

Der Energieverbrauch der Privaten Haushalte 2000 - 2010

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

Auftraggeber
Bundesamt für Energie
(BFE), Bern

Ansprechpartner
Prognos AG
Andreas Kemmler

Basel, 28.10.2011
31 - 27264

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	6
3	Statistische Ausgangslage	12
3.1	Entwicklung des Endenergieverbrauchs der Privaten Haushalte 2000 - 2010	12
3.2	Entwicklung der Rahmenbedingungen	16
4	Analyse der Verbrauchsentwicklung 2000 bis 2010 nach Verwendungszwecken	20
4.1	Überblick über die Verwendungszwecke	20
4.2	Raumwärme	23
4.3	Warmwasser	27
4.4	Kochen	30
4.5	Übrige Elektrogeräte und Beleuchtung	30
4.6	Vergleich zwischen Haushaltsmodell und Gesamtenergiestatistik	34
5	Analyse der Ursachen der Verbrauchsentwicklung 2000 bis 2010	36
5.1	Die Verbrauchsentwicklung 2000 bis 2010	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 Verwendungszwecken	47
5.1.4	Der Einfluss der Substitutionseffekte nach Verwendungszwecken (inkl. übrige strukturelle Mengeneffekte)	50
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 2010 nach Energieträgern, in PJ	12
Tabelle 3.2:	Entwicklung wichtiger Einflussfaktoren auf den Energieverbrauch im Zeitraum 2000 bis 2010	17
Tabelle 4.1:	Private Haushalte: Energieverbrauch 2000 bis 2010 nach Verwendungszwecken, in PJ (unkalibrierte Modellwerte)	21
Tabelle 4.2:	Brennstoffverbrauch 2000 bis 2010 nach Verwendungszwecken, in PJ	22
Tabelle 4.3:	Elektrizitätsverbrauch 2000 bis 2010 nach Verwendungszwecken, in PJ (Raumwärme inkl. mobiler Kleinheizgeräte)	23
Tabelle 4.4:	Raumwärmeverbrauch der Privaten Haushalte 2000 bis 2010 nach Energieträgern, in PJ, mit Witterung (inkl. mobiler Kleinheizgeräte)	24
Tabelle 4.5:	Raumwärmeverbrauch der Privaten Haushalte 2000 bis 2010 nach Energieträgern, in PJ, witterungsbereinigt (inkl. mobiler Kleinheizgeräte)	24
Tabelle 4.6:	Entwicklung der Energiebezugsfläche nach Heizsystemen und Energieträgern in Mio. m ² EBF	26
Tabelle 4.7:	Endenergieverbrauch für Warmwasser 2000 bis 2010 nach Energieträgern, in PJ mit Witterungseinfluss	28
Tabelle 4.8:	Versorgungsstruktur Warmwasser: versorgte Einwohner nach Energieträgern und Warmwassersystemen 2000 bis 2010, in Tsd	29
Tabelle 4.9:	Mittlere Nutzungsgrade Warmwasser 2000 bis 2010 nach Energieträgern und Warmwassersystemen, in Prozent	29
Tabelle 4.10:	Endenergieverbrauch für Kochherde, elektrische Kochhilfen und Geschirrspülen, 2000 bis 2010, in PJ	30
Tabelle 4.11:	Verbrauch von Elektrogeräten 2000 bis 2010, in PJ	32
Tabelle 4.12:	Relevante Geräte-Mengenkomponenten 2000 bis 2010, ohne Anteile Dienstleistungssektor	34
Tabelle 4.13:	Endenergieverbrauch der Privaten Haushalte 2000 bis 2010 in der Abgrenzung der GEST, in PJ	35

Tabelle 4.14:	Vergleich Modellergebnis und Gesamtenergiestatistik, 2000 bis 2010, in PJ bzw. in %	35
Tabelle 5.1:	Die Veränderung des Energieverbrauchs 2000 bis 2010 als Summe der kumulierten jährlichen Veränderungen nach Bestimmungsfaktoren und Energieträgern	37

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 3.1:	Veränderung des Endenergieverbrauchs der Privaten Haushalte zwischen 2000 und 2010, nach Energieträgern, in PJ	14
Abbildung 3.2:	Prozentuale Veränderung des Endenergieverbrauchs der Privaten Haushalte zwischen 2000 und 2010, nach Energieträgergruppen, in %	14
Abbildung 3.3:	Veränderung des Anteils der Energieträger am Verbrauch der Privaten Haushalte, 2010 gegenüber 2000, in Prozent-Punkten	15
Abbildung 3.4:	Energieverbrauchsstruktur der Privaten Haushalte, nach Energieträgern (2010)	16
Abbildung 3.5:	Entwicklung zentraler Rahmenfaktoren, Indices mit Basisjahr 2000 (=100)	18
Abbildung 3.6:	Reale Preisentwicklung von Strom, Heizöl, Erdgas, Holz und Fernwärme sowie die Entwicklung des Konsumentenpreisindex (LIK), Indices mit Basisjahr 2000 (=100)	18
Abbildung 4.1:	Anteile der unterschiedenen Verwendungszwecke am Energieverbrauch der Privaten Haushalte im Jahr 2010	21
Abbildung 4.2:	Veränderung des Anteils der Verwendungszwecke am Verbrauch der Privaten Haushalte, 2010 gegenüber 2000, in Prozent-Punkten	22
Abbildung 4.3:	Anteile der Energieträger am Raumwärmeverbrauch, im Jahr 2010 (witterungsbereinigte Werte)	25
Abbildung 4.4:	Anteile der Energieträger am Warmwasserverbrauch im Jahr 2010	28
Abbildung 4.5:	Private Haushalte: Aufteilung des Energieverbrauchs 2010 für elektrische Geräte und Beleuchtung nach Verwendungszwecken	33
Abbildung 5.1:	Die Veränderung des Energieverbrauchs 2000 bis 2010 als Summe der Einzeleffekte nach Energieträgern, in PJ (T/P: Technik und Politikeffekte)	38

Abbildung 5.2:	Witterungseffekte 2000/01 bis 2009/10 nach Energieträgern, in PJ	39
Abbildung 5.3:	Mengeneffekte 2000/01 bis 2009/10 nach Energieträgern, in PJ	39
Abbildung 5.4:	Substitutionseffekte 2000/01 bis 2009/10 nach Energieträgern, in PJ	41
Abbildung 5.5:	Technik- und Politikeffekte in Gebäuden 2000/01 bis 2009/10 nach Energieträgern, in PJ	41
Abbildung 5.6:	Technik- und Politikeffekte bei Heizungs- und Warmwasseranlagen 2000/01 bis 2009/10 nach Energieträgern, in PJ	42
Abbildung 5.7:	Technik- und Politikeffekte Geräte 2000/01 bis 2009/10 nach Energieträgern, in PJ	43
Abbildung 5.8:	Strukturelle Effekte 2000/01 bis 2009/10, nach Energieträgern, in PJ	44
Abbildung 5.9:	Joint-Effekte 2000/01 bis 2009/10, nach Energieträgern, in PJ	44
Abbildung 5.10:	Summe der Effekte aller Bestimmungsfaktoren 2000/01 bis 2009/10, nach Energieträgern, in PJ	45
Abbildung 5.11:	Summierte Effekte der Bestimmungsfaktoren ohne Witterungseffekt 2000/01 bis 2009/10, nach Energieträgern, in PJ	45
Abbildung 5.12:	Witterungseffekte Raumwärme 2000/01 bis 2009/10 nach Energieträgern, in PJ	46
Abbildung 5.13:	Witterungseffekte Warmwasser 2000/01 bis 2009/10 nach Energieträgern, in PJ	47
Abbildung 5.14:	Mengeneffekte Raumwärme 2000/01 bis 2009/10 nach Energieträgern, in PJ	48
Abbildung 5.15:	Mengeneffekte Warmwasser 2000/01 bis 2009/10, nach Energieträgern, in PJ	48
Abbildung 5.16:	Mengeneffekte Kochen und Elektrogeräte 2000/01 bis 2009/10 nach Gerätekategorien, in PJ	49
Abbildung 5.17:	Substitutionseffekte Raumwärme 2000/01 bis 2009/10 nach Energieträgern, in PJ	51
Abbildung 5.18:	Substitutionseffekte Warmwasser 2000/01 bis 2009/10, nach Energieträgern, in PJ	51
Abbildung 5.19:	Substitutionseffekte und übrige strukturelle Mengeneffekte im Bereich Kochen und Elektrogeräte 2000/01 bis 2009/10 nach Gerätekategorien, in PJ	52

Abbildung 5.20: Effekte Gebäudequalität (Heizwärmeleistungsbedarf) 2000/01 bis 2009/10, nach Energieträgern, in PJ	53
Abbildung 5.21: Nutzungsgradeffekte Raumwärme 2000/01 bis 2009/10 nach Energieträgern, in PJ	54
Abbildung 5.22: Nutzungsgradeffekte Warmwasser 2000/01 bis 2009/10 nach Energieträgern, in PJ	54
Abbildung 5.23: Technik- und Politikeffekte im Bereich Kochen und Elektrogeräte 2000/01 bis 2009/10 nach Gerätekategorien, in PJ	55
Abbildung 5.24: Übrige Verbrauchseffekte im Bereich Kochen und Elektrogeräte 2000/01 bis 2009/10 nach Gerätekategorien, in PJ	56
Abbildung 5.25: Veränderung Raumwärme insgesamt 2000/01 bis 2009/10 nach Energieträgern, in PJ	57
Abbildung 5.26: Veränderung Warmwasser insgesamt 2000/01 bis 2009/10 nach Energieträgern, in PJ	58
Abbildung 5.27: Veränderung im Bereich Kochen und Elektrogeräte insgesamt 2000/01 bis 2009/10 nach Gerätekategorien, in PJ	58

1 Aufgabenstellung

Im Auftrag des Bundesamtes für Energie (BFE) werden jährlich 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 zu zerlegen. Als Ursachenkomplexe werden jeweils Mengeneffekte (Bevölkerung, Produktion, Wohnfläche etc.), Witterung, Substitution, Strukturveränderung, 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 sowie 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 2010 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 Rahmendaten 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 2010 und die Entwicklung im Zeitraum 2000 bis 2010. 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 Ursachen der jährlichen Verbrauchsänderungen in der Periode 2000 bis 2010 nach Energieträgern und Verwendungszwecken.

2 Vorgehen und Datengrundlagen

2.1 Bestimmung der modellierten Verbrauchsentwicklung

Die Modellierung des Energieverbrauchs der Privaten Haushalte der Jahre 2000 bis 2010 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.

Bei der Ex-Post-Analyse liegt der Betrachtungsfokus auf der Beschreibung der Verbrauchsänderung. Folglich ist der Niveauunterschied zwischen GEST und Modell von untergeordneter Bedeutung. Geringe Differenzen bestehen indes auch bei den jährlichen Verbrauchsänderungen auf Ebene der Energieträger, weshalb den Modellergebnissen die Statistikwerte gegenübergestellt werden. Als Vergleichsgrösse dienen die Angaben der GEST 2010 (BFE, 2011).

Aktualisierte Inputdaten

Beim verwendeten Bottom-up-Modell handelt es sich um ein durchgängiges Jahresmodell. Dadurch ergeben sich die gesamten jährlichen Verbrauchsänderungen unmittelbar aus dem aktualisierten Modell. Für die vorliegende Analyse wurden die Bevölkerungs- und Haushaltszahlen sowie die Wohnungs- und Wohnflächenzugänge aktualisiert und ins Modell integriert.

In diesem Jahr lagen zum ersten Mal Angaben aus der neuen Gebäude- und Wohnungsstatistik (GWS) des BFS vor. Die Verwendung dieser Angaben führte gegenüber den früheren Veröffentlichungen beim Neubau (ab 2000) zu grösseren spezifischen Wohnflächen. Ebenfalls verwendet wurden Angaben zur Kopplung der Raumwärme- und Warmwassersysteme. Dies führte zu einer Verschiebung bei den strombasierten Warmwassersystemen, verbunden mit einer Zunahme der Wärmepumpen und einer Abnahme der konventionellen Elektroanlagen. Die in der GWS enthaltenen Angaben zur Beheizungsstruktur im Wohngebäudebestand wurden nur teilweise, für die Bestimmung der Beheizungsstruktur

der neugebauten Wohngebäude (ab 2000) berücksichtigt. Verbunden wurden diese Angaben mit Informationen von Wüest & Partner. Die GWS weist keine Einzeljahreswerte, sondern 5-jährige Bauperioden aus. Die Angaben von Wüest & Partner differenzieren hingegen nicht nach den Wohngebäudetypen Ein-, Zwei- und Mehrfamilienhäusern. Folglich bieten beide Quellen einen gewissen Interpretationsspielraum.

Die Beheizungsstruktur im Gebäudebestand (bis Gebäudealter 2000) basiert auf der Gebäude- und Wohnungszählung 2000. Als wichtige Informationsquelle zur Fortschreibung der Energieträgerstruktur im Gebäudebestand dienen Absatzzahlen von Heizanlagen nach Grössenklassen von *GebäudeKlima Schweiz*. Für die Absatzzahlen der Biomassekessel (Holz) wurden Angaben von Basler und Hofmann (2011) verwendet.

Bei den Haushalts- und Elektrogeräten ist die Datenqualität in den einzelnen Verbrauchsbereichen unterschiedlich. Mit Hilfe der FEA-Absatzdaten im Bereich der Weissen Ware (Kühl- und Gefriergeräte, Waschmaschinen, Tumbler, Geschirrspüler etc.) und Annahmen zur Lebens- bzw. Einsatzdauer können die zugrunde gelegten Haushaltsausstattungsgrade hinlänglich auf Plausibilität geprüft werden.¹ Ab 2002/2003 sind 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.

Für die vorliegende Verbrauchsschätzung wurden die aktuellsten Marktdaten der eae- und SWICO-Marktstatistiken mit Verkaufsdaten bis 2010 berücksichtigt. Die verwendeten Statistiken ermöglichen eine Aufteilung der Absatzmengen nach Energieeffizienz-Klassen. Die Berücksichtigung einer Erhebung des BFS zur IKT-Ausstattung der Schweizer Haushalte (BFS, 2010) führte gegenüber früheren Publikationen beim TV-Gerätebestand zu einer Verschiebung von den Haushalten in den Bürobereich.

Durch die Einbindung der aktuellen und teilweise auch rückwärts korrigierten Daten resultieren leichte Veränderungen gegenüber den bisher veröffentlichten Ergebnissen.

Abgrenzung der berücksichtigten Verbräuche

An einigen Stellen bestehen Abgrenzungsunschärfen zwischen dem Modellergebnis und der Energiestatistik. Das Haushaltsmodell erfasst alle Energieverbräuche des Bereiches Wohnen und alle Elektrizitätsverbräuche, soweit diese dem Bereich Haushalte

¹ FEA: Fachverband Elektroapparate für Haushalt und Gewerbe Schweiz
SWICO: Schweizerischer Wirtschaftsverband der Anbieter von Informations-, Kommunikations- und Organisationstechnik

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 Wohngebäuden, 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. Heutige Mobiltelefone, PCs, Note- und Netbooks oder Fernseher sind im Allgemeinen multifunktional 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 Ursachenkomplexen zerlegt. Als Bestimmungs-

faktoren werden 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 Substitution interpretieren.

Im Folgenden werden die unterschiedenen Bestimmungsfaktoren kurz beschrieben:

Witterung: Die 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. Nebst der Raumwärme sind der damit verbundene Hilfsenergieverbrauch für die Heizanlagen sowie in geringem Ausmass der Verbrauch für Warmwasser witterungsabhängig. Aufgrund der noch geringen Bedeutung des Energieverbrauchs für die Kühlung der Wohngebäude, wird im Modell noch keine Abhängigkeit zwischen Witterung und Kühlbedarf berücksichtigt.

Die ausgewiesenen Witterungseffekte ergeben sich aus dem Witterungsbereinigungsverfahren auf Basis von Monatsdaten von Gradtagen und Solarstrahlung mit dem Referenzzeitraum 1984 bis

2002.² Mit dem Witterungsbereinigungsverfahren werden jährliche Bereinigungsfaktoren abgeleitet. Diese Faktoren geben an, wie stark die jährliche Witterung (Temperatur und Strahlung) den witterungsbereinigten Verbrauch beeinflusst, respektive wie stark die Witterung vom Referenzzeitraum 1984 bis 2002 abweicht. Aus der Differenz der Bereinigungsfaktoren zweier aufeinander folgender Jahre lässt sich der witterungsbedingte Mehr- oder Minderverbrauch zwischen diesen beiden Jahren 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 die 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 Veränderungen der energetischen Qualität der Gebäudehüllen, 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.

² Beim HGT-Bereinigungsverfahren wird häufig die Basis von 3588 HGT verwendet. Dies ist die mittlere Anzahl HGT im Referenzzeitraum 1970-1992.

Substitution / übrige strukturelle Mengeneffekte: 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 (z.B. 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. die 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.

Joint-Effekte: Joint-Effekte (oder Nichtlinearitäten) treten dann auf, wenn sich sowohl die Mengen- als auch die spezifische Ver-

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).

brauchskomponente 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. Es 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	Erdgas insgesamt
Erdgas 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
Raumwärme Kaminholz	Warmwasser Zentral Solar
Kohle insgesamt	Warmwasser Zentral Umweltwärme
Raumwärme Dezentral	
Raumwärme Zentral	
übrige Erneuerbare insgesamt	
Raumwärme Zentral Solar	
Raumwärme Zentral Umweltwärme	
Kochen	übrige Elektrogeräte
Kochen Erdgas	Kühlen, Gefrieren
Kochen Holz	Waschen, Trocknen
Kochherd Elektrizität	Beleuchtung
Kochen Elektrizität übrige Kochgeräte	IKT, Unterhaltung
Geschirrspülen	Übriges

3 Statistische Ausgangslage

3.1 Entwicklung des Endenergieverbrauchs der Privaten Haushalte 2000 - 2010

Die Referenz-Energieverbrauchsentwicklung wird durch die Gesamtenergiestatistik (GEST) vorgegeben. Die modellmässig bestimmte Energieverbrauchsentwicklung der Privaten Haushalte weicht davon geringfügig ab. Im Folgenden wird deshalb kurz auf die Referenzentwicklung gemäss der Gesamtenergiestatistik eingegangen. Zudem wird die Entwicklung der wichtigsten Rahmen-daten beschrieben.

Der Endenergieverbrauch der Privaten Haushalte betrug gemäss der Gesamtenergiestatistik im Jahr 2010 271,5 PJ und lag um 31,6 PJ über dem Verbrauch im Jahr 2000 (+13,2 %). Gegenüber dem Vorjahr 2009 ist der Verbrauch um 19,8 PJ gestiegen (+7,8 %). Die Entwicklung der einzelnen Energieträger verlief unterschiedlich (Tabelle 3.1).

Tabelle 3.1: Endenergieverbrauch der Privaten Haushalte 2000 bis 2010 nach Energieträgern, in PJ

	2000	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Elektrizität	56.6	60.0	61.6	63.5	63.7	62.9	64.4	64.5	67.0
Heizöl	121.0	129.5	128.4	129.8	124.6	107.9	114.5	111.2	118.2
Erdgas	36.3	40.3	41.7	42.8	41.1	39.3	42.6	42.6	48.4
Kohle	0.1	0.1	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Fernwärme	4.8	5.0	5.2	5.4	5.5	5.0	5.5	5.6	6.9
Holz	17.3	18.3	18.1	18.5	18.5	17.1	19.0	19.2	20.7
übrige Erneuerbare ¹	3.9	4.7	5.0	5.5	5.7	6.2	7.4	8.2	9.9
Summe	239.9	258.1	260.3	265.9	259.5	238.8	253.7	251.8	271.5

¹⁾ Sonne, Umweltwärme, Biogas

Quelle: BFE, 2011

- Der Elektrizitätsverbrauch ist im Zeitraum 2000 bis 2010 um 10,4 PJ auf 67 PJ gestiegen. Dies entspricht einer prozentualen Zunahme von 18,4 %. Die durchschnittliche jährliche Zuwachsrate betrug 1,7 %. Gegenüber dem Vorjahr 2009 ist der Verbrauch um 2,5 PJ angestiegen (+3,9 %).
- Der Verbrauch an den fossilen Energieträgern Heizöl, Erdgas und Kohle lag im Jahr 2010 bei 167 PJ und damit um 9,6 PJ über dem Wert im Jahr 2000 (+6,1 %). Der Verbrauch der einzelnen fossilen Energieträger entwickelte sich wie folgt:
 - Der Verbrauch an Heizöl extra-leicht (HEL) ist in der Periode 2000 bis 2010 um 2,8 PJ (-2,3 %) auf 118,2 PJ zurückgegangen. Gegenüber dem Vorjahr 2009 stieg der Verbrauch um 7,0 PJ (+6,3 %).

- Erdgas ist jener Energieträger, dessen Verbrauch im Sektor Haushalte am stärksten zugenommen hat. Der Erdgasverbrauch stieg zwischen 2000 und 2010 um 12,1 PJ (+33,3 %) auf 48,4 PJ. Im Vergleich zum Jahr 2009 ist der Gasverbrauch im Jahr 2010 um 5,8 PJ gestiegen (+13,5 %).
- 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 2010 0,2 % (0,4 PJ).
- Der Verbrauch von Fernwärme lag im Jahr 2010 mit 6,9 PJ um 2,1 PJ höher als im Jahr 2000 (+44,0 %). Gegenüber dem Vorjahr ist der Verbrauch um 1,3 PJ gestiegen (+22,5 %).
- Der Holzverbrauch stieg im Zeitraum 2000 bis 2010 um 3,5 PJ (+20,2 %) auf 20,7 PJ und lag im Jahr 2010 um 1,5 PJ über dem Vorjahresverbrauch (+7,8 %).
- Der Verbrauch der übrigen erneuerbaren Energien hat gegenüber dem Jahr 2000 um 6,0 PJ (+155 %) zugenommen und lag 2010 bei 9,9 PJ. Der Zuwachs ist vorwiegend auf die zunehmende Nutzung von Umweltwärme zurückzuführen. Gegenüber dem Vorjahr hat der Verbrauch an den übrigen Erneuerbaren um 1,7 PJ (+20,9 %) zugenommen.

Seit dem Jahr 2000 ist der Verbrauch aller Energieträger gestiegen, mit Ausnahme von Heizöl extra-leicht (Abbildung 3.1 und Abbildung 3.2). Gegenüber dem Vorjahr 2009 ist der Verbrauch aller Energieträger, inkl. Heizöl, gestiegen. Dies ist vorwiegend auf die kühle Witterung im Jahr 2010 zurückzuführen.

