5	11.1	11.7	12.1	12.8
Umwälzpumpen, Brenner	1.2	1.3	1.3	1.2	1.2
Elektrogeräte, Unterhaltungselektronik	8.2	9.8	10.4	10.9	11.6
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

*) inkl. Kleinheizgeräte, Klimageräte, Luftbefeuchter, ohne Stromverbrauch für Pumen, Brenner, Gebläse

4.1 Die beschlossenen Massnahmen der Energiepolitik und ihre Berücksichtigung im Modell (Szenario I)

(1) Die in Kapitel 2.3 stichwortartig aufgeführten Massnahmen der Energiepolitik werden nachstehend erläutert, wobei gleichzeitig dargestellt wird, in welcher Form diese Massnahmen im Energieverbrauchsmodell Berücksichtigung finden.

Geräte, Apparate

Die Energienutzungsverordnung sieht vor, dass für "...serienmässig hergestellte Anlagen und Geräte, die in erheblichem Masse Energie verbrauchen, ...der Energieverbrauch angegeben werden muss" (ENV, Art. 2.1 bzw. 5.1). Die Kennzeichnungspflicht führt dazu, dass der Käufer grössere Transparenz über den Energieverbrauch der am Markt angebotenen Geräte erhält und er führt dazu, dass der Energieverbrauch beispielsweise von Elektrogeräten - stärker als bisher - Wettbewerbsparameter werden kann. Auf diese Weise könnte der technische Fortschritt bzw. dessen Realisierung in Form von sparsameren Geräte und/oder dem bewussteren Kauf von Energiespargeräten angestossen werden.

Stringenter als diese **Warendeklaration** in ihrer Wirkung ist die **Festlegung von Verbrauchszielwerten** für alle elektrischen Haushaltsgeräte.

Diese Zielwerte (exakt quantifiziert nach Gerätekategorien) müssen zu 95 % erfüllt werden, d.h. 95 % aller angebotenen bzw. abgesetzten Geräte eines Gerätetyps müssen die Zielwerte erreichen oder unterschreiten (z.B. Waschmaschinen: Energieverbrauch pro kg Trockenwäsche $\leq$ 0,23 kWh, gemessen nach IEC 456). Ist dies nicht der Fall, gelten die Zielwerte als nicht erreicht. In diesem Fall behält sich der Bund vor, Verbrauchsvorschriften zu erlassen.

(2) Der Effekt dieser Verbrauchszielwerte auf den Energieverbrauch neuer Geräte ergibt sich aus der Tatsache, dass der Durchschnittsverbrauch aller heute am Markt angebotenen Geräte höher liegt als der entsprechende Zielwert. Je stärker die Abweichung von Ist-Verbrauch zu Zielverbrauch (in dem Jahr, in dem die Zielwerte erreicht sein müssen), desto grösser der (einmalige) Einfluss dieser Zielwert-Vereinbarung.

Da der Energieverbrauch der meisten Geräte im Zeitablauf ex-post gesunken ist und da die heute marktbesten Geräte im allgemeinen deutlich geringere Energieverbräuche aufweisen als der Marktdurchschnitt, kann man - allein aus Wettbewerbsgründen - davon ausgehen, dass sich der spezifische Energieverbrauch auch zukünftig vermindern wird (wenn dieser

technische Fortschritt nicht durch ein Mehr an Funktionsmerkmalen, wie z.B. stand-by-Schaltungen, wieder zunichte gemacht wird).

Die Zielwertvereinbarung bewirkt deshalb einen einmaligen "Niveausprung" in den Durchschnittsverbräuchen aller Geräte einer Kategorie, bezogen auf die trendmässige Verbesserung des (technisch determinierten) Energieverbrauchs.

Grafik 4.1-1 visualisiert die einmalige Wirkung beispielhaft anhand des Gerätetyps "Kühlschrank".

Die Massnahmen der beschlossenen Politik bewirken spezifische Einsparungen des Energieverbrauchs von Neugeräten, die - bezogen auf den 1993er Verbrauch der Geräte - je nach Gerätetyp zwischen 7 und 19 % betragen, wenn 95 % aller Geräte die Zielwerte erreichen und wenn diejenigen (5 % der) Geräte, die die Zielwerte nicht erreichen, ein dem heutigen Marktdurchschnitt entsprechendes Verbrauchsniveau aufweisen.

Tabelle 4.1-1 zeigt den Vergleich heutiger Geräte mit den geforderten Zielwerten.

Der dabei unterstellte Trendverlauf orientiert sich an den heute 10 besten Geräten, ist also in Bezug auf das noch realisierbare Verbesserungspotential eher konservativ, weil es nicht alle technischen Verbesserungsmöglichkeiten ausschöpft.

Grafik 4.1-1

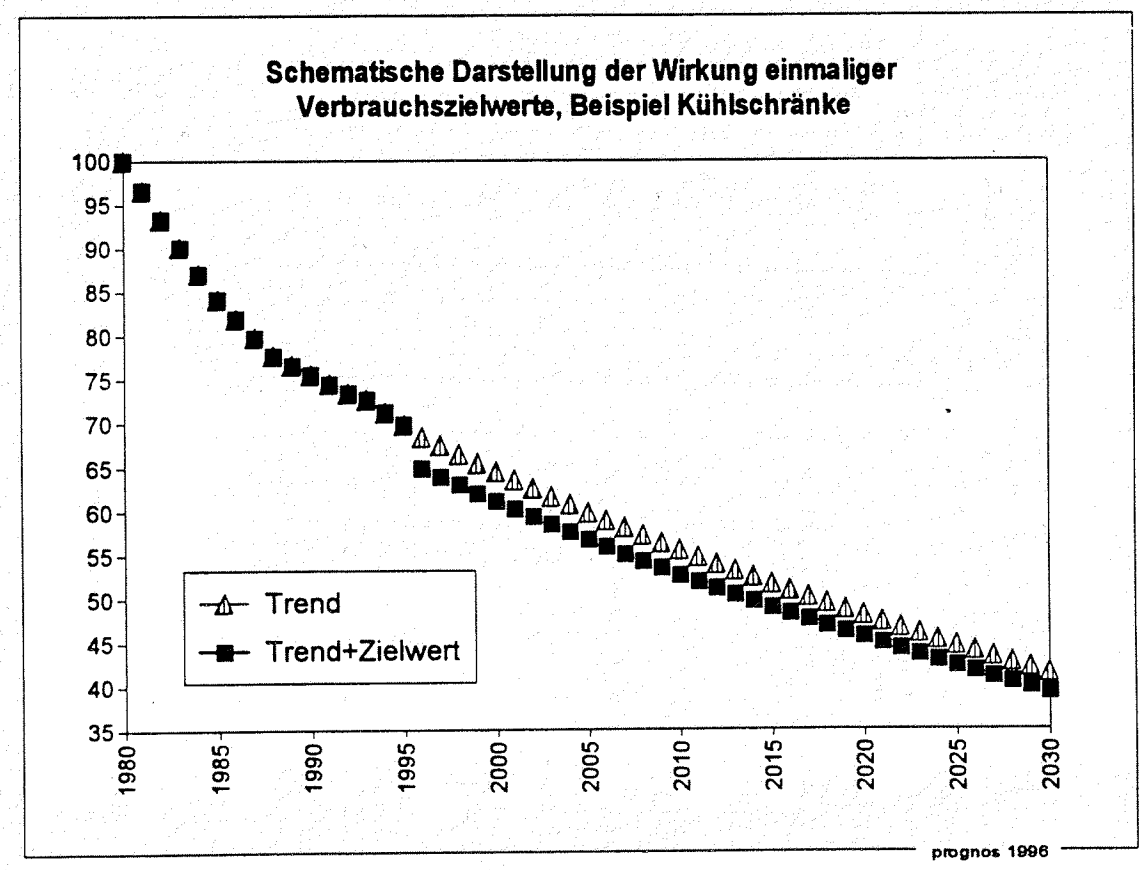


Tabelle 4.1-1: Ist- und Zielwerte Elektro-Haushaltsgeräte (Geräte, die in 1993 verkauft bzw. angeboten wurden = ist)

Gerät Zielwert erreicht ab Marktzugang	Einheit	Ziel-wert		Markt-durch-schnitt heute	mittlerer Verbrauch 10 Beste heute	das Beste in 1993 mittlere Grösse	Geräte, die gleich/ besser sind als der Zielwert		Geräte, die schlechter sind als der Zielwert		**beschlossene Politik**	
							Anteil %	mittlerer Verbrauch	Anteil %	mittlerer Verbrauch	Verbrauch, wenn alle heute schlech-teren die Zielwerte erfüllen	Effekt % geg. heute bei jeweils 95% Zielerfüllung
Kühlschrank 1986	kkWh/d	0,87	(1)	0,93	0,52	0,40	41	0,76	59	1,05	0,83	-10
Gefrierkombination 1996	kWh/d	1,31	(1)	1,56	1,14	1,00	25	1,18	75	1,69	1,30	-17
Gefriertruhen 1996	kWh/d	1,10	(1)	1,18	0,65	0,50	47	0,75	53	1,56	0,96	-19
Gefrierschränke 1996	kWh/d	1,12	(1)	1,09	0,74	0,70	55	0,91	45	1,31	1,01	-7
Waschmaschinen 1998	kWh/kg	0,23	(1)	0,27	0,19	0,18	27	0,2	73	0,30	0,23	-17
Wäschetrockner 1998	kWh/kg	0,65	(1)	0,69	0,47	0,42	36	0,61	64	0,74	0,64	-7
Geschirrspüler 1998	kWh/ iMG	0,12	(1)	0,14	0,10	0,09	22	0,115	78	0,15	0,12	-13
Herd, Backofenanteil (max. 20% vom Total-verbrauch) 1998	kWh/ Zyklus	0,85	(1)	0,94	0,73	0,72	59	0,83	41	1,10	0,85	-10

1) bei gegenüber 1993 unveränderter Geräteparkszusammensetzung

Gebäude

(3) Im Neubau werden im **Szenario I** die Empfehlungen nach SIA 380/1 bezüglich der Heizenergiebedarfe eingehalten: Erreichen der Grenzwerte (Ein- und Zweifamilienhäuser 330 MJ/m^2·a, Mehrfamilienhäuser 300 MJ/m^2·a) ab 1997. Da jedoch davon auszugehen ist,[1] dass bereits vor 1997 ein grosser Teil der Neuzugänge unter den für 1997 geforderten Grenzwerten liegt und auch in 1997 liegen wird, kann davon ausgegangen werden, dass die Grenzwerte schon früher eingehalten werden.

Ab dem Jahr 2010 werden in **Szenario I** die Zielwerte nach SIA 380/1 verlangt. Diese fordern Heizenergiebedarfswerte von 280 resp. 250 MJ/m^2·a für 1+2- bzw. Mehrfamilienhäuser. Da diese vielfach schon heute gefordert werden (über die kantonalen Wärmedämmverordnungen), führt dies dazu, dass im Durchschnitt bereits zwischen 2001 und 2005 die Gebäude diese Anforderungen erfüllen werden.

(4) Für Sanierungsmassnahmen sieht die SIA 380/1 folgendes vor: bei Ist-Werten bestehender Gebäude von 425 MJ/m^2·a bei 1+2- bzw. 450 MJ/m^2·a bei Mehrfamilienhäusern sind die Soll-Werte (gute Werte nach Gesamtsanierung) mit 340 MJ/m^2 ·a bzw. 330 MJ/m^2 ·a um 20 % bzw. 26,7 % niedriger.

Diese Verringerungen des Heizenergiebedarfes sind ex-post (vgl. Tabelle 3.2-5) im Durchschnitt nicht erreicht worden. Nur Gebäude bzw. Wohnungen der Baualtersklassen 1947 - 1960, die zwischen 1981 und 1990 vollsaniert wurden, erreichten Einsparraten von etwa 20 %. Bei älteren und bei jüngeren Gebäuden bzw. Wohnungen lag die spezifische Einsparung durch eine Vollsanierung dagegen niedriger (vgl. Tabelle 3.2-5). Tabelle 4.1-2 zeigt die Annahmen über die Heizenergiebedarfe vollsanierter Gebäude/Wohnungen in Abhängigkeit von Baualter und Sanierungszeitraum.

1) Eine aktuelle Zusammenstellung der kantonalen Wärmedämmverordnungen zeigt, dass die - bevölkerungsmässige - Mehrheit schon heute Anforderungen stellt, die deutlich strenger sind als die nach SIA 380/1 geförderten Grenzwerte: verlangt werden die Zielwerte nach SIA 380/1 bzw. die Sollwerte nach der (inhaltlich weitgehend äquivalenten) Musterverordnung.

Tabelle 4.1-2: Heizenergiebedarfe vor und nach einer Vollsanierung, gerundet, ohne den Einfluss der Heizkostenabrechnung, in MJ/m²*a

Baujahr	vor Sanierung	Sanierungszeitraum							
		1991-1995	1996-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2015	2016-2020	2021-2025	2026-2030
Ein-, Zweifamilienhäuser									
- 1899	430	370	360	350	350	350	350	340	340
1900 - 1920	420	360	350	350	350	340	340	340	340
1921 - 1946	440	360	350	350	340	340	340	340	330
1947 - 1960	480	360	360	360	350	350	340	340	330
1961 - 1970	480	360	360	360	350	350	340	340	330
1971 - 1975	440	350	350	350	340	340	340	330	330
1976 - 1980	400	340	340	340	340	330	330	330	320
1981 - 1985	360	320	320	320	320	320	320	320	320
1986 - 1990	330	320	320	310	310	310	310	310	310
1991 - 1992	330	310	310	310	310	310	310	310	310
1993 - 1995	310		300	300	290	290	290	290	290
1996 - 2000	300			280	280	280	280	280	280
2001 - 2005	290				280	280	280	280	280
2006 - 2010	280					280	270	270	270
2011 - 2015	270						270	270	270
2016 - 2020	270							270	270
2021 - 2025	270								270
2026 - 2030	270								
(grosse) Mehrfamilienhäuser									
- 1899	420	330	330	320	310	310	300	300	300
1900 - 1920	420	330	330	320	310	310	300	300	300
1921 - 1946	420	330	330	320	310	310	300	300	300
1947 - 1960	470	340	330	330	320	310	300	300	290
1961 - 1970	470	380	360	350	330	320	310	300	290
1971 - 1975	430	360	350	340	330	310	300	300	290
1976 - 1980	380	330	330	320	310	300	300	290	290
1981 - 1985	350	310	310	300	290	290	290	280	280
1986 - 1990	310	290	290	290	280	280	280	280	280
1991 - 1992	290	290	290	280	280	280	280	280	270
1993 - 1995	270		260	260	260	260	250	250	250
1996 - 2000	260			250	250	250	250	250	250
2001 - 2005	240				240	240	240	240	240
2006 - 2010	240					240	240	240	240
2011 - 2015	240						230	230	230
2016 - 2020	230							230	230
2021 - 2025	230								230
2026 - 2030	230								

(5) Bezüglich der Nutzungsgrade der Heizanlagen kommen einerseits die Empfehlungen nach SIA 380/1, die minimale Nutzungsgrade und maximale Wärmeverluste der Verteilung vorsehen, zur Anwendung, andererseits die durch die Luftreinhalte-Verordnung (LRV) in der Fassung vom 20.11.1991, in Kraft seit 1.2.1992, formulierten Maximalwerte für Abgas- und Bereitschaftsverluste, die teilweise über die Zielwerte nach SIA 380/1 hinausgehen. Betroffen durch die LRV-Anforderungen sind in erster Linie Öl- und Gasheizanlagen.

Konsequenz dieser Nutzungsgrad-Anforderungen, in erster Linie durch die LRV ab 1993 für neue Anlagen, ist ein - wenn auch nicht allzugrosser - Niveausprung im Nutzungsgrad von vor allem Öl-Heizanlagen (von ca. 82 % auf 85 %).

Mittel- und längerfristig ist bei Gas, mit zeitlichem Abstand auch bei Öl, mit einer Unterschreitung der geforderten Grenz- bzw. Zielwerte zu rechnen, da bei Gas (schon heute im Verkaufsangebot und auch genutzt) und später bei Öl (z.Zt. noch vom Markt akzeptiert) die Brennwerttechnik eine erhebliche Erhöhung der Nutzungsgrade bringen wird: die Brennwerttechnik nutzt nicht nur den Energiegehalt des Heizwertes, sondern den des Brennwertes (oberer Heizwert). Da alle Nutzungsgrade auf die Heizwerte bezogen sind (der Brennwert von Erdgas aber rund 10 % über dem Heizwert liegt), ergeben sich hier - bezogen auf den Heizwert - Nutzungsgrade nahe bzw. sogar über 100 %. Schon heute wirbt die Gaswirtschaft mit Wirkungsgraden bis zu 105 %. Unter Berücksichtigung von sehr geringen Verteilverlusten (gute Werte nach SIA 380/1 3 %) ergeben sich damit schon heute mögliche Nutzungsgrade für Neuanlagen von über 100 %.

(6) Die Verordnung über die Heizkostenabrechnung (VHKA) bewirkt im Mehrfamilienhaus-Neubau und im Mehrfamilienhaus-Altbau einen Rückgang der Heizenergiebedarfe. Der Rückgang ist dabei sowohl verhaltensbedingt (bewußterer Umgang mit Energie) als auch technisch (bessere Wartung, weniger Verluste, höhere Nutzungsgrade) determiniert.

Der Adressatenkreis im **Szenario I** umfasst alle Gebäude mit 5 und mehr Wohnungen. Bezogen auf den Energiebezugsflächenbestand aller Mehrfamilienhäuser (inkl. der sonstige Gebäude) sind dies ca. 83 %. Im Neubaubereich greifen die Regelungen eher als im Altbestand an Wohnungen. Gebäude mit Flächenheizungen (Wand, Fussboden) sind ausgenommen. Dadurch reduziert sich der mögliche Vollzugsgrad auf ca. 75 %.

Der spezifische Einspareffekt durch die VHKA ist preisabhängig: je höher die Energiepreise - und je höher damit die Heizkostenrechnung - desto grösser der vermutete Energiesparbeitrag. Zwar liegen zu den möglichen Einsparungen fallweise Informationen vor (z.B. aus Basel), doch sind die dort ermittelten Einspareffekte (in Einzelfällen Einsparungen von 15 %) keinesfalls typisch oder repräsentativ für die ganze Schweiz, noch ist es sehr wahrscheinlich, dass diese - auch verhaltensbedingten Einsparungen - auch längerfristig erhalten bleiben, wenn die VHKA nicht auch dazu führt, dass Heizanlagen ausgetauscht oder zumindest besser gewartet und/oder geregelt werden. Da durch die VHKA in erster Linie die Lüftungsverluste reduziert werden, ist der Effekt bei Neubauten (bei denen der Lüftungswärmeverlust absolut geringer ist als bei Altbauten) deutlich niedriger als im Altbaubereich. Umgekehrt ist davon auszugehen, dass der Vollzugsgrad im Neubau zumindest kurzfristig deutlich höher ist als im Altbau.

Für die Berechnungen der Effekte der VHKA auf den Heizenergiebedarf wurden folgende Annahmen zugrundegelegt:

Tabelle 4.1-3: Einsparraten, Vollzugsgrade und Auswirkungen der Heizkostenabrechnung (VHKA)

Gebäude mit 5+ Wohnungen	1995	2000	2010	2020	2030
Vollzugsgrad, in %					
Neubau	75	75	75	75	75
Altbau	25	55	75	75	75
Spezifische Einsparung, in %					
Neubau	5	5	4	4	4
Altbau	10	10	9	8	8
Gesamteffekt auf den Heizenergiebedarf aller Mehrfamilienhäuser, in %	2.1	4.4	5.1	4.4	4.2

Bezogen auf den Energieverbrauch aller Mehrfamilienhäuser entspricht dies einer Einsparung von 4,4 % in 2000 und von 5,1 % in 2010. Danach nimmt der Einfluss wieder leicht ab (auf 4 %).

(7) Die Bewilligungspflicht für Neuanlagen im Elektrowärmebereich (ohne Wärmepumpensysteme) hat zur Folge, dass sich im Neubau die Beheizungsstrukturanteile von Elektrizität deutlich vermindern werden. Da die Bewilligungspflicht Heizanlagen mit einer Anschlussleistung <3 kW ausschliesst und einzelne Kantone den Vollzug weniger stringent verfolgen und da ausserdem im Einzelfall Ausnahmeregelungen erlaubt sind, wird der Elektrizitätsanteil im Neubau jedoch nicht auf Null sinken.

Tabelle 4.1-4: Elektrizitätsanteile im Neubau, Anteil der elektrisch beheizten Wohnungen am Neuzugang insgesamt, in %

	in %, ohne Wärmepumpen			
	1-Familienhäuser	Kleine Mehrfamilienhäuser	Grosse Mehrfamilienhäuser	Sonstige Gebäude
1971/1975	12.1	3.3	1.0	1.7
1976/1980	24.9	11.0	3.0	6.5
1981/1985	32.6	13.2	5.0	11.5
1986/1990	19.8	9.3	3.7	8.2
1991/1992	9	9	4.5	6
1993/1995	7	6.5	3.5	4.5
1996/2000	4	3.5	1	2
2001/2005	3	1.5	0.5	1.5
2006/2010	3	1	0.5	1
2011/2015	3	1	0.5	1
2016/2020	3	1	0.25	1
2021/2025	3	1	0	1
2026/2030	3	1	0	1

Auch im Altbestand dürfte der Elektrowärmeanteil im Falle von Sanierungen abnehmen, jedoch bei weitem nicht so stark wie im Neubaubereich. Hier ist, vor allem bei Ersatz alter Kohle-, Holz- oder Öl-Einzelofenfeuerungen, damit zu rechnen, dass an Stelle der Einzelofen kleinere Elektroheizanlagen mit weniger als 3 kW Anschlussleistung installiert werden. Das Nettosubstitutionsvolumen - 1981/90 gewann Elektrizität ca. 6.000 Wohnungen pro Jahr über Substitutionen - wird sich dennoch mittelfristig gravierend verändern: In erster Linie wegen des insgesamt geringeren Substitutionsniveaus (Öl verliert preisbedingt nicht mehr so stark), in zweiter Linie wegen der begrenzten Möglichkeiten der Elektrowärmenutzung. Beides zusammen bewirkt, daß Elektrizität netto-Substitutions-Verlierer wird.

Tabelle 4.1-5: Nettosubstitutionsgewinne elektrisch beheizter Wohnungen ohne Wärmepumpen, in 1.000 Wohnungen/Jahr

	1+2-Familien-häuser	Kleine Mehrfa-milienhäuser	Grosse Mehr-familienhäuser	Sonstige Gebäude	Total
1981/1990	4.4	1.5	0.0	0.3	6.3
1991/2000	- 0.1	0.1	0.4	0.2	0.4
2001/2010	- 0.9	- 0.5	-0.1	0.1	- 1.3
2011/2020	- 1.2	- 0.7	- 0.2	0.1	- 2.0
2021/2030	- 1.5	- 0.9	- 0.3	0.0	- 2.7

(8) Bezüglich des Energieverbrauchs für Warmwasser sind es zwei Bereiche, die diesen beeinflussen: einerseits die einschlägigen Empfehlungen nach SIA 380/1, betreffend die zulässigen minimalen Nutzungsgrade und maximalen Verteilverluste, andererseits die Verordnung über die Warmwasserkostenabrechnung (VWKA). Letztere sieht vor, dass -beginnend in 1992 - alle Mehrfamilienhäuser im Neubau die Warmwasserkosten getrennt und mindestens zur Hälfte nach dem tatsächlichen Verbrauch abrechnen. Ende 1995 soll die flächendeckende Wirkung erreicht sein.

Ähnlich wie bei der VHKA ist die Energieeinsparung abhängig von im wesentlichen zwei Grössen: zum einen dem spezifischen Einspareffekt, zum anderen vom tatsächlich realisierten Vollzugsgrad. Wie bereits bei der VHKA wird der kurzfristige Einspareffekt höher ausfallen als der längerfristige, besonders dann, wenn die Energiepreise vergleichsweise niedrig bleiben.

Das Szenario I geht von folgenden Vollzugsgraden und Einsparraten aus:

Tabelle 4.1-6: Einsparraten, Vollzugsgrade und Auswirkungen der Warmwasserkostenabrechnung (Neubau Mehrfamilienhäuser)

Neubau Mehrfamilienhäuser	1995	2000	2010	2020	2030
spezifische Einsparung, in %	7	6	5	5	5
Vollzugsgrad, in %	50	90	95	95	95
Haushalte m. zentraler Warmwasservers. (Mio)	2.33	2.35	2.54	2.73	2.87
davon: durch VWKA erfasst (%)	1.7	8.6	18.0	24.6	29.7
Gesamteffekt auf den Warmwasserverbrauch aller Haushalte m. zentraler Warmwasservers.	0.1	0.5	0.9	1.2	1.4

(9) Von den übrigen beschlossenen Massnahmen sind im Hinblick auf den Energieverbrauch der Privaten Haushalte folgende zu nennen:

- Durch die Förderung von Projekten zur Abwärmenutzung und durch die START-Programme werden direkt oder indirekt Fern- und Nahwärme, Wärmepumpen und die Solartechnik in ihrer breiteren Anwendung unterstützt.

- Die Förderprogramme betreffen bestimmte Energietechnologien (aktive Solarenergienutzung, Photovoltaik, Wärmepumpen, Holz u.a.). Sie verbessern auch die Voraussetzungen für einen sparsameren Umgang mit Energie durch Informations- und Beratungsförderung, durch Aus- und Weiterbildungsmassnahmen, durch Pilot- und Demonstrationsanlagen. Dadurch kann auch im Haushaltsbereich das Wissen um energetische Grundlagen und Zusammenhänge verbessert und die Voraussetzungen für "Energiebewusstsein" geschaffen werden.

- Die Tarifempfehlungen des EVED zu den leitungsgebundenen Energien Elektrizität, Gas und Fernwärme einschliesslich der wirtschaftlichen Anschlussbedingungen für Eigenerzeuger, letztere aufgenommen in ENB und ENV (Abschnitt Selbstversorger), haben einen stärkeren Direktbezug zwischen Energieverbrauch und Kostenbelastung bzw. eine angemessene Behandlung der Selbstversorger/Eigenerzeuger (von Elektrizität) zum Ziel. Dem Leitgedanken der Tarifempfehlungen Grenzkostentarife folgend, sollen die Tarifstrukturen stärker als bisher lastabhängig, möglichst wenig feste Tarifbestandteile aufweisend, ohne Quersubventionen, ohne Mengenrabatte u.a. sein, verbrauchsabhängig und individuell abgerechnet werden. Eine stärkere Ausgestaltung in diese Richtung würde die Energieeinsparung (oder den Mehrverbrauch) direkter als heute kostenwirksam machen und so nicht nur den individuellen Anreiz zur Kosteneinsparung (Energieverbrauchsreduktion) stärken, sondern auch die Hersteller energieverbrauchender Geräte anregen, stärker als bisher auf den Energieverbrauch zu achten: geringere Verbräuche würden sich stärker als bisher in niedrigeren Betriebskosten niederschlagen.

Die Auswirkungen dieser Massnahmen lassen sich nur sehr schwer in ihren Einzelwirkungen isolieren bzw. quantifizieren. Sie finden ihren Niederschlag im Modell dennoch:

- die Förderprogramme beispielsweise in den Beheizungsstrukturen von Neubau und bei den Substitutionsbeziehern (Anstieg von Fernwärme, Holz, Solar, Wärmepumpen),

- die Tarifempfehlungen bei der Festlegung der Trends, die ohne Verbrauchszielwerte erreicht würden: bei vollständiger Erfüllung der Tarifempfehlungen könnten technischer Fortschritt und Realisation desselben im Gerätebestand schneller erfolgen als unter den Bedingungen einer status-quo-Tarifstruktur.

Seitens der Energiegesetzgebung sind in **Szenario I** (beschlossene Politik) die in ENV, ENB und MVO enthaltenen Anforderungen bzw. Massnahmen zugrundegelegt. Darüberhinausgehende gesetzgeberische Massnahmen sind nicht enthalten.

4.2 Der Energieverbrauch für Raumwärme

(1) Der Endenergieverbrauch für Raumwärme[2)] wird in 2000 und in 2010 nur wenig unter dem Verbrauch des Jahres 1990 liegen. Erst nach 2020 nimmt der Verbrauch deutlich ab. Jedoch wird sich die Energieträgerstruktur deutlich verschieben:

- Der Anteil von Heizöl extra leicht geht von 72 % in 1990 über 64 % und 59 % in 2000 bzw. 2010 auf 53 % im Jahr 2030 zurück.
- Der Anteil von Gas steigt von 10,5 % in 1990 auf gut 23 % in 2030. Bis 2010 kann Gas seinen Marktanteil im Raumwärmesektor um mehr als die Hälfte auf 19 % erhöhen.
- Elektrizität wird trotz restriktiver Zugänge im Neubau ihren Marktanteil bis 2010 dennoch erhöhen, unter anderem deshalb, weil elektrische Wärmepumpen ihren Anteil von 1990 0,6 % über 1,2 % (2000) bzw. 1,8 % (2010) auf 2,5 % (2030) ausweiten können. Nach 2010 nimmt der Marktanteil wieder ab.
- Holz wird seinen Anteil langfristig steigern können. Absolut bleibt das Verbrauchsvolumen mit rund 18-19 PJ/a ziemlich stabil.
- Fernwärme wird ihren Anteil von niedrigem Niveau aus (1990: 2 %) bis 2030 relativ stetig auf 4,8 % erhöhen. Absolut bedeutet dies mehr als eine Verdoppelung des Absatzes.
- Solare Raumwärme wird erst längerfristig an Bedeutung gewinnen; absolut bleibt ihre Bedeutung jedoch gering.
- Demgegenüber verlieren die Energieträger Kohle und "andere" wie schon ex-post auch ex-ante zunehmend an Bedeutung: ihr Anteil geht um 2/3 bis 2030 zurück.

Die Tabellen 4.2-1 und 4.2-2 zeigen die absolute Veränderung bzw. die prozentualen Verschiebungen, Grafik 4.2-1 visualisiert die strukturellen Veränderungen.

2) Im folgenden ohne den den einzelnen Wohnungen/Gebäuden nicht zurechenbaren Elektrizitätsverbrauch für Kleinheizgeräte, Klimageräte und Luftbefeuchter.

Tabelle 4.2-1: Der Energieverbrauch für Raumwärme insgesamt und nach Energieträgern, in PJ

	1990	2000	2010	2020	2030
Öl	138.2	118.3	108.6	100.8	92.0
Gas	20.2	29.0	35.0	38.8	40.6
Elektrizität*)	13.8	16.1	17.0	16.6	15.4
Holz	18.3	18.8	19.1	19.3	19.1
Fernwärme	3.8	5.4	6.6	7.6	8.4
Solar	0.0	0.1	0.2	0.4	0.5
Kohle, andere	0.6	0.3	0.2	0.1	0.1
Total	194.9	188.1	186.7	183.6	176.1

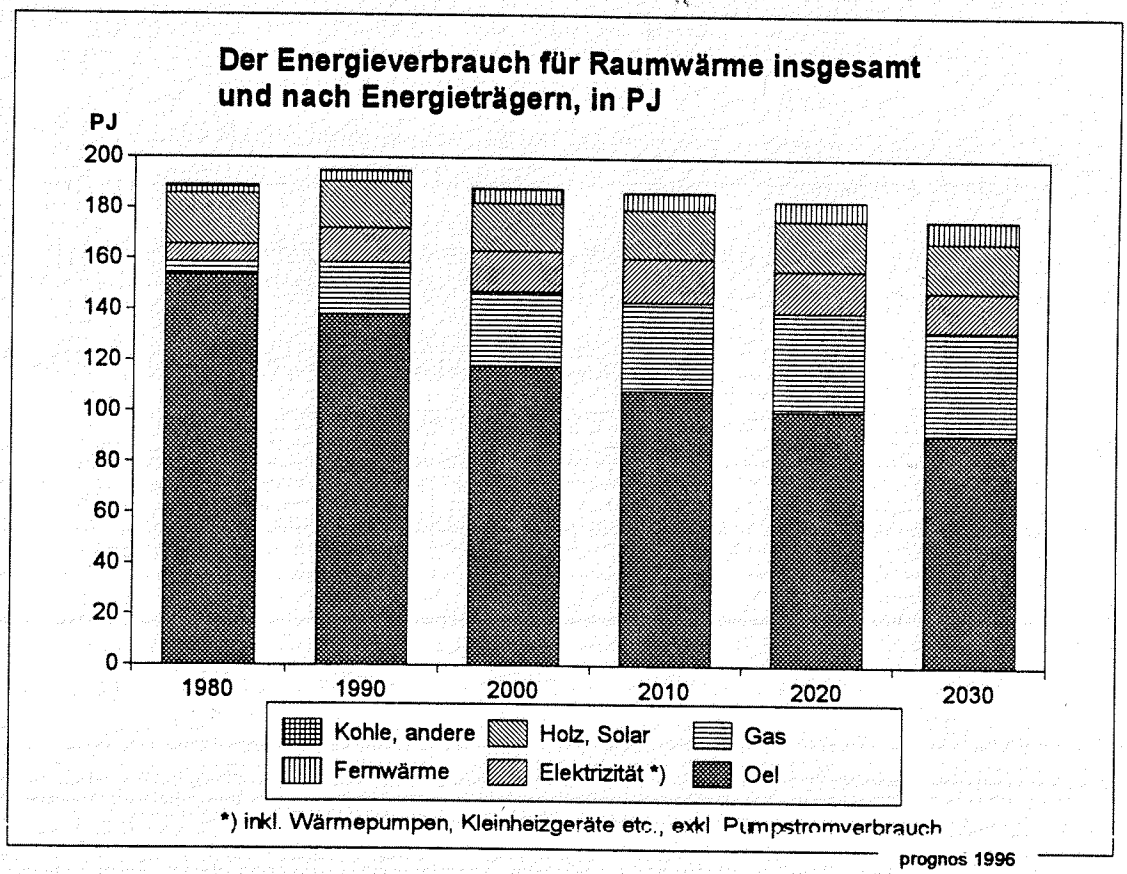
*) inkl. Wärmepumpen, Kleinheizgeräte, Klimageräte, Luftbefeuchter, exkl. Elektrizitätsverbrauch für Pumpen, Brenner

Tabelle 4.2-2: Der Energieverbrauch für Raumwärme insgesamt und nach Energieträgern, in %

	1990	2000	2010	2020	2030
Öl	70.9	62.9	58.2	54.9	52.2
Gas	10.4	15.4	18.7	21.1	23.1
Elektrizität*)	7.1	8.5	9.1	9.0	8.7
Holz	9.4	10.0	10.2	10.5	10.9
Fernwärme	1.9	2.9	3.5	4.2	4.7
Solar	0.0	0.1	0.1	0.2	0.3
Kohle, andere	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.

*) *) inkl. Wärmepumpen, Kleinheizgeräte, Klimageräte, Luftbefeuchter, exkl. Elektrizitätsverbrauch für Pumpen, Brenner

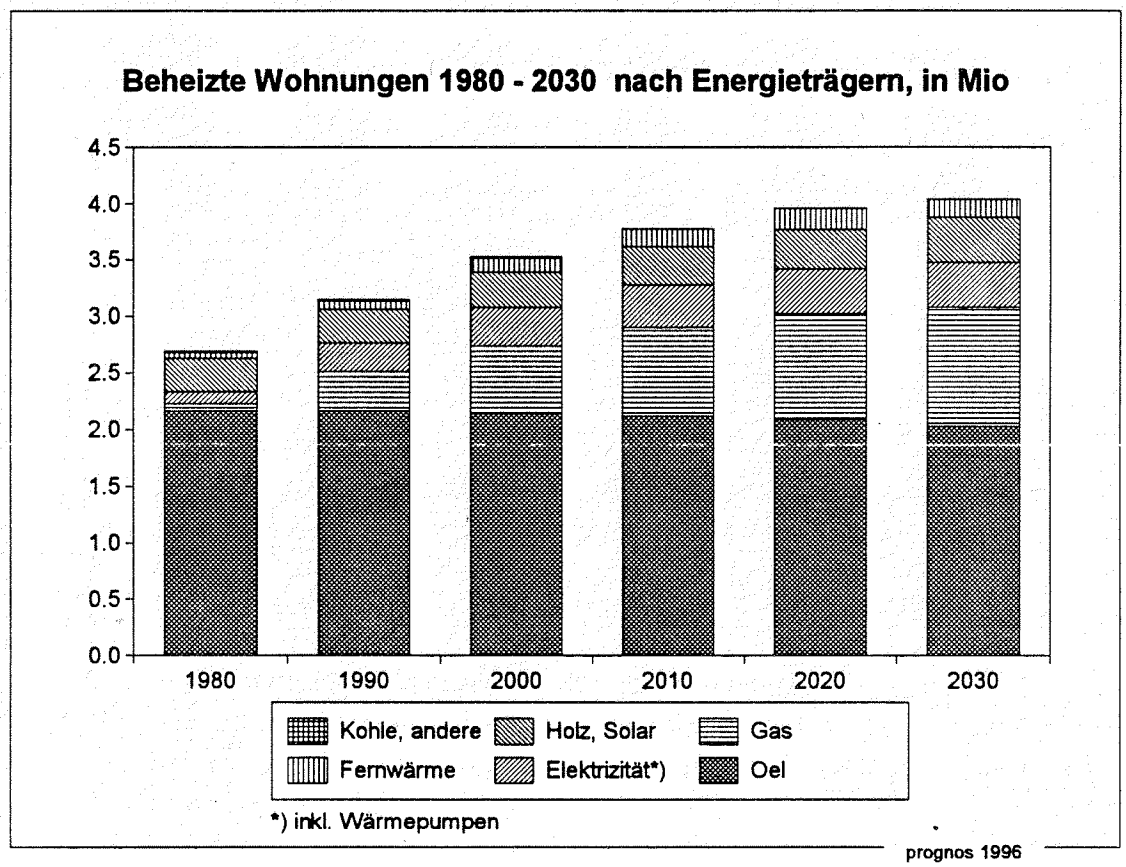
Grafik 4.2-1



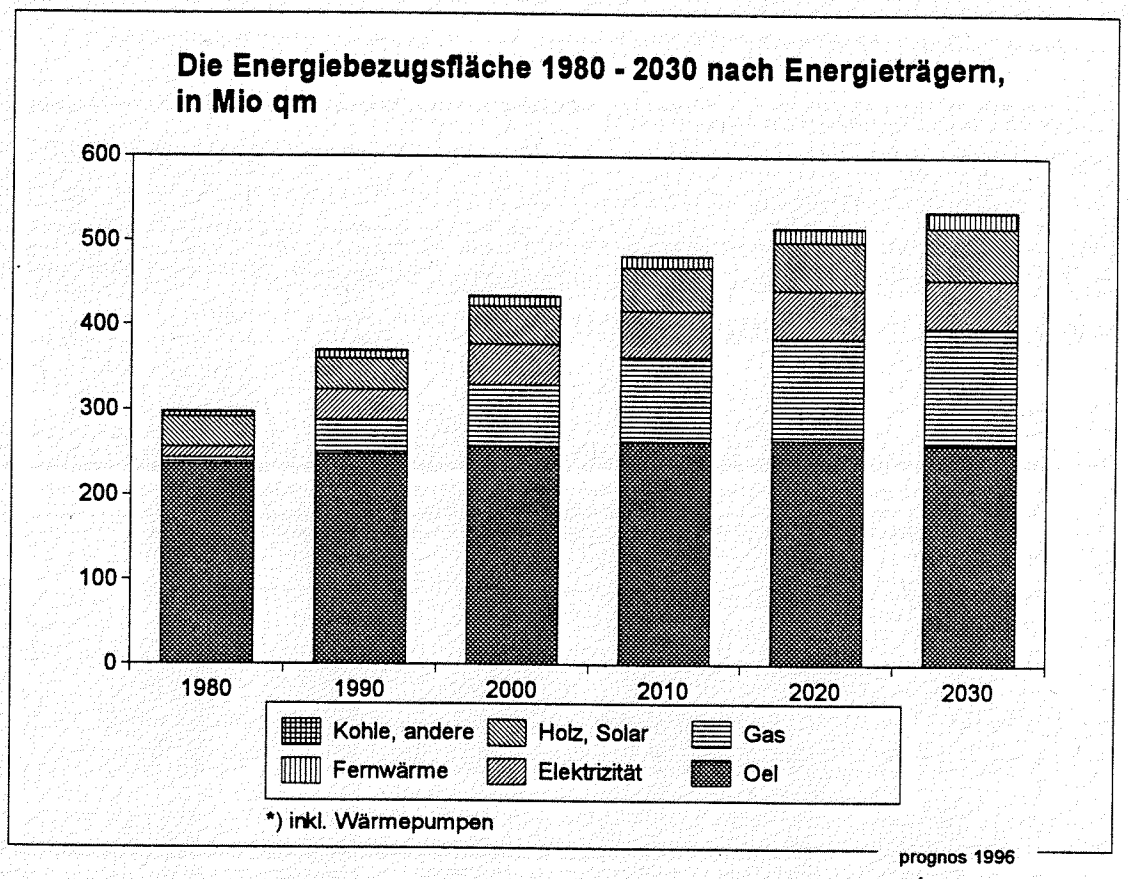
(2) Diese Entwicklungstendenzen sind das Ergebnis einer Vielzahl von Einzelfaktoren, die nachstehend im einzelnen kurz erläutert werden.

Die Entwicklung der **Energiebezugsfläche** nimmt nach der Prognose von Wüest & Partner zwischen 1990 und 2010 um rund 30 % und danach bis 2030 nochmals um mehr als 10 % zu. Dieser Zuwachs ist grösser als derjenige der Zahl der beheizten Wohnungen, da die Durchschnittsgrösse aller Wohnungen vor allem bis 2010 deutlich steigt (1990/2010: +9 %; 2010/30: +3 %). Blieben Heizenergiebedarf und Nutzungsgrad unverändert, so würde hieraus ein Verbrauchszuwachs von knapp 45 % resultieren (Grafiken 4.2-2 und 4.2-3).

Grafik 4.2-2



Grafik 4.2-3



Die Veränderung der **Beheizungsstruktur** resultiert im wesentlichen aus zwei Ursachen: zum einen den vom Bestand abweichenden Beheizungsstrukturen aller Neubauten, zum zweiten von der Art und dem Ausmass der Substitutionen von Energieträgern bzw. Heizsystemen im Altbestand.

Tabelle 4.2-3 zeigt detailliert die Annahmen zur **Beheizungsstruktur von Neubauten**, zum Neubauvolumen und zur Durchschnittsgrösse hinzukommender neu erstellter Wohnungen. Die Prognose der Beheizungsstrukturen erfolgt vor dem Hintergrund von dynamischen Wirtschaftlichkeitsvergleichen von Heizsystemen, berücksichtigt aber auch Aspekte der Umweltverträglichkeit, staatlicher Regelungen und Vorschriften (z.B. bezüglich Elektrowärme, siehe Kapitel 4.1), des Energieangebots (z.B. Erdgas- und Fernwärmenetze), d.h. Faktoren, die sich einer exakten Quantifizierung (wie sie etwa die dynamischen Wirtschaftlichkeitsvergleiche von Heizsystemen darstellen) weitgehend entziehen.

Der Anteilsverlust von Erdöl im Neubau setzt sich auch zukünftig, bis 2000/2010, jedoch deutlich verlangsamt, fort. Ursache hierfür sind zum einen veränderte Preisrelationen zwischen den einzelnen Energieträgern (Öl bleibt bis über die Jahrtausendwende sehr preiswert), die die Ölheizung gegenüber den 80er Jahren wieder wettbewerbsfähiger machen. Ursache ist zum anderen, dass durch die restriktive Behandlung von Elektrowärme (Speicherheizungen) "Ersatzenergieträger" gesucht und gefunden werden müssen. Erdgas und Fernwärme, aber auch Holz sind vor allem kurzfristig hierfür nur eingeschränkt tauglich, weil nicht uneingeschränkt verfügbar, so dass Öl (neben den z.Zt. wirtschaftlich eher ungün-

stigen, aber dennoch in erheblichen Ausmass vor allem im 1+2-Familienhausbau eingesetzten elektrischen Wärmepumpen) Elektrizität "ersetzen" muss. Mittel- und längerfristig können Erdgas, Fernwärme und Wärmepumpen (letztere werden mit steigendem Energiepreisniveau wieder rentabler, profitieren aber auch von der staatlichen Förderung) Öl stärker substituieren als kurzfristig.

Tabelle 4.2-3: Neubauvolumen, Durchschnittsgrösse und Beheizungsstruktur 1991-2030

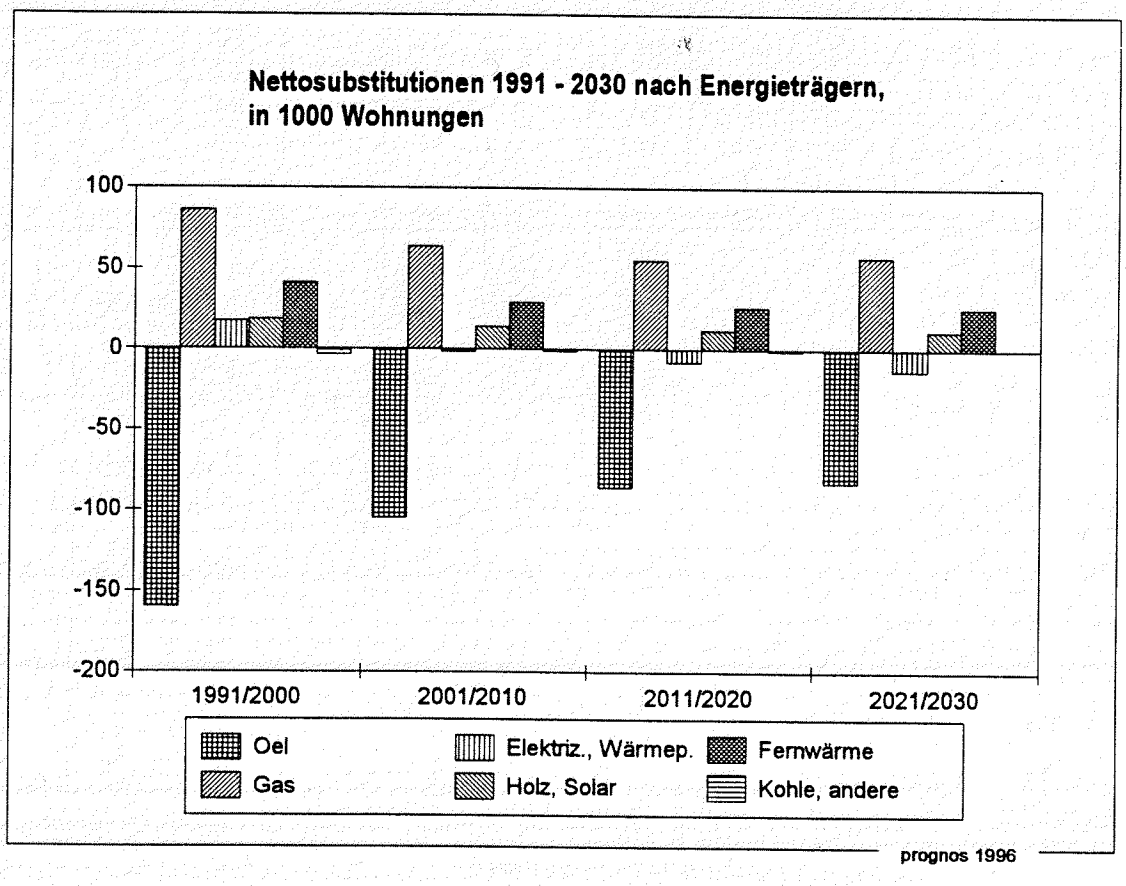
	Neubau Anzahl 1000	Neubau ø EBF (m^2)	Beheizungsstruktur Neubauten (%)							
			Oel	Gas	Elektri-zität	WP	Holz	Solar	FW	Summe
1-/2-FH										
1991-1992	25.0	177	49.4	22.0	9.0	10.0	8.5	0.1	1.0	100
1993-1995	62.0	178	40.9	24.0	7.0	18.0	9.0	0.1	1.0	100
1996-2000	82.7	180	37.2	26.0	4.0	22.0	9.5	0.1	1.3	100
2001-2005	77.2	182	36.6	27.0	3.0	22.0	10.0	0.2	1.3	100
2006-2010	68.6	184	35.7	27.0	3.0	22.0	10.5	0.3	1.5	100
2011-2015	42.5	186	35.1	27.0	3.0	22.0	11.0	0.4	1.5	100
2016-2020	36.3	188	34.3	27.0	3.0	22.0	11.5	0.5	1.8	100
2021-2025	28.5	190	33.4	27.0	3.0	22.0	12.0	0.6	2.0	100
2026-2030	20.4	190	32.3	27.0	3.0	22.0	12.5	0.7	2.5	100
KMFH										
1991-1992	17.3	121	51.0	32.0	9.0	4.0	2.5	0.0	1.5	100
1993-1995	32.3	122	47.5	36.0	6.5	6.0	2.5	0.0	1.5	100
1996-2000	40.7	123	48.8	37.0	3.5	6.5	2.5	0.0	1.8	100
2001-2005	33.4	125	49.3	38.0	1.5	7.0	2.5	0.0	1.8	100
2006-2010	29.0	126	49.0	38.0	1.0	7.5	2.5	0.0	2.0	100
2011-2015	28.1	127	47.5	38.0	1.0	8.0	3.0	0.0	2.5	100
2016-2020	25.8	128	46.0	38.0	1.0	8.5	3.5	0.0	3.0	100
2021-2025	22.3	129	44.5	38.0	1.0	9.0	4.0	0.0	3.5	100
2026-2030	19.4	130	43.0	38.0	1.0	9.5	4.5	0.0	4.0	100
GMFH										
1991-1992	36.3	111	43.5	4.0	4.5	3.5	0.5	0.0	2.0	100
1993-1995	66.7	111	42.0	48.5	3.5	3.5	0.5	0.0	2.0	100
1996-2000	86.1	112	42.0	50.0	1.0	3.5	0.5	0.0	3.0	100
2001-2005	71.5	113	41.5	50.0	0.5	3.5	0.5	0.0	4.0	100
2006-2010	62.4	115	40.0	50.0	0.5	4.0	0.5	0.0	5.0	100
2011-2015	62.3	116	39.0	50.0	0.5	4.5	0.5	0.0	5.5	100
2016-2020	57.8	118	38.3	50.0	0.3	5.0	0.5	0.0	6.0	100
2021-2025	50.0	119	37.5	50.0	0.0	5.5	0.5	0.0	6.5	100
2026-2030	43.1	120	36.5	50.0	0.0	6.0	0.5	0.0	7.0	100
Sonstige Gebäude										
1991-1992	4.0	116	54.0	28.0	6.0	5.5	5.0	0.0	1.5	100
1993-1995	7.5	116	52.5	31.0	4.5	5.5	5.0	0.0	1.5	100
1996-2000	9.6	117	54.0	32.0	2.0	5.5	5.0	0.0	1.5	100
2001-2005	8.1	119	54.0	32.0	1.5	5.5	5.5	0.0	1.5	100
2006-2010	7.0	120	54.0	32.0	1.0	5.8	5.5	0.0	1.8	100
2011-2015	6.2	122	53.5	32.0	1.0	6.0	5.5	0.0	2.0	100
2016-2020	5.6	123	52.5	32.0	1.0	6.3	6.0	0.0	2.3	100
2021-2025	4.8	124	52.0	32.0	1.0	6.5	6.0	0.0	2.5	100
2026-2030	4.2	125	51.5	32.0	1.0	6.8	6.0	0.0	2.8	100

1-/2-FH = Ein-, Zweifamilienhäuser, KMFH = kleine Mehrfamilienhäuser,
GMFH = grosse Mehrfamilienhäuser

Die erheblichen Gewinne von Erdgas sind nicht nur Ergebnis von Wirtschaftlichkeitsvergleichen oder Substitutionsnotwendigkeiten: Vielmehr ist, nicht zuletzt auch aus Gründen der Umweltbelastung (und der angebotsseitigen Verfügbarkeit, der geringeren Kartellierungsgefahr auf den Welterdgasmärkten und auch aus Gründen der Bequemlichkeit) ein preisunabhängiger Trend zur Erdgasheizung zu verzeichnen, der durch moderne Heizanlagentechniken (Brennwerttechnik mit Wirkungsgraden > 100 % bezogen auf den unteren Heizwert H_e) auch verbrauchs- bzw. rentabilitätsseitig gestützt wird.

