

Der Energieverbrauch der Privaten Haushalte 2000 - 2009

**Ex-Post-Analyse nach
Verwendungszwecken und
Ursachen der Veränderungen**

Auftraggeber
Bundesamt für Energie
(BFE), Bern

Ansprechpartner
Prognos AG
Andreas Kemmler

Basel, 09.02.2011
31 - 27115

Das Unternehmen im Überblick

Geschäftsführer

Christian Böllhoff

Präsident des Verwaltungsrates

Gunter Blickle

Basel-Stadt Hauptregister CH-270.3.003.262-6

Rechtsform

Aktiengesellschaft nach schweizerischem Recht

Gründungsjahr

1959

Tätigkeit

Prognos berät europaweit Entscheidungsträger in Wirtschaft und Politik. Auf Basis neutraler Analysen und fundierter Prognosen werden praxisnahe Entscheidungsgrundlagen und Zukunftsstrategien für Unternehmen, öffentliche Auftraggeber und internationale Organisationen entwickelt.

Arbeitssprachen

Deutsch, Englisch, Französisch

Hauptsitz

Prognos AG

Henric Petri-Str. 9

CH - 4010 Basel

Telefon +41 61 32 73-200

Telefax +41 61 32 73-300

info@prognos.com

Weitere Standorte

Prognos AG

Goethestr. 85

D - 10623 Berlin

Telefon +49 30 520059-200

Telefax +49 30 520059-201

Prognos AG

Schwanenmarkt 21

D - 40213 Düsseldorf

Telefon +49 211 887-3131

Telefax +49 211 887-3141

Prognos AG

Sonnenstraße 14

D - 80331 München

Telefon +49 89 515146-170

Telefax +49 89 515146-171

Prognos AG

Wilhelm-Herbst-Straße 5

D - 28359 Bremen

Telefon +49 421 2015-784

Telefax +49 421 2015-789

Prognos AG

Avenue des Arts 39

B - 1040 Brüssel

Telefon +32 2 51322-27

Telefax +32 2 50277-03

Prognos AG

Werastraße 21-23

D - 70182 Stuttgart

Telefon +49 711 2194-245

Telefax +49 711 2194-219

Internet

www.prognos.com

Inhaltsverzeichnis

1	Aufgabenstellung	1
2	Vorgehen und Datengrundlagen	3
2.1	Bestimmung der modellierten Verbrauchsentwicklung	3
2.2	Bestimmung der Verwendungszwecke	6
2.3	Berechnung der Bestimmungsfaktoren	7
3	Statistische Ausgangslage	12
3.1	Entwicklung des Endenergieverbrauchs der Privaten Haushalte 2000 - 2009	12
3.2	Entwicklung der Rahmenbedingungen	16
4	Analyse der Verbrauchsentwicklung 2000 bis 2009 nach Verwendungszwecken	20
4.1	Überblick über die Verwendungszwecke	20
4.2	Raumwärme	23
4.3	Warmwasser	26
4.4	Kochen	29
4.5	Übrige elektrische Geräte und Beleuchtung	30
4.6	Vergleich zwischen Haushaltsmodell und Gesamtenergiestatistik	34
5	Analyse der Verbrauchsentwicklung 2000 bis 2009 nach Bestimmungsfaktoren	36
5.1	Die Verbrauchsentwicklung 2000 bis 2009	37
5.1.1	Die Entwicklung insgesamt – alle Verwendungszwecke	37
5.1.2	Der Einfluss der Witterung nach Verwendungszwecken	46
5.1.3	Der Einfluss der Mengeneffekte nach Verwendungssektoren	47
5.1.4	Der Einfluss der Substitutionseffekte nach Verwendungszwecken	49
5.1.5	Der Einfluss von Technik und Politik nach Verwendungszwecken	52
5.1.6	Struktureffekte nach Verwendungszwecken	55
5.1.7	Effekte nach Verwendungszwecken insgesamt	57
6	Literatur	60

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.1:	Verwendetes Disaggregationsniveau zur Berechnung der Bestimmungsfaktoren	11
Tabelle 3.1:	Endenergieverbrauch der Privaten Haushalte 2000 bis 2009 nach Energieträgern, in PJ	12
Tabelle 3.2:	Entwicklung wichtiger Einflussfaktoren auf den Energieverbrauch im Zeitraum 2000 bis 2009	17
Tabelle 4.1:	Private Haushalte: Energieverbrauch 2000 bis 2009 nach Verwendungszwecken, in PJ (Modellwerte)	21
Tabelle 4.2:	Brennstoffverbrauch 2000 bis 2009 nach Verwendungszwecken	22
Tabelle 4.3:	Elektrizitätsverbrauch 2000 bis 2009 nach Verwendungszwecken, in PJ (Raumwärme inkl. mobiler Kleinheizgeräte)	23
Tabelle 4.4:	Raumwärmeverbrauch der Privaten Haushalte 2000 bis 2009 nach Energieträgern, in PJ, mit Witterung	24
Tabelle 4.5:	Raumwärmeverbrauch der Privaten Haushalte 2000 bis 2009 nach Energieträgern, in PJ, witterungsbereinigt	24
Tabelle 4.6:	Endenergieverbrauch für Warmwasser 2000 bis 2009 nach Energieträgern, in PJ mit Witterungseinfluss	27
Tabelle 4.7:	Versorgungsstruktur Warmwasser: versorgte Einwohner nach Energieträgern und Warmwassersystemen 2000 bis 2009, in Tsd	29
Tabelle 4.8:	Mittlere Nutzungsgrade Warmwasser 2000 bis 2009 nach Energieträgern und Warmwassersystemen, in Prozent	29
Tabelle 4.9:	Endenergieverbrauch für Kochherde, elektrische Kochhilfen und Geschirrspülen, 2000 bis 2009, in PJ	30
Tabelle 4.10:	Verbrauch von Elektrogeräten 2000 bis 2009, in PJ	32
Tabelle 4.11:	Relevante Geräte-Mengenkomponenten 2000 bis 2009, ohne Anteile Dienstleistungssektor	33
Tabelle 4.12:	Endenergieverbrauch der Privaten Haushalte 2000 bis 2009 in der Abgrenzung der GEST, in PJ (Modellergebnisse)	34
Tabelle 4.13:	Vergleich Modellergebnis und Gesamtenergiestatistik, 2000-2009	34
Tabelle 5.1:	Die Veränderung des Energieverbrauchs 2000 bis 2009 als Summe kumulierter jährlicher Veränderungen nach Bestimmungsfaktoren und Energieträgern	37

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 3.1:	Veränderung des Endenergieverbrauchs der Privaten Haushalte zwischen 2000 und 2009, nach Energieträgern, in PJ	14
Abbildung 3.2:	Prozentuale Veränderung des Endenergieverbrauchs der Privaten Haushalte zwischen 2000 und 2009, nach Energieträgergruppen, in Prozent	14
Abbildung 3.3:	Veränderung des Anteils der Energieträger am Verbrauch der Privaten Haushalte, 2009 gegenüber 2000, in Prozent-Punkten	15
Abbildung 3.4:	Energieverbrauchsstruktur der Privaten Haushalte, nach Energieträgern (2009)	16
Abbildung 3.5:	Entwicklung zentraler Rahmenfaktoren	18
Abbildung 3.6:	Reale Preisentwicklung von Strom, Heizöl, Gas, Holz und Fernwärme sowie die Entwicklung des Konsumentenpreisindex (LIK)	19
Abbildung 4.1:	Anteile der unterschiedenen Verwendungszwecke am Energieverbrauch der Privaten Haushalte im Jahr 2009	21
Abbildung 4.2:	Veränderung des Anteils der Verwendungszwecke am Verbrauch der Privaten Haushalte, 2009 gegenüber 2000, in Prozent-Punkten	22
Abbildung 4.3:	Anteile der Energieträger am Raumwärmeverbrauch, im Jahr 2009 (witterungsbereinigte Werte)	25
Abbildung 4.4:	Anteile der Energieträger am Warmwasserverbrauch im Jahr 2009	28
Abbildung 4.5:	Private Haushalte: Aufteilung des Energieverbrauchs 2009 für elektrische Geräte und Beleuchtung nach Verwendungszwecken	32
Abbildung 5.1:	Die Veränderung des Energieverbrauchs 2000 bis 2009 als Summe der Einzeleffekte nach Energieträgern, in PJ	38
Abbildung 5.2:	Witterungseffekte 2000/01 bis 2008/09 nach Energieträgern, in PJ	39
Abbildung 5.3:	Mengeneffekte 2000/01 bis 2008/09 nach Energieträgern, in PJ	39
Abbildung 5.4:	Substitutionseffekte 2000/01 bis 2008/09 nach Energieträgern, in PJ	41
Abbildung 5.5:	Technik- und Politikeffekte in Gebäuden 2000/01 bis 2008/09 nach Energieträgern, in PJ	41
Abbildung 5.6:	Technik- und Politikeffekte bei Heizungs- und Warmwasseranlagen 2000/01 bis 2008/09 nach Energieträgern, in PJ	42
Abbildung 5.7:	Technik- und Politikeffekte Geräte 2000/01 bis 2008/09 nach Energieträgern, in PJ	43

Abbildung 5.8:	Strukturelle Effekte 2000/01 bis 2008/09, nach Energieträgern, in PJ	44
Abbildung 5.9:	Joint Effekte 2000/01 bis 2008/09, nach Energieträgern, in PJ	44
Abbildung 5.10:	Summe der Effekte aller Bestimmungsfaktoren 2000/01 bis 2008/09, nach Energieträgern, in PJ	45
Abbildung 5.11:	summierte Effekte der Bestimmungsfaktoren ohne Witterungseffekt 2000/01 bis 2008/09, nach Energieträgern, in PJ	45
Abbildung 5.12:	Witterungseffekte Raumwärme 2000/01 bis 2008/09 nach Energieträgern, in PJ	46
Abbildung 5.13:	Witterungseffekte Warmwasser 2000/01 bis 2008/09 nach Energieträgern, in PJ	47
Abbildung 5.14:	Mengeneffekte Raumwärme 2000/01 bis 2008/09 nach Energieträger, in PJ	48
Abbildung 5.15:	Mengeneffekte Warmwasser 2000/01 bis 2008/09, nach Energieträgern, in PJ	48
Abbildung 5.16:	Mengeneffekte Kochen und Elektrogeräte 2000/01 bis 2008/09 nach Gerätekategorie, in PJ	49
Abbildung 5.17:	Substitutionseffekte Raumwärme 2000/01 bis 2008/09 nach Energieträger, in PJ	50
Abbildung 5.18:	Substitutionseffekte Warmwasser 2000/01 bis 2008/09, nach Energieträger, in PJ	51
Abbildung 5.19:	Substitutionseffekte Kochen und Elektrogeräte 2000/01 bis 2008/09 nach Energieträger, in PJ	52
Abbildung 5.20:	Effekte Gebäudequalität (spez. Wärmeleistungsbedarf) 2000/01 bis 2008/09, nach Energieträgern, in PJ	53
Abbildung 5.21:	Nutzungsgradeffekte Raumwärme 2000/01 bis 2008/09 nach Energieträgern, in PJ	54
Abbildung 5.22:	Nutzungsgradeffekte Warmwasser 2000/01 bis 2008/09 nach Energieträgern, in PJ	54
Abbildung 5.23:	Technik- und Politikeffekte im Bereich Kochen und Elektrogeräte 2000/01 bis 2008/09 nach Energieträgern, in PJ	55
Abbildung 5.24:	Übrige Verbrauchseffekte im Bereich Kochen und Elektrogeräte 2000/01 bis 2008/09 nach Energieträgern, in PJ	56
Abbildung 5.25:	Veränderung Raumwärme insgesamt 2000/01 bis 2008/09 nach Energieträgern, in PJ	57

Abbildung 5.26: Veränderung Warmwasser insgesamt 2000/01 bis 2008/09 nach Energieträgern, in PJ	58
Abbildung 5.27: Veränderung im Bereich Kochen und Elektrogeräte insgesamt 2000/01 bis 2008/09 nach Energieträgern, in PJ	58

1 Aufgabenstellung

Im Auftrag des Bundesamtes für Energie (BFE) werden periodisch Analysen der Veränderungen des Energieverbrauchs durchgeführt. Die Ex-Post-Analyse hat hierbei die Aufgabe, auf Basis von Energiesystemmodellen die Veränderung des Energieverbrauchs nach Energieträgern und Verbrauchssektoren mit der Entwicklung seiner wichtigsten Bestimmungsfaktoren zu korrelieren und entsprechend zu zerlegen. Als Ursachenkomplexe werden jeweils Mengeneffekte (Bevölkerung, Produktion, Wohnfläche etc.), Witterung, Substitution, Strukturänderungen, technischer Fortschritt und politische Massnahmen berücksichtigt.

Aufgrund einer Erweiterung der Prioritäten des BFE wird seit 2008 zusätzlich zur herkömmlichen Ex-Post-Analyse nach Bestimmungsfaktoren eine Energieverbrauchsanalyse nach Verwendungszwecken durchgeführt (BFE, 2008). Die Zielsetzung dieser Analyse besteht in der Aufteilung des inländischen Gesamtenergieverbrauchs nach aussagefähigen Verwendungszwecken. Als übergeordnete Verwendungszwecke werden Raumwärme, Warmwasser, Prozesswärme (Kochen), Kühlen und Gefrieren, Waschen und Trocknen, Beleuchtung, Unterhaltung, Information und Kommunikation unterschieden. Dabei soll auf möglichst disaggregierter Ebene das Zusammenwirken von Mengenkomponenten und spezifischen Verbrauchskomponenten sichtbar gemacht werden. Dazu werden die Bestände von Gebäuden, Anlagen und Geräten möglichst detailliert erfasst.

Die Analysen nach Verwendungszwecken und nach Bestimmungsfaktoren werden mit denselben sektoralen Bottom-up-Modellen durchgeführt. Es handelt sich dabei um die Energiemodelle, die im Rahmen der *Energieperspektiven* für das BFE entwickelt worden sind.

Der vorliegende Bericht fasst die Resultate der Ex-Post-Analyse nach Verwendungszwecken und nach Bestimmungsfaktoren für den Sektor Private Haushalte zusammen. Die Ergebnisse werden in Form von Zeitreihen von 2000 bis 2009 präsentiert und nach Energieträgern unterschieden.

An einzelnen Stellen hat das Haushaltsmodell gegenüber früheren Analysen Aktualisierungen und entsprechende Neukalibrierungen erfahren. Daraus ergeben sich geringfügige Abweichungen gegenüber den Ergebnissen der vorangegangenen Jahre.

Der Bericht ist wie folgt aufgebaut:

- In Kapitel 2 werden das Vorgehen und die Datengrundlage dokumentiert. Der Schwerpunkt liegt auf den Veränderungen gegenüber früheren Publikationen und der Beschreibung der Systemgrenzen.
- Die statistischen Grundlagen der Energieverbrauchsentwicklung gemäss der Gesamtenergiestatistik sowie der wichtigsten Rahmenfaktoren sind in Kapitel 3 beschrieben.
- Die Ergebnisse der Verbrauchsanalyse nach Verwendungszwecken erfolgt in Kapitel 4. Beschrieben wird die Aufteilung des Verbrauchs nach Verwendungszwecken im Jahr 2009 und die Veränderung im Zeitraum 2000 bis 2009. Zudem werden die wichtigsten Treiber dieser Entwicklung, die zentralen Mengen- und Effizienzkomponenten, beschrieben.
- Kapitel 5 enthält die Ergebnisse der Verbrauchsanalyse nach Bestimmungsfaktoren. Analysiert werden die jährlichen Verbrauchsänderungen in der Periode 2000 bis 2009 nach Energieträgern und zentralen Ursachenkomplexen.

2 Vorgehen und Datengrundlagen

2.1 Bestimmung der modellierten Verbrauchsentwicklung

Die Modellierung des Energieverbrauchs der Privaten Haushalte der Jahre 2000 bis 2009 bildet die Grundlage für die vorliegende Analyse. Die Verbrauchsschätzung basiert auf dem Bottom-up-Haushaltsmodell, das im Rahmen der Energieperspektiven entwickelt wurde. Das methodische Konzept des Modells ist ausführlich im Bericht zu den Verwendungszwecken 2006 beschrieben (BFE, 2008), weshalb auf eine neuerliche detaillierte Darstellung des Haushaltsmodells verzichtet wird.

Der modellierte Sektorverbrauch orientiert sich an dem in der Gesamtenergiestatistik (GEST) ausgewiesenen Energieverbrauch für Private Haushalte. Auf eine exakte Kalibrierung der Verbrauchsmengen wurde verzichtet. Dadurch ergibt sich eine leichte Differenz zwischen dem modellierten Verbrauchsniveau und dem Niveau gemäss der GEST. Leichte Abweichungen treten auch gegenüber dem Synthesebericht der Ex-Post-Analyse auf, da im Synthesebericht die einzelnen Sektorverbräuche auf die GEST kalibriert sind.

Bei der Ex-Post-Analyse liegt der Betrachtungsfokus auf der Beschreibung der Verbrauchsänderung. Folglich ist der Niveauunterschied zwischen GEST und Modell von geringer Bedeutung. Geringe Differenzen bestehen indes auch bei den jährlichen Verbrauchsänderungen auf Ebene der Energieträger, weshalb den Modellergebnissen die Statistik gegenübergestellt wird. Als Vergleichsgrösse dienen die Angaben der GEST 2009 (BFE, 2010).

Beim verwendeten Bottom-up-Modell handelt es sich um ein weitgehend durchgängiges Jahresmodell. Dadurch ergeben sich die gesamten jährlichen Verbrauchsänderungen unmittelbar aus dem aktualisierten Modell. Für die vorliegende Analyse wurden die Bevölkerungs- und Haushaltszahlen, die Wohnungs- und Wohnflächenzugänge, der Absatz an Heizöl-, Gas und Holz-Heizanlagen und die Wärmepumpenverkäufe aktualisiert und ins Modell integriert.

Gegenüber den vorangegangenen Publikationen wurde die Anzahl Privater Haushalte ab dem Jahr 2001 leicht nach unten korrigiert. Grund dafür sind revidierte Annahmen bezüglich der Bevölkerung in Privaten Haushalten. Durch die Korrektur wurde die Anzahl der Privaten Haushalte in den Jahren 2008 und 2009 um rund 1,3 %

reduziert.¹ In den Jahren 2001 bis 2007 sind die Korrekturen geringer. Für die Aufteilung der Privathaushalte nach Haushaltsgrössenklassen wurden die aktuellsten verfügbaren Angaben vom BFS verwendet (Scenario AM 00-05, 2005 - 2030).

Die Qualität der Datenlage bei den Elektrogeräten ist in den einzelnen Verbrauchsbereichen unterschiedlich. Bis Mitte der 1990er Jahre waren für alle grossen Elektrogeräte praktisch flächendeckende Marktdaten einzeljährlich verfügbar (Ausstattungsgrade nach Haushaltsgrössenklassen einschliesslich der Angaben zu Zweit- und Drittgeräten). Diese Daten stehen seither nicht mehr zur Verfügung. Mit Hilfe der FEA/eae-Absatzdaten im Bereich der Weissen Ware (Kühl- und Gefriergeräte, Waschmaschinen, Trockner, Geschirrspüler etc.) und Annahmen zur Lebens- bzw. Einsatzdauer können die zugrunde gelegten Haushaltsausstattungsgrade hinlänglich auf Plausibilität geprüft werden.² Ab 2002/2003 sind auch für Kühlgeräte, Waschmaschinen und Tumbler sowie Geschirrspüler Durchschnittsverbräuche der neu abgesetzten Geräte vorhanden. Für den Bereich TV, Video und Computer einschliesslich Computerperipherie stehen SWICO-Informationen zur Absatzsituation und zum technischen Stand der verkauften Geräte zur Verfügung, so dass auch hier die Bestandsdaten marktmässig und energieverbrauchsbezogen kontrolliert werden können.

Für die vorliegende Verbrauchsschätzung wurden die aktuellsten Marktdaten der eae- und SWICO-Marktstatistiken mit Verkaufsdaten bis 2009 berücksichtigt. Die verwendeten Statistiken ermöglichen eine Aufteilung der Absatzmengen nach Energieeffizienz-Klassen. Für Lampen und Leuchtmittel wurden vergleichbare Effizienz-kategorie-klassifizierte Verkaufszahlen von der Schweizerischen Lichtgesellschaft (SLG) verwendet. Die Angaben der SLG beschreiben jedoch nicht den Gesamtabatz, sondern lediglich die Absatzmenge der an der SLG beteiligten Unternehmen.

Für die Bestimmung der Beheizungsstruktur der neugebauten Wohngebäude wurden die aktuellsten Angaben von Wüest & Partner berücksichtigt. Die Angaben von Wüest & Partner differenzieren nicht nach den Wohngebäudetypen Ein-, Zwei- und Mehrfamilienhäusern. Zudem basieren die ausgewiesene Anteile der Heizsysteme auf den Kosten für Heizanlagen in neuerstellten Wohngebäuden. Die Kosten der verschiedenen Heizsysteme variieren jedoch erheblich. Die Anteile der Heizsysteme an der

¹ Die Volkszählung 2000 weist für das Jahr 2000 rund 3,15 Mio. Private Haushalte aus. Bei der Volkszählung 2000 konnten jedoch gemäss BFS rund 129'000 Personen nicht zu Haushalten zugeteilt werden. Ein Teil dieser Personen gehört zu vorhandenen Haushalten (in diesem Fall ist die Haushaltsgrösse nicht gross genug). Ein anderer Teil dieser Personen bildet zusätzliche Haushalte (in diesem Fall ist die Anzahl Haushalte nicht gross genug). Im Haushaltsmodell wird deshalb von einer gegenüber der Volkszählung höheren Anzahl Haushalte ausgegangen. Diese Differenz gegenüber den amtlich ausgewiesenen Zahlen wird in den Jahren nach 2000 fortgeschrieben.

² eae: energie-agentur-elektrogeräte;

FEA: Fachverband Elektroapparate für Haushalt und Gewerbe Schweiz

SWICO: Schweizerischen Wirtschaftsverband der Anbieter von Informations-, Kommunikations- und Organisationstechnik

neuerstellten Wohnfläche, respektive an den neuerstellten Wohngebäude dürfte deshalb etwas von den von Wüest & Partner ausgewiesenen Anteilen abweichen. Folglich wurden diese Angaben nicht eins zu eins übernommen, sondern sie dienten als Anhaltspunkte.

Es bleibt anzumerken, dass durch die laufende Einbindung aktueller und teilweise auch rückwärts korrigierter Daten kleinere Veränderungen gegenüber den bisher veröffentlichten Daten resultieren.

An dieser Stelle wird auch auf Abgrenzungsprobleme zwischen Modellergebnis und GEST hingewiesen. Das Haushaltsmodell erfasst alle Energieverbräuche des Bereiches Wohnen und alle Elektrizitätsverbräuche, soweit diese dem Bereich Haushalte zuzuordnen sind. Abgrenzungsprobleme betreffen in diesem Zusammenhang zum einen den Energieverbrauch der Zweit- und Ferienwohnungen und zum anderen den Elektrizitätsverbrauch von Haushaltsgeräten und Einrichtungen in Mehrfamilienhäusern, die über Gemeinschaftszähler erfasst werden und die kostenseitig im Allgemeinen auf die betroffenen Haushalte verteilt werden.

Die Zuordnung der Zweit- und Ferienwohnungen in der GEST ist nicht vollständig zu klären. Methodisch sind die Zweitwohnungen den Privaten Haushalten, die gewerblich vermieteten Ferienwohnungen dem Dienstleistungssektor zuzurechnen. Die Bestände an Zweit- und Ferienwohnungen sind nicht hinreichend bekannt. Da die Ferienwohnungen zahlenmässig wahrscheinlich deutlich überwiegen, werden die im Haushaltsmodell ermittelten Energieverbräuche der Zweit- und Ferienwohnungen vom modellmässig ermittelten Gesamttraumwärmeverbrauch aller Wohnungen abgezogen und nicht im Haushaltssektor ausgewiesen.

Zum Stromverbrauch der gemeinschaftlich genutzten Gebäudeinfrastruktur in Mehrfamilienhäusern werden die Gemeinschaftsbeleuchtung (Aussenanlagen, Garagen, Kellerräume, Waschräume), der Hilfsenergieverbrauch von Pumpen, Brennern, Gebläsen, der Verbrauch von Antennenverstärkern sowie kleinere, im Zeitablauf abnehmende Mengen an Elektrizität für in den Kellern betriebene Tiefkühlgeräte gezählt. Dieser Stromverbrauch für die gemeinschaftlich genutzte Gebäudeinfrastruktur in Mehrfamilienhäusern wird ebenso wie der Raumwärmeverbrauch in Zweit- und Ferienwohnungen statistisch nicht den Haushalten, sondern dem Dienstleistungssektor zugerechnet. Um die Modellergebnisse mit dem Haushaltsenergieverbrauch nach GEST vergleichen zu können, werden die im Haushaltsmodell ermittelten Gemeinschaftsverbräuche in Mehrfamilienhäusern vom modellmässig ermittelten Gesamtverbrauch abgezogen und nicht im Haushaltssektor ausgewiesen.

Ein weiteres Abgrenzungsproblem entsteht durch das Einmieten von gewerblichen Unternehmen in Wohngebäude, beispielsweise

durch die (vorübergehende) Verwendung von Wohnungen als Praxen, Büros oder Ateliers. Zudem gewinnt das "Home-Office" zunehmend an Bedeutung und verwischt die Grenze zwischen Wohnort und Arbeitsort. Dadurch wird die Qualität der verwendeten sektoralen Flächenbestandsdaten beeinflusst. Da zu dieser Abtrennung jedoch keine belastbaren Angaben vorliegen, wird keine Anpassung vorgenommen.

2.2 Bestimmung der Verwendungszwecke

Die Verbrauchsanalyse nach Verwendungszwecken veranschaulicht, wie sich der Gesamtenergieverbrauch der Privaten Haushalte auf verschiedene "Aktivitäten" verteilt. Dabei werden die Verwendungszwecke möglichst detailliert aufgeschlüsselt und der Energieverbrauch einzelner Prozesse, Gebäude- oder Geräteklassen geschätzt. Grundlage dazu ist das Bottom-up-Haushaltsmodell. In dessen Struktur sind die verschiedenen Energieverbräuche mit ihren Verwendungszwecken nach Verbrauchseinheiten (z.B. beheizte Flächen, Haushalte) abgebildet. Dabei gibt die Modellstruktur die maximale Anzahl der unterscheidbaren Verwendungszwecke vor. Beschrieben wird eine Aufteilung des Energieverbrauchs nach Verwendungszwecken auf Stufe des Endverbrauchs. Vor- und nachgelagerte Prozesse sowie indirekte Energieverbräuche (graue Energie) werden nicht berücksichtigt.

Die Auswahl der im Bericht ausgewiesenen Verwendungszwecke richtet sich an den bisherigen Arbeiten aus. Der Verwendungszweck *Raumwärme* beinhaltet sowohl den Verbrauch der fest installierten Heizungsanlagen, als auch den Verbrauch mobiler Heizanlagen (Öfelis). Die Hilfsenergie für die Heiz- und Warmwasseranlagen (Steuerung, Pumpen) wird zusammen mit dem Verbrauch für die elektronische Haushaltsvernetzung und für Antennenverstärker unter dem Verwendungszweck *Klima, Lüftung und Haustechnik* ausgewiesen.

Die Trennung zwischen Informations-, Kommunikations- und Unterhaltungsgeräten ist nicht mehr möglich. Geräte wie Mobiltelefone, PC's, Notebooks oder Fernseher werden im Allgemeinen immer wie multifunktionaler und eine eindeutige Zuordnung zu den einzelnen Kategorien ist nicht mehr gegeben. Deshalb wird der Energieverbrauch von TV-, Video-, DVD-, Radio- und Phonogeräten, Computern inklusive Peripherie, Mobiltelefonen, Telefonen und Funkantennen beim Verwendungszweck *Unterhaltung, Information und Kommunikation* berücksichtigt.

Als weitere Verwendungszwecke werden *Warmwasser, Kochen* (Kochherde, Kochhilfen, Geschirrspüler), *Beleuchtung, Waschen und Trocknen, Gefrieren und Kühlen* und *sonstige Elektrogeräte* (Staubsauger, Fön, sonstige Kleingeräte) unterschieden.