Abbildung 3.1: Veränderung des Endenergieverbrauchs der Privaten Haushalte zwischen 2000 und 2010, nach Energieträgern, in PJ

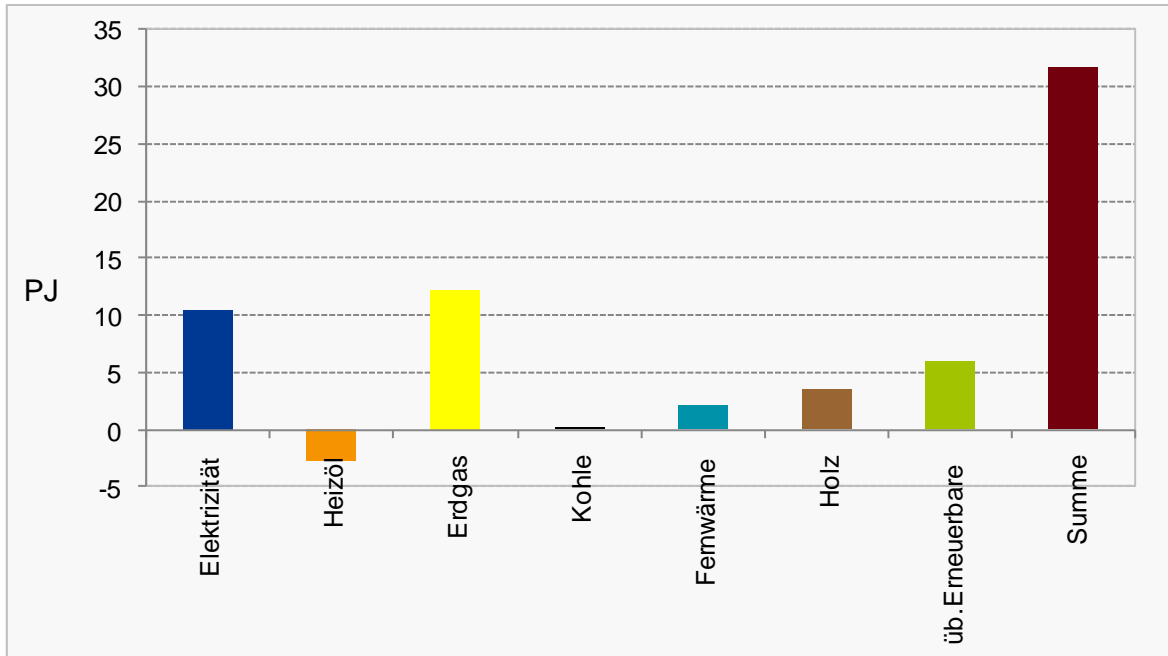


Abbildung 3.2: Prozentuale Veränderung des Endenergieverbrauchs der Privaten Haushalte zwischen 2000 und 2010, nach Energieträgergruppen, in %

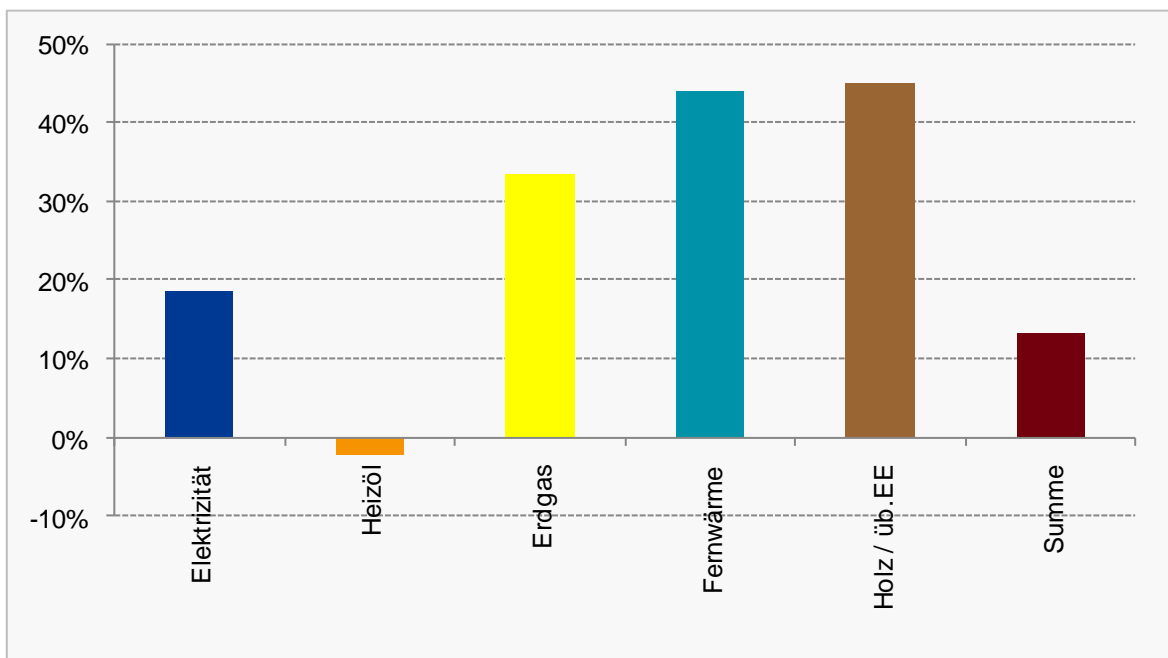
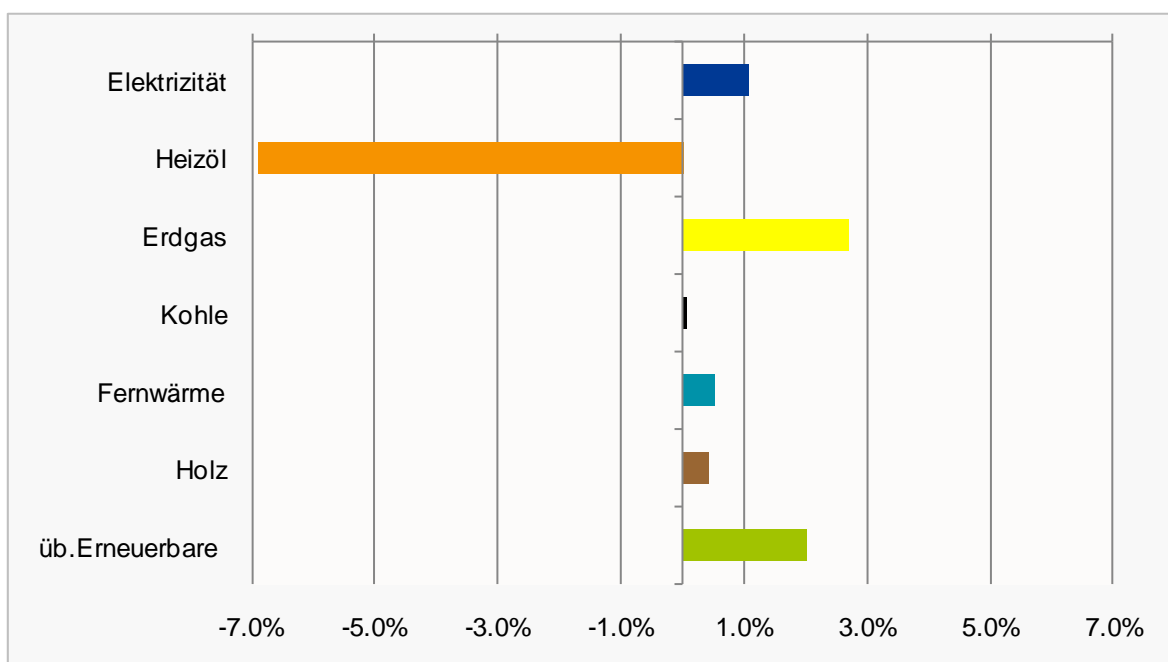


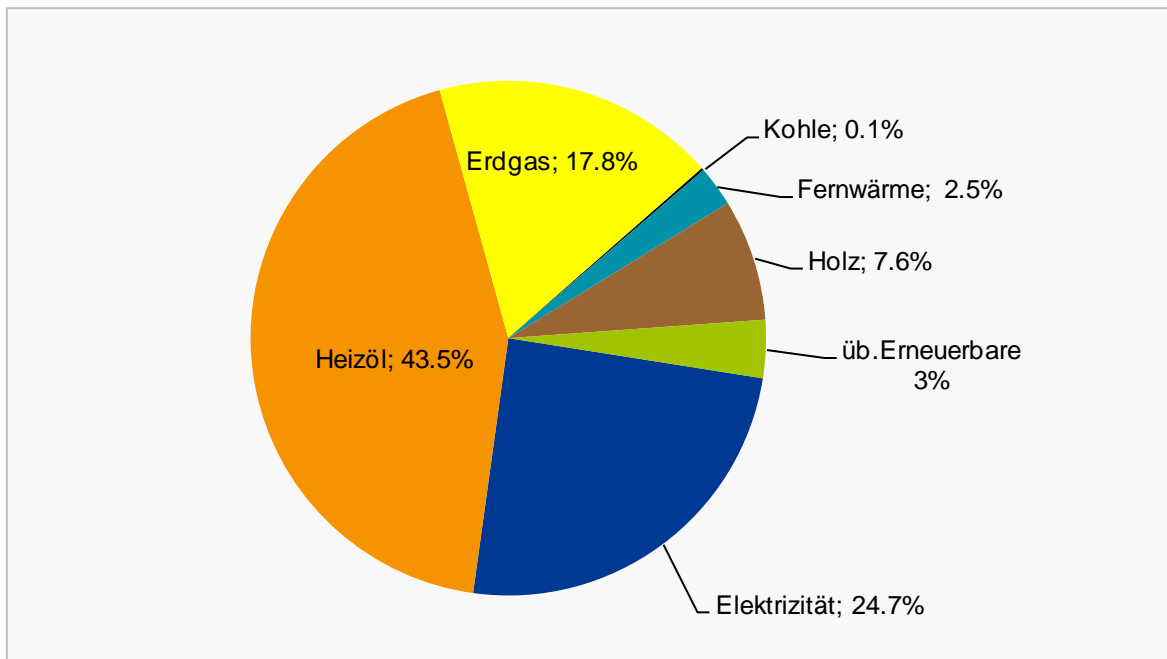
Abbildung 3.3 illustriert die Entwicklung der Energieträgerstruktur im Zeitraum 2000 bis 2010. Der Anteil von Heizöl am Endenergieverbrauch der Privaten Haushalte ist um 6,9 %-Punkte zurückgegangen. Die Anteile der übrigen Energieträger sind gestiegen. Grössere Zunahmen verzeichnen Erdgas (+2,7 %-Punkte), übrige Erneuerbare (+2,0 %-Punkte) und Strom (+1,1 %-Punkte). Die Anteile der übrigen Energieträger haben sich vergleichsweise wenig verändert: Fernwärme +0,5 %-Punkte, Holz +0,4 %-Punkte, Kohle +0,1 %-Punkt.

Abbildung 3.3: Veränderung des Anteils der Energieträger am Verbrauch der Privaten Haushalte, 2010 gegenüber 2000, in Prozent-Punkten



Obwohl sich der Anteil von Heizöl am Energieverbrauch der Privaten Haushalte gegenüber dem Jahr 2000 um beinahe 7 %-Punkte verringert hat, bleibt Heizöl auch im Jahr 2010 mit einem Anteil von 43,5 % der Energieträger mit dem höchsten Verbrauchsanteil (Abbildung 3.4). Von grosser Bedeutung sind auch Strom (24,7 %) und Erdgas (17,8 %). Der Anteil von Holz beträgt im Jahr 2010 7,6 %. 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, Erdgas, Kohle am Gesamtverbrauch der Privaten Haushalte ist von 65,6 % im Jahr 2000 auf 61,5 % im Jahr 2010 zurückgegangen (2009: 61,2 %).

Abbildung 3.4: Energieverbrauchsstruktur der Privaten Haushalte, nach Energieträgern (2010)



3.2 Entwicklung der Rahmenbedingungen

Für die Analyse und das Verständnis der Energieverbrauchsentwicklung ist die Entwicklung der Rahmenbedingungen von ausschlaggebender Bedeutung. Die Entwicklung der wichtigsten Einflussfaktoren in den Jahren 2000 bis 2010 ist in Tabelle 3.2 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 2010 um 9 %. Noch stärker hat sich im gleichen Zeitraum die Anzahl der Privaten Haushalte erhöht (+12,8 %). Dies geht einher mit einer fortschreitenden Abnahme der durchschnittlichen Haushaltsgrösse. Der Wohnungsbestand und die Energiebezugsfläche (EBF) wurden zwischen 2000 und 2010 um 10,7 %, bzw. um 16,8 % ausgeweitet.⁴ Der prozentuale Anstieg der EBF liegt über demjenigen der Haushaltszahl (zunehmende Wohnfläche je Haushalt), während die relative Zunahme der Wohnungen unter jener der Haushalte liegt (zunehmende Wohnungsknappheit; Abbildung 3.5).

⁴ Im Gegensatz zum Synthesebericht werden in Tabelle 3.2 nicht die Flächenangaben gemäss Wüest & Partner ausgewiesen, sondern die Ergebnisse der eigenen Flächenfortschreibung. Diese Werte liegen im Jahr 2010 rund 4,5 % über den Flächenangaben von Wüest & Partner.

Tabelle 3.2: Entwicklung wichtiger Einflussfaktoren auf den Energieverbrauch im Zeitraum 2000 bis 2010

	Einheit	2000	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Bevölkerung, Wohnen										
mittlere Bevölkerung (a)	Tsd	7235	7405	7454	7501	7558	7619	7711	7801	7884*
Haushalte (b)	Tsd	3144	3242	3272	3301	3341	3384	3442	3494	3548
Gesamtwohnungsbestand (a, b)	Tsd	3569	3660	3699	3738	3781	3825	3870	3910	3952
Energiebezugsfläche (EBF) Wohnen (b)	Mio. m ²	416	434	441	448	456	464	472	479	487
Witterung										
Heizgradtage (c)		3081	3357	3339	3518	3246	3101	3347	3182	3586
Kühlgradtage (b, d)		115	346	116	151	202	106	124	157	153
Strahlung (b, d)		4170	4612	4315	4290	4185	4435	4327	4567	4299
GT&S-Faktor (Mittel EZFH/MFH) (b)		0.895	0.981	0.968	1.005	0.976	0.857	0.951	0.933	1.059
Preise (real, Preisbasis 2010) (a)										
Landesindex der Konsumentenpreise		91.7	93.8	94.6	95.7	96.7	97.4	99.8	99.3	100.0
Elektrizität	Rp./kWh	19.8	19.1	18.7	18.1	17.1	16.8	16.8	17.9	18.8
Heizöl (3000-6000l)	Fr./100l	55.4	46.8	53.3	73.3	81.7	82.8	109.8	69.4	85.4
Erdgas	Rp./kWh	6.51	6.97	6.93	7.55	8.98	9.32	10.21	9.66	9.11
Holz	Fr./Ster	45.4	46.0	46.3	47.2	50.4	52.0	52.7	52.6	52.8
Fernwärme	Fr./GJ	16.7	19.1	18.5	19.4	21.0	22.0	22.9	23.6	21.6
Benzin	CHF/l	1.53	1.40	1.48	1.60	1.70	1.72	1.79	1.52	1.64
Diesel	CHF/l	1.57	1.45	1.53	1.76	1.80	1.82	2.03	1.61	1.72

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

* Wert geschätzt

a) BFS

b) eigene Berechnungen

c) BFE

d) MeteoSchweiz

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 kühlest waren die Jahre 2005 (3518 HGT) und 2010 (3586 HGT). Gegenüber dem Vorjahr nahm im Jahr 2010 die Anzahl HGT um 12,7 % zu. Der GT&S-Witterungsbereinigungsfaktor zeigt gegenüber dem Vorjahr ebenfalls eine Zunahme um 12,7 % an. 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.

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

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

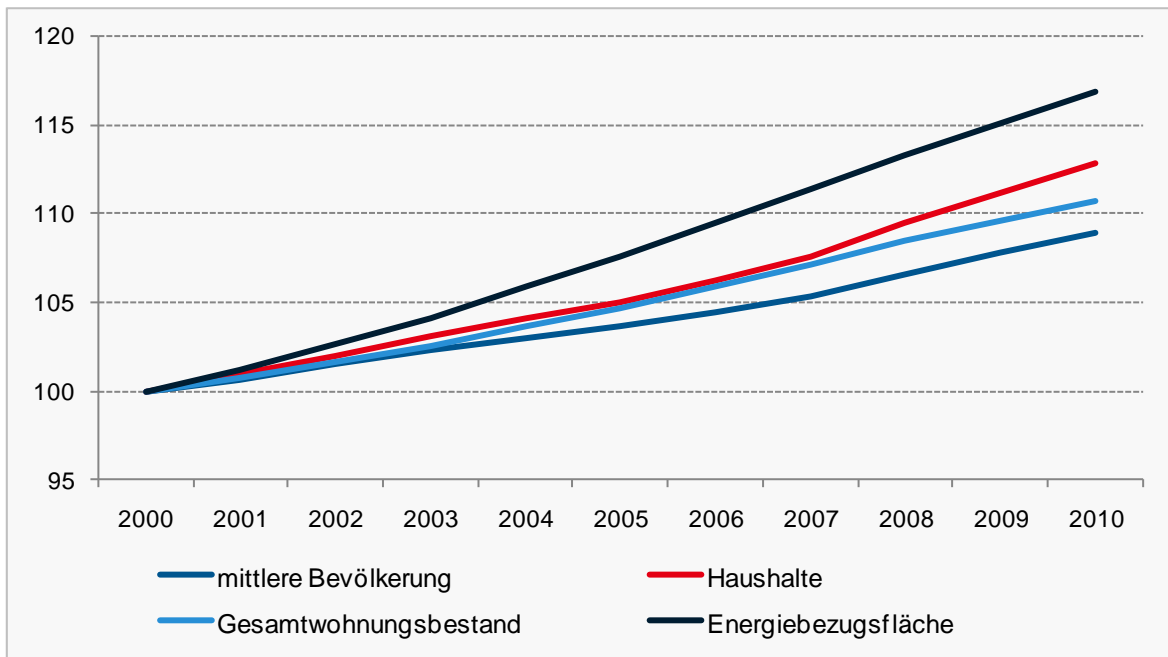
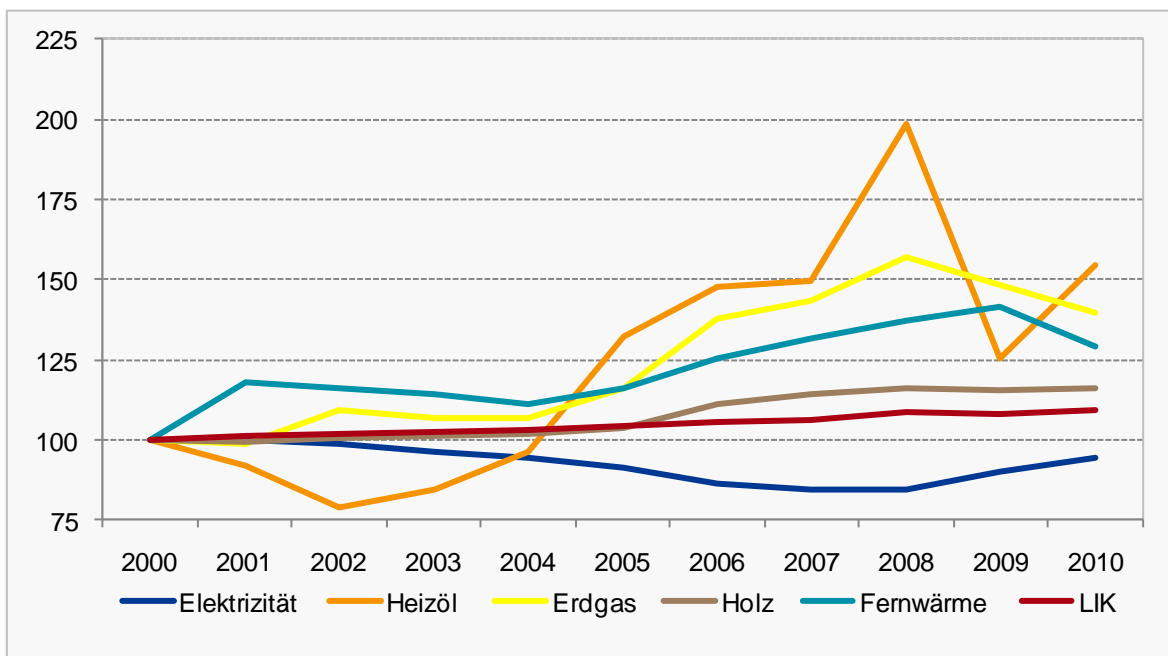


Abbildung 3.6: Reale Preisentwicklung von Strom, Heizöl, Erdgas, Holz und Fernwärme sowie die Entwicklung des Konsumentenpreisindex (LIK), Indices mit Basisjahr 2000 (=100)



Die realen Konsumentenpreise für die einzelnen Energieträger entwickelten sich in den Jahren 2000 bis 2010 unterschiedlich. Stark gestiegen sind die Preise für Heizöl (+54,2 %), Erdgas (+39,9 %), Fernwärme (+29,2 %) und Holz (+16,3 %). Erhöht ha-

ben sich auch die Preise für Benzin (+7,2 %) und Diesel (+9,6 %). Bei den Konsumentenpreisen ist in der Periode 2000 bis 2010 einzig der Strompreis gesunken (-5,4 %). Seit dem Jahr 2009 steigt auch der Strompreis an, gegenüber dem Vorjahr um 5 %. Deutliche Preiserhöhungen gegenüber dem Vorjahr zeigten sich auch bei Heizöl (+23,1 %), Benzin (+7,6 %) und Diesel (+6,8 %). Gegenüber dem Vorjahr 2009 nur leicht gestiegen ist der Preis für Energieholz (+0,4 %). Die Preise für Erdgas (-5,7 %) und Fernwärme (-8,8 %) sind gegenüber dem Jahr 2009 gesunken.

In Bezug auf die energiepolitischen Regelungen sind die CO₂-Abgabe auf Brennstoffen, die in grossen Teilen per 1. April 2008 in Kraft gesetzte neue Stromversorgungsverordnung (StromVV), die aktualisierten Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKE n 2008), die kostendeckende Einspeisevergütung (KEV) sowie ab 2010 das „Gebäudeprogramm“ zu erwähnen. Keinen direkten Einfluss auf den Energieverbrauch der Privaten Haushalte der Jahre 2000 bis 2010 hat hingegen die Strom-Marktöffnung für Grossverbraucher.

Die CO₂-Abgabe auf Brennstoffen wurde im Januar 2008 eingeführt bei einem anfänglichen Abgabesatz von 12 Fr./t CO₂. Dies entspricht rund 3 Rp. pro Liter Heizöl. Seit dem Januar 2010 beträgt der Abgabesatz 36 Fr./t CO₂ (BAFU, 2011).

Im Jahr 2010 wurde das Gebäudeprogramm der Stiftung Klimarappen durch das nationale „Gebäudeprogramm“ abgelöst. Gefördert werden energetische Gebäudesanierungen und der Einsatz von erneuerbaren Energien. Das Programm wird finanziert durch eine Teilzweckbindung der CO₂-Abgabe (jährlich 200 Mio. CHF) sowie durch einen Beitrag der Kantone (jährlich 100 Mio. CHF).