(3) Das Volumen der Nettosubstitution im Altbestand von Wohnungen bzw. Heizanlagen, das 1981 - 1990 jährlich bei 25 bis 30.000 Einheiten gelegen hat, wird zukünftig niedriger eingeschätzt. Dies liegt in erster Linie darin begründet, dass sich die Preisrelation vor allem zwischen Heizöl extra leicht und Gas inzwischen wieder deutlich zugunsten von Öl verschoben hat; hinzu kommt, dass die Turbulenzen auf den Ölmärkten in den 70er und 80er Jahren auf mittlere Frist nicht wieder auftreten dürften, so dass auch unter dem Aspekt der Versorgungssicherheit die Tendenz "weg vom Öl" zukünftig auch bei der Substitution weniger stark ausgeprägt sein wird. Dennoch wird auch zukünftig in relativ grossem Umfang Gas von den Heizölverlusten profitieren. Grafik 4.2-4 zeigt die Nettosubstitution nach Dekaden bis 2030.

Grafik 4.2-4



Das Substitutionsvolumen - die Zahl der Wohnungen, die das Heizsystem und/oder den Energieträger im Prognosesystem ändert[3] - nimmt zukünftig ab: zwischen 1991 und 2030 rechnen wir mit durchschnittlich 16-17.000 Substitutionen, wobei das Substitutionsvolumen zunächst höher (1991/2010: knapp 20.000 p.a.), nach 2010 jedoch deutlich niedriger liegt (2010/30: knapp 14.000 p.a.). Ingesamt beträgt das Substitutionsvolumen rund 660.000 Wohnungen. Da von diesen ein Teil lediglich das Heizsystem (z.B. von Öl-Einzelofen auf Öl-Zentralheizungen) wechselt, schlagen sich nicht alle Substitutionen in den "Nettosubstitutionen nach Energieträgern" nieder. Diese umfassen nur diejenigen Substitutionen, in denen auch der Energieträger wechselt.

Dieses Volumen liegt im Durchschnitt der nächsten 40 Jahre (1991/2030) bei rund 11 1/2 Tsd. Wohnungen pro Jahr. Nach 2010 liegt dieses Volumen gleichfalls etwas niedriger (+ 9 1/2 Tsd. p.a.). Strukturell verliert auch zukünftig Öl, mittel- und längerfristig auch Elektrizität (Rahmenbedingungen für Elektrowärme, vgl. Kapitel 4.1), während die Substitutionsverluste für Kohle (mangels Masse) relativ schnell gegen Null tendieren. Zu den Gewinnern zählen auch weiterhin Erdgas und Fernwärme. Auch Holz wird in geringerem Ausmass positiv von den Substitutionen profitieren. Wärmepumpen, im wesentlichen elektrisch angetrieben, vermögen die Substitutionsverluste bei Elektrizität nicht vollständig zu kompensieren.

(4) Die zukünftige Entwicklung der Heizenergiebedarfe wird gebäudeseitig von zwei Teilkomponenten determiniert. Zum einen durch den Heizenergiebedarf neuer Gebäude (vgl. Kapitel 4.1 und Kapitel 3.2, Tabelle 3.2-5), zum anderen durch die Verbesserung der Heizenergiebedarfe im Gebäudealtbestand durch Sanierungsmassnahmen.

Tabelle 4.2-4 zeigt die Entwicklung der Heizenergiebedarfe im Neubau nach Gebäudetypen für die Zeit bis 2030 in 5-Jahresperioden und zwar ohne den Effekt der Heizkostenabrechnung:

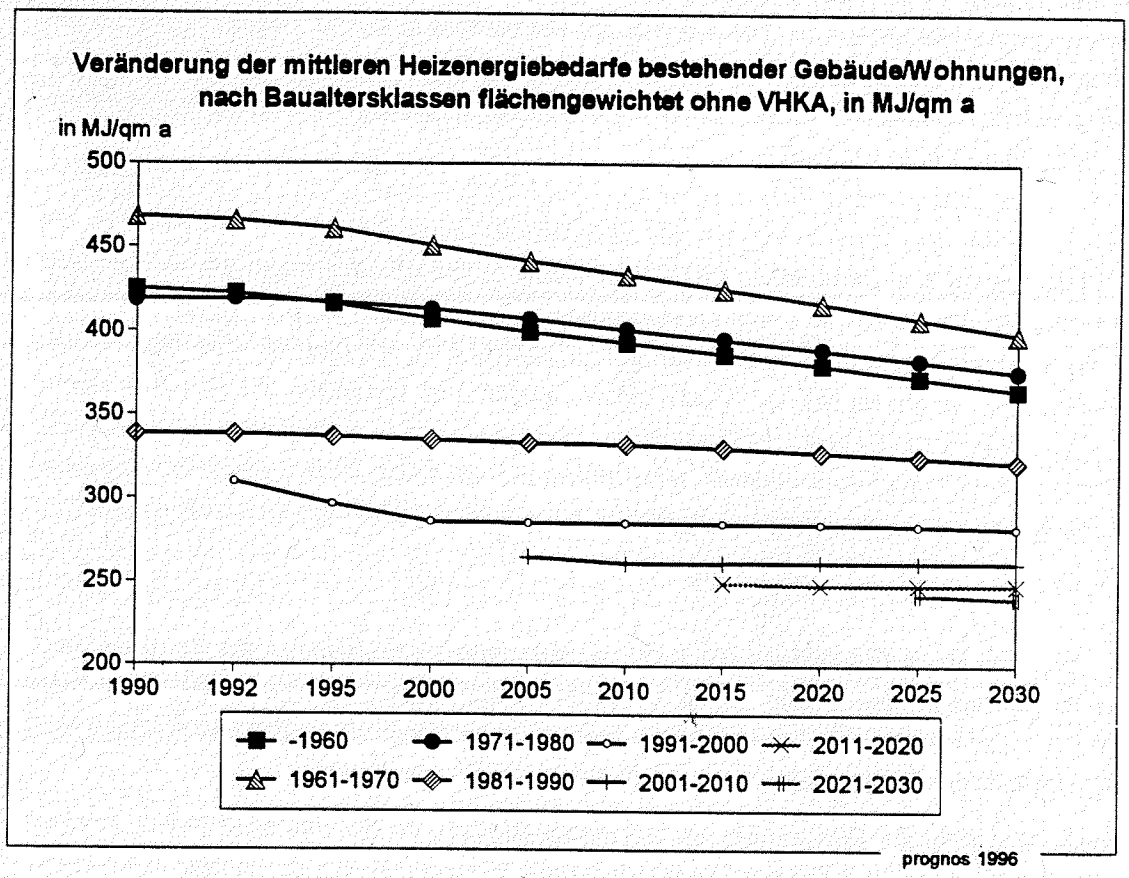
Tabelle 4.2-4: Heizenergiebedarfe im Neubau, in MJ/m^2·a, ohne VHKA, gerundet

	1+2-Familienhäuser	kleine Mehrfamilienhäuser, sonstige Gebäude	grosse Mehrfamilienhäuser
1993/95	315	275	270
1996/00	300	265	255
2001/05	285	250	245
2006/10	275	245	240
2011/15	275	240	235
2016/20	270	240	235
2021/25	270	235	230
2026/30	265	235	225

3) von Einzelofenfeuerungen auf zentralbeheizte Systeme wechselt oder von (beispielsweise) Öl auf Gas, unter Beibehaltung des (Zentral-) Heizsystems.

Grafik 4.2-5 zeigt die Entwicklung der mittleren Heizenergiebedarfe - ohne den Einfluss der VHKA - wie er sich aufgrund der Sanierungsaktivitäten und der spezifischen Einsparraten im Altbau (vgl. Kapitel 4.1, Tabelle 4.1-2) ergibt.

Grafik 4.2-5

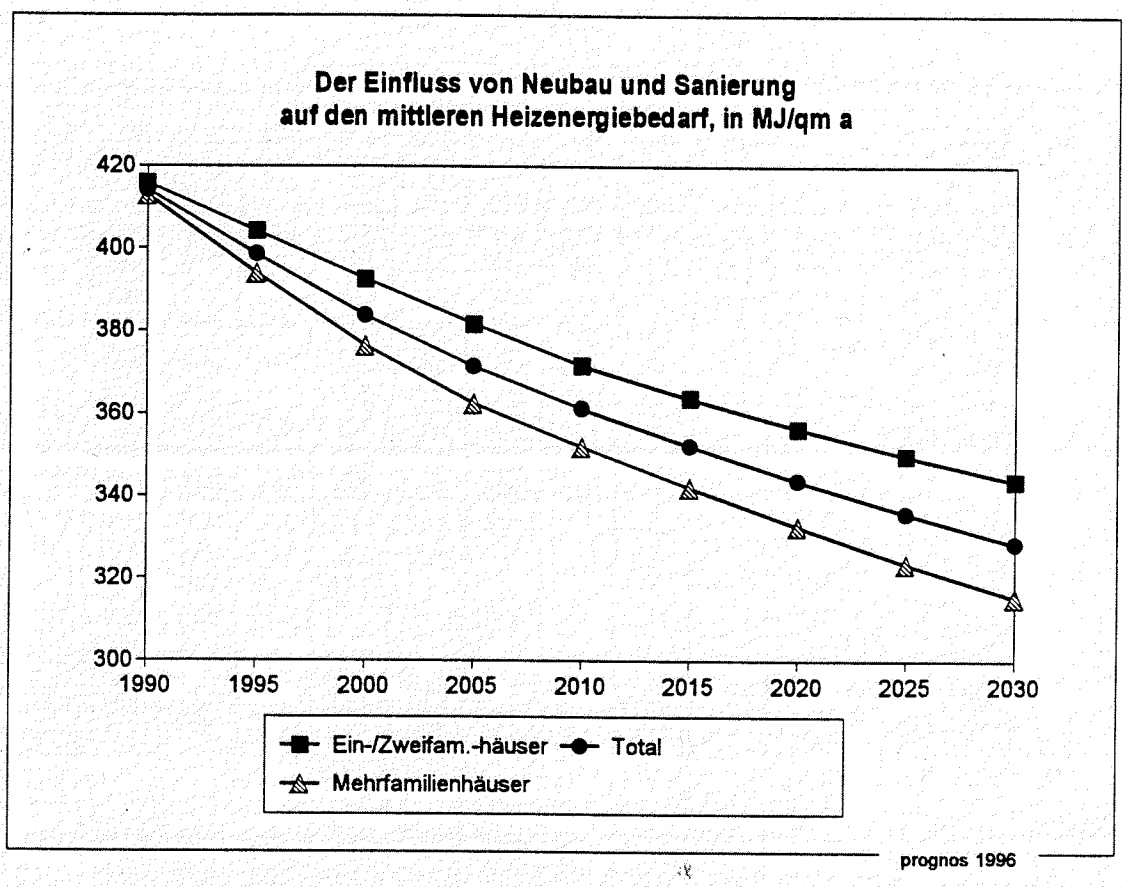


Über alle Baualtersklassen hinweg - d.h. über Neubau und Altbau - ergeben sich die in Grafik 4.2-6 bildhaft dargestellten Verläufe der zukünftigen Heizenergiebedarfe zentralbeheizter Wohnungen. Für den Wohnungsgesamtbestand beträgt der Rückgang zwischen 1990 und 2010 13 %, zwischen 2010 und 2030 nochmals gut 9 %, und zwar jeweils ohne den Einfluss der Heizkostenabrechnung.

Tabelle 4.2-5: Mittlere Heizenergiebedarfe, Erstwohnungen, ohne VHKA, nach Baualtersklassen, in MJ/m^2·a, gerundet

	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
-1899	405	400	390	385	380	375	365	360	355
1900-1920	405	400	390	380	375	370	365	360	350
1921-1946	415	405	400	390	385	380	370	365	360
1947-1960	455	445	435	425	415	410	400	395	385
1961-1970	470	460	450	440	435	425	415	410	400
1971-1975	430	430	425	415	410	405	395	390	380
1976-1980	390	390	385	385	380	375	370	365	360
1981-1985	355	355	350	350	350	345	340	340	335
1986-1990	320	320	320	320	315	315	315	315	310
1991-1992		310	305	305	305	305	305	300	300
1993-1995		290	290	290	290	290	285	285	285
1996-2000			275	275	275	275	275	275	275
2001-2005				265	265	265	265	265	265
2006-2010					255	255	255	255	255
2011-2015						250	250	250	250
2016-2020							245	245	245
2021-2025								245	245
2026-2030									240
insgesamt	415	400	385	370	360	350	345	335	330
darunter:									
1- und 2-Familienhäuser	415	405	390	380	370	365	355	350	345
Kleine Mehrfamilienhäuser	410	385	365	350	340	335	325	320	310
Grosse Mehrfamilienhäuser	415	400	385	370	360	350	340	330	320
Sonstige Gebäude	405	385	365	350	340	335	325	320	310
Mehrfamilienhäuser insgesamt	415	395	375	365	355	345	335	325	315

Grafik 4.2-6



Berücksichtigt man den Einfluss der Heizkostenabrechnung und darüber hinaus den Einfluss von Einzelofensystemen, von Zweit-, Ferien- und Leerwohnungen, so resultieren die in Grafik 4.2-7 dargestellten Heizenergiebedarfe für den gesamten Wohnungs- bzw. Gebäudebestand. Insgesamt wird sich der Heizenergiebedarf pro m^2 Energiebezugsfläche von rund 390 MJ (1990) über ca. 335 MJ in 2010 auf 305 MJ reduzieren, eine Reduktion um 14 % bis 2010 und um weitere 9 % bis 2030. Der Effekt abnehmender Einzelofenanteile wirkt dabei Heizenergiebedarf-erhöhend. Durch die Heizkostenabrechnung wird dieser Effekt jedoch vollständig kompensiert. Per Saldo ergibt sich sogar ein ganz leichter Einspareffekt, weil sowohl bis 2010 als auch darüber hinaus der Spareffekt durch die Heizkostenabrechnung (Mehrfamilienhäuser mit 5 und mehr Wohnungen) etwas grösser ist als der verbrauchssteigernde Effekt abnehmender Einzelofenanteile (über alle Gebäudetypen.)

Grafik 4.2-7

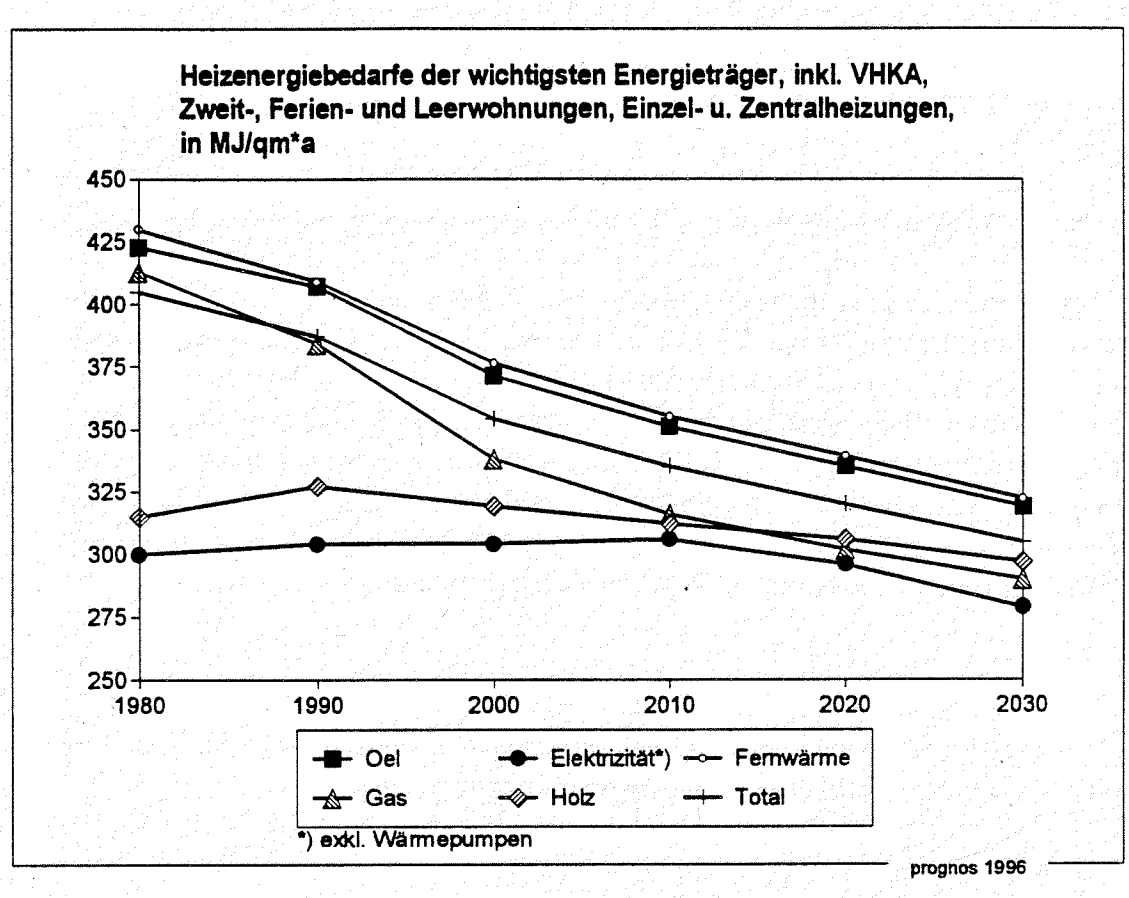


Tabelle 4.2-6: Heizenergiebedarfe der wichtigsten Energieträger, inkl. VHKA, Zweit-, Ferien- und Leerwohnungen, Einzel- und Zentralheizungen, in MJ/m^2*a

	1980	1990	2000	2010	2020	2030
Oel	423	407	371	351	335	319
Gas	413	384	338	316	302	290
Elektrizität[1)]	300	304	304	306	296	279
Holz	315	327	319	312	306	297
Fernwärme	430	409	376	355	339	322
Total	405	387	354	335	320	305

1) exkl. Wärmepumpen

Die für die einzelnen Energieträger unterschiedlichen Verläufe erklären sich aus den

- nach Gebäudetypen und Baualtersklassen (mit jeweils unterschiedlichen Heizenergiebedarfen) differierenden Beheizungsstrukturen (im Ausgangszeitpunkt)

- für die einzelnen Energieträger verschieden stark wirkenden Effekten des Heizenergiebedarfs durch Neubauten und Sanierungen

- in den einzelnen Gebäudetypen und Baualtersklassen verschiedenen Anteilen grosser Mehrfamilienhäuser (VHKA-Einfluss) und v.a. Zweitwohnungen/Ferienwohnungen

- nach Energieträgern unterschiedlichen Einzelofenanteilen

- bei Elektrizität zusätzlich wirkenden strukturellen Verschiebungen zwischen Einzel- und Zentralspeicherheizungen einerseits und Wärmepumpen andererseits.

Die für Holz und Elektrizität niedrigeren Werte sind durch höhere Zweit-/Ferienwohnungsanteile, durch hohe Einzelofenanteile (v.a. Holz, aber auch Einzelspeichergeräte bei Elektrizität), und bei Elektrizität zusätzlich durch stringentere Anforderungen an den Wärmeschutz zu erklären. Dies hat zu Konsequenz, dass - im Falle von Holz - zukünftig niedrigere Heizenergiebedarfe durch die zunehmende Verbreitung von Holz-Zentralheizungen kompensiert werden. Ähnliches gilt für die Elektrizität. Zusätzlich kommt hier zum Tragen, dass gebäudeseitig der "Vorsprung" der elektrisch beheizten Wohnungen bezüglich Wärmeschutz immer kleiner wird, so dass hier die Einspareffekte weniger gross sind.

(5) Verbesserung in Heizungstechnik einerseits sowie ein stärkeres Vordringen moderner Heizanlagen im Bestand erhöhen die Nutzungsgrade auch zukünftig.

Für die Nutzungsgrade von Ölzentralheizungen und Gaszentralheizungen wurde von folgenden Veränderungen ausgegangen.

Tabelle 4.2-7: Nutzungsgrade von Öl- und Gasheizungen, in %

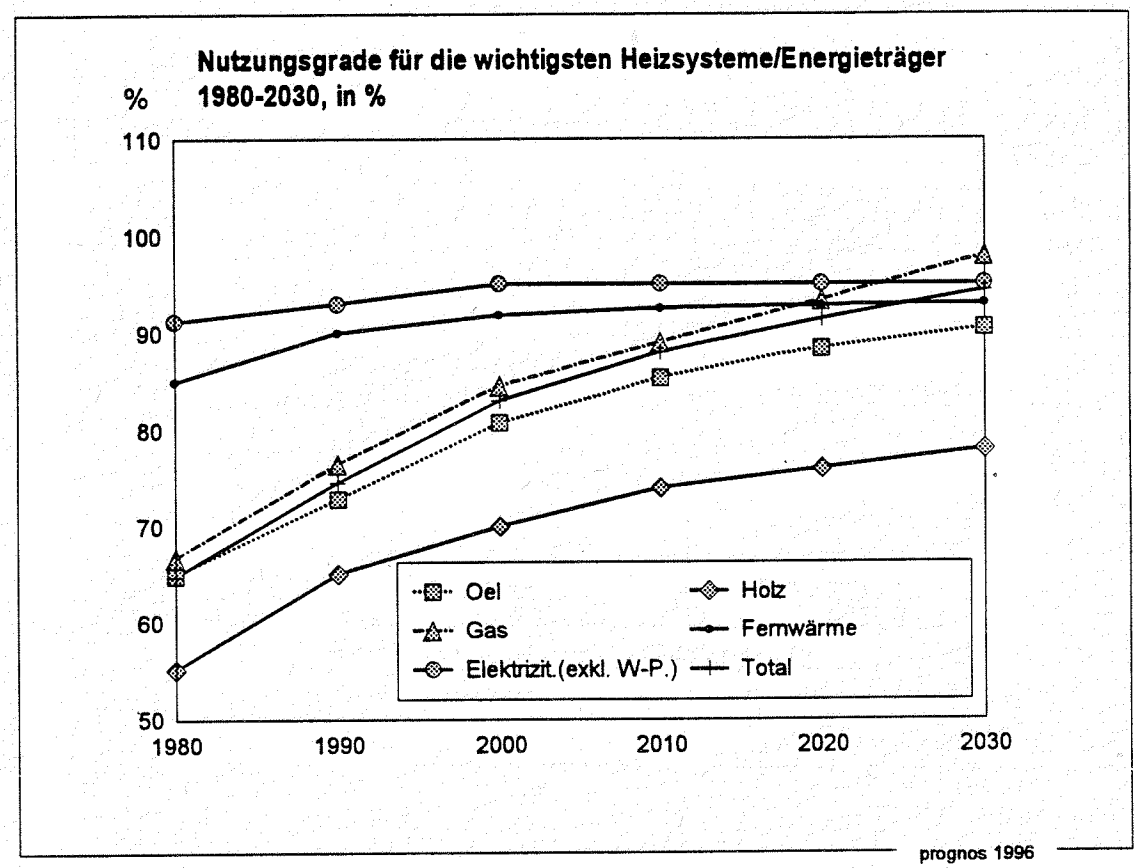
	1980	1990	2000	2010	2020	2030
Oel						
Neuanlagen	73.0	79.5	86.4	88.4	90.4	92.4
Bestand	64.9	72.9	80.8	85.4	88.4	90.5
Gas						
Neuanlagen	76.0	83.0	88.4	92.9	97.4	101.0
Bestand	66.7	76.5	84.5	89.0	93.4	97.9

Der bei Gas deutlich höhere Nutzungsgrad resultiert aus der Tatsache, dass die Brennwerttechnik bereits heute einsatzfähig ist, bei Heizöl jedoch erst mittel- bzw. längerfristig verfügbar sein wird.

Für die übrigen Energieträger wurde von geringen (bei hohem Ausgangsniveau wie bei Speicherheizungen oder Fernwärme) oder deutlichen Verbesserungen (wie bei Holz oder Wärmepumpen) ausgegangen. Für Wärmepumpen wurde eine Verbesserung des Nutzungsgrades von 200 auf 230 % bis 2030 unterstellt, so dass für Elektrizität insgesamt der gewogene Nutzungsgrad (Speicherheizungen und Wärmepumpen) sich von 104 % in 1990 auf 116 % (2010) und 126 % (2030) erhöht.

Grafik 4.2-8 zeigt die Nutzungsgrade für die wichtigsten Energieträger.

Grafik 4.2-8



(6) In Grafik 4.2-9 sind die aus Heizenergiebedarf und Nutzungsgrad resultierenden Energiekennzahlen dargestellt. Unter Berücksichtigung aller Einflüsse - Beheizungsstruktur, Gebäudetypen, Baualtersklassen, Art der Belegung, Heizkostenabrechnung etc. - vermindet sich die mittlere Energiekennzahl aller beheizten Wohnungen von knapp 520 MJ/m^2·a in 1990 auf rund 323 MJ/m^2·a in 2030. Von diesem Rückgang um 38 % werden bis 2010 etwas mehr als 2/3 realisiert sein: -27 %. Am geringsten ist der Rückgang - bei sehr niedrigem Ausgangsniveau - bei Elektrizität, am grössten bei Gas.

Grafik 4.2-9

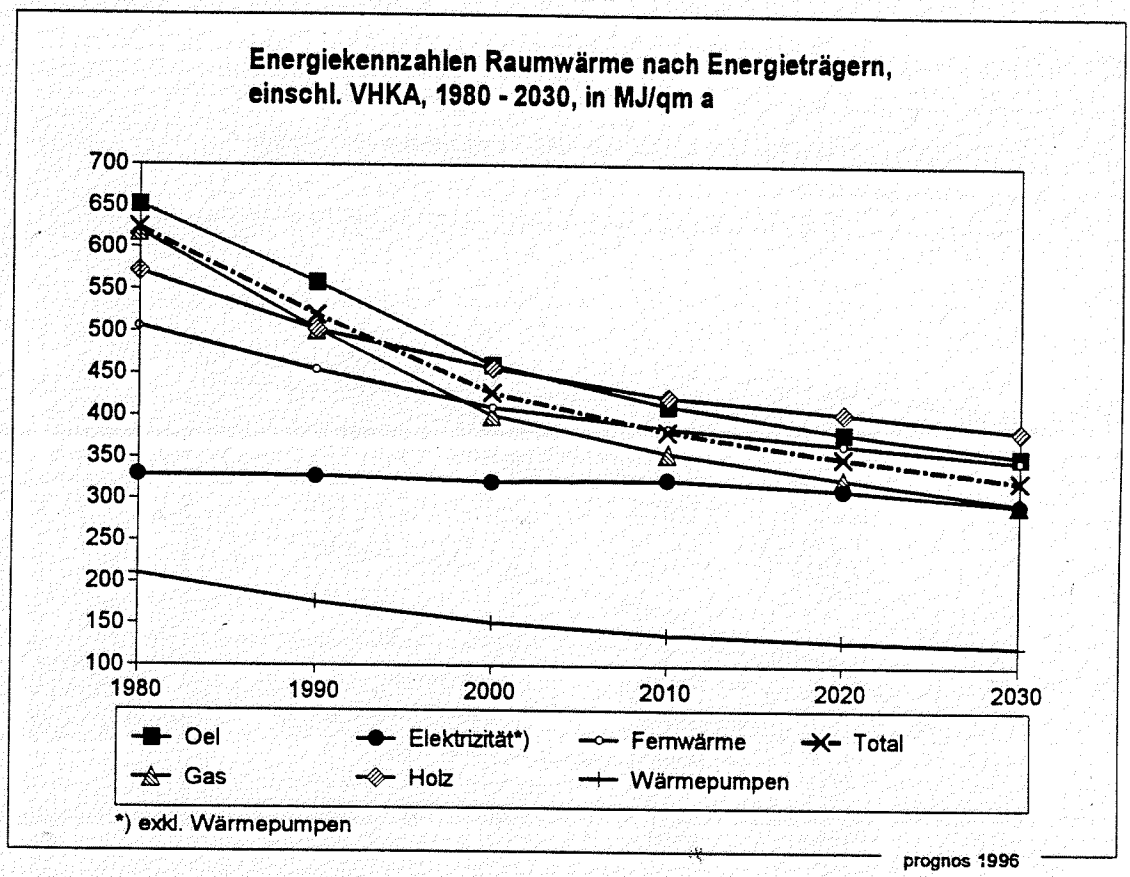


Tabelle 4.2-8: Energiekennzahlen Raumwärme nach Energieträgern, 1980-2030, in MJ/m^2 *a einschl. VHKA

	1980	1990	2000	2010	2020	2030
Oel	652	558	460	411	379	352
Gas	619	502	400	355	324	296
Elektrizität[1)]	329	327	320	323	311	294
Holz	572	502	456	421	402	381
Fernwärme	506	454	409	384	365	346
Wärmepumpen	210	176	151	137	130	124
Total	624	519	426	380	349	322

1) exkl. Wärmepumpen

4.3 Der Energieverbrauch für Warmwasser

(1) Der Energieverbrauch für Warmwasser - in den 80er Jahren stets 34-35 PJ pro Jahr - wird in den nächsten 20 Jahren um rund 10 % und danach bis 2030 nochmals um knapp 11 % abnehmen. Über den Gesamtzeitraum bedeutet dies eine Rate von -0,5 % p.a.

Nach Energieträgern wird dabei der Rückgang von Heizöl extra leicht am stärksten ausfallen.

Tabelle 4.3-1: Der Energieverbrauch für Warmwasser nach Energieträgern, in %

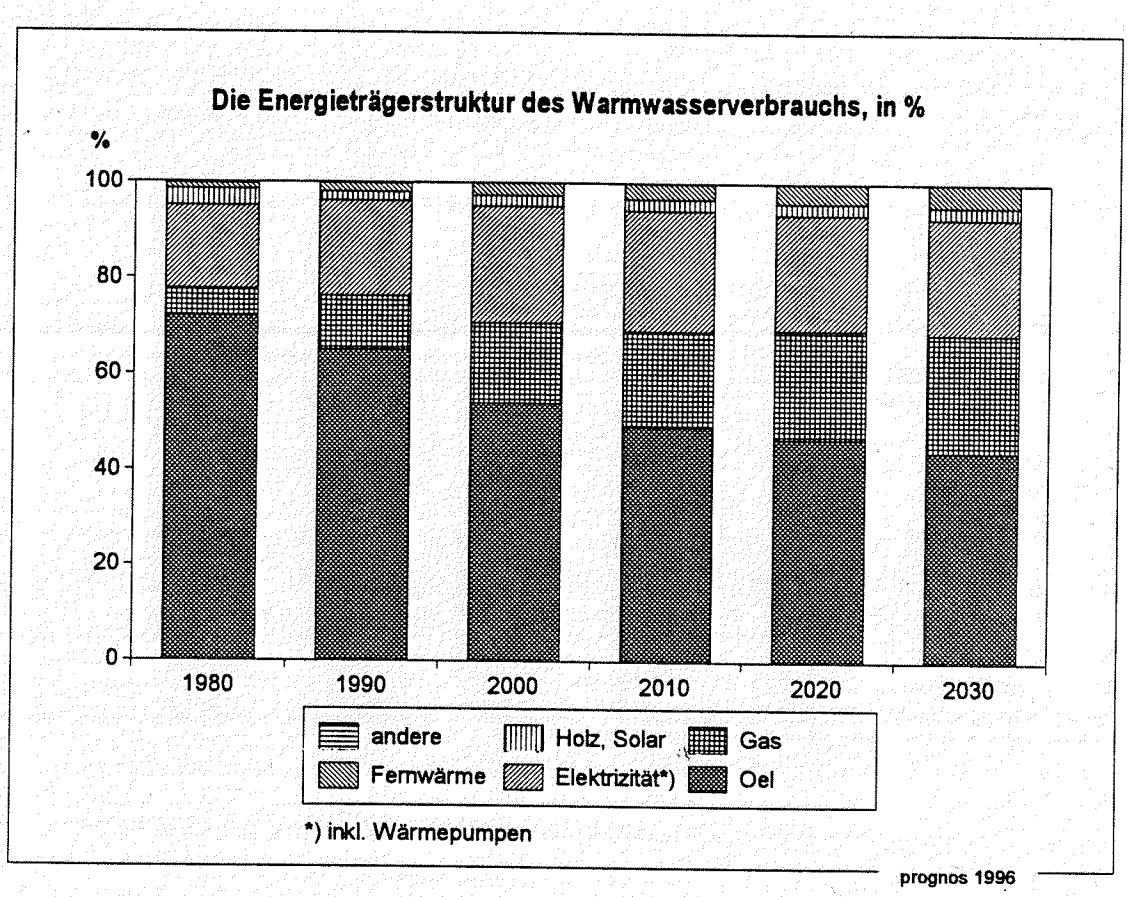
	1980	1990	2000	2010	2020	2030
Oel	72.4	65.1	54.1	49.3	46.9	44.2
Gas	5.4	11.3	16.5	19.8	22.5	24.4
Elektrizität (inkl.Wärmep.)	17.4	19.9	24.4	25.2	24.2	24.1
Holz, Solar	3.5	1.9	2.2	2.3	2.4	2.5
Fernwärme	1.2	1.8	2.7	3.4	4.1	4.8
andere	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Total absolut in PJ	34.6	34.6	32.6	31.0	29.3	27.7
Total pro Kopf in GJ/a	5.41	5.09	4.38	4.05	3.85	3.67
Total pro PHH in GJ/a	14.11	12.18	10.16	9.13	8.49	7.97

Gas kann seinen Anteil mehr als verdoppeln, Elektrizität wird ihren Anteil um gut 1/4 ausdehnen, allerdings nur bis 2010. Nach 2010 ist der Elektrizitätsanteil leicht rückläufig. Fernwärme wird ebenfalls deutlich gewinnen, Kohle wird Marktanteile einbüssen. Holz und die Solarenergie werden längerfristig ihren Marktanteil ausweiten können, nicht zuletzt weil die Solarenergie in diesem Bereich stark an Bedeutung gewinnt.

Pro Kopf der Bevölkerung in Haushalten mit einer Warmwasserversorgung (1990 verfügten 99,4 % der Haushalte über Warmwasser, nach der Jahrtausendwende werden es 100 % sein) nimmt der Energieverbrauch für Warmwasser um mehr als 25 % ab, davon etwa 2/3 bis 2010.

Grafik 4.3-1 veranschaulicht die strukturellen Verschiebungen in der Energieträgerzusammensetzung.

Grafik 4.3-1



(2) Ursächlich für diese Entwicklung sind

- die Zunahme der Bevölkerung bis 2010 um fast 13 %, danach ein leichter Rückgang bis 2030 um 1,5 %

- die in Kapitel 4.2 dargestellte Veränderung der Beheizungsstruktur, deren Auswirkungen auf die Energieträgerstruktur der Warmwasserbereitstellung mehr oder weniger durchschlagen: bei Öl, Gas und Fernwärme stärker als bei Holz oder Elektrizität

- die Veränderungen der spezifischen Warmwasserverbräuche pro Kopf und Tag einerseits in Richtung Mehrverbrauch durch den zunehmenden Anteil zentraler Warmwassersysteme, andererseits in Richtung Minderverbrauch durch die Verordnung über die Warmwasserkostenabrechung (per Saldo 1990/2010: +1,5 %; 2010/30: -0,2 %)

- die trendmässig eher überdurchschnittlich steigenden Nutzungsgrade bei der Warmwasserbereitstellung (Erzeugungs- und Bereitschaftsverluste) und der Warmwasserverteilung (Verteilverluste): über alle Energieträger gemittelt steigt der Nutzungsgrad

zwischen 1990 und 2010 um gut 22 %, danach bis 2030 nochmals um knapp 10 %. Allein dadurch würde sich cet. par. der Energieverbrauch für Warmwasser zwischen 1990 und 2030 um 25 % reduzieren.

(3) Im einzelnen liegen der Prognose folgende Annahmen zugrunde:

- Die Zahl der nicht mit Warmwasser versorgten Haushalte fällt von 1990 ca. 0,6 % bis 2005 auf 0 %. Nicht in Privathaushalten leben ca. 150.000 Einwohner. Deren Warmwasserversorgung fällt nicht in Privathaushalten an.

- Der spezifische Warmwasserbedarf pro Kopf und Jahr, gemessen in Liter Warmwasser pro Tag auf einem Temperaturniveau von ca. 45°, beträgt bei zentraler Warmwasserversorgung rund 55 l, bei bequemer dezentraler Versorgung (Gas, Elektroboiler) rund 50 l und bei unbequemer Einzelofenversorgung (Holz, Kohle) 30 l.

- Der Einfluss der Warmwasserkostenabrechnung ist aufgrund des begrenzten Adressatenkreises und aufgrund der niedrigen Preise vergleichsweise klein (vgl. Kapitel 4.1).

- Die Nutzungsgradanstiege sind vor allem bei Öl- und Gasanlagen besonders hoch: hier kommen neben der starken Reduktion der Bereitschafts- und Verteilverluste durch besser isolierte Kessel und Verteilleitungen auch die besonders im Teillastbereich erheblich verbesserten Wirkungsgrade zum Tragen. Bei Elektrizität bleibt der Anstieg - wie auch schon bei den Heizanlagen - bei deutlich höherem Nutzungsgrad-Ausgangsniveau in 1990 aufgrund des geringeren Verbesserungspotentials begrenzt.

4.4 Der Energieverbrauch für Elektrogeräte und für das Kochen

(1) Der Energieverbrauch für das Kochen wird bis zum Jahr 2020 noch zunehmen und erst danach leicht abnehmen. Gegenüber 1990 beträgt der Zuwachs bis 2010 11 %, zwischen 2010 und 2020 ist der Zuwachs nur noch marginal. Nach 2020 sinkt der Verbrauch leicht. Der Elektrizitätsanteil - 1990 84 % - wird zukünftig weiter ansteigen, auf über 92 % in 2030.

Tabelle 4.4-1 zeigt die Verbräuche nach Energieträgern und Gerätetypen.

Tabelle 4.4-1: Der Energieverbrauch für das Kochen 1980 - 2030, in PJ, nach Energieträgern

	1980	1990	2000	2010	2020	2030
Elektrizität	6.09	7.60	8.90	9.22	9.26	9.12
Elektroherd	4.41	5.14	5.81	5.84	5.66	5.47
Geschirrspüler	0.83	1.20	1.53	1.65	1.72	1.79
andere Elektrogeräte*	0.86	1.26	1.56	1.73	1.82	1.87
Gas	1.35	0.93	0.51	0.45	0.46	0.46
Holz	0.56	0.47	0.28	0.30	0.31	0.31
Summe	8.01	9.00	9.68	9.98	10.02	9.90

* Grill, Waffeleisen, Raclette, Toaster, Mikrowelle, Kaffeemaschine, Dunstabzugshaube

(2) Ursächlich für diese Veränderung sind

- eine wachsende Anzahl von elektrischen Kochgeräten
- sinkende spezifische Verbräuche der einzelnen Gerätetypen, nicht nur aufgrund technischer Fortschritte, sondern auch aufgrund weiterhin abnehmender Durchschnittsgrössen bei den Privathaushalten.

Die Entwicklung der Gerätebestände bzw. Ausstattungsquoten ist in Tabelle 4.4-2 detailliert aufgelistet. Zu berücksichtigen ist dabei, dass es sich hier wiederum um die "relevante Gerätemenge" handelt, dass also mehrfach im selben Haushalt vorhandene Geräte des gleichen Typs (Ausnahme: Grill, Waffeleisen, Raclette, hier werden die kumulierten Ausstattungsgrade zugrundegelegt) nur einfach gezählt werden. Zu berücksichtigen ist gleichermassen, dass durch den zunehmenden Anteil kleinerer Haushalte, die tendenziell weniger reichlich mit Elektrogeräten ausgestattet sind, im allgemeinen keine Vollversorgung (d.h. 100 % Ausstattungsquote) erreicht wird.

Tabelle 4.4-2: Die Ausstattung der Haushalte mit elektrischen Kochgeräten, relevante Gerätemenge, in %

	1980	1990	2000	2010	2020	2030
Elektroherd	74	84	92	92	92	92
Geschirrspüler	20	35	53	64	74	82
Mikrowelle	0	17	37	52	62	68
Dunstabzugshaube	34	45	51	56	61	64
Kaffemaschine u.ä.	72	88	93	97	100	100
Toaster	71	85	90	92	92	92
Grill, Waffeleisen, Raclette	70	112	126	132	137	141
Friteuse	33	51	58	60	63	65
absolut in Mio Einheiten	9.17	14.68	19.22	21.94	23.54	24.50

Die relevante Gerätemenge an "Kochgeräten" steigt im Prognosezeitraum von 1990 14,7 Mio Einheiten bis 2010 auf 21,9 Mio, danach bis 2030 nochmals gut um 2,5 Mio. Die Bestände an Elektroherden und Geschirrspülern, 1990 3,4 Mio Einheiten, wachsen bis 2010 um über 55 %, bis 2030 sogar um fast 80 %.

Dass dieses Bestandswachstum nur sehr wenig auf den Verbrauch durchschlägt, liegt in der Entwicklung der spezifischen Verbräuche begründet (vgl. Tabelle 4.4-3).

Tabelle 4.4-3: Die Entwicklung des spezifischen Verbrauchs bei elektrischen Kochgeräten, 1980 - 2030, in kWh / relevante Gerätemenge

	1980	1990	2000	2010	2020	2030
Elektroherd	671	599	549	516	493	473
Geschirrspüler	475	332	252	216	192	174
Mikrowelle		20	19	19	19	19
Dunstabzugshaube	43	40	39	38	37	37
Kaffemaschine u.ä.	63	60	59	57	56	56
Toaster	21	20	20	19	19	19
Grill, Waffeleisen, Raclette	21	20	20	19	19	19
Friteuse	21	20	19	19	19	19

Die Verbrauchsentwicklung pro Gerät nimmt aufgrund

- trendmässiger technischer Verbesserungen
- des Einflusses der Verbrauchszielwerte (bei Elektroherden und Geschirrspülern)
- ständig kleiner werdender Haushaltsgrössen
- partieller Substitution der Aufgaben einzelner Elektrogeräte (z.B. Kochherd) durch andere (Kaffeemaschine, Mikrowelle u.ä.)

mehr oder weniger stark ab, wobei im allgemeinen der Technikkomponente - vor allem bei den Grossgeräten - die grösste Bedeutung zukommt.

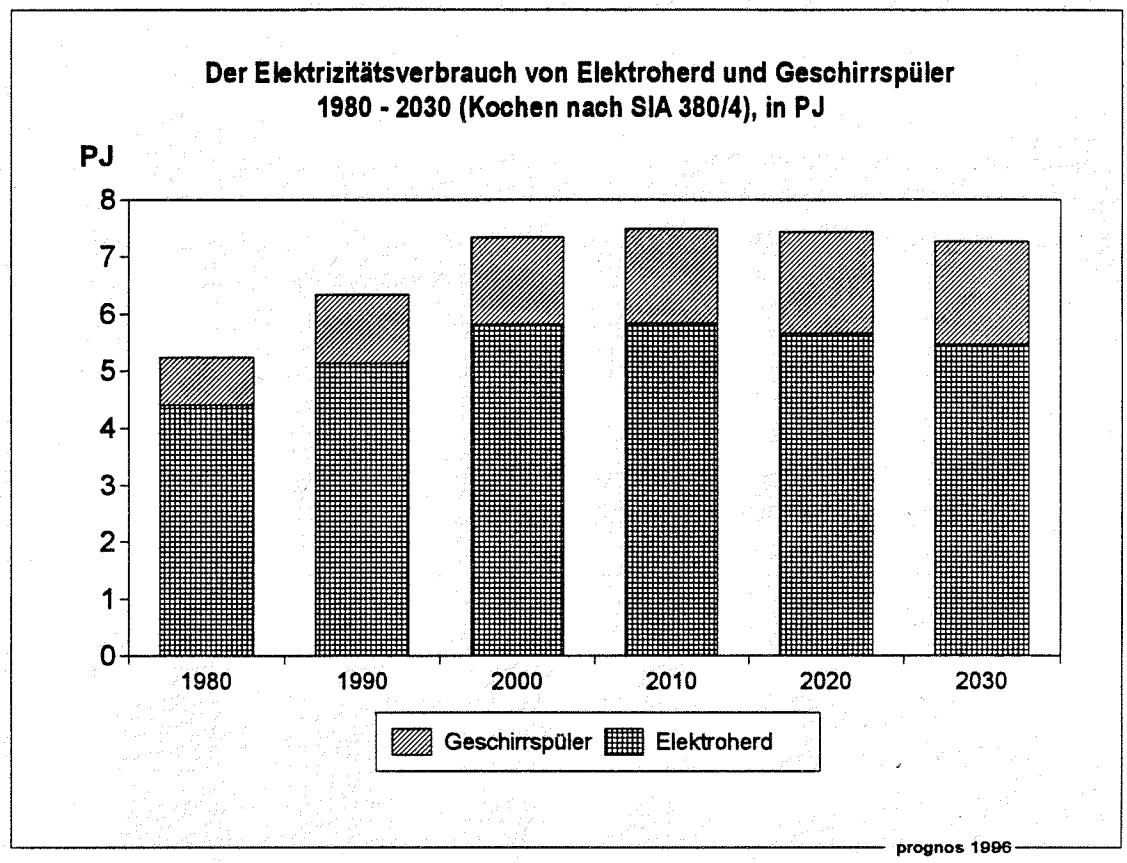
(3) Bei Elektroherden und bei Geschirrspülern - den beiden wichtigsten Geräten innerhalb dieses Bereiches - wurden folgende Annahmen zur Veränderung des technischen Verbrauchs getroffen:

Bei **Elektroherden** beträgt der "autonome Fortschritt" im Backteil bis 2005 noch 1 % p.a., danach bis 2015 0,8 % p.a. und danach 0,5 % p.a., während bei Kochplatten die Verbesserungen bei 0,2 % p.a. über den gesamten Prognosezeitraum (Übergang auf Keramik-Kochfelder, langfristig Induktionskochstellen) liegt. Der Backofen-Verbrauchsanteil liegt bei 15 %. Durch die Verbrauchszielwerte ergibt sich in 1997/1998 nur eine marginale Verbesserung, zum einen deshalb, weil der Verbrauchsanteil des Backofens am Gesamtverbrauch (nur dieser ist Gegenstand des Zielwertes) relativ gering ist, zum anderen deshalb, weil die trendmässige Verbesserung der Geräte dafür sorgt, dass viele Geräte die Zielwerte bereits "trendmässig" erreichen oder unterschreiten. Verbrauchszielwerte und autonome Verbesserungen zusammen reduzieren den technischen Verbrauch der Elektroherde innerhalb von 40 Jahren um 10 %. Weitere Einsparungen, etwa in gleicher Höhe, ergeben sich aufgrund im Durchschnitt sinkender Haushaltsgrössen und der Substitution von Elektroherden durch andere elektrische Kleingeräte wie Grill, Mikrowelle u.ä.

Bei **Geschirrspülern** liegen heute die zehn marktbesten Geräte (mit den niedrigsten Verbräuchen) um 25 % unter dem Marktdurchschnitt (das Beste liegt um 35 % unter dem Marktdurchschnitt). Unterstellt man als Trendrate der autonomen Verbesserung, dass die 10 heute marktbesten Geräte in 2030 Marktdurchschnitt sind, so ist dies äquivalent einer trendmässigen Verbesserung von 0,8 % p.a. Die Verbrauchszielwerte für Geschirrspüler liegen in 1997/1998 um gut 10 % unter den Trendwerten, so dass hier der Einfluss deutlich grösser ist als bei Elektroherden. Sie dürften deshalb nicht nur einen Niveausprung im spezifischen Verbrauch bewirken, sondern auch dafür sorgen, dass die Trendrate etwas grösser ausfällt als ohne Zielwerte. Trendmässige Verbesserung und Verbrauchszielwerte bewirken zusammen eine Reduktion der technischen Verbräuche um 21,5 % bis 2010 und um 33 % bis 2030; d.h. der im Jahr 2030 angebotene und abgesetzte Gerätepark erreicht nicht ganz das Verbrauchsniveau des heute marktbesten Gerätes.

Elektroherd und Geschirrspüler allein - nur diese beiden Geräte werden nach SIA 380/4 dem Verbrauchsbereich Kochen zugeschlagen - verbrauchten 1990 6,33 PJ Elektrizität, 2010 werden es knapp 7,5 PJ und 2030 rund 7,3 PJ sein. Nach 2010 ist der Zusatzbedarf an Elektrizität durch den Geschirrspüler kleiner als die Einsparung beim Elektroherd. Deshalb sinkt der Energieverbrauch nach 2010 für den so (enger) definierten Bereich Kochen (vgl. Grafik 4.4-1).

Grafik 4.4-1:



Die nichtelektrischen Verbräuche für Gas- und Holzherde nehmen - bei zunächst weiter sinkenden, sich dann aber stabilisierenden Gerätezahlen - zunächst gleichfalls ab, bleiben dann aber auf einem Niveau von 0,8 PJ relativ stabil.