2.3 Berechnung der Bestimmungsfaktoren

Bei der Analyse der Bestimmungsfaktoren wird auf Basis des Haushaltsmodells die Veränderung des Energieverbrauchs nach den wichtigsten Bestimmungsfaktoren zerlegt. Als Bestimmungsfaktoren werden die Ursachenkomplexe Witterung, Mengeneffekte, Technik und Politik, Substitution, Struktureffekte und übrige Effekte unterschieden.

Die Effekte der einzelnen Bestimmungsfaktoren werden grundsätzlich im Sinne einer linearen Näherung berechnet: ein Einflussfaktor wird zwischen den Jahren t_n und t_{n+1} verändert, während alle anderen Parameter konstant gehalten werden. Die sich daraus ergebende Verbrauchsänderung $E_{n+1} - E_n$ quantifiziert den Effekt. Grundsätzlich wird für jeden Bestimmungsfaktor der Einfluss in jedem Jahr bestimmt. Methodisch erfolgt die Faktorzurechnung auf der Ebene der Verwendungszwecke Raumwärme, Warmwasser und Elektrogeräte (inkl. Kochen). Innerhalb der Verwendungszwecke wiederum erfolgt die Zurechnung getrennt nach Energieträgern und Heizsystemen.

Ein Beispiel soll dies veranschaulichen: Ändert sich die Energiebezugsfläche insgesamt vom Jahr t_n auf das Jahr t_{n+1} um z %, so beträgt der Mengenfaktor insgesamt (für alle Energieträger und Heizsysteme) $1+z$ %. Die dadurch verursachte Verbrauchsänderung ergibt sich aus dem Produkt zwischen der prozentualen Veränderung der Energiebezugsfläche (z) und dem Vorjahresverbrauch E_n für Raumwärme. Betrachtet man die Veränderung der Energiebezugsfläche auf der Ebene der Energieträger und Heizsysteme (zentral/dezentral), so resultieren hieraus energieträger- und heizsystemspezifische Mengenfaktoren z_i % und energieträger- und heizsystemspezifisch verursachte Verbrauchsveränderungen gegenüber dem Vorjahr. Die Differenz zwischen beiden Rechnungen lässt sich in diesem Beispiel als energieträger- und heizsystemspezifische Substitutionen interpretieren.

Im Folgenden werden die unterschiedenen Bestimmungsfaktoren kurz beschrieben:

Witterung: Die übergeordneten klimatischen Bedingungen sowie die aktuellen Witterungsbedingungen bestimmen die Nachfrage nach Raumwärme und sind entscheidend für das Verständnis von Energieverbrauchsschwankungen zwischen aufeinander folgenden Jahren. Die Veränderungen der Witterungsbedingungen verlieren in der Langfristbetrachtung an Bedeutung. Die jährlichen Witterungsschwankungen kompensieren sich gegenseitig und die langfristige Klimaveränderung ist gegenüber den jährlichen Schwankungen viel geringer. Neben der Raumwärme sind auch der damit verbundene Hilfsenergieverbrauch für die Heizanlagen,

der Verbrauch von Klimaanlage sowie in geringem Ausmass auch der Verbrauch für Warmwasser witterungsabhängig.

Die ausgewiesenen Witterungseffekte ergeben sich aus dem Witterungsbereinigungsverfahren auf Basis von Monatsdaten von Gradtagen und Solarstrahlung mit dem Referenzzeitraum 1984 bis 2002. Aus diesem Witterungsbereinigungsverfahren werden jährliche Bereinigungsfaktoren abgeleitet. Diese geben an wie stark die jährliche Witterung (Temperatur und Strahlung) den witterungsbereinigten jährlichen Verbrauch beeinflusst. Aus der Relation der Bereinigungsfaktoren zweier aufeinander folgender Jahre lässt sich der witterungsbedingte Mehr- oder Minderverbrauch gegenüber dem Ausgangsjahr berechnen.

Ein- und Zweifamilienhäuser (EZFH) und Mehrfamilienhäuser (MFH) einerseits und zentrale und dezentrale Heizsysteme andererseits reagieren unterschiedlich stark auf Witterungseinflüsse. Dadurch können sich für die einzelnen Energieträger unterschiedliche Effekte ergeben, weil sich die Relation EZFH/MFH und die Relation zentrale/dezentrale Systeme energieträgerspezifisch unterscheiden und damit implizit als strukturelle Einflüsse wirksam werden.

Mengeneffekte: Bei einer Langfristbetrachtung der Energieverbrauchsentwicklung treten die sogenannten Mengeneffekte in den Vordergrund. Bei diesen spielen alle expansiven Einflussfaktoren, die mit dem Bevölkerungswachstum und damit der Anzahl der Energieanwendungen zusammenhängen, eine wesentliche Rolle. Dazu zählen unter anderem die Energiebezugsfläche (EBF), die warmwasserversorgte Bevölkerung und Gerätebestände. Bei den letzteren werden die Effekte nicht auf der Ebene der Einzelgeräte, sondern von Gerätegruppen berechnet und aufgeführt. Deshalb sind in den ausgewiesenen Daten gruppeninterne strukturelle Effekte enthalten.

Technik und Politik: Die Einflüsse durch die Politik und die langfristigen Preiseffekte können nicht stringent von den Effekten der (autonomen) Technologieentwicklung getrennt werden, da diese Einflussfaktoren selbst eng miteinander verzahnt sind. Dieser Kategorie werden alle Faktoren zugerechnet, die auf den spezifischen Verbrauch und damit auf die rationelle Energieverwendung einwirken.

Im Raumwärmebereich zählen dazu einerseits die Veränderung der energetischen Qualität der Gebäudehüllen und andererseits die technischen Verbesserungen der Heizanlagen und die damit verbundenen Steigerungen der Nutzungsgrade. Im Warmwasserbereich handelt es sich um die Veränderung der spezifischen Warmwassernutzungsgrade. Beim Kochen und den übrigen elektrischen Anwendungen sind dies die technischen Verbesserungen der Geräte.

Substitution: Unter Substitution fallen zum einen die Effekte durch den Wechsel zwischen Energieträgern für ein und denselben Verwendungszweck (energieträgerspezifische Substitutionen). Dieser Effekt ist meist verbunden mit einer Substitution der Technologie (Heizöl- zu Gasheizung) und hat in diesem Falle auch eine technologische oder Effizienzkomponente. Die Abgrenzung zum Technikeffekt kann dadurch nicht ganz eindeutig gezogen werden.

Verbrauchsänderungen infolge eines Wechsels des Heiz- oder Warmwassersystems ohne Wechsel des Energieträgers, beispielsweise der Übergang von einem Gas-Einzel- auf ein Gas-Zentralsystem, wird hier als „übrige strukturelle Mengeneffekte“ bezeichnet. Die Abgrenzung zwischen energieträgerspezifischen Substitutionseffekten und übrigen strukturellen Mengeneffekten ist nicht eindeutig. Deshalb werden die übrigen strukturellen Mengeneffekte ebenfalls als Substitutionen im weitesten Sinne verstanden und den Substitutionen zugerechnet.

Bei Elektrogeräten können Substitutionen auch verwendungszweckübergreifend sein. Beispielsweise übernehmen elektrische Kleinhaushaltsgeräte Aufgaben, die bisher über Kochherde erbracht wurden (z.B. Mikrowelle). Diese sind jedoch nicht immer quantifizier- oder isolierbar. Methodisch werden alle Substitutionseffekte aus Differenzen der Mengeneffekte insgesamt im Vergleich zu den energieträger- und heizungs-/warmwasserspezifischen bzw. gerätegruppenspezifischen Mengeneffekten ermittelt.³

Struktureffekte: Im Raumwärmebereich wird die Veränderung der Gebäudenutzung, d.h. der Verschiebungen zwischen nicht bewohnten, teilweise bewohnten und bewohnten Gebäuden, den Struktureffekten zugerechnet. Im Elektrogerätebereich resultieren die strukturellen Verbrauchseffekte aus einer Verschiebung der mengenmässigen Zusammensetzung von verbrauchsintensiven und weniger verbrauchsintensiven Geräten innerhalb einer Gruppe, beispielsweise durch eine Verschiebung zwischen Kühlgeräten, Kühl-Gefriergeräten und Gefriergeräten.

Die Berechnung erfolgt analog zu den Substitutionseffekten über eine Differenzbetrachtung. Die Struktureffekte ergeben sich als Differenz zwischen den Verbrauchseffekten insgesamt und den spezifischen Verbrauchseffekten (der Technik, bzw. Effizienzkomponente) auf Gerätegruppenebene.

³ Beispiel: Bei der Raumwärme ergibt sich der Mengeneffekt aus der Veränderung der EBF insgesamt. Daneben ergibt sich eine Veränderung der EBF auf Ebene Energieträger-Heizsystem. Die Differenz zwischen diesen beiden Effekten ergibt den ausgewiesenen Substitutionseffekt: energieträger- und heizungssystemspezifischer Mengeneffekt minus Mengeneffekt insgesamt ergibt den strukturellen Mengeneffekt (= Energieträgersubstitution und/oder Übergang Einzel- zu Zentralsystem).

Joint Effekte: Joint Effekte (oder Nichtlinearitäten) treten dann auf, wenn sich sowohl die Mengen- als auch die spezifische Verbrauchskomponente verändert. Solche Nichtlinearitäten sind methodisch unvermeidbar, da die Isolierung der Einzeleffekte mathematisch gesehen jeweils eine lineare diskrete Näherung in einem oder wenigen Parametern ist. Die simultane Veränderung aller Parameter muss sowohl in den Modellen als auch in der Realität zu einer Abweichung des Ergebnisses von der schematischen Summierung der Einzeleffekte führen.

Diese Joint-Effekte werden nicht direkt berechnet. Sie sind das Ergebnis der gesamten Verbrauchsänderung abzüglich der Summe der durch die übrigen Bestimmungsfaktoren erklärten Verbrauchsänderungen. Das Ausmass der Joint-Effekte ist abhängig von der analytischen Disaggregationstiefe der einzelnen Modellbestandteile. Das Ausmass dieser unvermeidbaren Nichtlinearitäten liefert Hinweise auf die Stabilität des Verbrauchs unter den jeweiligen Einflussfaktoren.

Für die Berechnung der einzelnen Effekte wurde in den drei Verwendungssektoren Raumwärme, Warmwasser, Kochen und übrige Elektrogeräte das in Tabelle 2.1 abgebildete Disaggregationsniveau zugrunde gelegt.

Tabelle 2.1: Verwendetes Disaggregationsniveau zur Berechnung der Bestimmungsfaktoren

Raumwärme	Warmwasser
Erdölbrennstoffe Insgesamt	Erdölbrennstoffe Insgesamt
Raumwärme Dezentral	Warmwasser Zentral
Raumwärme Zentral	Gas Insgesamt
Gas Insgesamt	Warmwasser Einzel
Raumwärme Dezentral	Warmwasser Zentral
Raumwärme Zentral	Elektrizität Insgesamt
Elektrizität Insgesamt	Warmwasser Einzel
Raumwärme Dezentral	Warmwasser Zentral
Raumwärme Zentral	Warmwasser WP
Raumwärme WP	Fernwärme Insgesamt
Raumwärme Öfelis	Warmwasser Zentral
Raumwärme Hilfsenergie	Holz Insgesamt
Fernwärme Insgesamt	Warmwasser Einzel
Raumwärme Zentral	Warmwasser Zentral
Holz Insgesamt	Kohle Insgesamt
Raumwärme Dezentral	Warmwasser Zentral
Raumwärme Zentral	übrige Erneuerbare Insgesamt
Kohle Insgesamt	Warmwasser Zentral Solar
Raumwärme Dezentral	Warmwasser Zentral WP
Raumwärme Zentral	
sonstige Erneuerbare Insgesamt	
Raumwärme Zentral Solar	
Raumwärme Zentral WP	
Kochen	übrige Elektrogeräte
Kochen Gas	Kühlen, Gefrieren
Kochen Holz	Waschen, Trocknen
Kochherd Elektrizität	Beleuchtung
Kochen Elektrizität übrige Geräte	Übriges
Geschirrspülen Elektrizität	

3 Statistische Ausgangslage

3.1 Entwicklung des Endenergieverbrauchs der Privaten Haushalte 2000 - 2009

Die modellmässig bestimmte Energieverbrauchsentwicklung der Privaten Haushalte weicht etwas von der Entwicklung gemäss der Gesamtenergiestatistik (GEST) ab. Im Folgenden soll deshalb kurz auf die Verbrauchsentwicklung gemäss Gesamtenergiestatistik eingegangen werden. Zudem wird die Entwicklung der wichtigsten Verbrauchstreiber beschrieben.

Im Jahr 2009 war der Endenergieverbrauch der Privaten Haushalte gemäss der Gesamtenergiestatistik im Vergleich zum Jahr 2000 um 12,1 PJ höher (+5 %; BFE, 2010). Gegenüber dem Vorjahr 2008 ist der Verbrauch um rund 2 PJ zurückgegangen (-0,8 %). Die Entwicklung der einzelnen Energieträger verläuft unterschiedlich (Tabelle 3.1).

Tabelle 3.1: Endenergieverbrauch der Privaten Haushalte 2000 bis 2009 nach Energieträgern, in PJ

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Elektrizität	56.6	57.9	58.7	60.0	61.6	63.5	63.7	62.9	64.4	64.5
Heizöl	121.0	127.7	122.7	129.5	128.4	129.8	124.6	107.9	114.5	111.2
Erdgas	36.3	38.0	37.8	40.3	41.7	42.8	41.1	39.4	42.6	42.7
Kohle	0.1	0.1	0.1	0.1	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Fernwärme	5.0	5.3	5.4	5.1	5.4	5.7	5.8	5.2	5.8	6.0
Holz	17.4	18.6	17.5	18.5	18.3	18.7	18.6	17.2	19.2	19.5
übrige Erneuerbare ¹	3.9	4.2	4.3	4.7	5.0	5.5	5.7	6.2	7.3	8.1
Summe	240.2	251.8	246.5	258.4	260.7	266.4	259.9	239.2	254.2	252.3

¹⁾ Sonne, Umweltwärme, Biogas

Quelle: GEST 2009

- Der Elektrizitätsverbrauch ist im Zeitraum 2000 bis 2009 um 7,9 PJ gestiegen, was einer prozentualen Zunahme von 13,9 % entspricht. Dies ergibt eine durchschnittliche jährliche Zunahme von rund 1,5 %. Gegenüber dem Vorjahr ist der Verbrauch 2009 nur leicht angestiegen (+0,1 PJ, +0,1 %).
- Der Verbrauch an fossilen Energieträgern lag im Jahr 2009 um 3,2 PJ unter dem Verbrauch im Jahr 2000 (-2 %). Der Verbrauch der einzelnen fossilen Energieträger entwickelte sich unterschiedlich:
 - Der Verbrauch an Heizöl extra-leicht (HEL) ist in der Periode 2000 bis 2009 um 9,8 PJ (-8,1 %) zurückgegangen. Gegenüber dem Jahr 2008 reduzierte sich der Verbrauch im Jahr 2009 um 3,3 PJ (-3 %).

- Der Gasverbrauch stieg zwischen 2000 und 2009 um 6,4 PJ an (+17,6 %). Im Vergleich zum Jahr 2008 ist der Gasverbrauch im Jahr 2009 nur leicht gestiegen (+0,1 PJ, +0,2 %).
- Der Kohleverbrauch hat seit 2000 um 0,3 PJ zugenommen. Die Bedeutung der Kohle bleibt gering. Der Kohleanteil am Verbrauch der fossilen Energieträger betrug im Jahr 2009 0,2 %.
- Der Verbrauch von Fernwärme lag im Jahr 2009 um 1,0 PJ über dem Verbrauch im Jahr 2000 (+20,6 %). Gegenüber dem Vorjahr ist der Verbrauch um 0,2 PJ gestiegen (+2,7 %).
- Der Holzverbrauch stieg im Zeitraum 2000 bis 2009 um 2,1 PJ (+12,3 %). Der Verbrauch lag im Jahr 2009 um 0,3 PJ über dem Verbrauch im Jahr 2008 (+1,6 %).
- Der Verbrauch der übrigen erneuerbaren Energien hat gegenüber dem Jahr 2000 um 4,2 PJ zugenommen (+108 %). Der Zuwachs ist vorwiegend auf den Verbrauch an Umweltwärme zurückzuführen. Gegenüber dem Vorjahr hat der Verbrauch an den übrigen Erneuerbaren um 0,7 PJ (+9 %) zugenommen.

Seit dem Jahr 2000 ist der Verbrauch aller Energieträger gestiegen, mit Ausnahme von Heizöl extra-leicht (Abbildung 3.1 und Abbildung 3.2). Die gleiche Struktur zeigt sich gegenüber dem Vorjahr: 2009 lag der Verbrauch aller Energieträger mit Ausnahme von Heizöl über dem Verbrauch im Jahr 2008.

Abbildung 3.1: Veränderung des Endenergieverbrauchs der Privaten Haushalte zwischen 2000 und 2009, nach Energieträgern, in PJ

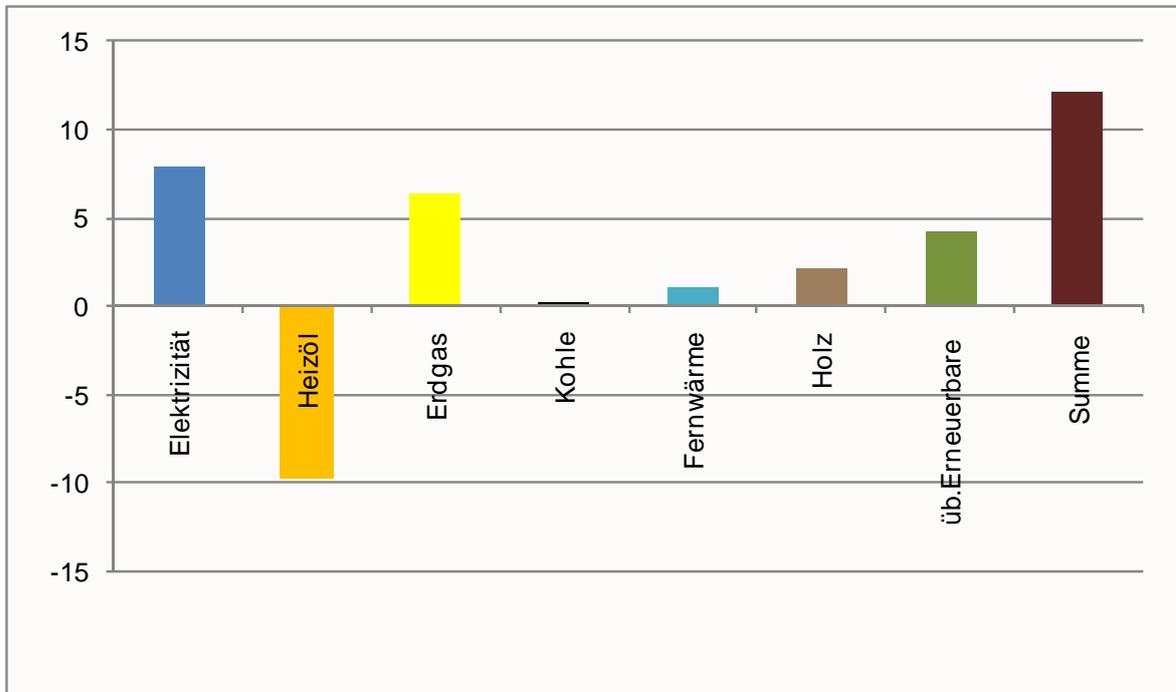


Abbildung 3.2: Prozentuale Veränderung des Endenergieverbrauchs der Privaten Haushalte zwischen 2000 und 2009, nach Energieträgergruppen, in %

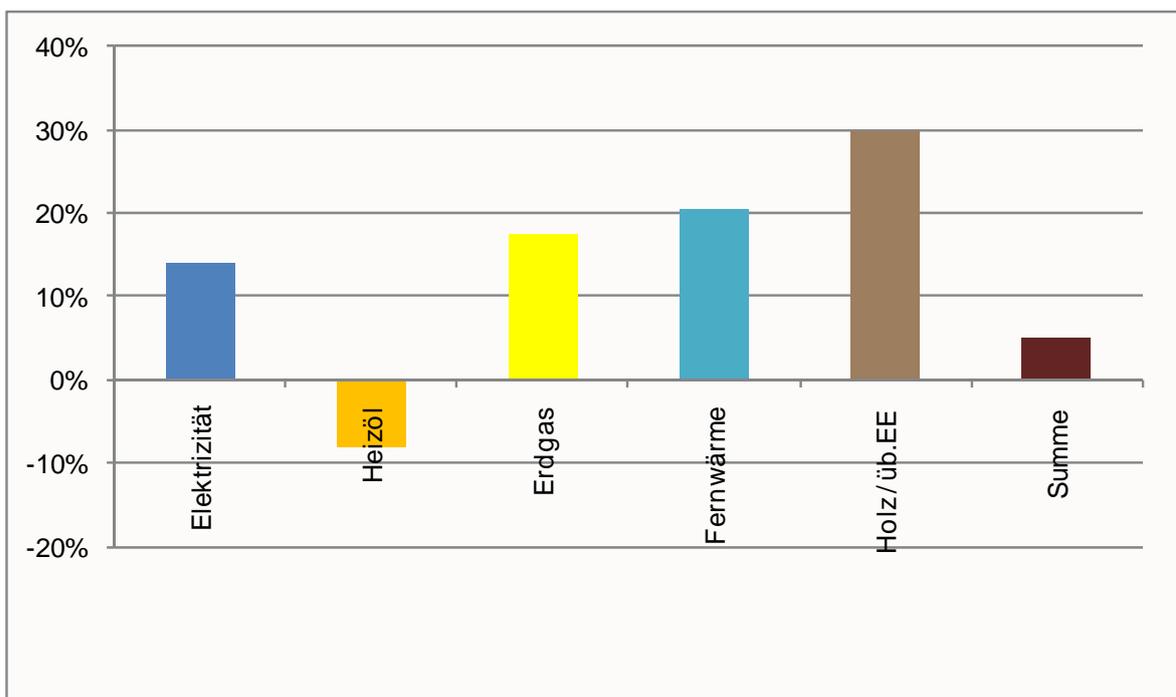


Abbildung 3.3 illustriert die Entwicklung der Energieträgerstruktur im Zeitraum 2000 bis 2009. Der Anteil von Heizöl am Endenergieverbrauch der Privaten Haushalte ist um 6,3 %-Punkte zurückgegangen. Die Anteile der übrigen Energieträger sind gestiegen. Die grössten Zunahmen verzeichnen Strom (+2 %-Punkte), Erdgas (+1,8 %-Punkte) und übrige Erneuerbare (+1,6 %-Punkte). Die Anteile der übrigen Energieträger sind vergleichsweise wenig gestiegen: Fernwärme +0,3 %-Punkte, Holz +0,5 %-Punkte, Kohle +0,1 %-Punkt.

Obwohl sich der Anteil von Heizöl am Energieverbrauch der Privaten Haushalte gegenüber dem Jahr 2000 um über 6 % verringert hat, bleibt Heizöl auch im Jahr 2009 mit einem Anteil von 44,1 % der Energieträger mit dem höchsten Verbrauchsanteil (Abbildung 3.4). Von grosser Bedeutung sind auch Strom (25,6 %) und Erdgas (16,9 %). Der Anteil von Holz beträgt im Jahr 2009 7,7 %. Die Bedeutung der Energieträger Kohle, Fernwärme und übrige Erneuerbare ist (noch) gering. Ihr Anteil beläuft sich zusammen auf rund 6 %. Der Anteil der fossilen Energieträger Heizöl, Gas, Kohle am Gesamtverbrauch der Privaten Haushalte ist von 65,5 % im Jahr 2000 auf 61,1 % im Jahr 2009 zurückgegangen (2008: 61,9 %).

Abbildung 3.3: Veränderung des Anteils der Energieträger am Verbrauch der Privaten Haushalte, 2009 gegenüber 2000, in Prozent-Punkten

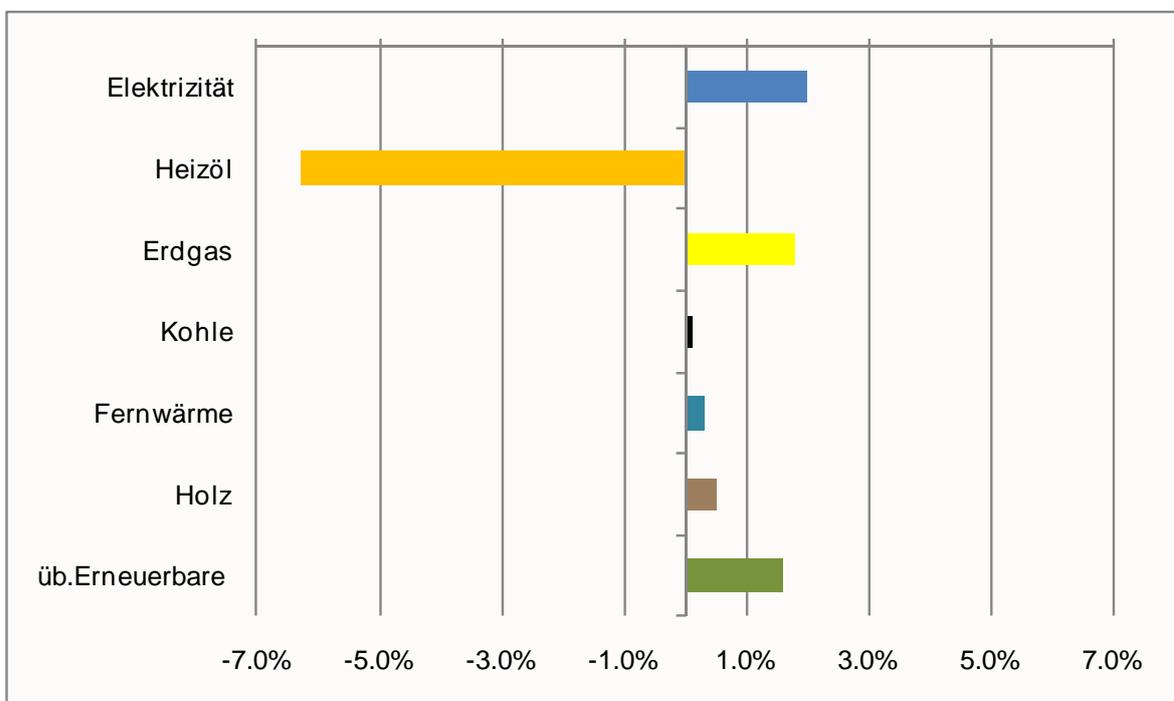
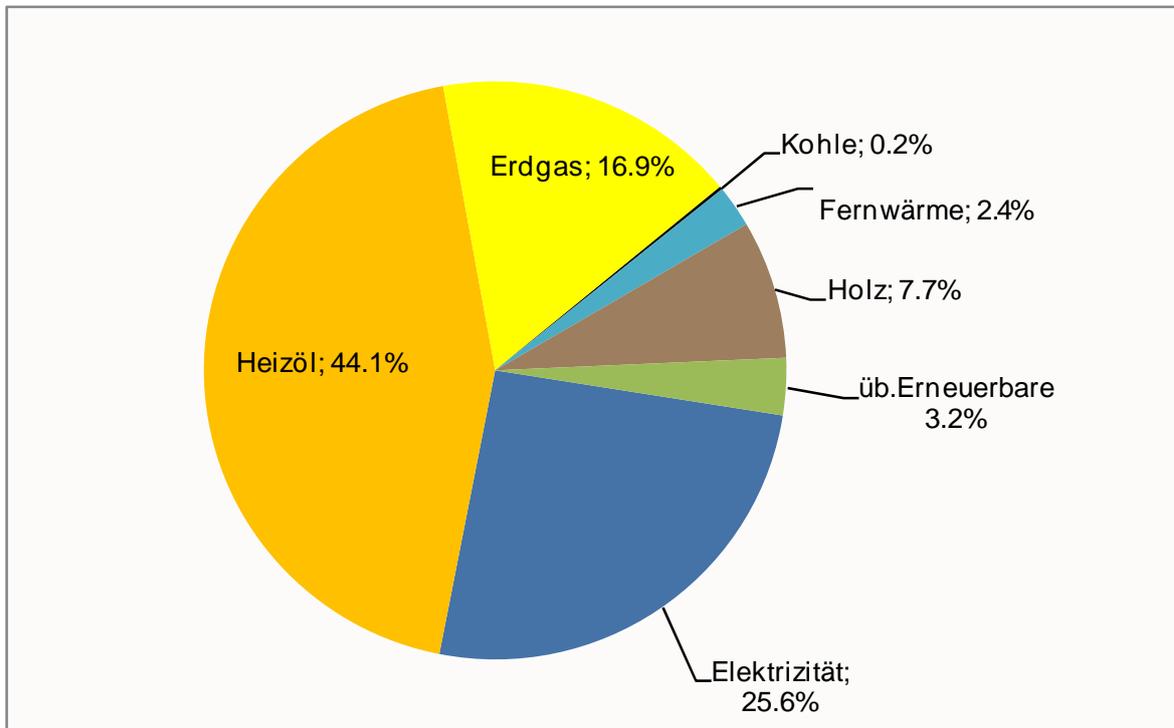


Abbildung 3.4: Energieverbrauchsstruktur der Privaten Haushalte, nach Energieträgern (2009)



3.2 Entwicklung der Rahmenbedingungen

Für die Analyse und das Verständnis der Energieverbrauchsentwicklung ist die Entwicklung der Rahmenbedingungen von ausschlaggebender Bedeutung. In Tabelle 3.2 ist die Entwicklung einiger wichtiger Komponenten für die Jahre 2000 bis 2009 zusammengefasst.