4 Analyse der Verbrauchsentwicklung 2000 bis 2010 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 2010 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 geben Tabelle 4.1 und Abbildung 4.1. Im Jahr 2010 entfiel der weitaus grösste Teil des Energieverbrauchs auf die Raumwärme (72,3 %; 197,1 PJ), hauptsächlich eingesetzt in fest installierten Heizanlagen (71,6 %). Mit einem Anteil von 11,8 % besitzt auch die Bereitstellung von Warmwasser eine grosse Bedeutung (32,2 PJ). Die übrigen Verwendungszwecke weisen vergleichsweise geringe Verbrauchsanteile auf: Kochen und Geschirrspülen 3,5 % (9,5 PJ), Kühlen und Gefrieren 2,6 % (7,2 PJ), Information, Kommunikation und Unterhaltung 2,1 % (5,7 PJ), Beleuchtung 2,1 % (5,7 PJ), Waschen und Trocknen 1,4 % (3,8 PJ), Klima, Lüftung, Haustechnik 1 % (2,8 PJ) sowie die sonstigen Elektrogeräte 3,2 % (8,8 PJ).

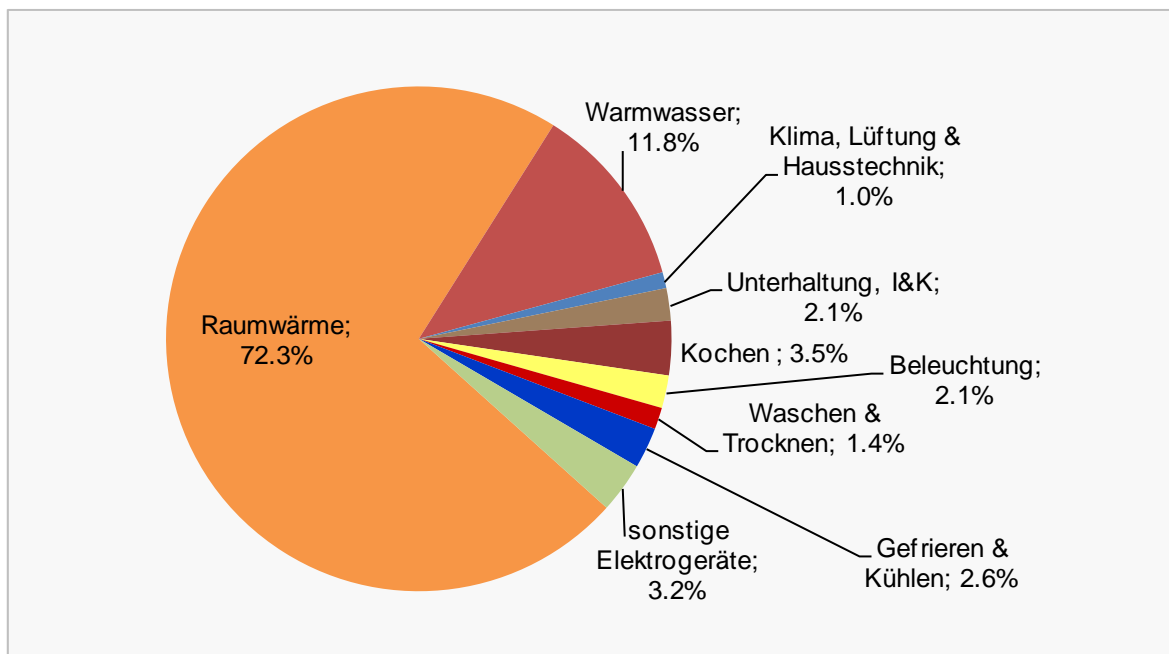
Der Anteil der Raumwärme am Gesamtverbrauch der Haushalte ist von 71,1 % im Jahr 2000 um 1,2 %-Punkte auf 72,3 % gestiegen (Abbildung 4.2). Aufgrund der jährlichen Witterungsschwankungen variiert auch der Anteil der Raumwärme. Am höchsten war der Anteil der Raumwärme am Gesamtverbrauch im Jahr 2001

(72,8 %), am geringsten im Jahr 2007 (69,1 %). 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 2010 (-1,9 %-Punkte).

Tabelle 4.1: Private Haushalte: Energieverbrauch 2000 bis 2010 nach Verwendungszwecken, in PJ (unkalibrierte Modellwerte)

	2000	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Raumwärme	169.9	186.4	184.3	191.2	185.8	163.8	180.9	177.9	197.1
Raumwärme festinstalliert	168.3	184.8	182.6	189.3	183.9	161.9	178.7	176.1	195.2
Heizen mobil	1.6	1.6	1.7	1.9	1.9	1.9	2.2	1.8	1.9
Warmwasser	32.0	32.1	32.0	32.0	31.9	31.6	31.9	31.9	32.2
Klima, Lüftung & Hausstechnik	2.3	2.5	2.5	2.6	2.5	2.3	2.5	2.5	2.8
Heizen Hilfsenergie	1.9	2.1	2.1	2.2	2.1	1.8	2.0	2.0	2.2
Klimatisierung	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08
Antennenverstärker, Haustechnik	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5
Unterhaltung, I&K	5.4	5.4	5.4	5.5	5.5	5.6	5.7	5.7	5.7
Kochen (inkl. Geschirrspülen)	8.9	8.9	9.0	9.0	9.1	9.2	9.3	9.4	9.5
Beleuchtung	5.6	6.0	6.1	6.2	6.1	6.0	6.0	5.9	5.7
Waschen & Trocknen	2.5	2.9	3.1	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8
Gefrieren & Kühlen	7.1	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2
sonstige Elektrogeräte	5.1	6.3	6.7	7.0	7.4	7.7	8.1	8.4	8.8
Summe	238.9	257.7	256.1	263.8	258.8	236.9	255.1	252.6	272.7

Abbildung 4.1: Anteile der unterschiedenen Verwendungszwecke am Energieverbrauch der Privaten Haushalte im Jahr 2010

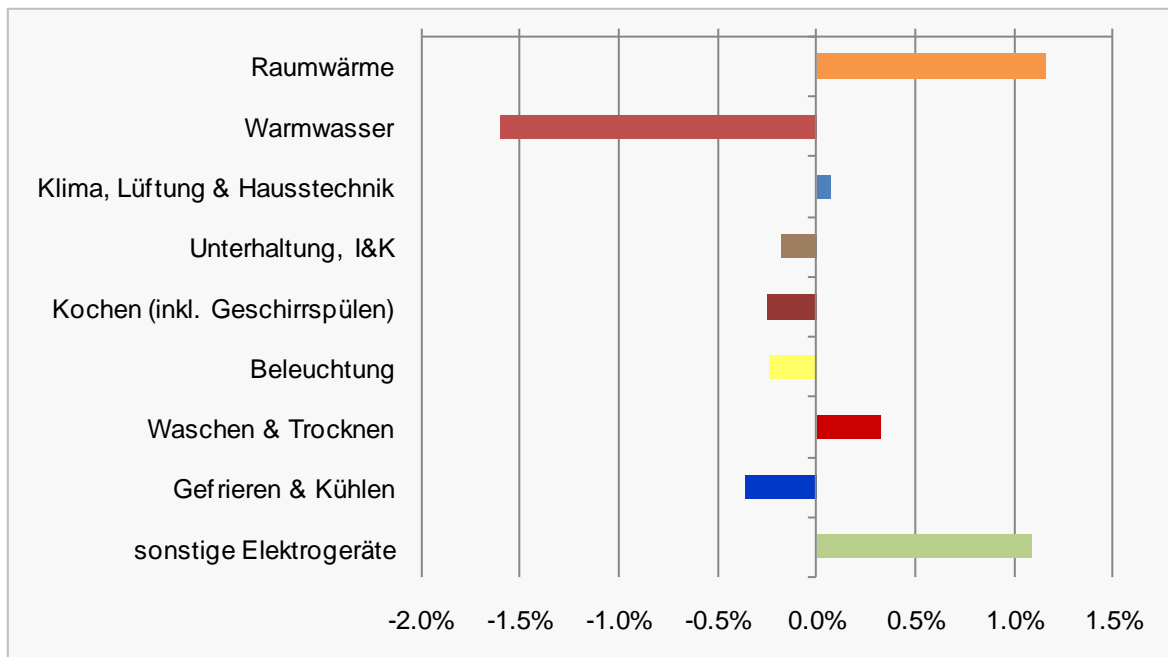


Der Verbrauch für Warmwasser hat sich in der Periode 2000 bis 2010 nicht wesentlich verändert. Der Anteil von Warmwasser am Gesamtverbrauch ist um 1,6 %-Punkte auf 11,8 % gesunken. Der Verbrauch für Kühlen und Gefrieren ist im Zeitraum 2000 bis 2010 nur unwesentlich gestiegen.

Die Anteile von Kühlen und Gefrieren (-0,4 %-Punkte), Kochen (-0,2 %-Punkte), Unterhaltung, Information und Kommunikation (-0,2 %-Punkte) und Beleuchtung (-0,2 %-Punkte) sind von 2000 bis 2010 leicht gesunken. Die absoluten Verbrauchsmengen dieser Anwendungen sind jedoch weiterhin leicht gestiegen.

Deutlich angewachsen sind die Verbräuche für Klima, Lüftung Raumtechnik, Waschen und Trocknen sowie die sonstigen Verbräuche. Die Anteile dieser Kategorien am Sektorverbrauch haben im Zeitraum 2000 bis 2010 zugenommen: sonstige Elektrogeräte (+1,1 %-Punkte), Waschen und Trocknen (+0,3 %-Punkte), Klima, Lüftung und Haustechnik (+0,1 %-Punkte).

Abbildung 4.2: Veränderung des Anteils der Verwendungszwecke am Verbrauch der Privaten Haushalte, 2010 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 (Tabelle 4.2). Zu den Brennstoffen werden hier auch Fernwärme, Umgebungswärme und Solarstrahlung gerechnet. Elektrizität dagegen weist ein breiteres Einsatz- bzw. Verwendungsspektrum auf (Tabelle 4.3).

Tabelle 4.2: Brennstoffverbrauch 2000 bis 2010 nach Verwendungszwecken, in PJ

	2000	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2010-%
Raumwärme	158.1	173.5	171.0	177.2	171.8	150.9	166.3	163.8	181.3	88.1%
Warmwasser	23.7	23.9	23.8	23.8	23.8	23.6	23.8	23.8	24.0	11.7%
Prozesswärme	0.8	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.3%
Summe	182.6	198.1	195.5	201.7	196.2	175.1	190.7	188.1	205.8	100.0%

Tabelle 4.3: *Elektrizitätsverbrauch 2000 bis 2010 nach Verwendungszwecken, in PJ (Raumwärme inkl. mobiler Kleinheizgeräte)*

	2000	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2010-%
Raumwärme	11.8	13.0	13.2	14.0	14.0	12.9	14.5	14.1	15.8	23.6%
Warmwasser	8.3	8.2	8.2	8.1	8.1	8.0	8.1	8.1	8.2	12.3%
Kochen (inkl. Geschirrspülen)	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	8.7	8.8	9.0	13.4%
Beleuchtung	5.6	6.0	6.1	6.2	6.1	6.0	6.0	5.9	5.7	8.5%
Kühlen und Gefrieren	7.1	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	10.7%
Waschen und Trocknen	2.5	2.9	3.1	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	5.7%
Unterhaltung, I&K	5.4	5.4	5.4	5.5	5.5	5.6	5.7	5.7	5.7	8.5%
Klima, Lüftung & Haustechnik	2.3	2.5	2.5	2.6	2.5	2.3	2.5	2.5	2.8	4.2%
sonstige Elektrogeräte	5.1	6.3	6.7	7.0	7.4	7.7	8.1	8.4	8.8	13.2%
Summe	56.3	59.7	60.6	62.1	62.6	61.7	64.4	64.4	66.9	100.0%

35,9 % des Elektrizitätsverbrauchs entfielen 2010 auf die Bereiche Raumwärme und Warmwasser (2000: 35,8 %), weitere 13,4 % auf den Verbrauch von Elektro-Kochherden, Geschirrspülern und elektrischen Kochhilfen (2000: 14,4 %). 8,5 % des Verbrauchs benötigte die Beleuchtung (ohne Gemeinschaftsbeleuchtung; 2000: 9,9 %). Auf den Bereich Kühlen und Gefrieren entfielen rund 10,7 % (2000: 12,7 %), auf den Bereich Waschen und Trocknen 5,7 % des Stromverbrauchs (2000: 4,5 %). 8,5 % des 2010 verbrauchten Stroms wurden für Unterhaltung, Information und Kommunikation genutzt (2000: 9,6%). Für Klima, Lüftung Haustechnik wurden im Jahr 2010 4,2 % des Verbrauchs verwendet (inkl. Hilfsenergie Heizung in Ein- und Zweifamilienhäusern; 2000: 4,1 %). Der Anteil der sonstigen Stromverbräuche ist von 9,1 % im Jahr 2000 auf 13,2 % im Jahr 2010 gestiegen. Die jährlichen Anteilststrukturen sind dabei stets durch die Witterungsbedingungen beeinflusst, da sich diese unmittelbar im Raumwärmebedarf niederschlagen.

4.2 Raumwärme

Unter dem Aspekt der Verbrauchsmenge ist der Verwendungszweck Raumwärme von herausragender Bedeutung. 2010 entfielen 72,3 % des gesamten Energieverbrauchs der Privaten Haushalte auf diesen Bereich (2009: 70,4 %). Tabelle 4.4 beschreibt für die Jahre 2000 bis 2010 den Energieverbrauch für Raumwärme nach Energieträgern. Nicht berücksichtigt sind dabei der Hilfsenergieverbrauch für Pumpen, Brenner und Gebläse (jährlich rund 2 PJ) sowie der Raumwärmeverbrauch in Zweit- und Ferienwohnungen. Der Verbrauch wird dominiert von den fest installierten Heizungen. Der Verbrauchsanteil der mobilen Kleinheizgeräte (Elektro-Öfelis) beträgt lediglich 1 % vom Raumwärmeverbrauch (knapp 2 PJ_e).

Witterungsbereinigt liegen die Verbrauchswerte für alle Jahre mit Ausnahme der Jahre 2005 und 2010 über den effektiven Ist-Verbräuchen (Tabelle 4.5). Das heisst, in allen Jahren ausser den Jahren 2005 und 2010 war es wärmer als im Durchschnitt der Re-

ferenzperiode 1984 bis 2002. Erheblich wärmer waren die Jahre 2000, 2002 und 2007.

Bei Bereinigung des Raumwärmeverbrauchs um den Witterungseffekt zeigt sich zwischen den Jahren 2000 und 2010 eine Reduktion des Raumwärmeverbrauchs von 1,6 PJ (-0,8 %; Tabelle 4.5). Die verbrauchstreibenden Faktoren (Zunahme EBF, Komfort) waren demnach nur leicht schwächer als die verbrauchssenkenden Faktoren (Verbesserung Dämmung und Anlagennutzungsgrad).

Tabelle 4.4: Raumwärmeverbrauch der Privaten Haushalte 2000 bis 2010 nach Energieträgern, in PJ, mit Witterung (inkl. mobiler Kleinheizgeräte)

	2000	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2010-%
Heizöl	107.2	114.8	112.0	114.6	109.1	93.6	101.1	98.1	105.4	53.5%
Erdgas	27.7	32.6	32.8	35.0	34.8	31.5	35.7	35.7	41.2	20.9%
Kohle	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4	0.2%
El. Widerstandsheizungen	10.3	11.1	11.2	11.7	11.5	10.4	11.6	10.9	11.9	6.0%
El. Wärmepumpen	1.5	1.8	2.0	2.2	2.5	2.4	3.0	3.2	3.9	2.0%
Fernwärme	4.4	5.1	5.2	5.5	5.5	5.1	5.8	5.9	7.0	3.6%
Holz	15.6	16.7	16.6	17.1	16.9	15.3	16.9	16.8	18.7	9.5%
Solar	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2%
Umgebungswärme	2.8	3.7	3.9	4.5	5.0	4.9	6.2	6.7	8.3	4.2%
Insgesamt	169.9	186.4	184.3	191.2	185.8	163.8	180.9	177.9	197.1	100%
dar. festinstalliert	168.3	184.8	182.6	189.3	183.9	161.9	178.7	176.1	195.2	99.0%
dar. mobil	1.6	1.6	1.7	1.9	1.9	1.9	2.2	1.8	1.9	1.0%

Tabelle 4.5: Raumwärmeverbrauch der Privaten Haushalte 2000 bis 2010 nach Energieträgern, in PJ, witterungsbereinigt (inkl. mobiler Kleinheizgeräte)

	2000	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2010-%
Heizöl	119.7	117.0	115.7	114.0	111.8	108.9	106.2	103.6	100.8	53.7%
Erdgas	31.0	33.2	33.9	34.8	35.7	36.6	37.5	38.3	38.9	20.7%
Kohle	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.2%
El. Widerstandsheizungen	11.3	11.3	11.5	11.6	11.8	11.8	12.0	11.5	11.3	6.0%
El. Wärmepumpen	1.7	1.9	2.1	2.2	2.5	2.8	3.1	3.4	3.7	2.0%
Fernwärme	4.9	5.2	5.3	5.5	5.7	5.9	6.1	6.3	6.6	3.5%
Holz	17.0	17.0	17.0	17.1	17.2	17.4	17.6	17.8	17.8	9.5%
Solar	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2%
Umgebungswärme	3.1	3.8	4.0	4.4	5.1	5.8	6.5	7.2	7.8	4.2%
Insgesamt	189.2	190.0	190.1	190.2	190.3	189.9	189.8	188.8	187.6	100%
dar. festinstalliert	187.5	188.3	188.4	188.3	188.3	187.8	187.7	187.0	185.8	99.0%
dar. mobil	1.8	1.7	1.7	1.8	2.0	2.0	2.2	1.8	1.8	1.0%

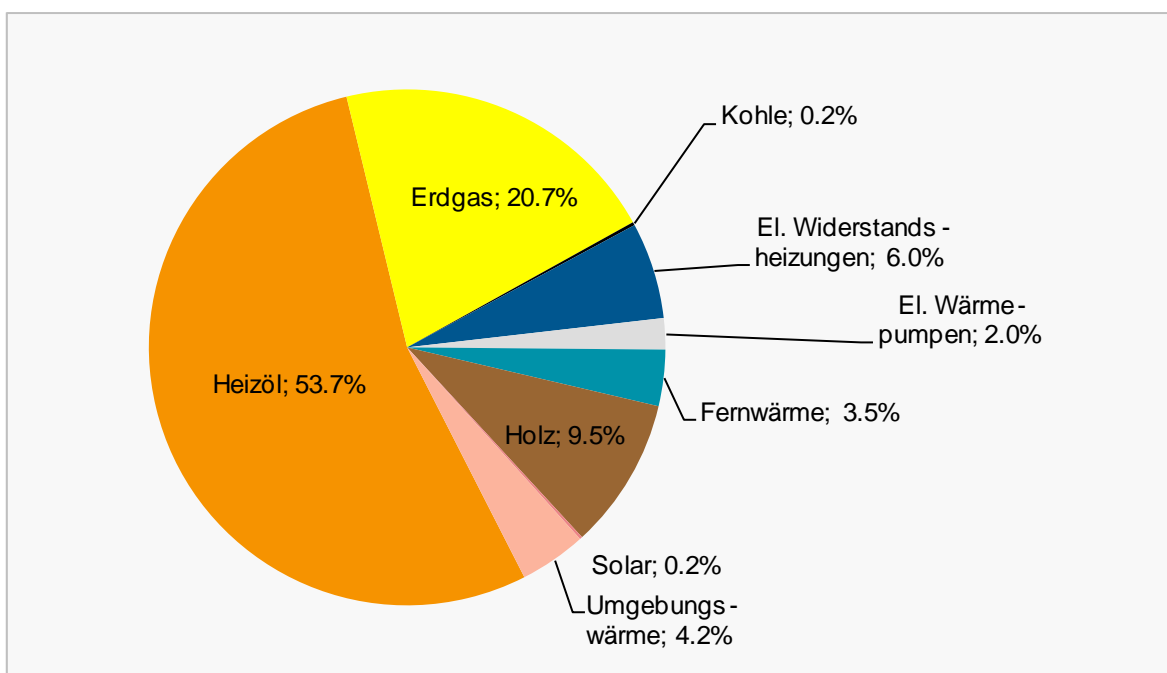
Nach wie vor dominiert verbrauchsseitig der Energieträger Heizöl. Auch wenn dessen relative Bedeutung stark zurück geht (-19 PJ, witterungsbereinigt), betrug der Erdölanteil am gesamten Raumwärmeverbrauch im Jahr 2010 immer noch rund 53,7 % (2000: 63,3 %). Von grosser Bedeutung ist auch Erdgas mit einem Anteil von 20,7 % (2000: 16,4 %). Insgesamt deckten die fossilen Energieträger im Jahr 2010 rund 74,6 % (2000: 79,8 %) des Energiebedarfs für die Erzeugung von Raumwärme.

Der Elektrizitätsverbrauch im Raumwärmemarkt ist von 13,0 PJ in 2000 auf 15,0 PJ in 2010 gestiegen (witterungsbereinigt, inkl. mo-

biler Kleingeräte, Wärmepumpen, ohne Hilfsenergie). Der Anstieg ist primär auf den verstärkten Einsatz von Wärmepumpen (+2,0 PJ) zurückzuführen. Der Anteil der elektrischen Systeme am Gesamtverbrauch betrug im Jahr 2010 8 % (2000: 6,9 %).

Der Anteil der erneuerbaren Energie Holz, Solar- und Umgebungswärme ist seit 2000 um 3,1 %-Punkte gestiegen und lag 2010 bei 13,8 % (26 PJ; witterungsbereinigt).

Abbildung 4.3: Anteile der Energieträger am Raumwärmeverbrauch, im Jahr 2010 (witterungsbereinigte Werte)



Die aufgeführten Verbräuche sind das Ergebnis des Zusammenwirkens der dahinter liegenden Einflussfaktoren 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 Benutzungsstunden 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 im Wohnbereich um 66 Mio. m² zugenommen und umfasste im Jahr 2010

451 Mio. m² (+17,2 %). 97 % dieser Fläche entfielen auf die dauernd bewohnten Wohnungen, 3 % auf die nicht bewohnten Wohnungen. Nicht berücksichtigt sind dabei die Flächen in Zweit- und Ferienwohnungen, die im Jahr 2010 annähernd 35 Mio. m² umfassten. Diese Flächen werden hier nicht den Privaten Haushalten, sondern dem Dienstleistungssektor zugerechnet.

Tabelle 4.6: Entwicklung der Energiebezugsfläche nach Heizsystemen und Energieträgern in Mio. m² EBF (inklusive Leerwohnungen, ohne Ferienwohnungen). Quelle: eigene Fortschreibung der Volkszählung 2000

	2000	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Anteil 2010
Heizöl	233.7	237.3	237.7	237.3	235.8	233.4	230.7	228.0	225.2	49.9%
Erdgas	67.4	76.8	80.3	84.2	88.5	92.7	96.9	100.5	104.0	23.0%
El. Widerstandsheizungen	25.5	25.1	25.2	24.9	24.7	24.5	24.4	24.2	24.0	5.3%
Holz	31.6	32.4	32.8	33.3	33.9	34.7	35.7	36.6	37.2	8.2%
Kohle	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.2%
Fernwärme	11.4	12.3	12.8	13.4	14.1	14.9	15.8	16.6	17.6	3.9%
Wärmepumpen	14.3	17.6	19.4	21.6	25.0	28.9	33.1	37.1	41.5	9.2%
Solar	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6	0.6	0.7	0.8	0.9	0.2%
Summe beheizt	385.0	402.7	409.3	416.1	423.4	430.8	438.1	444.7	451.2	100.0%

73,1 % der Energiebezugsflächen der Privaten Haushalte wurden im Jahr 2010 fossil beheizt (2009: 74,1 %). Zu Beginn des Jahrzehnts waren es noch 78,4 %. Innerhalb der fossilen Energieträger vollzieht sich eine Verlagerung von Heizöl zu Erdgas. Der Anteil von Heizöl ist in der Periode 2000 bis 2010 um 10,8 %-Punkte gesunken, jener von Erdgas um 5,5 %-Punkte gestiegen. Kohle bleibt unbedeutend. Kräftig gestiegen ist der Anteil der elektrischen Wärmepumpe, von 3,7 % in 2000 auf 9,2 % in 2010 (+5,5 %-Punkte). Die Anteile der übrigen Energieträger haben sich um rund 1 %-Punkt oder weniger verändert.