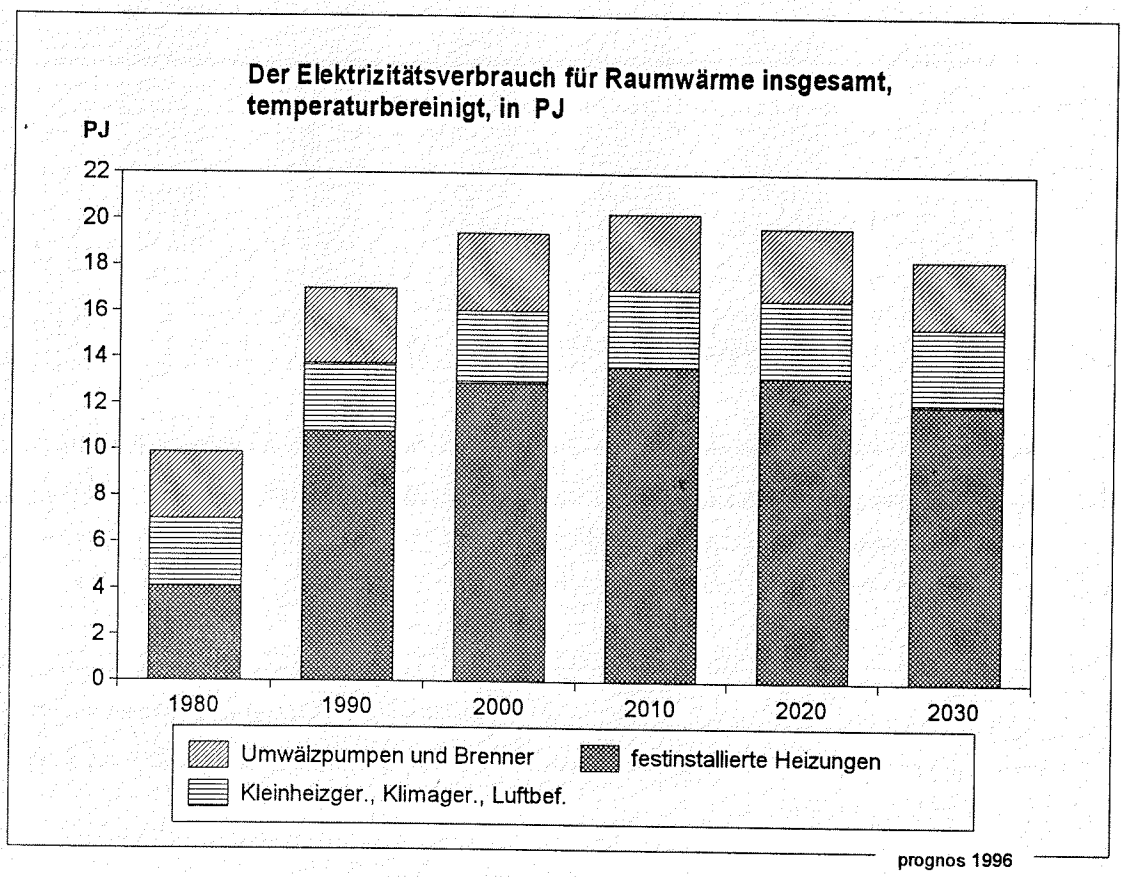
(4) Der Elektrizitätsverbrauch der Haushalte für **Umwälzpumpen und Brenner** (nach SIA 380/4 diverse Technik), für **Klimageräte, Luftbefeuchter und Kleinheizgeräte** wird sich zukünftig wie folgt entwickeln:

Tabelle 4.4-4: Elektrizitätsverbrauch für nicht fest installierte Heiz- und Klimageräte und für Umwälzpumpen und Brenner, 1990 - 2030, in PJ, temperaturbereinigt

	1980	1990	2000	2010	2020	2030
Kleinheizgeräte	2.33	1.90	1.70	1.71	1.69	1.69
Umwälzpumpen und Brenner (diverse Technik)	2.88	3.26	3.35	3.28	3.15	2.94
Klimageräte, Luftbefeuchter	0.61	1.05	1.45	1.65	1.67	1.66
Total	5.82	6.21	6.50	6.64	6.50	6.30
nachrichtlich: Total inkl. festinstall. Heizanlagen	9.89	17.02	19.42	20.29	19.70	18.33
spez. Verbrauch (kWh)						
Kleinheizgerät (pro Haushalt)	410	315	263	253	246	245
Umwälzpumpen und Brenner (pro m^2)	3.2	2.7	2.4	2.0	1.8	1.6
Luftbefeuchter (pro Haushalt)	255	250	249	247	247	246
Klimageräte (pro Haushalt)	150	148	142	138	135	135

Diese gleichfalls dem Raumwärmebereich zuzurechnenden Verbräuche wachsen bis 2010 um 7 %. Nach 2010 sinken diese Verbräuche um 5 % bis 2030. Am expansivsten ist dabei der Teilbereich Klimageräte und Luftbefeuchter: hier ist ein Zuwachs von 58 % für den Zeitraum 1990/2030 zu verzeichnen (durch steigende Ausstattungsgrade verursacht). Der Elektrizitätsverbrauch für Pumpen und Brenner von Zentralheizanlagen steigt mittelfristig noch leicht an; nach 2000 ist der Effekt sinkender spezifischer Verbräuche (u.a. durch lastabhängig geregelte und richtig dimensionierte Pumpen) grösser als der expansive Effekt steigender zentralbeheizter Energiebezugsflächen. Für den Elektrizitätsverbrauch im Raumwärmesektor insgesamt resultiert der in Grafik 4.4-2 dargestellte Verlauf:

Grafik 4.4-2



(5) Der Elektrizitätsverbrauch der Haushalte für **Beleuchtung, Elektrogeräte und Unterhaltungselektronik** wird auch zukünftig stark zunehmen: von 21,7 PJ in 1990 über 27 PJ in 2010 auf 28,5 PJ in 2030. Der Zuwachs von 25 % 1990/2010 bzw. von 31,5 % (1990/2030) resultiert aus sehr unterschiedlichen Entwicklungen in den einzelnen Teilbereichen:

- trotz eines Flächenzuwachses um 45 % zwischen 1990 und 2030 nimmt der Verbrauch für Beleuchtung "nur" um 40 % zu. Energiespartechnologien und höhere Wirkungsgrade konventioneller Lichttechniken bewirken trotz auch weiterhin steigender Beleuchtungsintensität einen Rückgang des spezifischen Verbrauchs. Dabei überwiegen bis 2010 die expansiven Komponenten (Beleuchtungsintensität, Flächenzuwachs), so dass bis dahin der Verbrauch deutlich stärker steigt (+ 47 %). Nach 2010 überwiegt der

verbrauchsmindernde Faktor (Technik), so dass dann mit einem leicht abnehmenden Verbrauch gerechnet werden kann (- 5 %).

- trotz steigender Gerätebestände bei **Kühl- und Gefriergeräten** (1990 5,1 Mio, 2010 6,8 Mio, 2030 7,2 Mio) kann der Verbrauch für diese Geräte reduziert werden (von 6,7 PJ in 1990 über 5,7 PJ 2010 auf 4,6 PJ in 2030), weil der spezifische Verbrauch in 2030 nur noch weniger als halb so hoch sein wird wie noch 1990.

- nicht ganz so stark fallen die spezifischen Verbrauchsreduktionen beim Verwendungsbereich **Waschen** aus. Hier beträgt der Rückgang spezifisch pro Gerät "nur" knapp 40 %. Bei einem Anstieg der Gerätebestände bis 2010 um 27 % und bis 2030 sogar um 36 % schrumpft das Verbrauchsvolumen von 4,7 PJ (1990) über 4,1 PJ (2010) auf 3,7 PJ in 2030.

- **Radio, Phono, Video, TV** einschliesslich der Homecomputer-Technik verbrauchten 1990 3,3 PJ. 2010 werden es 4,8 und 2030 5,1 PJ Elektrizität sein. Die Gerätebestände in dieser Kategorie wachsen bis 2010 um mehr als 50 %, bis 2030 sogar um 70 % (jeweils gegenüber 1990).[4] Der Rückgang des spezifischen Verbrauches fällt mit 11 % deutlich geringer aus als bei Waschmaschinen oder Kühlgeräten.

- die **übrigen Verwendungszwecke** zeigen bei rasch wachsendem Gerätebestand und nur geringen technischen Verbesserungsmöglichkeiten einen erheblichen Verbrauchsanstieg: von 1,9 PJ in 1990 auf 8,1 PJ in 2030. Innerhalb dieser Verbrauchsgruppe gewinnen die verbrauchsintensiveren an Bedeutung, so dass - rein rechnerisch - der spezifische Verbrauch der Gesamtgruppe wächst.

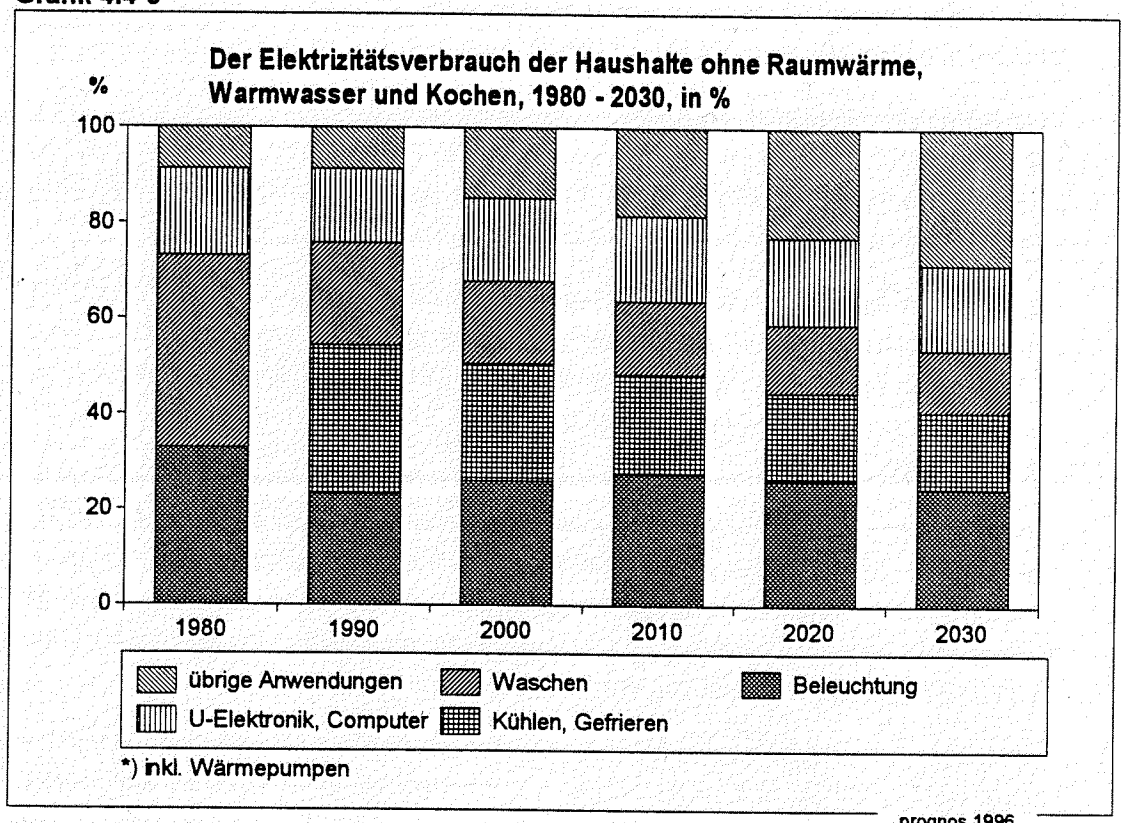
Tabelle 4.4-5 und Grafik 4.4-3 bis 4.4-5 geben die Ergebnisse im einzelnen wieder.

Tabelle 4.4-5: Elektrizitätsverbrauch ohne Heizen, Warmwasser, Kochen, 1980 - 2030, in PJ und %

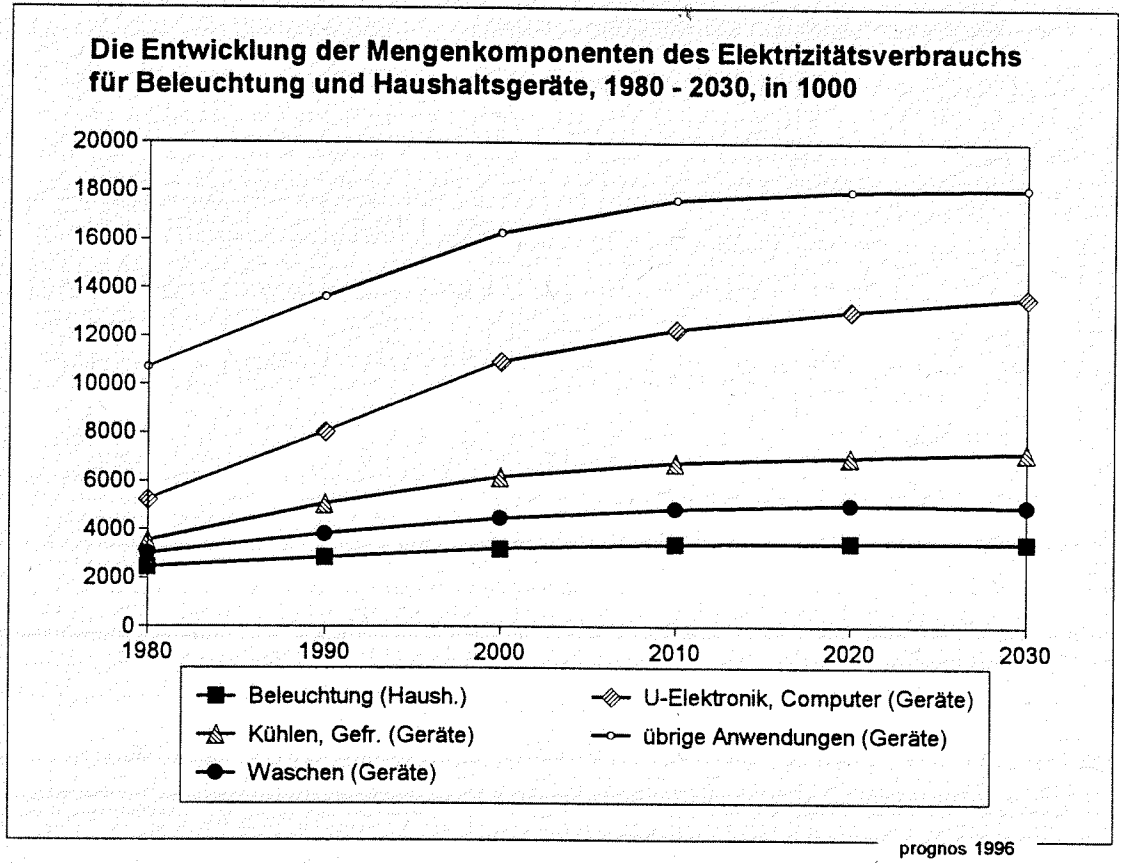
	1980	1990	2000	2010	2020	2030
in PJ						
Beleuchtung	3.48	5.04	6.60	7.40	7.26	7.04
Kühlen, Gefrieren	5.95	6.72	6.21	5.67	5.10	4.56
Waschen	4.27	4.65	4.41	4.12	3.95	3.70
Unterhaltungselektronik, Computer	1.94	3.35	4.37	4.83	5.04	5.07
übrige Anwendungen	0.91	1.90	3.76	4.95	6.32	8.10
Total	16.56	21.65	25.36	26.96	27.67	28.47
in %						
Beleuchtung	21.0	23.3	26.0	27.4	26.3	24.7
Kühlen, Gefrieren	35.9	31.0	24.5	21.0	18.4	16.0
Waschen	25.8	21.5	17.4	15.3	14.3	13.0
Unterhaltungselektronik, Computer	11.7	15.5	17.2	17.9	18.2	17.8
übrige Anwendungen	5.5	8.8	14.8	18.4	22.9	28.4
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

4) Rundfunk, Hifi- und Phonogeräte jeweils ein Gerät/Haushalt, d.h. die tatsächlich vorhandene Gerätemenge wächst weitaus stärker. Entsprechend stärker fällt auch der auf jedes einzelne tatsächlich vorhandene Gerät entfallende spezifische Verbrauch aus.

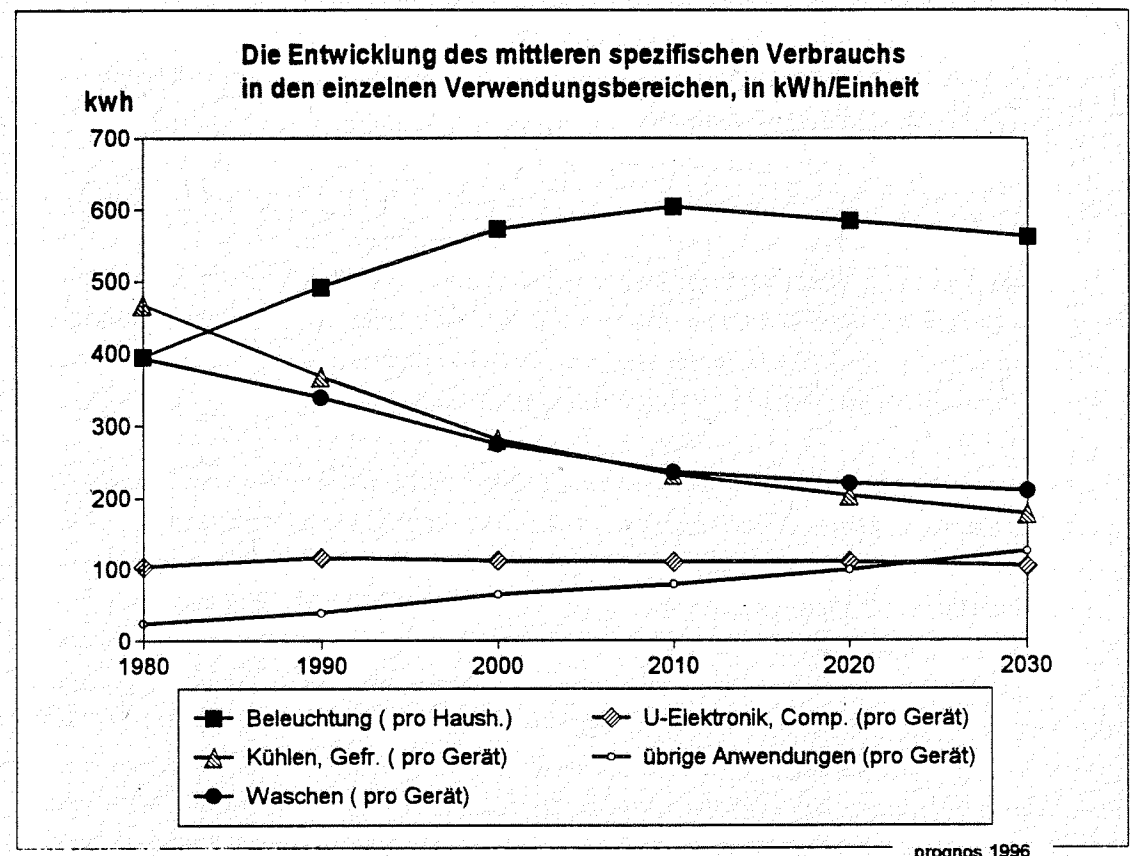
Grafik 4.4-3



Grafik 4.4-4



Grafik 4.4-5



(6) Die summarisch dargestellen Einflüsse resultieren, wie bereits für ex-post-Analyse in Kapitel 3.4 dargelegt, auch ex-ante auf einer Vielzahl von Einzelannahmen. Dazu gehören im einzelnen

- einzelgerätespezifische Prognosen der Ausstattungsgrade nach Haushaltsgrössenklassen. Einzeln behandelte Geräte/Verbrauchsbereiche sind Beleuchtung, Geschirrspüler, Kühlschrank, Kühl-Gefriergerät, Gefriergerät, Waschmaschine, Wäschetrockner, Wäscheschleuder, Farb-TV, SW-TV, Video, Radio/Phono, Dunstabzugshaube, Kaffee-/Teemaschine, Toaster, Fön, Grill/Waffeleisen/Raclette, Bügelmaschine, Bügeleisen, Staubsauger, Computer, Mixer, Allesschneider, Entsafter, Zitruspresse, Friteuse, Computer, Mikrowelle, Hobbymaschinen, Elektroherd, Kleinheizgerät, Klimagerät, Umwälzpumpen und Brenner sowie Elektroheizung, Elektrowärmepumpe, Elektroboiler, elektrische Brauchwasserwärmepumpen.

- Ermittlung des Verbrauchseinflusses zukünftig abnehmender Haushaltsgrössen auf jedes einzelne Gerät, soweit sinnvoll und Informationen verfügbar.

- Analyse und Prognose des Einflusses technischer Veränderungen unter Berücksichtigung der Verbrauchszielwerte. Für die wichtigsten Grossgeräte (Elektroherd, Geschirrspüler, Waschmaschine, Wäschetrockner (Tumbler), Kühlschrank, Gefrier-

gerät, Farb-TV, werden die Effekte sparsamerer Neugeräte in 1-Jahres-Kohortenmodellen in ihren Auswirkungen auf den Verbrauch des Gesamtbestandes berechnet.

- Evaluierung und Festlegung allfälliger weiterer Einflussfaktoren auf den Verbrauch der einzelnen Geräte/Verbrauchsbereiche.

(7) Vor allem bei den Grossgeräten üben die technischen Normverbräuche bzw. deren Dynamik im Zeitablauf entscheidenden Einfluss auf den effektiven spezifischen Verbrauch aus. Für Kühlschränke, Kühl-/Gefrierkombinationen und Gefriergeräte, Waschmaschinen und Farb-TV-Geräte wurden im einzelnen folgende Annahmen zugrundegelegt.

Kühlschränke: die zehn besten Geräte mittlerer Grösse verbrauchten 1993 42 % weniger als der Marktdurchschnitt des Gerätejahrgangs 1993. Das marktbeste mittlere Gerät in 1993 sogar weniger als die Hälfte des 1993er Marktdurchschnitts (-57 %). Die Zielwerte müssen von 95 % aller Geräte eingehalten werden. Berücksichtigt man dies, so läge bei Erreichen der Zielwerte der mittlere Verbrauch 1993 knapp 11 % unter dem tatsächlichen Wert. Bis 1996 wird jedoch der technische Fortschritt (und der Wettbewerb) dafür sorgen, dass der mittlere Verbrauch des Jahrganges 1996 um 5-6 % unter dem von 1993 liegen wird, so dass sich der Effekt der Verbrauchszielwerte entsprechend verringert. Beide Effekte zusammen bewirken einen Rückgang der mittleren (Norm-) Verbräuche um 30 % zwischen 1990 und 2010 und um weitere 25 % bis 2030. Damit liegt in 2030 der Durchschnittsverbrauch aller Neugeräte geringfügig unter dem Durchschnittsverbrauch der heute 10 besten Geräte, aber immer noch deutlich über dem des heute marktbesten Gerätes.

Gefriergeräte: Bei Gefriertruhen liegt der Verbrauchszielwert um 7 % unter dem Marktdurchschnitt aller Geräte des Jahrganges 1993, bei Gefrierschränken ist der Marktdurchschnitt niedriger (um 2,5 %) als der Zielwert. Würden wiederum alle Geräte, die 1993 die Zielwerte nicht erreicht haben, den Zielwert einhalten, so würde der Verbrauch des Marktdurchschnitts 1993 bei Gefrierschränken um 7 % und bei Gefriertruhen um 19 % niedriger ausgefallen sein (wobei der Zielerfüllungsgrad von 95 % berücksichtigt ist). Da jedoch bis 1996 auch ohne die Zielwertvorgabe Rückgänge erreicht werden, fallen auch hier die "Niveausprünge" beim technischen Verbrauch durch die Zielwert-Vorgaben etwas geringer aus. Trendmässige Verbesserung und Zielwertvorgabe führen bei Gefriergeräten zu einer Reduktion der Verbräuche um 44 % gegenüber 1993; bei Gefriertruhen wird der Rückgang stärker ausfallen als bei Gefrierschränken. Bis 2010 werden hiervon bereits ¾ realisiert sein.

Kühl- und Gefrierkombinationen: bei dieser Gerätekategorie ist die relative Einsparung fast so gross wie bei Gefriertruhen. Würden 95 % aller Geräte auch in 1993 die Zielwerte bereits erfüllt haben, so wäre der Verbrauch gegenüber dem tatsächlichen Marktdurchschnitt von 1993 um 17 % niedriger ausgefallen. Das heute marktbeste Gerät liegt verbrauchsmässig um ca. 1/3 unter dem Durchschnitt. In der Prognose wird davon ausgegangen, dass die erzielbare Einsparung mittel- und längerfristig zwischen derjenigen von Kühlschränken und derjenigen von Gefrierschränken/-truhen liegt.

Waschmaschinen: Für Waschmaschinen ist ein Verbrauchszielwert von 0,23 kWh/kg Trockenwäsche gefordert. Der Marktdurchschnitt liegt bei 0,27 kWh/kg, derjenige des marktbesten Gerätes bei 0,18 kWh/kg Trockenwäsche, der Durchschnitt der zehn besten Geräte bei 0,19 kWh/kg. Bei 95 % Zielerfüllung betrüge der technische Verbrauch im Mittel 0,23 kWh/kg, entspräche also genau dem geforderten Zielwert. Bei einer Trendreihe von 0,9 % Verbrauchsreduktion pro Jahr läge der Trendverbrauch ohne Zielwert 1998 bei 0,26 kWh/kg, erreicht sein müssen jedoch 0,23 kWh/kg. Dies entspricht einem Effekt von -11 %. Trendmässige Verbesserung und Zielvorgabe führen hier dazu, dass der spezifische Normverbrauch bis 2010 gegenüber 1993 um 25 % und bis 2030 um 31 % sinkt, womit der Durchschnittsverbrauch des Gerätejahrganges 2030 etwa auf dem Verbrauchsniveau der heute 3-5 besten Geräte liegt.

Wäschetrockner: Bei Wäschtrocknern ist der Einfluss der Zielwertvorgabe geringer als bei Waschmaschinen. Wenn alle Geräte (zu 95 %) auch hier die Zielwerte erfüllen, resultierte eine rechnerische Einsparung von 7 %, bezogen auf das Niveau von 1993. Da jedoch die marktbesten Geräte fast 30 %, das marktbeste sogar über 40 % weniger verbraucht als der Zielwert vorgibt, ist mit einer deutlichen trendmässigen Verbesserung zu rechnen, so dass der Zielwert-Vorgabe-Einfluss in 1998 deutlich geringer ausfallen wird (-2 % bis -3 %). Der mittlere Normverbrauch wird bis 2010 (gegenüber 1993) um knapp 18 % und danach bis 2030 nochmals um knapp 19 % zurückgehen.

Farb-TV: Die Zielwerte für Fernsehgeräte sind so ausgelegt, dass ein 70 cm 50 Hz Gerät bei halbjährigem stand-by-Betrieb und 3 h Normalbetrieb pro Tag 133 kWh verbrauchen darf, bei 100 Hz Geräten 192 kWh. Die Prognoserechnungen gehen davon aus, dass durch diesen Zielwert ein Wiederanstieg der technischen Normverbräuche (durch 100 Hz Geräte, Grossbildschirme, HiFi-Ton, höhere Auflösungen etc.) bis etwa 2010 verhindert wird, und erst danach wieder eine geringere Verringerung des Verbrauchs von 1 % p.a. erreicht wird. Durch den zukünftig erheblich wachsenden Anteil an (weniger intensiv genutzten) Zweit- und Drittgeräten sinkt der spezifische Verbrauch des Bestandes (Technikkomponente + Zweitgerätebestandseinfluss) dennoch um knapp 1,5 % p.a. im Zeitraum 1993/2030.

(8) Fasst man den Elektrizitätsverbrauch der Haushalte über alle Verwendungsbereiche zusammen, so ergibt sich folgendes Bild:

Grafik 4.4-6

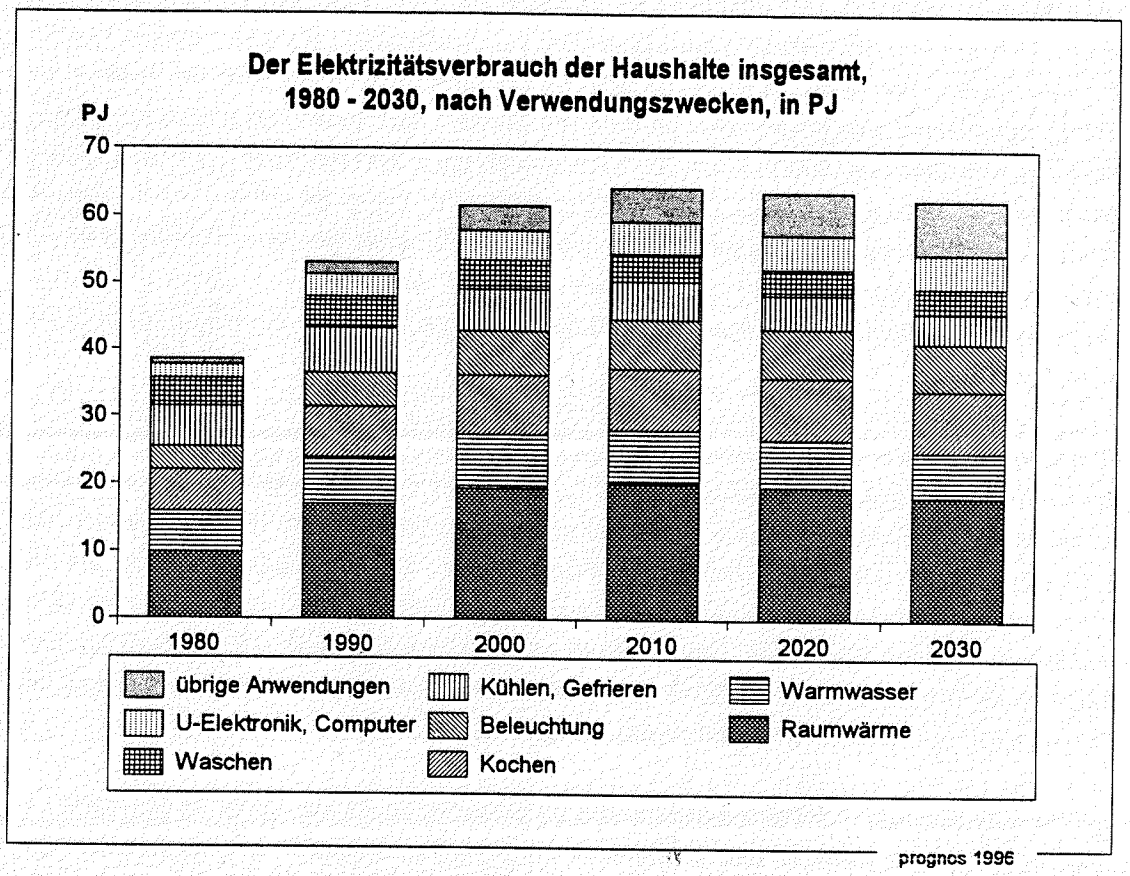


Tabelle 4.4-6 zeigt das Ergebnis "genauer".

Tabelle 4.4-6: Der Elektrizitätsverbrauch der Haushalte insgesamt, 1980 - 2030, nach Verwendungszwecken, in PJ

	1980	1990	2000	2010	2020	2030
Raumwärme*)	9.89	17.02	19.42	20.29	19.70	18.33
Warmwasser	6.03	6.88	7.94	7.82	7.09	6.68
Kochen	6.09	7.60	8.90	9.22	9.26	9.12
Beleuchtung	3.48	5.04	6.60	7.40	7.26	7.04
Kühlen, Gefrieren	5.95	6.72	6.21	5.67	5.10	4.56
Waschen	4.27	4.65	4.41	4.12	3.95	3.70
Unterhaltungselektronik, Computer	1.94	3.35	4.37	4.83	5.04	5.07
übrige Anwendungen	0.91	1.90	3.76	4.95	6.32	8.10
Total	38.57	53.14	61.62	64.29	63.71	62.60

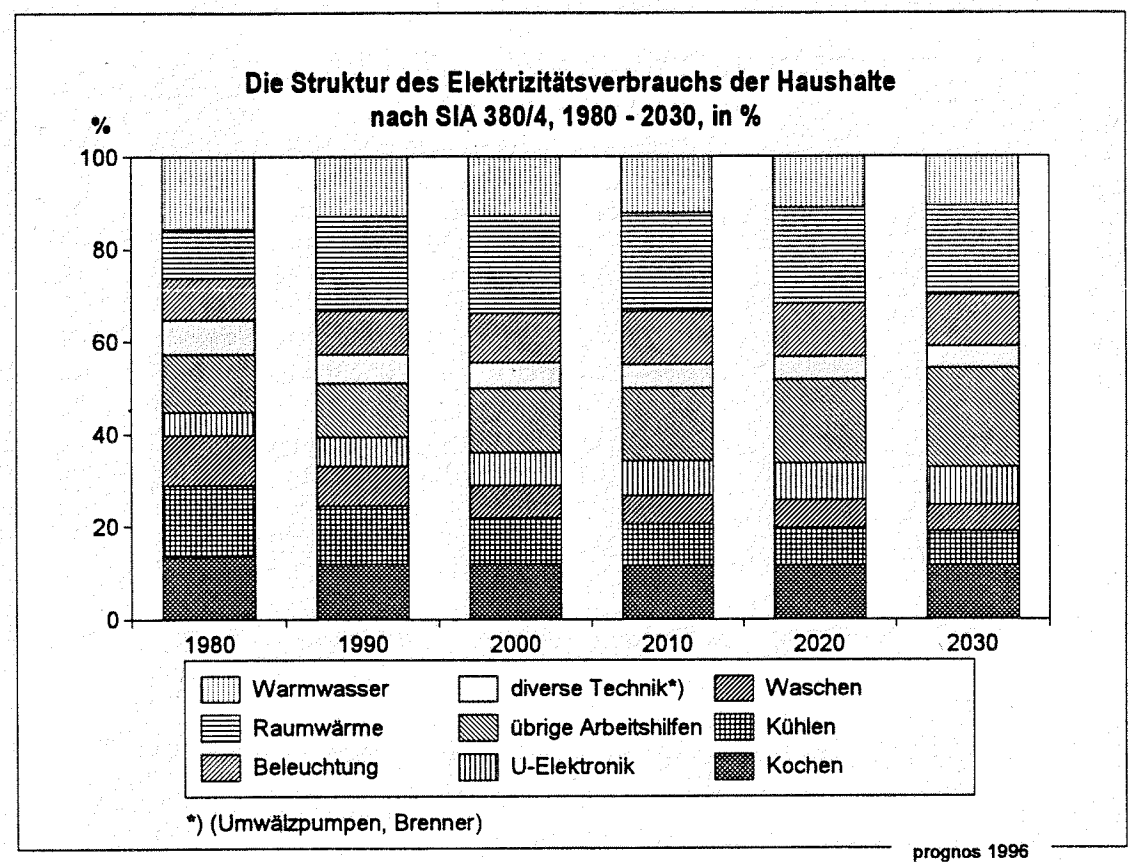
*) Heizen, Klima, Pumpen, Brenner

Die Tabelle 4.4-7 und die Grafik 4.4-8 zeigen die Stromverbräuche, wenn die Verwendungsbereiche nach SIA 380/4 (siehe Kapitel 3.4) abgegrenzt werden:

Tabelle 4.4-7: Der Elektrizitätsverbrauch der Haushalte nach SIA 380/4, 1980 - 2030, in PJ

	1980	1990	2000	2010	2020	2030
Kochen	5.24	6.33	7.33	7.49	7.43	7.26
Kühlen	5.95	6.72	6.21	5.67	5.10	4.56
Waschen	4.15	4.55	4.33	4.04	3.90	3.66
Unterhaltungselektronik	1.94	3.35	4.37	4.83	5.04	5.07
übrige Arbeitshilfen	4.83	6.21	8.55	10.11	11.55	13.36
diverse Technik (Umwälzpumpen, Brenner)	2.88	3.26	3.35	3.28	3.15	2.94
Beleuchtung	3.48	5.04	6.60	7.40	7.26	7.04
Raumwärme	4.08	10.81	12.92	13.65	13.20	12.03
Warmwasser	6.03	6.88	7.94	7.82	7.09	6.68
Total	38.57	53.14	61.62	64.29	63.71	62.60

Grafik 4.4-7



Insgesamt wächst der Elektrizitätsverbrauch von 1990 53 PJ (temperaturbereinigt) bis 2010 auf 64 PJ. Nach 2010 sinkt der Verbrauch auf 62,6 PJ. Die stärkste Expansion weisen die übrigen Arbeitshilfen auf: ihr Anteil erhöht sich von 12 % (1990) auf 16 % (2010) bzw. 21 % (2030).

4.5 Der Energieverbrauch insgesamt

(1) Der Energieverbrauch der Privaten Haushalte insgesamt verharrt zwischen 1990 und 2010 auf einem Niveau von rund 260 PJ. Erst nach 2020 sinkt der Verbrauch deutlich, bis 2030 auf 245 PJ.

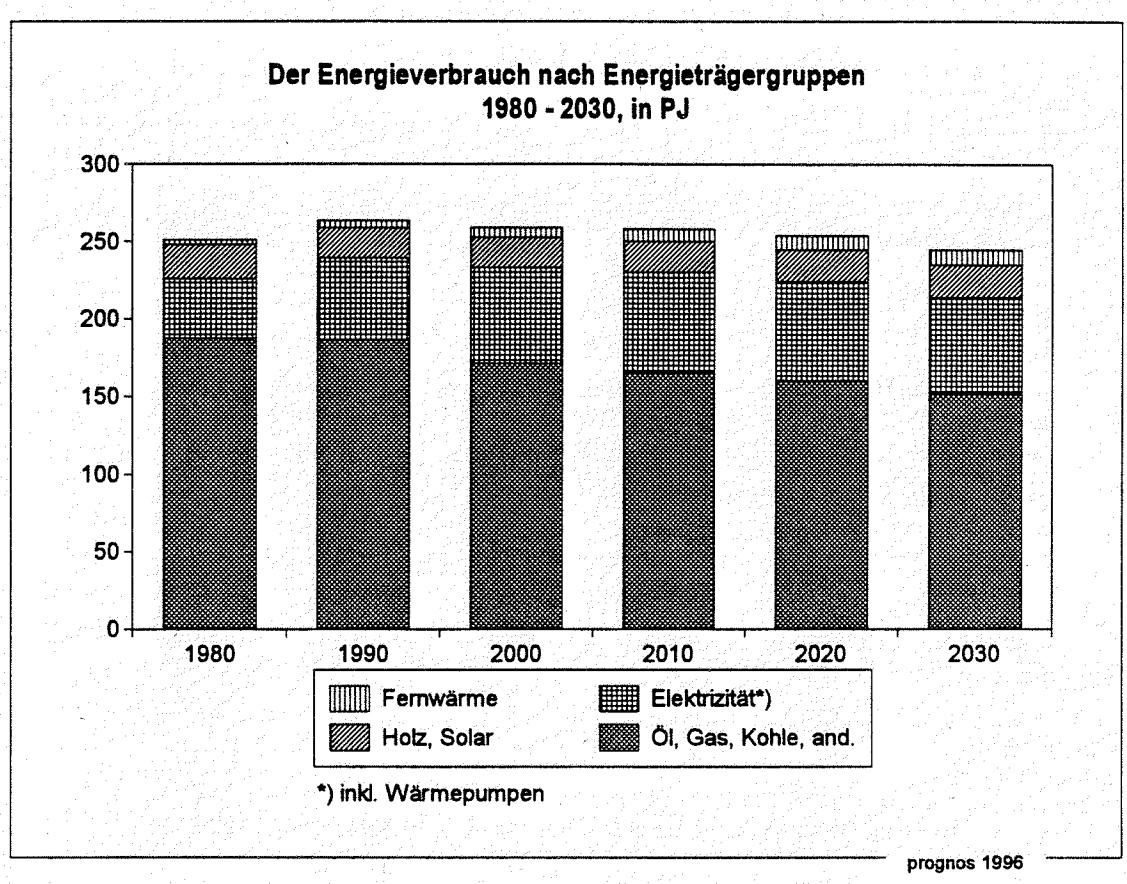
Nach Energieträgern verliert Öl bis 2010 rund 13 %-Punkte, zwischen 2010 und 2030 nochmals rund 5 %-Punkte. Gas kann seinen Marktanteil von 9,5 % in 1990 bis 2010 auf 16 % und bis 2030 sogar auf über 19 % ausweiten. Auch Elektrizität, Holz, Solarenergie und Fernwärme können Marktanteile zulasten von Öl hinzugewinnen. Tabelle 4.5-1 zeigt die Entwicklung nach Energieträgern zwischen 1980 und 2030.

Tabelle 4.5-1: Der Energieverbrauch der Haushalte nach Energieträgern, 1980 - 2030, in PJ und in %

	1980	1990	2000	2010	2020	2030
in PJ						
Oel	178.8	160.7	135.9	129.9	114.5	104.2
Gas	7.9	25.1	34.9	41.6	45.8	47.8
Elektrizität (inkl. Wärmepumpen)	38.6	53.1	61.6	64.3	63.7	62.6
Holz, Solar	22.1	19.5	19.9	20.3	20.7	20.6
Fernwärme	2.9	4.4	6.3	7.7	8.8	9.7
andere	0.9	0.6	0.3	0.2	0.1	0.1
Total	251.1	263.4	259.0	258.0	253.7	245.2
dar: Oel, Gas, Kohle, andere	187.5	186.4	171.2	165.7	160.5	152.2
in %						
Oel	71.2	61.0	52.5	47.9	45.1	42.5
Gas	3.1	9.5	13.5	16.1	18.0	19.5
Elektrizität (inkl. Wärmepumpen)	15.4	20.2	23.8	24.9	25.1	25.5
Holz, Solar	8.8	7.4	7.7	7.9	8.2	8.4
Fernwärme	1.2	1.7	2.4	3.0	3.5	4.0
andere	0.4	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
dar: Oel, Gas, Kohle, andere	74.7	70.8	66.1	64.2	63.2	62.1

Der Anteil der fossilen Energieträger fällt im gleichen Zeitraum von 71 % über 64 % (2010) auf 62 %, während der Anteil der regenerativen Energien Holz und Solar von 7,4 % (1990) auf 7.9 % bis 2010, danach bis 2030 auf 8.4 % Anteil steigt. Elektrizität dehnt ihren Anteil um 1/4 bis 2030 aus (Grafik 4.5-1).

Grafik 4.5-1



(2) Nach Verwendungsbereichen zeichnen sich folgende Verschiebungen im Energieverbrauch ab:

- Der Anteil für Raumwärme nimmt leicht, aber beständig ab.
- Anteilsmässig und auch absolut weniger Energie wird für die Warmwasserbereitstellung verbraucht werden.
- Der Energiebedarf für das Kochen i.w.S. wird bis 2010 noch steigen, dann stabil bleiben und nach 2020 leicht rückläufig sein.
- Der Elektrizitätsverbrauch für die übrigen Verwendungsbereiche, der Verbrauch für Umwälzpumpen und Brenner, für Kleinheizgeräte, Klimageräte, Luftbefeuchter, für elektrische Haushaltsgeräte und für die Unterhaltungselektronik - wird sowohl absolut wie auch relativ noch deutlich zunehmen.

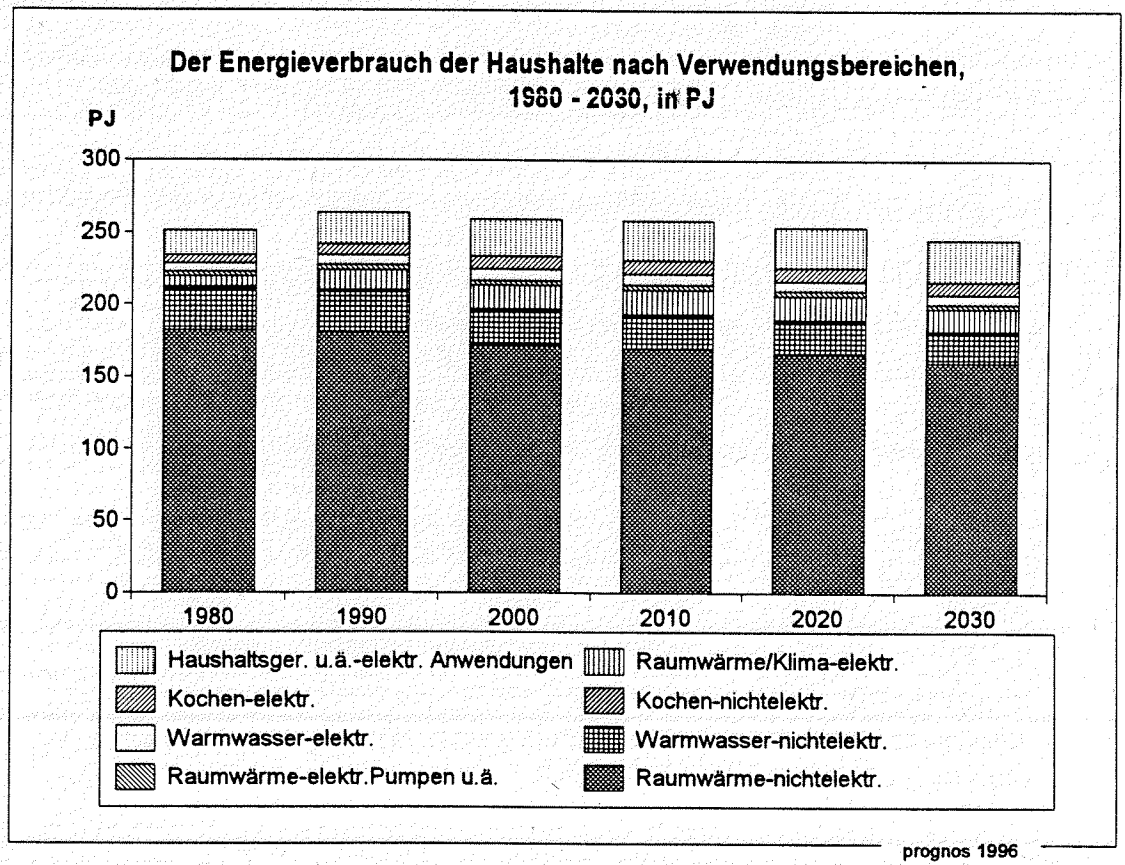
Die Tabellen 4.5-2 sowie Grafik 4.5-2 veranschaulichen die Veränderungen.

Tabelle 4.5-2: Der Energieverbrauch nach Verwendungsbereichen, 1980 - 2030, in PJ

	1980	1990	2000	2010	2020	2030
Raumwärme*)	186.1	191.9	184.9	183.4	180.2	172.8
Elektrizität	4.1	10.8	12.9	13.6	13.2	12.0
sonstige Energieträger	182.0	181.1	172.0	169.7	167.0	160.7
Warmwasser	34.6	34.6	32.6	31.1	29.3	27.7
Elektrizität	6.0	6.9	7.9	7.8	7.1	6.7
sonstige Energieträger	28.5	27.7	24.6	23.2	22.2	21.0
Kochen, Geschirrspülen	8.0	9.0	9.7	10.0	10.0	9.9
Elektrizität	6.1	7.6	8.9	9.2	9.3	9.1
übrige	1.9	1.4	0.8	0.8	0.8	0.8
Übriger Verbrauch (Elektrizität)	22.4	27.9	31.9	33.6	34.2	34.8
Umwälzpumpen, Brenner	2.9	3.3	3.4	3.3	3.1	2.9
Kleinheizgeräte, Klimageräte, Luftbef.	2.9	3.0	3.1	3.4	3.4	3.4
Haushaltsgeräte, Unterhaltungs-elektronik, sonstiges	16.6	21.7	25.4	27.0	27.7	28.5
Total	251.1	263.4	259.0	258.0	253.7	245.2
Elektrizität	38.6	53.1	61.6	64.3	63.7	62.6
sonstige Energieträger	212.5	210.2	197.4	193.7	190.0	182.6

*) inkl. Kleinheizgeräte, Klimageräte, Luftbefeuchter; exkl. Stromverbrauch für Pumpen, Brenner, Gebläse

Grafik 4.5-2:



4.6 Datenlücke, Forschungsbedarf

(1) Die analytische und prognostische Modellgrundlage zur Ermittlung des Energieverbrauchs nach Verwendungszwecken und Energieträgern ist sehr stark disaggregiert aufgebaut, so dass unter dem Aspekt der Modellbildung und Modelleignung für Analyse- und Prognosezwecke kurz- und mittelfristig kein Forschungsbedarf gesehen wird.

(2) Wünschenswert und der Qualität der Analysen und Prognosen sicherlich zuträglich wäre eine Verbesserung der Datenbasis, also der empirischen Grundlagen für die "Fütterung" des Modells mit Daten. Diese betreffen

- Informationen zu den tatsächlichen Heizenergiebedarfen von Neubauten und von sanierten Gebäuden (Vorher-/Nachher-Messungen, Sanierungen o.ä.).

- Verbesserung des Informationsstandes bei Heizanlagen: Zusammensetzung, Wirkungsgrade, Altersstrukturen etc. für möglichst alle relevanten Energieträger.

- Neubau- und Substitutions-Energieträgerstrukturen. Die Informationsquelle Volkszählung kann kurzfristige Reaktionen nicht bzw. nur mit erheblicher Zeitverzögerung erfassen.

- Daten zur Versorgung der Haushalte mit Elektrogeräten und deren Nutzung. Hier sind durch weitergehende Disaggregationen noch Verbesserungen möglich, allerdings wächst der Aufwand hierfür überdurchschnittlich stark.

- die technischen Verbräuche der Elektrogerätebestände; diese könnten dann noch besser als bisher analysiert und prognostiziert werden, wenn die verkaufsgewichteten Mittelwerte ermittelt und verfügbar wären (heute: ungewichteter Mittelwert aller am Markt angebotenen Geräte). Wesentlich verbessert würde die Situation auch dann, wenn lange Reihen über die im Inland abgesetzten Gerätemengen (möglichst nach Typen) verfügbar gemacht werden könnten (zur besseren Ermittlung der Altersstrukturen und zur Überprüfung von Bestandsangaben).

- die Kosten zur Reduktion der Heizenergiebedarfe von Neubauten und Sanierungen, primär für gebäudeseitige Massnahmen. Derzeit bestehen erhebliche Unsicherheiten bezüglich der anfallenden Grenzkosten für Gebäude mit gegenüber heute deutlich reduzierten Heizenergiebedarfen (Niedrig-, Niedrigst-, Nullenergiehäuser).

5. Szenarien II a und II b
- beabsichtigte Politik ohne CO_2-Abgabe (II a)
- beabsichtigte Politik mit CO_2-Abgabe (II b)

(1) Die **Szenarien II a und II b** unterscheiden sich in den demografischen, wirtschaftlichen und versorgungsseitigen Grundelementen nicht vom **Szenario I**, d.h. Bevölkerungszahl, Haushaltszahl, Versorgungsgrade und die Ausstattung mit Wohnraum sind bei beiden Szenarien identisch.

In Szenario II a werden folgende Ansatzpunkte berücksichtigt (vgl. hierzu Kapitel 2.3 "Energiepolitische Rahmenbedingungen"):

- Verbrauchszielwerte, Richtwerte, Empfehlungen u.ä. dynamisch verschärft. Dies trifft auf elektrische Haushaltsgeräte ebenso zu wie auf die gebäudeseitigen Anforderungen im Neubau oder bei der Sanierung.

- die Adressatenkreise einzelner (beschlossener) Massnahmen erweitert, beispielsweise werden alle Mehrfamilienhäuser durch die VHKA erfasst. Gleichzeitig wird stringenter kontrolliert.

- die Fördermittel der Energiepolitik werden erhöht. Ebenso werden nachfrageseitige Massnahmen der Elektrizitätswerke (Demand-Side-Management [DSM]) als freiwillige Massnahmen einbezogen.

Diese Massnahmen sind auch für Szenario II b gültig.

In Szenario II b wird darüber hinaus eine CO_2-Abgabe ab 2000 erhoben, die fossile Energieträger verteuert und so zu sparsamerem Umgang mit Energie führt (Details zu Abgabesätzen u.ä. siehe Kapitel 2.3).

Die CO_2-Abgabe führt in Szenario II b zu kräftigen Anhebungen des inländischen Preisniveaus für fossile Energieträger, die in 2010 folgendes Ausmass erreichen werden: Heizöl extra leicht: + 45 %, Erdgas + 22 %, Kohle ca. + 200 %).

Die nachfrageseitigen DSM-Massnahmen bringen eine Verteuerung des Elektrizitätstarifs um ca. 1 % mit sich.

(2) Gegenüber dem Szenario I liegt der Energieverbrauch im Szenario II a in 2010 um 2 % und in 2030 um gut 3 % niedriger. In Szenario II b ist der Energieverbrauch in 2010 um 4,5 % und in 2030 um 6,9 % niedriger als in Szenario I. Grafik 5-1 zeigt die Unterschiede insgesamt.