Die expansiven Einflussfaktoren zeigen im Allgemeinen nur geringe jährliche Veränderungen, längerfristig verzeichnen sie jedoch zum Teil deutliche Zuwächse. Die mittlere Wohnbevölkerung hat stetig zugenommen, durchschnittlich um rund +0,8 % pro Jahr, insgesamt zwischen 2000 und 2009 um 7,9 %. Noch stärker hat im gleichen Zeitraum die Anzahl der Privaten Haushalte zugenommen (+11,1 %). Dies geht einher mit einer fortschreitenden Abnahme der Haushaltsgrosse. Der Wohnungsbestand und die Energiebezugsfläche (EBF) haben zwischen 2000 und 2009 um 9,7 %, bzw. um 13,5 % zugenommen.⁴ Der Anstieg der EBF liegt über dem Anstieg der Anzahl Haushalte (zunehmende Wohnfläche je Haushalt), während die Zunahme der Wohnungen unter jener der Haushalte liegt (zunehmende Wohnungsknappheit; Abbildung 3.5).

⁴ Wohnfläche in EBF: Im Gegensatz zum Synthesebericht werden in Tabelle 3.2 nicht die Flächenangaben gemäss Wüest & Partner, sondern die Ergebnisse der eigenen Flächenfortschreibung ausgewiesen. Diese Werte liegen im Jahr 2009 rund 2,5 % über den Flächenangaben von Wüest & Partner.

Tabelle 3.2: Entwicklung wichtiger Einflussfaktoren auf den Energieverbrauch im Zeitraum 2000 bis 2009

	Einheit	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Bevölkerung, Wohnen											
mittlere Wohnbevölkerung	Tsd	7235	7285	7343	7405	7454	7501	7558	7619	7711	7802
Haushalte	Tsd	3144	3173	3206	3241	3270	3299	3338	3380	3437	3493
Gesamtwohnungsbestand	Tsd	3569	3598	3627	3661	3699	3738	3782	3826	3871	3915
Energiebezugsfläche	Mio. m ²	416	422	427	432	439	445	452	459	466	473
Witterung											
Heizgradtage		3081	3256	3135	3357	3339	3518	3246	3101	3347	3182
Kühlgradtage		115	129	115	346	116	151	202	106	124	157
Strahlung		4170	4078	4078	4612	4315	4290	4185	4435	4327	4567
GT&S-Faktor		0.895	0.975	0.905	0.981	0.968	1.005	0.977	0.857	0.951	0.933
Preise (real, Preisbasis 2009)											
Landesindex der Konsumentenpreise		92.3	93.3	93.9	94.5	95.3	96.3	97.4	98.1	100.5	100.0
Elektrizität	Rp./kWh	19.7	19.7	19.5	19.0	18.6	18.0	17.0	16.7	16.6	17.8
Heizöl (3000-6000l)	Fr./100l	55.0	50.4	43.5	46.5	53.0	72.8	81.2	82.2	109.1	68.9
Erdgas	Rp./kWh	6.5	6.4	7.1	6.9	6.9	7.5	8.9	9.3	10.1	9.6
Holz	Fr./Ster	45.1	44.8	45.3	45.7	46.0	46.9	50.0	51.6	52.3	52.2
Fernwärme	Fr./GJ	16.6	19.6	19.2	18.9	18.4	19.2	20.8	21.8	22.7	23.5

GT&S: Gradtag und Strahlung (verwendetes Verfahren zur Witterungsbereinigung)

Die Witterungsbedingungen sind als Kurzfristedeterminante von herausragender Bedeutung. Im Vergleich zum langjährigen Durchschnitt der Jahre 1970 bis 1992 (mit 3588 HGT) war es in allen Jahren deutlich wärmer.⁵ Besonders warm war die Witterung in den Jahren 2000 (HGT 3081), 2002 (HGT 3135) und 2007 (HGT 3101). Am kältesten war das Jahr 2005 mit 3518 HGT. Grosse Strahlungsmengen und eine hohe Anzahl Kühlgradtage (CDD) traten im Jahre 2003 auf („Hitzesommer“).⁶ Im Jahr 2007 ergab sich eine hohe Strahlungsmenge bei unterdurchschnittlicher Anzahl CDD: der Winter und das Frühjahr waren ausserordentlich mild, der Sommer relativ kühl.

Die realen Energiepreise entwickelten sich in den Jahren 2000 bis 2009 unterschiedlich⁷. Bei den Konsumentenpreisen sind einzig die Strompreise gesunken (-9,8 %), während die Preise der übrigen Energieträger zum Teil deutlich angestiegen sind. Die Preisanstiege erfolgten nicht monoton während des gesamten Zeitraums. In der Regel erfolgte ab Herbst 2004 ein kräftiger Anstieg. Im Jahr 2008 erfolgte parallel zur Finanz- und Wirtschaftskrise ein kräftiger Preiszerfall, insbesondere beim Heizöl. Der reale Heizölpreis lag im Jahr 2009 25,3 % über dem Preisniveau von 2000. Der Preis von Gas ist im Zeitraum 2000 bis 2009 um 48,3 % gestiegen, der Holzpreis und der Fernwärmepreis sind um 15,7 % bzw. um 41,6 % gestiegen. Die Preisanstiege liegen deutlich über der Entwicklung des Landesindex für Konsumentenpreise (Abbildung 3.6). Wird die kurzfristige Entwicklung zwischen den

⁵ Beim verwendeten Bereinigungsverfahren auf Basis von Gradtagen und Strahlung wird der aktuellere Referenzzeitraum 1984 bis 2002 verwendet. Die durchschnittliche Anzahl HGT in diesem Referenzzeitraum beträgt 3432 HGT.

⁶ Kühltag werden gezählt, wenn die mittlere Tagestemperatur 18,3°C überschreitet. Bei den Kühlgradtagen (Cooling Degree Days) werden die Kühltag mit der Differenz zwischen der mittleren Tagestemperatur und 18,3°C gewichtet.

⁷ Basis für die Preise und deren Entwicklung bilden die vom BFS veröffentlichten nominalen Jahresdurchschnittspreise des Landesindex der Konsumentenpreise. Diese nominalen Preise wurden in reale Preise mit Basisjahr 2009 umgerechnet.

Jahren 2008 und 2009 betrachtet, so zeigt sich ein anderes Bild. Die Preise von Holz, Gas und insbesondere von Heizöl (-37 %) sind gesunken. Hingegen ist der Strompreis angestiegen (+7 %).

In Bezug auf die energiepolitischen Regelungen sind die im Januar 2008 eingeführte CO₂-Abgabe auf Brennstoffen, die in grossen Teilen per 1. April 2008 in Kraft gesetzte neue Stromversorgungsverordnung (StromVV) sowie ab 2009 die kostendeckende Einspeisevergütung (KEV) zu erwähnen. Keinen direkten Einfluss auf den Energieverbrauch der Privaten Haushalte der Jahre 2000 bis 2009 hat hingegen die Marktöffnung für Grossverbraucher.

Abbildung 3.5: Entwicklung zentraler Rahmenfaktoren, Indices mit Basisjahr 2000 (=100)

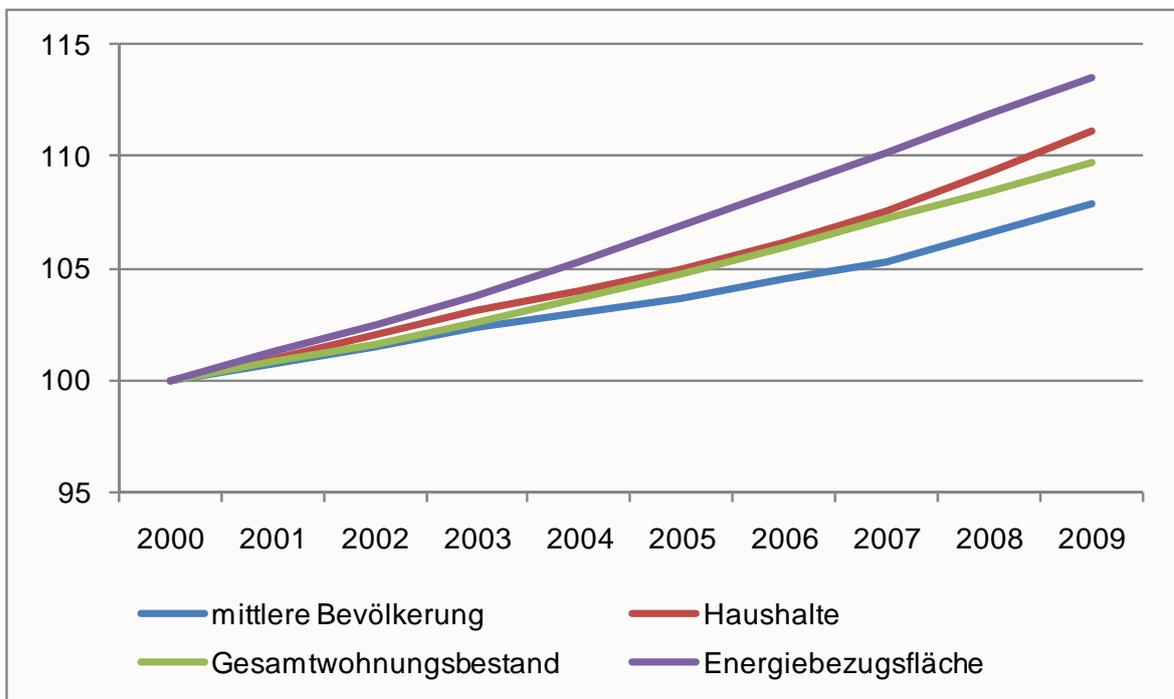
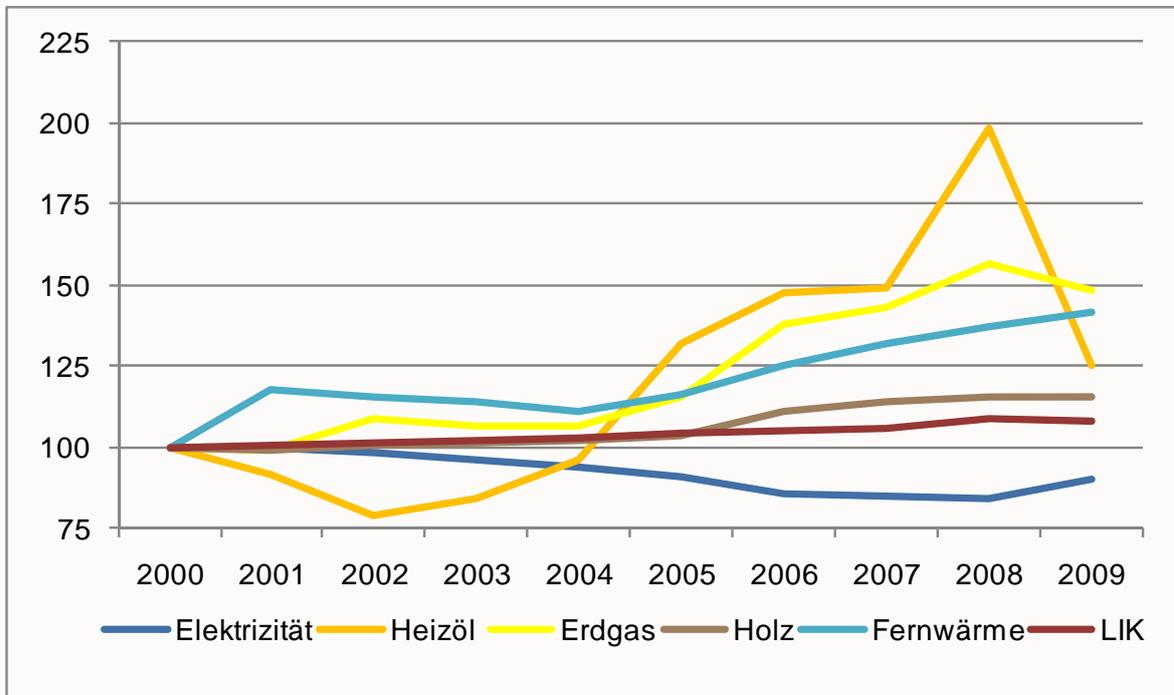


Abbildung 3.6: Reale Preisentwicklung von Strom, Heizöl, Gas, Holz und Fernwärme sowie die Entwicklung des Konsumentenpreisindex (LIK), Indices mit Basisjahr 2000 (=100)



4 Analyse der Verbrauchsentwicklung 2000 bis 2009 nach Verwendungszwecken

Die Verbrauchsanalyse nach Verwendungszwecken veranschaulicht, wie sich der Energieverbrauch der Privaten Haushalte auf verschiedene "Aktivitäten" verteilt. Dazu wird der Energieverbrauch modellbasiert nach Verwendungszwecken gegliedert. Unterschieden werden die Verwendungszwecke:

- Raumwärme
- Warmwasser
- Kochen
- Klima, Lüftung und Haustechnik
- Unterhaltung, Information und Kommunikation
- Beleuchtung
- Waschen und Trocknen
- Kühlen und Gefrieren
- Übrige Elektrogeräte

Die Verbrauchsentwicklung der Verwendungszwecke wird im Zeitablauf 2000 bis 2009 dargestellt. Darüber hinaus werden die wichtigsten Treiber dieser Entwicklung, die zentralen Mengen- und Effizienzkomponenten, beschrieben.

4.1 Überblick über die Verwendungszwecke

Eine Übersicht über den Energieverbrauch der Privaten Haushalte nach Verwendungszwecken ist in Tabelle 4.1 und Abbildung 4.1 gegeben. Im Jahr 2009 entfiel der weitaus grösste Teil des Energieverbrauchs auf die Raumwärme (70 %), hauptsächlich eingesetzt in fest installierten Heizanlagen (69,2 %). Mit einem Anteil von 12,9 % im Jahre 2009 besitzt auch die Bereitstellung von Warmwasser eine grosse Bedeutung. Die übrigen Verwendungszwecke weisen vergleichsweise geringe Verbrauchsanteile auf: Kochen und Geschirrspülen 3,8 %, Kühlen und Gefrieren 2,9 %, Information, Kommunikation und Unterhaltung 2,5 %, Beleuchtung 2,4 %, Waschen und Trocknen 1,5 %, Klima, Lüftung, Haustechnik 1 % sowie auf die sonstigen Elektrogeräte 3,1 %.

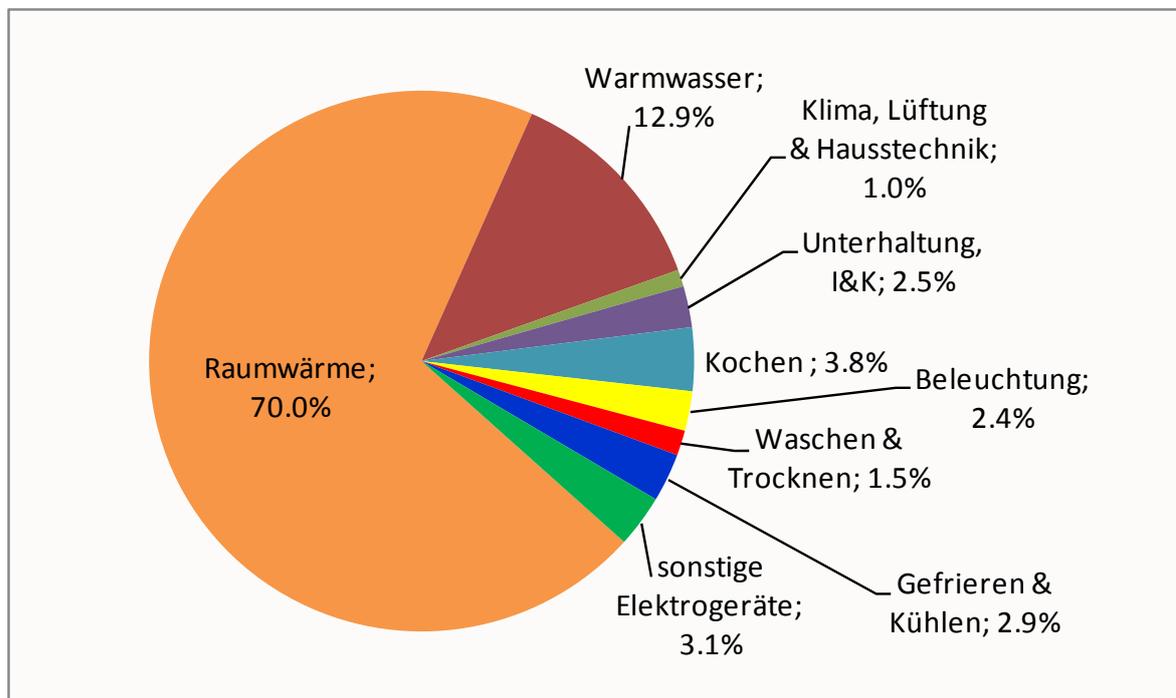
Der Anteil der Raumwärme am Gesamtverbrauch der Haushalte ist von 71,1 % im Jahr 2000 um 1,1 %-Punkte auf 70 % gesunken (Abbildung 4.2). Aufgrund der jährlichen Witterungsschwankungen variiert auch der Anteil der Raumwärme. Am höchsten war der Anteil von Raumwärme im Jahr 2001 (73 %), am geringsten im Jahr 2007 (69 %). Werden die witterungsbereinigten Verbräuche

betrachtet, zeigt sich im Zeitverlauf eine Abnahme des Anteils der Raumwärme am Gesamtverbrauch von 73,2 % im Jahre 2000 auf 71,3 % im Jahre 2009 (-1,9 %-Punkte).

Tabelle 4.1: Private Haushalte: Energieverbrauch 2000 bis 2009 nach Verwendungszwecken, in PJ (Modellwerte)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Raumwärme	169.9	184.6	171.2	184.8	182.6	189.3	183.5	161.3	177.6	173.0
Raumwärme festinstalliert	168.3	183.0	169.7	183.2	180.9	187.4	181.6	159.3	175.4	171.2
Heizen mobil	1.7	1.7	1.6	1.7	1.7	1.9	2.0	1.9	2.2	1.8
Warmwasser	32.0	31.9	31.7	32.0	31.9	31.9	31.8	31.5	31.8	31.9
Klima, Lüftung & Hausstechnik	2.3	2.5	2.3	2.5	2.5	2.6	2.5	2.3	2.5	2.5
Heizen Hilfsenergie	1.9	2.1	1.9	2.1	2.1	2.1	2.1	1.8	2.0	2.0
Klimatisierung	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04	0.05	0.06	0.07
Antennenverstärker, Haustechnik	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5
Unterhaltung, I&K	5.9	5.9	5.9	5.9	5.8	5.8	5.8	5.9	6.1	6.1
Kochen (inkl. Geschirrspülen)	8.9	8.9	8.9	8.9	9.0	9.0	9.1	9.2	9.3	9.4
Beleuchtung	5.6	5.7	5.8	5.9	6.1	6.1	6.1	6.0	6.0	5.9
Waschen & Trocknen	2.5	2.7	2.8	2.9	3.1	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7
Gefrieren & Kühlen	7.1	7.1	7.1	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.1	7.2
sonstige Elektrogeräte	4.6	5.1	5.6	6.2	6.6	7.0	7.2	7.4	7.5	7.7
Summe	238.9	254.4	241.5	256.4	254.6	262.1	256.6	234.2	251.5	247.3

Abbildung 4.1: Anteile der unterschiedenen Verwendungszwecke am Energieverbrauch der Privaten Haushalte im Jahr 2009

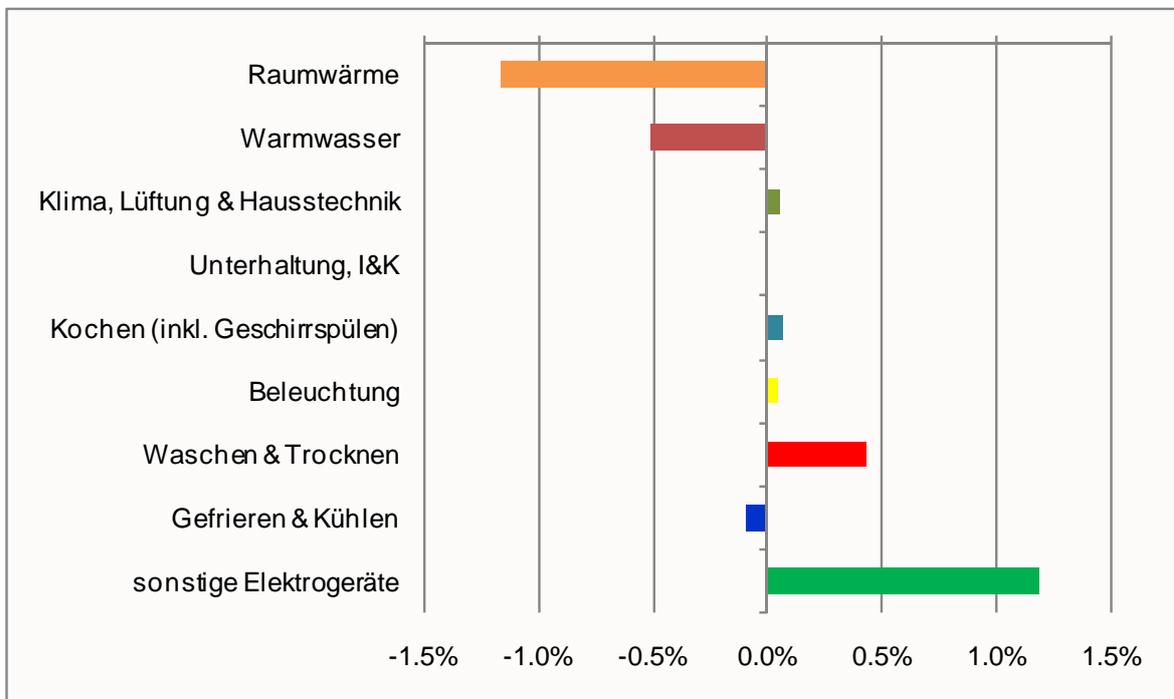


Der Verbrauch für Warmwasser hat sich in der Periode 2000 bis 2009 nicht wesentlich verändert. Aufgrund des Anstiegs des Gesamtverbrauchs ist der Anteil von Warmwasser am Gesamtverbrauch um 0,5 %-Punkte auf 12,9 % gesunken. Der Verbrauch für Kühlen und Gefrieren ist im Zeitraum 2000 bis 2009 gestiegen, jedoch weniger kräftig als der Gesamtverbrauch. Der Anteil von

Kühlen und Gefrieren am Gesamtverbrauch ist deshalb ebenfalls leicht gesunken (-0,1 %-Punkte).

Der Anteil von Unterhaltung, Information und Kommunikation ist konstant geblieben. Die Anteile der übrigen Verwendungszwecke haben zugelegt. Vergleichsweise deutlich gestiegen sind die Anteile der sonstigen Verbräuche (+1,2 %-Punkte) sowie Waschen und Trocknen (+0,4 %-Punkte). Die Anteile von Kochen, Beleuchtung sowie Klima, Lüftung und Haustechnik sind um weniger als 0,1 %-Punkte gestiegen.

Abbildung 4.2: Veränderung des Anteils der Verwendungszwecke am Verbrauch der Privaten Haushalte, 2009 gegenüber 2000, in Prozent-Punkten



Die Betrachtung nach Energieträgergruppen zeigt, dass „Brennstoffe“ ausschliesslich für Raumwärme, Warmwasser und für Prozesswärme (Gas- und Holz-Kochherde) verwendet werden (zu den Brennstoffen werden hier auch Fernwärme, Umgebungswärme und Solarstrahlung gerechnet; Tabelle 4.2). Elektrizität dagegen weist ein breiteres Einsatz- bzw. Verwendungsspektrum auf (Tabelle 4.3).

Tabelle 4.2: Brennstoffverbrauch 2000 bis 2009 nach Verwendungszwecken, in PJ

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2009-%
Raumwärme	158.12	172.01	159.36	172.07	169.73	175.74	169.80	148.55	163.19	159.00	87.0%
Warmwasser	23.69	23.58	23.49	23.68	23.57	23.60	23.40	23.12	23.23	23.13	12.7%
Kochen	0.80	0.77	0.75	0.72	0.69	0.66	0.63	0.60	0.57	0.54	0.3%
Summe	182.61	196.36	183.60	196.48	193.99	200.00	193.83	172.28	186.99	182.67	100%

Tabelle 4.3: *Elektrizitätsverbrauch 2000 bis 2009 nach Verwendungszwecken, in PJ (Raumwärme inkl. mobiler Kleinheizgeräte)*

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2009-%
Raumwärme	11.8	12.6	11.9	12.8	12.8	13.5	13.7	12.7	14.4	14.0	21.7%
Warmwasser	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.4	8.4	8.6	8.7	13.5%
Kochen	8.1	8.1	8.2	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	8.7	8.8	13.7%
Beleuchtung	5.6	5.7	5.8	5.9	6.1	6.1	6.1	6.0	6.0	5.9	9.1%
Kühlen und Gefrieren	7.1	7.1	7.1	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.1	7.2	11.1%
Waschen und Trocknen	2.5	2.7	2.8	2.9	3.1	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	5.7%
Unterhaltung, IuK	5.9	5.9	5.9	5.9	5.8	5.8	5.8	5.9	6.1	6.1	9.4%
Klima, Lüftung & Haustechnik	2.3	2.5	2.3	2.5	2.5	2.6	2.5	2.3	2.5	2.5	3.9%
sonstige	4.6	5.1	5.6	6.2	6.6	7.0	7.2	7.4	7.5	7.7	12.0%
Summe	56.3	58.1	57.9	59.9	60.6	62.1	62.7	61.9	64.5	64.6	100%

Rund 35,2 % des Elektrizitätsverbrauchs entfielen 2009 auf die Bereiche Raumwärme und Warmwasser (2000: 35,8 %). Weitere 13,7 % auf den Verbrauch für Kochherde, Kochhilfen und Geschirrspüler (2000: 14,4 %). 9,1 % des Verbrauchs benötigt die Beleuchtung (ohne Gemeinschaftsbeleuchtung; 2000: 9,9 %). Auf den Bereich Kühlen und Gefrieren entfällt rund 11,1 % (2000: 12,7 %). Auf den Bereich Waschen und Trocknen entfällt 5,6 % des Verbrauchs (2000: 4,5 %). 9,4 % des Verbrauchs benötigt der Bereich Unterhaltung, Information und Kommunikation. Etwa 3,9 % des Verbrauchs entfällt auf Klima, Lüftung Haustechnik (inkl. Hilfsenergie Heizung) in Ein- und Zweifamilienhäusern (2000: 4,1 %). Der Anteil der sonstigen Stromverbräuche ist von 8,2 % im Jahr 2000 auf 12 % im Jahr 2009 gestiegen. Die Anteilsstrukturen sind dabei immer durch die Witterungsbedingungen beeinflusst, da diese unmittelbar den Raumwärmebedarf beeinflussen.