Eine Disaggregation der Heizsysteme nach Zentral- und Einzelsystemen zeigt eine Dominanz der zentralen Heizsysteme. Knapp 95 % der EBF wird durch zentrale Heizsysteme beheizt. Mit einem Anteil von 5 % sind die Einzelofensysteme vergleichsweise unbedeutend.

Der durchschnittliche Heizwärmebedarf pro m² EBF in bewohnten und nicht bewohnten Wohnungen ist seit dem Jahr 2000 um 10,4 % auf 349 MJ/m² und Jahr gesunken. Zwischen den verschiedenen Heizungssystemen zeigen sich deutliche Unterschiede. Aufgrund der höheren jährlichen Vollbenutzungsstunden 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 Vollbenutzungsstunden).

Die mittleren Nutzungsgrade der Heizanlagen sind in den letzten Jahren weiter angestiegen, von knapp 82 % in 2000 auf annähernd 89 % in 2010. Überdurchschnittliche Effizienzsteigerungen zeigen sich bei den Heizsystemen mit dem stärksten Wachstum: bei den zentralen Gasheizungen (Einführung bzw. Ausweitung der Brennwerttechnik) und bei den Wärmepumpen.

4.3 Warmwasser

Im Jahr 2010 wurden 11,8 % des Endenergieverbrauchs der Privaten Haushalte für die Bereitstellung von Warmwasser aufgewendet. Dadurch ist Warmwasser nach der Raumwärme mengenmäßig der zweitwichtigste Verwendungszweck im Haushaltssektor. Tabelle 4.7 beschreibt für die Jahre 2000 bis 2010 den Energieverbrauch für Warmwasser in Privaten Haushalten nach Energieträgern. Die Differenzen zwischen den witterungsbereinigten Verbräuchen und den Verbräuchen mit Witterungseinfluss betragen 0,01 PJ bis maximal 0,1 PJ. Aufgrund der geringen Differenzen wird auf eine Darstellung der witterungsbereinigten Werte verzichtet.

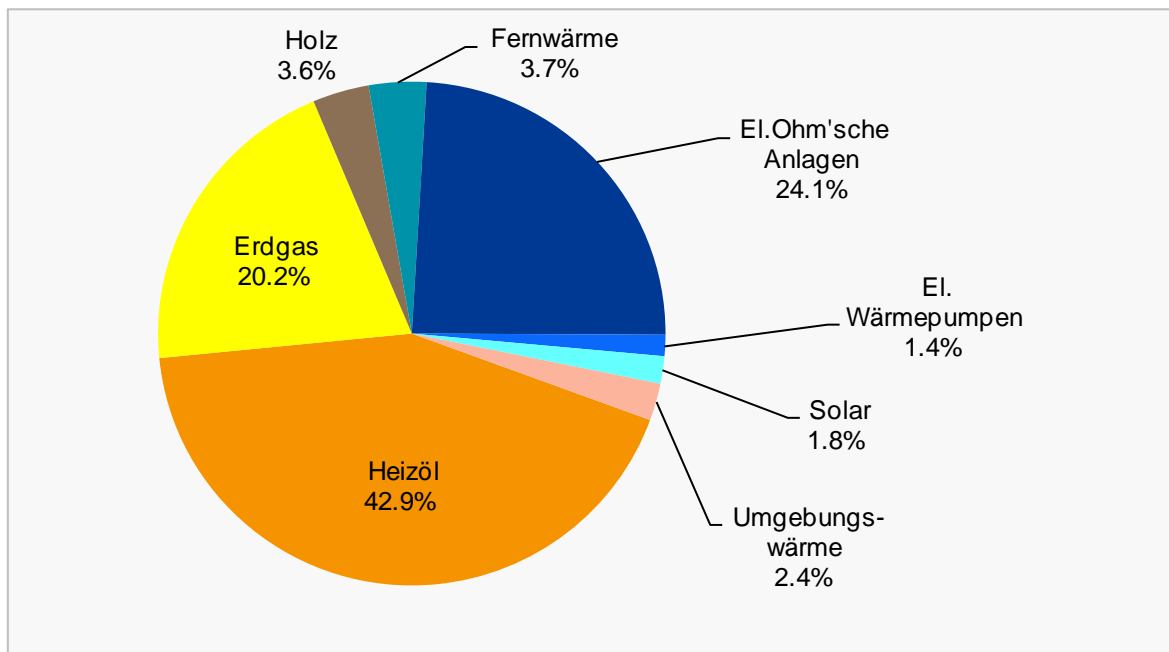
Rund 32 PJ, mit nur geringen jährlichen Schwankungen, werden für die Bereitstellung von Warmwasser benötigt. Effizienzverbesserungen durch die höheren Nutzungsgrade werden durch den Mengeneffekt (Bevölkerungswachstum) kompensiert. Auch das Warmwasser wird überwiegend von Zentralsystemen bereitgestellt.

Im Jahr 2010 entfiel der überwiegende Teil des Verbrauchs auf die Energieträger Heizöl (42,9 %), Elektrizität (25,5 %) und Erdgas (20,2 %; Abbildung 4.4). Gegenüber dem Jahr 2000 ist der Anteil dieser drei Energieträger am Gesamtverbrauch für Warmwasser von 92,9 % auf 88,6 % gesunken (inkl. Strom WP; Anteil 2009: 89,4 %). Der Rückgang ist vorwiegend auf einen Minderverbrauch beim Heizöl zurückzuführen (-2,6 PJ; -8,2 %-Punkte). Der Anteil der erneuerbaren Energien Holz, Solar und Umgebungswärme stieg im gleichen Zeitraum von 4,4 % auf 7,7 % (2009: 7,1 %).

Tabelle 4.7: Endenergieverbrauch für Warmwasser 2000 bis 2010 nach Energieträgern, in PJ mit Witterungseinfluss

	2000	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Heizöl	16.4	16.0	15.7	15.5	15.1	14.7	14.4	14.1	13.8
Erdgas	5.0	5.4	5.5	5.7	5.8	6.0	6.2	6.3	6.5
El.Ohm'sche Anlagen	8.1	8.0	7.9	7.9	7.8	7.7	7.7	7.7	7.8
El. Wärmepumpen	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4
Fernwärme	0.9	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.2
Holz	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.2
Solar	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6
Umgebungs-wärme	0.3	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.7	0.8
Insgesamt	32.0	32.1	32.0	32.0	31.9	31.6	31.9	31.9	32.2

Abbildung 4.4: Anteile der Energieträger am Warmwasser-verbrauch im Jahr 2010



Treiber dieser Veränderungen sind zum einen Verschiebungen in der Versorgungsstruktur (Tabelle 4.8), zum andern damit verbundene Änderungen bei den spezifischen Wasserbedarfen und den mittleren Anlagennutzungsgraden (Tabelle 4.9).

Im Haushaltsmodell wird angenommen, dass die durchschnittliche Verbrauchsmenge an Warmwasser pro Kopf 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. Angenommen werden hier 35 Liter pro Kopf und Tag.

Die Warmwasser-Versorgungsstruktur der Bevölkerung nach Anlagensystem ist in Tabelle 4.8 dargestellt. Die Bevölkerungsanzahl unterscheidet sich von der mittleren Bevölkerung gemäss Tabelle 3.2. In Tabelle 4.8 ist nur der Teil der Bevölkerung berücksichtigt, der in Haushalten lebt, nicht aber derjenige in Kollektiv-Haushalten (z.B. in Altersheimen oder Anstalten).

Tabelle 4.8: Versorgungsstruktur Warmwasser: versorgte Einwohner nach Energieträgern und Warmwassersystemen 2000 bis 2010, in Tsd

	2000	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2010-%
Bevölkerung ohne WW	93	95	88	88	82	82	76	72	69	0.9%
Bevölkerung mit WW	7028	7181	7232	7273	7330	7385	7479	7556	7637	99.1%
dar: Öl Zentral	3206	3207	3188	3158	3117	3065	3022	2967	2913	37.8%
Erdgas zentral	808	908	941	979	1022	1066	1113	1149	1184	15.4%
Erdgas Einzel	276	301	308	317	328	339	352	362	372	4.8%
Elektrizität Zentral	1822	1813	1808	1794	1786	1774	1774	1780	1779	23.1%
Elektrizität Einzel	321	283	282	280	279	277	277	278	278	3.6%
Holz Zentral	99	106	110	113	118	123	129	136	144	1.9%
Holz Einzel	67	63	62	61	62	61	62	62	62	0.8%
Solar	41	75	88	100	113	130	152	177	206	2.7%
Fernwärme	213	224	229	236	245	256	269	280	295	3.8%
Wärmepumpe	175	202	216	234	262	294	330	366	404	5.2%

WW: Warmwasser

Die mittleren Anlagennutzungsgrade sind der Tabelle 4.9 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 4.9: Mittlere Nutzungsgrade Warmwasser 2000 bis 2010 nach Energieträgern und Warmwassersystemen, in Prozent

	2000	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
insgesamt	57.5	59.9	60.8	61.7	62.4	63.2	63.8	64.6	65.2
dar: Öl Zentral	59.7	61.3	61.7	62.2	62.6	63.1	63.4	63.9	64.3
Erdgas zentral	64.0	66.7	67.7	68.6	69.3	70.1	70.8	71.4	72.0
Erdgas Einzel	63.0	64.8	65.4	66.0	66.5	67.0	67.5	68.0	68.5
Elektrizität Zentral	76.0	76.2	76.3	76.4	76.5	76.6	76.6	76.7	76.8
Elektrizität Einzel	82.0	82.6	82.8	83.0	83.2	83.4	83.6	83.8	84.0
Wärmepumpe	254.0	261.9	259.3	261.7	264.2	266.9	269.5	272.1	274.4
Fernwärme	74.4	74.8	75.0	75.1	75.3	75.4	75.6	75.7	75.9
Holz Zentral	44.6	45.8	46.2	46.6	46.9	47.2	47.5	47.8	48.2
Holz Einzel	37.0	37.7	37.9	38.1	38.3	38.5	38.7	38.9	39.0
Solar	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 2010 entfallen rund 94,5 % des Energieverbrauchs für das Kochen und Geschirrspülen auf Elektrizität (2000: 91 %), 3,9 % auf Gasherde und 1,5 % auf Holzherde. Vom gesamten Elektrizitätsverbrauch für das Kochen und Geschirrspülen werden 57 % von den Elektroherden verbraucht, 23 % von elektrischen Kochhilfen und 20 % von den Geschirrspülmaschinen.

Tabelle 4.10: Endenergieverbrauch für Kochherde, elektrische Kochhilfen und Geschirrspülen, 2000 bis 2010, in PJ

	2000	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2010-%
Gas (-Herd)	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	3.9%
Holz (-Herd)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	1.5%
Elektrizität	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	8.7	8.8	9.0	94.5%
dar. Elektroherd	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	5.0	5.0	5.1	5.1	53.5%
üb. Elektrogeräte	1.4	1.5	1.6	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	21.7%
Geschirrspüler	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	19.3%
Summe	8.9	8.9	9.0	9.0	9.1	9.2	9.3	9.4	9.5	100.0%

Der Gesamtverbrauch für das Kochen hat im Zeitraum 2000 bis 2010 um 0,6 PJ (+6,5 %) zugenommen (Tabelle 4.10). Dieser Zuwachs ist hauptsächlich auf die wachsenden Gerätebestände bei den elektrischen Kochhilfen und den damit verbundenen Mehrverbrauch zurückzuführen (+0,6 PJ; +45 %). Trotz der Bevölkerungszunahme hat sich der Verbrauch für Kochherde nicht wesentlich verändert (-1,2 %). Ursächlich für diese Entwicklung sind abnehmende Versorgungsquoten mit Gas- bzw. Holzherden bei zunehmender Versorgung mit effizienteren Elektroherden und Elektrobacköfen.

Bei den Geschirrspülern zeigen sich wachsende Gerätebestände. Auch hier wirkt die Abnahme des spezifischen Geräteverbrauchs dem Mengenwachstum entgegen. Der Verbrauch ist in der Periode 2000 bis 2010 nur leicht gestiegen (+0,4 %).

4.5 Übrige Elektrogeräte und Beleuchtung

Die übrigen Elektrogeräte umfassen ein weites Feld elektrischer Anwendungen im Haushalt. Die folgenden Verwendungszwecke werden disaggregiert ausgewiesen.

- Beleuchtung
- Kühlen und Gefrieren, differenziert nach Kühl- und Kühl-Gefriergeräten einerseits und Tiefkühlgeräten andererseits
- Waschen und Trocknen, differenziert nach Waschmaschinen und Waschtrocknern sowie Wäschetrocknern (Tumblern), ohne die 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 elektrische Geräte im Haushalt“ umfasst eine Vielzahl von Geräten, die nicht einzeln erfasst werden können, darunter Fön, Staubsauger, Bohrmaschine usw.

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

Die Verbrauchsstruktur der unterschiedlichen Verwendungszwecke ist in Tabelle 4.11 für die Jahre 2000 bis 2010 beschrieben. 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 (2010: 2,7 PJ), Waschmaschinen und Wäschetrockner am Gemeinschaftszähler (2010: 2,3 PJ) und in deutlich geringerem Umfang die Bereiche Gemeinschaftsbeleuchtung (2010: 0,1 PJ), Antennenverstärker in Mehrfamilienhäusern (2010: 0,5 PJ), und am Gemeinschaftszähler betriebene Tiefkühlgeräte (2010: 0,02 PJ).

Zwischen 2000 und 2010 hat der Stromverbrauch der Elektrogeräte und Beleuchtung um 5,9 PJ (+20,9 %) zugenommen. Ab dem Jahr 2005 scheint sich der Verbrauchsanstieg etwas abzuwächen. 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 (+3,7 PJ; +71,7 %) sowie Waschen und Trocknen (1,2 PJ; +48,7 %).

Der Verbrauch für die Beleuchtung ist gegenüber 2000 um 0,1 PJ (+2,4 %) gestiegen und lag 2010 bei 5,7 PJ. Dieser Zuwachs hängt mit dem Bevölkerungswachstum und dem Anstieg der Gesamtwohnfläche zusammen. Tendenziell ist der Verbrauch für die Beleuchtung seit 2005/2006 wieder rückläufig (2009: 5,9 PJ). Dies ist auf den verstärkten Einsatz von Energiesparlampen zurückzuführen. Die Bedeutung von LED-Lampen ist noch gering.

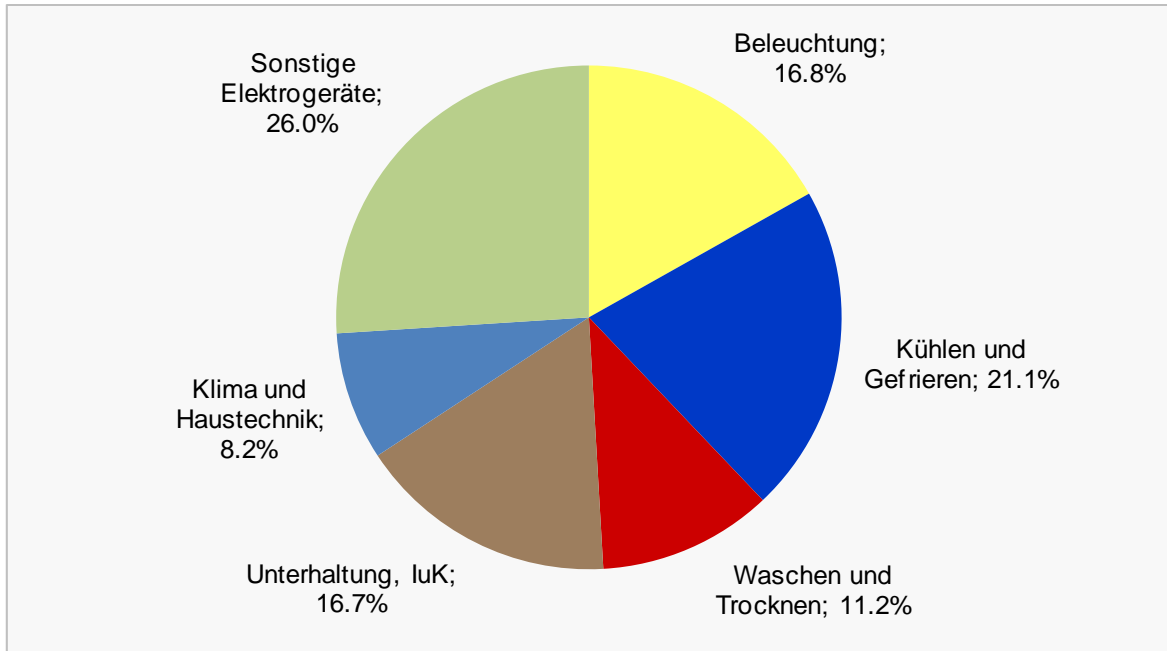
Der Verbrauch im Bereich Klima, Lüftung und Haustechnik hat um 0,5 PJ (+22,4 %) zugenommen und belief sich im Jahr 2010 auf 2,8 PJ. Der deutliche Anstieg gegenüber dem Vorjahr hängt eng mit der kühlen Witterung im Jahr 2010 zusammen. Der Hilfsenergieverbrauch ist gegenüber dem Vorjahr um 0,25 PJ gestiegen (+12,7 %). Ein hohes prozentuales Wachstum wird für den Strombedarf für die Raumklimatisierung angenommen (+350 %), dies jedoch auf einem noch sehr tiefen Ausgangsniveau (2010: 0,1 PJ).

Nur geringfügig zugenommen hat der Verbrauch für Kühlen und Gefrieren (+0,3 %), für Unterhaltung, Information und Kommunikation wurde 4,9 % mehr Strom benötigt (+0,3 PJ).

Tabelle 4.11: Verbrauch von Elektrogeräten 2000 bis 2010, in PJ

	2000	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Beleuchtung	5.6	6.0	6.1	6.2	6.1	6.0	6.0	5.9	5.7
Kühlen und Gefrieren	7.1	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2
Kühlgeräte	4.4	4.5	4.5	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
Waschen und Trocknen	2.5	2.9	3.1	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8
Waschmaschinen	1.5	1.6	1.6	1.7	1.7	1.8	1.8	1.9	1.9
Wäschetrockner	1.1	1.3	1.5	1.6	1.7	1.7	1.8	1.8	1.9
Unterhaltung, IuK	5.4	5.4	5.4	5.5	5.5	5.6	5.7	5.7	5.7
TV	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	2.1	2.2	2.3	2.3
Video	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3
Radio/Phono	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Beamer	0.00	0.02	0.03	0.04	0.03	0.03	0.02	0.01	0.01
Telefone	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6
Computer/ Peripherie	1.8	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.5	1.5	1.5
Klima und Haustechnik	2.3	2.5	2.5	2.6	2.5	2.3	2.5	2.5	2.8
Antennenverstärker	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5
Hilfsenergie Raumwärme	1.9	2.1	2.1	2.2	2.1	1.8	2.0	2.0	2.2
Klimageräte	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08
Sonstige Elektrogeräte	5.1	6.3	6.7	7.0	7.4	7.7	8.1	8.4	8.8
Summe	28.1	30.3	30.8	31.7	32.0	32.3	33.1	33.4	33.9

Abbildung 4.5: Private Haushalte: Aufteilung des Energieverbrauchs 2010 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 2010 illustriert. Mit 26,0 % weist die Kategorie sonstige Elektrogeräte den grössten Anteil auf (2000: 18,3 %). Grosse Bedeutung besitzen auch die Kategorien Kühlen und Gefrieren (21,1 %), Unterhaltungs-, Informations- und Kommunikationsgeräte (16,7 %) sowie die Beleuchtung (16,8 %). Im Gegensatz zu den sonstigen Elektrogeräten haben die Anteile dieser Aktivitäten am Verbrauch seit dem Jahr 2000 abgenommen.

Während die steigende Effizienz der neuen Geräte der Verbrauchszunahme entgegen wirkt, nimmt die Anzahl der Geräte stetig zu. Eine Auswahl der zugrundegelegten Gerätebestände inklusive der Kochherde ist in Tabelle 4.12 abgebildet. Abnehmende Bestände zeigen sich einzig bei den Gas- und Holzherden.

Bei Kühl- und Gefriergeräten, Fernsehgeräten und PC/Laptops lagen die Ausstattungsgrade im Jahr 2010 über 100 %. Zweit- und Drittgeräte wurden teilweise 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 „ausgerangierte“ Erstgeräte).

Bei Waschmaschinen und Wäschetrocknern wird davon ausgegangen, dass ein Teil der Wasch- bzw. Trocknungsvorgänge mit suboptimal ausgelasteten Geräten durchgeführt wird, wodurch der mittlere spezifische Verbrauch steigt. Bei allen grossen Haushaltsgeräten nimmt der Anteil der besseren Gerätekategorien zu, was zur Reduktion der mittleren spezifischen Verbräuche beiträgt.

Tabelle 4.12: Relevante Geräte-Mengenkomponenten 2000 bis 2010, ohne Anteile Dienstleistungssektor

	Einheit	2000	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
El.Kochherde/Backöfen	1000	2854	2973	3012	3051	3100	3152	3223	3284	3342
Gasherde	1000	220	208	201	194	186	178	166	159	155
Holzherde	1000	70	62	59	56	55	54	53	52	51
Beleuchtung - EBF	Mio m ²	403	421	428	435	443	451	458	465	472
Kühlgeräte	1000	3881	4053	4107	4161	4221	4285	4368	4445	4524
Tiefkühlgeräte	1000	2060	2155	2184	2215	2245	2278	2320	2360	2400
Waschmaschinen	1000	3029	3157	3198	3237	3283	3332	3395	3454	3514
Wäschetrockner	1000	1561	1888	1998	2111	2180	2252	2335	2416	2500
TV	1000	3678	3865	3886	3943	3918	3996	4042	4112	4188
Video/DVD	1000	2528	2788	2934	3051	3144	3201	3195	3131	3073
Haushalte mit Radio/Phono	1000	3144	3242	3272	3301	3341	3384	3442	3494	3548
PC/Laptop	1000	2061	2561	2831	3216	3514	3832	4188	4651	5261
EZFH Hilfsenergie RW - EBF	Mio m ²	169	178	182	185	189	192	196	199	202
Klimageräte	1000	31	52	59	66	80	95	110	126	142

EZFH: Ein- und Zweifamilienhäuser

RW: Raumwärme

4.6 Vergleich zwischen Haushaltsmodell und Gesamtenergiestatistik

Der im Haushaltsmodell ermittelte Gesamtenergieverbrauch der Jahre 2000 bis 2010 nach Energieträgern ist in Tabelle 4.13 zusammengefasst. Aufgrund der warmen Witterung in den Jahren 2000 und 2007 sowie der kühlen Witterung im Jahr 2010 weichen die Verbrauchswerte dieser Jahre deutlich von denjenigen der übrigen Jahre ab. Mit Ausnahme der Jahre 2005 und 2010 war es in allen betrachteten Jahren wärmer als im Mittel der Jahre 1984 bis 2002.⁷

⁷ Der Zeitraum 1984 bis 2002 wird bei dem in dieser Studie verwendeten Witterungsbereinigungsverfahren nach Gradtagen und Strahlung als Referenzzeitraum verwendet.