Grafik 5-1:

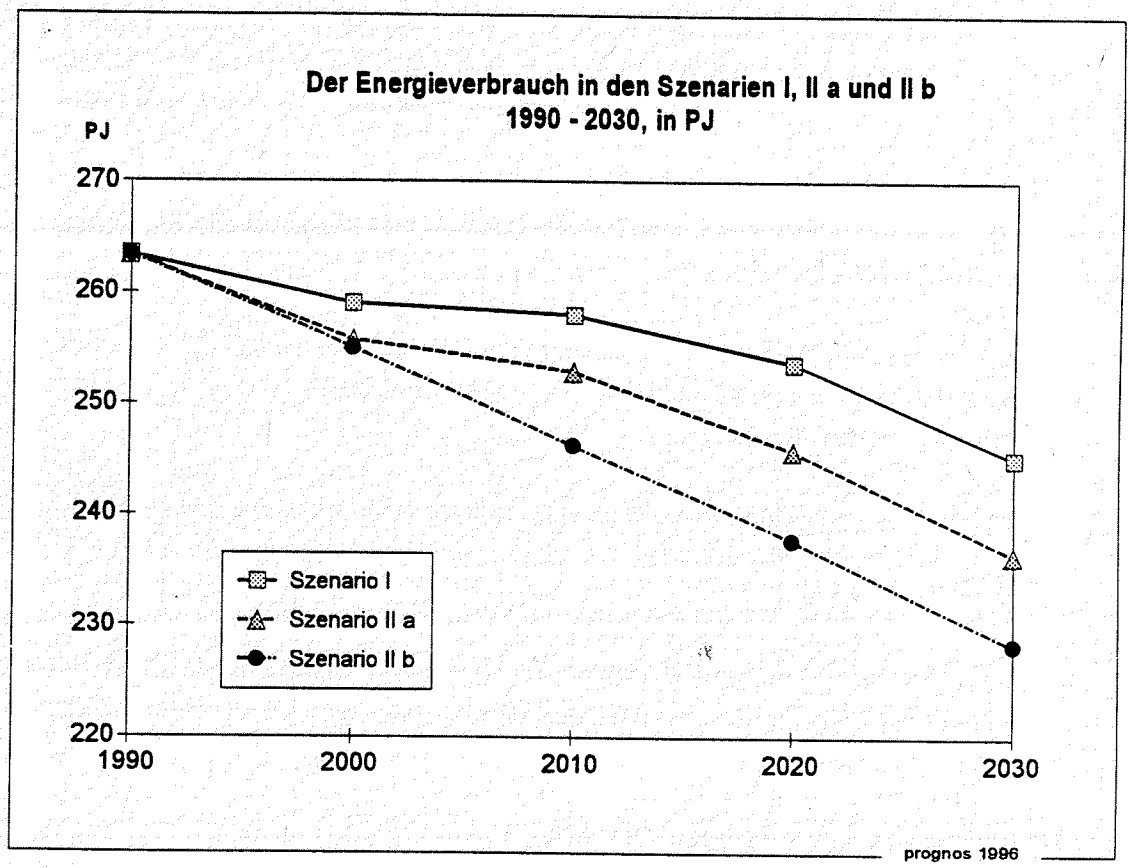


Tabelle 5-1: Der Energieverbrauch nach Energieträgern und Verwendungszwecken, Szenario II a, in PJ und in %

	1990	2000	2010	2020	2030
in PJ					
Oel	160.7	133.3	120.3	110.0	99.3
Gas	25.1	34.5	41.1	45.9	46.8
Elektrizität*)	53.1	61.5	63.3	61.1	59.7
Holz	19.4	19.6	19.9	20.1	19.8
Fernwärme	4.4	6.2	7.6	8.9	9.8
Solarenergie	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
übrige (Kohle, andere)	0.6	0.3	0.2	0.1	0.1
Total	**263.4**	**255.7**	**252.9**	**245.9**	**236.5**
dar: fossile Energieträger	186.4	168.0	161.6	155.1	146.2
in %					
Oel	61.0	52.1	47.6	44.7	42.0
Gas	9.5	13.5	16.2	18.3	19.8
Elektrizität*)	20.2	24.1	25.0	24.9	25.2
Holz	7.4	7.7	7.9	8.2	8.4
Fernwärme	1.7	2.4	3.0	3.6	4.1
Solarenergie	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4
übrige (Kohle, andere)	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1
Total	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**100.0**
dar: fossile Energieträger	70.8	65.7	63.9	63.1	61.8
in PJ					
Raumwärme	194.9	184.7	182.5	178.0	169.9
Elektrizität	13.8	15.9	16.7	16.0	14.7
sonstige Energieträger	181.1	168.8	165.8	162.0	155.2
Warmwasser	34.6	32.5	30.7	28.9	27.2
Elektrizität	6.9	7.9	7.7	6.9	6.5
sonstige Energieträger	27.7	24.6	23.0	22.0	20.8
Kochen, Geschirrspülen	9.0	9.7	9.9	9.8	9.5
Elektrizität	7.6	8.9	9.2	9.0	8.8
sonstige Energieträger	1.4	0.8	0.8	0.8	0.8
Übrige Anwendungen	24.9	28.7	29.8	29.3	29.8
Umwälzpumpen, Brenner	3.3	3.4	3.3	3.1	2.9
Elektrogeräte, Unterhaltungselektronik	21.7	25.4	26.5	26.1	26.9
Total	**263.4**	**255.7**	**252.9**	**245.9**	**236.5**
in %					
Raumwärme	74.0	72.2	72.2	72.4	71.8
Elektrizität	5.2	6.2	6.6	6.5	6.2
sonstige Energieträger	68.8	66.0	65.6	65.9	65.6
Warmwasser	13.1	12.7	12.1	11.7	11.5
Elektrizität	2.6	3.1	3.0	2.8	2.7
sonstige Energieträger	10.5	9.6	9.1	9.0	8.8
Kochen, Geschirrspülen	3.4	3.8	3.9	4.0	4.0
Elektrizität	2.9	3.5	3.6	3.7	3.7
sonstige Energieträger	0.5	0.3	0.3	0.3	0.3
Übrige Anwendungen	9.5	11.2	11.8	11.9	12.6
Umwälzpumpen, Brenner	1.2	1.3	1.3	1.3	1.2
Elektrogeräte, Unterhaltungselektronik	8.2	9.9	10.5	10.6	11.4
Total	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**100.0**

*) inkl. Kleinheizgeräte, Klimageräte, Luftbefeuchter; exkl. Stromverbrauch für Pumpen, Brenner, Gebläse

Tabelle 5-1 zeigt den Energieverbrauch nach Energieträgern und Verwendungszwecken sowohl in PJ als auch in der Struktur in Szenario II a: der Anteil von Heizöl extra leicht geht auf 42 % zurück, Erdgas erreicht mit fast 20 % einen höheren Anteil, jedoch ein niedrigeres absolutes Niveau als im Szenario I. Analoges gilt für Elektrizität: mit 59,7 PJ fällt der Verbrauch um 4,6 % niedriger aus als bei Szenario I. Fernwärme und Holz sowie Solarenergie liegen sowohl absolut als auch relativ höher.

Nach Verwendungszwecken ist die Einsparung bei Raumwärme mit - 3,5 % gegenüber dem Szenario I kleiner als beim Elektrizitätsverbrauch von Haushaltsgeräten und Unterhaltungselektronik (- 5.5 %). Für das Kochen und für die Warmwasserbereitstellung dagegen werden etwa 3 % weniger Energie verbraucht als im Szenario I.

Tabelle 5-2 zeigt analog den Energieverbrauch in Szenario II b. Mit 246 PJ in 2010 und 228 PJ in 2030 liegt der Gesamtverbrauch um 2,6 % (2010) bzw. 3,53 % (2030) unter dem Niveau des Verbrauchs in Szenario II a. Der Ölanteil ist dabei niedriger, der Gasanteil leicht höher. Fernwärme, Holz und Solarenergie gewinnen absolut kaum, relativ jedoch 0,7 %-Punkte hinzu. Der absolute Verbrauch für Raumwärme liegt deutlich (2030 -8 PJ gegenüber Szenario II a), der Warmwasseranteil dagegen nur geringfügig niedriger. Die restlichen Verbräuche sind gegenüber Szenario II a unverändert.

Tabelle 5-2: Der Energieverbrauch nach Energieträgern und Verwendungszwecken, Szenario II b, in PJ und in %

	1990	2000	2010	2020	2030
in PJ					
Oel	160.7	132.7	114.7	102.7	91.9
Gas	25.1	34.4	40.1	43.8	45.4
Elektrizität*)	53.1	61.4	63.2	61.2	59.8
Holz	19.4	19.6	19.9	20.4	20.1
Fernwärme	4.4	6.2	7.6	8.9	9.9
Solarenergie	0.1	0.3	0.5	0.7	1.0
übrige (Kohle, andere)	0.6	0.3	0.2	0.1	0.1
Total	**263.4**	**255.0**	**246.3**	**237.8**	**228.3**
dar: fossile Energieträger	186.4	167.4	155.0	146.6	137.4
in %					
Oel	61.0	52.0	46.6	43.2	40.2
Gas	9.5	13.5	16.3	18.4	19.9
Elektrizität*)	20.2	24.1	25.7	25.7	26.2
Holz	7.4	7.7	8.1	8.6	8.8
Fernwärme	1.7	2.4	3.1	3.8	4.4
Solarenergie	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4
übrige (Kohle, andere)	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1
Total	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**100.0**
dar: fossile Energieträger	70.8	65.6	62.9	61.7	60.2

Fortsetzung Tabelle 5-2:
Der Energieverbrauch nach Energieträgern und Verwendungszwecken, Szenario II b, in PJ und in %

	1990	2000	2010	2020	2030
in PJ					
Raumwärme	194.9	184.1	176.2	170.3	162.1
Elektrizität	13.8	15.9	16.7	16.1	14.9
sonstige Energieträger	181.1	168.2	159.4	154.1	147.2
Warmwasser	34.6	32.5	30.5	28.5	26.8
Elektrizität	6.9	7.9	7.6	6.7	6.3
sonstige Energieträger	27.7	24.6	22.9	21.7	20.5
Kochen, Geschirrspülen	9.0	9.7	9.9	9.8	9.5
Elektrizität	7.6	8.9	9.2	9.0	8.8
sonstige Energieträger	1.4	0.8	0.8	0.8	0.8
Übrige Anwendungen (Elektrizität)	24.9	28.7	29.8	29.3	29.8
Umwälzpumpen, Brenner	3.3	3.4	3.3	3.1	2.9
Elektrogeräte, Unterhaltungselektronik	21.7	25.4	26.5	26.1	26.9
Total	**263.4**	**255.0**	**246.3**	**237.8**	**228.3**
in %					
Raumwärme	74.0	72.2	71.5	71.6	71.0
Elektrizität	5.2	6.2	6.8	6.8	6.5
sonstige Energieträger	68.8	66.0	64.7	64.8	64.5
Warmwasser	13.1	12.7	12.4	12.0	11.7
Elektrizität	2.6	3.1	3.1	2.8	2.8
sonstige Energieträger	10.5	9.6	9.3	9.1	9.0
Kochen, Geschirrspülen	3.4	3.8	4.0	4.1	4.2
Elektrizität	2.9	3.5	3.7	3.8	3.8
sonstige Energieträger	0.5	0.3	0.3	0.3	0.3
Übrige Anwendungen (Elektrizität)	9.5	11.3	12.1	12.3	13.1
Umwälzpumpen, Brenner	1.2	1.3	1.3	1.3	1.3
Elektrogeräte, Unterhaltungselektronik	8.2	10.0	10.8	11.0	11.8
Total	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**100.0**

*) inkl. Kleinheizgeräte, Klimageräte, Luftbefeuchter; exkl. Stromverbrauch für Pumpen, Brenner, Gebläse

Tabelle 5-3 zeigt die Abweichungen zwischen den Szenarien nach Energieträgern über alle Verwendungszwecke und für die Verwendungszwecke über alle Energieträger.

Tabelle 5-3: Differenzen im Energieverbrauch nach Energieträgern und Verwendungszwecken zwischen Szenario II a und Szenario I, in PJ

	2000	2010	2020	2030
in PJ				
Oel	-2.7	-3.6	-4.5	-4.9
Gas	-0.5	-0.5	-0.9	-1.0
Elektrizität*)	-0.1	-1.0	-2.6	-2.9
Holz	0.0	0.0	0.1	0.1
Fernwärme	-0.1	0.0	0.0	0.0
Solarenergie	0.0	0.0	0.0	0.0
übrige (Kohle, andere)	0.0	0.0	0.0	0.0
Total	**-3.4**	**-5.1**	**-7.9**	**-8.6**
dar: fossile Energieträger	-3.1	-4.2	-5.4	-6.0
in PJ				
Raumwärme	-3.4	-4.3	-5.6	-6.2
Elektrizität	-0.1	-0.3	-0.6	-0.7
sonstige Energieträger	-3.3	-3.9	-5.0	-5.5
Warmwasser	-0.1	-0.4	-0.4	-0.5
Elektrizität	0.0	-0.1	-0.2	-0.2
sonstige Energieträger	0.0	-0.2	-0.2	-0.2
Kochen, Geschirrspülen	0.0	0.0	-0.2	-0.3
Elektrizität	0.0	0.0	-0.2	-0.3
sonstige Energieträger	0.0	0.0	0.0	0.0
Übrige Anwendungen (Elektrizität)	0.0	-0.5	-1.6	-1.6
Umwälzpumpen, Brenner	0.0	0.0	0.0	0.0
Elektrogeräte, Unterhaltungselektronik	0.0	-0.5	-1.6	-1.6
Total	**-3.4**	**-5.1**	**-7.9**	**-8.6**

*) inkl. Kleinheizgeräte, Klimageräte, Luftbefeuchter; exkl. Stromverbrauch für Pumpen, Brenner, Gebläse

Tabelle 5.4 zeigt in derselben Darstellung die Abweichungen zwischen Szenario II a und II b.

Tabelle 5-4: Differenzen im Energieverbrauch nach Energieträgern und Verwendungszwecken zwischen Szenario II b und Szenario II a, in PJ

	2000	2010	2020	2030
in PJ				
Oel	-0.6	-5.6	-7.3	-7.4
Gas	0.0	-0.9	-1.2	-1.4
Elektrizität*)	-0.1	0.0	0.0	0.1
Holz	0.0	0.1	0.3	0.3
Fernwärme	0.0	0.0	0.0	0.0
Solarenergie	0.0	0.0	0.0	0.1
übrige (Kohle, andere)	0.0	0.0	0.0	0.0
Total	**-0.7**	**-6.5**	**-8.1**	**-8.2**
dar: fossile Energieträger	-0.6	-6.6	-8.5	-8.8
in PJ				
Raumwärme	-0.6	-6.3	-7.7	-7.8
Elektrizität	0.0	0.0	0.2	0.2
sonstige Energieträger	-0.6	-6.4	-7.8	-8.0
Warmwasser	0.0	-0.2	-0.4	-0.4
Elektrizität	0.0	-0.1	-0.1	-0.2
sonstige Energieträger	0.0	-0.1	-0.3	-0.3
Kochen, Geschirrspülen	0.0	0.0	0.0	0.0
Elektrizität	0.0	0.0	-0.2	-0.3
sonstige Energieträger	0.0	0.0	0.0	0.0
Übrige Anwendungen (Elektrizität)	0.0	0.0	0.0	0.0
Umwälzpumpen, Brenner	0.0	0.0	0.0	0.0
Elektrogeräte, Unterhaltungselektronik	0.0	0.0	0.0	0.0
Total	**-0.7**	**-6.5**	**-8.1**	**-8.2**

*) inkl. Kleinheizgeräte, Klimageräte, Luftbefeuchter; exkl. Stromverbrauch für Pumpen, Brenner, Gebläse

5.1 Die beabsichtigten Massnahmen der Energiepolitik

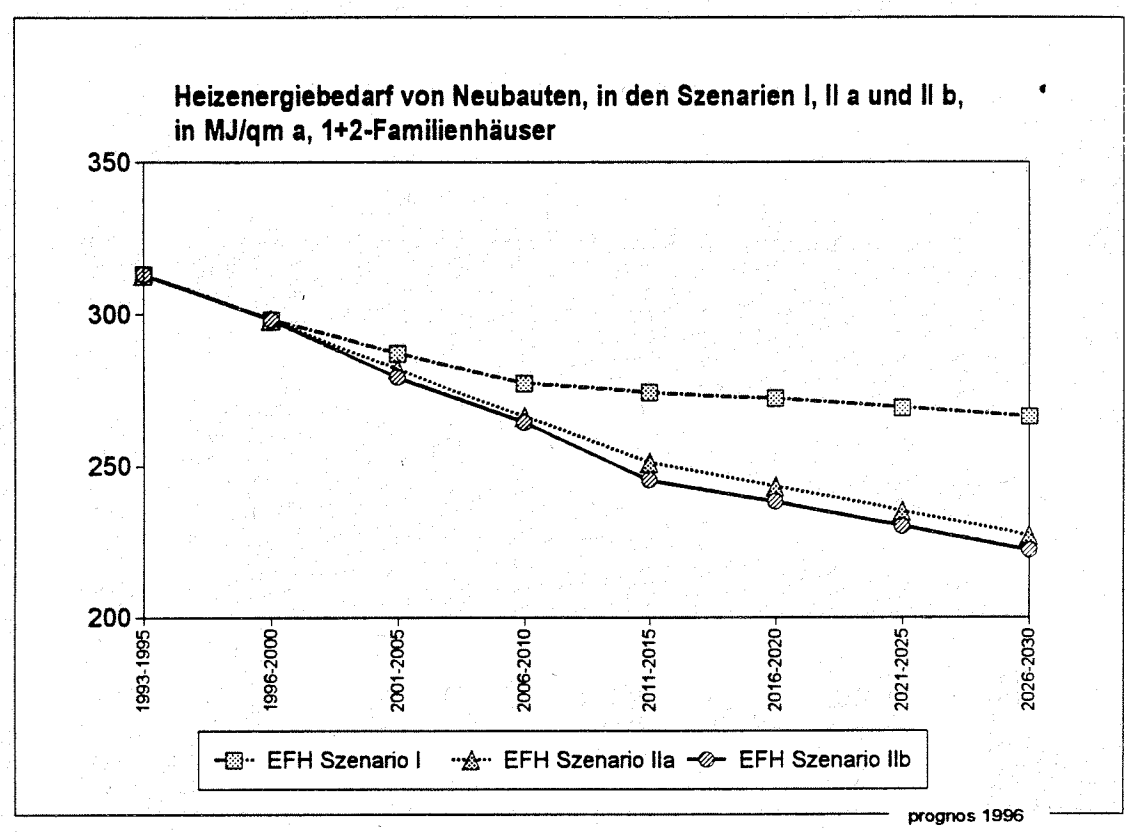
(1) Für **Geräte und Apparate** im Haushaltsbereich werden die Verbrauchszielwerte alle 5 Jahre verschärft, erstmalig jedoch in 2005. Die Verschärfung richtet sich dabei an der bereits heute verfügbaren Technik aus, wobei jedoch angenommen wird, dass diese innerhalb von 25-30 Jahren erreicht und bis 2030 leicht unterschritten wird. Tabelle 5.1-1 zeigt die Verbrauchszielwerte, die den Projektionen zugrunde liegen, detailliert für die einzelnen Geräte an.

(2) Gebäudeseitig werden die **Transmissions- und Lüftungsverluste** durch dynamisierte Empfehlungen reduziert. Die Heizenergiebedarfe von Neubauten unterscheiden sich wie folgt von den im Szenario beschlossene Politik erreichten Werten: Die Heizenergiebedarfe von Neubauten liegen - je nach Baualtersklasse und Gebäudetyp - in 2010 um 5-10 %, in 2030 um bis zu 17 % niedriger, nicht nur, weil die Empfehlungen verschärft werden, sondern auch deshalb, weil der Vollzug stringenter kontrolliert wird. Grafik 5.1-1 zeigt die Annahmen bildhaft für 1+2- sowie grosse Mehrfamilienhäuser, für die Szenarien I, II a und II b.

Diese etwas vorsichtigere Einschätzung der Heizenergiebedarfe von Neubauten resultiert aus Kosten-/Wirtschaftlichkeitsanalysen. Solange die Energiepreise - selbst unter Berücksichtigung der CO_2-Abgabe - niedrig sind, rechnen sich zusätzliche kostenintensive Reduktionsmassnahmen nur selten.[1)] Dies schliesst jedoch nicht aus, dass die Politik stringentere dynamisierte Zielsetzungen als hier unterstellt formuliert. Zu berücksichtigen dabei ist ausserdem, dass die hier genannten Heizenergiebedarfe die Wirkung der Heizkostenabrechnung nicht berücksichtigen. Der effektive Heizenergiebedarf liegt somit niedriger.

1) Dies ist die Ursache dafür, dass die zusätzlichen preisreduzierten Senkungen des Heizenergiebedarfs in Szenario II b vergleichsweise klein bleiben.

Grafik 5.1-1


Heizenergiebedarf von Neubauten, in den Szenarien I, II a und II b,
in MJ/qm a, 1+2-Familienhäuser
350
300
250
200
1993-1995
1996-2000
2001-2005
2006-2010
2011-2015
2016-2020
2021-2025
2026-2030
EFH Szenario I
EFH Szenario IIa
EFH Szenario IIb
prognos 1996

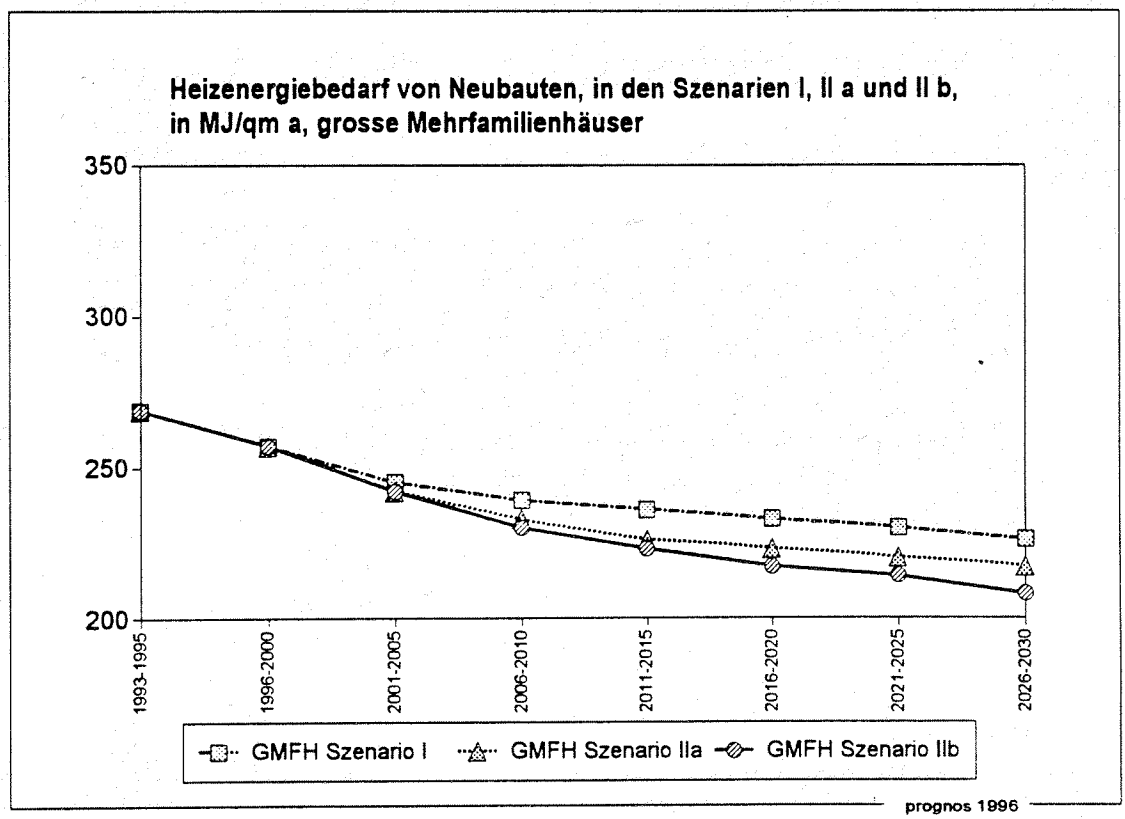

Heizenergiebedarf von Neubauten, in den Szenarien I, II a und II b,
in MJ/qm a, grosse Mehrfamilienhäuser
350
300
250
200
1993-1995
1996-2000
2001-2005
2006-2010
2011-2015
2016-2020
2021-2025
2026-2030
GMFH Szenario I
GMFH Szenario IIa
GMFH Szenario IIb
prognos 1996

Tabelle 5.1-1: Zielwerte Elektro-Haushaltsgeräte in Szenario II a (gültig auch für Szenario II b)

Gerät	Einheit	Zielwert heute		mittlerer Verbrauch 10 Beste heute	das Beste in 1993 mittl.Grösse	dynamisierte Zielwerte			
						2005	2010	2020	2030
Kühlschrank	kWh/d	0.87	(1)	0.52	0.40	0.65	0.55	0.42	0.38
Gefrierkombinationen	kWh/d	1.31	(1)	1.14	1.00	1.15	1.07	0.97	0.93
Gefriertruhen	kWh/d	1.1	(1)	0.65	0.50	0.68	0.57	0.48	0.45
Gefrierschränke	kWh/d	1.12	(1)	0.74	0.70	0.82	0.77	0.70	0.65
Waschmaschinen	kWh/kg	0.23	(1)	0.19	0.18	0.19	0.18	0.17	0.16
Wäschetrockner	kWh/kg	0.65	(1)	0.47	0.38	0.52	0.45	0.41	0.38
Geschirrspüler	kWh/iMG	0.121	(1)	0.10	0.09	0.11	0.10	0.09	0.08
Herd, Backofenanteil	kWh/Zyklus	0.85	(1)	0.73	0.72	0.77	0.73	0.68	0.65
Videorecorder (nur stand-by Betrieb)	kWh/8760h	52.5							
TV 60cm 50 Hz	kWh/Jahr	115	(2)			Reduktion um 1.3 % p.a. nach 2010			
TV 70cm 50 Hz		133	(2)			Reduktion um 1.3 % p.a. nach 2010			
TV 60cm 100 Hz		180	(2)			Reduktion um 1.3 % p.a. nach 2010			
TV 70cm 100 Hz		192	(2)			Reduktion um 1.3 % p.a. nach 2010			

(1) bei gegenüber 1993 unveränderter Geräteparkzusammensetzung

(2) bei 4380h stand-by Betrieb und 3h Nutzung pro Tag

prognos

Im Altbau wurde unterstellt, dass die **Sanierungsintensität, die Sanierungseffizienz und die Einsparung an Heizenergiebedarf pro Sanierungsfall** - abhängig vom Ausmass der relativen Energiepreiserhöhung - in den Szenarien II a und II b etwas höher ausfällt als in Szenario I (ca. 5-10 %).[2)]

(3) Durch strengeren Kontrollen der **LRV-Anforderungen** und das durch die CO_2-Abgabe höhere Preisniveau für vor allem Öl und Gas sind die Nutzungsgrade höher als in Szenario I (bessere Anlagen, höherer Anteil Brennwert-Anlagen am Gesamtbestand). Das höhere Preisniveau in Szenario II b führt auch dazu, dass das mittlere Anlagenalter leicht zurückgeht, weil es sich eher rechnet, ältere, vergleichsweise ineffizientere Anlagen vorzeitig auszutauschen. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass die zusätzlichen Verbesserungen umso geringer ausfallen, je höher der Nutzungsgrad im Ausgangszustand ist. Deshalb bleibt auch hier die Neueinschätzung vorsichtiger als die Schätzung von 1994.

Durch die Erweiterung des Erfassungskreises der Heizkostenabrechnung auf alle Mehrfamilienhäuser (Szenario II a) und durch die insgesamt höheren Energiepreise vor allem bei Öl, Gas [und Kohle] (im Szenario II b) steigt das Sparpotential durch die "erweiterte VHKA". Bei Vollzugsgraden von 75 % (ab 2000) im Neubau[3)] und von 65 % (2005) bzw. 85 % (ab 2020) im Altbau und spezifischen Einsparraten von dauerhaft 5 % (Neubau) bis 13 % (Altbau) reduziert die HKVA den Energieverbrauch um maximal 9-10 %, gegenüber Szenario I eine Ersparnis von 5 %-Punkten (Szenario II b). Die Einsparung in Szenario II a liegt mit 7,8 % zwieschen Szenario I und Szenario II b. Längerfristig verliert auch hier der verbrauchsreduzierende Effekt leicht an Wirkung. Elektrizität wird in Raumwärmebereichen restriktiver gehandhabt. Dies schlägt sich in niedrigeren Neubauanteilen von Elektrospeicherheizungen, aber auch in niedrigeren Substitutionsgewinnen nieder. Vor allem im Szenario II b wird stärker zwischen Elektrospeicherheizungen und Elektrowärmepumpensystemen "umgeschichtet", d.h. der Speicherheizungsanteil ist niedriger als in Szenario II a, der Wärmepumpenanteil dagegen höher. Generell liegen die Substitutionen in Szenario II b höher als in Szenario I und II a, weil die Preiseffekte stärkere Umschichtungen zugunsten der "billigeren" Energieträger zur Folge haben.

---

2) Auch diese gegenüber der früheren Schätzung vorsichtigere Annahme ist Ergebnis von detaillierteren Kostenüberlegungen. Energetische Sanierungen, die deutlich über das in Szenario I unterstellte Ausmass hinausgehen, sind im betriebswirtschaftlichen Sinne kaum rentabel. Infolgedessen dürfte die energiepreisreduzierte Verbesserung der Sanierungsmassnahmen (Intensität und/oder Sanierungseffizienz) relativ klein bleiben, v.a. wenn man die ehedem hohen Basiskosten einer Sanierung zusätzlich in Betracht zieht (zu den Kostenüberlegungen siehe Anhang).

3) Der niedrige Anteil im Neubau ist auf die Ausnahmeregelungen für Flächenheizungen zurückzuführen. Rund 1/4 aller Neubauten soll schon heute mit Flächenheizungen ausgestattet sein, weswegen wir hier vom ursprünglich 100%igen Vollzugsgrad abgewichen sind. Denkbar, jedoch hier nicht unterstellt, ist, dass der Gesetzgeber diese Ausnahmeregelungen reduziert oder ganz beseitigt.

(4) Im Verbrauchsbereich Warmwasser wird die Warmwasserkostenabrechnung stringenter kontrolliert, so dass mit einem höheren Vollzugsgrad (Szenario II a) und - aufgrund des höheren Preisniveaus - (Szenario II b) auch mit höheren Einsparraten zu rechnen ist. Der Einspareffekt beträgt in 2005 in Szenario II b ca. 1,0 %, in 2030 2,3 %. In Szenario II a ist der Effekt geringer. Die Wirkung bleibt - wegen der Begrenzung des Adressatenkreise auf alle neu erstellten Mehrfamilienhäuser - dennoch gering.

(5) Die CO_2-Abgabe führt um 2008 zur maximalen Teuerung bei fossilen Energieträgern. Da die maximalen Wirkungen verzögert erfolgen, werden diese etwa um die Jahre 2010/15 erreicht. Danach sinkt die reale Belastung (bei real konstantem Abgabesatz und steigenden realen und nominellen Energiepreisen) wieder. Konsequenz dieser Teuerungen bei den fossilen Energieträgern ist ein Preisnachteil gegenüber nicht-fossilen Energien, der in seiner Wirkung aber dennoch begrenzt bleibt, weil die nicht-fossilen Energien im allgemeinen dennoch teurer bleiben. Ausserdem ist keine völlige Wahlfreiheit des Energieträgers gegeben (Restriktion Speicherheizungspolitik, kein Anschlusszwang an Fernwärmenetze, Begrenztheit des Angebots an Regenerativen [Holz, Biomasse], Preisniveau für Solarheizungen u.a.). Die genannten Gründe führen dazu, dass die CO_2-Abgabe zwar die bereits in Szenario II a angelegten Verschiebungen in der Energieträgerstruktur verstärkt (in Richtung Holz, Solar, Fernwärme, Wärmepumpen), dass aber das Ausmass zusätzlicher "Umschichtungsmöglichkeiten und -wahrscheinlichkeiten" begrenzt ist, zumal an finanzieller Förderung keine Mittelsteigerung für direkte Fördermassnahmen über die von Szenario II a vorgesehen ist. D.h. das realisierte Ausmass an zusätzlichen Substitutionen bleibt in Szenario II b trotz erheblicher relativer Verteuerung der fossilen Energien vergleichsweise begrenzt.

Wirkungen der CO_2-Abgabe über die Preiseffekte schlagen sich jedoch auch nieder in etwas höheren Nutzungsgraden, höheren Einsparerfolgen durch die Heizkostenabrechnung, in geringfügig niedrigeren Neubau-Heizenergiebedarfen und in einer leicht höheren Sanierungseffizienz.

5.2 Der Energieverbrauch von Szenario II a und II b im einzelnen

(1) Der Raumwärmeverbrauch sinkt in **Szenario II a** bis 2000 um 10 PJ, zwischen 2000 und 2010 um 2 PJ und zwischen 2010 und 2030 nochmals um 13 PJ auf dann 170 PJ. Damit liegt der Raumwärmeverbrauch - inkl. des Elektrizitätsverbrauchs für Kleinheizgeräte, Klimageräte, Luftbefeuchter, aber ohne den Elektrizitätsverbrauch für Umwälzpumpen und Brenner - 2010 um gut 6 % und 2030 um knapp 13 % unter dem Niveau von 1990.

Heizöl extra leicht verliert dabei - lässt man die quasi bedeutungslose Kohle ausser acht - am stärksten: - 37 % bis 2030, - 24 % bis 2010. Elektrizität gewinnt vorübergehend (+ 3 PJ oder + 21 %), verliert aber nach 2010 deutlich: - 12 % bis 2030. Der Anstieg bei Wärmepumpen vermag den Rückgang bei Speicherheizungen nicht zu kompensieren. Gas kann seinen Anteil ausweiten: von 20 PJ in 1990 über 34 PJ (2010) auf fast 40 PJ (2030). Holz, Solarenergie und Fernwärme bauen ihren Markt aus: von 22 PJ (1990) auf 28 PJ (2030).

In **Szenario II b** sind die Rückgänge deutlicher: bis 2010 - 19 PJ (entsprechend -10 % gegenüber 1990), bis 2030 - 33 PJ (entsprechend - 17 % gegenüber 1990). Der Rückgang zwischen 2010 und 2030 ist dabei mit 14 PJ nur unwesentlich höher als in Szenario II a (13 PJ): die relativ abnehmende Bedeutung der CO_2-Abgabe wirkt nicht weiter in Richtung deutlich reduzierter Verbräuche.

Tabelle 5.2-1 zeigt die Ergebnisse im einzelnen.

Tabelle 5.2-1: Der Energieverbrauch für Raumwärme, 1990 - 2030, in PJ

	1990	2000	2010	2020	2030
	Szenario II a				
in PJ					
Oel	138.2	115.7	105.3	96.5	87.4
Gas	20.2	28.6	34.4	37.9	39.6
Elektrizität*)	13.8	15.9	16.7	16.0	14.7
Holz	18.3	18.8	19.1	19.4	19.2
Fernwärme	3.8	5.3	6.6	7.6	0.6
Solarenergie	0.0	0.1	0.2	0.3	4.2
Kohle, andere	0.6	0.3	0.2	0.1	0.1
Total	**194.9**	**184.8**	**182.5**	**178.0**	**169.9**
in %					
Oel	70.9	62.7	57.7	54.3	51.4
Gas	10.4	15.5	18.9	21.3	23.3
Elektrizität*)	7.1	8.6	9.1	9.0	8.6
Holz	9.4	10.2	10.5	10.9	11.3
Fernwärme	1.9	2.9	3.6	4.3	5.0
Solarenergie	0.0	0.1	0.1	0.2	0.3
Kohle, andere	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1
Total	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**100.0**

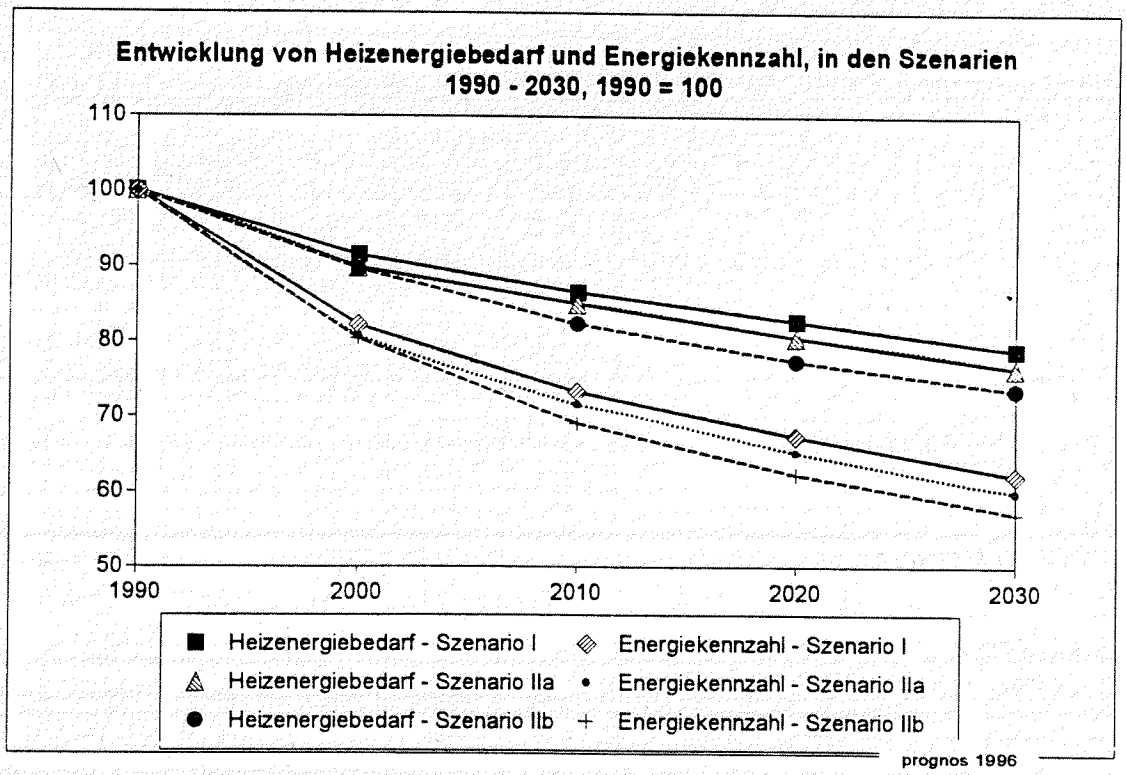
Fortsetzung Tabelle 5.2-1: Der Energieverbrauch für Raumwärme, 1990 - 2030, in PJ

	1990	2000	2010	2020	2030
	Szenario II b				
in PJ					
Oel	138.2	115.1	99.8	89.6	80.3
Gas	20.2	28.5	33.5	36.7	38.2
Elektrizität*)	13.8	15.9	16.7	16.1	14.9
Holz	18.3	18.8	19.2	19.7	19.5
Fernwärme	3.8	5.3	6.5	7.7	8.5
Solarenergie	0.0	0.	0.3	0.4	0.6
Kohle, andere	0.6	0.3	0.2	0.1	0.1
Total	**194.9**	**184.1**	**176.2**	**170.3**	**162.1**
in %					
Oel	70.9	62.5	56.7	52.6	49.5
Gas	10.4	15.5	19.0	21.5	23.6
Elektrizität*)	7.1	8.6	9.5	9.5	9.2
Holz	9.4	10.2	10.9	11.5	12.0
Fernwärme	1.9	2.9	3.7	4.5	5.3
Solarenergie	0.0	0.1	0.1	0.2	0.4
Kohle, andere	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1
Total	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**

*) inkl. Wärmepumpen; Oefelis, Klimageräte, Luftbefeuchter; exkl. Verbrauch für Pumpen, Brenner, Gebläse

Grafik 5.2-1 zeigt die Veränderungen der Heizenergiebedarfe und der Energiekennzahlen über alle Energieträger in allen Szenarien. Deutlich erkennbar ist der Einfluss niedrigerer Heizwärmebedarfe (im Neubau, durch höhere Sanierungsaktivitäten und eine wirksamere HKVA) und leicht höherer Nutzungsgrade auf die Energiekennzahlen Raumwärme.

Grafik 5.2-1



(2) Im Bereich **Warmwasser** schlagen die Minderverbräuche aufgrund der stringenteren Warmwasserkostenabrechnungskontrolle und des höheren Nutzungsgrades der Heizanlagen auf den Gesamtverbrauch durch. Partiell kompensiert werden die Minderverbräuche durch einen höheren Anteil mit zentral-warmwasserversorgten Wohnungen mit gegenüber dezentralen Systemen höheren spezifischen Verbräuchen.

Bis 2010 nimmt der Energieverbrauch für Warmwasser in Szenario II a bzw. II b um 11 % bzw. 12 % und bis 2030 um 21 % bzw. 23 % ab. Gas, Elektrizität einschliesslich Wärmepumpen, Fernwärme und auch die solare Warmwasserbereitstellung gewinnen zulasten von Öl und von Holz Anteile. Tabelle 5.2-2 zeigt die Ergebnisse für die Szenarien II a und II b im Detail.

Gegenüber dem Szenario I (beschlossene Politik) beträgt der Nettoeffekt verbrauchsfördernder und verbrauchsreduzierender Elemente in 2010 -0,4 PJ oder -1,1 % (Szenario II a) bzw. -0,6 PJ oder -1,7 % (Szenario II b); in 2030 liegt der Effekt bei -0,6 PJ oder -1,9 % bzw. 0.9 PJ oder -3,3 %.

Tabelle 5.2-2: Der Energieverbrauch für Warmwasser, in Szenario II a und II b 1990 - 2030, Struktur in %

	1990	2000	2010	2020	2030
	Szenario II a				
Oel	65.1	54.0	49.0	46.6	43.7
Gas	11.3	16.6	20.1	22.9	24.9
Elektrizität (inkl. Wärmepumpen)	19.9	24.4	25.0	23.7	23.7
Holz, Solar	1.9	2.2	2.4	2.5	2.6
Fernwärme	1.8	2.8	3.5	4.3	5.1
andere	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Total absolut in PJ	34.6	32.5	30.7	28.9	27.2
Total pro Kopf in GJ/a	5.09	4.37	4.00	3.80	3.61
Total pro PHH in GJ/a	12.18	10.14	9.02	8.36	7.83
	1990	**2000**	**2010**	**2020**	**2030**
	Szenario II b				
Oel	65.1	54.1	48.9	46.1	43.2
Gas	11.3	16.6	20.3	23.2	25.2
Elektrizität (inkl. Wärmepumpen)	19.9	24.3	24.9	23.7	23.5
Holz, Solar	1.9	2.2	2.4	2.6	2.8
Fernwärme	1.8	2.8	3.6	4.4	5.3
andere	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Total absolut in PJ	34.6	32.5	30.4	28.5	26.9
Total pro Kopf in GJ/a	5.09	4.37	3.97	3.74	3.55
Total pro PHH in GJ/a	12.18	10.13	8,94	8,25	7,7

(3) Der Energieverbrauch für das Kochen (i.w.S. also einschliesslich Geschirrspüler, Mikrowelle etc.) wird auch in den Szenarien II a und II b weniger als 10 PJ betragen:

Tabelle 5.2-3: Der Energiebedarf für Kochen und Geschirrspülen, in Szenario II a und II b, in PJ

	1990	2000	2010	2020	2030
	Szenario II a und II b				
Elektrizität	7.60	8.91	9.18	9.01	8.77
Elektroherd	5.14	5.81	5.84	5.61	5.33
Geschirrspüler	1.20	1.53	1.61	1.59	1.58
andere Elektrogeräte	1.26	1.56	1.73	1.82	1.87
Gas	0.93	0.51	0.45	0.46	0.46
Holz	0.47	0.28	0.30	0.31	0.31
Total	9.00	9.69	9.93	9.78	9.55

Die Differenzen zum Szenario I resultieren ausschliesslich aus dem geringeren Elektrizitätsverbrauch von (vor allem) Elektroherd und Geschirrspüler: der Minderverbrauch in 2010 beträgt 0,04 PJ (= 0,4 %), in 2030 0,35 PJ (= 3,8 %).

(4) Die sonstigen Verbräuche - der Elektrizitätsverbrauch von Umwälzpumpen und Brennern und für die elektrischen Haushaltsgeräte einschliesslich der Unterhaltungselektronik - wachsen zwischen 1990 und 2030 wie folgt:

Tabelle 5.2-4: Der Elektrizitätsverbrauch ohne Raumwärme, Warmwasser, Kochen, 1990 - 2030, in PJ und in %

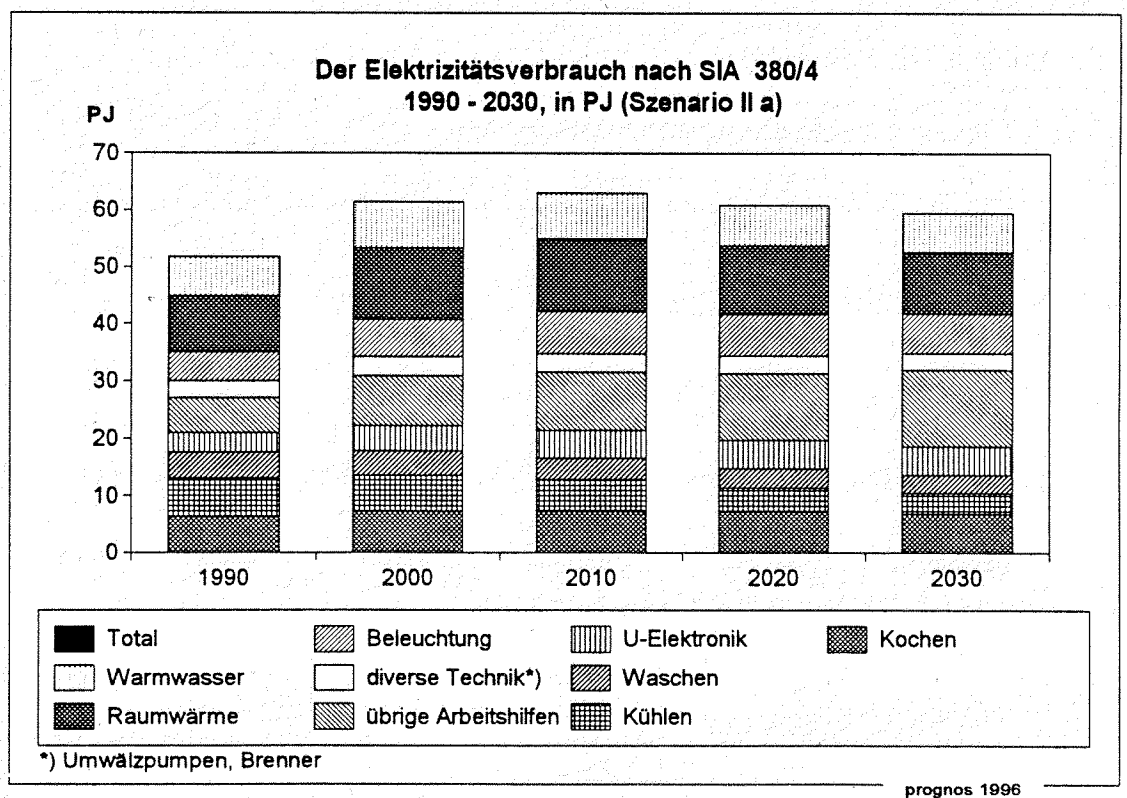
	1990	2000	2010	2020	2030
	Szenario II a und II b				
in PJ					
Umwälzpumpen, Brenner	3.26	3.35	3.28	3.15	2.94
Beleuchtung	5.04	6.60	7.40	7.26	7.04
Kühlen, Gefrieren	6.72	6.25	5.44	4.17	3.62
Waschen	4.65	4.41	3.90	3.36	3.10
Unterhaltungselektronik, Computer	3.35	4.37	4.81	4.98	5.02
übrige Anwendungen	1.90	3.76	4.95	6.32	8.10
Total	21.65	25.39	26.49	26.10	26.88
Gesamttotal	**24.91**	**28.75**	**29.77**	**29.25**	**29.82**
in %					
Umwälzpumpen, Brenner	13.1	11.7	11.0	10.8	9.9
Beleuchtung	20.2	23.0	24.9	24.8	23.6
Kühlen, Gefrieren	27.0	21.7	18.3	14.3	12.1
Waschen	18.7	15.4	13.1	11.5	10.4
Unterhaltungselektronik, Computer	13.4	15.2	16.2	17.0	16.8
übrige Anwendungen	7.6	13.1	16.6	21.6	27.2
Total	86.9	88.3	89.0	89.2	90.1
Gesamttotal	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**100.0**

Der Elektrizitätsverbrauch für Beleuchtung, für das Kühlen und Gefrieren, das Waschen, die Unterhaltungselektronik und die sonstigen Verwendungen nimmt bis 2010 zu, stabilisiert sich dann für etwa 10 Jahre und tendiert dann wieder zu einem weiteren Anstieg. In 2010 und 2030 werden für diese Teilbereiche 5 PJ Elektrizität mehr als 1990, entsprechend +20 % verbraucht. Die Minderverbräuche gegenüber dem Szenario I (2010: -1,5 %, 2030: -5 %) resultieren zum weitaus grössten Teil aus den Bereichen Kühlen, Gefrieren und Waschen, Bereiche, in denen die Verschärfung der Zielwerte mithilft, besondere hohe Energieeinsparungen zu realisieren.

(5) Der Energieverbrauch insgesamt wurde bereits eingangs erläutert und in den Tabellen 5-1 bis 5-3 im einzelnen dargestellt. Auf eine nochmalige Kommentierung wird deshalb verzichtet.

Grafik 5.2-2 zeigt den Elektrizitätsverbrauch insgesamt in Szenario II a, abgegrenzt nach den Verbrauchsgruppen nach SIA 380/4. Deutlich erkennbar das expansive Volumen des Verbrauchs "übrige Arbeitshilfen" und die abnehmenden Verbräuche bei den Verwendungen Kühlen, Waschen und - längerfristig - Raumwärme (Elektroheizungen und Elektrowärmepumpen/einschliesslich Pumpen- und Brenner-Elektrizitätsverbräuchen). Da der Verbrauch in Szenario II a mit Ausnahme von Raumwärme und Warmwasser identisch ist und ausserdem die Differenz für Raumwärme und Warmwasserverbrauch in Szenario II a und Szenario II b marginal sind (Grössenordnung 0,1 PJ), haben wir auf eine gesonderte Darstellung für Szenario II b verzichtet.

Grafik 5.2-2



5.3 Der Vergleich mit dem Szenario I

(1) Über alle Anwendungsbereiche fällt der Energieverbrauch im **Szenario II a** in 2030 um 8,7 PJ niedriger aus als im **Szenario I**. Die stärksten Minderverbräuche sind langfristig bei Elektrizität zu verzeichnen (2010: -1,6 %; 2030: -4,6 %). Kurzfristig grösser, langfristig geringer sind die Einsparungen bei den fossilen Energieträgern (2010: -2,5 %); 2030: -3,9 %). Nahezu unverändert sind die Verbräuche der Energieträger Holz, Solarenergie (regenerative Energien) und Fernwärme.