4.2 Raumwärme

Unter dem Aspekt der Verbrauchsmenge ist der Verwendungszweck Raumwärme von herausragender Bedeutung. 2009 entfielen 70,0 % des gesamten Energieverbrauchs der Privaten Haushalte auf den Bereich Raumwärme (2008: 70,6 %). Tabelle 4.4 beschreibt für die Jahre 2000 bis 2009 den Energieverbrauch für Raumwärme nach Energieträgern. Nicht berücksichtigt sind dabei die Verbräuche für den Hilfsenergieverbrauch für Pumpen, Brenner und Gebläse (rund 2 PJ), das Kaminholz sowie der Raumwärmeverbrauch von Zweit- und Ferienwohnungen. Der Verbrauch wird dominiert von den festinstallierten Heizungen. Der Verbrauchsanteil der mobilen Kleinheizgeräte (Elektro-Öfelis) beträgt lediglich 1 % vom Raumwärmeverbrauch (rund 2 PJ_{el}).

Witterungsbereinigt liegen die Verbrauchswerte für alle Jahre mit Ausnahme des Jahres 2005 über den effektiven Ist-Verbräuchen (Tabelle 4.5). Das heisst, in allen Jahren ausser dem Jahr 2005 war es wärmer als im Durchschnitt der Referenzperiode 1984 bis 2002. Erheblich wärmer waren die Jahre 2000, 2002 und 2007.

Bei Berücksichtigung der Witterung zeigt sich zwischen den Jahren 2000 und 2009 eine Reduktion des Raumwärmeverbrauchs von 4,2 PJ (-2,2 %). Die verbrauchstreibenden Faktoren (Zunahme EBF, Komfort) waren demnach leicht schwächer als die verbrauchssenkenden Faktoren (Verbesserung Dämmung und Nutzungsgrad).

Tabelle 4.4: Raumwärmeverbrauch der Privaten Haushalte 2000 bis 2009 nach Energieträgern, in PJ, mit Witterung (inkl. mobiler Kleinheizgeräte)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Heizöl	107.2	115.7	106.0	113.5	110.9	113.7	107.2	91.4	98.1	93.1
Gas	27.7	30.9	29.3	32.5	32.8	34.7	34.6	31.2	35.3	35.3
Kohle	0.3	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.4	0.3
El. Widerstandsheizungen	10.3	11.0	10.3	10.9	10.9	11.3	11.3	10.3	11.5	10.9
El. Wärmepumpen	1.5	1.7	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.4	2.9	3.1
Fernwärme	4.4	4.9	4.6	5.1	5.1	5.4	5.5	5.0	5.7	5.8
Holz	15.6	16.8	15.7	16.7	16.5	16.9	16.8	15.3	16.9	16.9
Solar	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3
Umgebungswärme	2.8	3.2	3.2	3.7	3.9	4.5	5.1	5.2	6.5	7.2
Insgesamt	169.9	184.6	171.2	184.8	182.6	189.3	183.5	161.3	177.6	173.0
dar. festinstalliert	168.3	183.0	169.7	183.2	180.9	187.4	181.6	159.3	175.4	171.2
dar. mobil	1.7	1.7	1.6	1.7	1.7	1.9	2.0	1.9	2.2	1.8

Tabelle 4.5: Raumwärmeverbrauch der Privaten Haushalte 2000 bis 2009 nach Energieträgern, in PJ, witterungsbereinigt (inkl. mobiler Kleinheizgeräte)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Heizöl	119.7	118.7	117.0	115.7	114.5	113.1	109.8	106.3	103.1	99.8
Gas	31.0	31.7	32.4	33.1	33.8	34.5	35.5	36.3	37.1	37.8
Kohle	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
El. Widerstandsheizungen	11.3	11.2	11.2	11.1	11.1	11.3	11.5	11.7	12.0	11.5
El. Wärmepumpen	1.7	1.7	1.8	1.9	2.1	2.2	2.5	2.8	3.1	3.4
Fernwärme	4.9	5.0	5.1	5.2	5.3	5.4	5.6	5.8	6.0	6.2
Holz	17.0	17.1	17.1	17.0	16.9	16.8	17.1	17.4	17.7	17.9
Solar	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4
Umgebungswärme	3.1	3.3	3.5	3.8	4.0	4.4	5.2	6.0	6.9	7.7
Insgesamt	189.2	189.3	188.6	188.4	188.3	188.3	187.8	186.9	186.4	185.1
dar. festinstalliert	187.5	187.6	186.9	186.7	186.6	186.4	185.8	184.9	184.2	183.2
dar. mobil	1.8	1.7	1.7	1.7	1.7	1.9	2.0	2.0	2.2	1.9

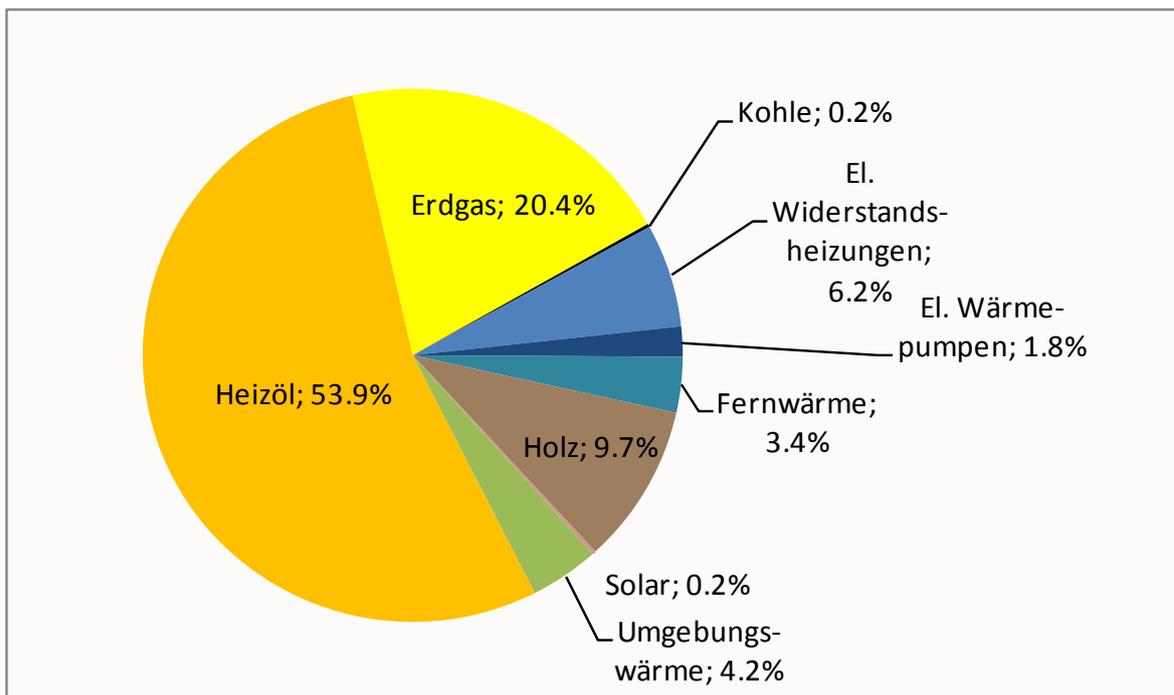
Nach wie vor dominiert verbrauchsseitig der Energieträger Heizöl. Auch wenn dessen Anteil am Raumwärmeverbrauch stark rückläufig ist (-20 PJ, witterungsbereinigt), beträgt der Anteil am Raumwärmeverbrauch im Jahr 2009 nach wie vor rund 54 % (2000: 63,3 %). Von grosser Bedeutung ist auch der Gasverbrauch mit einem Anteil von 20 % (2000: 16,4 %). Insgesamt beläuft sich der Anteil der fossilen Energieträger im Jahr 2009 auf rund 75 % (2000: 80 %).

Der Elektrizitätsverbrauch im Raumwärmemarkt ist von 13,0 PJ in 2000 auf 14,9 PJ in 2009 gestiegen (witterungsbereinigt, inkl. mobiler Kleingeräte, ohne Hilfsenergie). Der Anstieg ist primär auf den verstärkten Einsatz von Wärmepumpen (+1,7 PJ), sekundär

auf die Ausweitung der Widerstandsheizungen (Ohm'sche Heizungen; +0,2 PJ) zurückzuführen.

Der Anteil der erneuerbaren Energie Holz, Solar- und Umgebungswärme ist seit 2000 um 3,3 %-Punkte gestiegen und beträgt 2009 14 % (26 PJ).

Abbildung 4.3: Anteile der Energieträger am Raumwärmeverbrauch, im Jahr 2009 (witterungsbereinigte Werte)



Die aufgeführten Verbräuche sind das Ergebnis des Zusammenwirkens der dahinter liegenden Einflüsse Energiebezugsfläche, spezifische Heizwärmebedarfe, Nutzungsgrade und Witterung. Im Modell wird darüber hinaus differenziert nach bewohnten Erstwohnungen, teilweise bewohnten Zweit- und Ferienwohnungen sowie temporär oder dauerhaft nicht bewohnten Wohnungen. Diese Unterscheidung ist notwendig, da die spezifischen Heizwärmebedarfe abhängig sind von der Art bzw. der Intensität der Belegung (unterschiedliche Vollbenutzungsstunden der Heizsysteme). Gemäss der in Kapitel 2.1 beschriebenen Sektorabgrenzung werden bei dieser Arbeit die Verbräuche der Zweit- und Ferienwohnungen nicht den Privaten Haushalten zugerechnet. Die ausgewiesenen Werte berücksichtigen deshalb die dauernd bewohnten und die nicht bewohnten Wohnungen, nicht aber die zeitweise bewohnten Zweit- und Ferienwohnungen.

Die beheizte Energiebezugsflächen (EBF) hat seit 2000 um 52 Mio. m² zugenommen und umfasst im Jahr 2009 437 Mio. m². 97 % dieser Fläche entfällt auf die dauernd bewohnten Wohnungen, 3 % auf die nicht bewohnten Wohnungen. Nicht berücksich-

tigt sind dabei die Flächen in Zweit- und Ferienwohnungen, die im Jahr 2009 rund 30 Mio. m² umfassen. Diese Flächen werden hier nicht den Privaten Haushalten, sondern dem Dienstleistungssektor zugerechnet.

73,3 % der Energiebezugsflächen der Privaten Haushalte wurden im Jahr 2009 fossil beheizt (2008: 74,6 %). Zu Beginn des Jahrzehnts waren es noch 78,4 %. Innerhalb der fossilen Energieträger vollzieht sich gleichzeitig eine Verlagerung von Heizöl zu Erdgas. Der Anteil von Heizöl ist in der Periode 2000 bis 2009 um rund 10 %-Punkte gesunken, jener von Erdgas um 5 %-Punkte gestiegen. Kohle war und ist unbedeutend. Kräftig gestiegen ist der Anteil der elektrischen Wärmepumpe, von 4 % in 2000 auf 9 % in 2009 (+5 %-Punkte). Die Anteile der übrigen Energieträger-Heizsysteme haben sich um weniger als 1 %-Punkt verändert.

Eine Disaggregation der Heizsysteme nach Zentral- und Einzelsystemen zeigt eine Dominanz der zentralen Heizsysteme. Mehr als 94 % der EBF wird durch zentrale Heizsysteme beheizt. Mit einem Anteil von knapp 6 % sind die Einzelofensysteme vergleichsweise unbedeutend. Nur bei Holz ist deren Anteil erheblich.

Der durchschnittliche Heizwärmebedarf pro EBF ist seit 2000 um ca. 9% auf rund 355 MJ/m² und Jahr gesunken. Zwischen den verschiedenen Heizungssystemen zeigen sich deutliche Unterschiede. Aufgrund der höheren jährlichen Vollbenutzungstunden ist der Bedarf bei Zentralheizungssystemen im Vergleich zu Einzelsystemen im Allgemeinen höher. Heizöl und Erdgas haben als Hauptenergieträger in den dauerhaft bewohnten Wohnungen vergleichsweise hohe durchschnittliche spezifische Heizwärmebedarfe (unter anderem aufgrund der hohen durchschnittlichen Vollbenutzungstunden).

Die mittleren Nutzungsgrade der Heizanlagen sind in den letzten Jahren weiter angestiegen, von knapp 82 % in 2000 auf etwas über 88 % in 2009. Überdurchschnittliche Effizienzsteigerungen zeigen sich bei den Heizsystemen mit dem stärksten Wachstum: bei den zentralen Gasheizungen (Einführung bzw. Ausweitung der Brennwerttechnik) und bei den Wärmepumpen (bessere Leistungsziffern und Jahresarbeitszahlen).

4.3 Warmwasser

Im Jahr 2009 wurden 12,9 % des Endenergieverbrauchs der Privaten Haushalte für die Bereitstellung von Warmwasser aufgewendet. Dadurch ist Warmwasser nach der Raumwärme mengenmäßig der zweitwichtigste Verwendungszweck im Haushaltssektor. Tabelle 4.6 beschreibt für die Jahre 2000 bis 2009 den Energieverbrauch für Warmwasser in Privaten Haushalten nach Energieträgern. Die Differenzen zwischen den witterungsbereinigten Ver-

bräuchen und den Verbräuchen mit Witterungseinfluss betragen 0,01 bis maximal 0,1 PJ. Aufgrund der geringen Differenzen wird auf eine Darstellung der witterungsbereinigten Werte verzichtet.

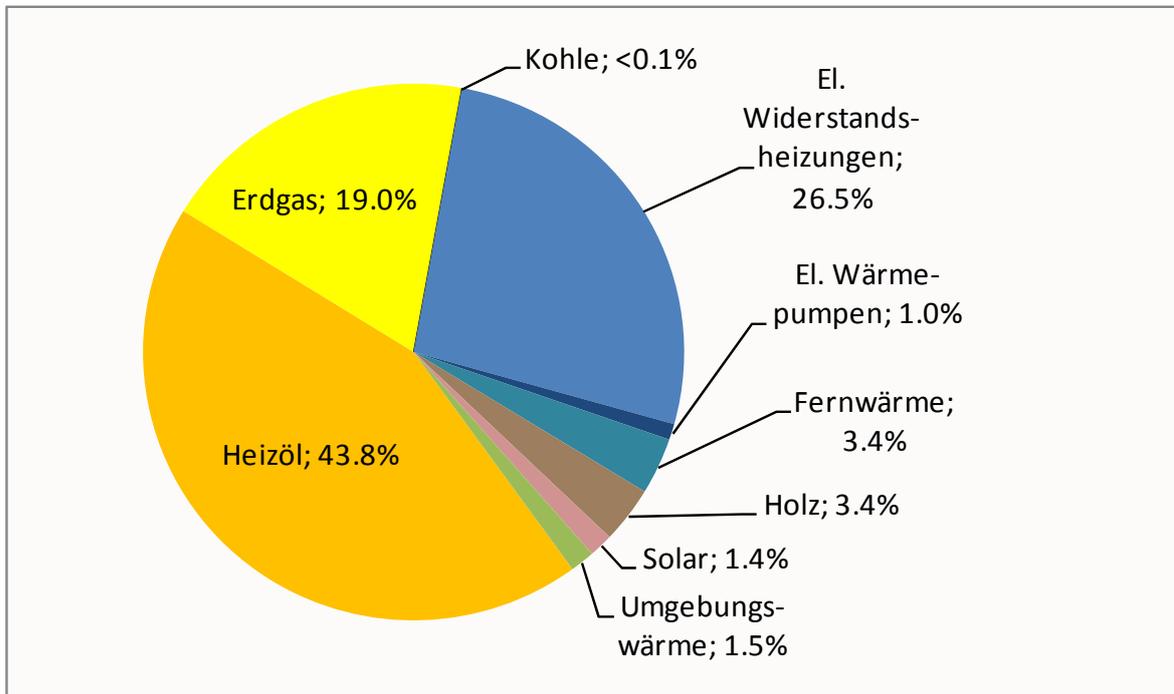
Rund 32 PJ, mit nur geringen jährlichen Schwankungen, werden für die Bereitstellung von Warmwasser benötigt. Effizienzverbesserungen durch die höheren Nutzungsgrade werden durch den Mehrverbrauch (Bevölkerungswachstum) kompensiert. Auch das Warmwasser wird überwiegend von Zentralsystemen bereitgestellt.

Im Jahr 2009 entfiel der überwiegende Teil des Verbrauchs auf die Energieträger Heizöl (44 %), Elektrizität (27 %) und Gas (19 %; Abbildung 4.4). Gegenüber dem Jahr 2000 ist der Anteil dieser drei Energieträger am Gesamtverbrauch für Warmwasser von 92,3 % auf 89,3 % gesunken (2008: 89,8 %). Der Rückgang ist auf einen Minderverbrauch beim Heizöl zurückzuführen (-2,4 PJ; -7 %-Punkte). Der Anteil der erneuerbaren Energien Holz, Solar und Umgebungswärme stieg im gleichen Zeitraum von 4,4 % auf 6,3 % (2008: 6,0 %).

Tabelle 4.6: Endenergieverbrauch für Warmwasser 2000 bis 2009 nach Energieträgern, in PJ mit Witterungseinfluss

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Heizöl	16.4	16.1	15.9	15.8	15.6	15.5	15.0	14.6	14.3	14.0
Gas	5.0	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7	5.9	6.1
Kohle	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
El. Widerstandsheizungen	8.1	8.1	8.0	8.1	8.0	8.0	8.1	8.1	8.3	8.4
El. Wärmepumpen	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Fernwärme	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.1
Holz	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1
Solar	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5
Umgebungswärme	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5
Insgesamt	32.0	31.9	31.7	32.0	31.9	31.9	31.8	31.5	31.8	31.9

Abbildung 4.4: Anteile der Energieträger am Warmwasserverbrauch im Jahr 2009



Treiber dieser Veränderungen sind zum einen Verschiebungen in der Versorgungsstruktur (Tabelle 4.7), zum andern aber auch damit verbundene Änderungen bei den spezifischen Bedarfen und den mittleren Anlagennutzungsgraden (Tabelle 4.8).

Im Haushaltsmodell wird angenommen, dass die durchschnittliche pro Kopf Verbrauchsmenge an Warmwasser zwischen Zentralsystemen und Einzelsystemen variiert. Bei den konventionellen zentralen Systemen werden für den spezifischen Nutzenergieverbrauch rund 50 Liter pro Einwohner und Tag bei einer Temperaturdifferenz von 40°C zugrunde gelegt. Dies ist nahezu identisch mit dem SIA-Pro-Kopf-Ansatz von 3'000 MJ/Jahr. Für die moderneren zentralen Systeme (Solar, Wärmepumpe) werden rund 45 Liter veranschlagt. Bei Einzelsystemen ist der Bezug von Warmwasser nur an einer oder wenigen Stellen möglich. Der Warmwasserverbrauch ist dadurch in der Regel deutlich geringer. Er wird hier mit 35 Liter pro Kopf und Tag veranschlagt.

In Tabelle 4.7 ist die Warmwasser-Versorgungsstruktur der Bevölkerung nach Anlagensystem dargestellt. Die Bevölkerungszahl unterscheidet sich von der mittleren Bevölkerung gemäss Tabelle 3.2. In Tabelle 4.7 ist nur der Teil der Bevölkerung berücksichtigt, der in Haushalten lebt, nicht aber derjenige in Kollektiv-Haushalten (z.B. Altersheimen).

Tabelle 4.7: Versorgungsstruktur Warmwasser: versorgte Einwohner nach Energieträgern und Warmwassersystemen 2000 bis 2009, in Tsd

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2009-%
Bevölkerung ohne WW	93	93	94	95	88	88	81	82	75	72	1.0%
Bevölkerung mit WW	7028	7073	7123	7178	7227	7267	7323	7377	7470	7554	99.1%
dar: Heizöl Zentral	3206	3196	3191	3182	3164	3152	3099	3046	3003	2946	38.6%
Gas zentral	808	834	863	892	921	951	984	1023	1064	1099	14.4%
Gas Einzel	276	283	289	295	300	306	316	326	338	348	4.6%
Elektrizität Zentral	1822	1828	1829	1833	1833	1826	1850	1872	1905	1942	25.5%
Elektrizität Einzel	321	310	298	286	286	285	289	292	297	303	4.0%
Wärmepumpe	175	186	197	209	221	232	247	257	269	283	3.7%
Fernwärme	213	213	217	221	225	230	240	250	261	272	3.6%
Holz Zentral	99	102	104	107	110	112	117	121	126	132	1.7%
Holz Einzel	67	66	65	64	63	61	61	61	60	60	0.8%
Solar	41	56	72	91	105	112	121	130	146	168	2.2%

WW: Warmwasser

Die mittleren Anlagennutzungsgrade sind der Tabelle 4.8 zu entnehmen. Die Nutzungsgrade der Warmwasseranlagen konnten bei allen Systemen gesteigert werden, insbesondere bei den zentralen Gasanlagen, aber auch bei den Heizöl- und Holzanlagen. Wärmepumpen weisen die höchsten Nutzungsgrade auf. Überdurchschnittliche Wirkungsgrade besitzen auch die solarthermischen und die elektrischen Anlagen.

Tabelle 4.8: Mittlere Nutzungsgrade Warmwasser 2000 bis 2009 nach Energieträgern und Warmwassersystemen, in Prozent

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
insgesamt	57.5	58.3	59.1	59.9	60.8	61.6	62.4	63.1	63.8	64.5
dar: Heizöl Zentral	59.7	60.2	60.8	61.3	61.7	62.2	62.6	63.1	63.5	63.9
Gas zentral	63.9	64.8	65.8	66.6	67.5	68.4	69.1	70.0	70.6	71.3
Gas Einzel	63.0	63.6	64.2	64.8	65.4	66.0	66.5	67.0	67.5	68.0
Elektrizität Zentral	76.0	76.1	76.2	76.2	76.3	76.4	76.5	76.6	76.6	76.7
Elektrizität Einzel	82.0	82.2	82.4	82.6	82.8	83.0	83.2	83.4	83.6	83.8
Wärmepumpe	250.4	250.4	250.5	250.6	250.7	250.8	251.1	251.3	251.6	251.9
Fernwärme	74.4	74.5	74.7	74.8	75.0	75.1	75.3	75.4	75.6	75.7
Holz Zentral	44.6	45.0	45.4	45.8	46.2	46.6	46.9	47.2	47.5	47.8
Holz Einzel	37.0	37.2	37.4	37.7	37.9	38.1	38.3	38.5	38.7	38.9
Solar	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

4.4 Kochen

Dem Verwendungszweck Kochen werden neben dem Energieverbrauch für die Kochherde (inklusive Steamer) auch der Stromverbrauch der elektrischen Kochhilfen (Dunstabzugshauben, Tee- und Kaffeemaschinen, Toaster, Friteusen, Mikrowellen, Grill sowie übrige Kleinstgeräte) und der Verbrauch der Geschirrspülgeräte zugerechnet.

Im Jahr 2009 entfallen rund 94 % des Energieverbrauchs für das Kochen und Geschirrspülen auf Elektrizität (2000: 91 %), 4 % auf Gasherde und 2 % auf Holzherde. Vom gesamten Elektrizitäts-

verbrauch für das Kochen und Geschirrspülen werden 57,2 % von den Elektroherden verbraucht, 22,2 % von elektrischen Kochhilfen und 20,6 % von den Geschirrspülmaschinen.

Tabelle 4.9: Endenergieverbrauch für Kochherde, elektrische Kochhilfen und Geschirrspülen, 2000 bis 2009, in PJ

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2009-%
Gas (-Herd)	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	4.2%
Holz (-Herd)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	1.6%
Elektrizität	8.1	8.1	8.2	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	8.7	8.8	94.3%
dar. Elektroherd	4.9	4.9	4.8	4.8	4.9	4.9	4.9	5.0	5.0	5.1	53.9%
üb. Elektrogeräte	1.4	1.5	1.5	1.5	1.6	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	20.9%
Geschirrspüler	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	19.4%
Summe	8.9	8.9	8.9	8.9	9.0	9.0	9.1	9.2	9.3	9.4	100%

Der Gesamtverbrauch für das Kochen hat im Zeitraum 2000 bis 2009 um 5,2 % zugenommen (Tabelle 4.9). Dieser Zuwachs ist insbesondere auf den Mehrverbrauch bei den elektrischen Kochhilfen zurückzuführen (+38,5 %). Trotz der Bevölkerungszunahme hat sich der Verbrauch für Kochherde (-1,4 %) und Geschirrspüler (+0,1 %) nicht wesentlich verändert.

Ursächlich für diese Entwicklung sind einerseits abnehmende Versorgungsquoten mit Gas- bzw. Holzherden bei zunehmender Versorgung mit Elektroherden und –backöfen. Andererseits zeigen sich bei praktisch allen übrigen Verwendungen, vom Geschirrspüler bis zur Mikrowelle wachsende Gerätebestände. Kompensatorisch zum Bevölkerungswachstum wirkt vor allem bei den Grossgeräten die Abnahme der spezifischen Geräteverbräuche.

4.5 Übrige elektrische Geräte und Beleuchtung

Die übrigen Elektrogeräte umfassen ein weites Feld elektrischer Anwendungen im Haushalt. Folgende Verwendungszwecke werden differenziert:

- Beleuchtung
- Kühlen und Gefrieren, differenziert nach Kühl- und Kühl-Gefriergeräten einerseits und Tiefkühlgeräten andererseits
- Waschen und Trocknen, differenziert nach Waschmaschinen und Waschtrocknern sowie Wäschetrocknern (Tumbler), ohne die halb-gewerblichen Geräte in Mehrfamilienhäusern
- Unterhaltung, Information und Kommunikation, darunter die Geräte TV, Video/DVD, Settop-Boxen, Radio, Phono, Beamer, Computer, Drucker, Monitore, Kopierer, Faxgeräte, Mobiltelefone

- Klima, Lüftung und Haustechnik, darunter die Verbräuche für die Antennenverstärker, die Klimageräte, die Hausvernetzung sowie der Hilfsenergieverbrauch für Heiz- und Warmwasseranlagen
- Die Gruppe „sonstige elektrischer Kleingeräte im Haushalt“ umfasst eine Vielzahl von Geräten, die nicht alle einzeln erfasst werden können, darunter Fön, Staubsauger, Bohrmaschine usw.

Die mobilen elektrischen Kleinheizgeräte (Elektro-Öfeln) mit einem Jahresverbrauch von rund 2 PJ sind beim Verwendungszweck Raumwärme berücksichtigt.

Tabelle 4.10 zeigt die Verbräuche und die Verbrauchsstruktur der unterschiedlichen Verwendungszwecke für die Jahre 2000 bis 2009 im Detail. Bei der Interpretation der Ergebnisse gilt es zu berücksichtigen, dass die aufgeführten Verbräuche so abgegrenzt sind, dass ein Vergleich mit der Sektorabgrenzung der GEST möglich ist. Die Gemeinschaftsverbräuche in Mehrfamilienhäusern werden nicht dem Bereich Haushalte und Wohnen zugeordnet, sondern dem Dienstleistungsbereich. Dies betrifft insbesondere die Bereiche Hilfsenergieverbrauch von Heizanlagen in Mehrfamilienhäusern (2009: 2,4 PJ), Waschmaschinen und Wäschetrockner am Gemeinschaftszähler (2009: 2,3 PJ) und in deutlich geringerem Umfang die Bereiche Gemeinschaftsbeleuchtung (2009: 0,1 PJ), Antennenverstärker in Mehrfamilienhäusern (2009: 0,5 PJ), und am Gemeinschaftszähler betriebene Tiefkühlgeräte (2009: 0,02 PJ).