Tabelle 4.13: *Endenergieverbrauch der Privaten Haushalte 2000 bis 2010 in der Abgrenzung der GEST, in PJ (Modellergebnisse mit Witterungseinfluss)*

	2000	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2010-%
Heizöl	123.6	130.8	127.7	130.1	124.2	108.3	115.5	112.1	119.2	43.7%
Erdgas	33.3	38.5	38.9	41.1	41.1	37.9	42.3	42.4	48.1	17.6%
Kohle	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4	0.1%
Elektrizität	56.3	59.7	60.6	62.1	62.6	61.7	64.4	64.4	66.9	24.5%
Fernwärme	5.3	6.0	6.1	6.5	6.5	6.1	6.9	7.0	8.2	3.0%
Holz	16.8	17.9	17.7	18.3	18.0	16.5	18.1	18.0	20.0	7.3%
Solar	0.2	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.7	0.9	0.3%
Umgebungswärme	3.1	4.1	4.3	4.9	5.4	5.5	6.8	7.4	9.0	3.3%
Summe	238.9	257.7	256.1	263.8	258.8	236.9	255.1	252.6	272.7	100.0%

Vergleicht man die Modellergebnisse mit der Gesamtenergiestatistik (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 2010 beträgt die Differenz 0,2 %. Ab dem Jahr 2008 liegt der Modellverbrauch über dem Verbrauch gemäss der Energiestatistik (Tabelle 4.14).

Tabelle 4.14: *Vergleich Modellergebnis und Gesamtenergiestatistik, 2000 bis 2010, in PJ bzw. in %*

	2000	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2000/10
Verbrauch Modell, PJ	238.9	257.7	256.1	263.8	258.8	236.9	255.1	252.6	272.7	2790.9
Verbrauch GEST, PJ	239.9	258.1	260.3	265.9	259.5	238.8	253.7	251.8	271.5	2797.3
Abweichung, PJ	-1.0	-0.4	-4.2	-2.1	-0.7	-2.0	1.4	0.8	1.2	-6.4
Abweichung, %	-0.4%	-0.1%	-1.6%	-0.8%	-0.3%	-0.8%	0.6%	0.3%	0.4%	-0.2%
Heizöl	2.1%	1.0%	-0.5%	0.2%	-0.3%	0.3%	0.9%	0.9%	0.9%	
Erdgas	-8.1%	-4.5%	-6.7%	-3.9%	0.1%	-3.6%	-0.5%	-0.5%	-0.7%	
Elektrizität	-0.6%	-0.6%	-1.7%	-2.1%	-1.8%	-1.9%	-0.1%	-0.1%	-0.2%	
Holz	-2.6%	-2.4%	-1.9%	-1.2%	-2.2%	-3.7%	-4.5%	-6.2%	-3.6%	
Fernwärme	10.1%	21.5%	18.6%	19.7%	18.9%	23.4%	26.2%	24.7%	18.8%	
übrige Erneuerbare	-15.1%	-6.9%	-6.1%	-3.2%	3.2%	-3.2%	0.9%	-0.5%	0.4%	

Die Übereinstimmung bei den einzelnen Energieträgern ist unterschiedlich. Vergleichsweise gering sind die Differenzen bei Elektrizität, Heizöl, Erdgas und bei den übrigen erneuerbaren Energien. Etwas grösser sind die Differenzen beim Holz. Deutlich grösser sind die relativen Abweichungen der Fernwärme. Bei der Fernwärme könnte es sich zumindest teilweise um einen Niveaueffekt handeln, da die Abweichungen stets das gleiche Vorzeichen haben. Bei Fernwärme bestehen erhebliche statistische Abgrenzungsprobleme zwischen den Verbrauchssektoren Haushalte und Dienstleistungen, weil Fernwärmeunternehmen an Immobiliengesellschaften liefern, aber nicht wissen, ob deren Verbrauch Wohn- oder Nichtwohngebäude betrifft.

5 Analyse der Ursachen der Verbrauchsentwicklung 2000 bis 2010

Bei der Analyse der Ursachen der Verbrauchsentwicklung wird versucht, die Veränderungen der jährlichen Energieverbräuche zwischen 2000 und 2010 auf die wichtigsten Bestimmungsfaktoren zurückzuführen. Als Bestimmungsfaktoren werden unterschieden:

- Witterung (Temperatur und Strahlung)
- Mengeneffekte (EBF, Bevölkerung, Gerätebestände)
- Technik und Politik (Wärmeleistungsbedarf, Anlagen-Nutzungsgrade, spez. Geräteverbräuche)
- Substitutionen (energieträgerspezifische Substitutionen, übrige strukturelle Mengeneffekte und bei Elektrogeräten verwendungszweckübergreifende Substitutionen)
- Struktureffekte
- Joint-Effekte (Nichtlinearitäten)

Die Werte der Bestimmungsfaktoren leiten sich unmittelbar aus dem Haushaltsmodell ab und sind nicht auf den Verbrauch gemäss der Energiestatistik kalibriert. Für die Analyse werden die Verwendungszwecke Raumwärme, Warmwasser sowie Kochen und übrige Elektrogeräte unterschieden. In den Bereichen Raumwärme und Warmwasser werden die Ergebnisse auf Ebene der Energieträger dargestellt. Aufgrund der Datenfülle wird bei der Darstellung auf die Unterscheidung zwischen den Anlagentypen (zentral / dezentral) verzichtet.

Es wird darauf hingewiesen, dass vor allem bei den Elektrogeräten starke gruppeninterne strukturelle Effekte enthalten sind. 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 wird bei der Analyse nach Bestimmungsfaktoren der Hilfsenergieverbrauch der Heizanlagen bei der Raumwärme subsumiert. Die Verbräuche für Klimatisierung, Hausvernetzung und Antennenverstärker werden unter den Elektrogeräten abgehandelt.

5.1 Die Verbrauchsentwicklung 2000 bis 2010

5.1.1 Die Entwicklung insgesamt – alle Verwendungszwecke

Die kumulierte Wirkung der jährlichen Veränderungen des Energieverbrauchs von 2000 bis 2010, das heisst die Summe der jährlichen Veränderungen von 2000 bis 2010, beträgt gemäss Haushaltsmodell rund 33,8 PJ (Tabelle 5.1 und Abbildung 5.1). Der Verbrauchsanstieg gemäss der Gesamtenergiestatistik beläuft sich im gleichen Zeitraum auf 31,6 PJ.

Tabelle 5.1: Die Veränderung des Energieverbrauchs 2000 bis 2010 als Summe der kumulierten jährlichen Veränderungen nach Bestimmungsfaktoren und Energieträgern

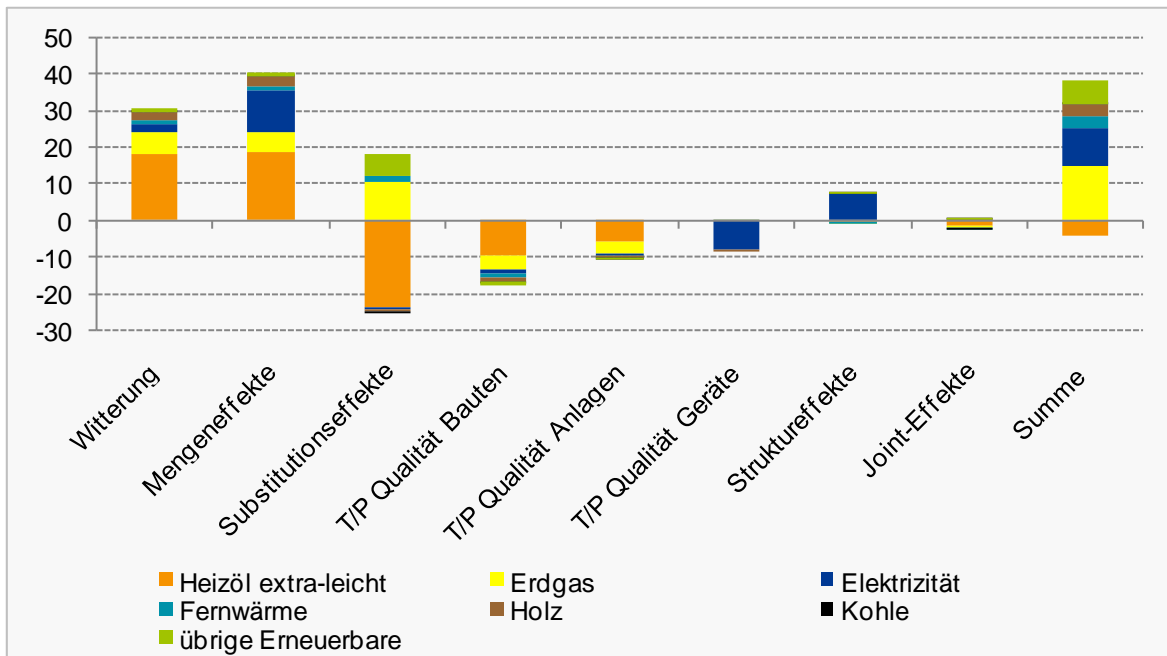
	Witterungs- effekte	Mengeneffekte	Substitutions- effekte	Technik / Politik Qualität Bauten	Technik / Politik Qualität Anlagen	Technik / Politik Qualität Geräte	übrige erklärte strukt. Effekte	Joint-Effekte	Summe Modell	GEST
Heizöl extra-leicht	18.0	18.5	-23.5	-9.7	-5.6	0.0	-0.3	-1.6	-4.3	-2.8
Erdgas	5.9	5.8	10.5	-3.7	-3.4	0.0	-0.3	-0.2	14.7	12.1
Elektrizität	2.3	11.4	-1.0	-1.3	-0.4	-7.8	7.2	0.1	10.6	10.4
Fernwärme	1.0	0.9	1.8	-0.7	-0.1	0.0	-0.1	0.0	2.9	2.1
Holz	2.4	2.7	0.0	-1.4	-0.6	0.0	0.1	0.1	3.2	3.5
Kohle	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3
übrige Erneuerbare	1.0	0.8	5.5	-0.9	-0.4	0.0	0.0	0.6	6.6	6.0
Summe	30.6	40.2	-6.7	-17.7	-10.4	-7.9	6.6	-1.0	33.8	31.6

Das Jahr 2000 war deutlich wärmer als das Jahr 2010. Vom modellmässig ermittelten Verbrauchsanstieg von 33,8 PJ im Zeitraum 2000 bis 2010 sind 30,6 PJ auf die Witterung zurückzuführen. Mit anderen Worten, witterungsbereinigt hätte gemäss dem Modell der Verbrauch lediglich um 3,2 PJ zugenommen.

Deutlich sichtbar ist neben dem Witterungseffekt die erhebliche Bedeutung der Mengenkomponekte. Die Mengeneffekte hätten für sich allein genommen eine Verbrauchssteigerung von knapp 40,2 PJ verursacht. Der Mengeneffekt überwiegt dadurch die Effekte von Technik und Politik, die ausnahmslos verbrauchsreduzierend wirkten (-36,0 PJ). Davon entfielen 17,7 PJ auf den Gebäudebereich, 10,4 PJ auf die Anlagen und 7,9 PJ auf den Bereich (Elektro-)Geräte.

Die Substitutionseffekte kompensieren sich weitgehend, aber nicht vollständig. Per Saldo reduzierten sie den Verbrauch um 6,7 PJ. Die strukturellen Effekte wirkten hingegen verbrauchssteigernd (+6,6 PJ). Hinter diesem Einfluss verbergen sich im Wesentlichen die strukturellen Verbrauchseffekte bei Elektroheizungen und bei Koch- und Elektrogeräten.

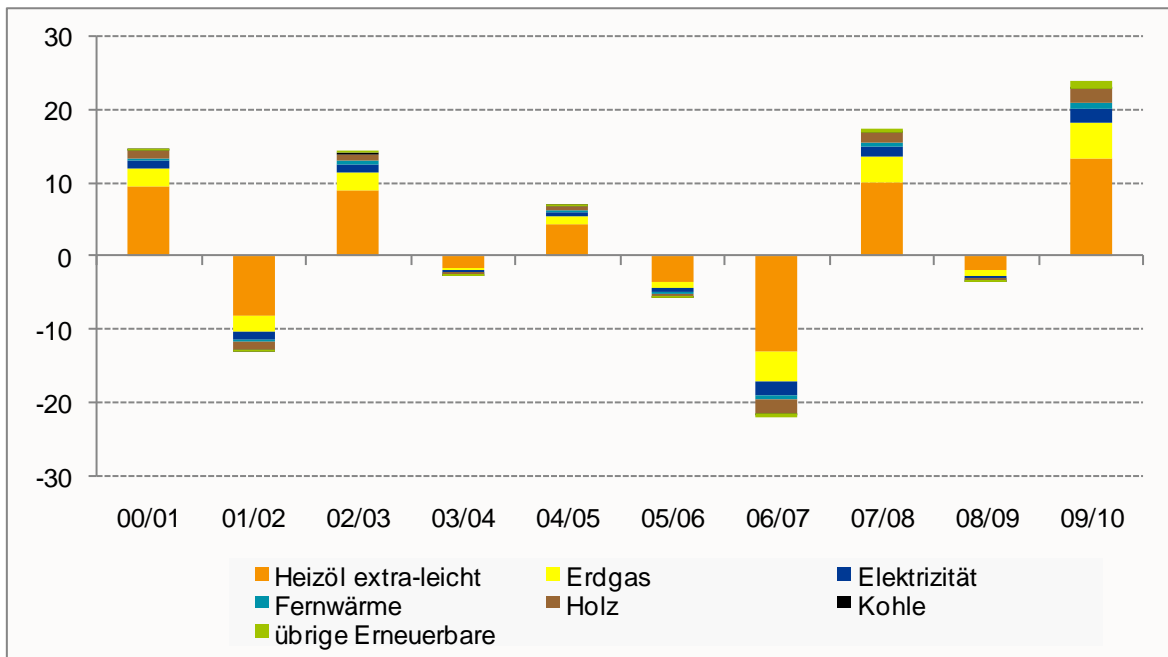
Abbildung 5.1: Die Veränderung des Energieverbrauchs 2000 bis 2010 als Summe der Einzeleffekte nach Energieträgern, in PJ (T/P: Technik und Politik-effekte)



Im Folgenden werden die aufgeführten Entwicklungen nach Energieträgern und Ursachenkomplexen im Detail betrachtet. Bei der Interpretation ist zu berücksichtigen, dass nur die summierten Effekte auf der Ebene der Energieträger ausgewiesen werden und nicht die dahinterliegenden Disaggregationen (z.B. unterschiedliche Witterungseffekte bei Zentral- und Einzelsystemen). Beim Vergleich der Abbildungen gilt es zudem die teilweise sehr unterschiedlichen Masstäbe zu berücksichtigen

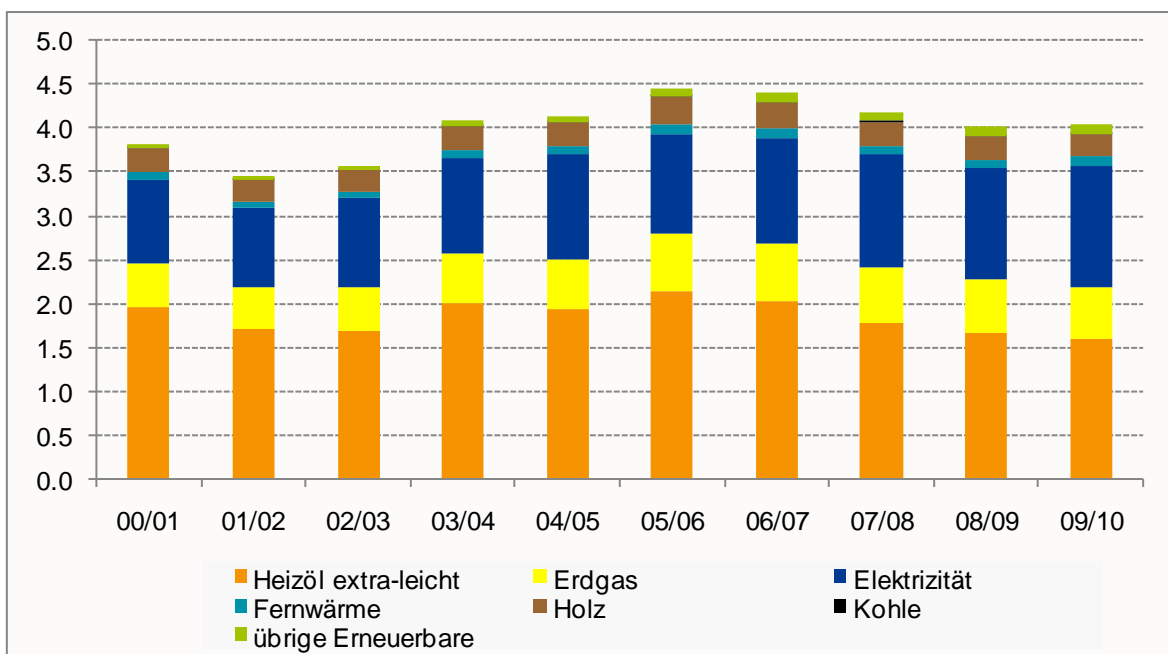
Die Witterungsbedingungen haben einen grossen Einfluss auf den Jahresverbrauch (Abbildung 5.2). Aufgrund der wechselnden Vorzeichen kompensieren sich die jährlichen Effekte weitgehend, aber nicht vollständig. Per Saldo hat der Witterungseinfluss im Zeitraum 2000 bis 2010 den Verbrauch erhöht (+30,6 PJ). Der Gesamteffekt fällt 2010 vergleichsweise gross aus, da das Jahr 2000 überdurchschnittlich warm und das Jahr 2010 überdurchschnittlich kühl war. Die grössten Veränderungen treten bei den Energieträgern Heizöl und Erdgas auf. Dies widerspiegelt die Bedeutung der beiden Energieträger im Raumwärmebereich.

Abbildung 5.2: Witterungseffekte 2000/01 bis 2009/10 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 Erdgas und Holz. Hier spielen die wachsenden Energiebezugsflächen, steigende Bevölkerungs- und Haushaltszahlen sowie die Ausweitung der Gerätebestände die wichtigste Rolle.

Abbildung 5.3: Mengeneffekte 2000/01 bis 2009/10 nach Energieträgern, in PJ



Substitutionseffekte haben verschiedene Ursachen. Sie können resultieren aus dem Wechsel des Heiz- oder Warmwassersystems, verbunden mit einem Energieträgerwechsel oder einem Wechsel von einem dezentralen auf ein zentrales System. Substitutionseffekte treten aber auch auf bei der Verlagerung von Funktionen von einem Elektrogerät auf ein anderes Elektrogerät (z.B. von Kochherd auf andere elektrische Haushaltsgeräte wie Mikrowelle, Grill, etc.). Die mit Substitutionen verbundenen Verbrauchswirkungen können „positiv“ (verbrauchssteigernd) oder „negativ“ (verbrauchssenkend) 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 Wasserverbrauch verbunden, 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 Abgrenzung zum Technischeffekt kann hier nicht eindeutig gezogen werden.

Die Substitutionseffekte haben den Verbrauch in jedem Jahr des Zeitraums 2000 bis 2010 reduziert (Abbildung 5.4). Dabei sind die Einsparungen im Zeitverlauf leicht angestiegen, von rund 0,3 PJ auf etwa 1 PJ. Zu den Substitutionsgewinnern zählen die Energieträger Erdgas, übrige Erneuerbare (Solar, Umweltwärme), Fernwärme und seit 2005/06 auch Holz. Der grösste Substitutionsverlierer ist Heizöl. Die Substitutionsverluste bei der Elektrizität haben sich im Verlauf der Jahre reduziert. Dies ist auf den vermehrten Einsatz von Elektrowärmepumpen zurückzuführen.

Die Verbesserung der Gebäudequalität, das heisst die Reduktion des Heizwärmebedarfs, 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 Erdgas.