Im Raumwärmebereich (ohne den Elektrizitätsverbrauch von Pumpen und Brennern) liegt der Minderverbrauch fossiler Energien bei 2,7 % (2010) bzw. 4,2 % (2030). Auch der Verbrauch an Elektrizität für Speicherheizungen, Heizwärmepumpen und Kleinheizgeräte liegt um 1,8 bzw. 4,5 % niedriger. Holz und Solarenergie gewinnen langfristig leicht dazu.

Im Warmwasserbereich verlieren in erster Linie Heizöl und Elektrizität. Alle anderen Energieträger werden stärker nachgefragt.

Bei den übrigen Verwendungszwecken, ausschliesslich Elektrizität, nimmt vor allem der Verbrauch für Kühl- und Gefriergeräte sowie für das Waschen ab. In beiden Sektoren werden bis 2010 4-5 % und bis 2030 sogar 21 bzw. 16 % weniger Energie verbraucht.

Gegenüber dem Szenario I ergeben sich in Szenario II a - über alle Anwendungsbereiche - folgende prozentualen Einsparungen:

Minderverbräuche in Szenario II a gegenüber Szenario I (%)

	2010	2030
fossile Energien	- 2,5	-3,9
Elektrizität	- 1,5	- 4,6
regenerative Energien	+ 0,3	+ 0,6
Fernwärme	- 0,6	+ 1,1
Total	- 2,0	- 3,5

(2) In Szenario II b führt das höhere Preisniveau zu zusätzlichen Einsparungen. Wiederum verglichen mit Szenario I liegt hier der gesamte Energieverbrauch in 2030 um 17 PJ (≙ - 6,9 %) niedriger. Für die einzelnen Energieträger resultieren - über alle Anwendungsbereiche und im Vergleich zu Szenario I bzw. II a - folgende Einsparungen:

Einsparungen in Szenario II b in %

	gegenüber Szenario I		gegenüber Szenario II a	
	2010	2030	2010	2030
fossile Energien	- 6,5	- 9,7	- 4,1	- 6,0
Elektrizität	- 1,6	- 4,5	- 0,1	+ 0,1
regenerative Energien	+ 0,6	+ 2,3	+ 0,4	+ 1,7
Fernwärme	- 0,8	+ 2,5	- 0,2	+ 1,4
Total	- 4,5	- 6,9	- 2,6	- 3,3

Die Tabelle 5.3-1 zeigt die Energieverbräuche in den Szenarien im direkten Vergleich, die Tabellen 5.3-2 und 5.3-3 erläutern die Abweichungen zwischen den Szenarien sowohl absolut als auch relativ.

Tabelle 5.3-1: Der Energieverbrauch in den Szenarien I, II a und II b, in PJ

	1990[1]	2000	2010	2020	2030	2000	2010	2020	2030	2000	2010	2020	2030
	Modell gradt.	Szenario I				Szenario II a				Szenario II b			
Raumwärme													
Oel, Gas, Kohle, andere	159.0	147.6	143.8	139.7	132.7	144.5	139.9	134.6	127.1	143.9	133.5	126.4	118.6
Elektrizität*)	13.8	15.9	17.0	16.6	15.4	15.9	16.7	16.0	14.7	15.9	16.7	16.1	14.9
Holz, Solar	18.4	18.9	19.3	19.7	19.6	18.9	19.3	19.8	19.7	18.9	19.4	20.1	20.1
Fernwärme	3.8	5.4	6.6	7.6	8.4	5.3	6.6	7.6	8.4	5.3	6.5	7.7	8.5
Total	194.9	188.1	186.7	183.6	176.1	184.7	182.5	178.0	169.9	184.1	176.2	170.3	162.1
Warmwasser													
Oel, Gas, Kohle, andere	26.5	23.0	21.5	20.3	19.0	23.0	21.2	20.1	18.7	23.0	21.1	19.8	18.3
Elektrizität (inkl. Wärmepumpen)	6.9	7.9	7.8	7.1	6.7	7.9	7.7	6.9	6.5	7.9	7.6	6.7	6.3
Holz, Solar	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7.	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8
Fernwärme	0.6	0.9	1.1	1.2	1.3	0.9	1.1	1.2	1.4	0.9	1.1	1.3	1.4
Total	34.6	32.6	31.0	29.3	27.7	32.5	30.7	28.9	27.2	32.5	30.5	28.5	26.8
Kochen, Geschirrspülen													
Elektrizität	7.6	8.9	9.2	9.3	9.1	8.9	9.2	9.0	8.8	8.9	9.2	9.0	8.8
Gas	0.9	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Holz	0.5	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Total	9.0	9.7	10.0	10.0	9.9	9.7	9.9	9.8	9.5	9.7	9.9	9.8	9.5
übrige Verwendungszwecke													
Umwälzpumpen, Brenner	3.3	3.4	3.3	3.1	2.9	3.4	3.3	3.1	2.9	3.4	3.3	3.1	2.9
Beleuchtung	5.0	6.6	7.4	7.3	7.0	6.6	7.4	7.3	7.0	6.6	7.4	7.3	7.0
Kühlen, Gefrieren	6.7	6.2	5.7	5.1	4.6	6.2	5.4	4.2	3.6	6.2	5.4	4.2	3.6
Waschen	4.7	4.4	4.1	4.0	3.7	4.4	3.9	3.4	3.1	4.4	3.9	3.4	3.1
Unterhaltungselektronik, Computer	3.3	4.4	4.8	5.0	5.1	4.4	4.8	5.0	5.0	4.4	4.8	5.0	5.0
übrige Anwendungen	1.9	3.8	4.9	6.3	8.1	3.8	4.9	6.3	8.1	3.8	4.9	6.3	8.1
Total	24.9	28.7	30.2	30.8	31.4	28.7	29.8	29.3	29.8	28.7	29.8	29.3	29.8
Gesamttotal	263.4	259.2	258.0	253.7	245.2	255.7	252.9	245.9	236.5	255.0	246.3	237.8	223.8
Oel Gas, Kohle, andere	186.4	171.2	165.7	160.5	152.2	168.0	161.6	155.1	146.2	167.4	155.0	146.6	137.4
Elektrizität (inkl. Wärmepumpen)	53.1	61.6	64.3	63.7	62.6	61.5	63.3	61.1	59.7	61.4	63.2	61.2	59.8
Holz, Solar	19.5	19.9	20.3	20.7	20.6	19.9	20.4	20.8	20.8	19.9	20.4	21.1	21.1
Fernwärme	4.4	6.3	7.7	8.8	9.7	6.2	7.6	8.9	9.8	6.2	7.6	8.9	9.9

1) Modellergebnis, gradtagzahlbereinigt (temperaturneutral)

*) inkl. Wärmepumpen, inkl. Kleinheizgeräte, Klimageräte, Luftbefeuchter; exkl. Elektrizität für Pumpen, Brenner, Gebläse

Tabelle 5.3-2: Mehr- und Minderverbräuche nach Energieträgern und Verwendungszwecken

	Szenario II a gegenüber Szenario I				Szenario II a gegenüber Szenario I			
	2000	**2010**	**2020**	**2030**	**2000**	**2010**	**2020**	**2030**
	in PJ				in %			
Raumwärme								
Oel, Gas, Kohle, andere	-3.1	-3.9	-5.1	-5.7	-2.1	-2.7	-3.7	-4.3
Elektrizität*)	-0.1	-0.3	-0.6	-0.7	-0.8	-2.0	-3.4	-4.7
Holz, Solar	0.0	0.0	0.1	0.1	-0.2	0.2	0.5	0.5
Fernwärme	-0.1	-0.1	0.0	0.1	-1.9	-0.9	-0.1	0.7
Total	-3.4	-4.3	-5.6	-6.5	-1.8	-2.3	-3.1	-3.5
Warmwasser								
Oel, Gas, Kohle, andere	0.0	-0.2	-0.3	-0.3	-0.2	-1.1	-1.3	-1.6
Elektrizität (inkl. Wärmepumpen)	0.0	-0.1	-0.2	-0.2	-0.2	-1.9	-3.2	-3.4
Holz, Solar	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	1.5	1.8	2.0
Fernwärme	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	1.4	2.7	3.6
Total	-0.1	-0.4	-0.4	-0.5	-0.2	-1.1	-1.5	-1.7
Kochen, Geschirrspülen								
Elektrizität	0.0	0.0	-0.2	-0.3	0.1	-0.5	-2.6	-3.8
Gas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Holz	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total	0.0	0.0	-0.2	-0.3	0.1	-0.4	-2.4	-3.5
übrige Verwendungszwecke (Elektrizit.)								
Umwälzpumpen, Brenner	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Beleuchtung	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Kühlen, Gefrieren	0.0	-0.2	-0.9	-0.9	0.5	-4.1	-18.2	-20.7
Waschen	0.0	-0.2	-0.6	-0.6	0.0	-5.3	-14.9	-16.1
Unterhaltungselektronik, Computer	0.0	0.0	-0.1	-0.1	0.0	-0.4	-1.1	-1.0
übrige Anwendungen	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total	0.0	-0.5	-1.6	-1.6	0.1	-1.5	-5.1	-5.1
Gesamttotal	-3.4	-5.1	-7.9	-8.6	-1.3	-2.0	-3.1	-3.5
Oel, Gas, Kohle, andere	-3.1	-4.2	-5.4	-6.0	-1.8	-2.5	-3.4	-3.9
Elektrizität (inkl. Wärmepumpen)	-0.1	-1.0	-2.6	-2.9	-0.2	-1.5	-4.1	-4.6
Holz, Solar	0.0	0.1	0.1	0.1	-0.2	0.2	0.5	0.6
Fernwärme	-0.1	0.0	0.0	0.1	-1.6	-0.6	0.3	1.1

Tabelle 5.3-2: Mehr- und Minderverbräuche nach Energieträgern und Verwendungszwecken (Forts.1)

	Szenario II b gegenüber Szenario I a				Szenario II b gegenüber Szenario I a			
	2000	2010	2020	2030	2000	2010	2020	2030
	in PJ				in %			
Raumwärme	-3.7	-10.3	-13.3	-14.1	-2.5	-7.2	-9.5	-10.6
Oel, Gas, Kohle, andere	-0.2	-0.3	-0.4	-0.5	-1.0	-1.7	-2.4	-3.2
Elektrizität*)	0.0	0.1	0.4	0.4	-0.2	0.6	2.0	2.1
Holz, Solar	-0.1	-0.1	0.0	0.2	-1.9	-1.3	0.3	1.9
Fernwärme	-4.0	-10.6	-13.3	-14.0	-2.1	-5.7	-7.2	-8.0
Total								
Warmwasser								
Oel, Gas, Kohle, andere	0.0	-0.4	-0.6	-0.7	-0.2	-1.8	-2.8	-3.5
Elektrizität (inkl. Wärmepumpen)	-0.1	-0.2	-0.3	-0.4	-0.8	-3.8	-4.8	-5.7
Holz, Solar	0.0	0.0	0.0	0.1	1.0	1.0	3.4	8.6
Fernwärme	0.0	00	0.1	0.1	0.5	2.6	5.0	6.5
Total	-0.1	-0.6	-0.8	-0.9	-0.3	-1.9	-2.8	-3.3
Kochen, Geschirrspülen								
Elektrizität	0.0	0.0	-0.2	-0.3	0.1	-0.5	-2.6	-3.8
Gas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Holz	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total	0.0	0.0	-0.2	-0.3	0.1	-0.4	-2.4	-3.5
übrige Verwendungszwecke (Elektrizit.)								
Umwälzpumpen, Brenner	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Beleuchtung	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Kühlen, Gefrieren	0.0	-0.2	-0.9	-0.9	0.5	-4.1	-18.2	-20.7
Waschen	0.0	-0.2	-0.6	-0.8	0.0	-5.3	-14.9	-16.1
Unterhaltungselektronik, Computer	0.0	0.0	-0.1	-0.1	0.0	-0.4	-1.1	-1.0
übrige Anwendungen	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total	0.0	-0.5	-1.6	-1.6	0.1	-1.6	-5.1	-5.1
Gesamttotal	-4.1	-11.7	-15.9	-16.9	-1.6	-4.5	-6.3	-6.9
Oel, Gas, Kohle, andere	-3.8	-10.7	-13.9	-14.8	-2.2	-6.5	-8.6	-9.7
Elektrizität (inkl. Wärmepumpen)	-0.2	-1.0	-2.6	-2.8	-0.3	-1.6	-4.0	-4.5
Holz, Solar	0.0	0.1	0.4	0.5	-0.1	0.6	2.0	2.3
Fernwärme	-0.1	-0.1	0.1	0.2	-1.6	-0.8	1.0	2.5

Tabelle 5.3-2: Mehr- und Minderverbräuche nach Energieträgern und Verwendungszwecken (Forts.2)

	Szenario II b gegenüber Szenario II a				Szenario II b gegenüber Szenario II a			
	2000	2010	2020	2030	2000	2010	2020	2030
	in PJ				in %			
Raumwärme								
Oel, Gas, Kohle, andere	-0.6	-6.4	-8.2	-8.4	-0.4	-4.6	-6.1	-6.6
Elektrizität*)	0.0	0.0	0.2	0.2	-0.1	0.2	1.0	1.6
Holz, Solar	0.0	0.1	0.3	0.3	0.1	0.4	1.6	1.6
Fernwärme	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	-0.4	0.5	1.2
Total	-0.6	-6.3	-7.7	-7.8	-0.3	-3.5	-4.3	-4.6
Warmwasser								
Oel, Gas, Kohle, andere	0.0	-0.2	-0.3	-0.4	0.0	-0.7	-1.6	-2.0
Elektrizität (inkl. Wärmepumpen)	0.0	-0.1	-0.1	-0.2	-0.6	-1.1	-1.7	-2.4
Holz, Solar	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	-0.5	1.5	6.6
Fernwärme	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	2.2	2.7
Total	0.0	-0.2	-0.4	-0.4	-0.1	-0.7	-1.4	-1.6
Kochen, Geschirrspülen								
Elektrizität	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Gas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Holz	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
übrige Verwendungszwecke (Elektrizit.)								
Umwälzpumpen, Brenner	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Beleuchtung	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Kühlen, Gefrieren	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Waschen	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Unterhaltungselektronik, Computer	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
übrige Anwendungen	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Gesamttotal	-0.7	6.5	-8.1	-8.2	-0.3	-2.6	-3.3	-3.5
Oel, Gas, Kohle, andere	-0.6	-6.6	-8.5	-8.8	-0.4	-4.1	-5.5	-6.0
Elektrizität (inkl. Wärmepumpen)	-0.1	0.0	0.0	0.1	-0.1	-0.1	0.1	0.1
Holz, Solar	0.0	0.1	0.3	0.4	0.0	0.4	1.5	1.7
Fernwärme	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.2	0.7	1.4

6. Szenarien III a, III b, III c, III d

- Energie- und Umweltabgabe (III a)
- Solarrappen (III b)
- Energie- und Umweltabgabe und Solarrappen (III c)
- Solarrappen mit halbem Abgabesatz und gelockerter Zweckbindung (III d)

(1) Die Szenarien III a bis d unterscheiden sich in den demografischen, wirtschaftlichen und versorgungsseitigen Grundelementen nicht von den Szenarien I und II, d.h. Bevölkerungs- und Haushaltszahlen, Versorgungsgrade und die Ausstattung mit Wohnraum sind identisch. Die Szenarien III a bis d basieren hinsichtlich der zugrundeliegenden Energiepolitik auf Szenario II a (beabsichtigte Massnahmen der Energiepolitik, ohne CO_2-Abgabe, vgl. Kapitel 5).

(2) **Darüber hinaus thematisieren die Szenarien III a bis III d** in unterschiedlicher Kombination **zwei im Frühjahr 1995 eingereichte Initiativen**, nämlich die **Energie- und Umweltinitiative** und die **Solarinitiative**. Die Annahme beider Initiativen würde gegenüber Szenario II a eine erhebliche Ausweitung des energiepolitischen Einflusses bedeuten.

(3) Auf der Basis von Szenario II a, beabsichtigte Politik ohne CO_2-Abgabe, und den beiden Initiativen wurden vier Szenarien definiert:

- Szenario III a kombiniert Szenario II a mit den Preiswirkungen der Energie- und Umweltabgabe.
- Szenario III b umfasst Szenario II a mit den Preiswirkungen des Solarrappens.
- Szenario III c kombiniert die Preiswirkungen von Energie- und Umweltabgabe und Solarrappen auf dem Hintergrund von Szenario II a.
- Szenario III d ist ein Sonderfall von Szenario III b: der Solarrappen beträgt 0,05 bis 0,25 Rp/kWh nicht erneuerbare Energie (halber Abgabesatz), die Zweckbindung der Abgabe ist weniger stringent.

Szenario III a ist mit den detaillierten Haushaltsmodellen gerechnet, die Szenarien III b bis III d basieren auf den Berechnungen von EBP[1)] für alle Sektoren. Die Sektorergebnisse werden anhand sektor- und verwendungszweckspezifischer Strukturanteile von der Prognos-Managementgruppe geschätzt.

1) Ernst Basler & Partner AG, Solarinitiative: Analyse der Auswirkungen, im Auftrag des BEW, Zollikon, 1996

6.1 Die Energie- und Umweltinitiative

(1) Die **Energie- und Umweltinitiative** will binnen acht Jahren nach Annahme der Vorlage (im Modell im Jahr 2000) eine Stabilisierung des Energieverbrauchs und anschliessend während 25 Jahren eine (lineare) Verringerung des Energieverbrauchs um 1 % p.a. [des Verbrauchs von 2008] erreichen. Dieses Ziel soll durch eine Abgabe (Energie- und Umweltabgabe, E/U-Abgabe) erreicht werden, deren Abgabehöhe so zu wählen ist, dass das Ziel erreicht wird. Die Netto-Einnahmen aus der E/U-Abgabe sollen - nach Abzug der Verwaltungskosten - wieder an Bevölkerung und Wirtschaft (Industrie, Dienstleistungen, Haushalte) rückverteilt werden, wobei die von jeder Gruppe "eingezahlten" Abgaben (netto) wieder an diese zurückfliessen sollen, und zwar im Falle der Haushalte pro Kopf, unabhängig vom Energieverbrauch. Haushalte mit geringem Energieverbrauch (für Raumwärme, Warmwasser, Kochen und Elektrogeräte sowie für Benzin/Diesel) werden dabei begünstigt, Haushalte mit hohem Energieverbrauch entsprechend belastet.

Abgabeobjekte sind das Rohöl und Erdölprodukte (ohne den nicht energetischen Verbrauch), Erdgas, Kohle und Kernbrennstoffe sowie Wasserkraft (ab 1 MW Leistung). Wasserkraft soll nach den Vorstellungen der Initianten nur dann belastet werden, wenn das Preisgefälle zur Kernenergie zu gross wird.

(2) Die Abgabe bedeutet, analog zur CO_2-Abgabe in Szenario II b, für die Haushalte ein höheres Energiepreisniveau bei den nicht erneuerbaren Energieträgern sowie - anders als bei der CO_2Abgabe - bei Elektrizität. Die zur Zielerreichung in etwa notwendigen Preisaufschläge sind nachstehend aufgelistet:

Energie- und Umweltabgaben in % der jeweiligen Preise ohne Abgabe, Bereich Haushalte (und Dienstleistungen):

	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Heizöl	11	30	50	69	89	104
Erdgas	11	31	52	74	97	119
Elektrizität	4	13	21	30	39	49

Die Energie- und Umweltabgabe hat langfristig ein etwa doppelt so hohes Preisniveau für fossile Energieträger zur Folge. Elektrizität wird langfristig um rund die Hälfte teurer. Holz, andere Biomasse, Elektrizität/Wärme aus Solarenergie sowie Elektrizität aus Wind bleiben abgabefrei. Fernwärme bleibt abgabefrei, solange diese wie heute stark auf Kehrrichtverbrennungsanlagen basiert (oder zukünftig verstärkt Biomasse in KWK-Prozessen nutzt).

(3) Die Auswirkungen höherer Energiepreise in Szenario III a sind geringere Energieverbräuche, die relative Verteuerung fossiler Energieträger gegenüber erneuerbaren Energieträgern und gegenüber Elektrizität bewirkt darüber hinaus strukturelle Verschiebungen zu Lasten der fossilen Energieträger.

Tabelle 6-1 fasst die Ergebnisse der Auswirkungen der Energie- und Umweltabgabe auf den Energieverbrauch im Überblick zusammen.

Der Energieverbrauch sinkt zwischen 1990 und 2030 um 44 PJ (= -17 %), der Verbrauch fossiler Energien nimmt sogar um mehr als 56 PJ (≙ -30 %) ab, der Elektrizitätsverbrauch liegt 2030 um ca. 6 PJ unter dem Niveau von 2010, aber deutlich höher als 1990 (+3 PJ).

Im **Raumwärmebereich** sind aufgrund des höheren Energiepreisniveaus

- die Heizenergiebedarfe der Neubauten langfristig niedriger als in Szenario II a (gegen Ende der Prognoseperiode um ca. 10 %)
- die Sanierungsraten und -effizienzen für Altbauten höher als in Szenario II a (Sanierungsraten: bis zu 20 %, Sanierungseffizienz bis zu 20 % gegen Ende der Prognoseperiode)
- die verhaltensbedingten Einsparungen gleichfalls höher als in den Szenarien II a (2 bis 4 %-Punkte wegen des im Gegensatz zu Szenario II a dauerhaft höheren Sparanreizes).

Substitutionsausmass und Substitutionsrichtung unterscheiden sich gleichfalls von Szenario II a, während die Nutzungsgrade der Heizsysteme weitgehend identisch sind.

Tabelle 6-1: Der Energieverbrauch nach Energieträgern und Verwendungszwecken, Szenario III a, in PJ und in %

	1990	2000	2010	2020	2030
in PJ					
Oel	160,7	133,3	117,5	102,4	88,6
Gas	25,1	34,5	39,9	41,3	41,1
Elektrizität*)	53,1	61,5	62,4	59,1	56,1
Holz	19,4	19,6	20,1	20,7	20,7
Fernwärme	4,4	6,2	7,8	9,2	10,6
Solarenergie	0,1	0,3	0,7	1,2	1,9
übrige (Kohle, andere)	0,6	0,3	0,2	0,1	0,2
Total	**263,4**	**255,7**	**248,5**	**234,0**	**219,3**
dar: fossile Energieträger	186,4	168,0	157,6	143,8	129,9
in %					
Oel	61,0	52,1	47,3	43,8	40,4
Gas	9,5	13,5	16,1	17,7	18,8
Elektrizität*)	20,2	24,1	25,1	25,2	25,6
Holz	7,4	7,7	8,1	8,8	9,4
Fernwärme	1,7	2,4	3,1	4,0	4,8
Solarenergie	0,0	0,1	0,3	0,5	0,9
übrige (Kohle, andere)	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
Total	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**
dar: fossile Energieträger	70,8	65,7	63,4	61,5	59,2
in PJ					
Raumwärme	194,9	184,7	179,2	168,7	156,9
Elektrizität	13,8	15,9	16,6	15,7	14,1
sonstige Energieträger	181,1	168,8	162,6	153,0	143,8
Warmwasser	34,6	32,5	30,2	27,7	25,3
Elektrizität	6,9	7,9	7,5	6,4	5,7
sonstige Energieträger	27,7	24,6	22,8	21,2	19,5
Kochen, Geschirrspülen	9,0	9,7	9,9	9,7	9,34
Elektrizität	7,6	8,9	9,2	9,0	8,6
sonstige Energieträger	1,4	0,8	0,8	0,8	0,8
Sonst. Verwendungszwecke (Elektrizität)	24,9	28,7	29,2	28,0	27,7
Umwälzpumpen, Brenner	3,3	3,4	3,3	3,1	2,7
Elektrogeräte, Unterhaltungselektronik	21,7	25,4	25,9	24,9	25,0
Total	**263,4**	**255,7**	**248,5**	**234,0**	**219,3**
in %					
Raumwärme	74,0	72,2	72,1	72,1	71,6
Elektrizität	5,2	6,2	6,7	6,7	6,4
sonstige Energieträger	68,8	66,0	65,4	65,4	65,1
Warmwasser	13,1	12,7	12,2	11,8	11,5
Elektrizität	2,6	3,1	3,0	2,8	2,6
sonstige Energieträger	10',5	9,6	9,2	9,1	8,9
Kochen, Geschirrspülen	3,4	3,8	4,0	4,2	4,3
Elektrizität	23,9	3,5	3,7	3,8	3,9
sonstige Energieträger	0,5	0,3	0,3	0,3	0,3
Sonst. Verwendungszwecke (Elektrizität)	9,5	11,2	11,7	12,0	12,6
Umwälzpumpen, Brenner	1,2	1,3	1,3	1,3	1,2
Elektrogeräte, Unterhaltungselektronik	8,2	9,9	10,4	10,6	11,4
Total	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**100,0**	**100.0**

*) inkl. Kleinheizgeräte, Klimageräte, Luftbefeuchter; exkl. Stromverbrauch für Pumpen, Brenner, Gebläse

Nachstehend ist beispielhaft anhand der Heizenergiebedarfe für Neubauten dargestellt, welche Heizenergiebedarfe bei den durch die E/U-Abgabe induzierten Preissteigerungen für Öl/Gas (Szenario II a) bzw. Öl/Gas/Elektrizität (Szenario III a) auf der Basis der Grenzkostenkurven für die Energieeinsparungen betriebswirtschaftlich rentabel sind (MJ/qm *a gerundet):

	2001/ 2005	2006/ 2010	2011/ 2015	2016/ 2020	2021/ 2025	2026/ 2030
Szenario II a (wirtschaftlich)						
– Einfamilienhäuser	265	255	240	230	225	215
– Mehrfamilienhäuser	230	225	215	210	205	200
Szenario II a (Modell)						
– Einfamilienhäuser	280	265	250	240	235	225
– Mehrfamilienhäuser	245	240	230	225	220	215
Szenario III a (wirtschaftlich)						
– Einfamilienhäuser	265	250	235	225	215	205
– Mehrfamilienhäuser	230	220	210	205	195	190
Szenario III a (Modell)						
– Einfamilienhäuser	280	265	245	225	215	205
– Mehrfamilienhäuser	245	235	220	210	200	195

Die dynamischen Grenzwerte in Szenario II a sind - gemessen an den unterstellten Kostenkurven (vgl. Anhang 2) - stärker von der "Wirtschaftlichkeit" entfernt als die Modellwerte in Szenario III a. Trotz erheblicher Preisaufschläge durch die Energie und Umweltabgab reagieren die Heizenergiebedarfe nicht besonders stark: Ursache hierfür sind die bereits in diesem Bereich der Heizenergiebedarfe deutlich steigenden Grenzkosten.[2)]

(4) Der Raumwärmeverbrauch ist detailliert in Tabelle 6-2 ausgewiesen: die fossilen Energieträger verlieren rund 10 % marktanteil (von 82 % auf 72 %), Elektrizität gewinnt bis 2010, verliert aber dann deutlich (u.a. wegen der Substitution konventioneller Elektroheizungen durch elektrische Wärmepumpensysteme), Holz, Fernwärme und Solarenergie gewinnen fast 9 %-Punkte Marktanteil hinzu.

2) Der von SIA/FKE in 1996 veröffentlichte "Absenkpfad für die Energiekennzahl" für Neubauten bzw. Sanierung sieht deutlich grössere Sparpotentiale (Neubau: 2000 ~ 190 MJ/m^2 · a, 2010 ca. 120, 2020 ca. 80) als technisch machbar an. Diese technisch machbaren (sehr viel niedrigeren) Heizenergiebedarfe sind nach unseren Analysen der Kosten jedoch bei den hier diskutierten Energiepreisen nicht rentabel. Da jedoch die Kostenangaben sowohl für energiesparendere Neubauten wie auch für energiesparendere Sanierungen je nach Informationsquelle erheblich schwanken, sollte hier durch weitere Kostenanalysen die Informationsbasis verbessert werden.

Tabelle 6-2: Der Raumwärmeverbrauch in Szenario III a, in PJ und in %

	1990	2000	2010	2020	2030
in PJ					
Oel	138,2	115,7	102,7	89,7	77,6
Gas	20,2	28,6	33,4	34,6	34,5
Elektrizität*)	13,8	15,9	16,6	15,7	14,1
Holz	18,3	18,8	19,3	20,0	20,1
Fernwärme	3,8	5,3	6,7	8,0	9,1
Solarenergie	0,0	0,1	0,4	0,8	1,4
übrige (Kohle, andere)	0,6	0,	0,2	0.1	0.1
Total	**194,9**	**184,7**	**179,2**	**168,7**	**156,9**
in %					
Oel	70,9	62,6	57,3	53,1	49,5
Gas	10,4	15,5	18,6	20,5	22,0
Elektrizität*)	7,1	8,6	9,3	9,3	9,0
Holz	9,4	10,2	10,8	11,8	12,8
Fernwärme	1,9	2,9	3,7	4,7	5,8
Solarenergie	0,0	0,1	0,2	0,5	0,9
übrige (Kohle, andere)	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1
Total	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**100.0**

*) inkl. Kleinheizgeräte, Klimageräte, Luftbefeuchter; exkl. Stromverbrauch für Pumpen, Brenner, Gebläse

(5) Im **Warmwasserbereich** ist der Einsparerfolg aufgrund des höheren Preisniveaus und aufgrund der veränderten relativen Preise zwischen den Energieträgern gleichfalls etwas höher als in Szenario II a: Die höheren Preise bewirken einen sparsameren Umgang mit Energie, die relativen Preisveränderungen führen (zusammen mit der veränderten Beheizungsstruktur) zu veränderten Strukturen der Warmwasserbereitstellung: Öl verliert stark, Gas gewinnt deutlich, Fernwärme gewinnt erhebliche Anteile im Zuge der Expansion fernwärmebeheizter Wohnungen hinzu, die solare bzw. solar-unterstützte Brauchwassererwärmung gewinnt auch auf Kosten der Elektrizität Marktanteile.

Tabelle 6-3: Der Energieverbrauch für Warmwasser in Szenario III a, in PJ und in %

	1990	2000	2010	2020	2030
Oel	65,1	54,0	49,0	46,4	43,7
Gas	11,3	16,6	20,0	22,6	24,3
Elektrizität (inkl. Wärmepumpen)	19,9	24,4	24,7	23,3	22,6
Holz, Solar	1,9	2,2	2,7	3,1	3,5
Fernwärme	1,8	2,8	3,6	4,6	5,9
andere	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**
Total absolut in PJ	34,6	32,5	30,2	27,7	25,3
Total pro Kopf in GJ/a	5,1	4,4	4,0	3,6	3,3
Total pro PHH in GJ/a	12,2	10,1	8,9	8,0	7,3

(6) Die übrigen Verbräuche (für das Kochen, für Pumpen, Brenner, Gebläse und für Elektrogeräte in Haushalten) fallen gleichfalls niedriger als in Szenario II a. Der Energieverbrauch für das **Kochen** liegt um wenig unter dem Verbrauch von Szenario II a (i.u. wegen der etwas geringeren Verbräuche für Geschirrspüler, Grillgeräte, Kaffeemaschinen, Mikrowellen u.a. "Kochgeräte"), der übrige Elektrizitätsverbrauch ist um 7 % niedriger als in Szenario II a. Die grösste Einsparung wird erzielt bei der Beleuchtung (Beleuchtungsintensität, Verbreitung von Sparlampen), bei Umwälzpumpen und Brennern (bessere Regelung, leistungsbedarfsorientierte Auslegung) und im Bereich Waschen (sparsamere Maschinen, bessere Füllgrade, Verzicht auf höhere Waschtemperaturen). Deutlich geringere Sparmöglichkeiten sehen wir in den Bereichen Kühlen und Gefrieren, Unterhaltungselektronik und Computer, übrige Anwendungen.

Tabelle 6-4: Der Energieverbrauch für das Kochen und für die übrigen elektrischen Anwendungen, in PJ und in %

	1990	2000	2010	2020	2030
Kochen					
Elektrizität	7,60	8,91	9,17	8,95	8,65
Elektroherd	5,14	5,812	5,84	5,60	5,32
Geschirrspüler	1,20	1,53	1,60	1,54	1,49
andere Elektrogeräte	1,26	1,56	1,73	1,861	1,85
Gas	0,93	0,51	0,45	0,45	0,45
Holz	0,47	0,28	0,30	0,31	0,31
Total	**9,00**	**9,69**	**9,92**	**9,71**	**9,40**
Übrige elektrische Anwendungen					
Umwälzpumpen und Brenner	3,26	3,35	3,28	3,07	2,73
Beleuchtung	5,04	6,60	6,83	6,22	5,48
Kühlen, Gefrieren	6,72	6,25	5,44	4,13	3,50
Waschen	4,65	4,41	3,88	3,28	2,93
Unterhaltungselektronik, Computer	3,35	4,37	4,81	4,96	4,98
Übrige Anwendungen	1,90	3,76	4,95	6,32	8,10
Total	21,65	25,39	25,90	24,92	24,99
Gesamttotal	24,91	28,75	29,18	27,99	27,71
in %					
Umwälzpumpen und Brenner	13,1	11,7	11,2	11,0	9,8
Beleuchtung	20,2	23,0	23,4	22,2	19,8
Kühlen, Gefrieren	27,0	21,7	18,6	14,8	12,6
Waschen	18,7	15,4	13,3	11,7	10,6
Unterhaltungselektronik, Computer	13,4	15,2	16,5	17,7	18,0
Übrige Anwendungen	7,6	13,1	17,0	22,6	29,2
Total	**86,9**	**88,3**	**88,8**	**89,0**	**90,2**
Gesamttotal	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**

(7) In den Tabellen 6-5 und 6-6 sind die Ergebnisse von Szenario III a den Ergebnissen von Szenario II a gegenübergestellt.

Die Energie- und Umweltabgabe bewirkt gegenüber Szenario II a (beabsichtigte Politik) langfristig

- im Raumwärmebereich eine Einsparung von 13 PJ (-8 %)
- im Warmwasserbereich eine Einsparung von 2 PJ (-7 %)
- im Bereich Kochen eine Einsparung von 0,1 PJ (-1 bis 2 %)
- bei den übrigen elektrischen Anwendungen eine Einsparung von 2 PJ (-7 %),

woraus eine Gesamteinsparung von 17 PJ (-7 %) resultiert. Minderverbräuche von 16 PJ bei den fossilen Energien und knapp 4 PJ bei Elektrizität stehen Mehrverbräuche von 2 PJ bei Holz -und Solarenergie bzw. 1 PJ bei Fernwärme gegenüber.

Tabelle 6-5: Der Energieverbrauch in Szenario III a und der Vergleich mit Szenario II a, in PJ

		Szenario II a				Szenario III a			
	1990	2000	2010	2020	2030	2000	2010	2020	2030
Raumwärme									
Oel, Gas, Kohle, andere	159,0	144,5	139,9	134,6	127,1	144,5	136,3	124,3	112,3
Elektrizität (inkl. Wärmepumpen)	13,8	15,9	16,7	16,0	14,7	15,9	16,6	15,7	14,1
Holz, Solar	18,4	18,9	19,3	19,8	19,7	18,9	19,7	20,7	21,4
Fernwärme	3,8	5,3	6,6	7,6	8,4	5,3	6,7	8,0	9,1
Total	**194,9**	**184,7**	**182,5**	**178,0**	**169,9**	**184,7**	**179,2**	**168,7**	**156,9**
Warmwasser									
Oel, Gas, Kohle, andere	26,5	23,0	21,2	20,1	18,7	23,0	20,9	19,1	17,2
Elektrizität (inkl. Wärmepumpen)	6,9	7 9	7,7	6,9	6,5	7,9	7,5	6,4	5,7
Holz, Solar	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,9	0,9
Fernwärme	0,6	0,9	1,1	1,2	1,4	0,9	1,1	1,3	1,5
Total	**34,6**	**32,5**	**30,7**	**28,9**	**27,2**	**32,5**	**30,2**	**27,7**	**25,3**
Kochen, Geschirrspülen									
Elektrizität	7,6	8,9	9,2	9,0	8,8	8,9	9,2	9,0	8,6
Gas	0,9	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4
..Holz	0,5	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Total	**9,0**	**9,7**	**9,9**	**9,8**	**9,5**	**9,7**	**9,9**	**9,7**	**9,4**
Übr. Verwendungszwecke (Elektriz.)									
Umwälzpumpen, Brenner	3,3	3,4	3,3	3,1	2,9	3,4	3,3	3,1	2,7
Beleuchtung	5,0	6,6	7,4	7,3	7,0	6,6	6,8	6,2	5,5
Kühlen, Gefrieren	6,7	6,2	5,4	4,2	3,6	6,2§	5,4	4,1	3,5
Waschen	4,7	4,4	3,9	3,4	3,1	4,4	3,9	3,3	2,9
Unterhaltuangselektronik, Computer	3,3	4,4	4,8	5,0	5,0	4,4	4,8	5,0	5,0
übrige Anwendungen	1,9	3,8	4,9	6,3	8,1	3,8	4,9	6,3	8,1
Total	**24,9**	**28,7**	**29,8**	**29,3**	**29,8**	**28,7**	**29,2**	**28,0**	**27,7**
Gesamttotal	**263,4**	**255,7**	**252,9**	**245,9**	**236,5**	**255,7**	**248,5**	**234,0**	**219,3**
Oel, Gas, Kohle, andere	186,4	168,0	161,6	155,1	146,2	168,0	157,6	143,8	129,9
Elektrizität (inkl. Wärmepumpen)	53,1	61,5	63,3	61,1	59,7	61,5	62,4	59,1	56,1
Holz, Solar	19,5	19,9	20,4	20,8	20,8	19,9	20,8	21,9	22,6
Fernwärme	4,4	6,2	7,6	8,9	9,6	6,2	7,8	9,2	10,6

Tabelle 6-6: Mehr- und Minderverbräuche nach Energieträgern und Verwendungszwecken, in PJ und in %

	Szenario III a gegenüber Szenario II a				Szenario III a gegenüber Szenario II a			
	2000	2010	2020	2030	2000	2010	2020	2030
	in PJ				in %			
Raumwärme								
Oel, Gas, Kohle, andere	0,0	-3,6	-10,3	-14,8	0,0	-2,6	-7,6	-11,7
Elektrizität (inkl. Wärmepumpen)	0,0	-0,1	-0,3	-0,6	0,0	-0,6	-2,0	-4,1
Holz, Solar	0,0	0,3	1,0	1,7	0,0	1,7	4,9	8,5
Fernwärme	0,0	0,1	0,3	0,7	0,0	1,6	4,3	8,5
Total	**0,0**	**-3,3**	**-9,3**	**-13,0**	**0,0**	**-1,8**	**-5,2**	**-7,7**
Warmwasser								
Oel, Gas, Kohle, andere	0,0	-0,3	-1,0	-1,5	0,0	-1,6	-4,9	-8,1
Elektrizität (inkl. Wärmepumpen)	0,0	-0,2	-0,4	-0,7	0,0	-2,6	-6,0	-11,4
Holz, Solar	0,0	0,1	0,1	0,2	0,0	10,2	18,6	24,1
Fernwärme	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	1,3	3,8	7,4
Total	**0,0**	**-0,5**	**-1,2**	**-2,0**	**0,0**	**-1,5**	**-4,2**	**-7,3**
Kochen, Geschirrspülen								
Elektrizität	0,0	0,0	-0,1	-0,1	0,0	-0,1	-0,7	-1,4
Gas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-1,2	-3,9
..Holz	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	**0,0**	**0,0**	**-0,1**	**-0,1**	**0,0**	**-0,1**	**-0,7**	**-1,5**
Übr. Verwendungszwecke (Elektriz.)								
Umwälzpumpen, Brenner	0,0	0,0	-0,1	-0,2	0,0	0,0	-2,4	-7,3
Beleuchtung	0,0	-0,6	-1,0	-1,6	0,0	-7,7	-14,4	-22,2
Kühlen, Gefrieren	0,0	0,0	0,0	-0,1	0,0	0,0	-0,9	-3,3
Waschen	0,0	0,0	-0,1	-0,2	0,0	-0,5	-2,3	-5,4
Unterhaltuangselektronik, Computer	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,4	-0,9
übrige Anwendungen	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	**0,0**	**-0,6**	**-1,3**	**-2,1**	**0,0**	**-2,0**	**-4,3**	**-7,1**
Gesamttotal	**0,0**	**-4,3**	**-11,8**	**-17,3**	**0,0**	**-1,7**	**-4,8**	**-7,3**
Oel, Gas, Kohle, andere	0,0	-4,0	-11,3	-16,4	0,0	-2,4	-7,3	-11,2
Elektrizität (inkl. Wärmepumpen)	0,0	-0,9	-2,0	-3,6	0,0	-1,4	-3,4	-6,0
Holz, Solar	0,0	0,4	1,1	1,9	0,0	1,9	5,3	8,9
Fernwärme	0,0	0,1	0,4	0,8	0,0	1,6	4,3	8,3

6.2 Die Solarinitiative (Szenario III b) und die Szenarien III c und III d

(1) Die **Solarinitiative** will zum einen die Sonnenenergienutzung auf überbauten Flächen, zum anderen ganz allgemein die effiziente und nachhaltige Energienutzung fördern. Hierfür soll der Bund die Kompetenz erhalten, eine Abgabe von 0,1-0,5 Rp/kWh Energieverbrauch von nicht erneuerbaren Energieträgern zu erheben. Aus dem Ertrag dieser Abgabe (bei vollem Abgabesatz 800 - 900 Mio CHF) soll mindestens zur Hälfte die Sonnenenergienutzung subventioniert werden, der Rest soll zur Unterstützung der effizienten und nachhaltigen Energienutzung verausgabt werden. Die Abgabe wird während 25 Jahren erhoben. Entsprechend sind auch die Fördermittel auf diesen Zeitrahmen begrenzt.

Durch den Solarrappen werden die Energiepreise von Szenario II a wie folgt verteuert:

Energiepreisverteuerung durch den Solarrappen, in % der jeweiligen Preisen ohne Abgabe, Bereich Haushalte (und Dienstleistungen):

	2003	2005	2010	2025
Heizöl leicht	3	9	14	11
Erdgas	2	6	9	8
Elektrizität	1	2	2	2

(2) In der Wirkung bedeutender als der reine Preiseffekt des Solarrappens sind die durch die direkte Förderung ausgelösten Energiesparinvestitionen: einerseits durch die direkte Förderung der Solarenergie-Nutzung (≥ 50 % der Fördermittel), andererseits durch Zuschüsse/Subventionen von Massnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz (Dämm-Massnahmen, Ersatz von Fenstern, Förderung der Substitution von fossilen Energieträgern durch Biomasse, Wärmepumpen und Fernwärme etc.[3])

(3) **Szenario III b** - die Kombination von "beabsichtigter Politik" und "Solarrappen" - führt insgesamt zu einem ähnlichen Ergebnis wie Szenario III a. Allerdings ist der Energieträgermix signifikant verschieden: Der Anteil fossiler Energien ist in 2030 mit 115 PJ (gegenüber 130 PJ) deutlich niedriger, derjenige von Elektrizität mit 60-61 PJ (gegenüber 56 PJ) höher und derjenige von Fernwärme und Solarenergie mit gut 23 PJ (gegenüber 12-13 PJ) erheblich höher. Ursache hierfür sind im wesentlichen die genannten direkten Förderwirkungen Demgegenüber rücken die reinen Preiswirkungen des Solarrappens in den Hintergrund.

3) Vgl. hierzu im Detail die EBP-Studie Solarinitiative, Analyse der Auswirkungen, Zolliken 1996.

Szenario III c - die Kombination von "beabsichtigter Politik", "Energie- und Umweltabgabe" sowie "Solarrappen" - ergibt die höchsten Einsparungen: ein gegenüber Szenario III a noch verstärkter Preisanreiz, kombiniert mit erheblicher direkter Förderung der Solartechnik und der effizienten Energienutzung. Gegenüber Szenario III a oder III b liegt der Energieverbrauch in 2030 nochmals um gut 5 % niedriger, der Verbrauch fossiler Energien ist um fast 20 % (gegenüber Szenario III a) bzw. um fast 10 % (gegenüber Szenario III b) niedriger, der Einsatz regenerativer Energien (Biomasse und Solarenergie) um 33 % (gegenüber Szenario III a) bzw. um 6 % (gegenüber Szenario III b) höher. Der Elektrizitätsverbrauch ist dabei 2030 leicht höher als in Szenario III a, jedoch niedriger als in Szenario III b.

Szenario III d - die Kombination von "beabsichtigter Politik" und "Solarrappen" mit halbiertem Abgabesatz und weniger stringenter Zweckbindung - führt insgesamt zu geringeren Einsparungen: mit 225 PJ in 2030 erreicht der Energieverbrauch weder das Niveau von Szenario III a (219 PJ) noch das von Szenario III b (220 PJ). Der Verbrauch an fossiler Energie ist zwar niedriger als in Szenario III a (-3 PJ), jedoch deutlich höher als in Szenario III b (+11 PJ). Der Elektrizitätsverbrauch übersteigt mit knapp 60 PJ das Niveau von Szenario III a (56 PJ) deutlich, unterbietet das Niveau von Szenario III b (60-61 PJ) jedoch nur knapp (-1 PJ). Der Verbrauch erneuerbarer Energien liegt in diesem Szenario mit 24 PJ zwar leicht über demjenigen von Szenario III a (knapp 23 PJ), jedoch deutlich unter Szenario III b (gut 28 PJ).

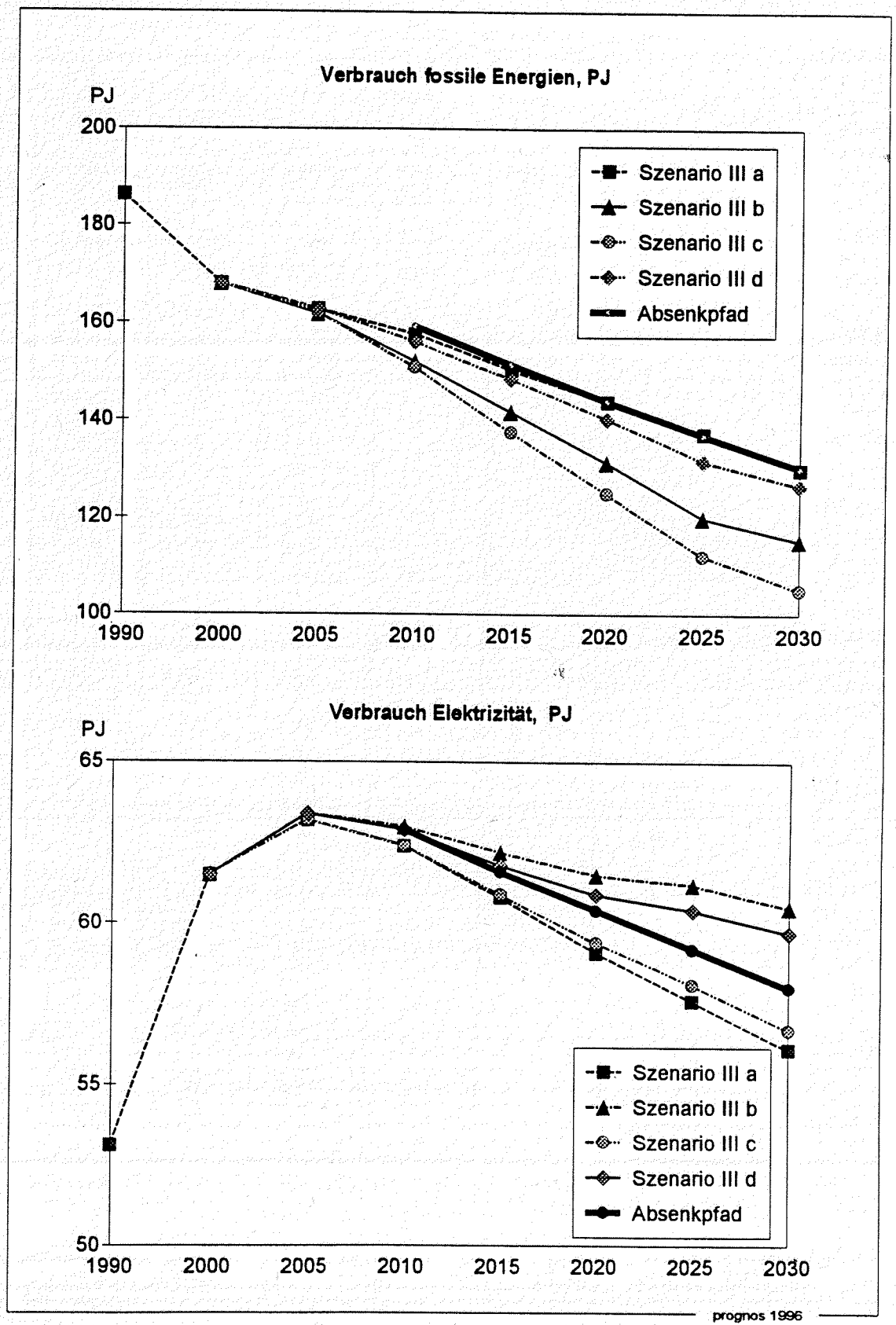
Grafik 6-1 zeigt die Ergebnisse aller Varianten von Szenario III auf dem Hintergrund des geforderten Absenkpfades der Initiativen: der Verbrauch an fossilen Energien bzw. Elektrizität des Jahres 2008 in Szenario II a soll jährlich während 25 Jahren in 1 % (fossile Energieträger) bzw. 0,4 % (Elektrizität) reduziert werden.

Während das Verbrauchsziel hinsichtlich fossiler Energien bei allen Varianten erreicht oder sogar übererfüllt wird, wird bei Elektrizität die Zielsetzung nur in den Szenarien III a und III c erreicht. Die Übererfüllung des Einsparziels bei fossilen Energien ist in den Szenarien III b und III d mit der Nichterfüllung des Elektrizitäts-Einsparziels verbunden.

Tabelle 6-7: Energieverbrauch in den Szenarien III a, III b, III c und III d

	1990	2000	2010	2020	2030
Szenario III a					
Heizöl leicht	160,7	133,3	117,5	102,4	88,6
Erdgas Hu	25,1	34,5	39,9	41,3	41,1
Elektrizität	53,1	61,5	62,4	59,1	56,1
Fernwärme	4,4	6,2	7,8	9,2	10,6
Holz	19,4	19,6	20,1	20,7	20,7
Kohle	0,5	0,3	0,2	0,1	0,1
Sonstige (Solar	0,1	0,4	0,7	1,3	2,0
Total	**263,4**	**255,7**	**248,5**	**234,0**	**219,3**
dar. fossil	186,3	168,0	157,6	143,8	12,9
Szenario III b					
Heizöl leicht			113,6	94,5	8,0
Erdgas Hu			38,3	336,7	35,0
Elektrizität			63,0	61,5	60,5
Fernwärme			9,7	13,5	15,8
Holz			20,2	20,9	20,8
Kohle			0,1	0,1	0,0
Sonstige (Solar			2,5	5,8	7,6
Total			**247,4**	**233,0**	**220,1**
dar. fossil			152,0	131,3	115,3
Szenario III c					
Heizöl leicht			113,0	90,2	73,4
Erdgas Hu			37,8	34,7	31,7
Elektrizität			62,4	59,4	56,7
Fernwärme			9,7	13,5	15,9
Holz			20,4	21,4	21,5
Kohle			0,1	0,1	0,0
Sonstige (Solar			2,4	6,4	8,7
Total			**245,9**	**225,5**	**208,0**
dar. fossil			150,9	125,0	105,1
Szenario III d					
Heizöl leicht			116,5	100,4	87,2
Erdgas Hu			39,5	39,8	39,3
Elektrizität			62,9	60,9	59,7
Fernwärme			9,4	12,6	14,6
Holz			20,0	20,5	20,4
Kohle			0,1	0,1	0,1
Sonstige (Solar			1,5	2,9	3,7
Total			**249,9**	**237,3**	**225,0**
dar. fossil			156,1	140,3	126,6

Abbildung 6-1



LITERATURVERZEICHNIS

Aebischer, B.; Schwarz, J.: Heizpölpanel, Zürich 1993.