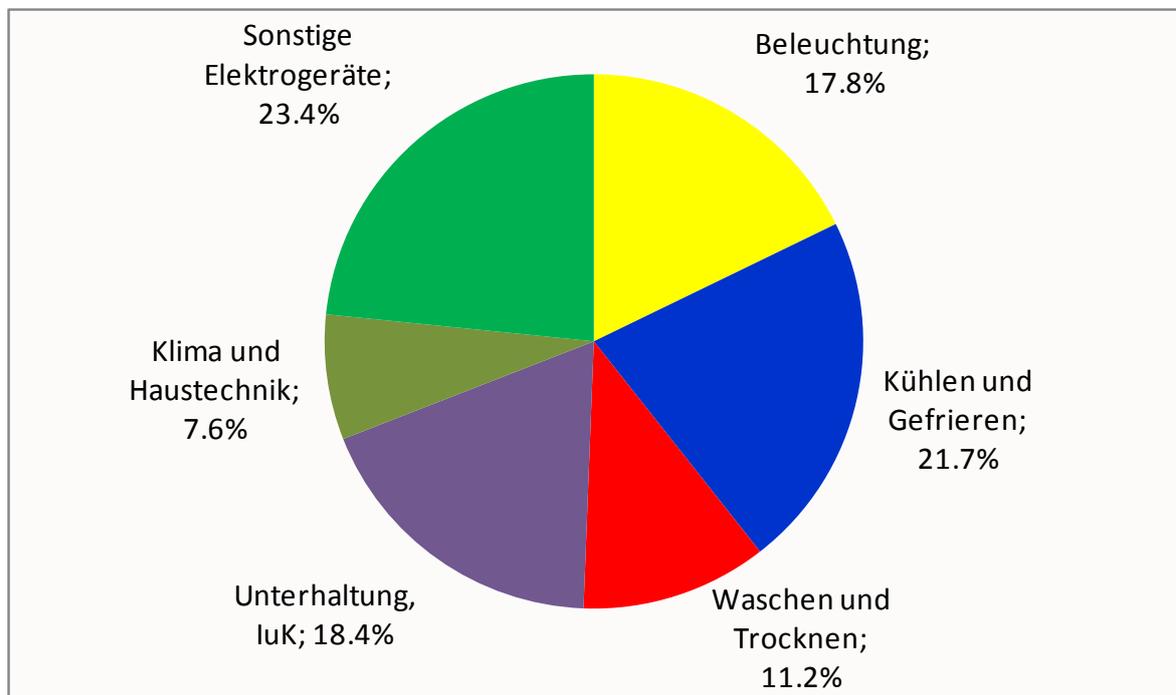
Zwischen 2000 und 2009 hat der Verbrauch der Elektrogeräte und Beleuchtung um 5 PJ (+17,7 %) zugenommen. Ab dem Jahr 2005 scheint sich der Verbrauchsanstieg abzuschwächen. Eine Zunahme ist bei allen Gerätekategorien mit Ausnahme von Computern (inkl. Monitore, Drucker), Tiefkühlgeräten und Videoplayern zu beobachten. Am stärksten gewachsen sind die sonstigen Verwendungen (+3,1 PJ; +67 %) sowie Waschen und Trocknen (1,2 PJ; +45,2 %).

Der Verbrauch für die Beleuchtung ist um 0,3 PJ (5,2 %) gestiegen. Dieser Zuwachs hängt eng mit dem Bevölkerungswachstum und dem Anstieg der Gesamtwohnfläche zusammen. Tendenziell ist der Verbrauch für die Beleuchtung seit 2006 am abnehmen. Ein hohes Wachstum verzeichnet der Verbrauch der Klimageräte (+300 %), dies jedoch auf einem noch sehr tiefen Ausgangsniveau. Der Verbrauch des Bereichs Klima, Lüftung und Haustechnik hat um 0,2 PJ (+9,5 %) zugenommen. Nur geringfügig zugenommen hat der Verbrauch für Kühlen und Gefrieren (+0,3 %). Der Verbrauch für Unterhaltung, Information und Kommunikation ist um 3,1 % gestiegen (+0,2 PJ).

Tabelle 4.10: Verbrauch von Elektrogeräten 2000 bis 2009, in PJ

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Beleuchtung	5.6	5.7	5.8	5.9	6.1	6.1	6.1	6.0	6.0	5.9
Kühlen und Gefrieren	7.1	7.1	7.1	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.1	7.2
Kühlgeräte	4.4	4.4	4.4	4.4	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
Tiefkühlgeräte	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7
Waschen und Trocknen	2.5	2.7	2.8	2.9	3.1	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7
Waschmaschinen	1.5	1.5	1.5	1.6	1.6	1.7	1.7	1.8	1.8	1.9
Wäschetrockner	1.1	1.2	1.2	1.3	1.5	1.6	1.7	1.7	1.8	1.8
Unterhaltung, IuK	5.9	5.9	5.9	5.9	5.8	5.8	5.8	5.9	6.1	6.1
TV	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.5	2.6	2.8	2.9
Video	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3
Radio/Phono	0.9	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Beamer	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.03	0.03	0.02	0.01
Telefone	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6
Computer/ Peripherie	1.7	1.8	1.7	1.7	1.6	1.5	1.5	1.4	1.3	1.3
Klima und Haustechnik	2.3	2.5	2.3	2.5	2.5	2.6	2.5	2.3	2.5	2.5
Antennenverstärker	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5
Hilfsenergie Raumwärme	1.9	2.1	1.9	2.1	2.1	2.1	2.1	1.8	2.0	2.0
Klimageräte	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04	0.05	0.06	0.07
Sonstige Elektrogeräte	4.6	5.1	5.6	6.2	6.6	7.0	7.2	7.4	7.5	7.7
Summe	28.1	29.0	29.6	30.6	31.2	31.9	32.2	32.3	32.8	33.0

Abbildung 4.5: Private Haushalte: Aufteilung des Energieverbrauchs 2009 für elektrische Geräte und Beleuchtung nach Verwendungszwecken



In Abbildung 4.5 sind die Anteile der unterschiedenen Verwendungszwecke am Verbrauch für Elektrogeräte und Beleuchtung im Jahr 2009 illustriert. Mit einem Anteil von 23,4 % weist die Kategorie sonstige Verwendungen den grössten Anteil auf (2000: 16,5 %). Grosse Bedeutung besitzen auch die Kategorien Kühlen

und Gefrieren (21,7 %), Unterhaltungs-, Informations- und Kommunikationsgeräte (18,4 %) sowie die Beleuchtung (17,8 %).

Während die Anzahl Geräte stetig zunimmt, sinkt der spezifische Verbrauch der neuen Geräte und wirkt dadurch dem wachsenden Verbrauch entgegen. Eine Auswahl der verwendeten Gerätebestände inklusive den Kochherden ist in Tabelle 4.11 abgebildet.

Tabelle 4.11: Relevante Geräte-Mengenkomponenten 2000 bis 2009, ohne Anteile Dienstleistungssektor

	Einheit	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Elek. Kochherde/Backöfen	1000	2854	2892	2930	2972	3011	3049	3097	3149	3219	3283
Gasherde	1000	220	214	212	207	201	194	186	178	166	159
Holzherde	1000	70	67	64	62	59	56	55	54	53	52
Beleuchtung - EBF	Mio m ²	403	408	413	418	424	431	437	444	451	457
Kühlgeräte	1000	3881	3934	3990	4051	4104	4158	4217	4280	4363	4443
Tiefkühlgeräte	1000	2060	2089	2120	2154	2182	2213	2243	2275	2317	2359
Waschmaschinen	1000	3029	3068	3111	3156	3195	3235	3280	3328	3391	3453
Wäschetrockner	1000	1561	1666	1774	1887	1997	2110	2178	2250	2332	2416
TV	1000	4077	4130	4188	4251	4305	4343	4404	4469	4554	4637
Video/DVD	1000	2602	2562	2616	2675	2726	2765	2810	2857	2917	2977
Haushalte mit Radio/Phono	1000	3144	3173	3206	3241	3270	3299	3338	3380	3437	3493
PC/Laptop	1000	2019	2213	2413	2619	2799	2984	3122	3264	3423	3584
EZFH Hilfsenergie RW - EBF	Mio m ²	169	172	175	178	181	184	188	191	194	197
Klimageräte	1000	31	38	45	52	59	66	80	95	110	126

EZFH: Ein- und Zweifamilienhäuser
RW: Raumwärme

Insgesamt nahm die Elektrogeräteausrüstung zu. Bei Kühl- und Gefriergeräten sowie bei Fernsehgeräten liegen die Ausstattungsgrade im Jahr 2009 bei über 100 Prozent. Zweit- und Drittgeräte werden deshalb gesondert berücksichtigt. Bei Kühl- und Gefriergeräten, die oft zwanzig Jahre und länger in Betrieb bleiben, werden für Altgeräte die spezifischen Verbräuche gegenüber dem Neuzustand erhöht (undichte Türummis, verdreckte Wärmetauscher o.ä.). Bei TV-Geräten werden für die Zweit- und Drittgeräte geringere Nutzungszeiten, aber höhere spezifische Verbräuche angenommen (Zweitgeräte sind häufig ältere „ausrangierte“ Erstgeräte). Bei Computern ist eine rechnerische Vollversorgung der Haushalte erreicht oder sogar überschritten (Desktop und Laptop, Unterhaltungs- und Arbeitscomputer). Bei Waschmaschinen und Wäschetrocknern wird davon ausgegangen, dass schon ein Teil der Wasch- bzw. Trocknungsvorgänge mit suboptimal ausgelasteten Geräten durchgeführt wird, was zu einer Erhöhung der mittleren spezifischen Verbräuche führt. Bei allen grossen Haushaltsgeräten nimmt der Anteil der besseren Gerätekategorien zu, was zur Reduktion der mittleren spezifischen Verbräuche beiträgt.

4.6 Vergleich zwischen Haushaltsmodell und Gesamtenergiestatistik

Tabelle 4.12 zeigt das zusammenfassende Ergebnis über alle Verwendungsbereiche. Wegen der sehr warmen Witterung in den Jahren 2000, 2002 und 2007 weichen die Verbrauchswerte dieser Jahre deutlich von denjenigen der restlichen Jahre ab. Mit Ausnahme des Jahres 2005 sind alle betrachteten Jahre witterungsmässig wärmer als das Mittel der Jahre 1984 bis 2002.⁸

Tabelle 4.12: Endenergieverbrauch der Privaten Haushalte 2000 bis 2009 in der Abgrenzung der GEST, in PJ (Modellergebnisse)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2009-%
Heizöl	123.6	131.9	121.9	129.4	126.5	129.1	122.3	105.9	112.4	107.1	43.3%
Gas	33.4	36.6	35.1	38.4	38.7	40.7	40.7	37.4	41.7	41.8	16.9%
Kohle	0.3	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.4	0.3	0.1%
Elektrizität	56.3	58.1	57.9	59.9	60.6	62.1	62.7	61.9	64.5	64.6	26.1%
Fernwärme	5.3	5.8	5.5	6.0	6.1	6.4	6.4	6.0	6.8	6.9	2.8%
Holz	16.8	18.0	16.9	17.9	17.7	18.1	18.0	16.5	18.1	18.1	7.3%
Solar	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.7	0.8	0.3%
Umgebungswärme	3.1	3.5	3.5	4.1	4.3	4.9	5.5	5.6	7.0	7.7	3.1%
Summe	238.9	254.4	241.5	256.4	254.6	262.1	256.6	234.2	251.5	247.3	100%

Vergleicht man die Modellergebnisse mit dem statistischen Befund der GEST, so zeigt sich folgendes Bild: Über alle Energieträger hinweg ist die Differenz zwischen Modell und Statistik relativ klein. Kumuliert über die Jahre 2000 bis 2009 beträgt die Differenz 1,3 %. Ab dem Jahr 2002 liegt der Modellverbrauch unter dem Verbrauch gemäss der GEST (Tabelle 4.13).

Tabelle 4.13: Vergleich Modellergebnis und Gesamtenergiestatistik, 2000-2009, in PJ bzw. in %

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2000/09
Verbrauch Modell, PJ	238.9	254.4	241.5	256.4	254.6	262.1	256.6	234.2	251.5	247.3	2497.6
Verbrauch GEST, PJ	240.2	251.8	246.5	258.4	260.7	266.4	259.9	239.2	254.2	252.3	2529.6
Abweichung, PJ	-1.3	2.6	-5.0	-2.0	-6.1	-4.2	-3.4	-5.0	-2.7	-5.0	-32.0
Abweichung, %	-0.5%	1.0%	-2.0%	-0.8%	-2.3%	-1.6%	-1.3%	-2.1%	-1.1%	-2.0%	-1.3%
dar (%):											
Heizöl	2.1%	3.2%	-0.6%	-0.1%	-1.5%	-0.5%	-1.9%	-1.8%	-1.8%	-3.7%	
Gas	-8.1%	-3.6%	-7.1%	-4.8%	-7.1%	-4.9%	-0.9%	-5.0%	-2.2%	-2.1%	
Elektrizität	-0.5%	0.3%	-1.2%	-0.3%	-1.6%	-2.1%	-1.6%	-1.5%	0.1%	0.2%	
Holz	-3.3%	-3.2%	-3.4%	-3.2%	-3.3%	-3.4%	-3.2%	-4.2%	-5.6%	-7.1%	
Fernwärme	6.7%	9.0%	1.9%	18.2%	12.9%	12.3%	11.0%	14.9%	16.5%	15.8%	
Erneuerbare	-15.6%	-10.5%	-12.3%	-6.3%	-5.6%	-3.2%	5.5%	-1.2%	4.3%	4.9%	

Die Übereinstimmung bei den einzelnen Energieträgern ist unterschiedlich. Gering sind die Differenzen bei der Elektrizität. Vergleichsweise gering sind auch die Abweichungen beim Gas. Etwas grösser sind die Differenzen bei Heizöl, was in Anbetracht der

⁸ Der Zeitraum 1984 bis 2002 wird bei dem in dieser Studie verwendeten Witterungsbereinigungsverfahren nach Gradtagen und Strahlung als Referenzzeitraum verwendet.

schwierigen Erfassung der Verbräuche (Lagereinfluss) verständlich scheint. Deutlich grösser sind die relativen Abweichungen der Fernwärme. Bei der Fernwärme könnte es sich zumindest teilweise um einen Niveaueffekte handeln, da die Abweichungen stets das gleiche Vorzeichen haben. Bei Fernwärme gibt es erhebliche statistische Abgrenzungsprobleme zwischen den Verbrauchssektoren Haushalte und Dienstleistungen, weil z.B. Fernwärmeunternehmen an Immobiliengesellschaften liefern, aber nicht wissen, ob deren Verbrauch Wohn- oder Nichtwohngebäude betrifft. Darüber hinaus bestehen hinsichtlich der Nahwärme (die nicht selten auf Basis von Erdgas erfolgt) Unsicherheiten bezüglich der Zuordnung bzw. statistischen Verbuchung (bei Fernwärme oder bei Erdgas).

Bei den Erneuerbaren wird die Übereinstimmung zwischen GEST und Modell im Zeitablauf tendenziell besser. Auch hier ist einerseits auf die Probleme der modellmässigen Erfassung und zum andern aber auch auf die Probleme bei der statischen Erfassung dieser Verbräuche hinzuweisen ist. Beim Holz zeigt sich ab 2007 eine ansteigende Divergenz.

5 Analyse der Verbrauchsentwicklung 2000 bis 2009 nach Bestimmungsfaktoren

Nachstehend wird versucht, die Veränderung des jährlichen Energieverbrauchs zwischen 2000 und 2009 auf die wichtigsten Bestimmungsfaktoren zurückzuführen. Die Faktoren leiten sich direkt aus dem Haushaltsmodell ab und sind nicht auf den Verbrauch gemäss der GEST kalibriert. Als Ursachenkomplexe werden unterschieden:

- Witterung (Temperatur und Strahlung)
- Mengeneffekte (EBF, Bevölkerung, Gerätebestände)
- Technik und Politik (Wärmeleistungsbedarf, Anlagen-Nutzungsgrade, Geräteeffizienzen)
- Substitutionen (energieträgerspezifische Substitutionen und übrige strukturelle Mengeneffekte)
- Struktureffekte
- Joint Effekte (Nichtlinearitäten)

Dargestellt werden die Ergebnisse wegen der Datenfülle für den Raumwärme- und Warmwasserbereich nur auf der Ebene der Energieträger.

Wie erwähnt sind vor allem bei den Elektrogeräten gruppeninterne strukturelle Effekte enthalten. Kühlen und Gefrieren umfasst die Einzelgeräte Kühlschrank, Kühl- Gefrier-Kombination und Tiefkühlgeräte. Waschen und Trocknen berücksichtigt die Kategorien Waschvollautomaten, Wasch-/Trockner-Kombigeräte und Wäschetrockner. Die Gruppe „Kochen Elektrizität übrige Geräte“ umfasst die kochaffinen Haushaltsgeräte wie Mikrowelle, Grill, Toaster etc. Der Bereich „Übriges“ umfasst alle übrigen elektrischen Anwendungen im Haushalt (vgl. Tabelle 2.1 in Kapitel 2.3).

Im Gegensatz zur Analyse der Verwendungszwecke sind hier die Verbräuche für die Kleinheizgeräte nicht bei der Raumwärme, sondern bei den Elektrogeräten subsumiert. Die Verbräuche für Klimatisierung, Hausvernetzung, Antennenverstärker und die Hilfsenergie werden ebenfalls unter den Elektrogeräten abgehandelt.

5.1 Die Verbrauchsentwicklung 2000 bis 2009

5.1.1 Die Entwicklung insgesamt – alle Verwendungszwecke

Die kumulierte Wirkung der jährlichen Veränderungen des Energieverbrauchs von 2000 bis 2009, das heisst die Summe der jährlichen Veränderungen von 2000 bis 2009, beträgt gemäss Haushaltsmodell rund 8,4 PJ (Tabelle 5.1 und Abbildung 5.1). Der Verbrauchsanstieg gemäss der Gesamtenergiestatistik beläuft sich im gleichen Zeitraum auf 12,1 PJ. Die Differenz zwischen Modell und Gesamtenergiestatistik ist vorwiegend auf Unterschiede beim Energieträger Heizöl zurückzuführen.

Tabelle 5.1: Die Veränderung des Energieverbrauchs 2000 bis 2009 als Summe kumulierter jährlicher Veränderungen nach Bestimmungsfaktoren und Energieträgern

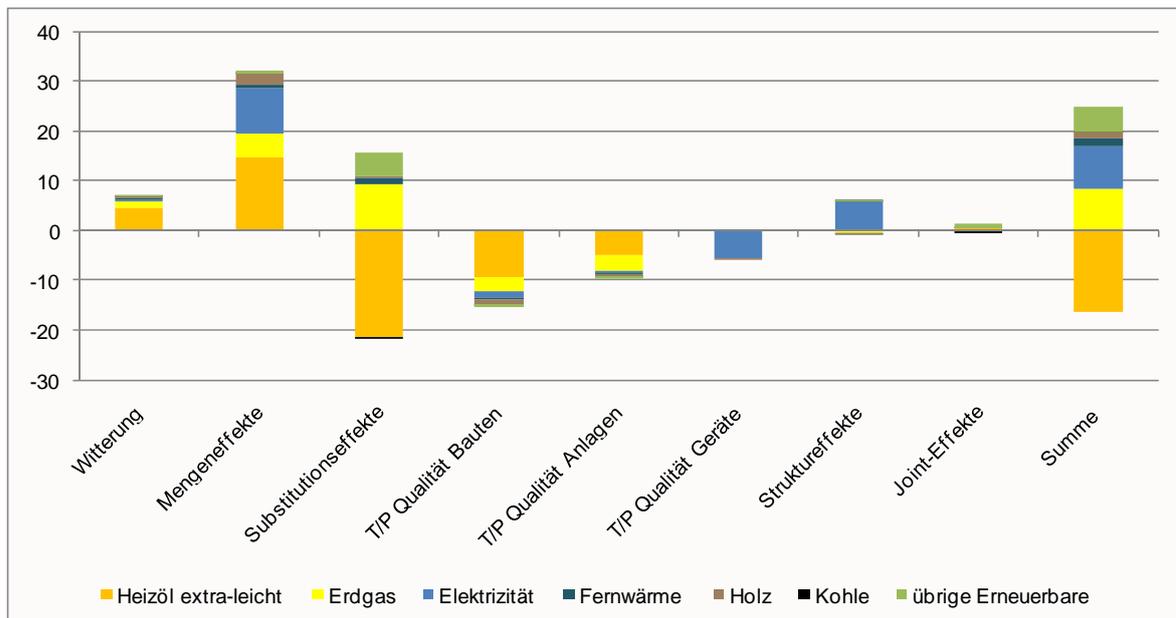
	Witterungseffekte	Mengeneffekte	Substitutionseffekte	Technik / Politik Qualität Bauten	Technik / Politik Qualität Anlagen	Technik / Politik Qualität Geräte	Strukturerffekte	Joint-Effekte	Summe Modell	GEST
Heizöl extra-leicht	4.6	14.7	-21.4	-9.4	-5.1	0.0	-0.2	0.3	-16.5	-9.8
Erdgas	1.1	4.6	9.2	-2.9	-3.0	0.0	-0.3	-0.2	8.4	6.4
Elektrizität	0.4	9.2	-0.1	-1.1	-0.5	-5.4	5.7	0.1	8.3	7.9
Fernwärme	0.2	0.7	1.4	-0.5	-0.1	0.0	-0.1	0.0	1.6	1.0
Holz	0.5	2.2	0.2	-1.0	-0.5	0.0	0.0	0.0	1.3	2.1
Kohle	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
übrige Erneuerbare	0.1	0.6	4.8	-0.6	-0.6	0.0	0.0	0.9	5.2	4.2
Summe	6.9	32.0	-5.9	-15.5	-9.8	-5.5	5.1	1.1	8.4	12.1

Das Jahr 2000 war wärmer als das Jahr 2009. Vom modellmässig ermittelten Verbrauchsanstieg von 8,4 PJ im Zeitraum 2000 bis 2009 sind 6,9 PJ auf die Witterung zurückzuführen. Mit anderen Worten, witterungsbereinigt hätte gemäss dem Modell der Verbrauch lediglich um 1,5 PJ zugenommen.

Deutlich sichtbar ist neben dem Witterungseffekt die erhebliche Bedeutung der Mengeneffekte. Die Mengeneffekte hätten für sich allein genommen eine Verbrauchssteigerung von knapp 32 PJ verursacht.

Eindeutig erkennbar sind auch die ausnahmslos verbrauchsreduzierenden Wirkungen von Technik und Politik bei Gebäuden (-15,5 PJ), Anlagen (-9,8 PJ) und (Elektro-)Geräten (-5,5 PJ). Die Substitutionseffekte kompensieren sich weitgehend, aber nicht vollständig. Per Saldo reduzieren sie den Verbrauch um 5,9 PJ. Die strukturellen Effekte wirken hingegen verbrauchssteigernd (+5,1 PJ). Hinter diesem Einfluss verbergen sich im Wesentlichen die strukturellen Verbrauchseffekte bei Elektroheizungen und bei Koch- und Elektrogeräten.

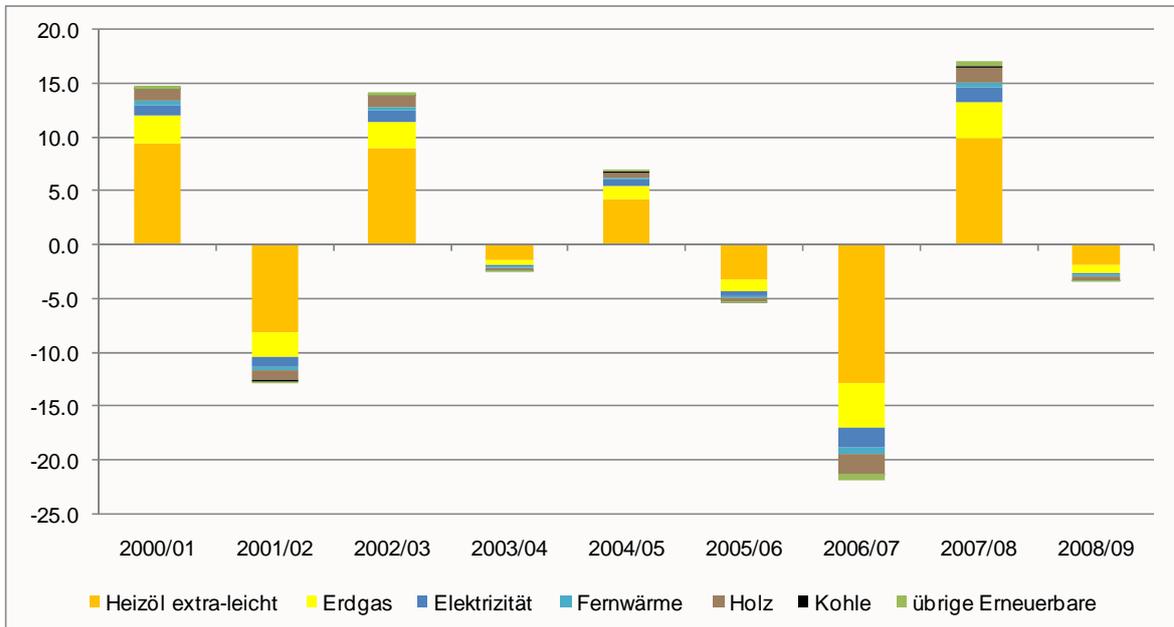
Abbildung 5.1: Die Veränderung des Energieverbrauchs 2000 bis 2009 als Summe der Einzeleffekte nach Energieträgern, in PJ (T/P: Technik und Politik-effekte)



Betrachtet man die Entwicklung im Detail, so zeigen sich die nachstehend einzeln aufgeführten Entwicklungen nach Energieträgern und Ursachenkomplexen. Es wird darauf hingewiesen, dass hier nur die summierten Effekte auf der Ebene der Energieträger ausgewiesen werden und nicht die dahinterliegenden Disaggregationen (z.B. unterschiedliche Witterungseffekte bei Zentral- und Einzelsystemen). Dies ist bei der Interpretation zu berücksichtigen.

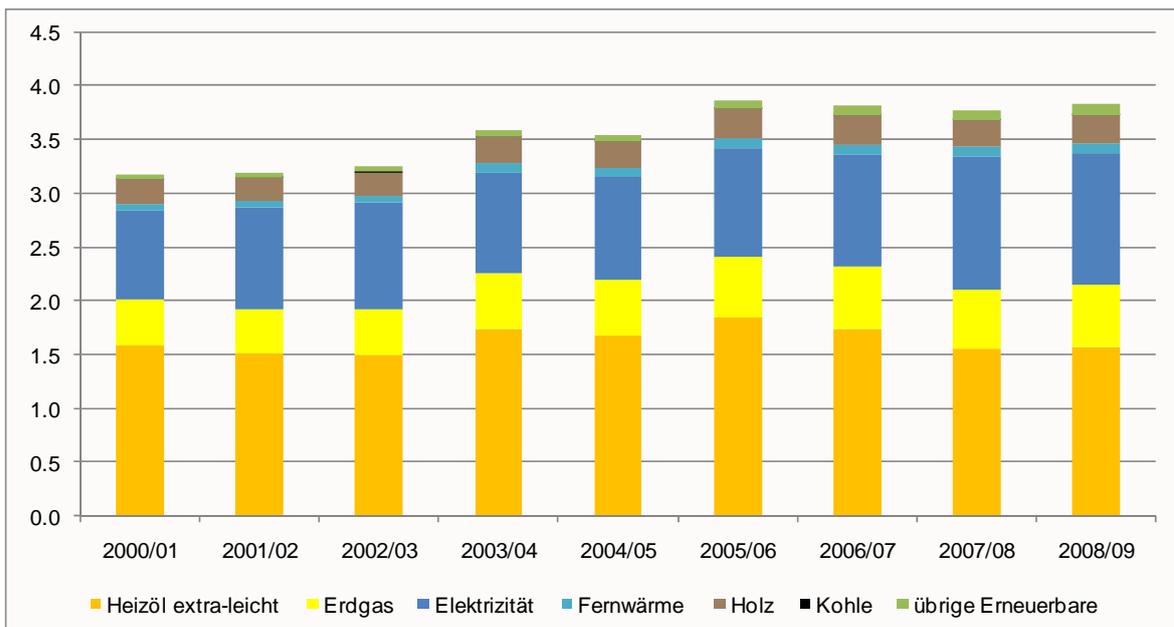
Die aktuellen Witterungsbedingungen haben einen grossen Einfluss auf den Jahresverbrauch. Der Einfluss ist je nach Jahr verbrauchssteigernd oder –senkend (Abbildung 5.2). Aufgrund der wechselnden Vorzeichen kompensieren sich die Effekte weitgehend, aber nicht vollständig. Per Saldo hat der Witterungseinfluss im Zeitraum 2000 bis 2009 den Verbrauch angehoben (+6,9 PJ). Die grössten Veränderungen treten bei Heizöl und Erdgas auf. Dies spiegelt die Bedeutung der beiden Energieträger vor allem im Raumwärmebereich wider.

Abbildung 5.2: Witterungseffekte 2000/01 bis 2008/09 nach Energieträgern, in PJ



Die Mengeneffekte wirken über alle Verwendungszwecke hinweg verbrauchssteigernd (Abbildung 5.3). Am stärksten waren die Mengeneffekte bei Heizöl und bei Elektrizität, gefolgt von Gas und Holz. Hier spielen einerseits die wachsenden Energiebezugsflächen sowie Bevölkerungs- und Haushaltszahlen eine Rolle, sowie andererseits die Ausweitung der Gerätebestände.