Abbildung 5.4: Substitutionseffekte 2000/01 bis 2009/10 nach Energieträgern, in PJ

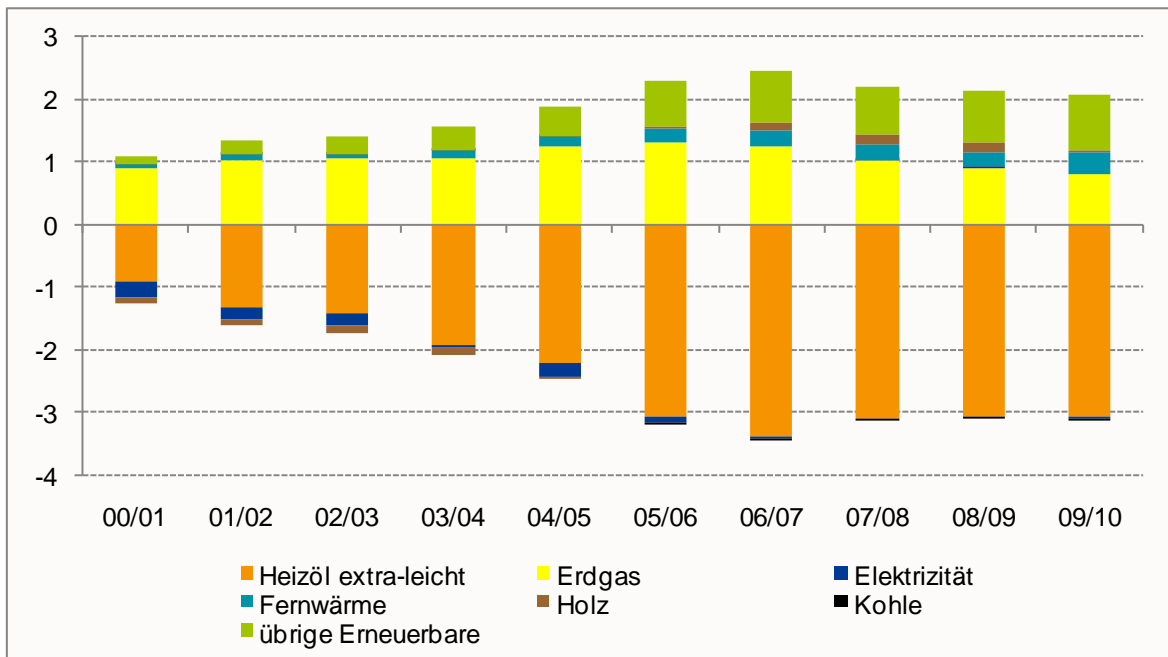
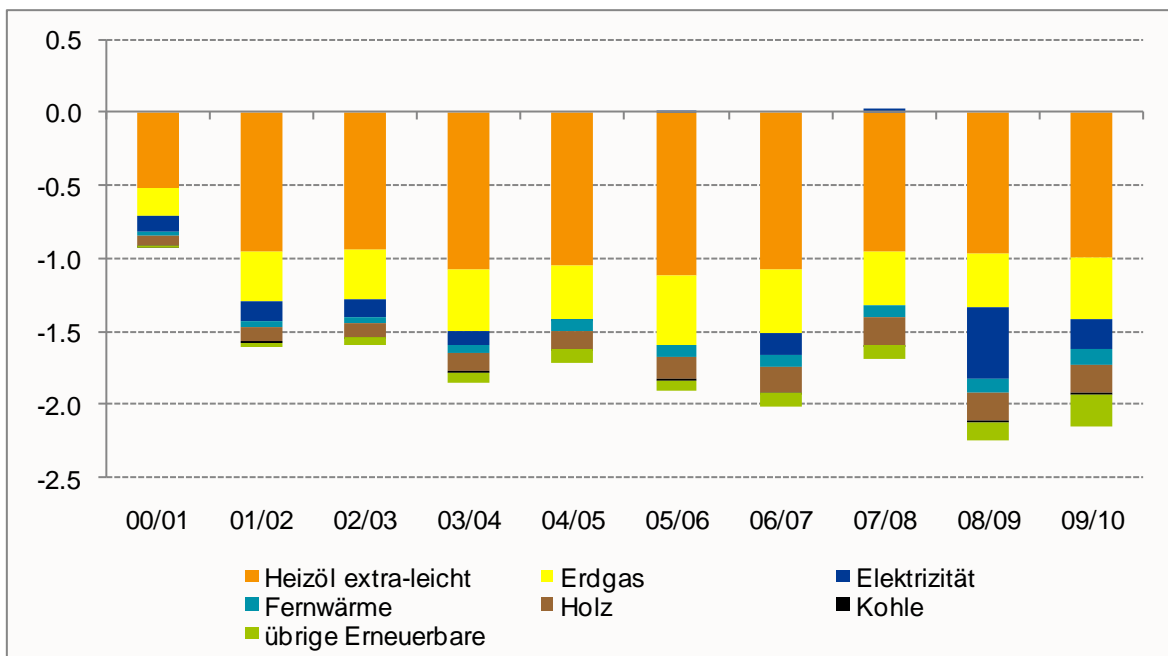


Abbildung 5.5: Technik- und Politikeffekte in Gebäuden 2000/01 bis 2009/10 nach Energieträgern, in PJ

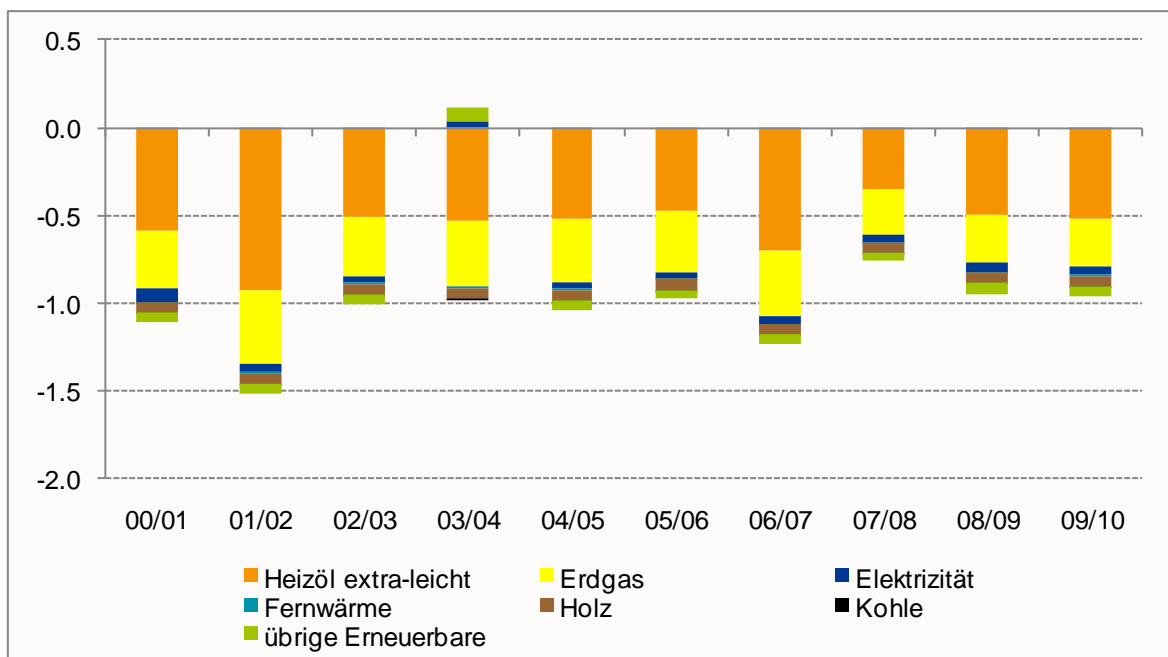


Die Veränderung der Anlagenqualität von Heizungs- und Warmwasseranlagen wirkt überwiegend energiesparend (Abbildung 5.6). Allein in 2003/04 weist das Modell bei den übrigen Erneuerbaren und bei Elektrizität einen leicht positiven Effekt aus. Ursächlich hierfür ist ausschliesslich die den Wärmepumpen zugeschriebene Entwicklung, die statistisch nicht eindeutig auf die Kategorien Neu-

bau, 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.

Die jährlichen Effekte unterscheiden sich nicht wesentlich. Im Mittel der Jahr 2000 bis 2010 beläuft sich die verbrauchsreduzierende Wirkung auf 1 PJ. Auch bei den Effekten der Anlagenqualität haben die dominanten Heizöl- und Gasverbräuche im Bereich Raumwärme in Kombination mit den mittelfristig erheblichen Verbesserungen der Anlagennutzungsgrade den grössten Einfluss auf das Ergebnis. Zu erwähnen ist insbesondere die Ausweitung der Brennwertanteile bei Erdgas und zunehmend auch bei Heizöl.

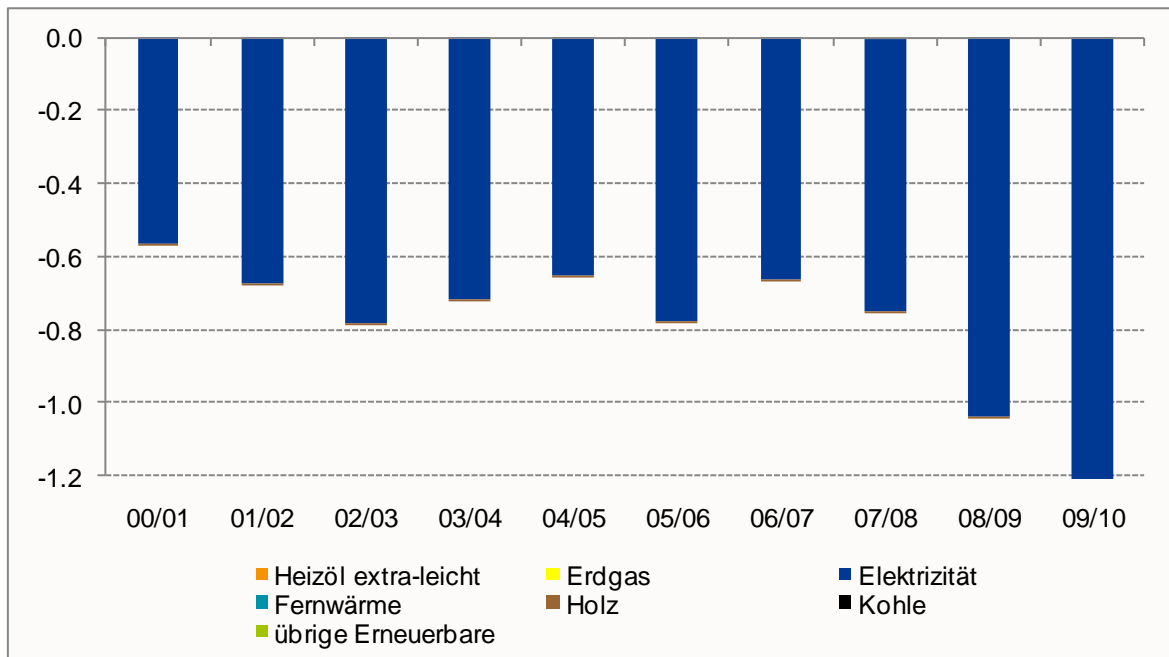
Abbildung 5.6: Technik- und Politikeffekte bei Heizungs- und Warmwasseranlagen 2000/01 bis 2009/10 nach Energieträgern, in PJ



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 durch die beiden Komponenten Technikentwicklung und Politikeinfluss nicht trennen. Da es sich bei den Gerätebeständen, von wenigen Erdgas- und Holzherden abgesehen, praktisch ausnahmslos um Elektrogeräte handelt, wird beinahe ausschliesslich Elektrizität eingespart.

Die jährlichen Einsparungen durch verbesserte Geräte liegen in einer Grössenordnung von 0,6 bis 1,2 PJ (Abbildung 5.7). Seit 2008 nehmen die Verbrauchseinsparungen zu.

Abbildung 5.7: Technik- und Politikeffekte Geräte 2000/01 bis 2009/10 nach Energieträgern, in PJ



Die Struktureffekte wirken ebenfalls vorwiegend auf die Elektrizitätsnachfrage, die sie per Saldo erhöhen. Die jährlichen Verbrauchssteigerungen sind mit 0,5 bis 0,7 PJ jedoch gering und nehmen tendenziell ab (Abbildung 5.8).

Da im Bereich Elektrogeräte und Kochen die Analyse nicht auf der Ebene der Einzelgeräte erfolgt, sondern ganze Gerätegruppen umfasst, handelt es sich bei den ermittelten Werten häufig um höchst unechte Durchschnitte. Das ist beispielsweise dann der Fall, wenn die einzelnen Teilkomponenten einer Gruppe unterschiedliche Niveaus und/oder Entwicklungen aufweisen, die bei der Durchschnittsbildung zu vergleichsweise hohen strukturellen Veränderungen führen.

Bei den Verwendungszwecken 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 hier erheblich kleiner.

Die Joint-Effekte, beziehungsweise die durch die partialanalytische Betrachtung nicht erfassten Veränderungen, sind in der Summe vergleichsweise klein (0,1 bis 0,3 PJ; Abbildung 5.9). Sie haben geringe Bedeutung für das Gesamtergebnis.

Abbildung 5.8: Strukturelle Effekte 2000/01 bis 2009/10, nach Energieträgern, in PJ

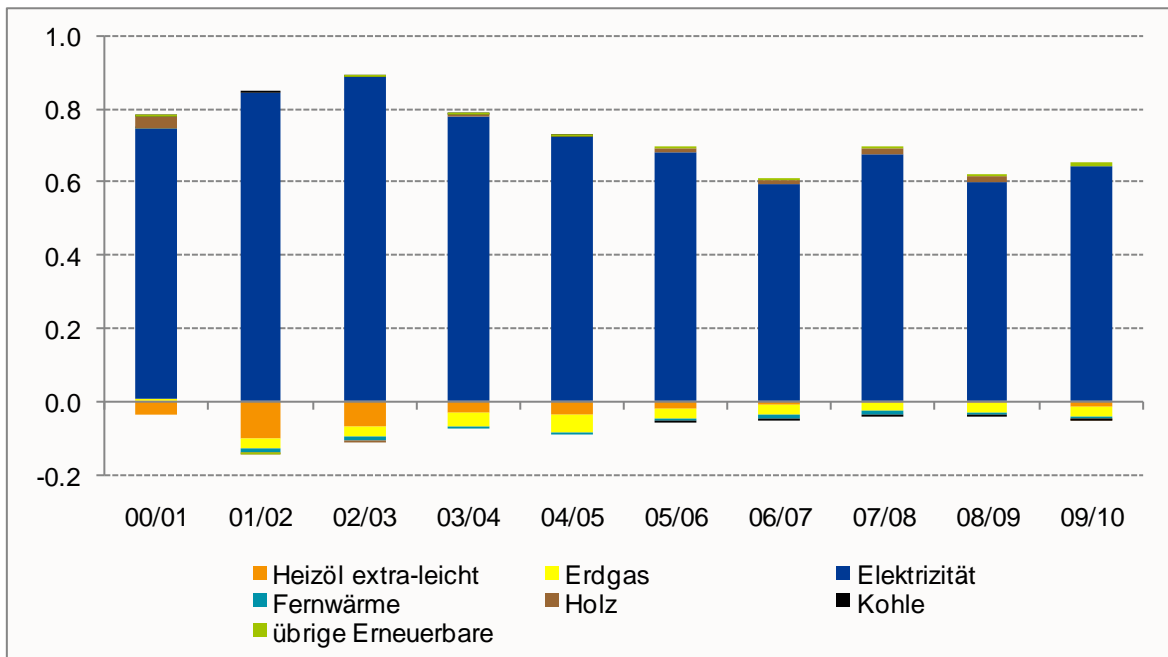
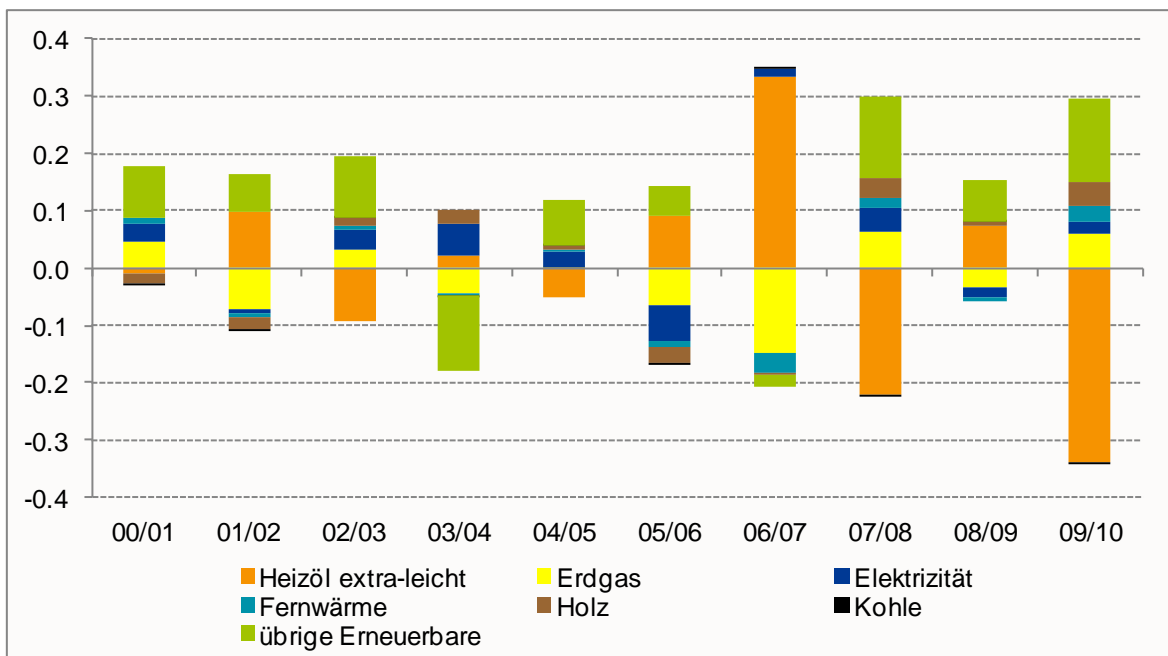


Abbildung 5.9: Joint-Effekte 2000/01 bis 2009/10, nach Energieträgern, in PJ



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 2009/10, nach Energieträgern, in PJ

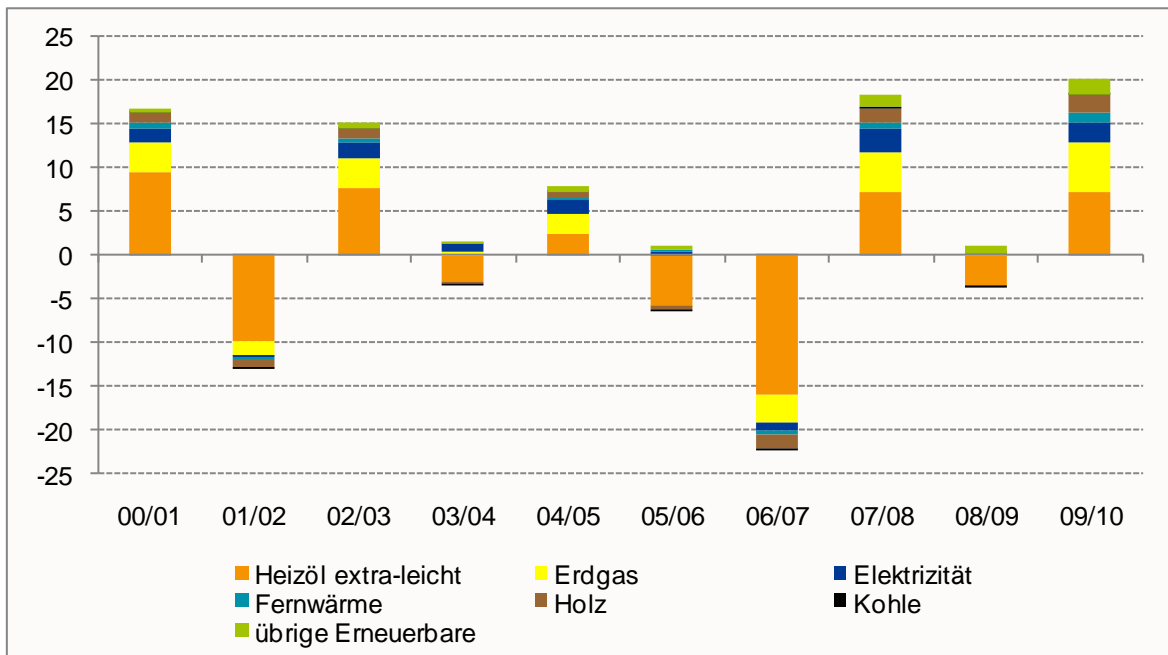
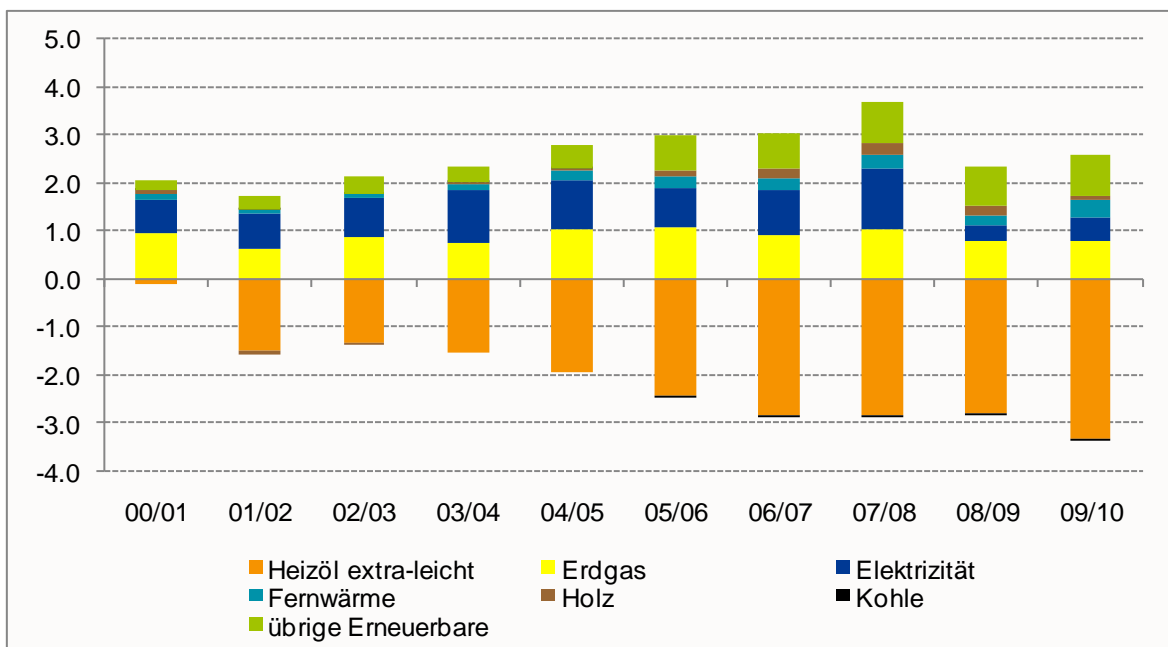


Abbildung 5.11: Summierte Effekte der Bestimmungsfaktoren ohne Witterungseffekt 2000/01 bis 2009/10, nach Energieträgern, in PJ



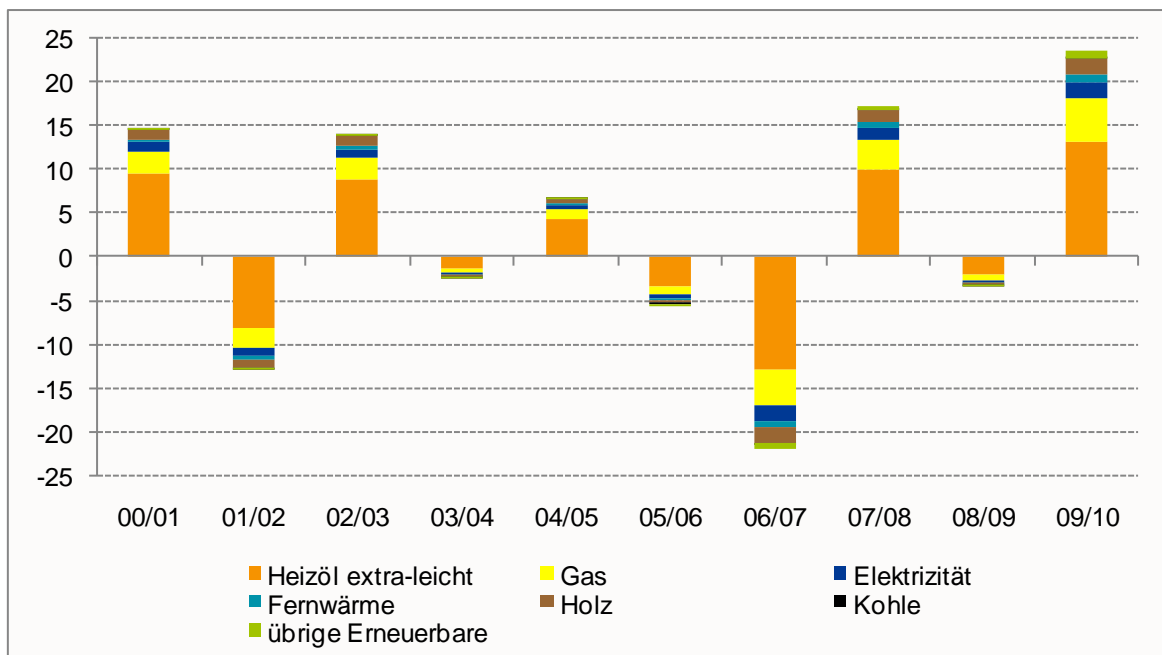
Die Abbildung 5.11 beschreibt die jährlichen Veränderungen ohne den Witterungseinfluss. Die witterungsbereinigte Verbrauchsentwicklung zeigt einzig beim Heizöl (und bei der Kohle) eine Abnahme. Die Verbräuche der übrigen Energieträger sind allesamt gestiegen. Insgesamt hat der witterungsbereinigte Energiever-

brauch im Zeitraum 2000 bis 2010 gemäss Haushaltsmodell um 3,2 PJ zugenommen (+1,2 %).