Aebischer, B.; Spreng, D.: Evaluation der Bewilligungspflicht für elektrische Widerstandsheizungen, Zürich 1993 (im Auftrag des BEW).

Amstein & Walthert AG: Energetische Rahmenbedingungen für Gestaltungsplan für die Gemeinde Horgen, Zürich 1991 (unveröffentl.).

AWP: Wärmepumpenverkäufe

Basler & Hofmann: Abschätzung der prozentualen Anteile der verschiedenen Elektroheizungs-Systeme in Wohnbauten, Zürich 1992 (im Auftrag des BEW).

Basler & Hofmann: CO_2-Perspektive, Einsparungen im Gebäudebereich, Zürich 1991.

Basler & Hofmann: CO_2-Perspektiven, Energiesparkosten im Raumwärme- und Warmwasserbereich (Haushalte und Dienstleistungen), Zürich 1991/1992 (im Auftrag des BEW).

Basler & Hofmann: Einsparpotentiale und Energiesparkosten im Raumwärme- und Warmwasserbereich, Teil 1, Fossil beheizte Wohn -und Dienstleistungsbauten, Zürich 1992 (im Auftrag des BEW).

Basler & Hofmann: Energiesparpotential in elektrisch beheizten Wohnbauten, Zürich 1992 (im Auftrag des BEW).

Basler & Partner: VHKA in Altbauen, 1992 (im Auftrag des ATAL).

Baur, J. et al: Rationale Stromanwendung bei den Haushalten, IER, Stuttgart 1994.

Bischof, U.: Verbrauch von Heizöl extra leicht in der Schweiz und im Fürstentum Liechtenstein, Zürich 1994 (im Auftrag der CARBURA).

Blatter: Warmwasserbedarfszahlen, Verbrauchscharakteristik, Bern 1993 (RAVEL).

Brunnert, A.: Der Vollkostenvergleich - Ein Beurteilungskriterium für die Wirtschaftlichkeit von Heizungs- und Warmwasserbereitungssystemen, in: Energie, Jahrg. 46, Nr. 5, Mai 1994.

Bundesamt für Energiewirtschaft (BEW) und Verband Schweizerischer Heizungs- und Lüftungsfirmen (VSHL), (Hrsg.): Messmethoden zur Beurteilung des Energieverbrauchs und des Komforts, Zürich 1994.

Bundesamt für Energiewirtschaft (BEW): Aktionsprogramm Energie 2000 im Aufwind, 4. Jahresbericht 1994, Bern 1994

Bundesamt für Energiewirtschaft (BEW): Die heimlichen Stromfresser, Stand-by-Verluste von Büro- und Unterhaltungselektronikgeräten, Schriftenreihe Nr .51, Januar 1993.

Bundesamt für Energiewirtschaft (BEW): Energiegesetz - erläuternder Bericht und Gesetzestext, Fassung vom April 1994 und Fassung vom April 1995.

Bundesamt für Energiewirtschaft (BEW): Tarifanalyse leitungsgebundener Energien, Bern 1994.

Bundesamt für Konjunkturfragen: Haushaltsgeräte, Leitfaden zur Gerätewahl, Impulsprogramm RAVEL, Bern 1993.

Bundesamt für Statistik: Modellrechnungen Bevölkerungsentwicklung, Szenario 3A-91.

Bundesamt für Statistik: Sonderauswertung der Volkszählungen 1980 und 1990, Wohnungsbestände nach Gebäudetypen, Baualtersklassen, Heizsysteme.

Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL): Die globale Erwärmung und die Schweiz, Grundlagen einer nationalen Strategie, Bern 1994.

CUB (Brunner, Brandes) et al.: Energiedienstleistungsunternehmen für die Stadt Schaffhausen, Bern 1994 (im Auftrag des BEW und der Stadt Schaffhausen).

CUB: Einfluss des Klimas auf den Raumwärmeverbrauch, Zürich 1991.

Dennerlein, Flaig: Stromverbrauchsverhalten privater Haushalte, 1987.

Eidgenössisches Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartement: 5. Jahresbericht des Aktionsprogramms Energie 2000; Beilagen zum 5. Jahresbericht des Aktionsprogramms Energie 2000, Bern 1995.

Eidgenössisches Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartement: Empfehlungen für Tarife von leitungsgebundenen Energien (Elektrizität, Gas, Fernwärme) sowie Anschlussbedingungen von Eigenerzeugern, Bern 1989.

Erhorn, H.; Reiss, J.: Niedrigenergiehäuser, Stuttgart 1994.

FEA: FEA-Statistik Haushaltgeräte

Feist, Dr., W. et al.: Wirtschaftlichkeit von Niedrigenergiehäusern, in: Sonnenenergie & Wärmetechnik, 4/1994.

Geiger, Dr. B. et al.: Energieverbrauch und Emissionen verschiedener Heizsysteme im Wohnungsbau, in: Elektrizitätswirtschaftliche Tagesfragen, 43. Jahrg., Heft 11, 1993.

Gierga, M; Erhorn, H.: Energiesparpotentiale im Gebäudesektor in Baden-Württemberg, Vorabdruck.

Gierga, M., Einhorn, H.: Energiesparpotentiale im Gebäudesektor in Baden-Württemberg, Vorabzug 1994.

Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie und Bundesangelegenheiten (Hrsg.): Besonders sparsame Haushaltsgeräte, Auswertung der Domotechnika 1992, Wiesbaden 1992.

Ifo: Kostenvergleich von Raumheizungen in Neubauten, Aktualisierung zum Preisstand Winter 1993/94, in: Ifo-Schnelldienst 13/94.

INFEL: INFEL-Datenbank Haushaltgeräte, div. Jahrgänge.

Infras: Förder- und Anreizprogramme für Energiesparinvestitionen, 1994 (im Auftrag des BEW).

Institut für Marktanalysen AG (IHA): Gebrauchsgüterpanel, Bestandsanalyse von elektrischen Haushaltsgeräten, 1994 (im Auftrag des BEW).

Institut Wohnen und Umwelt (IWU): Energiesparpotentiale im Gebäudebestand, Darmstadt 1990 (im Auftrag des Hess. Ministeriums für Umwelt, Energie und Bundesangelegenheiten).

Institut Wohnen und Umwelt (IWU): Stromverbrauch im Haushalt, Einsparpotentiale, Wirtschaftlichkeit und zukünftige Entwicklungsmöglichkeiten, Darmstadt 1989.

Intep: Taschenbuch integrale Gebäudesanierung, Zürich 1994.

Intep: Wirtschaftlichkeitsberechnungen für die Revision des Energiegesetzes des Kantons Zürich, Zürich 1994 (im Auftrag des ATAL).

Intep: Wirtschaftlichkeitsberechnungen für die Revision des Energiegesetzes des Kantons Thurgau, Zürich 1995 (im Auftrag des ATAL).

Intep: Wirtschaftlichkeitsberechnungen für Revision Energiegesetz Kanton Zürich 1994 (im Auftrag von ATAL).

Intep: Wirtschaftlichkeitsberechnungen für Revision Energiegesetz Kanton Zürich 1995 (im Auftrag von ATAL).

KKE: Stand der Energiepolitik in den Kantonen, Bern 1994 (EVED).

KRW: Verkaufszahl Heizkessel

Leibundgut, Dr. H.J.; Neyer, Dr. A.: Elektrizitätsverbrauch von Elektroheizungen: kurze Übersicht über die Datenquellen, Dezember 1994.

Lindner, W.: Ersatz von Elektroheizungen, Vollzug des ENB, Universität Bern/BEW/ETHZ, 1993.

LRV: Luftreinhaltungsverordnung vom 16.I12.1985, Stand 1.7.1992, SR 814.318.192.1.

Manz, H.; Egolf, P.W.: Verbesserte passive Nutzung der Sonnenenergie für die Raumheizung mit Hilfe von teiltransparenten Latentwärmespeichern, Dübendorf 1994, EMPA (im Auftrag des BEW).

Oekozentrum Langenbruck: Evaluation der verbrauchsabhängigen Heizkostenabrechnung, Vollzugsgrad und Wirkung auf den Verbrauch, Langenbruck 1995 (im Auftrag des BEW).

Peyer, W.: Energiesparhäuser sind wirtschaftlich, Schweizer Pionierleistung in der Haustechnik, in TR Transfer, Nr. 12, 1995.

Peyer, W.: Wärmepumpen auf dem Prüfstand, in: TR Transfer, Nr. 44, 1993.

Peyer, W.: Wärmepumpen auf dem Vormarsch, in TR Transfer Nr. 4, 1995.

Prognos AG: Kostenvergleich von Heizsystemen in Alt- und Neubauten, Basel, unveröffentl.

Prognos AG: Perspektiven des Energieverbrauchs der Privaten Haushalte, zum Gesamtvorhaben "Energieperspektiven" des Bundesamtes für Energiewirtschaft, Basel 1994 (im Auftrag des BEW).

Rapp/Infras: Musterplan für Kantone, 1994 (Energie 2000, BEW).

Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein:

SFIH: Verkaufszahlen Holzkessel.

SIA 180/1: Nachweis der mittleren K-Werte der Gebäudehülle

SIA 180/4: Energiekennzahlen

SIA 380/1: Energie im Hochbau

SIA 384/2: Wärmeleistungsbedarf von Gebäuden

Spalinger, R.: Wieviel Strom verbraucht ein Haushalt, 1992, VSE-Bulletin 83 (1992) 18.

Suter (SATW): Früherkennung von Trends in der Haustechnik, Zürich 1991.

Université de Genève, Centre universitaire d'étude des problèmes de l'énergie: Series historiques de la consommation d'énergie en Suisse corrigées des fluctuations du clima, Genf, 1992.

VDEW: Analyse und Prognose des Stromverbrauchs der privaten Haushalte, Herbst 1992.

VGL: Verkaufszahlen Gasheizgeräte

Vontobel, W.: Sanierungsfall Bau, 1993.

VSE: VSE-Statistik über Elektro-Haushaltsgeräte, div. Jahre.

VSO: VSO Verkaufsstatistik Feuerungsanlagen

Wick, B.: Energiekennzahlen, 1983 (im Auftrag des BEW).

Worell, E. et al.: ICARUS The Potential for Energy Conservations in the Netherlands up to the year 2000, Universität Utrecht, Utrecht 1992.

Wüest & Gabathuler: Bauwerk Schweiz, Grundlagen und Perspektiven zum Baumarkt der 90er Jahre, Zürich 1989.

Wüest & Gabathuler: Energiesparpotentiale und Energiesparkosten im Raumwärme- und Warmwasserbereich, Zürich 1992 (im Auftrag des BEW).

Wüest & Partner/Rauminformation: Modellierung des Gebäudeparks Schweiz; Stand und Verbesserungsmöglichkeiten, Zürich 1992.

Wüest & Partner: Basisdaten und Perspektiven zur Entwicklung des Gebäudeparks 1990 bis 2030, Zürich 1994 (im Auftrag des BEW).

Wüst & Gabathuler: Gebäudepark Schweiz, Energierelevante Grunddaten 1991, Zürich 1991 (im Auftrag des BEW).

Anhang 1

Anhang 1: Zur Analyse- und Prognosemethode

1. Grundstruktur des Analyse- und Prognoseansatzes Energieverbrauch Private Haushalte

(1) Der grundsätzliche Aufbau des Analyse- und Prognosemodells für den Endenergieverbrauch der Privathaushalte ist für die einzelnen Teilsegemente Raumwärme, Warmwasser, Kochen und Elektrogeräte prinzipiell derselbe. Er zerlegt den Energieverbrauch in zwei Komponenten: Mengenkomponente und spezifische Verbrauchskomponente. Beide Komponenten werden ihrerseits analytisch und prognostisch disaggregiert und - je nach Verwendungszweck der Energieverbräuche - in eine unterschiedlich grosse Zahl an "dahinterliegenden" Komponenten aufgespalten.

Nachstehende Abbildung 1 veranschaulicht die Zusammenhänge in sehr hochaggregierter Form.

1.1 Das Verbrauchsegment Raumwärme

(1) Der Endenergieverbrauchsanalyse und -prognose für das Verbrauchssegment **Raumwärme** liegt folgender Zusammenhang zugrunde:

$$EEV_h[TJ] = EBF_h\left[Mio\ m^2\right] * E_h\left[MJ / m^2 * a\right]$$

Darin bedeuten

EEV_h temperaturbereinigter Endenergieverbrauch in Terajoule

EBF_h Energiebezugsfläche in Mio m2

E_h Energiekennzahl in MJ/m2

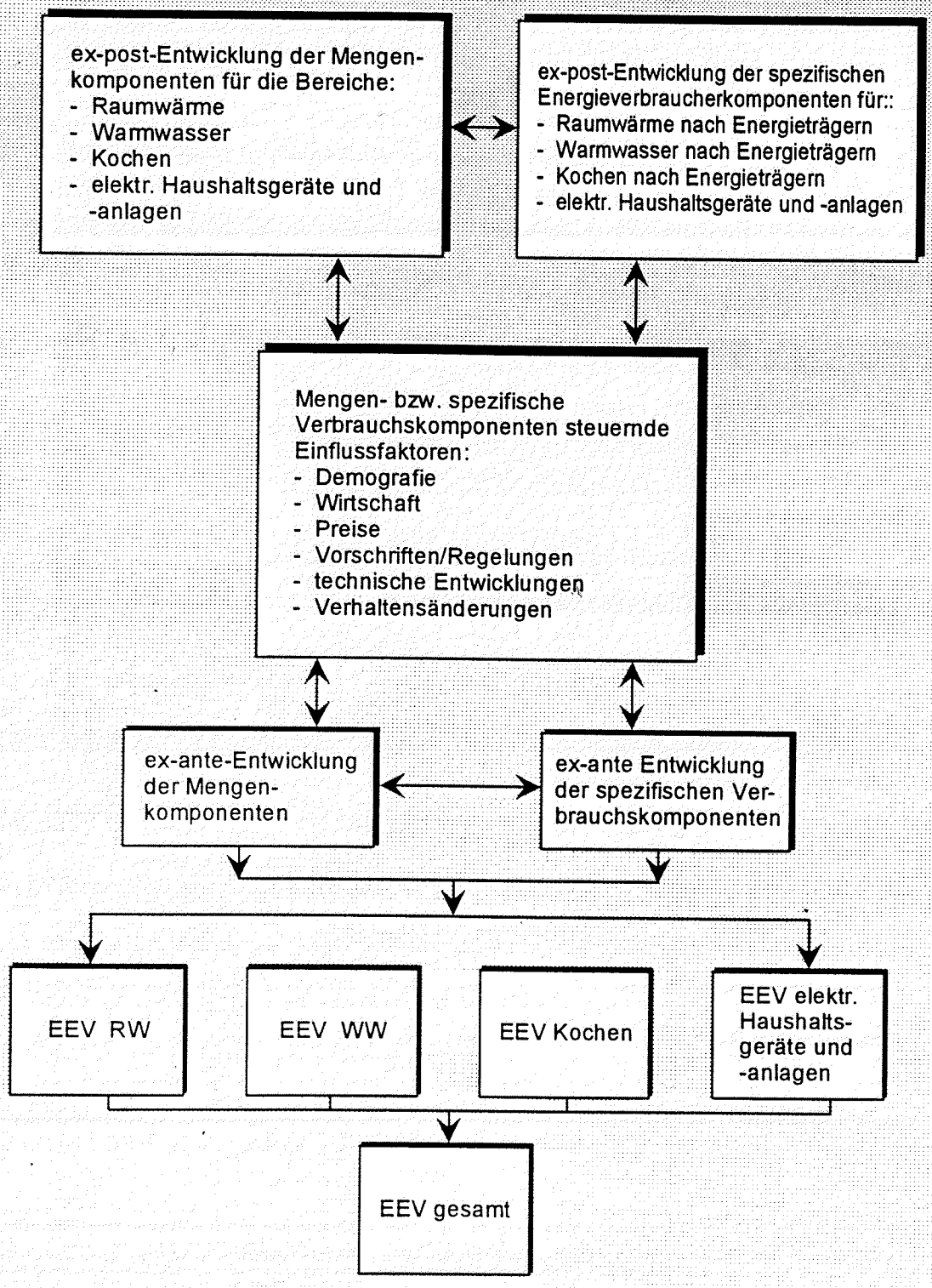
Die Energiekennzahl E_h ist für eine detaillierte Analyse und Prognose zu grob. Da sie definiert ist als

$$E_h = Q_h / \eta_h$$

ergibt sich somit

$$EEV_h[TJ] = EBF\left[Mio\ m^2\right] * Q_h\left[MJ / m^2 * a\right] / \eta_h[\%]$$

Abb. 1: Grundschema des Analyse- und Prognose-ansatzes Energieverbrauch Haushalt



prognos 1996

mit

Q_h Heizenergiebedarf nach SIA 380/1 in MJ/m^2

η_h Nutzungsgrad des Heizsystems, d.h. das Verhältnis von Nutz- / Endenergie in %.

(2) Die gesamte **Energiebezugsfläche** für die beiden Analysezeitpunkte 1980 und 1990 wird in einer Matrix mit vier Gebäudetypen (i), 7 (ex-post) bzw. 8 (ex-ante) Baualtersklassen (j) und mit 11 (1980) bzw. 14 (1990) Heizsystemen/Energieträgern (k) erfasst.

Dabei gilt für jeden Zeitpunkt, dass sich sowohl die Gesamtzahl der Wohnungen (WO) wie auch die der gesamten Energiebezugsfläche (EBF) als Summe aller Teilflächen nach Gebäudetypen, Baualtersklassen und Heizsystemen/Energieträgern ergibt:

$$WO(t) = \sum_i \sum_j \sum_k WO_{ijk}(t) \quad bzw. \quad EBF(t) = \sum_i \sum_j \sum_k EBF_{ijk}(t)$$

Bezüglich der Heizsysteme/Energieträger werden in der Analysephase Einzelofensysteme für Oel, Gas, Elektrizität, Holz und Kohle; Etagen- bzw. Zentralsysteme für Oel, Gas, Elektrizität, Holz und Kohle; Fernwärme, Solarheizung und "andere" unterschieden. In der Prognose wird nur nach Energieträgern differenziert: Oel, Gas, Elektrizität, Holz, Kohle, Fernwärme, "andere", wobei modellintern die "anderen" noch in Solar, Wärmepumpen und restliche andere getrennt werden.

Die Belegung der einzelnen Matrixfelder $EBF_{ijk}(t)$ basiert auf den aus den Volkszählungen ermittelten Matrixfeldern für die entsprechenden Wohnflächen $WF_{ijk}(t)$ (als Produkt aus Wohnungszahl und durchschnittlicher Wohnungsgrösse), multipliziert mit den gebäude- und baualtersklassenspezifischen Relationen $(EBF/WO)_{ij}$[1)]/$(WF/WO)_{ij}$[2)].

Um zwischen 1980 und 1990 vergleichbare Energieträger/Heizsystem-Abgrenzungen zu erhalten, waren für 1980 teilweise Schätzungen erforderlich (z.B. die Aufspaltung der 1980 zusammen erfassten Energieträger Holz/Kohle in Holz und Kohle).

Da die Veränderung der Wohnungs- bzw. Energiebezugsflächenbestände nach Zahl und Alterstruktur (über Neuzugang, Abgang und Sanierung) von erheblichem Einfluss auf den Heizenergieverbrauch ist, ist es notwendig, Zahl und Alterstruktur der Wohnungen bzw. Energiebezugsflächen in jedem Analysezeitpunkt zu erfassen und für jeden Prognosezeitpunkt fortzuschreiben.

Die **Fortschreibung der Wohnungsbestände und der zugehörigen Energiebezugsflächen** sowohl für 1992 als auch für die einzelnen Prognosejahre 1995, 2000, 2005 etc. bis 2030 erfolgt mit Hilfe der effektiven Neuzugänge (für den Wohnungsbestand 1992 die Zugänge in 1991 und 1992) bzw. den prognostizierten (für die Prognosejahre 1995, 2000,

2005 etc.) Neuzugängen in der Abgrenzung der amtlichen Statistik (Wohnungszugang aus Neubau und Umbau) und den Gesamtabgängen an Wohnungen anhand empirisch ermittelter Abgangsquoten (nach Gebäudetypen und Baualtersklassen) im Wohnungsbestand zwischen 1980 und 1990.

Bezeichnet man das Alter der Wohnungen bzw. Energiebezugsflächen mit ν, so gilt für jeden Zeitpunkt t

$$WO(t) = \sum_{\nu} WO_{\nu}(t) = \sum_{\nu} MZGWO(t-\nu)*(1-s_{\nu}) \quad bzw.$$
$$EBF(t) = \sum_{\nu} EBF_{\nu}(t) = \sum_{\nu} MZGEBF(t-\nu)-*(1-s_{\nu}) \quad \text{mit}$$

$WO(t)$ $bzw.$ $EBF(t)$	Wohnungen bzw. EBF insgesamt zum Zeitpunkt t
$WO_{\nu}(t)$ $bzw.$ $EBF_{\nu}(t)$	Wohnungen bzw. Wohnflächen zum Zeitpunkt t im Alter von ν
$MZGWO(t-\nu)$ $bzw.$ $MZGEBF(t-\nu)$	Marktzugang an Wohnungen bzw. Energiebezugsflächen zum Zeitpunkt t-ν
s_{ν} $bzw.$ $(1-s_{\nu})$	kumulierte Abgangsrate des Marktzugangs für den Zeitraum t-ν bis t bzw. Ueberlebensrate des Marktzugangs für den Zeitraum t-ν bis t , wobei gilt:

$$s_{\nu} = \prod_{n=t-\nu}^{t} s_n$$

Die zu einem Zeitpunkt t vorhandenen Wohnungen bzw. Energiebezugsflächen ergeben sich als Summenprodukt der Marktzugänge der Baujahre t-ν und der jeweiligen (kumulierten) Ueberlebensraten für den Zeitraum t-ν bis t. Die Bestände in einzelnen Baualtersklassen ergeben sich damit als Teilsummen über bestimmte Altersjahrgänge, d.h. Baujahre.

Da die Veränderung der Wohnungs- bzw. Wohnflächenbestände jedoch nicht detailliert im Zeitablauf (Jahr für Jahr seit der Erstellung) verfolgt werden kann, wird vereinfachend der Gesamtbestand für die einzenen Analyse- und Prognosezeitpunkte t an Wohnungen WO(t) bzw. Energiebezugsflächen EBF(t) - für jeden Gebäudetyp (i), für jede Baualtersklasse (j) und für jeden Energieträger (k) - aus "Neubeständen" NWO(t) bzw. NEBF(t) und "Altbeständen" AWO(t) bzw. AEBF(t) zusammengesetzt:

$$WO_{ij}(t) = \sum_{k} NWO_{ijk}(t) + \sum_{k} AWO_{ijk}(t) \quad bzw. \quad EBF_{ij}(t) = +\Sigma NEBF_{ijk}(t) + \sum_{k} AEBF_{ijk}(t)$$

Die jeweiligen "Neubestände" umfassen dabei den Bestand der jeweils neuesten Baualtersklasse, nach Gebäudetypen und Heizsystemen:

$$NWO_{ij}(t) = \sum_{k} NWO_{ijk}(t) \quad bzw. \quad NEBF_{ij}(t) = \sum_{k} NEBF_{ijk}(t)$$

Prognostisch entsprechen die Neubestände den Neuzugängen in den einzelnen Prognosezeiträumen, deren Umfang durch die Wohnbautätigkeit (Szenarien der wirtschaftlichen Entwicklung) und deren Beheizungsstruktur anhand eines Modells gesteuert wird, das den Ein-

fluss von Energiekosten, Gesamtkosten, Liquiditätsentzug durch Investitionen in Heizanlagen, Umweltaspekte, Vorschriften und Regelungen etc. zu berücksichtigen versucht.

Die zu einem Zeitpunkt t vorhanden "Altbestände" (gegenüber einem früheren Zeitpunkt t-Δt) an Wohnungen bzw. Energiebezugsflächen berechnen sich wie folgt:

$$AWO_{ij}(t) = \sum_k WO_{ijk}(t-\Delta t) * \left(1 - s_{ij}[t-\Delta t, t]\right) \quad bzw. \quad AEBF_{ij}(t) = \sum_k WO_{ijk}(t-\Delta t) * (EBF/WO)_{ijk}(t-\Delta t)$$

mit s_{ij} [t-Δt,t] = ("kumulierte") Abgangsrate des Wohnungsbestandes nach Gebäudetypen und Baualtersklassen für den Zeitraum t-Δt bis t.

Die Altbestände an Energiebezugsflächen zum Zeitpunkt t ergeben sich als Produkt aus "überlebenden" Wohnungen und deren Durchschnittsflächen zum Zeitpunkt t-Δt .

Die Abgänge an Wohnungen bzw. Energiebezugsflächen unterscheiden sich nach dem Alter und dem Typ des Gebäudes, nicht jedoch nach dem Heizsystem/Energieträger, d.h. alle Heizsysteme/Energieträger weisen im Modell gleiche Abgangsraten auf.

Die (Netto-)**Substitutionen** zwischen den Energieträgern (im Wohnungs- bzw. Energiebezugsflächen**alt**bestand) NSUWO bzw. NSUEBF werden analytisch als Differenz zwischen tatsächlicher Beheizungsstruktur im Zeitpunkt t und der rechnerischen Beheizungsstruktur aus der Fortscheibung des Wohnungs- bzw. Energiebezugsflächenaltbestandes ermittelt:

$$NSUWO_k(t) = \sum_i \sum_j WO_{ijk}(t) - \sum_i \sum_j WO_{ijk}(t-\Delta t) * \left(1 - s_{ij}[t-\Delta t, t]\right) \quad bzw.$$

$$NSUEBF_k(t) = \sum_i \sum_j EBF_{ijk}(t) - \sum_i \sum_j EBF_{ijk}(t-\Delta t) * \left(1 - s_{ij}[t-\Delta t, t]\right)$$

Prognostisch werden Umfang und Richtung der Substitutionen modellmässig getrennt verarbeitet, wobei der Input über ein Submodell ähnlich dem für die Projektion der Neubau-Beheizungsstruktur gesteuert wird.

Analyse und Prognose des Gebäude bzw. Wohnungsbestandes unterscheiden zwischen bewohnten Wohnungen, Zweit- und Ferienwohnungen sowie Leerwohnungen, wobei die Analyse einen höheren Detaillierungsgrad als die Prognose aufweist.

Dies ist sinnvoll, weil zum einen Zweit- und Ferienwohnungen eine von den bewohnten Wohnungen ("Erstwohnungen") abweichende Beheizungsstruktur (relativ gesehen deutlich mehr Elektrizität und Holz als Energieträger) und auch ein von Erstwohnungen abweichendes Nutzerverhalten aufweisen (abgesehen von den unterschiedlichen durchschnittlichen Wohnungsgrössen, Gebäudetypen und Baualtersklassen), zum anderen Leerwohnungen weniger intensiv beheizt werden als bewohnte (Erst-)Wohnungen.

Da die 1990er Zählung keine Trennung zwischen Leer- bzw. Zweit- und Ferienwohnungen erlaubt, wurden für die Leerwohnungen in 1990 in Abstimmung mit Wüest & Partner die Annahme eines Leerwohnungsquote (von 1% für 1990 und 1,5 % für 1992 und alle Progno-

sejahre) getroffen. In Anbetracht des geringen Einflusses der Leerwohnungsbestände (Anteil am Energieverbrauch: < 0,5%) scheint diese Annahme vertretbar.

(3) Abstrahiert man von Veränderungen des Nutzungsverhaltens, so ist der **Heizenergiebedarf** der Gebäude bzw. Wohnungen abhängig von einer Vielzahl an baulichen Einflussfaktoren, von denen hier nur auf die differenzierenden Faktoren Gebäudetyp, Baualtersklasse und Voll- bzw. Teilsanierungsanteil eingegangen wird.

Jedes Gebäude bzw. jede Wohnung hat mit der Baufertigstellung einen bestimmten nutzerunabhängigen Heizenergiebedarf, um die (Netto-)Wärmeverluste zwischen (niedrigem) Aussentemperaturniveau und (höherem) festem Innentemperaturniveau auszugleichen, determiniert ausschliesslich durch die energetische Qualität der Bausubstanz, der sich im Zeitablauf durch Sanierungsmassnahmen verringern lässt. Erhöhungen des Heizenergiebedarfs durch sanierungstechnische Massnahmen sind weitgehend auszuschliessen: verbrauchssteigernde Massnahmen an der Gebäudehülle (z.B. durch eine grosszügige Verglasung) sind wohl eher die Ausnahme.

Die Ausgangswerte für die energetische Qualität der Gebäude bzw. der darin befindlichen Wohnungen - diese umschreibt der Heizenergiebedarf - werden auf der Basis verfügbarer Studien (z.B. Basler & Hoffmann, SIA-Angaben u.ä.) abgeleitet.

Veränderungen des originären (d.h. bei der Erstellung der Gebäudes/der Wohnung vorhandenen) Heizenergiebedarfs der Wohnungen bzw. Energiebezugsflächen lassen sich wie folgt - für jeden Gebäudetyp und jede Baualtersklasse getrennt - zum Zeitpunkt wie folgt berechnen:

$Q_{h_{ij}}(t) = V(t) \cdot Q_{h_{ij}}(t_o)$ mit

Q_h Heizenergiebedarf

V Relative Verbesserung des Heizenergiebedarfs

wobei

$$V(t) = \prod_{n=t-\gamma}^{\gamma} (1-(a_n - b_n)\cdot c_n)\cdot(1-b_n \cdot d_n)$$

wobei (pro Gebäudetyp und Baualtersklasse)

γ = Alter der Wohnung bzw. der Energiebezugsfläche

a_n = periodenkumulierter Anteil der teilsanierten Wohnen in der Periode $t-\gamma$

b_n = periodenkumulierter Anteil der vollsanierten Wohnungen in der Perode $t-v$

c_n = relative Verbesserung des Heizenergiebedarfs durch Teilsanierungsmaßnahmen in der Periode $t-v$

d_n = relative Verbesserung des Heizenergiebedarfs durch Vollsanierungsmaßnahmen in der Periode $t-v$

Die Gebäudetypen i und die Baualtersklassen j entsprechen den eingangs genannten Abgrenzungen.

Da innerhalb der gesamten Lebensdauer der Gebäude bzw. Wohnungen mehrere Teil- und Vollsanierungszyklen möglich sind, und die Vollsanierungen der Teilsanierung im allgemeinen zeitlich versetzt folgen, werden jeweils nur die teilsanierten Gebäude/Wohnungen berücksichtigt, die nicht bereits auch vollsaniert sind. Deshalb ist die Rechenformel bei Teil- bzw. Vollsanierung "asymmetrisch".

Der mittlere Heizenergiebedarf Q_h(t) für einen einzelnen Energieträger bzw. ein einzelnes Heizsystem (k) ergibt sich als ein EBF-gewichtetes Mittel über alle Baualtersklassen und Gebäudetypen:

$$Q_{h_k}(t) = \sum_i \sum_j Q_{h_{ij}}(t) * EBF_{ijk}(t) / \sum_i \sum_j EBF_{ijk}(t)$$

Teilsanierung bzw. Vollsanierung steht dabei für das Ausmass der wärmetechnischen Sanierungsintensität: bei der Teilsanierung werden am Gebäude/der Wohnung kleinere "Massnahmenpakete" realisiert, die im Ergebnis eine deutlich geringere Verbesserung des Wärmeleistungsbedarfs (Grössenordnung 3%) im Vergleich zu den umfangreicheren Massnahmenbündeln im Falle der Vollsanierung erbringen (Grössenordnung bis zu 30 % und mehr).

Die ex-post-Analyse von Ausmass und Umfang der Sanierungsaktivitäten wurden wiederum mit Hilfe der amtlichen Statistik (Renovierungsmassnahmen im Gebäudebestand zwischen 1960 und 1990 nach den Ergebnissen der Volkszählung 1990) und der im "Gebäudepark Schweiz"[3)] enthaltenen Angaben zu den teil- bzw. vollsanierten Gebäuden bzw. Wohnungen gewonnen.

Aus der amtlichen Statistik lassen sich für Ein- und Zweifamilienhäuser und für Mehrfamilienhäuser zeitraum- und baualtersspezifische Renovierungsraten ableiten. Auf der Basis dieser Renovierungsraten (für die Zeiträume 1961-1970, 1970-1980, 1981-1985, 1986-1990) wurden Voll- bzw. Teilsanierungsraten (pro 5-Jahreszeitraum und nach Baualtersklassen) geschätzt und so kalibriert, dass die im "Gebäudepark Schweiz" genannten voll- bzw. teilsanierten Gebäude- bzw. Wohnungsanteile nach Baualtersklassen erreicht wurden.

(4) Der tatsächliche Heizenergiebedarf ist jedoch nicht nur von objektiven bautechnischen Gegebenheiten, sondern in erheblichem Masse auch von subjektiven Komponenten abhängig: die individuell durch das Heizsystem zu bewältigenden Temparaturgradienten zwischen Innen- und Aussentemperatur, das Ausmass, in welchem die Energiebezugsfläche

überhaupt (voll- oder teil-)beheizt oder gar nicht beheizt wird, ob und wie intensiv in den Übergangszeiten die Heizung benutzt oder statt dessen auf Hilfsheizsysteme (Öfeli, Cheminée o.ä.) oder den warmen Pullover zurückgegriffen wird, etc. Damit erhält der Heizenergiebedarf auch eine verhaltensdeterminierte Komponente, die neben den bereits genannten Faktoren auch solche wie den sorglosen Umgang mit Energie (z.B. als Folge sinkender Energiepreise) umfasst.

Erfahrungsgemäss weisen einzelofenbeheizte Systeme geringere tatsächliche Heizenergiebedarfe auf als Etagenheizungen, Etagenheizungen wiederum geringere als zentralbeheizte Systeme. Dies hängt nicht zuletzt mit dem gebotenen Heizkomfort zusammen: dieser ist bei Zentralsystemen im allgemeinen deutlich höher als beim Einzelofen, so dass bei letzterem sowohl der Teilbeheizungsanteil wie auch der zur Inbetriebnahme der Heizung notwendige Temperaturgradient zwischen Innen- und Aussentemperatur höher liegt als bei Zentralsystemen.[4)]

Aendert sich die Zusammensetzung zwischen Einzel-, Etagen- und Zentralsystemen (innerhalb eines Heizenergieträgers) nicht, so ist kein Einfluss auf den Heizenergiebedarf zu erwarten. Aenderungen des Heizenergiebedarfs sind deshalb auch dann zu erwarten, wenn, wie bei Oel und Gas, Einzelöfen zunehmend zugunsten von Zentralsystemen verschwinden, sich also die strukturelle Zusammensetzung der Heizsysteme ändert, oder wenn sich die reine Verhaltenskomponente ändert, sei es, weil Energie teurer wird (z.B. über den allgemeinen Energiepreisanstieg, über Energie- oder CO_2-Abgaben oder als Folge kurzfristiger Preisschwankungen) oder sei es, weil Konsumenten umwelt- und damit auch energiebewusster werden.

(5) Der **mittlere Nutzungsgrad der Heizsysteme** ist wesentlich abhängig von der Altersstruktur der Anlagenparkes. Neuere Systeme sind in der Regel auch effizienter, d.h. sie weisen einen technisch bedingt höheren Wirkungsgrad auf als ältere Systeme.

Dies gilt sowohl auf der Erzeugungsseite (Kessel-, Brennerwirkungsgrad bei Oel, Gas, Holz, Kohle, Anlagenwirkungsgrade bei Elektrizität, Fernwärme, Wärmepumpen [Leistungsziffer], Solaranlagen) als auch auf der Verteilungsseite (bei Etagen- bzw. Zentralsystemen): durch modernere Regel- und Steuerungssysteme und den Einsatz von wärmetechnisch besser isolierten Kesseln und Verteilleitungen werden Bereitschafts- und Verteilverluste reduziert.

Aus diesen Gründen werden die Alterstruktur des Anlagenparkes und die Verbesserungen der technischen Wirkungs- bzw. Nutzungsgrade dort, wo entsprechende Informationen verfügbar und die technischen Verbesserungen besonders gross sind, nämlich bei Oel- und Gasheizungen, getrennt berücksichtigt:

$$B_k(t) = \sum_v B_{vk}(t) = \sum_v MZ_k(t-v) * (1 - s_k[t-v,t])$$

$B_k(t)$ Bestand an Heizanlagen für den Energieträger k zum Zeitpunkt t

$B_{vk}(t)$ Bestand an Heizanlagen für den Energieträger k nach dem Alter ν zum Zeitpunkt t

$MZ_k(t-v)$ Marktzugang an Heizanlagen für den Energieträger k im Inbetriebnahmejahr t-ν

$s_k[t-v,t]$ kumulierte Absterberate des Heizanlagenbestandes für den Energieträger k im Zeitraum t-ν bis t , d.h. zwischen Inbetriebnahmejahr und aktuellem Betrachtungsjahr

Der mittlere Nutzungsgrad ergibt sich damit als mit dem Anlagenbestand nach Alter gewichteter Mittelwert der jeweiligen Neuanlagenwirkungsgrade:

$$\eta_h k(t) = \sum_v B_{v,k}(t) * \eta_h k(t-v) / \sum_v B_{v,k}(t) \quad \text{mit}$$

$\eta_h k(t)$ mittlerer Heizanlagennutzungsgrad für den Energieträger k zum Zeitpunkt t

$B_{v,k}(t)$ Bestand an Heizanlagen für den Energieträger k nach dem Alter ν (der Inbetriebnahmejahre t-ν) zum Zeitpunkt t

$\eta_h k(t-v)$ Nutzungsgrad der jeweiligen Neuanlage für den Energieträger k nach dem Alter ν (der Inbetriebnahmejahre t-ν)

Die Fortschreibung der Anlagen erfolgt dabei in Jahresschritten, damit Massnahmen, die den durchschnittlichen Nutzungsgrad des Anlagenparkes verändern (wie z.B. Zulassungsvorschriften, Auszeichnungspflichten o.ä., die zu Veränderungen im Nutzungsgrad von Neuanlagen oder zu Veränderungen der Absterbeordnungen führen können), zeitlich möglichst genau erfasst und in ihren Wirkungen abgebildet werden können.

(6) Diese "analytische" Ermittlung des Energieverbrauchs abstrahiert von klimatischen Schwankungen; sie legt ein klimatisches "Normaljahr" zugrunde.

Um den effektiven klimatisch bereinigten Heizenergieverbrauch analytisch zu ermitteln, ist deshalb die **Berücksichtigung des Klimaeinflusses** notwendig. Dabei wird für den Zusammenhang zwischen bereinigtem und unbereinigtem Heizenergieverbrauch von folgendem Zusammenhang ausgegangen:

$$EEV_{h,eff}(t) = EEV_{h,norm}(t) * (([HGT / HGT_{norm}] - 1) * 0,k75 + 1) \quad \text{mit}$$

$EEV_{h,eff}(t)$ tatsächlicher klimatisch beeinflusster Heizenergieverbrauch im Jahr t

$EEV_{h,norm^t}$ klimatisch bereinigter Heizenergieverbrauch im Jahr t

HGT_{norm} längerfristiges Mittel der Gradtagszahl

HGT Gradtagszahl des aktuellen Jahres t

Dies bedeutet, dass nicht 100%, sondern "nur" 75% des Heizenergieverbrauchs von jährlichen Temperaturschwankungen abhängig sind.

1.2 Das Verbrauchssegment Warmwasser

(1) Für das Verbrauchsegment **Warmwasser** wird ein je nach Heizsystem/Energieträger mehr oder weniger enger Bezug zwischen Warmwassersystem WWS_k und Raumwärmeheizsystem RWS_k hergestellt:

$$WWS_k = \alpha k * RWS_k$$

Relativ eng ist dieser Zusammenhang für die Energieträger/Heizsysteme Oel-Zentralheizung und Fernwärmeheizung, aber auch für den Energieträger Holz: wenn der Warmwasserenergieträger Oel oder Fernwärme ist, ist das Heizsystem mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit eine Oel-Zentralheizung oder eine Fernwärmeheizung. Wird Holz als Energieträger für Warmwasser eingesetzt, so dürfte Holz auch zu Heizzwecken eingesetzt werden. Weniger eng ist der Zusammenhang bei den übrigen Energieträgern: Brauchwasserwärmepumpensysteme sind in allen zentralbeheizten Systemen denkbar, die elektrische Warmwasserbereitstellung ist wohl am wenigsten an ein bestimmtes Heizsystem gebunden.

Während für Oel und Fernwärme die Warmwasserbereitstellung nur zentral erfolgt, wird für Gas zwischen zentraler und dezentraler Bereitstellung unterschieden. Dabei wird davon ausgegangen, dass Gaszentralheizungen und Oelzentralheizungen sich in der Warmwasserbereitstellung sich nicht wesentlich unterscheiden, d.h. gaszentralbeheizte Wohnungen etwa in gleichem Ausmass wie oelzentralbeheizte Wohnungen über ein durch denselben Energieträger (wie für das Heizsystem) gespeistes zentrales Warmwasserbereitstellungssystem verfügen.

Die Struktur der Warmwasserbereitstellung nach Energieträgern basiert auf den Ergebnissen der Volkszählungen 1980 und 1990, wobei insbesondere letztere relativ disaggregierte Zuordnungen erlaubt: Für den Jahresdurchschnitt der Warmwasserbereitstellung wurden die ungewichteten Mittelwerte aus Sommer- und Winterhalbjahr herangezogen, wobei grössere Differenzen zwischen Sommer- und Winterbereitstellung vor allem bei Oel, Elektrizität und Holz zu verzeichnen sind, während für Gas und Fernwärme die Differenzen zwischen Sommer- und Winterbetrieb relativ klein sind.

(2) Der Schätzansatz für Analyse und Prognose des Endenergieverbrauchs für Warmwasser lässt sich wie folgt beschreiben:

$$EEV_{ww}(t) = PHH_k(t) * BEV / PHH(t) * spWWV_k(t) * \Delta T^o * Tage / Jahr / \eta_{ww,k}(t) * UR$$

mit

$EEV_{ww}(t)$	Endenergieverbrauch für Warmwasser zum Zeitpunkt t in Terajoule [TJ]
$PHH_k(t)$	Privathaushalte mit einer Warmwasserversorgung über den Energieträger k bzw. ohne Warmwasserversorgung zum Zeitpunkt t in [1000]
$BEV / PHH(t)$	Personen je Privathaushalt (Durchschnittsgrösse) zum Zeitpunkt t
$spWWV_k(t)$	spezifischer Warmwasserverbrauch pro Kopf und Tag in Liter zum Zeitpunkt t [l/BEV*d]
ΔT	Temperaturgradient Warmwasser/Kaltwasser in °C [35]
Tage/Jahr	Anzahl Tage pro Jahr [360]
$\eta_{ww,k}(t)$	Nutzungsgrad der Warmwasserbereitstellung durch den Energieträger k zum Zeitpunkt t in [%]
UR	Umrechnungsfaktor von Kalorien auf Joule [10^{12} kcal = 4186 TJ;1 TJ = 238,889 * 10^6 kcal]

Dieser Ansatz gilt für jeden einzelnen Energieträger bzw. jedes unterschiedene Warmwassersystem. Der Gesamtenergieverbrauch ergibt sich folglich wiederum als Summe über die Warmwassersysteme bzw. Energieträger.

(3) Der **spezifische Warmwasserverbrauch** pro Person und Jahr wurde in der Vergangenheit als leicht steigend angenommen. Dabei liegt der Durchschnittsverbrauch 1990 bei einer zentralen Warmwasserversorgung bei rund 55 Litern, bei einer Versorgung über Einzelgeräte (Elektrizität und Gas) bei rund 50 Litern pro Person und Tag, bei einer Temperaturdifferenz von 35°C [bei 8-10°C Leitungswassertemperatur entsprechend 43-45°C Nutztemperaturniveau]. Diese Annahmen entsprechen denen der RAVEL-Untersuchung. Infolge Urlaubszeiten u.ä. rechnen wir dabei das Kalenderjahr nicht mit 365 Tagen, sondern nur mit 360 Tagen.

Pro Kopf und Jahr entspricht dies einem Nutzenergieverbrauch von 2600 - 2900 MJ.

(4) Die **Nutzungsgrade** für die Warmwasserbereitstellung werden - bei Öl und Gas - wegen der Dominanz zentraler, d.h. meist mit dem Heizsystem gekoppelter Warmwasserbereitstellungssysteme mit dem Nutzungsgrad der Heizsysteme verknüpft, wobei davon auszu-

gehen ist, dass der Nutzungsgrad der Warmwasserbereitstellung stets kleiner ist als der des Heizsystems [stärker "taktende" und damit ungünstigere Betriebsweise].

Der Nutzungsgrad für Brauchwasserwärmepumpen wurde mit 200%, derjenige von Solaranlagen mit 100% und derjenige von "Fernwärme-Warmwasser" mit 75% angenommen.

Für Elektrizität wurde - ähnlich wie für die Heizsysteme Oel und Gas - versucht, die Altersstruktur der Warmwasserboiler für die Analyse und Prognose der Nutzungsgrade heranzuziehen, so dass sich für diese Geräte die Dynamik (ex-post und ex-ante) der Veränderung der Nutzungsgrade aufgrund der technischen Entwicklung der Effizienz der Geräte einerseits und aufgrund der tatsächlichen (ex-post) bzw. vermuteten (ex-ante) Marktzugänge andererseits ergibt.

1.3 Das Verbrauchsegment Kochen und Elektrogeräte

(1) Im Verbrauchssegment **Kochen** wird unterschieden zwischen drei Energieträgern bzw. Gerätetypen: Elektrizität und Elektroherd, Gas und Gasherd sowie Holz und Holzherd.

Kohleherde dürften aufgrund der geringen Verbreitung von Kohle als Heizenergieträger auch als Energieträger für das Kochen kaum Verwendung finden.

Im Segment Kochen ergibt sich der Endenergieverbrauch für Elektrizität bzw. Gas für ein Jahr t als

$$EEV_{kochen}(t) = M(t) * spezV_{kochen}(t)$$, wobei

die Geräteanzahl M(t) zum Zeitpunkt t wiederum als Produkt aus Ausstattungsgrad, differenziert nach Haushaltsgrössenklassen a_g (t) und Haushaltanzahl (PHH_g (t)) ermittelt wird:

$$M(t) = \sum_g a_g(t) * PHH_g(t)$$

$a_g(t)$ haushaltsgrössenklassenspezifischer Ausstattungsgrad mit Elektro-/Gasherden zum Zeitpunkt t

$PHH_g(t)$ Haushalte der Grössenklasse g absolut zum Zeitpunkt t

In den spezifischen Verbrauch je Gerät/Herd $spezV_{kochen}$ (t) gehen als Hauptdeterminanten ein: die Nutzungsintensität bei sich ändernder durchschnittlicher Haushaltsgrösse, die Entwicklung der Gerätequalität (technische Verbesserung pro Jahr, gewichtet mit der jeweiligen Altersstruktur des Bestandes) und die Substitutionseffekte durch andere Küchengeräte wie

Espressomaschine, Grill oder Mikrowelle. Daneben besteht die Möglichkeit, eventuelle individuelle, eher kurzfristige Verhaltensänderungen gesondert zu berücksichtigen.

$$spezV_{kochen}(t) = \underline{spV}(t) * GK(t) * TK(t) * RK(t) \text{ mit}$$

$\underline{spV}(to)$ Spezischer Verbrauch absolut in einem Basisjahr [in kWh bzw. MJ/Gerät]

$GK(t)$ Index der Nutzungskomponente durch eine sich ändernde Durchschnittsgrösse der Privathaushalte zum Zeitpunkt t

$TK(t)$ mit dem Gerätebestand nach Alter gewichteter Index der technischen Veränderung des spezifischen Verbrauch durch bessere Geräte zum Zeitpunkt t

$RK(t)$ Index der Restkomponente zum Zeitpunkt t; umfasst jene Faktoren, die nicht in der Mengen-, Technik- oder Grössenkomponente enthalten sind.

Der Index der Nutzungskomponente wird wie folgt berechnet:

$$GK(t) = \left[\sum_g b_g * PHH_g(t) / \sum_g PHH_g(t) \right] / \left[\sum_g b_g * PHH_g(to) / \sum_g PHH_g(to) \right]$$

$GK(t)$ Index der Nutzungskomponenete zum Zeitpunkt t

b_g haushaltsgrössenklassenspezifischer Nutzungsindex, normiert auf eine Haushaltsgrössenklasse

PHH_g(t bzw. to) Anzahl Haushalte der Grössenklasse g zum Zeitpunkt t bzw.to

Die Technikkomponente berechnet sich wie folgt:

$$TK(t) = \left[\sum_g B_v(t) * TI_v / \sum_v B_v(t) \right] / \left[\sum_g B_v(to) * TI_v / \sum_v B_v(to) \right]$$

$B_v(t \text{ bzw. } to)$ Gerätebestand der Altersklasse v zum Zeitpunkt t bzw. to (Basisjahr)

TI_k auf das Basisjahr normierter Index des technischen Verbrauchs aller im Jahr t-v verkauften Geräte/Anlagen, wobei gilt:

$$B_v(t) = B_v(t-v) * (1 - s_v) \text{ mit}$$

s_v kumulierte Absterberate der Geräte/Anlagen vom Verkaufszeitpunkt t-v bis zum Zeitpunkt t

Bei Holzherden werden mangels verfügbarer Informationen haushaltsgrössen-differenzierende Faktoren und Alterstrukturen nicht berücksichtigt.

Der Endenergieverbrauch für das Kochen insgesamt ergibt sich als Summe der Verbräuche von Elektro-, Gas- und Kohleherd.

Je nach statistischer Abgrenzung kann der Kochbegriff auch erweitert definiert werden: in diesem Falle sind die Verbräuche der drei Kochherdtypen um die elektrischen "kochnahen" Haushaltsgeräte Dunstabzugshaube, Kaffeemaschine, Friteuse, Mikrowelle, Grill u.ä. zu erweitern.

(2) Bei **Elektrogeräten** werden 35 Gerätetypen bzw. Verwendungszwecke unterschieden.

Für die wichtigsten stromverbrauchenden Geräte/Anlagen wird nicht nur die Geräteanzahl, sondern (mit Ausnahme von Beleuchtung, Video, Kleinheizgerät und Hilfsenergieverbrauch) auch deren Alterstruktur betrachtet.

Im einzelnen sind dies folgende Gerätetypen/Verwendungszwecke(wichtigste fettgedruckt):

Beleuchtung, Geschirrspüler, Kühlschrank, Kühl-/Gefriergerät, Gefriergerät, Waschmaschine, Waschtrockner (Waschmaschine+Tumbler in einem Gerät), **Wäschetrockner/Tumbler**, Wäscheschleuder, **Farb-TV**, SW-TV, **Video**, Radio/Phono, Dunstabzugshaube, Kaffee-/Espressomaschinen, Toaster, Fön, Grill, Bügeleisen, Bügelmaschine, Staubsauger, Luftbefeuchter, Mixer, Allesschneider, Entsafter, Zitruspresse, Friteuse, Computer, Mikrowelle, Hobbymaschinen, **Kleinheizgerät** (Öfeli), Klimagerät, **Hilfsenergieverbrauch** für (Heiz-)Pumpen, Brenner, Gebläse sowie als Restgruppe "sonstige Verbräuche".