Abbildung 5.3: Mengeneffekte 2000/01 bis 2008/09 nach Energieträgern, in PJ



Substitutionseffekte haben verschiedene Ursachen. Sie können resultieren aus Änderungen des Heiz- oder Warmwassersystems von dezentralen zu zentralen Anlagen mit oder ohne Energieträgerwechsel, aus dem Wechsel des Energieträgers oder bei Verlagerungen von Funktionen von einem Elektrogerät auf andere Elektrogeräte (z.B. von Kochherd auf andere elektrische Haushaltsgeräte wie Mikrowelle, Grill, etc.).

Die mit Substitutionen verbundenen Verbrauchswirkungen können positiv oder negativ sein. Positiv sind sie dann, wenn ein Übergang von verbrauchsextensiveren auf verbrauchsintensivere Geräte oder Anlagen erfolgt, z.B. der Wechsel von einem Warmwasser-Einzelsystem auf ein Zentralsystem. Zentralsysteme bieten ein Mehr an Komfort, sind aber in der Regel mit einem höheren Verbrauch verbunden. In der Regel steigt die verbrauchte Wassermenge an, weil mehrere Bezugsquellen zur Verfügung stehen.

Negativ sind die Verbrauchswirkungen von Substitutionen, wenn beispielsweise beim Ersatz einer alten Heizanlage der Wechsel des Energieträgers verbunden ist mit einer Steigerung der Anlageneffizienz.

Die Summen der Substitutionseffekte waren in den Jahren 2000 bis 2009 durchwegs verbrauchsreduzierend (Abbildung 5.4). Die Einsparungen sind leicht angestiegen, von rund 0,5 PJ auf etwa 1 PJ. Zu den Substitutionsgewinnern zählen die Energieträger Gas, übrige erneuerbare Energieträger, Fernwärme und seit 2005/06 auch Elektrizität und Holz. Der grösste Substitutionsverlierer ist Heizöl, insbesondere ab 2005/06. Der Wechsel von Elektrizität vom Substitutionsverlierer zum Gewinner ist auf den vermehrten Einsatz der Elektrowärmepumpen zurückzuführen.

Die Verbesserung der Gebäudequalität, das heisst die Reduktion der spezifischen Wärmeleistungsbedarfe, wirkt ausnahmslos energiesparend (Abbildung 5.5). Da die Gebäudequalität sowohl technisch wie auch politisch beeinflusst ist, werden die Gebäudeeffekte – wie auch die nachstehend aufgeführten Effizienzeffekte von (Elektro-)Geräten und Heizungs- und Warmwasseranlagen – unter dem übergeordneten Einflussfaktor Technik und Politik erfasst. Bei der Gebäudequalität dominieren, bedingt durch die vorherrschende Beheizungsstruktur, die Energieträger Heizöl und Gas.

Abbildung 5.4: Substitutionseffekte 2000/01 bis 2008/09 nach Energieträgern, in PJ

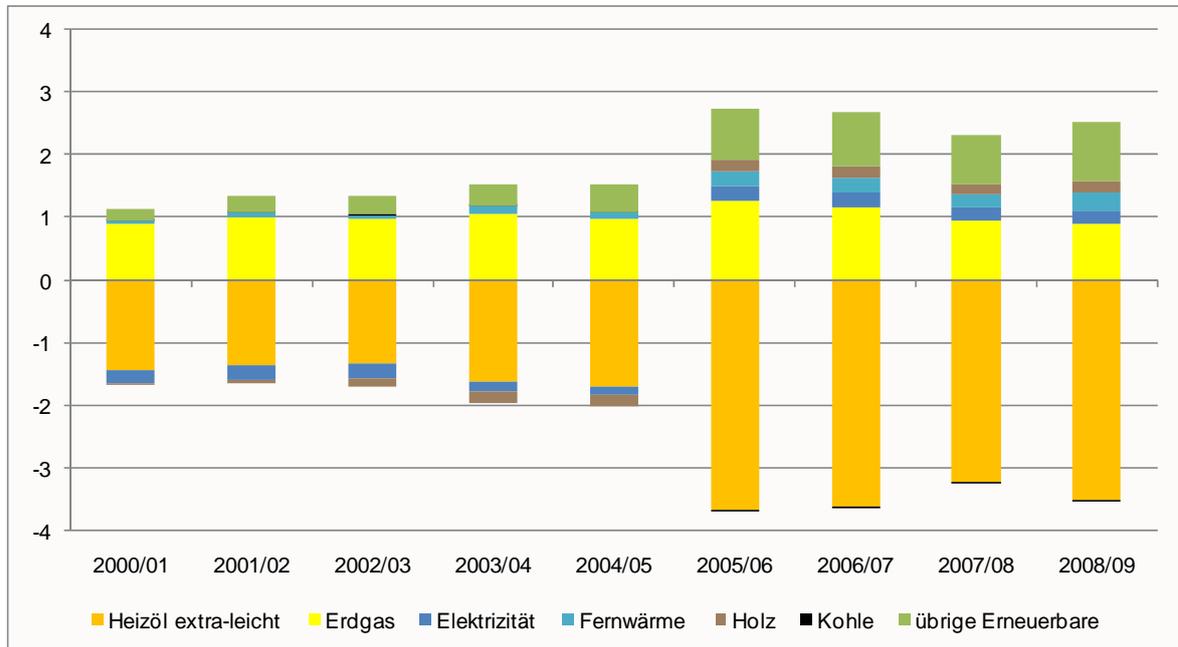
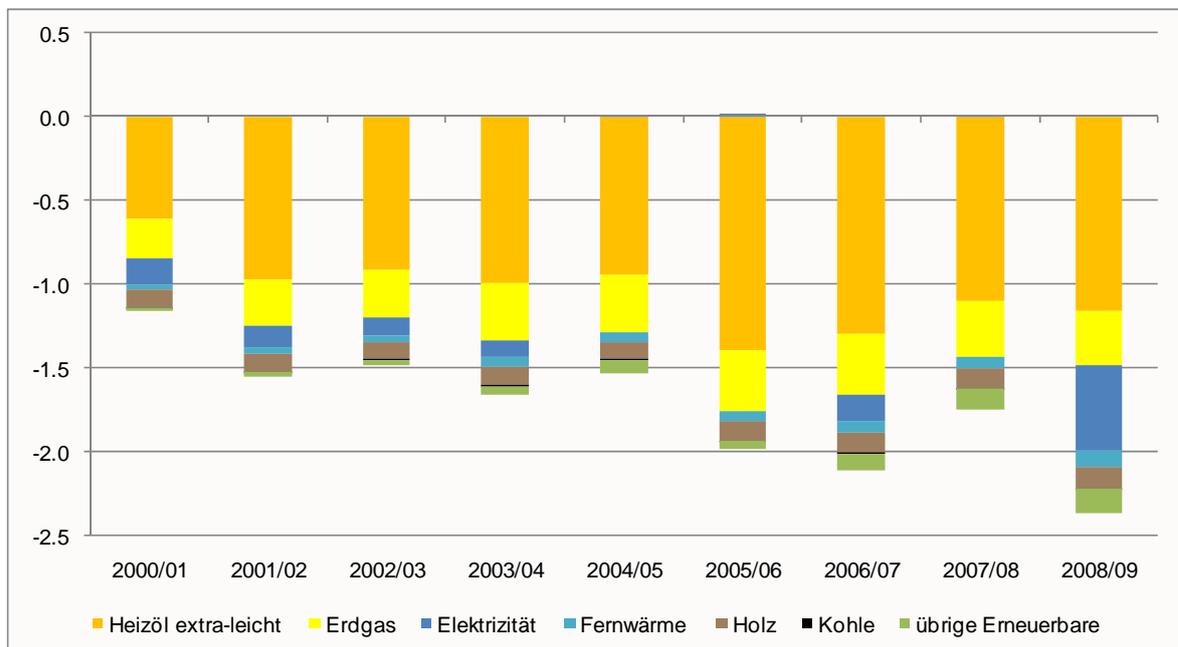


Abbildung 5.5: Technik- und Politikeffekte in Gebäuden 2000/01 bis 2008/09 nach Energieträgern, in PJ

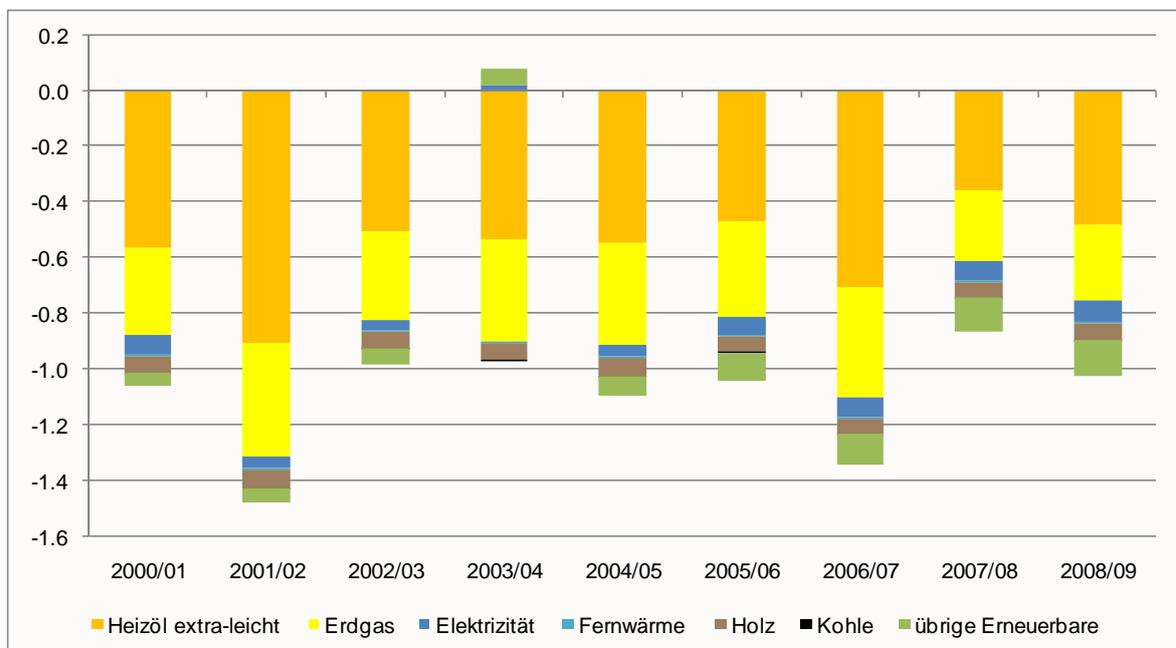


Die Veränderung der Anlagenqualität von Heizungs- und Warmwasseranlagen wirkt wie die Gebäudequalität praktisch durchgängig energiesparend (Abbildung 5.6). Allein in 2003/04 weist das Modell bei den übrigen Erneuerbaren und bei Elektrizität leicht positive Effekte aus. Ursächlich hierfür ist ausschliesslich die den Wärmepumpen zugeschriebene Entwicklung, die statistisch nicht eindeutig auf die Kategorien Neubau, Ersatz und Modernisierung

aufteilbar ist. Auch die sektorale Verwendung von grossen Wärmepumpen ist nicht eindeutig bestimmbar. Insofern könnte der Effekt 2003/04 durchaus auch auf Ungenauigkeiten in der modellierten Beheizungsstruktur oder den berechneten Effizienzen der Wärmepumpen liegen.

Auch bei den Effekten der Anlagenqualität haben die dominanten Heizöl- und Gasverbräuche im Bereich Raumwärme in Kombination mit den mittelfristig erheblichen Verbesserungen der Anlagenutzungsgrade den grössten Einfluss auf das Ergebnis. Zu erwähnen sind insbesondere die Ausweitung des Brennwertanteils bei Gas und Heizöl.

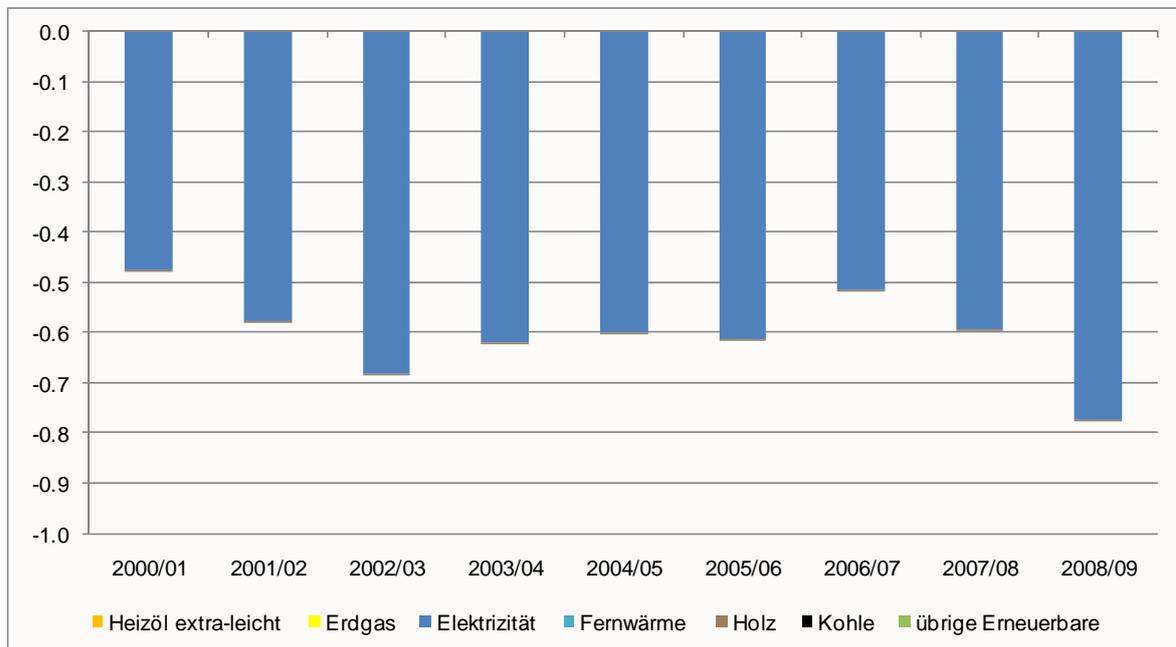
Abbildung 5.6: Technik- und Politikeffekte bei Heizungs- und Warmwasseranlagen 2000/01 bis 2008/09 nach Energieträgern, in PJ



Der dritte unterschiedene Teilbereich des Bestimmungsfaktors Technik und Politik betrifft die Effekte durch die Effizienzverbesserung der Gerätebestände. Auch hier lässt sich die gerätespezifische Reduktion der Verbräuche nicht auf die beiden Komponenten Technikentwicklung und Politikeinfluss trennen. Da es sich bei den Gerätebeständen, von wenigen Gas- und Holzherden abgesehen, praktisch ausnahmslos um Elektrogeräte handelt, wird beinahe ausschliesslich Elektrizität eingespart.

Die jährlichen Einsparungen durch verbesserte Geräte liegen in einer Grössenordnung von 0,5 bis 0,8 PJ (Abbildung 5.7).

Abbildung 5.7: Technik- und Politikeffekte Geräte 2000/01 bis 2008/09 nach Energieträgern, in PJ



Die Struktureffekte wirken ebenfalls vorwiegend auf den Elektrizitätsverbrauch. Per Saldo wirken die Struktureffekte verbrauchererhöhend, die jährlichen Mengen sind mit 0,3 bis 0,8 PJ jedoch bescheiden und tendenziell abnehmend (Abbildung 5.8).

Da im Bereich Elektrogeräte und Kochen die Analyse nicht auf Einzelgeräteebene erfolgt, sondern ganze Gerätegruppen umfasst, handelt es sich bei den Durchschnittsrechenwerten häufig um höchst unechte Durchschnitte. Beispielsweise wenn die einzelnen Teilkomponenten der Gruppe unterschiedliche Niveaus und/oder Entwicklungen aufweisen, die dann zu vergleichsweise hohen strukturellen Effekten aufgrund dieser Unterschiede führen.

Bei den Verwendungen Raumwärme und Warmwasser sind die strukturellen Effekte deutlich geringer. Die Bedeutung der verursachenden Einflüsse, z.B. die Verschiebungen zwischen bewohnten, teilweise bewohnten und nicht bewohnten Wohnungen, ist in diesem Bereich deutlich kleiner.

Die Jointeffekte, beziehungsweise die durch die partialanalytische Betrachtung nicht erfassten Veränderungen, sind in der Summe vergleichsweise klein (0,1 bis 0,3 PJ). Sie haben nur geringen Einfluss auf das Gesamtergebnis (Abbildung 5.9).

Abbildung 5.8: Strukturelle Effekte 2000/01 bis 2008/09, nach Energieträgern, in PJ

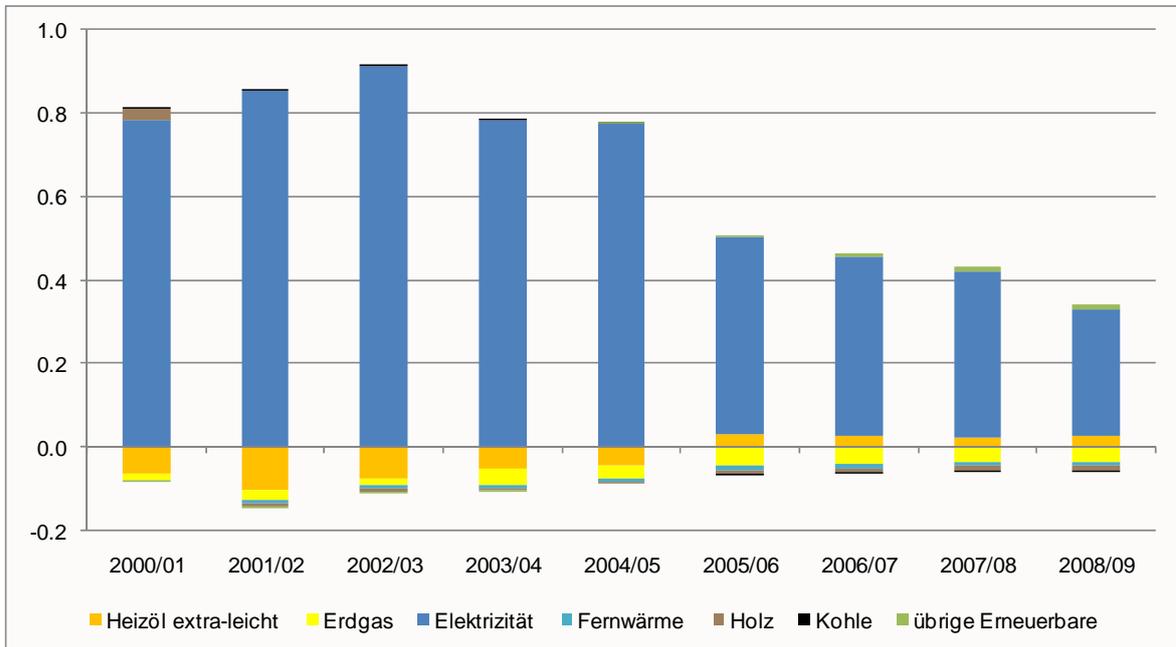
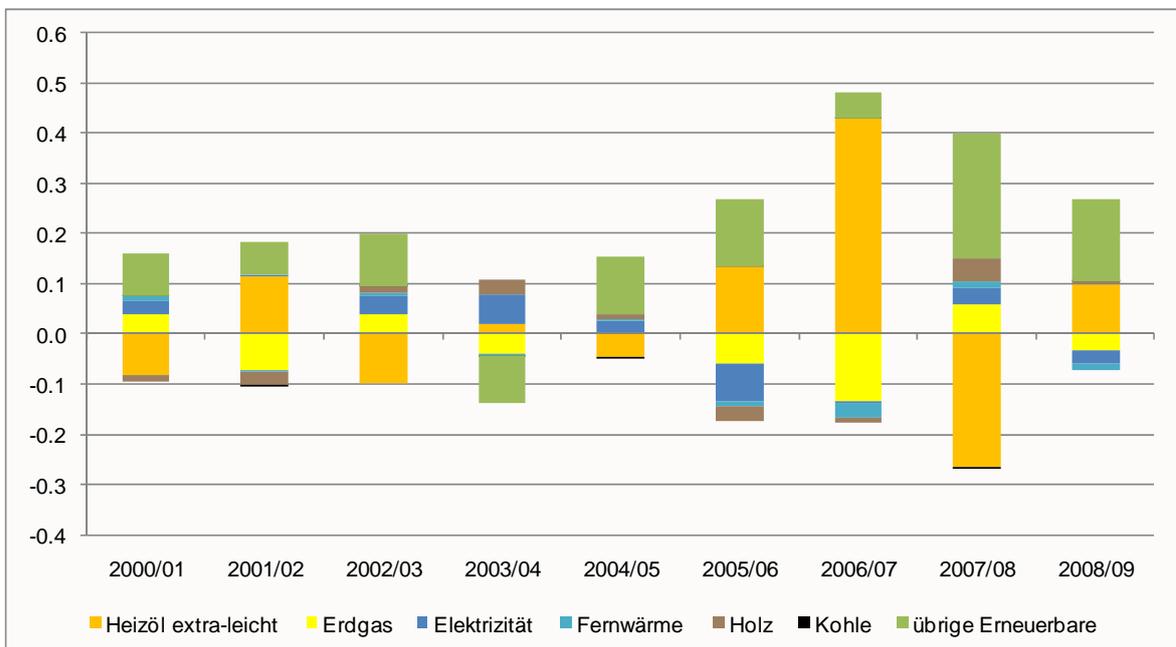


Abbildung 5.9: Joint Effekte 2000/01 bis 2008/09, nach Energieträgern, in PJ



Die Summe über die Effekte der unterschiedlichen Bestimmungsfaktoren ergibt die jährlichen Verbrauchsänderungen. In Abbildung 5.10 sind diese nach Energieträgern dargestellt. Die jährlichen Verbrauchsänderungen werden in starkem Masse determiniert durch die Entwicklung der Witterungskomponente (vgl. Abbildung 5.2).

Abbildung 5.10: Summe der Effekte aller Bestimmungsfaktoren 2000/01 bis 2008/09, nach Energieträgern, in PJ

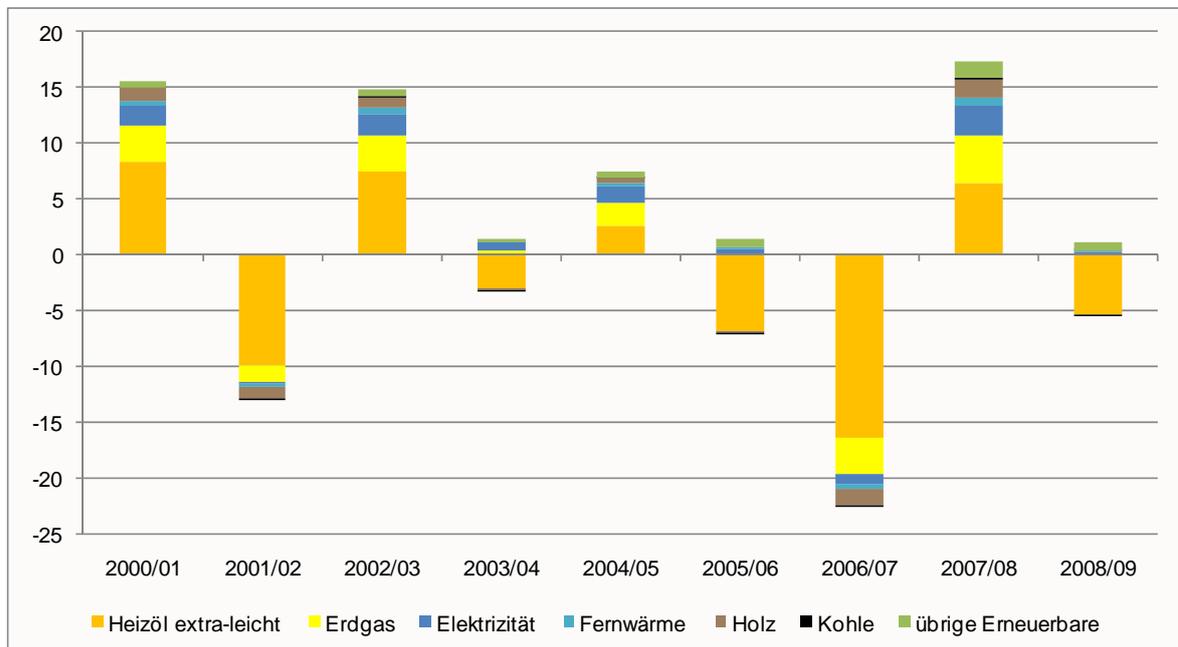
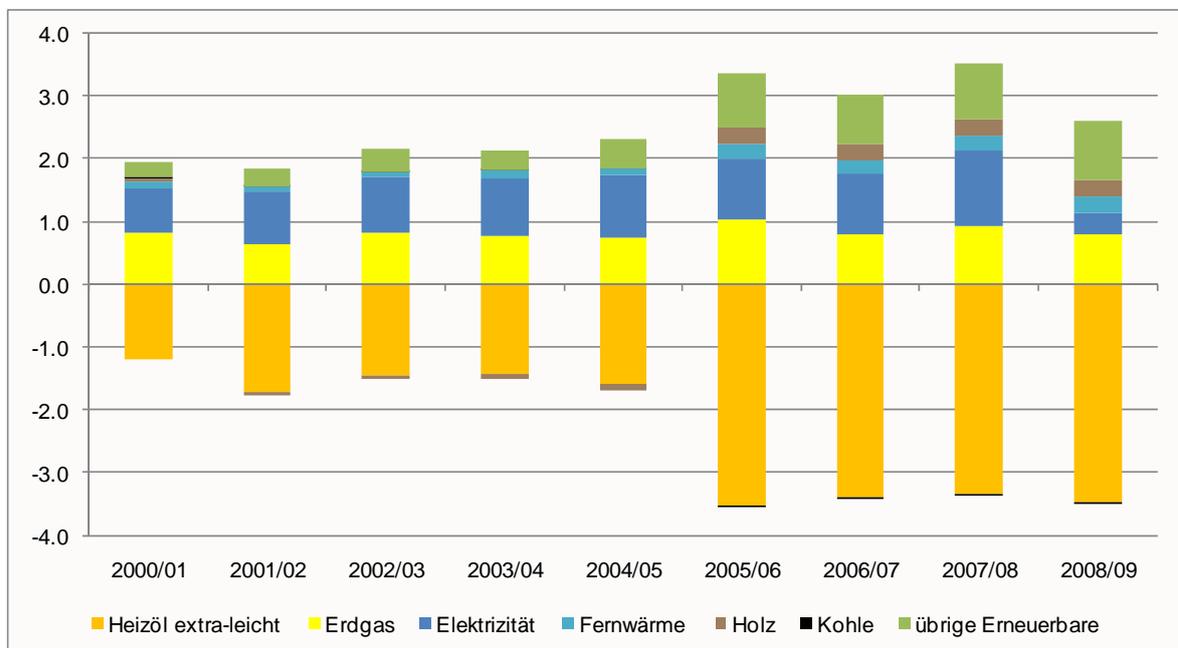


Abbildung 5.11: summierte Effekte der Bestimmungsfaktoren ohne Witterungseffekt 2000/01 bis 2008/09, nach Energieträgern, in PJ



Die Abbildung 5.11 beschreibt deshalb die jährlichen Veränderungen ohne den Witterungseinfluss. Ohne den Witterungseinfluss zeigen sich über den Gesamtzeitraum Verbrauchsreduktionen vor allem bei Heizöl, während Elektrizität, Gas, die übrigen Erneuerbaren und Fernwärme Verbrauchszunahmen aufweisen. Ab

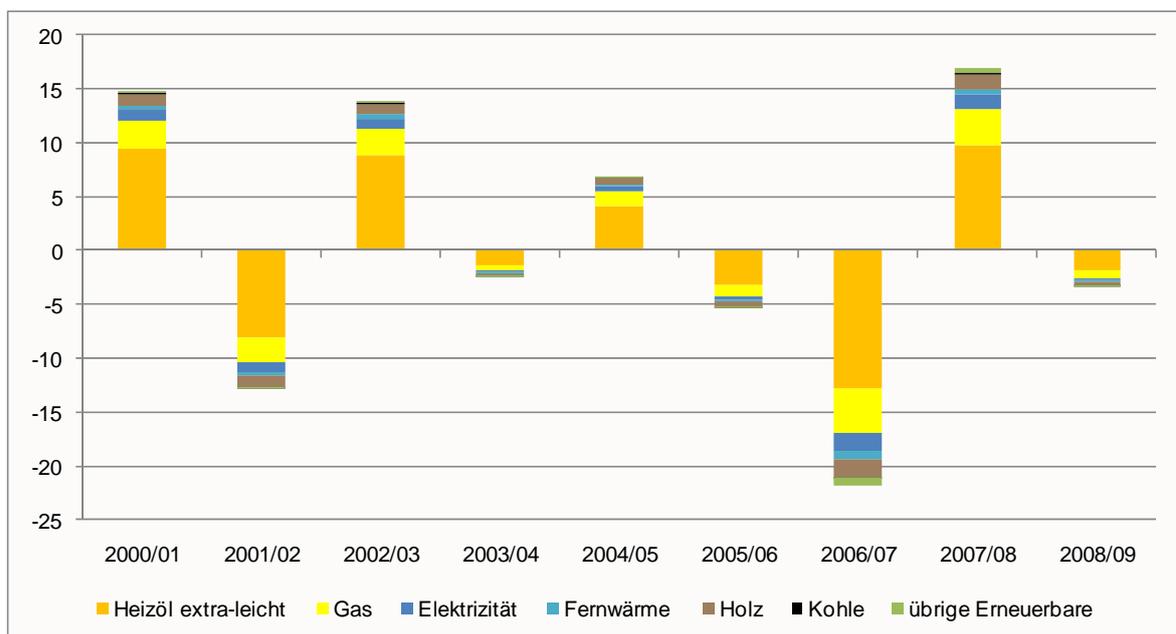
2005/06 sind die energieträgerspezifischen Verbrauchsänderungen tendenziell grösser geworden.