5.1.2 Der Einfluss der Witterung nach Verwendungszwecken

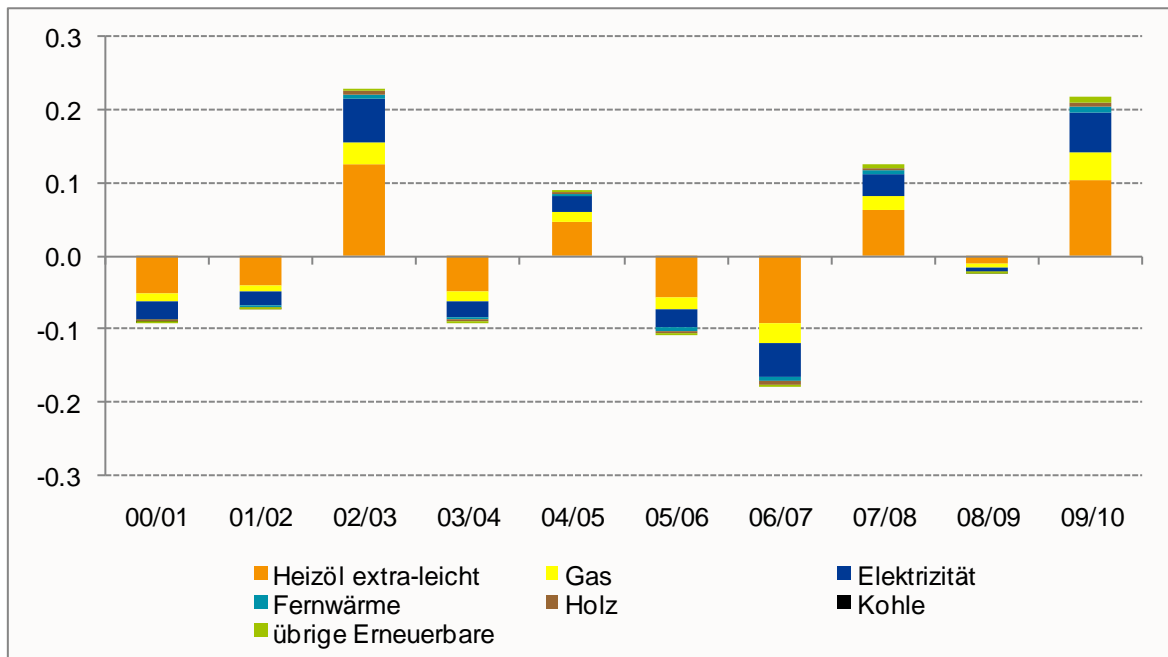
Die Witterung beeinflusst vor allem den Raumwärmeverbrauch, den damit zusammenhängenden Hilfsenergieverbrauch für Pumpen, Brenner, Gebläse, Stellglieder usw., und den Verbrauch von mobilen Kleinheizgeräten.⁸ Zwar zeigt einigen Studien zufolge auch der Energieverbrauch für die Bereitstellung von Warmwasser eine schwache Witterungsabhängigkeit (siehe beispielsweise Müller et al., 1995), doch ist diese um etwa den Faktor 100 kleiner als bei der Raumwärme (Abbildung 5.12 und Abbildung 5.13, beim Vergleich der Abbildungen ist der jeweils sehr unterschiedliche Massstab zu berücksichtigen).

Abbildung 5.12: Witterungseffekte Raumwärme 2000/01 bis 2009/10 nach Energieträgern, in PJ



⁸ Bei der Analyse nach Bestimmungsfaktoren werden lediglich die drei Verwendungszwecke Raumwärme, Warmwasser sowie Kochen und Elektrogeräte unterschieden. Aus diesem Grund wird im Gegensatz zur Analyse nach Verwendungszwecken der Hilfsenergieverbrauch dem Verwendungszweck Raumwärme zugerechnet (und nicht dem Verwendungszweck Klima, Lüftung und Haustechnik).

Abbildung 5.13: Witterungseffekte Warmwasser 2000/01 bis 2009/10 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 (z.B. 2000/2001).

Bei der nach Energieträgern differenzierten Betrachtung bestimmen die Anteile der einzelnen Energieträger im Bestand die Grösse der Effekte. Bei Raumwärme sind Heizöl und Erdgas die bedeutendsten Energieträger, bei Warmwasser tritt Elektrizität als weiterer wichtiger Energieträger hinzu.

5.1.3 Der Einfluss der Mengeneffekte nach Verwendungszwecken

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

Im Raumwärmebereich ist die Mengeneffekte in allen Jahren positiv, da die EBF von Jahr zu Jahr mehr oder weniger regelmässig angestiegen ist. Entsprechend sind die Verbrauchseffekte

durch die Mengenkomponekte 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 2009/10 nach Energieträgern, in PJ

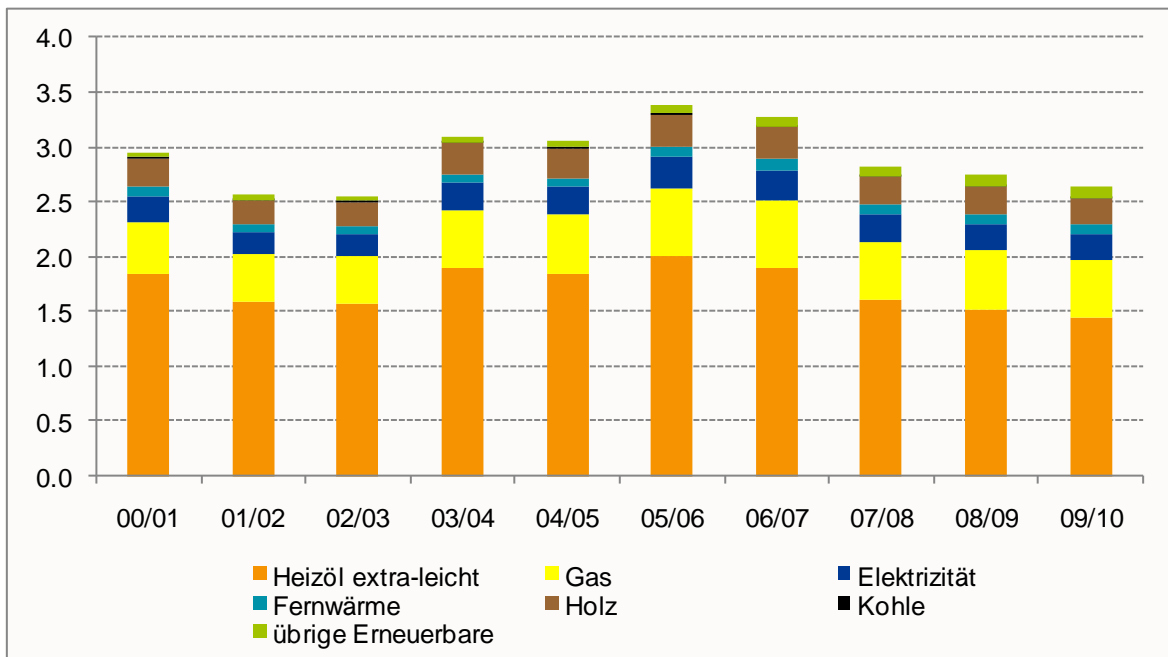
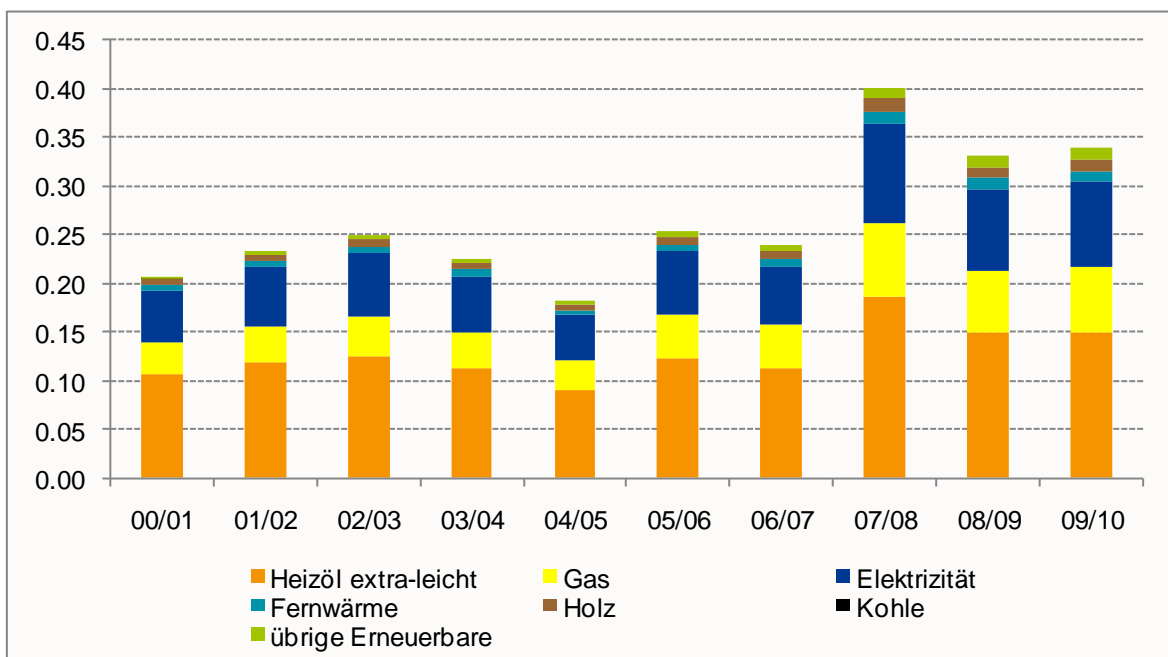


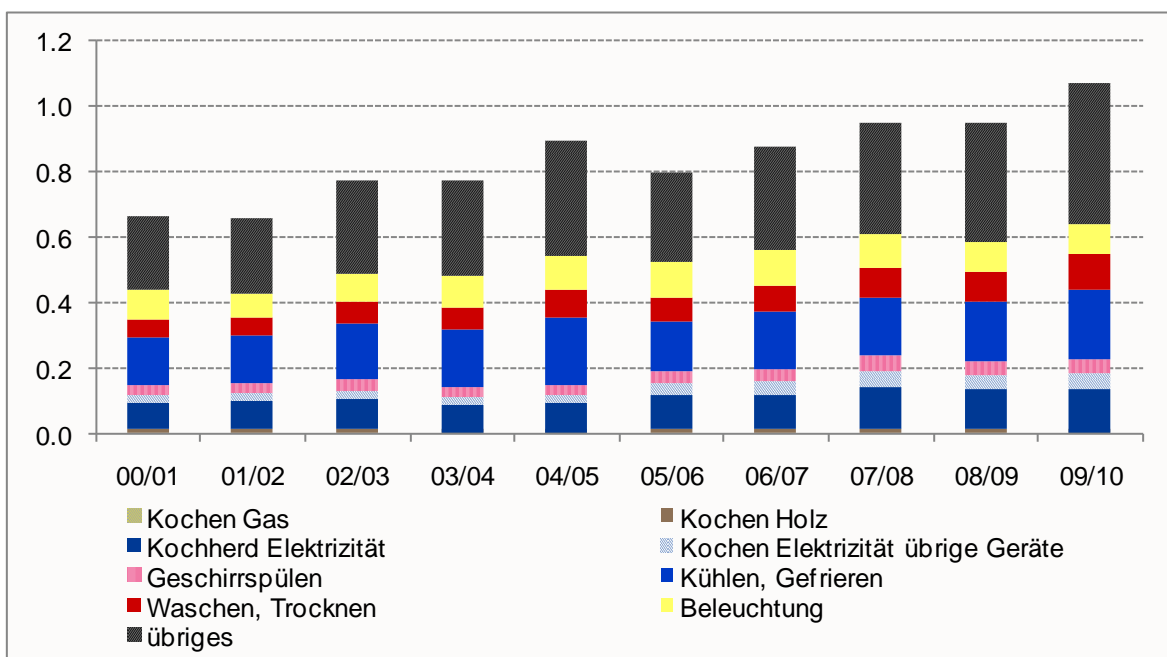
Abbildung 5.15: Mengeneffekte Warmwasser 2000/01 bis 2009/10, nach Energieträgern, in PJ



Im Warmwasserbereich ist der Mengeneinfluss gleichermaßen stets positiv, weil sich die Zahl der mit Warmwasser versorgten Bevölkerung in den betrachteten Jahren ständig erhöht hat. Analog zur Raumwärme widerspiegeln die sich verschiebenden Anteile der Energieträger am jährlichen Gesamteffekt die sich verändernde Energieträgerstruktur zur Erzeugung von Warmwasser (Abbildung 5.15).

Im Bereich Kochen und Elektrogeräte sind die Mengeneffekte ebenfalls ohne die strukturellen Verschiebungen zwischen den einzelnen Subkategorien dargestellt. Die Mengeneffekte sind durchgängig positiv, da insgesamt stetig wachsende Gerätebestände zu verzeichnen waren. 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 sowie Beleuchtung (Abbildung 5.16).

Abbildung 5.16: Mengeneffekte Kochen und Elektrogeräte 2000/01 bis 2009/10 nach Gerätekategorien, in PJ



5.1.4 Der Einfluss der Substitutionseffekte nach Verwendungszwecken (inkl. übrige strukturelle Mengeneffekte)

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, Gerätegruppen), 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 die Fernwärme. Ab dem Jahr 2005/06 steigt die Substitution von Ölheizungen an. Ein Teil dieser Anlagen wird zunehmend durch Wärmepumpen und Holzheizungsanlagen ersetzt. Dabei überkompensieren die Substitutionsgewinne von Wärmepumpen die Substitutionsverluste bei den elektrischen Widerstandsheizungen. Per Saldo werden dadurch auch Elektrizität und Holz zu Substitutionsgewinnern (Abbildung 5.17).

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

Beim Warmwasser sind beim Substitutionseffekt die übrigen strukturellen Mengeneffekte (Ersatz dezentraler Einzelsysteme durch Zentralsysteme) mit ihren Wirkungen ebenfalls 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 5,6 PJ führt, liegt diese bei Warmwasser bei lediglich 0,6 PJ. (Abbildung 5.18).

Abbildung 5.17: Substitutionseffekte Raumwärme 2000/01 bis 2009/10 nach Energieträgern, in PJ

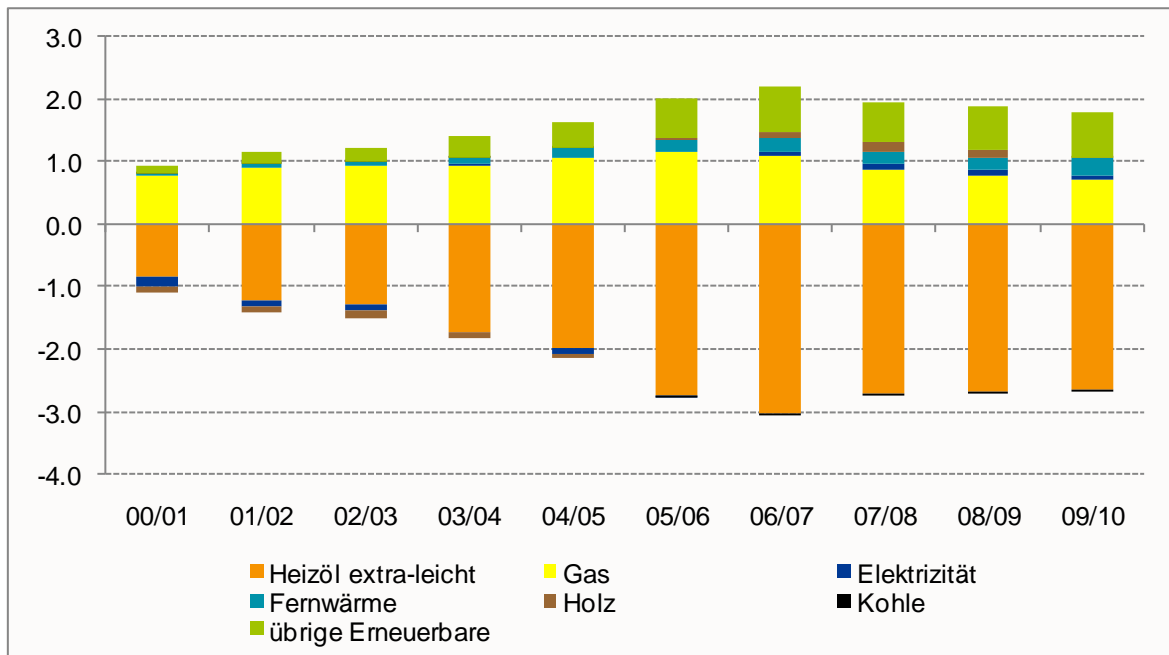
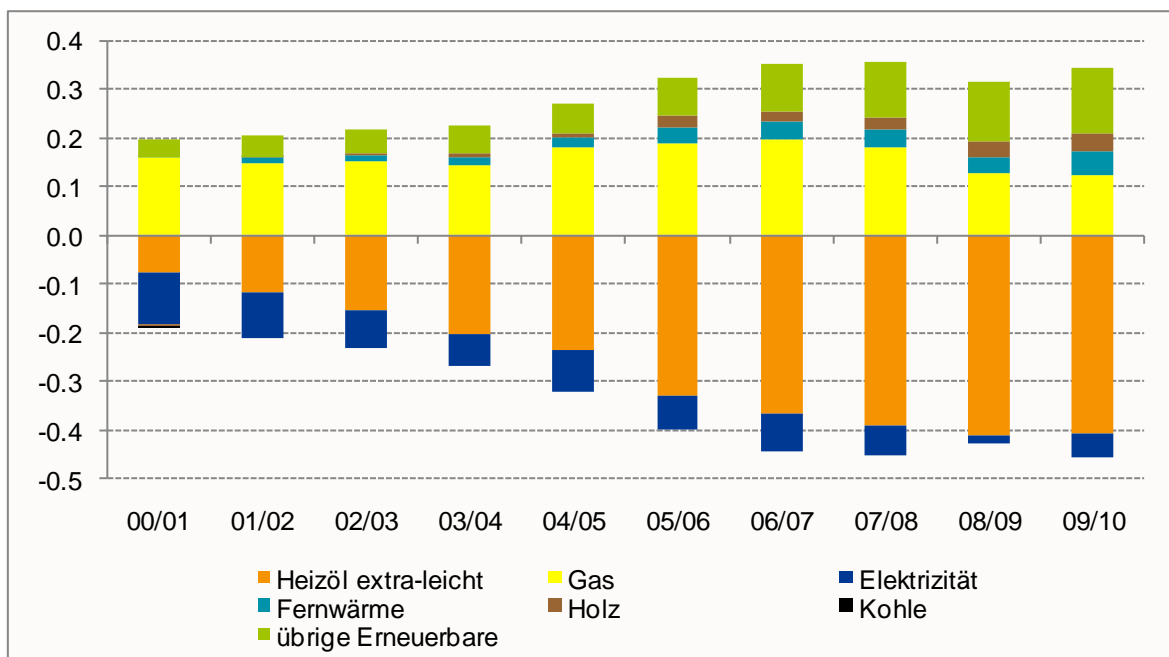


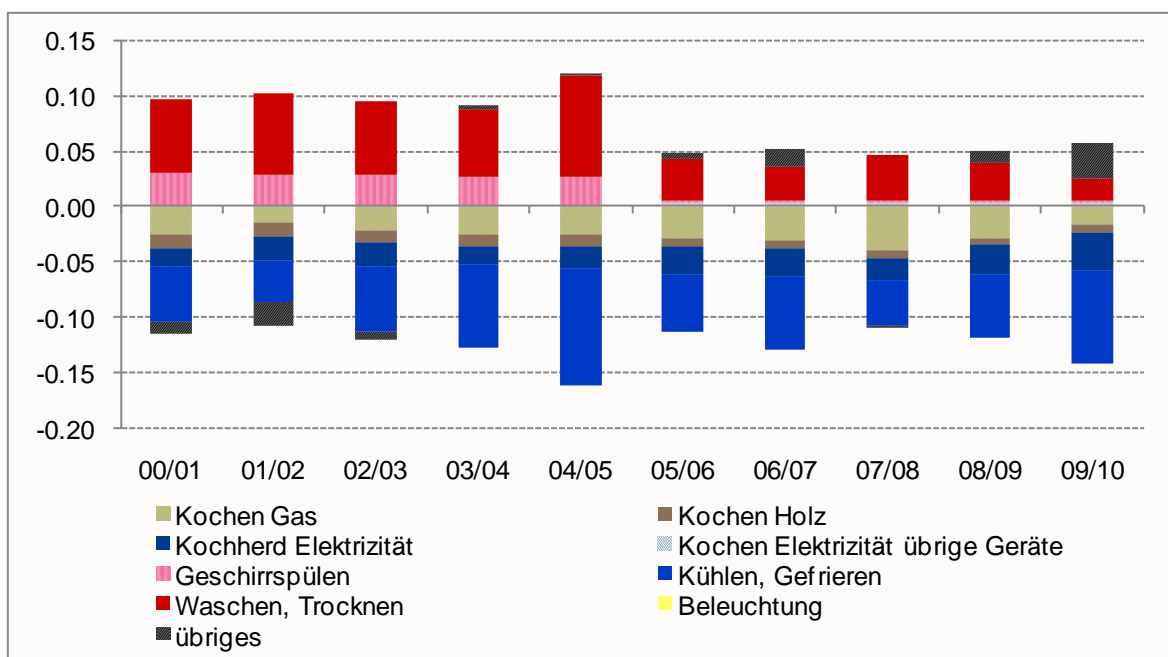
Abbildung 5.18: Substitutionseffekte Warmwasser 2000/01 bis 2009/10, nach Energieträgern, in PJ



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 Geschirrpülgeräten insgesamt.

Verbrauchsreduzierende Substitutionseffekte resultierten dagegen in den Bereichen Kühlen und Gefrieren⁹, in geringerem Umfang beim Kochen mit Gas und Holz (abnehmende Bestände an Kochherden) und bei den Elektro-Kochherden (Verlagerung von Funktionen auf andere Haushaltselektrogeräte). Wie bereits erwähnt sind aufgrund der nicht einzelgerätebezogenen Betrachtung gewisse Unschärfen zwischen den Gruppen nicht zu vermeiden (Abbildung 5.19).