(3) Der Schätzansatz für den Endenergieverbrauch basiert auch hier auf der Aufspaltung in Mengenkomponente und spezifische Verbrauchskomponente:

$$EEV(t) = MK(t) * spVK(t)$$ mit

EEV (t) Endenergieverbrauch zum Zeitpunkt t (in Mio kwh bzw. TJ)

$MK(t)$ Mengenkomponente zum Zeitpunkt t (Geräteausstattung mit Erstgeräten / Geräten insgesamt in 1.000)

spVK (t) spezischer Verbrauch je Gerät (in kWh bzw. MJ pro Jahr)

Für alle relevanten Grossgeräte und die meisten Kleingeräte basiert die Mengenkomponente wiederum auf den haushaltsgrössenspezifischen Ausstattungsgraden:

$$MK(t) = \sum_g a_g(t) * PHH_g(t)$$

MK (t) relevante Gerätemenge zum Zeitpunkt t (in 1000)

$a_g(t)$ Ausstattungs- bzw. Sättigungsgrade nach g Haushaltsgrössenklassen zum Zeitpunkt t

$PHH_g(t)$ Anzahl Haushalte in den Grössenklassen g zum Zeitpunkt t

Die Komponente spezifischer Verbrauch wird wie folgt zerlegt:

$$spVK(t) = \underline{spVK(to)} * GK(t) * TK(t) * RK(t)$$ mit

$spVK(t)$ Spezifischer Verbrauch pro Gerät und Jahr im Jahr t absolut in kWh bzw. MJ

$\underline{spVK(to)}$ Spezifischer Verbrauch pro Gerät und Jahr im Basisjahr to absolut in kWh bzw. MJ

$GK(t)$ Auf das Basisjahr normierter Index des spez.Verbrauchs im Jahr t aufgrund sich ändernder Durchschnittsgrösse der Privathaushalte bei unterschiedlicher (aber im Zeitablauf konstanter) Nutzungs- bzw. Verbrauchsintensität b_g in den einzelnen Haushaltsgrössenklassen PHH_g:

$$GK(t) = \left[\sum_g b_g * PHH_g(t) / \sum_g PHH_g(t)\right] / \left[\sum_g b_g * PHH_g(to) / \sum_g PHH_g(to)\right]$$

$TK(t)$ Auf das Basisjahr normierter Index des spezifischen Verbrauchs im Jahr t aufgrund der sich von Jahr zu Jahr ändernden technischen Qualität der Geräte und sich im Zeitablauf ändernder Altersstrukturen im Gerätebestand:

$$TK(t) = \left[\sum_v B_v(t) * TI_v / \sum_v B_v(t)\right] / \left[\sum_v B_v(to) * TI_v / \sum_v B_v(to)\right]$$

$B_v\ (t\ bzw.\ to)$ Gerätebestand der Altersklasse v zum Zeitpunkt t bzw. to (Basisjahr)

TI_k auf das Basisjahr normierter Index des technischen Verbrauchs aller im Jahr t-v verkauften Geräte, wobei

$$B_v(t) = B_v\ (t-v) * (1-s_v) \text{ mit}$$

s_v kumulierte Absterberate der Geräte vom Verkaufszeitpunkt t-v bis zum Zeitpunkt t

$RK(t)$ Veränderung (Index) der sonstigen Einflüsse auf den spezifischen Verbrauch im Jahr t, z.B. die Veränderung der durchschnittlichen Wohnungsgrösse bei Beleuchtung oder beim Hilfsenergieverbrauch für Pumpen, Brenner, Gebläse, die durchschnittliche Sehdauer pro Person und Tag bei Farb-TV, der Heizgradtage bei Kleinheizgeräten, der zunehmende Anteil der stand-by-Schaltungen bei Videogeräten o.ä.

Anhang 2

Anhang 2: Energieverbrauch und Kosten für energieverbrauchende Geräte/Anlagen/Bauten

1. Elektrogeräte

Die Analyse der Daten aus den 1994er und 1995er-Gerätestatistiken zeigt ebenso wie die Analyse der vorhandene Literatur, dass es im Haushaltsbereich nahezu unmöglich ist, Kostenkurven für elektrische Haushaltsgrossgeräte zu erstellen, die den isolierten funktionalen Zusammenhang zwischen spezifischem Energieverbrauch und Gerätekosten bzw. Energieminderverbrauch und Gerätemehrkosten eindeutig beschreiben - d.h. zumindest solange die spezifischen Verbräuche der Geräte die technisch bedingten Untergrenze nicht erreicht haben (z.B. braucht es für einen 60° Waschgang eben immer die Erwärmung einer Mindestmenge von Wasser von etwa 8 - 10° auf 60°, und diese Mindestmenge und Temperaturdifferenz bestimmen den minimalen Wärmebedarf, zu dem noch der für mechanische Arbeit notwendige Verbrauch hinzuaddiert werden muss) -.

Ähnlich wie beim Neubau oder bei Sanierungen im Gebäudebereich werden die Geräte trendmässig verbessert, auch bezüglich des Energieverbrauchs: Gleichzeitig werden jedoch häufig zusätzliche Ausstattungsmerkmale miteingebaut oder es erfolgt ein Übergang auf eine "bessere" Gerätegeneration, so dass ein allfälliger finanzieller Mehraufwand für sparsamere Geräte im Zeitablauf - sofern für einen bestimmten Gerätetyp mit definierter Ausstattung überhaupt vorhanden - eher abnimmt. Veränderte Produkteigenschaften, die auch mit deutlichen Änderungen des spezifische Energieverbrauchs verbunden sein können, kostenmässig ausschliesslich der Energieeinsparung zuzurechnen (wie etwa beim Übergang vom konventionellen Herd auf Keramikplatten, Ceranfelder oder Induktionsherde), wäre unredlich.

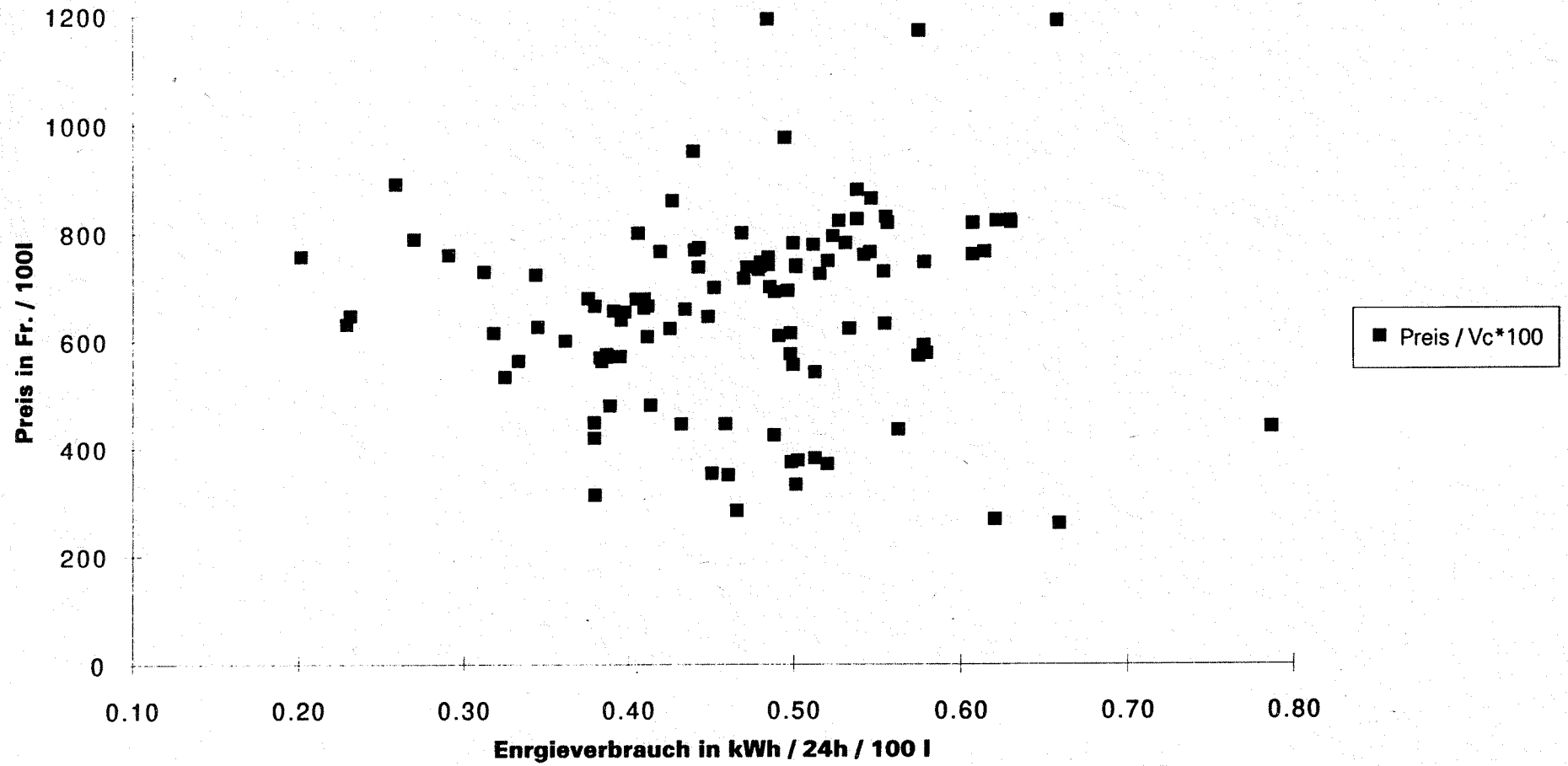
Auch die Elektroindustrie bzw. die ihr nahestehenden Verbände und Organisationen rechnen für die nächsten 20 Jahre für die meisten Grossgeräte mit erheblichen spezifische Einsparungen, ohne den Kostenaspekt dieser Massnahmen überhaupt zu erwähnen oder gar als Engpass zu sehen. Deshalb scheinen weniger die Kosten bzw. die Kostenerhöhungen problematisch, sondern die Frage, wie sich - wenn das Preissystem als Anreizsystem für Einsparungen nicht optimal funktioniert - dennoch sicherstellen lässt, dass die technisch machbaren Effizienzverbesserungen möglichst schnell realisiert werden und die (restriktiv wirkenden) verhaltensbedingten Einflüsse abnehmen (z.B. via Vorgabe von Verbrauchszielwerten).

Die in den nachstehenden Grafiken dargestellten Abhängigkeiten des Energieverbrauchs der Haushalts-Elektrogrossgeräte zeigen nur in zwei Fällen das zu erwartende Ergebnis, dass die teureren Geräte auch die sparsameren sind (Gefriertruhen ab 150 l, Geschirrspüler mit 8 und mehr Massgedecken) : in allen anderen Fällen sind nur mehr oder minder deutliche Punktwolken oder -scharen (durch die sich beliebig viele, aber statistisch nicht signifikante Kurven bzw. Funktionen legen lassen) ohne einen ausgeprägten Zusammenhang zwischen Verkaufspreis und Energieverbrauch zu sehen. Sehr häufig ergibt sich bei einfachem Regressionsansatz rechnerisch sogar der umgekehrter Zusammenhang: Je höher der Verkaufspreis, desto grösser der spezifische Verbrauch. Dies mag im einen oder anderen Fall sogar erklärlich sein (etwa durch zusätzliche Funktionsvielfalt), weist u.E. aber eher darauf hin, dass einerseits der Energieverbrauch weder dominanter Faktor bei der Gerätekonzeption/-produktion noch beim Verkauf ist und dass andererseits bei einzelnen Geräten unterschiedliche Ausstattungen massgeblich für die unterschiedlichen spezifischen Energieverbräuche sind und wohl weniger die direkte Abhängigkeit der spezifischen Verbräuche von den Gerätekosten (z.B. Kochherde, Backöfen).

Den Szenarien liegen deshalb keine eindeutigen Kostenzusammenhänge zugrunde. Statt dessen werden die technischen Verbesserungsmöglichkeiten, soweit sie für die einzelnen Grossgeräte derzeit absehbar sind, als dynamische Vorgaben für Verbrauchszielwerte benutzt, wobei in Szenario II a und II b gleiche Vorgaben benutzt werden, die im Zeitablauf - im Gegensatz zu Szenario I - dynamisch "verschärft" werden (Anpassung an den technischen Fortschritt).

Die im Anschluss an diesen Text aufgelisteten Grafiken verdeutlichen die im allgemeinen wenig eindeutigen Zusammenhänge zwischen (spezifischen) Gerätekosten und (spezifischen) Energieverbräuchen.

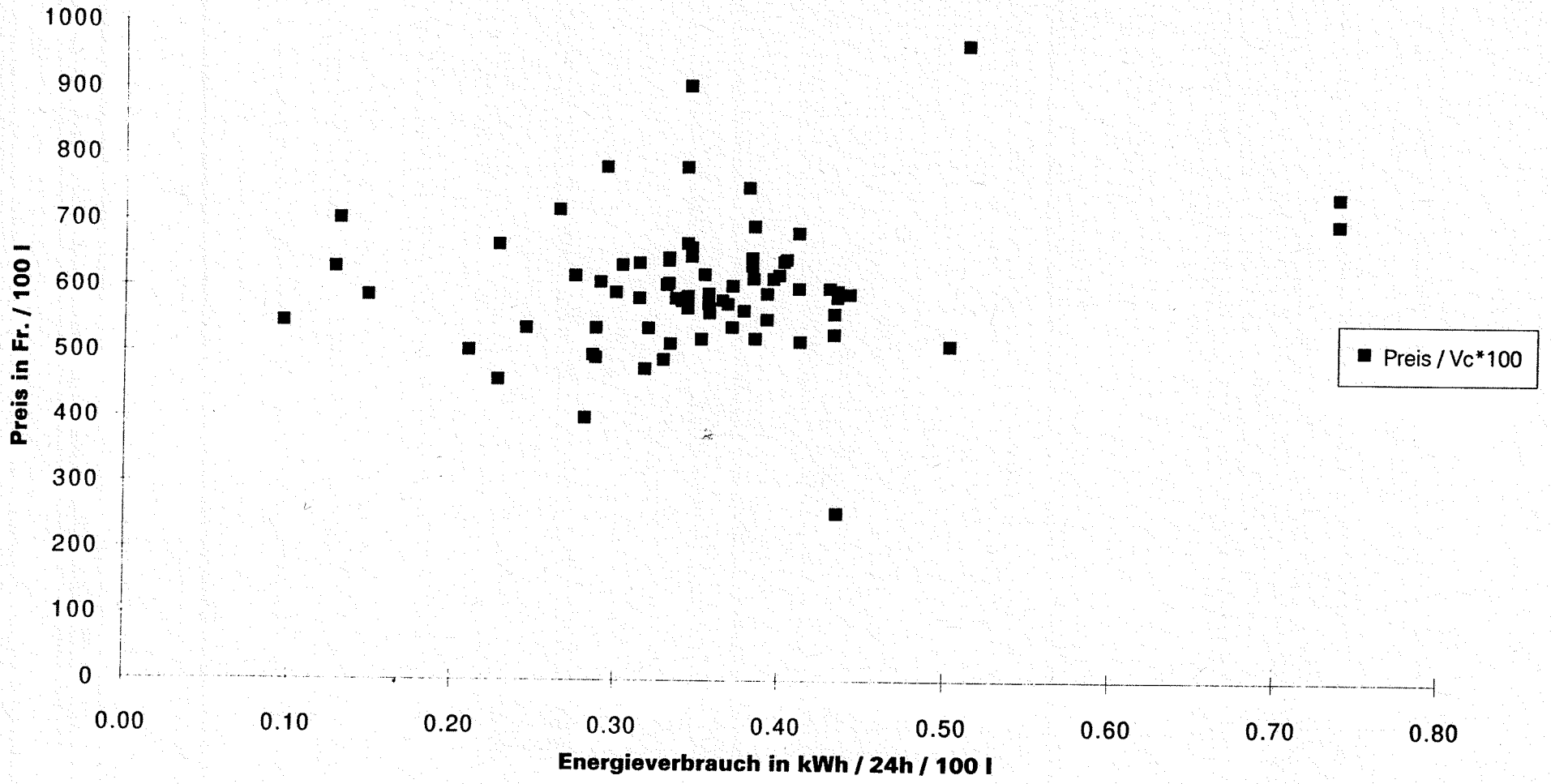
Spez. Stromverbrauch in Abhängigkeit des Verkaufspreises
Kühlschränke von 120 bis 180 Liter Inhalt



Intep/3367/12/KUEHLSCH Chart 6b
28.2.96/gug/md

Stand: 15.6.95

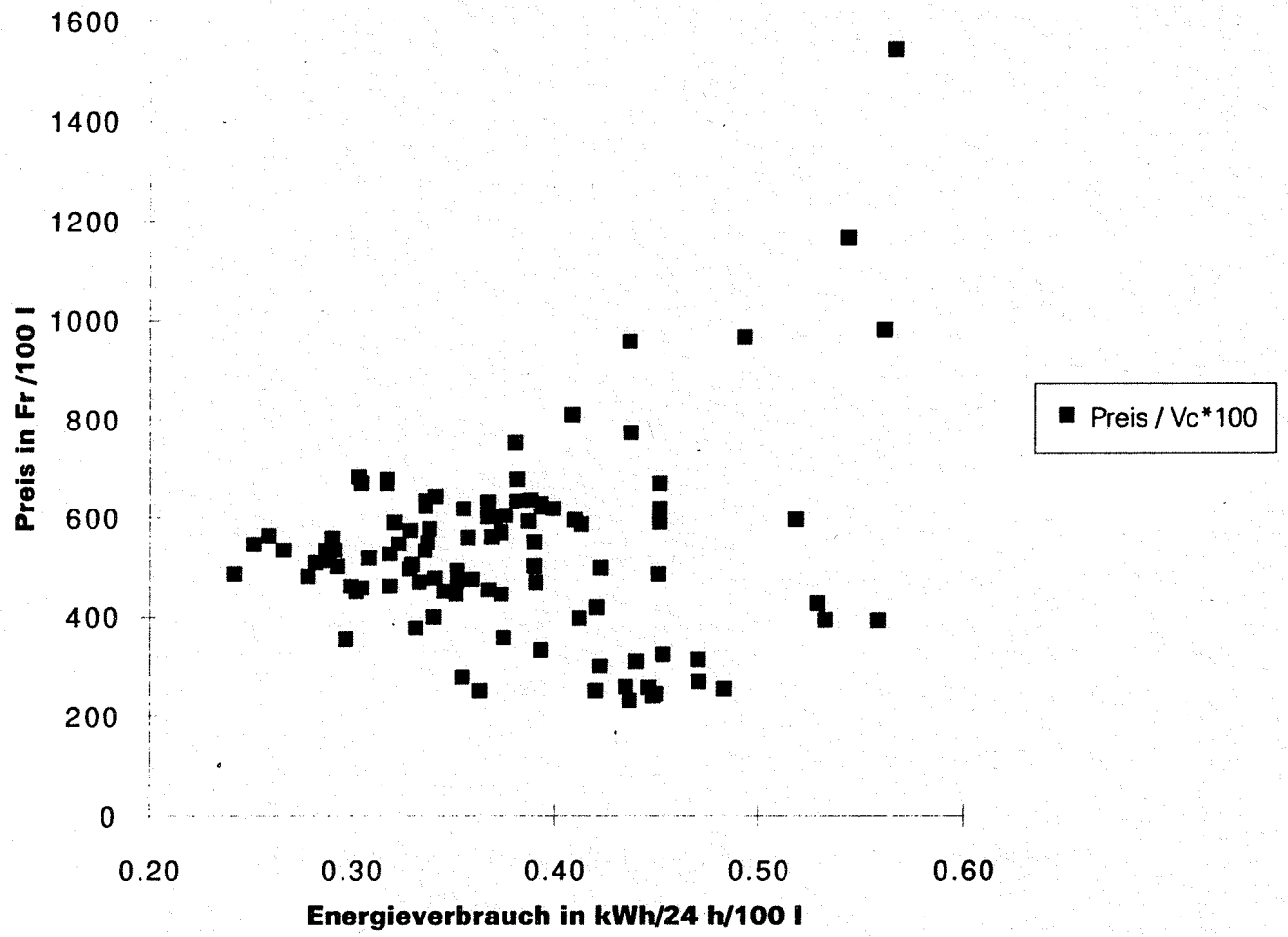
Spez. Stromverbrauch in Abhängigkeit des Verkaufspreises
Kühlschränke über 180 Liter Inhalt



Intep/3367/12/KUEHLSCH Chart 5b
5.3.96/gug/md

Stand: 15.6.95

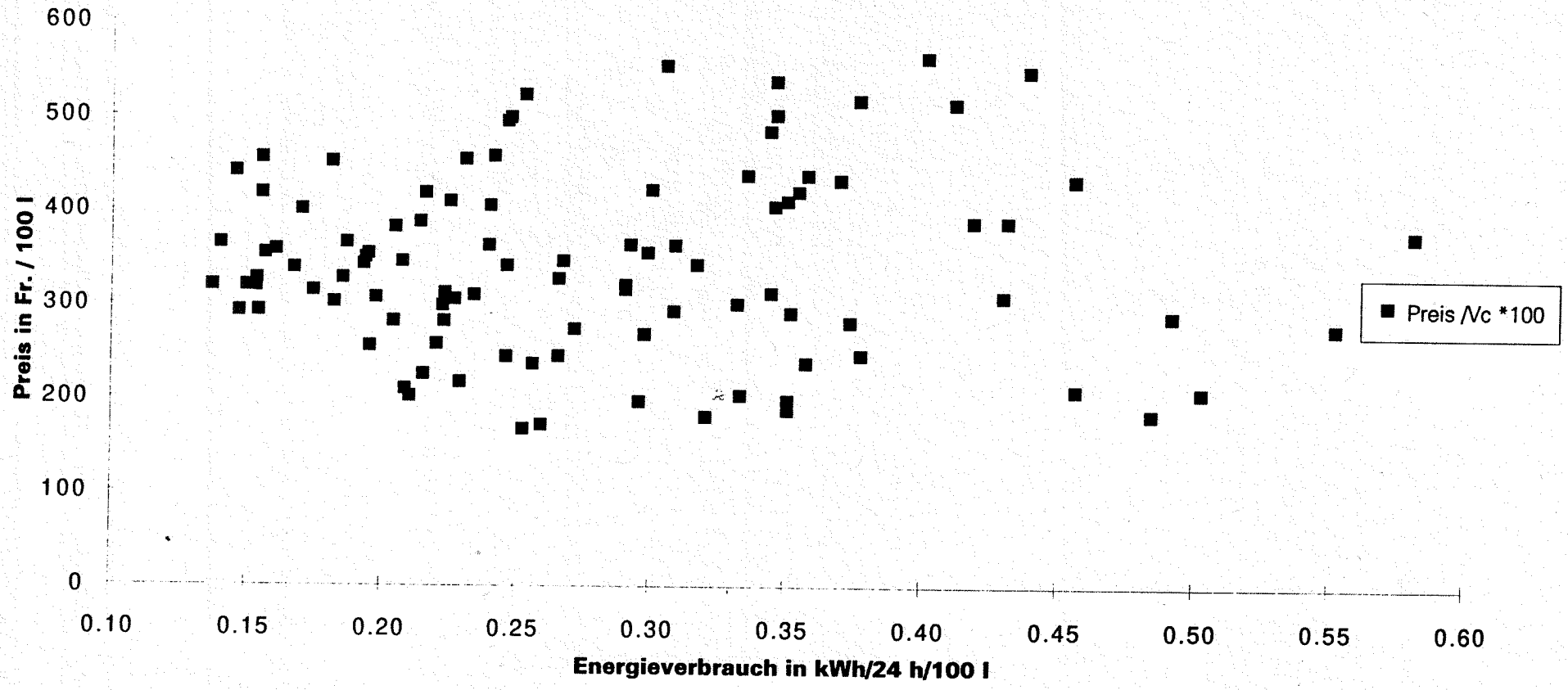
Spez. Stromverbrauch in Abhängigkeit des Verkaufspreises
Kühl- und Gefrierkombinationen



Intep/3367/12/KGKOMBIN Chart 1b
28.2.96/gug/md

Stand: 15.6.95

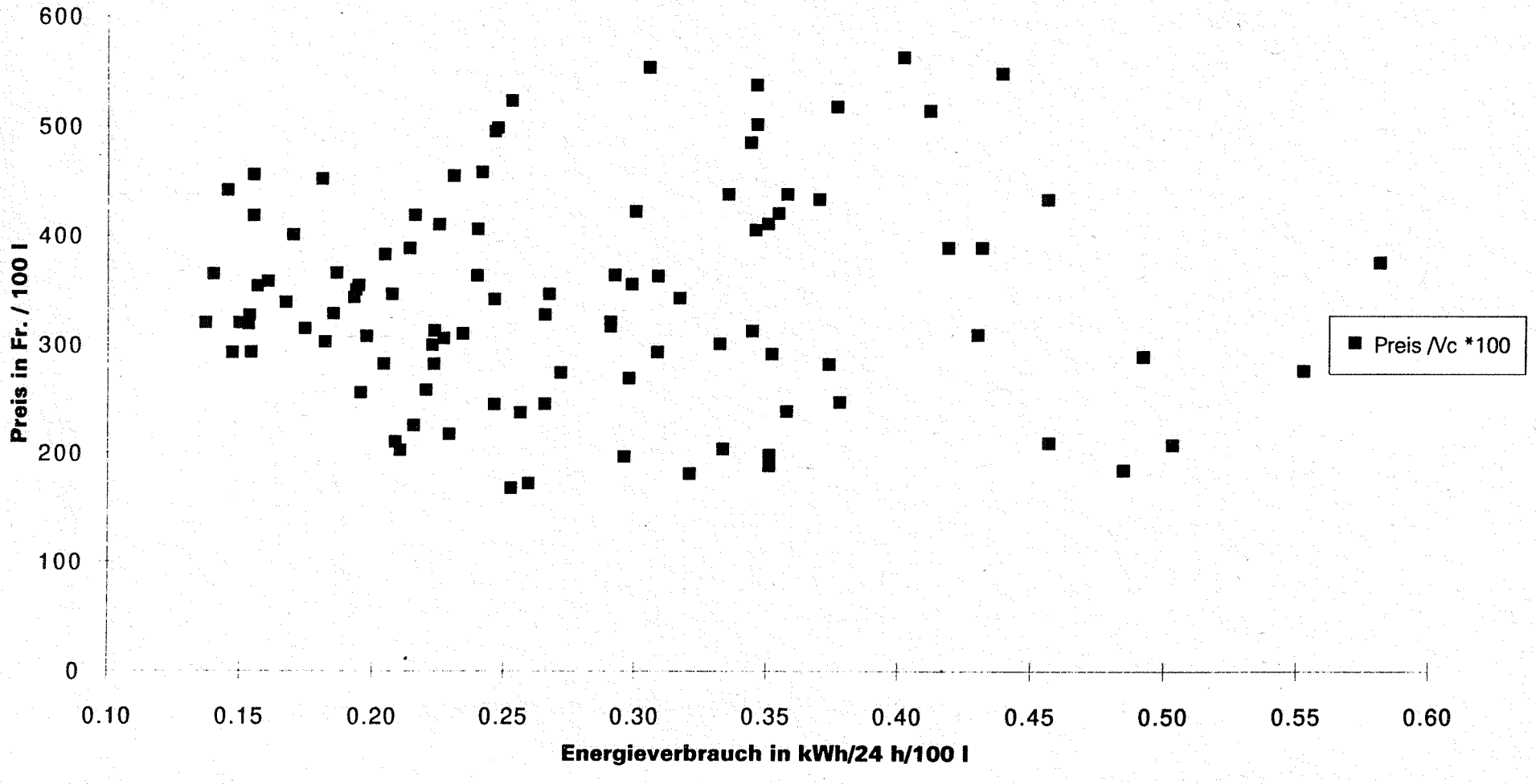
Spez. Stromverbrauch in Abhängigkeit des Verkaufspreises
Gefrierschränke ab 94 Liter Inhalt



Intep/3367/12/FRIERGER Chart 1b
28.2.96/gug/md

Stand: 15.6.95

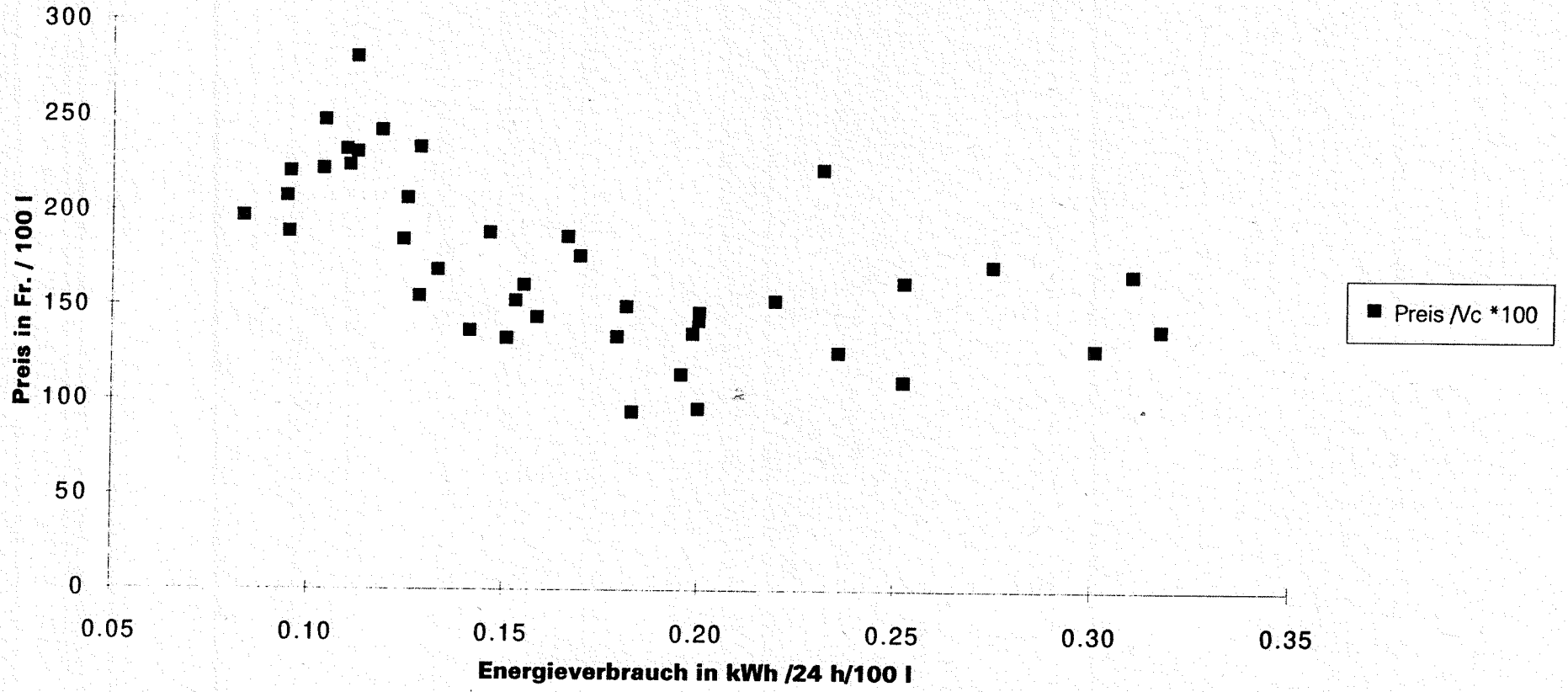
Spez. Stromverbrauch in Abhängigkeit des Verkaufspreises
Gefrierschränke ab 90 Liter Inhalt



Intep/3367/12/FRIERGER Chart 1b
5.3.96/gug/md

Stand: 15.6.95

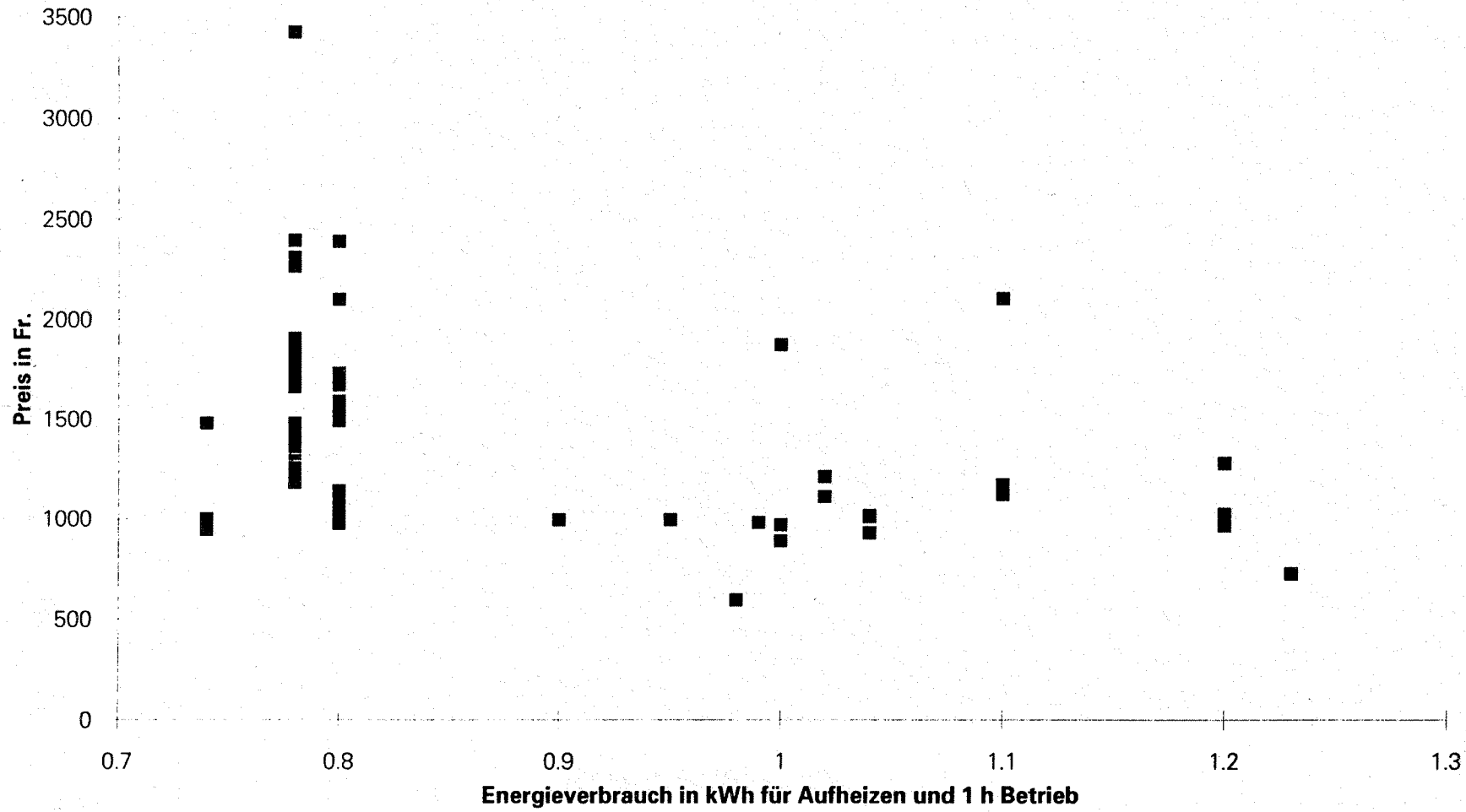
Spez. Stromverbrauch in Abhängigkeit des Verkaufspreises
Gefrier-Truhen ab 150 l Inhalt



Intep/3367/12/FRIERGER Chart 2b
28.2.96/gug/md

Stand: 15.6.95

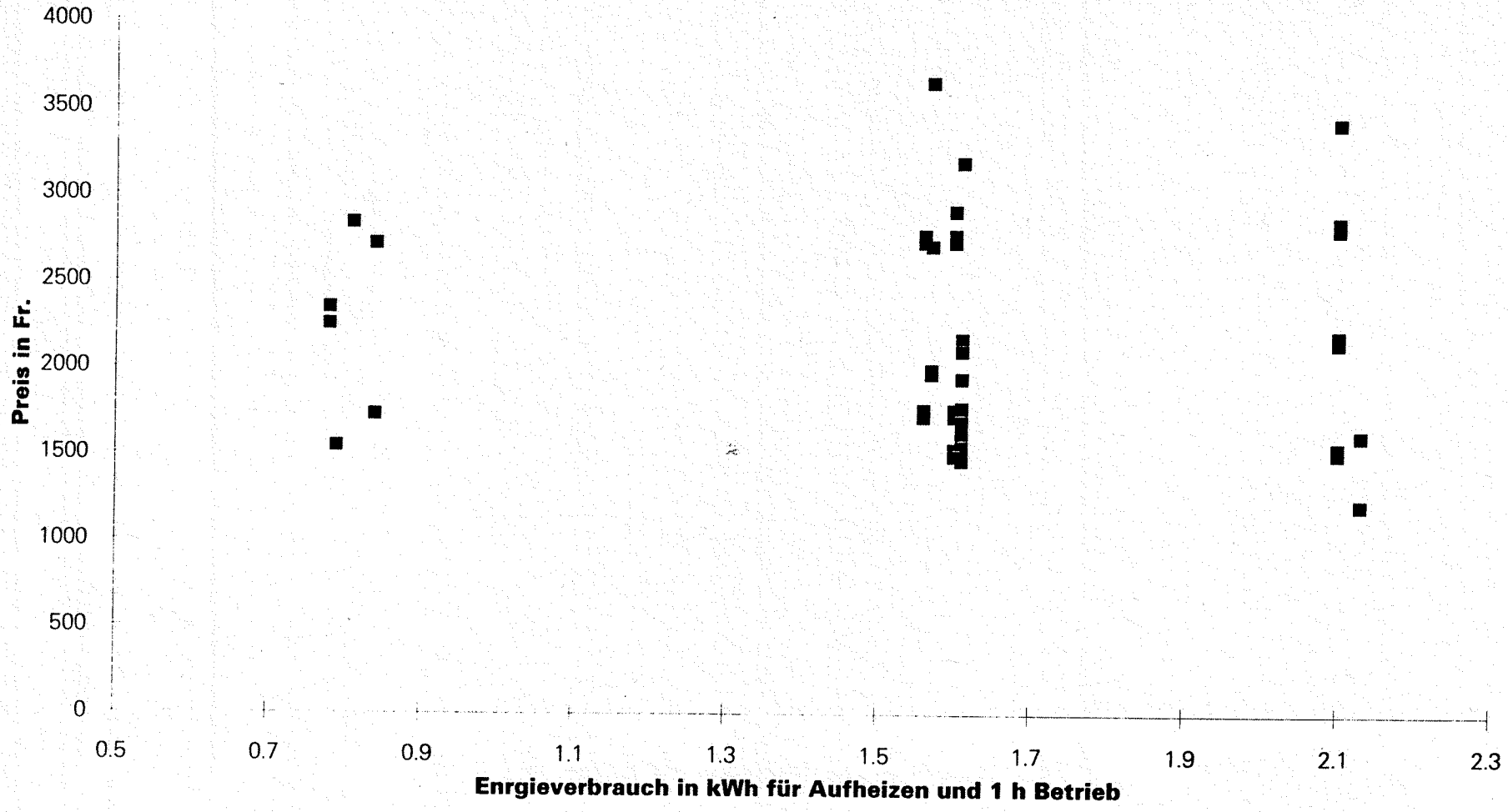
Spez. Stromverbrauch in Abhängigkeit des Verkaufspreises
Kochherd konventionell, Unter- und Oberhitze



Intep/3367/12/BACKHERD Chart 1b
28.2.96/gug/md

Stand: 15.6.95

Spez. Stromverbrauch in Abhängigkeit des Verkaufspreises
Kochherd konventionell und heissluft



Intep/3367/12/BACKHERD Chart 2b
5.3.96/gug/md

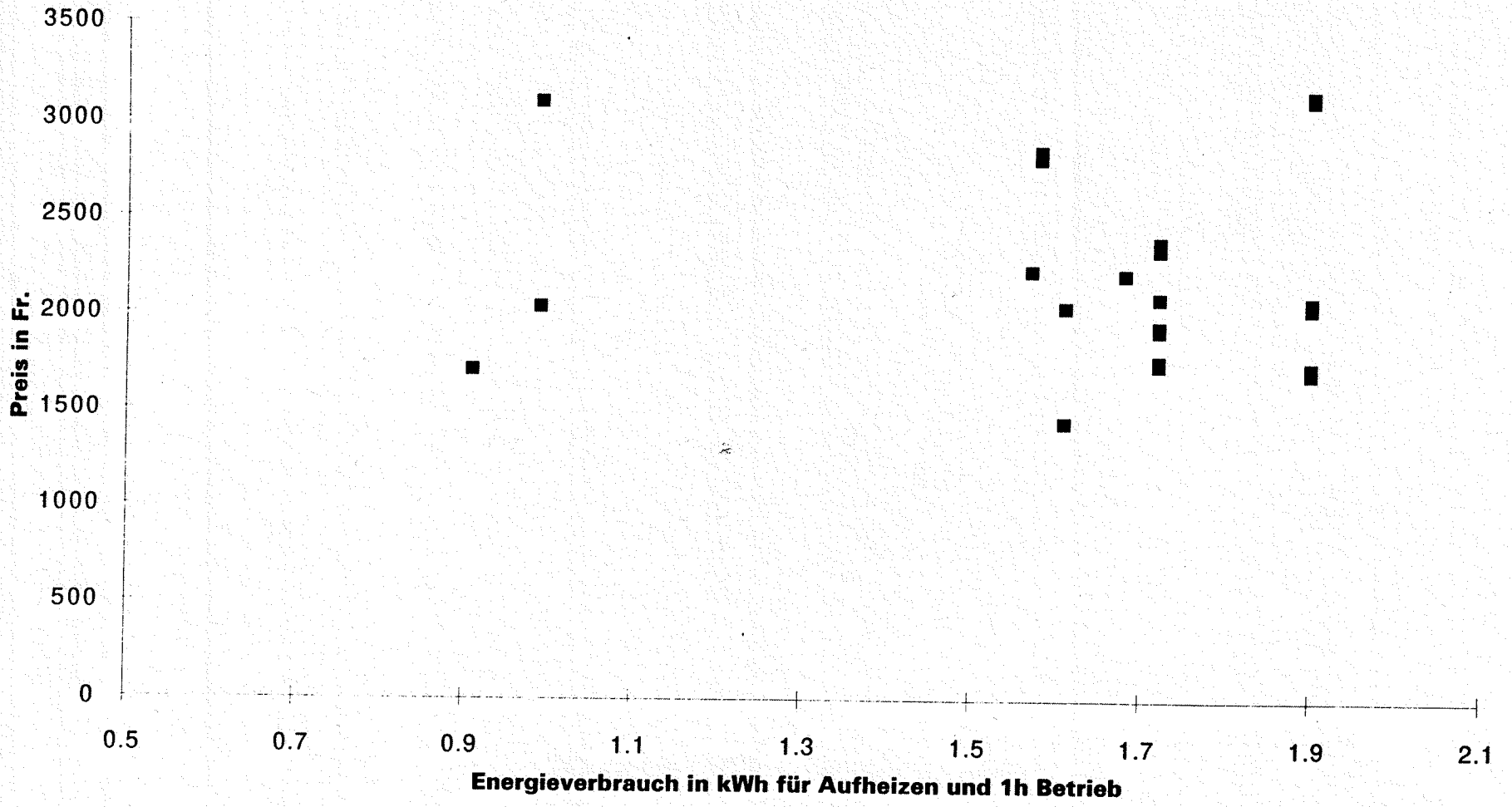
Stand: 15.6.95

Spez. Stromverbrauch in Abhängigkeit des Verkaufspreises
Nur Backofen konventionell und heissluft

Intep/5.3.96/3367/12/BACKHERD Chart 3b
5.3.96/gug/md

Stand: 15.6.95

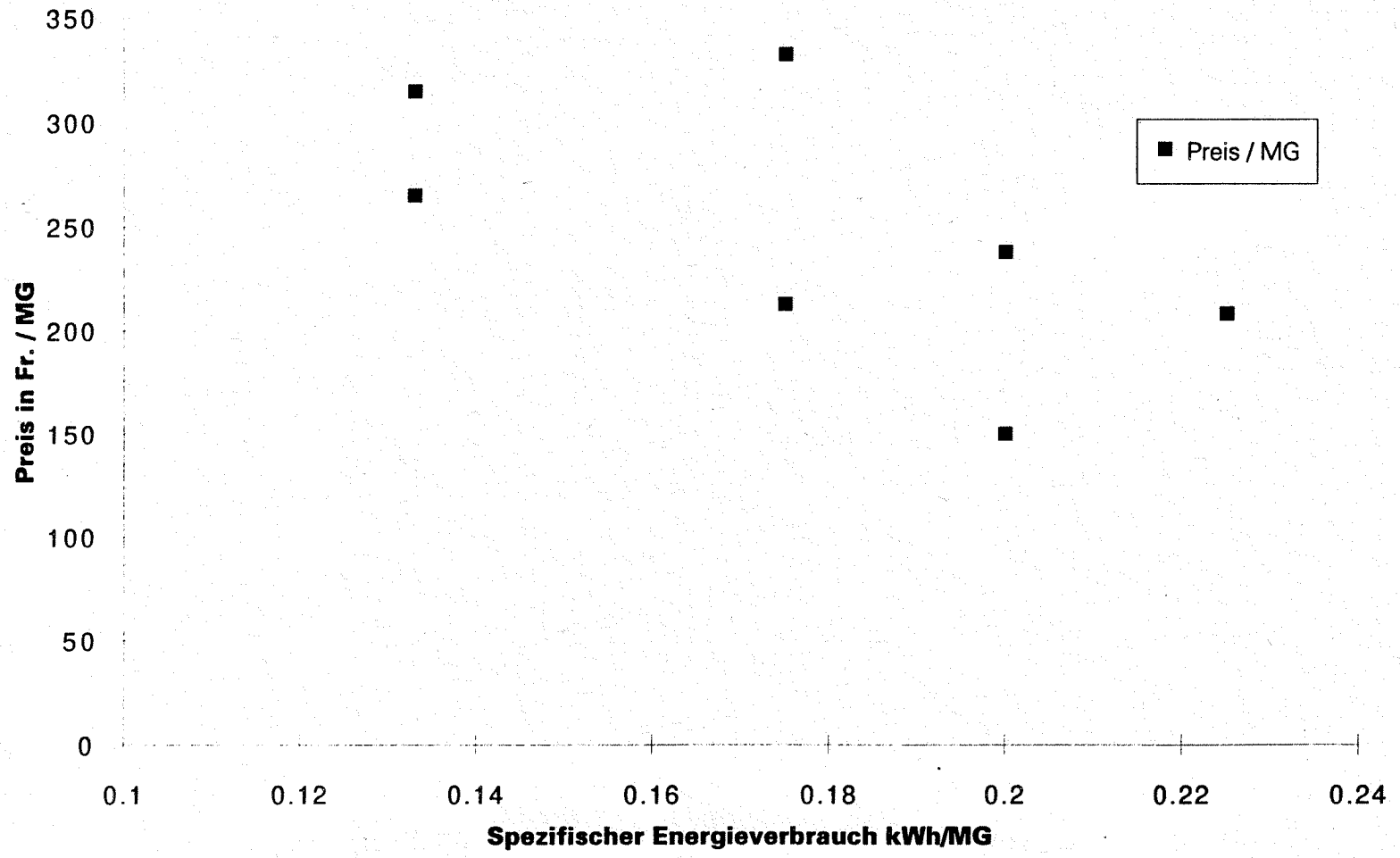
Spez. Stromverbrauch in Abhängigkeit des Verkaufspreises
Nur Backofen konventionell, heissluft, mit Ventilator



Intep/3367/12/BACKHERD Chart 4b
5.3.96/gug/md

Stand: 15.6.95

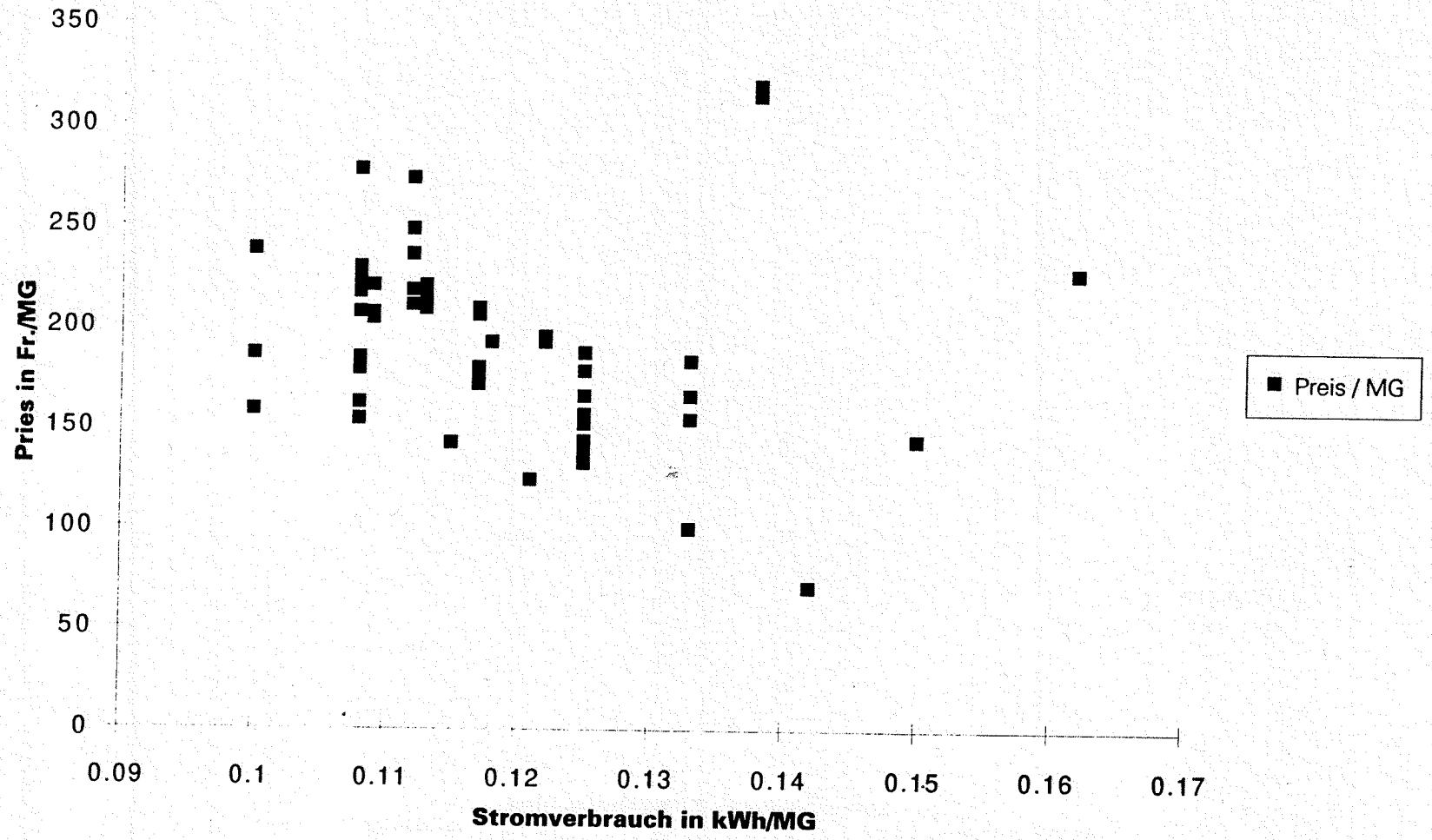
Spez. Stromverbrauch in Abhängigkeit des Verkaufspreises
Geschirrspüler < 8 Massgedecke (MG)