Der witterungsbereinigte Energieverbrauch, respektive der Verbrauch ohne Witterungseffekt, hat gemäss Haushaltsmodell in der Periode 2000 bis 2009 um 1,5 PJ zugenommen (~+0,5 %).

5.1.2 Der Einfluss der Witterung nach Verwendungszwecken

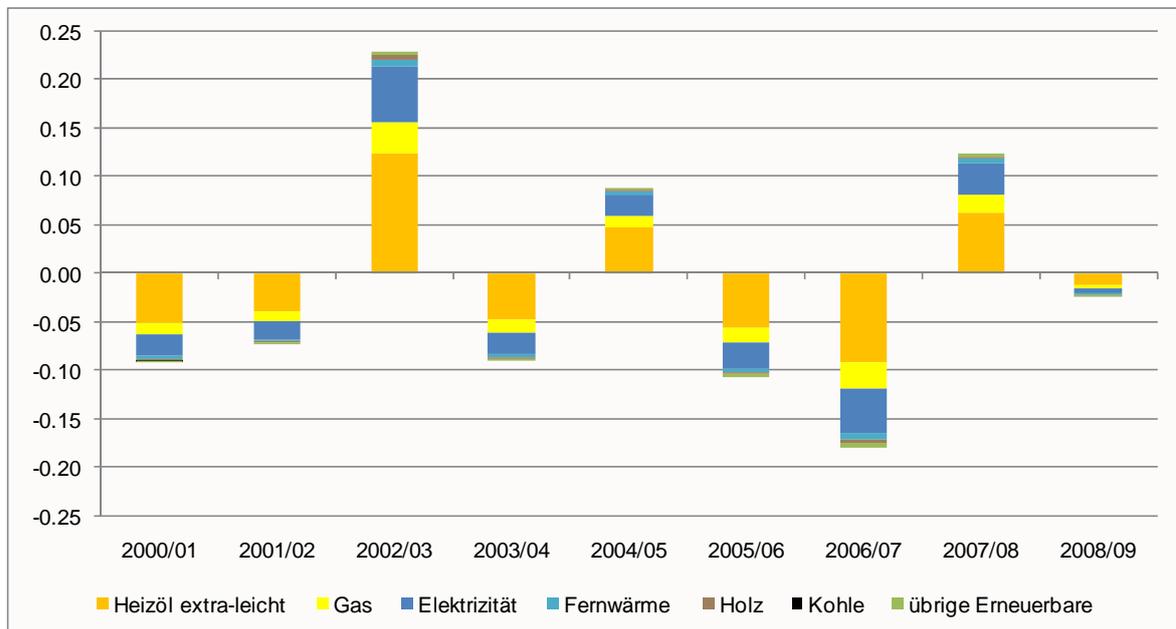
Witterungsbeeinflusst sind einerseits der Raumwärmeverbrauch, der damit zusammenhängende Hilfsenergieverbrauch für Pumpen, Brenner, Gebläse, Stellglieder usw., und der Verbrauch von mobilen Kleinheizgeräten.⁹ Andererseits zeigt gemäss gewissen Studien auch der Energieverbrauch für die Bereitstellung von Warmwasser eine gewisse Witterungsabhängigkeit (siehe beispielsweise Müller et al., 1995). Der weitaus grösste Teil der witterungsbedingten Verbrauchsänderungen entfällt auf den Bereich Raumwärme. Die Effekte sind bei Warmwasser um etwa den Faktor 100 geringer als bei der Raumwärme (Abbildung 5.12 und Abbildung 5.13).

Abbildung 5.12: Witterungseffekte Raumwärme 2000/01 bis 2008/09 nach Energieträgern, in PJ



⁹ Bei der Analyse nach Bestimmungsfaktoren werden lediglich drei Verwendungszwecke unterschieden: Raumwärme, Warmwasser sowie Kochen und Elektrogeräte. Aus diesem Grund werden im Gegensatz zur Analyse nach Verwendungszwecken die Verbräuche der mobilen Kleinheizgeräte und der Hilfsenergieverbrauch dem Verwendungszweck Raumwärme zugerechnet (und nicht dem Verwendungszweck Klima, Lüftung und Haustechnik).

Abbildung 5.13: Witterungseffekte Warmwasser 2000/01 bis 2008/09 nach Energieträgern, in PJ



Zu beachten ist, dass diese Entwicklungen durch strukturell verschieden stark wirkende Faktoren beeinflusst werden. Unterschiede bei der Witterungsempfindlichkeit bestehen zwischen zentralen und dezentralen Heizsystemen und zwischen Ein- und Zweifamilienhäusern sowie Mehrfamilienhäusern. Bei dezentralen Warmwasseranlagen wird kein Witterungseinfluss angenommen. Aufgrund dieser strukturellen Unterschiede ergeben sich bei Warmwasser und Raumwärme teilweise gegenläufige Entwicklungen.

Nach Energieträgern bestimmen die Anteile der einzelnen Energieträger im Bestand die Effekte. Bei Raumwärme sind dies Heizöl und Gas, bei Warmwasser tritt Elektrizität als weiterer wichtiger Energieträger hinzu.

5.1.3 Der Einfluss der Mengeneffekte nach Verwendungssektoren

Der Mengeneffekt zeigt die hypothetische Veränderung des Energieverbrauchs wenn sich alle Energieträger, ohne Berücksichtigung struktureller Verschiebungen zwischen den einzelnen Energieträgern, mit der Veränderungsrate der zugrunde liegenden Mengenentwicklung insgesamt verändert hätten. Beispielsweise wenn sich die Zunahme der EBF proportional auf alle Energieträger verteilen würde.

Im Raumwärmebereich ist die Mengenkompente stets positiv, da die EBF von Jahr zu Jahr mehr oder weniger regelmässig ansteigt. Entsprechend sind die Verbrauchseffekte durch die Mengenkompente stets positiv. Die Veränderung der Anteile der

Energieträger am Gesamteffekt widerspiegelt die sich von Jahr zu Jahr leicht verändernde Beheizungsstruktur (Abbildung 5.14).

Abbildung 5.14: Mengeneffekte Raumwärme 2000/01 bis 2008/09 nach Energieträger, in PJ

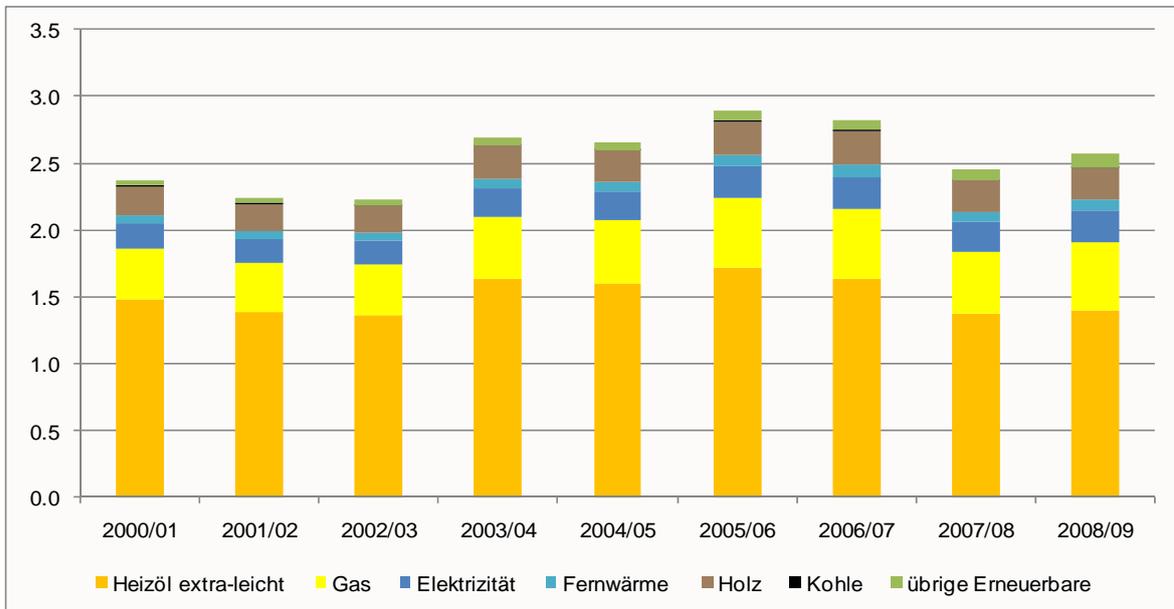
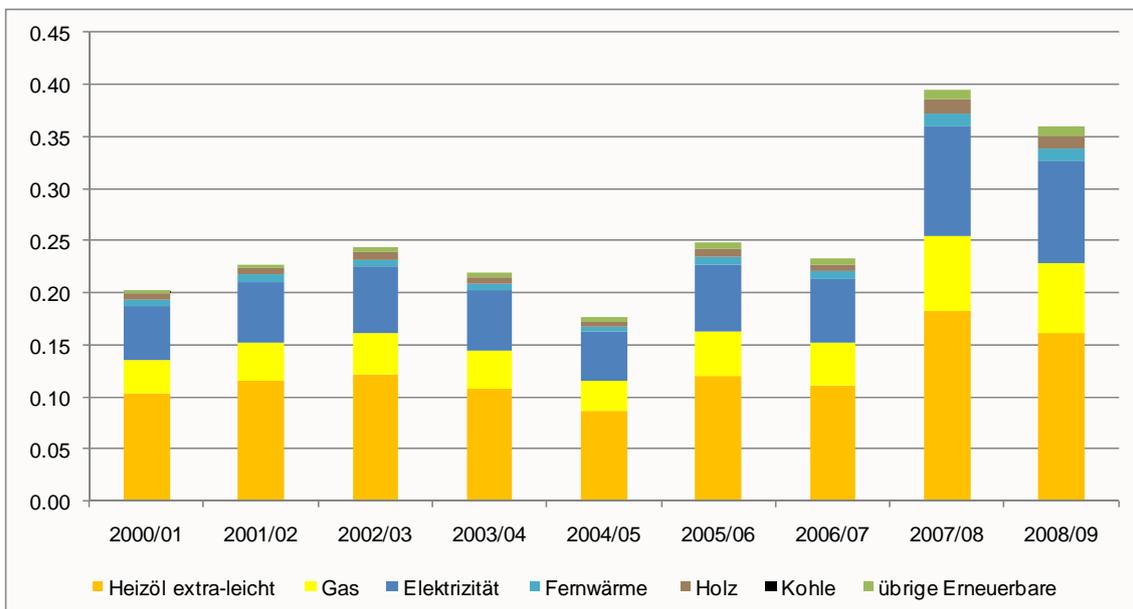


Abbildung 5.15: Mengeneffekte Warmwasser 2000/01 bis 2008/09, nach Energieträgern, in PJ

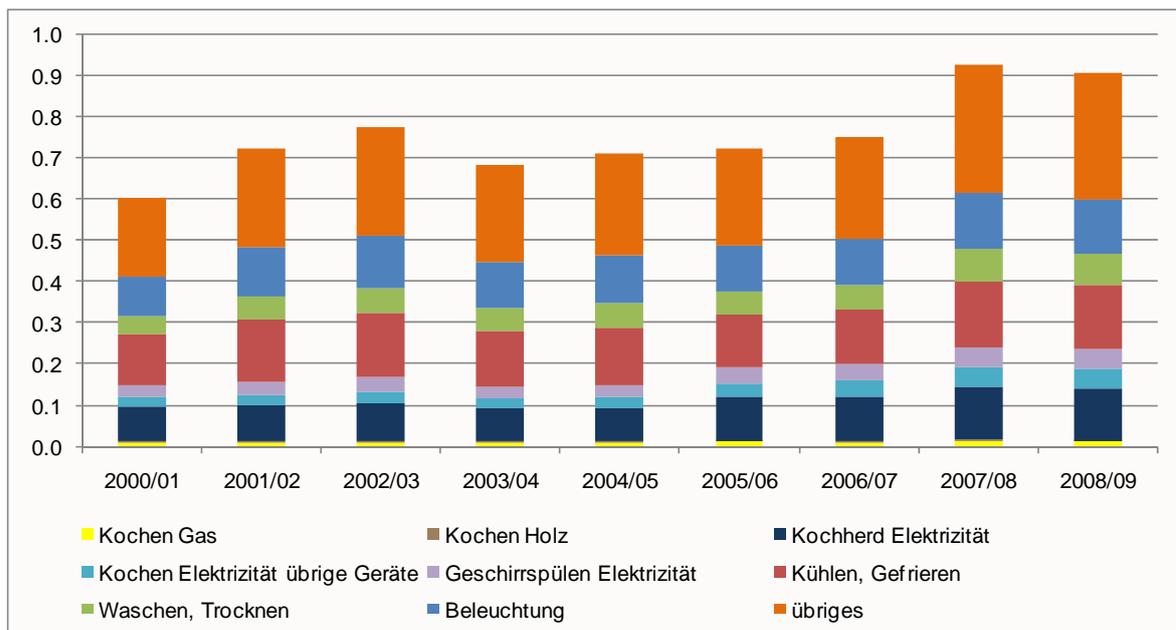


Im Warmwasserbereich ist der Mengeneinfluss gleichermaßen stets positiv, weil sich die Zahl der mit Warmwasser versorgten Bevölkerung in den betrachteten Jahren gleichfalls ständig erhöht hat. Analog zur Raumwärme spiegeln die sich verschiebenden Anteile der Energieträger am jährlichen Gesamteffekt die sich

verändernde Energieträgerstruktur zur Erzeugung von Warmwasser (Abbildung 5.15).

Auch im Bereich Kochen und Elektrogeräte sind die Mengeneffekte ohne die strukturellen Verschiebungen zwischen den einzelnen Subkategorien dargestellt. Die Mengeneffekte sind ebenfalls durchgängig positiv, da insgesamt stetig wachsende Gerätebestände zu verzeichnen sind. Die Effekte werden getrennt berechnet für die Bereiche Kochen einerseits und Elektrogeräte und übrige elektrische Anwendungen andererseits, aber in der Darstellung aggregiert ausgewiesen. Die grössten Mengeneffekte entfallen auf die Verwendungsbereiche „übriges“ (umfasst alle nicht einzeln ausgewiesenen Anwendungen), Kühlen und Gefrieren, Beleuchtung und Elektrizität Kochherd. Der Mengeneinfluss war in den Jahren 2002 bis 2007 relativ stabil, ab 2008 hat er etwas zugenommen (Abbildung 5.16).

Abbildung 5.16: Mengeneffekte Kochen und Elektrogeräte 2000/01 bis 2008/09 nach Gerätekategorie, in PJ



5.1.4 Der Einfluss der Substitutionseffekte nach Verwendungszwecken

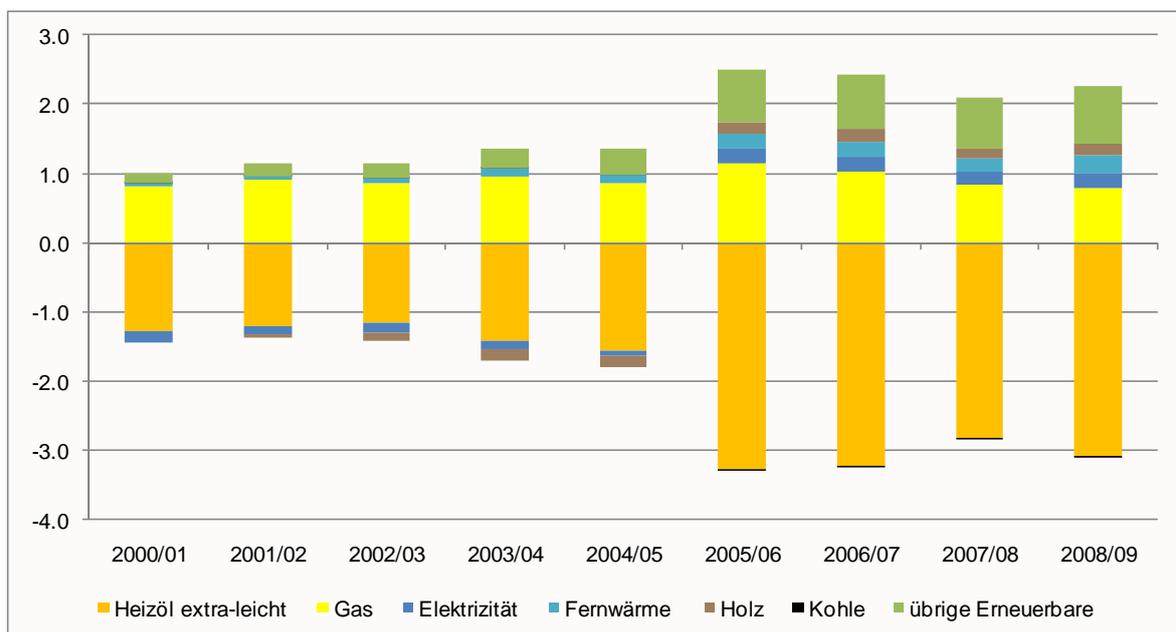
Der Substitutionseffekt ergibt sich aus der Differenz zwischen dem Mengeneffekt insgesamt (wie oben dargestellt) und dem energieträger- und heizungs-/warmwasserspezifischen bzw. gerätegruppenspezifischen Mengeneffekten. Da die Betrachtung nicht nur auf Energieträgerebene erfolgt, sondern darüber hinaus auch Subkategorien mit einbezieht (dezentrale/zentrale Systeme, Geräte-

gruppen), sind auch diese „übrigen“ strukturellen Mengeneffekte in den Substitutionseffekten enthalten (vgl. Kapitel 2.3).

Bei der Raumwärme sind die Substitutionseffekte bei Heizöl und anfänglich auch bei Elektrizität und Holz negativ, wobei die Tendenz „Weg vom Heizöl“ die Entwicklung dominiert. Profitiert haben demgegenüber vor allem Erdgas, die übrigen erneuerbaren Energien und in wachsender Masse auch Fernwärme. Ab dem Jahr 2005/06 steigen die Heizölsubstitutionen deutlich an. Ein Teil dieser Anlagen wird durch Wärmepumpen und Holzanlagen substituiert. Dabei überkompensieren die Substitutionsgewinne durch Wärmepumpen die Substitutionsverluste bei den Ohm'schen Widerstandsheizungen. Dadurch werden per Saldo auch Elektrizität und Holz zu Substitutionsgewinnern (Abbildung 5.17).

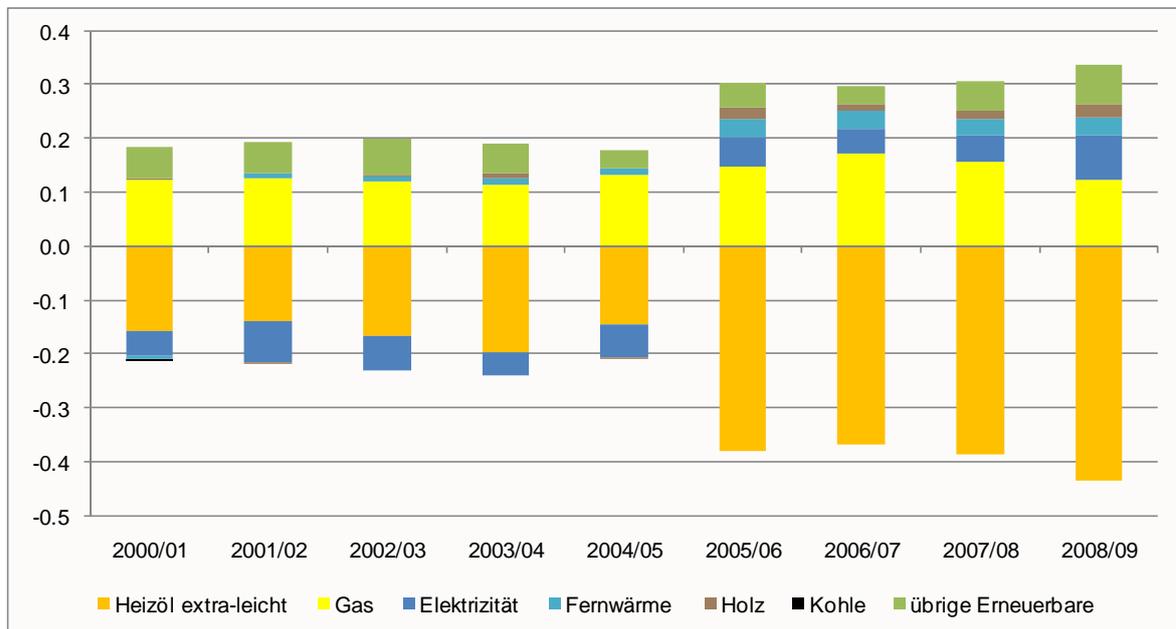
Die Substitutionen haben insgesamt, trotz der damit teilweise verbundenen Komfortgewinne beim Übergang von dezentralen auf zentrale Systeme, energiesparend gewirkt. Dies weil die Zielsysteme meist höhere Nutzungsgrade aufweisen als die substituierten Systeme.

Abbildung 5.17: Substitutionseffekte Raumwärme 2000/01 bis 2008/09 nach Energieträger, in PJ



Auch beim Warmwasser sind beim Substitutionseffekt die übrigen strukturellen Mengeneffekte (Ersatz dezentraler Einzelsysteme durch Zentralsysteme) mit ihren Wirkungen enthalten. Die positiven und die negativen Substitutionseffekte sind beim Warmwasser ausgeglichener als bei der Raumwärme. Während bei der Raumwärme der über den Gesamtzeitraum kumulierte Effekt zu einer Verbrauchsreduktion von rund -4,9 PJ beiträgt, liegt diese bei Warmwasser bei lediglich -0,5 PJ. (Abbildung 5.18).

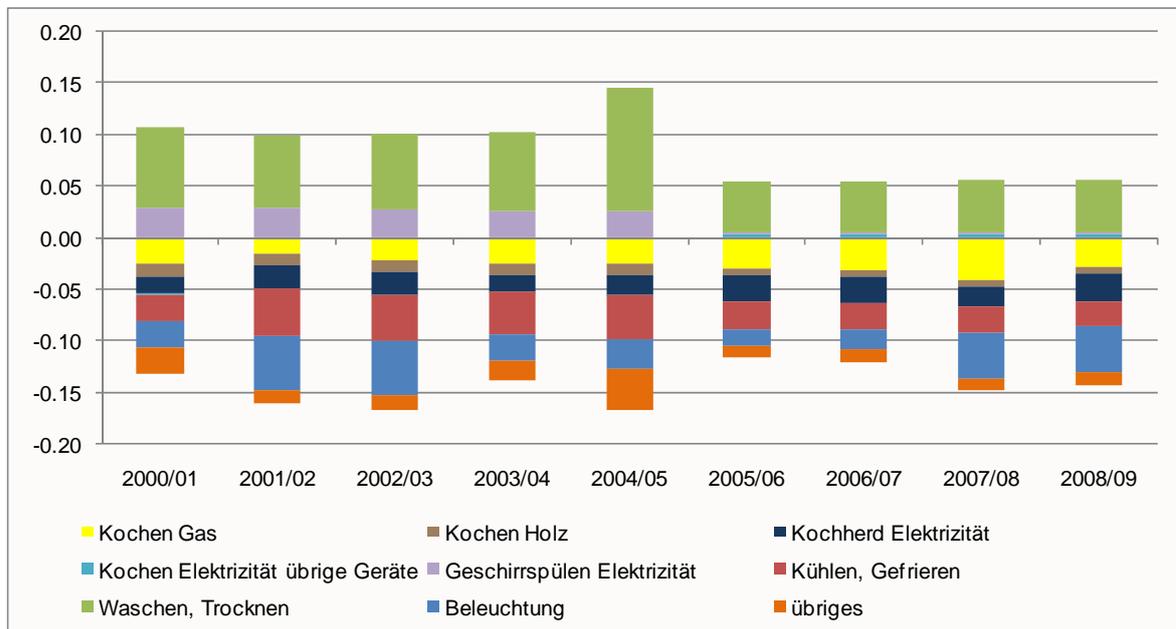
Abbildung 5.18: Substitutionseffekte Warmwasser 2000/01 bis 2008/09, nach Energieträger, in PJ



Im Segment Kochen und Elektrogeräte ergeben sich deutliche verbrauchsteigernde Substitutionseffekte in den Teilbereichen Waschen und Trocknen und bis ins Jahr 2005 bei den Geschirrspülern. Bis 2005 hat der Gerätebestand an Geschirrspülern deutlich schneller zugenommen als der Bestand an Koch- und Geschirrspülgeräten insgesamt.

Verbrauchsreduzierende Substitutionseffekte resultierten dagegen in den Bereichen Kühlen und Gefrieren, Beleuchtung, den übrigen Anwendungen und in geringerem Umfang auch beim Kochen mit Gas und Holz (abnehmende Bestände an Kochherden) sowie Elektrizität für Kochherde (Verlagerung von Funktionen auf andere Haushaltselektrogeräte). Wie bereits erwähnt sind hier aufgrund der nicht einzelgerätescharfen Betrachtung gewisse Unschärfen zwischen den Gruppen nicht zu vermeiden (Abbildung 5.19).