Intep/3367/12/GESCHIRR Chart 3b
28.2.96/gug/md

Stand: 15.6.95

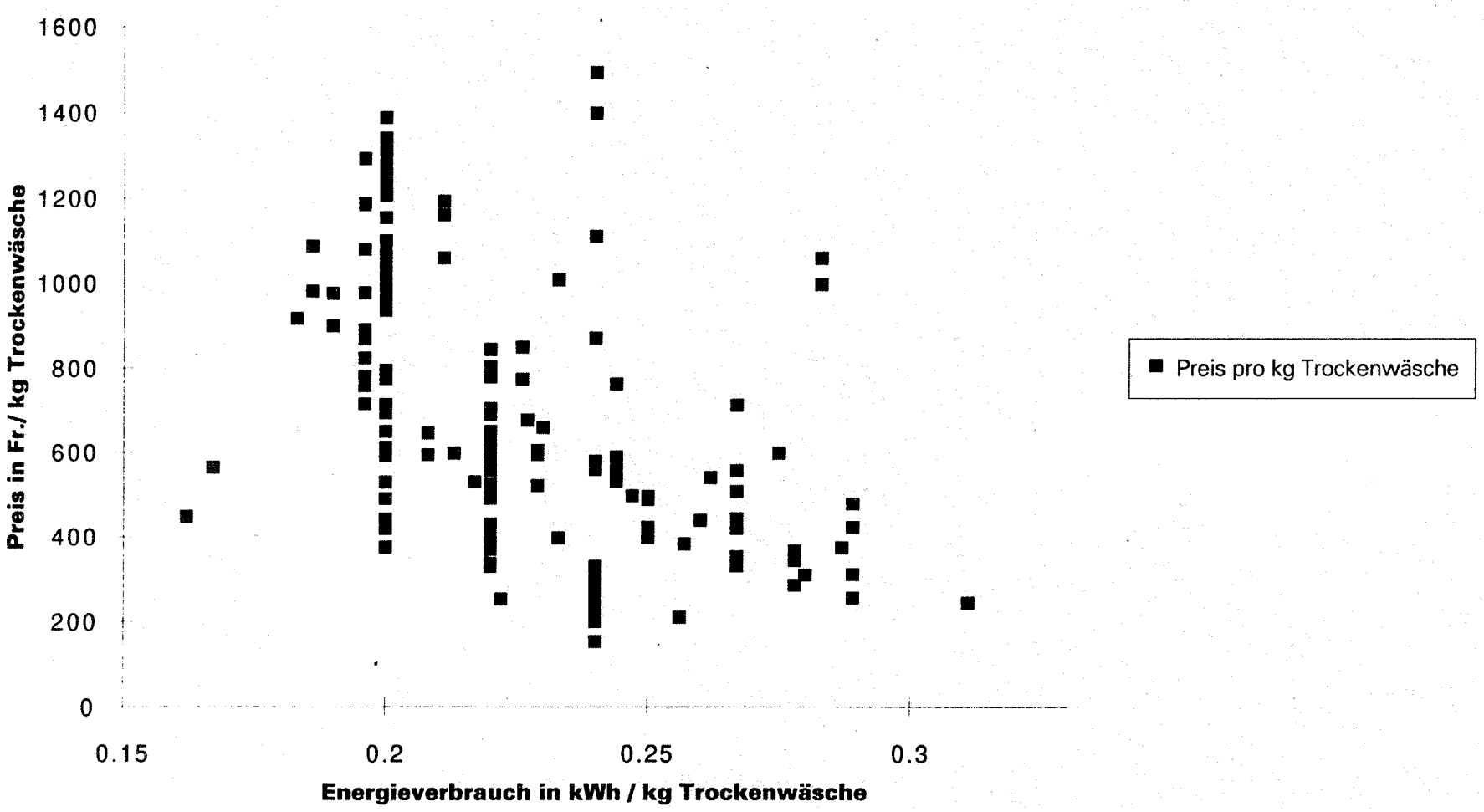
Spez. Stromverbrauch in Abhängigkeit des Verkaufspreises
Geschirrspüler >= 8 Massgedecke (MG)



Intep/3367/12/GESCHIRR Chart 4b
28.2.96/gug/md

Stand: 15.6.95

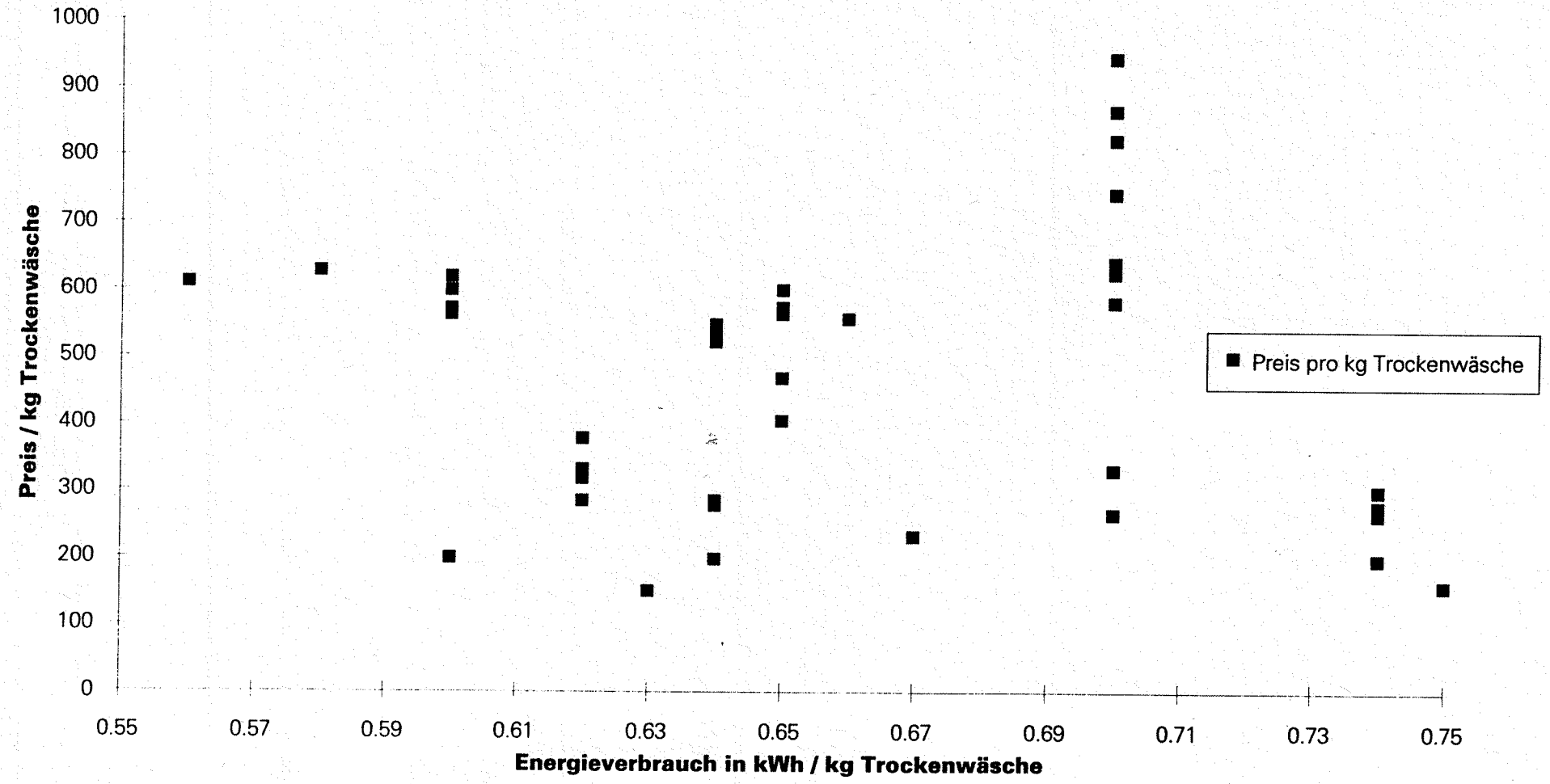
Spez. Stromverbrauch in Abhängigkeit des Verkaufspreises
Waschmaschinen



Intep/3367/12/WASCHEN Chart 1b
28.2.96/gug/md

Stand: 15.6.95

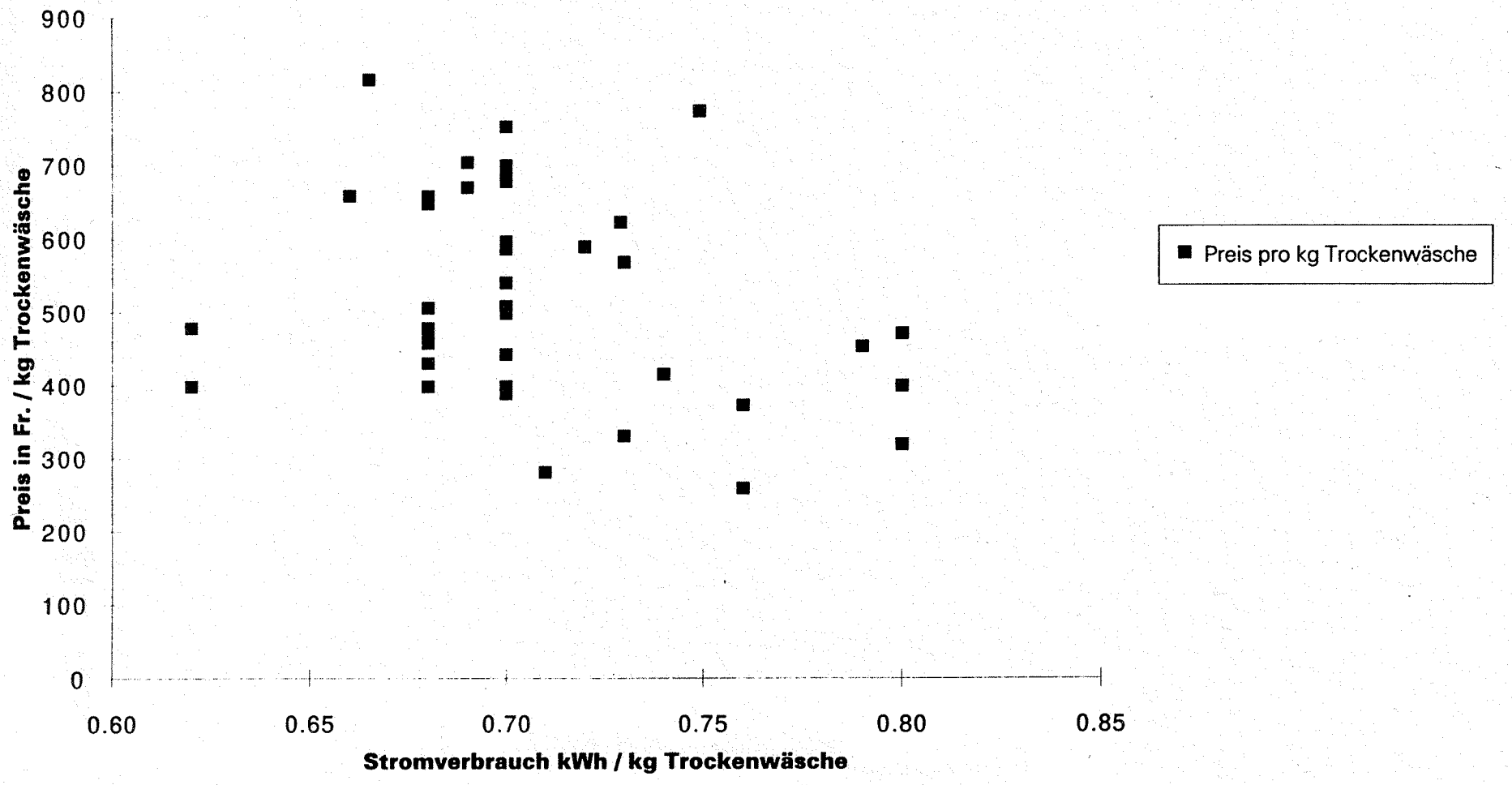
Spez. Stromverbrauch in Abhängigkeit des Verkaufspreises
Wäschetrockner Abluftkondensation



Intep/3367/12/TROCKNER Chart 1b
5.3.96/gug/md

Stand: 15.6.95

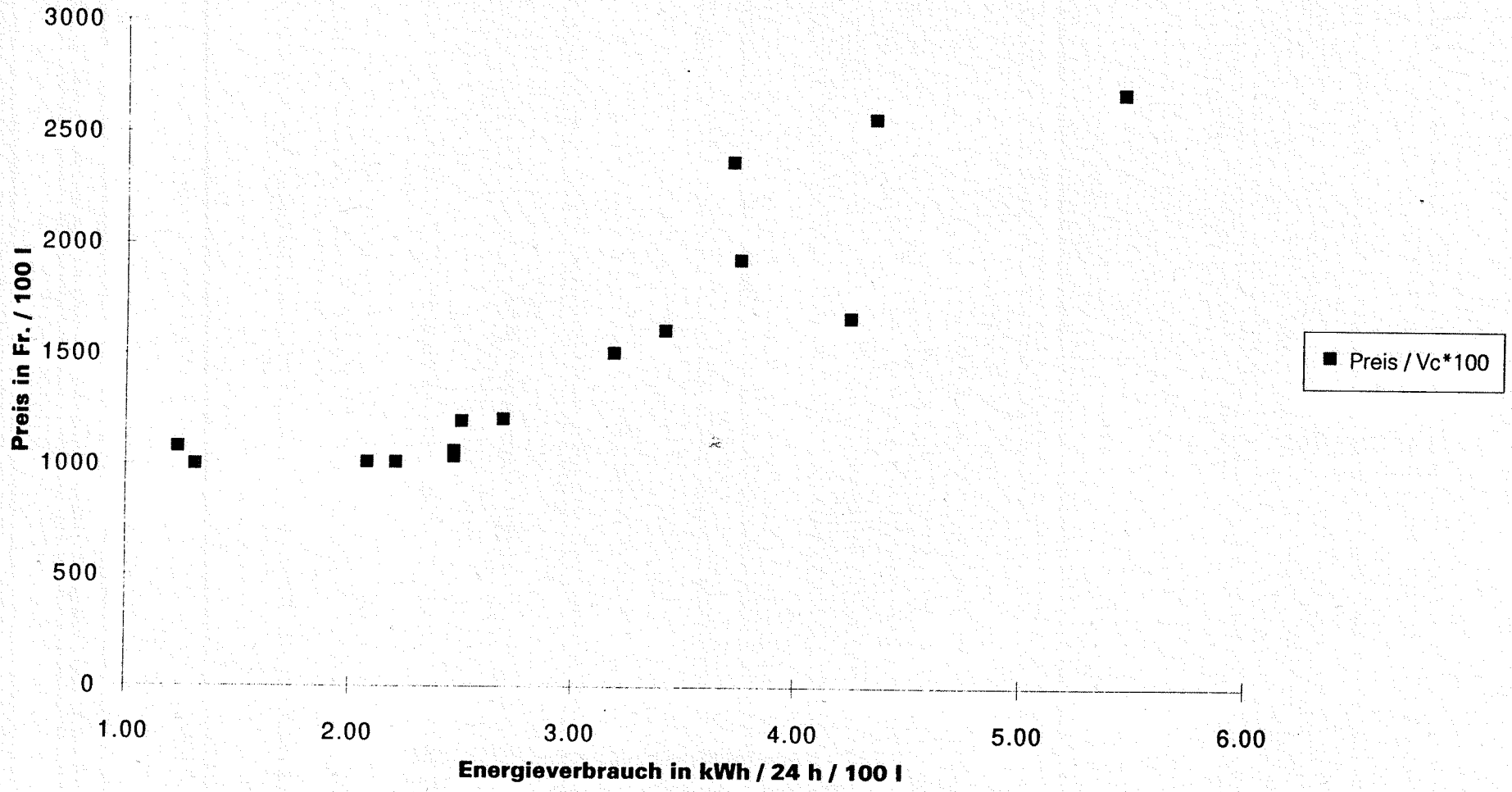
Spez. Stromverbrauch in Abhängigkeit des Verkaufspreises
Wäschetrockner Luftkondensation



Intep/3367/12/TROCKNER Chart 2b
5.3.96/gug/md

Stand: 15.6.95

Spez. Stromverbrauch in Abhängigkeit des Verkaufspreises
Kühlschränke bis 120 l Inhalt



Intep/3367/12/KUEHLSCH Chart 4b
5.3.96/gug/md

Stand: 15.6.95

2. Heizanlagen

Bei den Heizanlagen hat sich der Wirkungs- bzw. Nutzungsgrad in der

Vergangenheit ständig erhöht, ohne dass damit spürbare reale Heizanlagen-Teuerungen eingetreten wären. Selbst bei deutlichen Wirkungs- bzw. Nutzungsgraderhöhungen wie im Gasbereich durch die Nutzung der Brennwerttechnik halten sich die Mehrkosten in Grenzen, so dass zu erwarten ist, dass sich auch diese Technik zunehmend im Bestand niederschlägt, zumal dann, wenn sich die Mehrinvestition wirtschaftlich und umweltbelastungsmässig "rechnet ".

Auch für die zukünftige Entwicklung gehen wir davon aus, dass die technischen Wirkungsgrade weiter - wenn auch in immer kleineren Schritten - zunehmen und damit auch die mittleren Nutzungsgrade der Heizanlagen steigen werden, ohne dass diese Verbesserungen zu nicht finanzierbaren Mehrbelastungen führen würden. Stehen wie bei Gas mehrere Alternativen mit unterschiedlicher Effizienz zur Auswahl, so hilft im Regelfall eine (mehr oder weniger ausgeprägte oder überschlägig berechnete) Wirtschaftlichkeitsrechnung unter Berücksichtigung des Liquiditätsentzuges, das "richtige" System zu finden. Gleiches gilt dann, wenn ein eventueller Systemwechsel ansteht: auch hier helfen statische oder dynamische Wirtschaftlichkeitsrechnungen, die besten Systeme unter Berücksichtigung aller Kosten (Kapital-, Energie-, Wartung- und Instandhaltungskosten) einschl. der Umweltbelastungsaspekte zu finden.

Unter einem Gesichtspunkt spielt der Kostenaspekt überhaupt keine Rolle: Steht ein Austausch bevor, weil die Altanlage defekt ist, so muss diese zwangsläufig ersetzt werden und zwar durch eine dem Stand der Technik entsprechende Anlage, und diese hat in aller Regel einen deutlich höheren Wirkungsgrad. Anlagen mit dem Wirkungsgrad "von vor 15 Jahren" gibt es nicht mehr, und zwar unabhängig vom Kostenaspekt.

3. Neubauten und Sanierungen

Ausgehend von den Kosten des Neubaus (Ein-/Zweifamilienäuser bzw. Mehrfamilienhauswohnung) bzw. den (energetischen) Basiskosten einer heutigen Vollsanierung von Wohnungen in Ein-/Zwei- bzw. Mehrfamilienhäusern werden auf der Basis vorhandener Literaturangaben die Mehrkosten in Ansatz gebracht, die entstehen, wenn Baumassnahmen durchgeführt werden, die über das in Szenario I zugrundegelegte Mass hinausgehen und den Heizenergiebedarf stärker reduzieren als dort unterstellt.

Neubau

Ein heutiges Einfamilienhaus mit dem z.Zt. wohl realisierten durchschnittlichen Heizenergiebedarf von ca. 310 MJ/m^2*a (Modellwert für Gebäude des Jahres 1995) erfordert spezifische Gesamtkosten von ca. 450.000.- Fr. ohne Grundstück bei ca. 180 m^2 EBF, d.h. rund 2500.- Fr./m^2 EBF. Davon ausgehend werden die Zusatzkosten in Rechnung gebracht, die für ein sogenanntes "Niedrigstheizenergiehaus" aufgebracht werden müssen. Je nach Datenquelle liegen die Zusatzkosten für die "Niedrigstheizenergiehäuser" bei 25% - 33% der Gesamtkosten (Rechenwert 30%). Das entspricht 625.- bis 835.- Fr./m^2 investiven Zusatzkosten (Rechenwert 750 Fr./m^2) , um den Heizenergiebedarf auf sehr niedrige Heizenergiebedarfswerte zu bringen. Damit liegen die Eckwerte einer Kostenkurve fest, die - ausgehend vom heutigen Niveau - den Kostenweg zum Niedrigstheizenergiehaus" beschreiben.

Wie aus der Tabelle zu erkennen ist, halten sich die Zusatzkosten für geringere Heizenergiebedarfe als 310 MJ/m^2*a in Grenzen, solange nicht Niedrigst-Heizenergiebedarfe gefordert werden. Die Tabelle gibt den Kostenstand für 1995 wieder. Aufgrund der allgemeinen Teuerung auch im Baugewerbe kann damit gerechnet werden, dass die durchschnittlichen Investitionskosten mittel- und v.a. längerfristig real ansteigen, weil die Qualitätsanforderungen an Ausstattung und energetischen Mindeststandards eher zunehmen als abnehmen werden.

Modell - Ein-/Zweifamilienhaus

Verbleibender Heizenergie-bedarf MJ/m^2	Einsparung MJ/m^2	Zusatzkosten absolut kumuliert absolut in Fr.	Zusatzkosten absolut in Fr. pro 10 MJ/m^2*a Einsparung	Investitions-kosten in Fr./m^2	Zusatzkosten (Annuität) in Fr./GJ Einsparung
310	0			2500	
300	10	77	77	2500	1,9
290	20	312	234	2502	5,8
280	30	760	449	2504	11,1
270	40	1471	711	2508	17,6
260	50	2487	1016	2514	25,2
250	60	3847	1360	2521	33,7
240	70	5587	1740	2531	43,2
230	80	7741	2155	2543	53,4
220	90	10343	2601	2557	64,5
210	100	13422	3079	2575	76,4
200	110	17008	3586	2594	89,0
190	120	21130	4122	2617	102,2
180	130	25815	4685	2643	116,2
170	140	31090	5275	2673	130,9

Aus diesen Gründen "verschieben" sich die Kostenkurven im Zeitablauf: die Baukosten für ein gleich grosses Gebäude nehmen zu, gleichzeitig sinkt der spezifische Heizenergiebedarf. Die nachstehenden Tabellen legen die Berechnungen für Neubauten von Ein-/Zweifamilienhäusern und Wohnungen in Mehrfamilienhäusern für drei Stichjahre (1995, 2010 und 2025) mit den den Berechnungen zugrundeliegenden Annahmen (Investitionskosten, Gebäude- bzw. Wohnungsgrössen, Heizenergiebedarfe, zusätzlichen Kosten für energiesparendes Bauen, Zinssatz und Lebensdauer, Energiepreise, Wirkungsgraden der Heizsysteme) offen.

Die Berechnungen zeigen, dass bei den niedrigen derzeitigen Energiepreisen bereits sehr geringe absolute zusätzliche Investitionskosten unter dem Aspekt der Wirtschaftlichkeit, d.h. unter Berücksichtigung der eingesparten Energiekosten, "unwirtschaftlich" werden. Dies gilt zumindest solange, wie die Energiepreise wie in den Szenarien I und IIa niedrig bleiben. Allerdings verschiebt sich diese Wirtschaftlichkeitsgrenze aus oben erwähnten Gründen im Zeitablauf. Bei Äquivalenzpreisen (unter Berücksichtigung der zu bezahlenden Verluste für die Transformation von Energie in Wärme) für Oel bzw. Gas von 8,4 bzw 15,4 Fr./GJ in 1995 und von 14,1 bzw. 18 Fr./GJ in 2025 "lohnen" sich zusätzliche Investitionen in ein energiesparenderes Gebäude gegenüber dem Status-Quo zumindest unter streng wirtschaftlichen

Kriterien (ohne Berücksichtigung der damit induzierten Umweltminderbelastung) nur sehr begrenzt, wie die Gegenüberstellung der annuitätischen Zusatzkosten mit den Energieäquivalenzpreisen zeigt. Dies gilt sowohl für den Ein-/Zwei- wie auch für den Mehrfamilienhaus-Neubau. Dies ist der Hauptgrund dafür, dass in Szenario I (mit den bereits beschlossenen Massnahmen der Energiepolitik) die Reduktion der Heizenergiebedarfe nur sehr moderat ist. In Szenario II a führt eine beabsichtigte, aktivere Energiepolitik dazu, dass Grenz- und Zielwerte dynamisch verschärft werden, was geringere Heizenergiebedarfe zur Folge hat.

Für Wohnungen in Mehrfamilienhäusern gelten prinzipiell dieselben Überlegungen. Die Ergebnisse sind den entsprechenden Tabellen zu entnehmen.

Sanierungen (energetisch)

Analog zum Vorgehen bei Neubauten werden für die energetische Sanierung von Wohnungen bzw. Gebäuden die Zusatzkosten ermittelt, die entstehen, wenn über das in Szenario I zugrundegelegte Ausmass hinaus Energie pro Sanierungsfall gespart wird. Die Kosten beinhalten ausschliesslich Kosten für Energiemassnahmen, wobei jeweils zu Grenzkosten und nicht zu Vollkosten gerechnet wird. Ein Beispiel mag dies erläutern: Die energetische Sanierung umfasse Dach-, Keller- und Aussenwandisolation mit 6 cm Stärke. Diese reduzieren den Heizenergieverbrauch von z.B. 450 auf 320 MJ/m^2*a. Wird nun statt 6 cm Isolation 10 cm stark isoliert, so werden nur die dafür notwendigen Mehrkosten in Ansatz gebracht.

Die Annuität dieser Mehrkosten wird der Energieeinsparung (bzw. den vermiedenen Energiekosten) gegenübergestellt. Solange die annuitätischen Mehrkosten pro eingespartes GJ Heizenergie kleiner sind als der Energiepreis pro GJ (unter Einschluss der Anlagen- und Verteilverluste), ist die Massnahme unter rein wirtschaftlichen Kriterien "rentabel".

Die nachstehenden Tabellen zeigen die Berechnungsgrundlagen für die Sanierung von Energiebezugsflächen in Ein-/Zwei- und Mehrfamilienhäusern.

Wie die Ergebnisse zeigen, sind Sanierungsmassnahmen unter rein wirtschaftlichen Kriterien i.allg. nicht rentabel, wenn das heutige Energiepreisniveau zugrundegelegt wird. Allerdings stehen bei Sanierungen ausschliesslich energetische Aspekte in den seltensten Fällen im Vordergrund, so dass auch die rein betriebswirtschaftliche Rentabilität von zusätzlichen

energiesparenden Massnahmen nicht primär entscheidend ist, ob energetisch dem "Standard" entsprechend oder besser saniert wird.

Die Ergebnisse sind in der gleichen Art dargestellt wie für Neubauten.

Neubau - Ausgangssituation 1995

		EBF (m2)	Baukosten insgesamt(SFr)	pro m2 (SFr)	Heizwärmebedarf (MJ/m2*a)
Ausgangswerte 1995	EFH	180	450000	2500	310
	MFH	115	287500	2500	260
	VWgeb.	2000	5000000	2500	230
Energiekosten 1995	Oel	30 SFr/ 100kg		0,0072 SFr/MJ	7,2 SFr/GJ
	Gas	0,05 SFr/kWh		0,0139 SFr/MJ	13,9 SFr/GJ
Nutzungsgrad 1995	Oel	0,85			8,43 SFr/GJ
	Gas	0,9			15,43 SFr/GJ

Realwertsteigerung/reale Baukostensteigerung pro m2 EBF p.a. knapp 1% 1995-2025
Zins 2 % , Lebensdauer 30 Jahre

ANNUITÄTSRATE 0,045

Neubau 1995 EFH

Heizenergiebedarf		Kosten 1995	Grenzkosten			Eingesparte Energiekosten		Oelpreis	Gaspreis
MJ/m2*a	GJ	insges. absolut Sfr	absolut Sfr	Annuität Sfr	Annuität Sfr/GJ	Oel Sfr	Gas Sfr	pro GJ incl.Anlagenverlust Sfr	pro GJ incl.Anlagenverlust Sfr
310	55,8	450000							
300	54,0	450077	77	3,5	1,9	15	28	8,4	15,4
290	52,2	450312	234	10,5	5,8	30	56	8,4	15,4
280	50,4	450760	449	20,0	11,1	46	83	8,4	15,4
270	48,6	451471	711	31,7	17,6	61	111	8,4	15,4
260	46,8	452487	1016	45,4	25,2	76	139	8,4	15,4
250	45,0	453847	1360	60,7	33,7	91	167	8,4	15,4
240	43,2	455587	1740	77,7	43,2	106	194	8,4	15,4
230	41,4	457741	2155	96,2	53,4	121	222	8,4	15,4
220	39,6	460343	2601	116,2	64,5	137	250	8,4	15,4
210	37,8	463422	3079	137,5	76,4	152	278	8,4	15,4
200	36,0	467008	3586	160,1	89,0	167	306	8,4	15,4
190	34,2	471130	4122	184,0	102,2	182	333	8,4	15,4
180	32,4	475815	4685	209,2	116,2	197	361	8,4	15,4
170	30,6	481090	5275	235,5	130,9	212	389	8,4	15,4
160	28,8	486981	5891	263,0	146,1	228	417	8,4	15,4
150	27,0	493513	6532	291,6	162,0	243	444	8,4	15,4
140	25,2	500710	7197	321,3	178,5	258	472	8,4	15,4
130	23,4	508596	7886	352,1	195,6	273	500	8,4	15,4
120	21,6	517194	8599	383,9	213,3	288	528	8,4	15,4
110	19,8	526528	9334	416,8	231,5	303	556	8,4	15,4
100	18,0	536620	10092	450,6	250,3	319	583	8,4	15,4
90	16,2	547492	10872	485,4	269,7	334	611	8,4	15,4
80	14,4	559165	11673	521,2	289,6	349	639	8,4	15,4
70	12,6	571661	12496	557,9	310,0	364	667	8,4	15,4
60	10,8	585000	13339	595,6	330,9	379	694	8,4	15,4

prognos

Neubau 1995 MFH

Heizenergiebedarf MJ/m2*a	Heizenergiebedarf GJ	Kosten 1995 insges. absolut Sfr	Grenzkosten absolut Sfr	Grenzkosten Annuität Sfr	Grenzkosten Annuität Sfr/GJ	Eingesparte Energiekosten Oel Sfr	Eingesparte Energiekosten Gas Sfr	Oelpreis pro GJ incl.Anlagenverlust Sfr	Gaspreis pro GJ incl.Anlagenverlust Sfr
260	29,90	287500							
250	28,75	287635	135	6,0	5,2	10	18	8,4	15,4
240	27,60	287978	343	15,3	13,3	19	35	8,4	15,4
230	26,45	288572	594	26,5	23,0	29	53	8,4	15,4
220	25,30	289447	875	39,1	34,0	39	71	8,4	15,4
210	24,15	290630	1183	52,8	45,9	48	89	8,4	15,4
200	23,00	292143	1513	67,6	58,7	58	106	8,4	15,4
190	21,85	294006	1863	83,2	72,3	68	124	8,4	15,4
180	20,70	296237	2231	99,6	86,6	78	142	8,4	15,4
170	19,55	298852	2616	116,8	101,6	87	160	8,4	15,4
160	18,40	301868	3015	134,6	117,1	97	177	8,4	15,4
150	17,25	305297	3429	153,1	133,1	107	195	8,4	15,4
140	16,10	309154	3857	172,2	149,7	116	213	8,4	15,4
130	14,95	313451	4297	191,9	166,8	126	231	8,4	15,4
120	13,80	318200	4749	212,0	184,4	136	248	8,4	15,4
110	12,65	323413	5213	232,7	202,4	145	266	8,4	15,4
100	11,50	329100	5687	253,9	220,8	155	284	8,4	15,4
90	10,35	335272	6172	275,6	239,6	165	302	8,4	15,4
80	9,20	341939	6667	297,7	258,9	174	319	8,4	15,4
70	8,05	349112	7172	320,2	278,5	184	337	8,4	15,4
60	6,90	356798	7686	343,2	298,4	194	355	8,4	15,4
50	5,75	365008	8210	366,6	318,8	204	373	8,4	15,4
40	4,60	373750	8742	390,3	339,4	213	390	8,4	15,4

prognos

Neubau - Ausgangssituation 2010

		EBF (m2)	Baukosten insgesamt(SFr)	pro m2 (SFr)	Heizwärmebedarf (MJ/m2*a)
Ausgangswerte 2010	EFH	185	529100	2860	275
	MFH	120	343200	2860	240
	VWgeb.	2000	5720000	2860	215
Energiekosten 2010	Oel	41,8 SFr/ 100kg		0,0100 SFr/MJ	10,0 SFr/GJ
	Gas	0,0539 SFr/kWh		0,0150 SFr/MJ	15,0 SFr/GJ
Nutzungsgrad 2010	Oel	0,884			11,29 SFr/GJ
	Gas	0,929			16,12 SFr/GJ

Neubau 2010 EFH

Heizenergiebedarf		Kosten 2010	Grenzkosten			Eingesparte Energiekosten		Oelpreis	Gaspreis
MJ/m2*a	GJ	insges. absolut Sfr	absolut Sfr	Annuität Sfr	Annuität Sfr/GJ	Oel Sfr	Gas Sfr	pro GJ incl.Anlagenverlust Sfr	pro GJ incl.Anlagenverlust Sfr
275	50,9	529100							
265	49,0	529175	75	3	1,8	21	30	11,3	16,1
255	47,2	529402	227	10	5,5	42	60	11,3	16,1
245	45,3	529837	435	19	10,5	63	89	11,3	16,1
235	43,5	530526	689	31	16,6	84	119	11,3	16,1
225	41,6	531511	985	44	23,8	104	149	11,3	16,1
215	39,8	532829	1318	59	31,8	125	179	11,3	16,1
205	37,9	534516	1687	75	40,7	146	209	11,3	16,1
195	36,1	536604	2089	93	50,4	167	239	11,3	16,1
185	34,2	539126	2522	113	60,9	188	268	11,3	16,1
175	32,4	542111	2985	133	72,0	209	298	11,3	16,1
165	30,5	545587	3476	155	83,9	230	328	11,3	16,1
155	28,7	549583	3996	178	96,4	251	358	11,3	16,1
145	26,8	554124	4542	203	109,6	272	388	11,3	16,1
135	25,0	559238	5113	228	123,4	293	417	11,3	16,1
125	23,1	564948	5710	255	137,8	313	447	11,3	16,1
115	21,3	571279	6331	283	152,8	334	477	11,3	16,1
105	19,4	578256	6976	311	168,4	355	507	11,3	16,1
95	17,6	585900	7644	341	184,5	376	537	11,3	16,1
85	15,7	594235	8335	372	201,2	397	566	11,3	16,1
75	13,9	603283	9048	404	218,4	418	596	11,3	16,1
65	12,0	613066	9783	437	236,1	439	626	11,3	16,1
55	10,2	623604	10539	471	254,3	460	656	11,3	16,1
45	8,3	634920	11315	505	273,1	481	686	11,3	16,1

sougnos prognos

Neubau 2010 MFH

Heizenergiebedarf		Kosten 2010	Grenzkosten			Eingesparte Energiekosten		Oelpreis	Gaspreis
MJ/m2*a	GJ	insges. absolut	absolut	Annuität	Annuität	Oel	Gas	pro GJ incl.Anlagenverlust	pro GJ
		Sfr	Sfr	Sfr	Sfr/GJ	Sfr	Sfr	Sfr	Sfr
240	28,80	343200							
230	27,60	343319	119	5	4,4	14	19	11,3	16,1
220	26,40	343623	304	14	11,3	27	39	11,3	16,1
210	25,20	344149	526	23	19,6	41	58	11,3	16,1
200	24,00	344924	775	35	28,8	54	77	11,3	16,1
190	22,80	345972	1048	47	39,0	68	97	11,3	16,1
180	21,60	347312	1340	60	49,9	81	116	11,3	16,1
170	20,40	348961	1650	74	61,4	95	135	11,3	16,1
160	19,20	350937	1976	88	73,5	108	155	11,3	16,1
150	18,00	353253	2316	103	86,2	122	174	11,3	16,1
140	16,80	355924	2670	119	99,4	136	193	11,3	16,1
130	15,60	358961	3037	136	113,0	149	213	11,3	16,1
120	14,40	362376	3416	153	127,1	163	232	11,3	16,1
110	13,20	366182	3805	170	141,6	176	251	11,3	16,1
100	12,00	370387	4206	188	156,5	190	271	11,3	16,1
90	10,80	375004	4616	206	171,8	203	290	11,3	16,1
80	9,60	380040	5037	225	187,4	217	309	11,3	16,1
70	8,40	385506	5466	244	203,4	230	329	11,3	16,1
60	7,20	391411	5905	264	219,7	244	348	11,3	16,1
50	6,00	397762	6352	284	236,3	257	367	11,3	16,1
40	4,80	404569	6807	304	253,3	271	387	11,3	16,1
30	3,60	411840	7270	325	270,5	312	445	11,3	16,1

prognos

Neubau - Ausgangssituation 2025

		EBF (m2)	Baukosten insgesamt(SFr)	pro m2 (SFr)	Heizwärmebedarf (MJ/m2*a)
Ausgangswerte 2025	EFH	190	621300	3270	265
	MFH	125	408750	3270	230
	VWgeb.	2000	6540000	3270	210
Energiekosten 2025	Oel	54 SFr/ 100kg		0,0129 SFr/MJ	12,9 SFr/GJ
	Gas	0,0644 SFr/kWh		0,0179 SFr/MJ	17,9 SFr/GJ
Nutzungsgrad 2025	Oel	0,914			14,11 SFr/GJ
	Gas	0,992			18,03 SFr/GJ

Neubau 2025 EFH

Heizenergiebedarf		Kosten 2025	Grenzkosten			Eingesparte Energiekosten		Oelpreis pro GJ	Gaspreis pro GJ
MJ/m2*a	GJ	insges. absolut Sfr	absolut Sfr	Annuität Sfr	Annuität Sfr/GJ	Oel Sfr	Gas Sfr	incl.Anlagenverlust Sfr	Sfr
265	50,4	621300							
255	48,5	621366	66	3	1,6	27	34	14,1	18,0
245	46,6	621566	200	9	4,7	54	69	14,1	18,0
235	44,7	621949	383	17	9,0	80	103	14,1	18,0
225	42,8	622556	607	27	14,3	107	137	14,1	18,0
215	40,9	623423	867	39	20,4	134	171	14,1	18,0
205	39,0	624584	1161	52	27,3	161	206	14,1	18,0
195	37,1	626069	1486	66	34,9	188	240	14,1	18,0
185	35,2	627909	1839	82	43,2	214	274	14,1	18,0
175	33,3	630130	2221	99	52,2	241	308	14,1	18,0
165	31,4	632758	2629	117	61,8	268	343	14,1	18,0
155	29,5	635820	3062	137	71,9	295	377	14,1	18,0
145	27,6	639339	3519	157	82,7	322	411	14,1	18,0
135	25,7	643339	4000	179	94,0	349	445	14,1	18,0
125	23,8	647842	4503	201	105,8	375	480	14,1	18,0
115	21,9	652871	5029	225	118,2	402	514	14,1	18,0
105	20,0	658447	5576	249	131,0	429	548	14,1	18,0
95	18,1	664591	6144	274	144,4	456	582	14,1	18,0
85	16,2	671324	6732	301	158,2	483	617	14,1	18,0
75	14,3	678664	7341	328	172,5	509	651	14,1	18,0
65	12,4	686633	7969	356	187,3	536	685	14,1	18,0
55	10,5	695248	8616	385	202,5	563	720	14,1	18,0
45	8,6	704530	9281	414	218,1	590	754	14,1	18,0
35	6,7	714495	9965	445	234,2	617	788	14,1	18,0

prognos

Neubau 2025 MFH

Heizenergiebedarf		Kosten 2025	Grenzkosten			Eingesparte Energiekosten		Oelpreis	Gaspreis
MJ/m2*a	GJ	insges. absolut Sfr	absolut Sfr	Annuität Sfr	Annuität Sfr/GJ	Oel Sfr	Gas Sfr	pro GJ incl.Anlagenverlust Sfr	pro GJ Sfr
230	28,75	408750							
220	27,50	408869	119	5	4,3	18	23	14,1	18,0
210	26,25	409173	304	14	10,9	35	45	14,1	18,0
200	25,00	409698	525	23	18,8	53	68	14,1	18,0
190	23,75	410472	774	35	27,7	71	90	14,1	18,0
180	22,50	411519	1047	47	37,4	88	113	14,1	18,0
170	21,25	412858	1339	60	47,8	106	135	14,1	18,0
160	20,00	414506	1648	74	58,9	123	158	14,1	18,0
150	18,75	416480	1974	88	70,5	141	180	14,1	18,0
140	17,50	418794	2314	103	82,7	159	203	14,1	18,0
130	16,25	421462	2668	119	95,3	176	225	14,1	18,0
120	15,00	424496	3034	135	108,4	194	248	14,1	18,0
110	13,75	427909	3412	152	121,9	212	270	14,1	18,0
100	12,50	431711	3802	170	135,8	229	293	14,1	18,0
90	11,25	435912	4202	188	150,1	247	316	14,1	18,0
80	10,00	440524	4612	206	164,7	265	338	14,1	18,0
70	8,75	445556	5032	225	179,7	282	361	14,1	18,0
60	7,50	451017	5461	244	195,1	300	383	14,1	18,0
50	6,25	456916	5899	263	210,7	318	406	14,1	18,0
40	5,00	463262	6346	283	226,7	335	428	14,1	18,0
30	3,75	470063	6801	304	242,9	353	451	14,1	18,0

prognos

SANIERUNG 1995 EFH EBF 150 HEB alt 425

Heizenergiebedarf MJ/m2*a	Sanierungskosten 1995 GJ	insges. absolut Sfr	Grenzkosten absolut Sfr	Annuität Sfr	Annuität Sfr/GJ
345	51,8	15000			
335	50,3	15830	830	37,1	24,7
325	48,8	16678	849	37,9	25,3
315	47,3	17546	867	38,7	25,8
305	45,8	18432	886	39,6	26,4
295	44,3	19337	905	40,4	26,9
285	42,8	20261	925	41,3	27,5
275	41,3	21206	944	42,2	28,1
265	39,8	22170	965	43,1	28,7
255	38,3	23155	985	44,0	29,3
245	36,8	24161	1006	44,9	29,9
235	35,3	25188	1027	45,9	30,6
225	33,8	26236	1048	46,8	31,2
215	32,3	27307	1070	47,8	31,9
205	30,8	28399	1093	48,8	32,5
195	29,3	29515	1115	49,8	33,2
185	27,8	30653	1138	50,8	33,9
175	26,3	31815	1162	51,9	34,6

Nutzungsgrade Oel/Gas 0,73 0,77

Oelpreis pro GJ incl.Anlagenverlust Sfr	Gaspreis pro GJ Sfr
9,8	18,0
9,8	18,0
9,8	18,0
9,8	18,0
9,8	18,0
9,8	18,0
9,8	18,0
9,8	18,0
9,8	18,0
9,8	18,0
9,8	18,0
9,8	18,0
9,8	18,0
9,8	18,0
9,8	18,0
9,8	18,0
9,8	18,0
9,8	18,0

SANIERUNG 1995 MFH EBF 100 HEB alt 420

Heizenergiebedarf MJ/m2*a	Sanierungskosten 1995 MJ	insges. absolut Sfr	Grenzkosten absolut Sfr	Annuität Sfr	Annuität Sfr/GJ
330	33,0	10000			
320	32,0	10554	554	24,7	24,7
310	31,0	11120	566	25,3	25,3
300	30,0	11699	579	25,8	25,8
290	29,0	12290	591	26,4	26,4
280	28,0	12894	604	27,0	27,0
270	27,0	13512	617	27,6	27,6
260	26,0	14142	630	28,1	28,1
250	25,0	14786	644	28,8	28,8
240	24,0	15444	658	29,4	29,4
230	23,0	16115	672	30,0	30,0
220	22,0	16801	686	30,6	30,6
210	21,0	17501	700	31,3	31,3
200	20,0	18216	715	31,9	31,9
190	19,0	18946	730	32,6	32,6
180	18,0	19691	745	33,3	33,3
170	17,0	20451	761	34,0	34,0
160	16,0	21228	776	34,7	34,7

Oelpreis pro GJ incl.Anlagenverlust Sfr	Gaspreis pro GJ Sfr
9,8	18,0
9,8	18,0
9,8	18,0
9,8	18,0
9,8	18,0
9,8	18,0
9,8	18,0
9,8	18,0
9,8	18,0
9,8	18,0
9,8	18,0
9,8	18,0
9,8	18,0
9,8	18,0
9,8	18,0
9,8	18,0
9,8	18,0
9,8	18,0

SANIERUNG 2010 EFH EBF 160 HEB alt 420

Heizenergiebedarf MJ/m2*a	Sanierungskosten 2010 GJ	insges. absolut Sfr	Grenzkosten absolut Sfr	Annuität Sfr	Annuität Sfr/GJ
330	52,8	17851			
320	51,2	18793	942	42,1	26,3
310	49,6	19756	963	43,0	26,9
300	48,0	20739	984	43,9	27,4
290	46,4	21744	1005	44,9	28,0
280	44,8	22770	1026	45,8	28,6
270	43,2	23819	1048	46,8	29,3
260	41,6	24889	1070	47,8	29,9
250	40,0	25982	1093	48,8	30,5
240	38,4	27098	1116	49,8	31,1
230	36,8	28238	1140	50,9	31,8
220	35,2	29401	1163	51,9	32,5
210	33,6	30589	1188	53,0	33,1
200	32,0	31802	1212	54,1	33,8
190	30,4	33039	1238	55,3	34,5
180	28,8	34302	1263	56,4	35,3
170	27,2	35592	1289	57,6	36,0
160	25,6	36908	1316	58,8	36,7

Nutzungsgrade Oel/Gas 0,825 0,855

Oelpreis pro GJ incl.Anlagenverlust Sfr	Gaspreis pro GJ incl.Anlagenverlust Sfr
12,1	19,4
12,1	19,4
12,1	19,4
12,1	19,4
12,1	19,4
12,1	19,4
12,1	19,4
12,1	19,4
12,1	19,4
12,1	19,4
12,1	19,4
12,1	19,4
12,1	19,4
12,1	19,4
12,1	19,4
12,1	19,4
12,1	19,4
12,1	19,4

SANIERUNG 2010 MFH EBF 110 HEB alt 420

Heizenergiebedarf MJ/m2*a	Sanierungskosten 2010 GJ	insges. absolut Sfr	Grenzkosten absolut Sfr	Annuität Sfr	Annuität Sfr/GJ
Heizenergiebedarf (MJ/m2)					
325	35,8	11639			
315	34,7	12274	634	28,3	25,8
305	33,6	12922	648	28,9	26,3
295	32,5	13585	663	29,6	26,9
285	31,4	14262	677	30,2	27,5
275	30,3	14953	692	30,9	28,1
265	29,2	15660	707	31,5	28,7
255	28,1	16381	722	32,2	29,3
245	27,0	17119	737	32,9	29,9
235	25,9	17871	753	33,6	30,6
225	24,8	18640	769	34,3	31,2
215	23,7	19425	785	35,0	31,9
205	22,6	20226	801	35,8	32,5
195	21,5	21044	818	36,5	33,2
185	20,4	21879	835	37,3	33,9
175	19,3	22732	853	38,1	34,6
165	18,2	23602	870	38,9	35,3
155	17,1	24490	888	39,7	36,1

Oelpreis pro GJ incl.Anlagenverlust Sfr	Gaspreis pro GJ incl.Anlagenverlust Sfr
12,1	19,4
12,1	19,4
12,1	19,4
12,1	19,4
12,1	19,4
12,1	19,4
12,1	19,4
12,1	19,4
12,1	19,4
12,1	19,4
12,1	19,4
12,1	19,4
12,1	19,4
12,1	19,4
12,1	19,4
12,1	19,4
12,1	19,4
12,1	19,4

prognos

SANIERUNG 2025 EFH EBF 170 HEB alt 420

Heizenergiebedarf MJ/m2*a	Sanierungskosten 2025 MJ	insges absolut Sfr	Grenzkosten absolut Sfr	Annuität Sfr	Annuität Sfr/GJ
330	56,1	19517			
320	54,4	20547	1030	46,0	27,1
310	52,7	21600	1053	47,0	27,6
300	51,0	22675	1075	48,0	28,2
290	49,3	23774	1099	49,1	28,9
280	47,6	24896	1122	50,1	29,5
270	45,9	26042	1146	51,2	30,1
260	44,2	27212	1170	52,3	30,7
250	42,5	28407	1195	53,4	31,4
240	40,8	29628	1220	54,5	32,1
230	39,1	30874	1246	55,6	32,7
220	37,4	32146	1272	56,8	33,4
210	35,7	33444	1299	58,0	34,1
200	34,0	34770	1326	59,2	34,8
190	32,3	36123	1353	60,4	35,5
180	30,6	37504	1381	61,7	36,3
170	28,9	38914	1410	62,9	37,0
160	27,2	40353	1439	64,2	37,8

Nutzungsgrade Oel/Gas 0,89 0,95

Oelpreis pro GJ incl.Anlagenverlust Sfr	Gaspreis pro GJ Sfr
14,5	18,8
14,5	18,8
14,5	18,8
14,5	18,8
14,5	18,8
14,5	18,8
14,5	18,8
14,5	18,8
14,5	18,8
14,5	18,8
14,5	18,8
14,5	18,8
14,5	18,8
14,5	18,8
14,5	18,8
14,5	18,8
14,5	18,8
14,5	18,8
14,5	18,8

SANIERUNG 2025 MFH EBF 120 HEB alt 415

Heizenergiebedarf MJ/m2*a	Sanierungskosten 2025 GJ	insges. absolut Sfr	Grenzkosten absolut Sfr	Annuität Sfr	Annuität Sfr/GJ
325	39,0	13066			
315	37,8	13778	712	31,8	26,5
305	36,6	14506	728	32,5	27,1
295	35,4	15250	744	33,2	27,7
285	34,2	16010	760	33,9	28,3
275	33,0	16786	776	34,7	28,9
265	31,8	17579	793	35,4	29,5
255	30,6	18389	810	36,2	30,1
245	29,4	19217	827	36,9	30,8
235	28,2	20062	845	37,7	31,4
225	27,0	20924	863	38,5	32,1
215	25,8	21805	881	39,3	32,8
205	24,6	22705	900	40,2	33,5
195	23,4	23623	918	41,0	34,2
185	22,2	24561	938	41,9	34,9
175	21,0	25518	957	42,7	35,6
165	19,8	26495	977	43,6	36,4
155	18,6	27492	997	44,5	37,1

Oelpreis pro GJ incl.Anlagenverlust Sfr	Gaspreis pro GJ Sfr
14,5	18,8
14,5	18,8
14,5	18,8
14,5	18,8
14,5	18,8
14,5	18,8
14,5	18,8
14,5	18,8
14,5	18,8
14,5	18,8
14,5	18,8
14,5	18,8
14,5	18,8
14,5	18,8
14,5	18,8
14,5	18,8
14,5	18,8
14,5	18,8
14,5	18,8