Abbildung 5.19: Substitutionseffekte Kochen und Elektrogeräte 2000/01 bis 2008/09 nach Energieträger, in PJ



5.1.5 Der Einfluss von Technik und Politik nach Verwendungszwecken

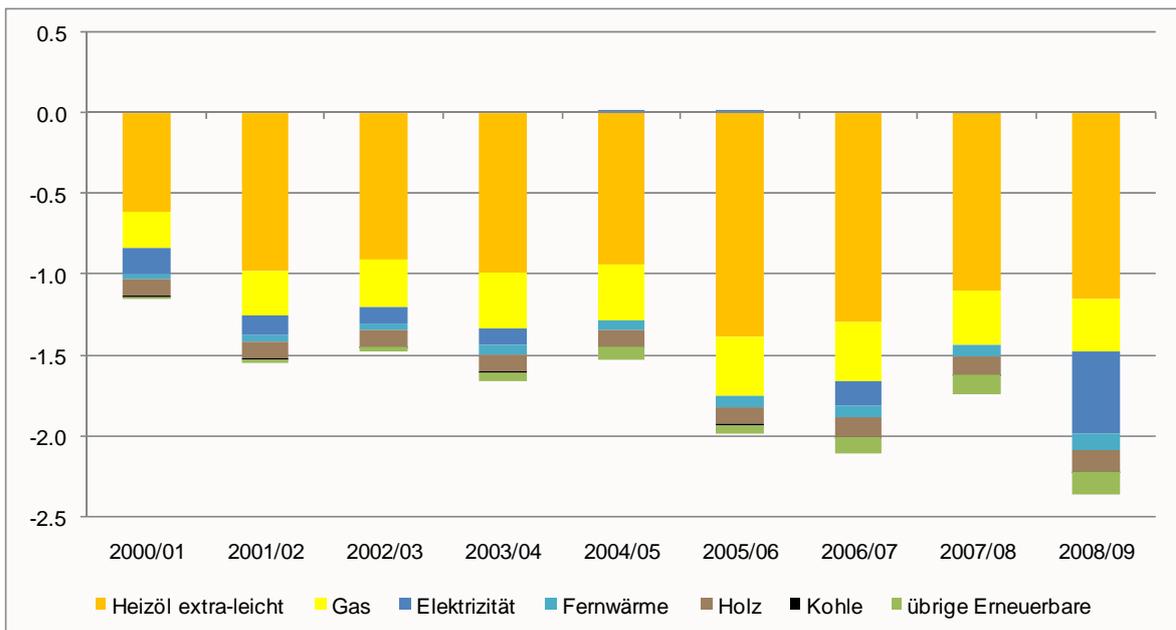
Zu den Technik- und Politikeinflüssen zählen im Raumwärmebereich die Veränderungen der Gebäudequalität, gemessen an der Veränderung der spezifischen Wärmeleistungsbedarfe nach Energieträgern und Heizsystemen, und die Nutzungsgradeffekte, d.h. die Effizienzverbesserungen im Heizanlagenbestand. Im Warmwasserbereich wird zu den Technik- und Politikeinflüssen die Verbesserung der Effizienz der Warmwasseranlagen gerechnet. Bei den Elektrogeräten ist es analog hierzu die Verbesserung der spezifischen technischen Geräteverbräuche.

Die Veränderung des spezifischen Wärmeleistungsbedarfs beschreibt die Veränderung der Gebäudequalität im engeren Sinne, d.h. ohne die im spezifischen Heizenergiebedarf enthaltenen technischen und verhaltensbedingten Komponenten, die über das Heizsystem wirken. Die anlagentechnischen Effekte sind unter dem Nutzungsgrad subsumiert, die Verhaltenseffekte unter den Struktureffekten (strukturelle Einflüsse auf den spezifischen Heizwärmebedarf).

Die verbrauchsreduzierenden Effekte durch die Verbesserung der Gebäudequalität liegen bei rund 1,5 bis 2 PJ pro Jahr (Abbildung 5.20). Im Zeitablauf zeigt sich eine leicht steigende Tendenz bedingt durch den Einfluss von Neubau und Sanierung. Für Elektrizität zeigt sich in der Summe in gewissen Jahren ein marginal positiver Effekt, der aber zurechnungsbedingt ist: im Energieträger

Elektrizität sind auch die Veränderungen der spezifischen Verbräuche von mobilen Kleinheizgeräten (Elektro-Öfelis) und der Hilfsenergieverbrauch von Zentral- und Einzelanlagen enthalten. Diese Verbräuche verzerren die rein gebäudeseitige Entwicklung der elektrizitätsbeheizten Energiebezugsflächen, die durchwegs energiesparend wirkt.

Abbildung 5.20: Effekte Gebäudequalität (spez. Wärmeleistungsbedarf) 2000/01 bis 2008/09, nach Energieträgern, in PJ



Die durch die Verbesserung der Nutzungsgrade der Heizanlagen erzielten jährlichen Einspareffekte liegen in einem Bereich von knapp 1 PJ (Abbildung 5.21). Der weitaus grösste Teil davon entfällt auf Heizöl- und Gasheizungen. Die „Ausreisser“ 2003/04 bei Strom und sonstigen Erneuerbaren sind auf einen leichten Rückgang des mittleren Nutzungsgrades von Wärmepumpen zurückzuführen. Dieser ergibt sich als Ergebnis von kohortenmässig über verschiedene Wärmepumpen-Grössenklassen und Altersstrukturen ermittelte mittlere Anlagennutzungsgrade.

Abbildung 5.21: Nutzungsgradeffekte Raumwärme 2000/01 bis 2008/09 nach Energieträgern, in PJ

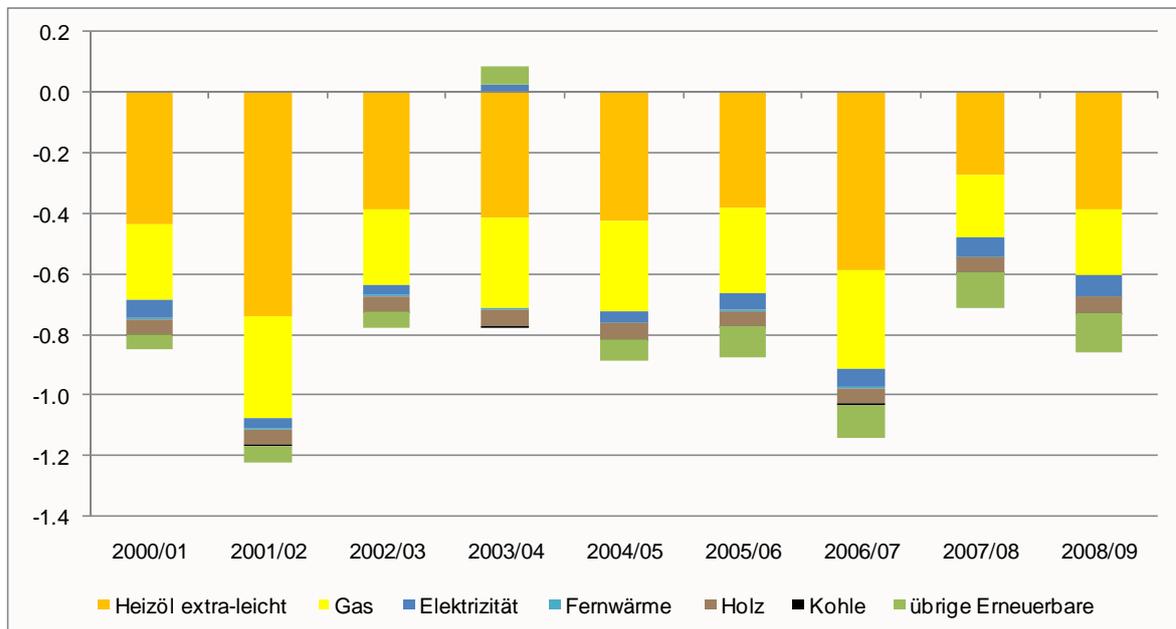
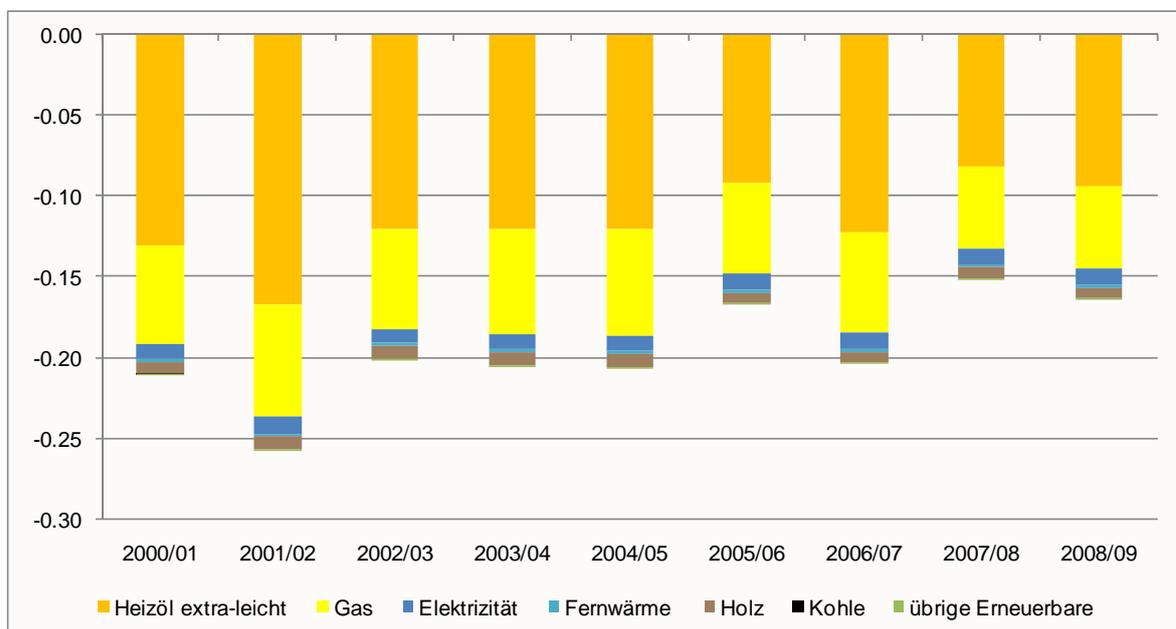


Abbildung 5.22: Nutzungsgradeffekte Warmwasser 2000/01 bis 2008/09 nach Energieträgern, in PJ

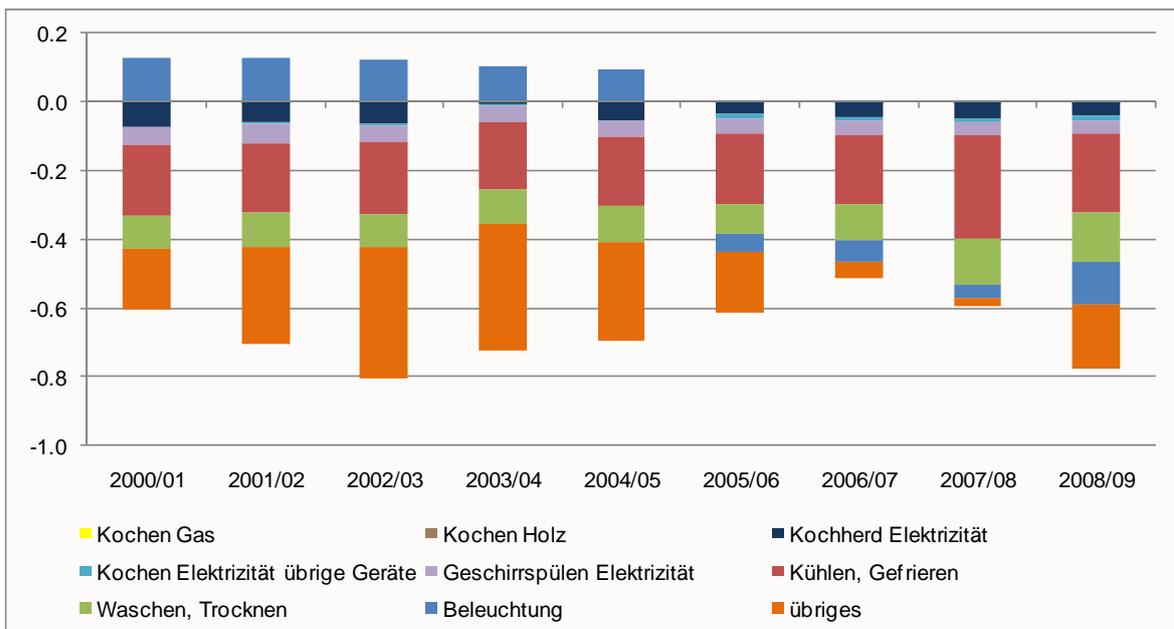


Im Segment Warmwasser ist die absolute jährliche Einsparung durch die Verbesserungen der Anlagennutzungsgrade mit durchschnittlich 0,2 PJ deutlich geringer als bei den Heizanlagen (Abbildung 5.22). Relativ betrachtet sind die Einsparungen jedoch eher etwas grösser, weil sich die Anlagennutzungsgrade der Warmwasseranlagen tendenziell stärker verbesserten als die Nutzungsgrade der Heizanlagen. Dies gilt vor allem bei Heizöl und Gas, bei denen, auf unterschiedlichen Ausgangsniveaus, die

Brennwerttechnik an Bedeutung gewinnt, die im Vergleich zu den konventionellen Anlagen vor allem im Teillastereich effizienter arbeitet.

Bei den Koch- und Elektrogeräten wirken die Technik- und Politikeffekte durch die Verbesserung der technischen Qualität der Geräte überwiegend energiesparend (Abbildung 5.23). Deutlich ausgeprägt sind die Reduktionen bei den Kühl- und Gefriergeräten, im Bereich Waschen und Trocknen und bei den Geschirrspülern. Ab dem Jahr 2005/06 zeigen sich auch bei der Beleuchtung Einspareffekte, bedingt durch den Rückgang des Einsatzes von Glühlampen. In der sehr heterogenen Restgruppe „übriges“ ergeben sich aufgrund struktureller Effekte stark schwankende Effekte.

Abbildung 5.23: Technik- und Politikeffekte im Bereich Kochen und Elektrogeräte 2000/01 bis 2008/09 nach Energieträgern, in PJ



5.1.6 Struktureffekte nach Verwendungszwecken

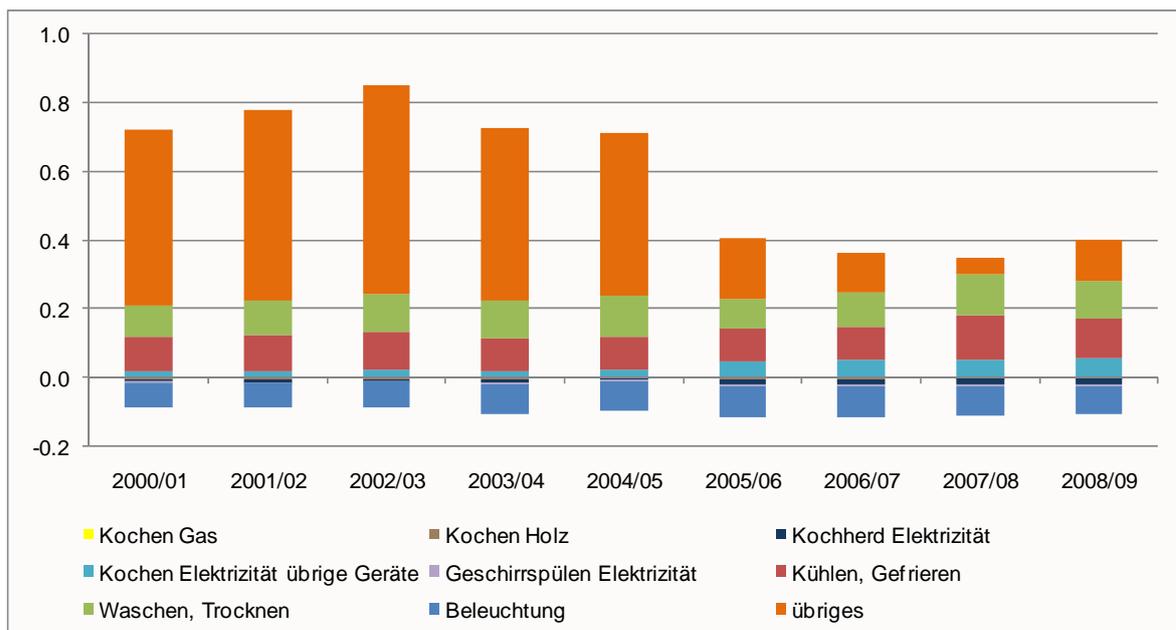
Im Bereich Raumwärme ergeben sich die strukturellen Einflüsse aus den „übrigen strukturellen Einflüsse auf den spezifischen Heizwärmebedarf“. Das sind die Effekte auf den Heizenergiebedarf, die nicht auf die Verbesserung des Wärmeleistungsbedarfs zurückzuführen sind. Die „übrigen strukturellen Einflüsse auf den spezifischen Heizwärmebedarf“ werden rechnerisch ermittelt aus dem Einfluss der Veränderung des energieträgerspezifischen Heizwärmebedarfs und den Veränderungen des energieträgerspezifischen Wärmeleistungsbedarfs.

Bei den übrigen strukturellen Einflüssen auf den spezifischen Heizwärmebedarf spielen sowohl die Differenzierung zentral/dezentral als auch die Gebäudetypen eine Rolle. Dezentrale Systeme weisen geringere Nutzungsintensitäten (Vollbenutzungsstunden) auf als zentrale. Bequeme Zentralsysteme sind zudem verbrauchsintensiver als unbequeme Einzelsysteme. Darüber hinaus zeigen Bewohner in Ein- und Zweifamilienhäusern ein anderes Heizverhalten als Bewohner von Mehrfamilienhäusern. Die übrigen strukturellen Einflüsse auf den spezifischen Heizwärmebedarf sind mit rund +0,1 PJ pro Jahr mengenmässig von untergeordneter Bedeutung.

Im Bereich Warmwasser ergeben sich die Struktureffekte aus dem Effekt der Veränderung der spezifischen Warmwasserverbräuche pro Kopf und Tag. Die Effekte über alle Energieträger sind sehr klein (<0,01 PJ/Jahr) und haben kaum Bedeutung für das Gesamtergebnis.

Bei den Koch- und Elektrogeräte dagegen sind die strukturellen Effekte, die sich rechnerisch aus den Technikeffekten insgesamt und den anwendungsspezifisch ermittelten Technik- und Politikeffekten ergeben, nicht vernachlässigbar (Abbildung 5.24). Die Struktureffekte im Bereiche Kochen und Geräte führen per Saldo zu einem Mehrverbrauch. Dieser ist tendenziell abnehmend, von rund 0,6 PJ pro Jahr bis 2004/05 auf 0,3 PJ pro Jahr nach 2004/05.

Abbildung 5.24: Übrige Verbrauchseffekte im Bereich Kochen und Elektrogeräte 2000/01 bis 2008/09 nach Energieträgern, in PJ



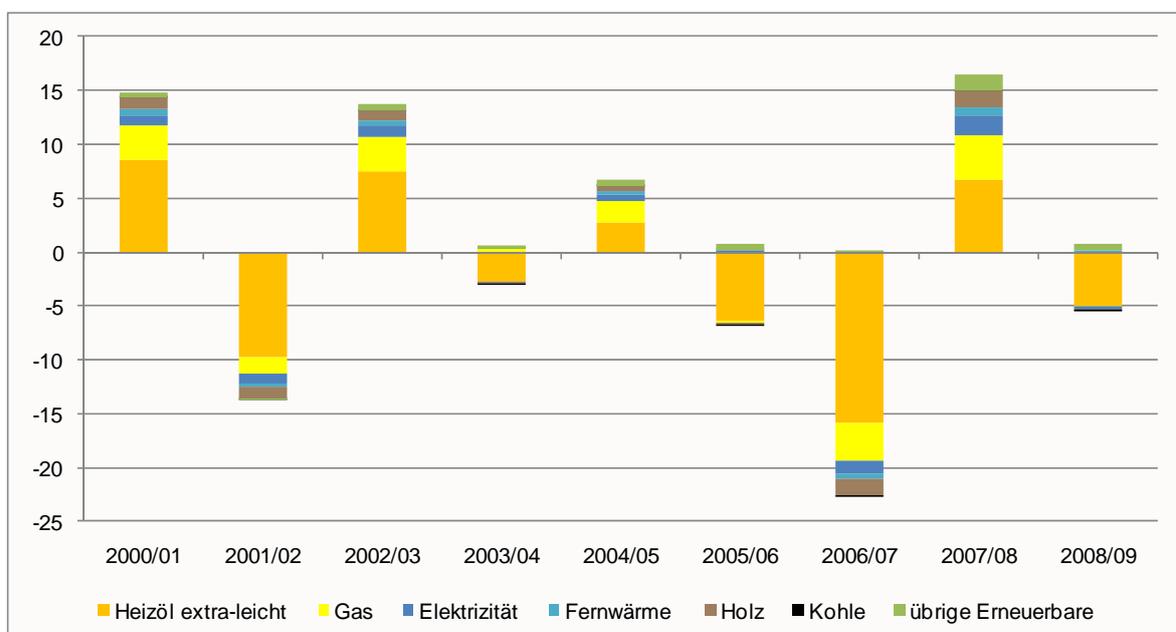
Wie erwähnt, ergeben sich aufgrund der partialanalytischen Vorgehensweise Residuen, sogenannte Joint-Effekte oder Nicht-linearitäten. Diese Joint Effekte sind in allen Anwendungsbe-
reichen sehr klein im Verhältnis zu den jeweiligen Gesamteffekten. Sie üben deshalb nur einen sehr kleinen Einfluss auf das Gesamtergebnis aus.

5.1.7 Effekte nach Verwendungszwecken insgesamt

Nachstehend sind die Gesamtveränderungen des jährlichen Energieverbrauchs nach den Verwendungszwecken Raumwärme, Warmwasser sowie Kochen und Geräte dargestellt. Die Gesamtveränderungen entsprechen den summierten Effekten der in den Kapiteln 5.1.2 bis 5.1.6 einzeln aufgeführten Effekte. Sie beinhalten nicht die ausserhalb der Modelle ermittelten kurzfristigen Preiseffekte.

Der Raumwärmebereich wird dominiert durch den Witterungseinfluss. Demgegenüber treten die anderen Erklärungsfaktoren in den Hintergrund, weil sie sich auf Jahresebene teilweise kompensieren: verbrauchstreibenden Mengeneffekten stehen verbrauchsreduzierende Technik- und Politikeinflüsse in Form besserer Gebäudehüllen und besserer Anlagentechnik gegenüber (Abbildung 5.25). Der witterungsbereinigte Raumwärmeverbrauch zeigt in der Periode 2000 bis 2009 einen Verbrauchsrückgang von 4,2 PJ (-2,2 %; vgl. Tabelle 4.5 in Kapitel 4.2)

Abbildung 5.25: Veränderung Raumwärme insgesamt 2000/01 bis 2008/09 nach Energieträgern, in PJ



Im Warmwasserbereich sind die jährlichen Veränderungen vergleichsweise klein. In einzelnen Jahren zeigt sich ein positiver Verbrauchseffekt. Per Saldo ergibt sich für den Zeitraum 2000 bis 2009 jedoch ein leicht negativer Einfluss (-0,14 PJ). (Abbildung 5.26).

Abbildung 5.26: Veränderung Warmwasser insgesamt 2000/01 bis 2008/09 nach Energieträgern, in PJ

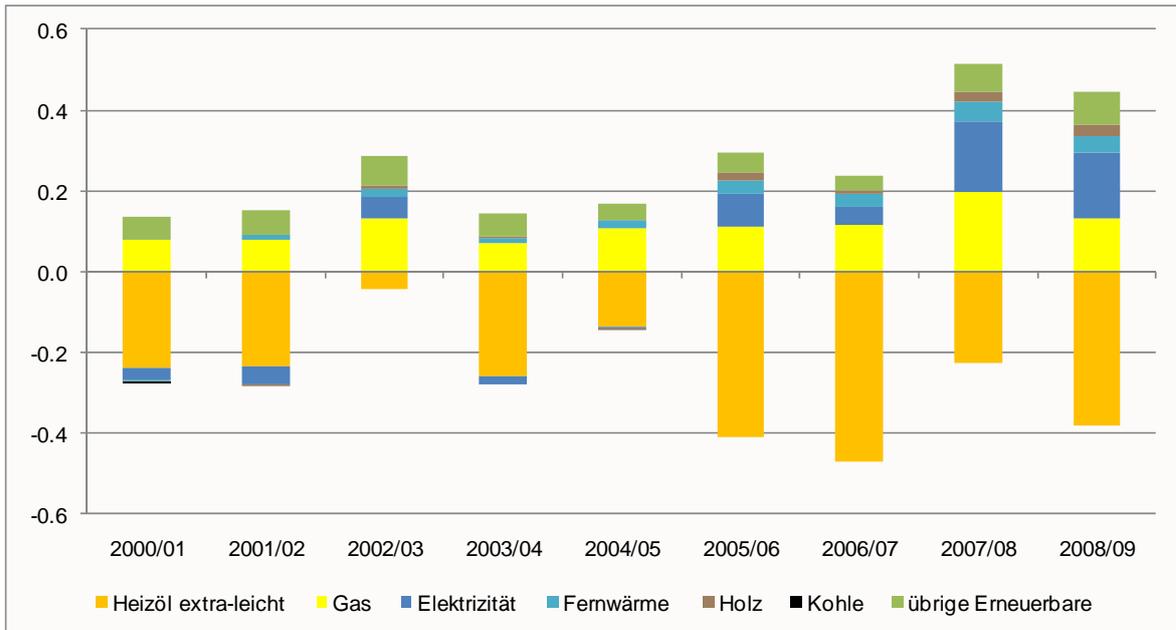
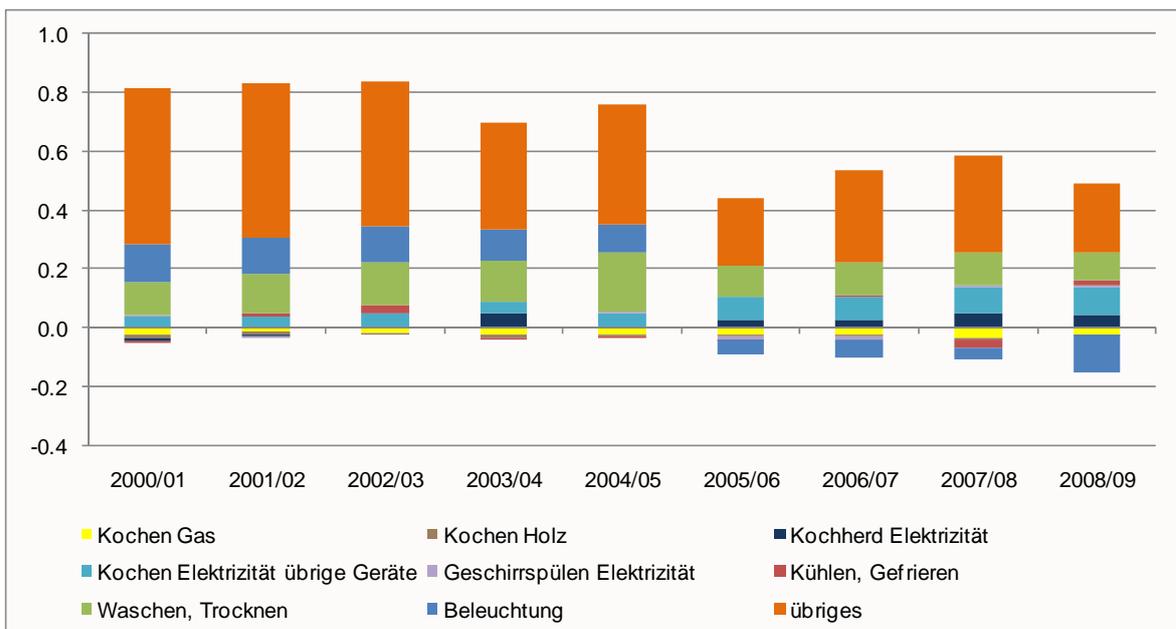


Abbildung 5.27: Veränderung im Bereich Kochen und Elektrogeräte insgesamt 2000/01 bis 2008/09 nach Energieträgern, in PJ



Im Bereich Kochen und Elektrogeräte überwiegen bislang die verbrauchssteigernden Mengen- und Struktureffekte, vor allem bei der geräte- bzw. verwendungsspezifisch sehr heterogenen Restgruppe „übriges“ (Abbildung 5.27).

6 Literatur

Basler und Hofmann AG (2009) Schweizerische Holzenergiestatistik. Erhebung für das Jahr 2008. Im Auftrag Bundesamtes für Energie (BFE), Bern

BFE (2010). Schweizerische Gesamtenergiestatistik 2009. Bundesamt für Energie (BFE), Bern

BFE (2008). Analyse des schweizerischen Energieverbrauchs 2000 - 2006 nach Verwendungszwecken. Autoren: Prognos, Basics, Infrac und CEPE. Im Auftrag Bundesamtes für Energie (BFE), Bern

Dr. Eicher + Pauli AG (2010). Schweizerische Statistik der Erneuerbaren Energien, Ausgabe 2009, Vorabzug Juni 2010. Im Auftrag Bundesamtes für Energie (BFE), Bern

Müller, E.A., Gartner, R., Meyer-Hunziker, B. (1995). Klimanormierung Gebäudemodell Schweiz. Bundesamt für Energiewirtschaft, Arbeitsgruppe Energieperspektiven; Schlussbericht.

SIA (2001). SIA Norm 380/1 - Thermische Energie im Hochbau. SIA, Zürich