Abbildung 5.19: Substitutionseffekte und übrige strukturelle Mengeneffekte im Bereich Kochen und Elektrogeräte 2000/01 bis 2009/10 nach Gerätekategorien, in PJ



5.1.5 Der Einfluss von Technik und Politik nach Verwendungszwecken

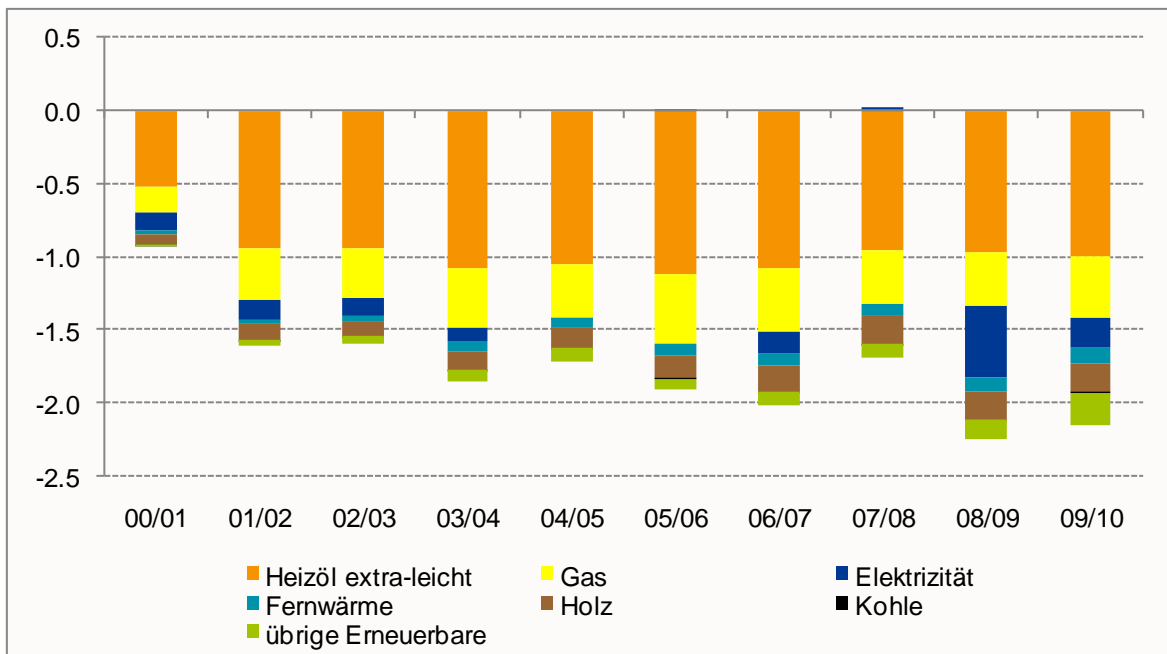
Zu den Technik- und Politikeinflüssen werden im Raumwärmebereich die Veränderungen der Gebäudequalität, gemessen an der Veränderung des Heizwärmeleistungsbedarfs nach Energieträgern und Heizsystemen, die Nutzungseffekte beim Heizanlagenbestand und die Effizienzsteigerungen beim Hilfsenergieverbrauch (z.B. Umwälzpumpen) gezählt. Im Warmwasserbereich wird zu den Technik- und Politikeinflüssen die Verbesserung der Nutzungsgrade der Warmwasseranlagen gerechnet. Bei den Elektrogeräten ist es analog hierzu die Verbesserung der spezifischen technischen Geräteverbräuche.

⁹ Verlagerung zwischen Gefrier- und Kühlgeräten aufgrund der stärkeren Mengenzunahme bei den Kühlgeräten.

Die Veränderung des Wärmeleistungsbedarfs beschreibt die Veränderung der energetischen 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 anwachsende Reduktion, bedingt durch den Einfluss von Neubau und Sanierung. Beim Energieträger Elektrizität zeigt sich im Jahr 2008 ein marginal positiver Effekt, der aber zurechnungsbedingt ist: im Energieträger Elektrizität sind auch die Veränderungen der spezifischen Verbräuche von mobilen Kleinheizgeräten (Elektro-Öfeln) 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 (Heizwärmeleistungsbedarf) 2000/01 bis 2009/10, nach Energieträgern, in PJ



Durch die Verbesserung der Nutzungsgrade der Heizanlagen werden im Mittel jährlich rund 0,8 PJ eingespart (Abbildung 5.21). Der weitaus grösste Teil davon entfällt auf Heizöl- und Erdgasheizungen. Die „Ausreisser“ 2003/04 bei Strom und sonstigen Erneuerbaren sind auf einen leichten Rückgang des mittleren Nutzungsgrades von Wärmepumpen zurückzuführen. Dieser ist das

Ergebnis von kohortenmässig über verschiedene Wärmepumpen-Grössenklassen, Wärmepumpentypen (Luft, Sole, Wasser) und Altersstrukturen ermittelten mittleren Anlagennutzungsgraden.

Abbildung 5.21: Nutzungsgradeffekte Raumwärme 2000/01 bis 2009/10 nach Energieträgern, in PJ

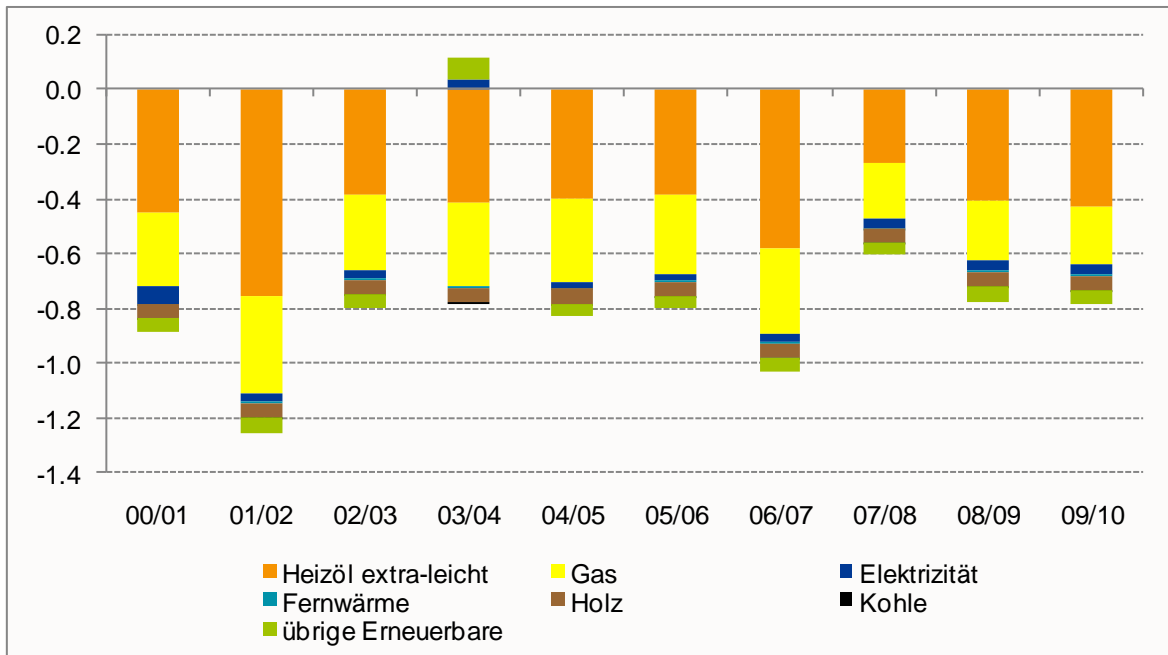
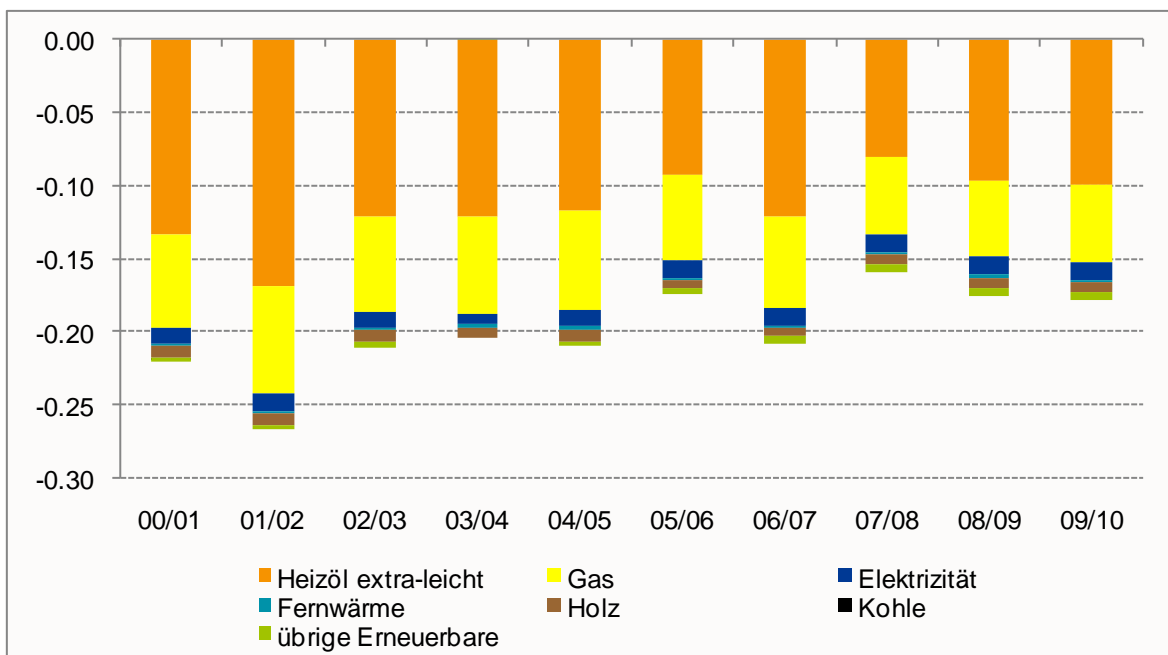


Abbildung 5.22: Nutzungsgradeffekte Warmwasser 2000/01 bis 2009/10 nach Energieträgern, in PJ

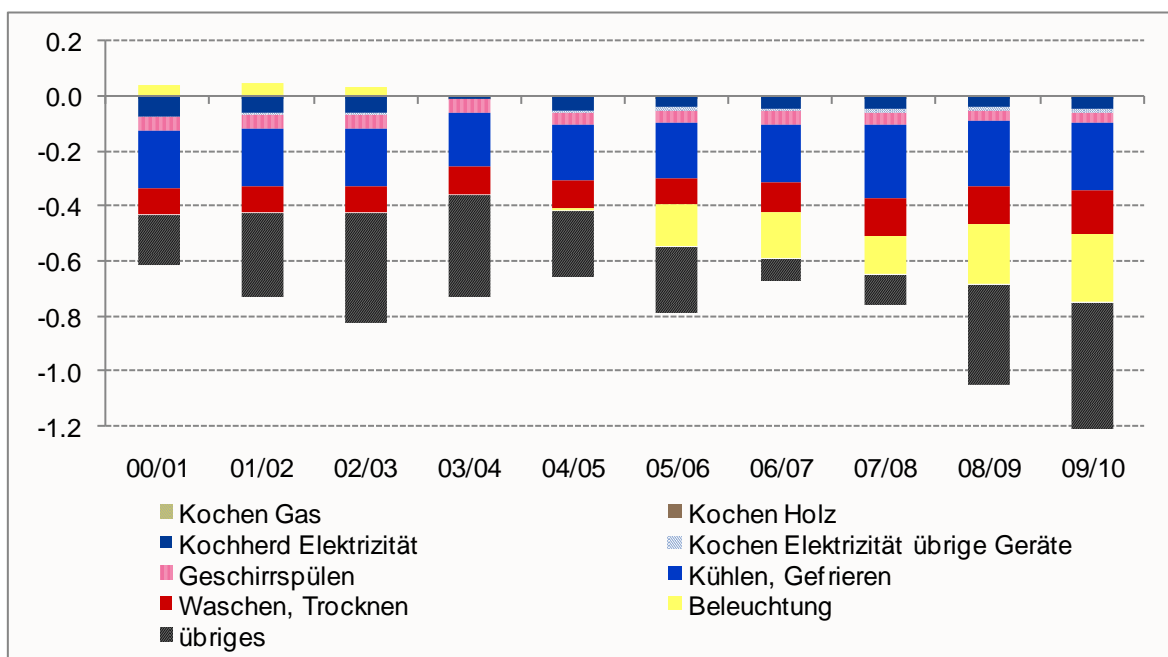


Im Segment Warmwasser ist die absolute jährliche Einsparung durch die Verbesserungen der Anlagennutzungsgrade mit durch-

schnittlich 0,2 PJ deutlich geringer als bei der Raumwärme (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 Erdgas, bei denen – auf unterschiedlichen Ausgangsniveaus – die Brennwertechnik 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 Politik-effekte 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 Einspar-effekte, bedingt durch den Rückgang des Einsatzes von Glüh-lampen. In der sehr heterogenen Restgruppe „übriges“ ergeben sich stark schwankende Verbrauchsänderungen.

Abbildung 5.23: Technik- und Politikeffekte im Bereich Kochen und Elektrogeräte 2000/01 bis 2009/10 nach Gerätekategorien, in PJ



5.1.6 Struktureffekte nach Verwendungszwecken

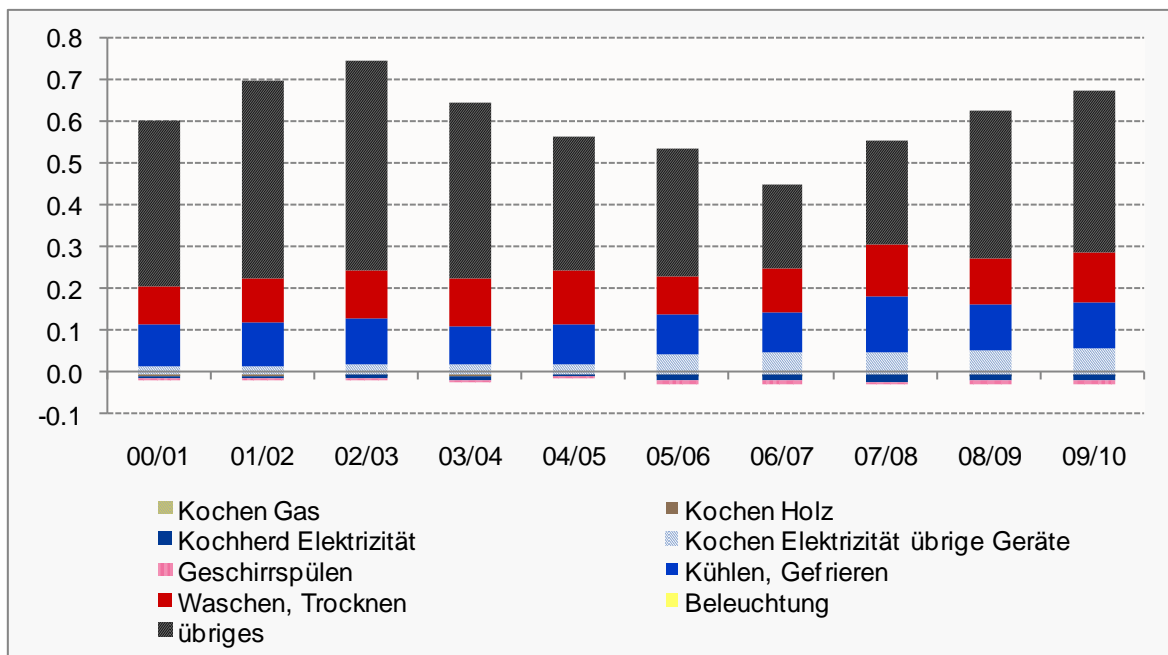
Im Bereich Raumwärme ergeben sich die strukturellen Einflüsse aus den „übrigen strukturellen Einflüssen auf den spezifischen Heizwärmebedarf“. Das sind die Effekte auf den Heizwärmebedarf (Nutzenergie), die nicht auf die Verbesserung des Heizwärmeleis-

tungsbedarfs zurückzuführen sind.¹⁰ Bei den „übrigen strukturellen Einflüssen auf den spezifischen Heizwärmebedarf“ spielen die Differenzierung bewohnt/nicht bewohnt und die Gebäudetypen (EZFH/MFH/NWG) eine Rolle. Nicht bewohnte Wohnungen weisen geringere Nutzungsintensitäten (Vollbenutzungsstunden) auf als bewohnte Wohnungen. Bewohner in Ein- und Zweifamilienhäusern zeigen 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 geringer Bedeutung.

Im Bereich Warmwasser ergeben sich die Struktureffekte aus dem Effekt der Veränderung der energieträgerspezifischen 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 Elektrogeräten 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 beläuft sich im Mittel der Jahre 2000 bis 2010 auf rund 0,5 PJ.

Abbildung 5.24: Übrige Verbrauchseffekte im Bereich Kochen und Elektrogeräte 2000/01 bis 2009/10 nach Gerätekategorien, in PJ



¹⁰ 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.

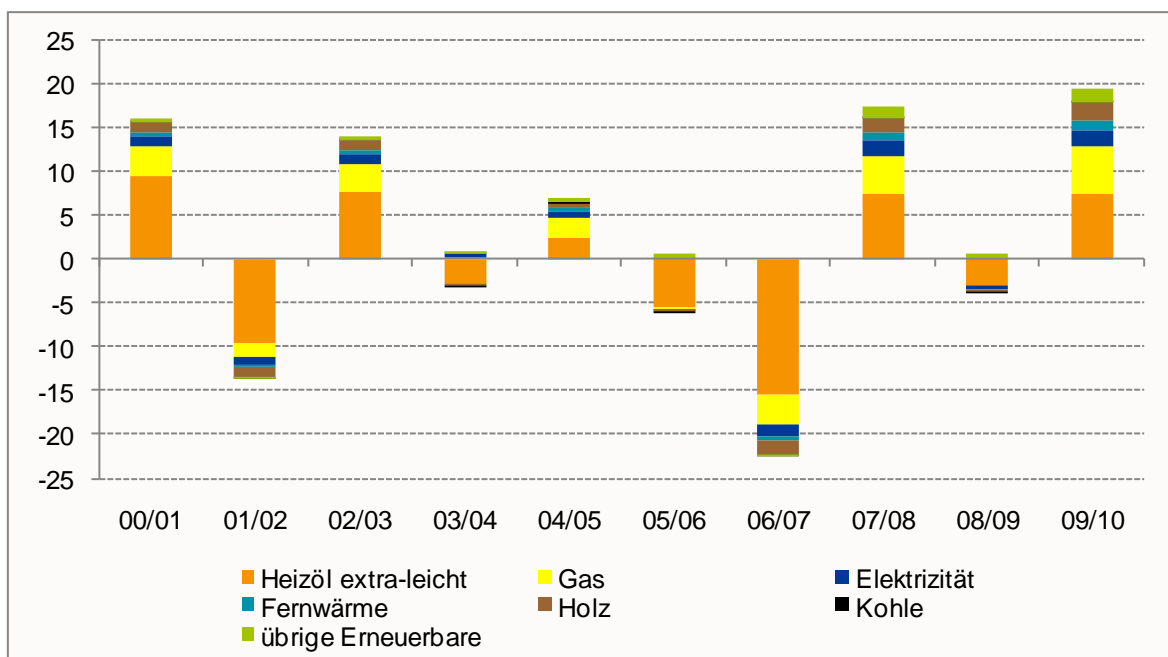
Aufgrund der partialanalytischen Vorgehensweise bei der Ermittlung der Effekte der Bestimmungsfaktoren ergeben sich Residuen, sogenannte Joint-Effekte oder Nichtlinearitäten. Diese Joint-Effekte sind in allen Anwendungsbereichen sehr klein im Verhältnis zu den jeweiligen Gesamteffekten. Sie üben deshalb keinen wesentlichen Einfluss auf das Gesamtergebnis aus (vgl. Abbildung 5.9).

5.1.7 Effekte nach Verwendungszwecken insgesamt

Nachstehend sind die Gesamtveränderungen des jährlichen Energieverbrauchs nach den Verwendungszwecken Raumwärme, Warmwasser sowie Kochen und Elektro-Geräte dargestellt. Die Gesamtveränderungen entsprechen den summierten Effekten der in den Kapiteln 5.1.2 bis 5.1.6 einzeln aufgeführten Effekte.

Der Raumwärmebereich wird dominiert durch den Witterungseinfluss (Abbildung 5.25). 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. Der witterungsbereinigte Raumwärmeverbrauch zeigt in der Periode 2000 bis 2010 einen Verbrauchsrückgang von 1,6 PJ (-0,8 %; vgl. Tabelle 4.5 in Kapitel 4.2)

Abbildung 5.25: Veränderung Raumwärme insgesamt 2000/01 bis 2009/10 nach Energieträgern, in PJ



Im Warmwasserbereich sind die jährlichen Veränderungen vergleichsweise klein. In einzelnen Jahren zeigt sich ein Verbrauchsrückgang. Per Saldo ergibt sich für den Zeitraum 2000 bis 2010 jedoch eine geringe Verbrauchszunahme (+0,16 PJ; +0,5 %). (Abbildung 5.26).

Abbildung 5.26: Veränderung Warmwasser insgesamt 2000/01 bis 2009/10 nach Energieträgern, in PJ

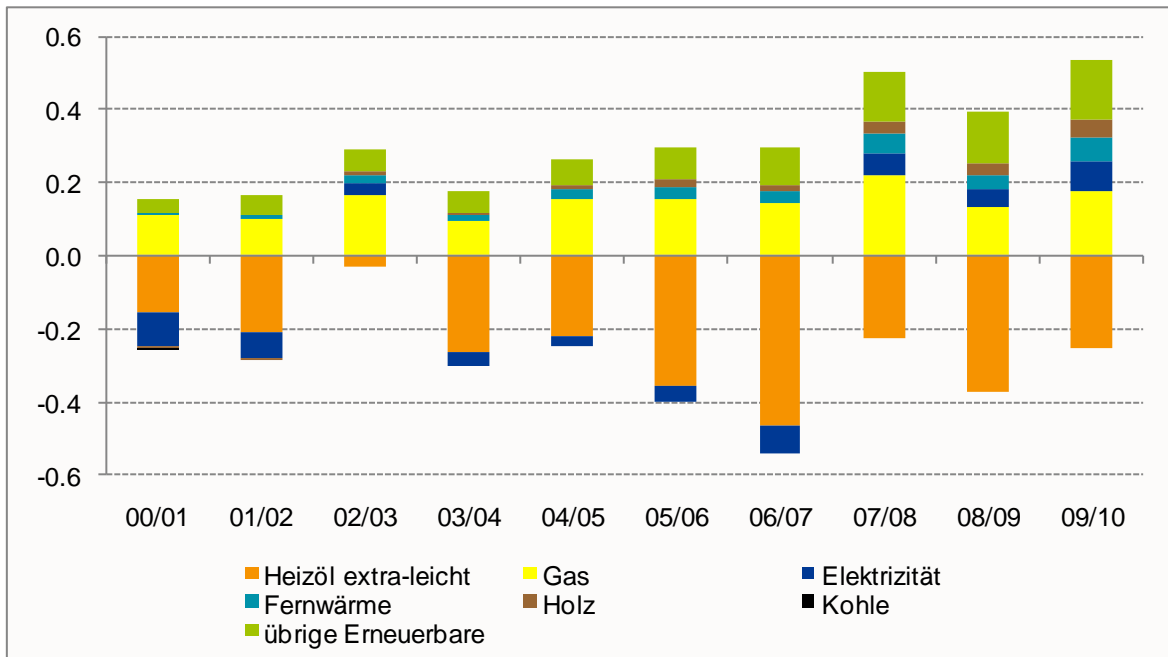
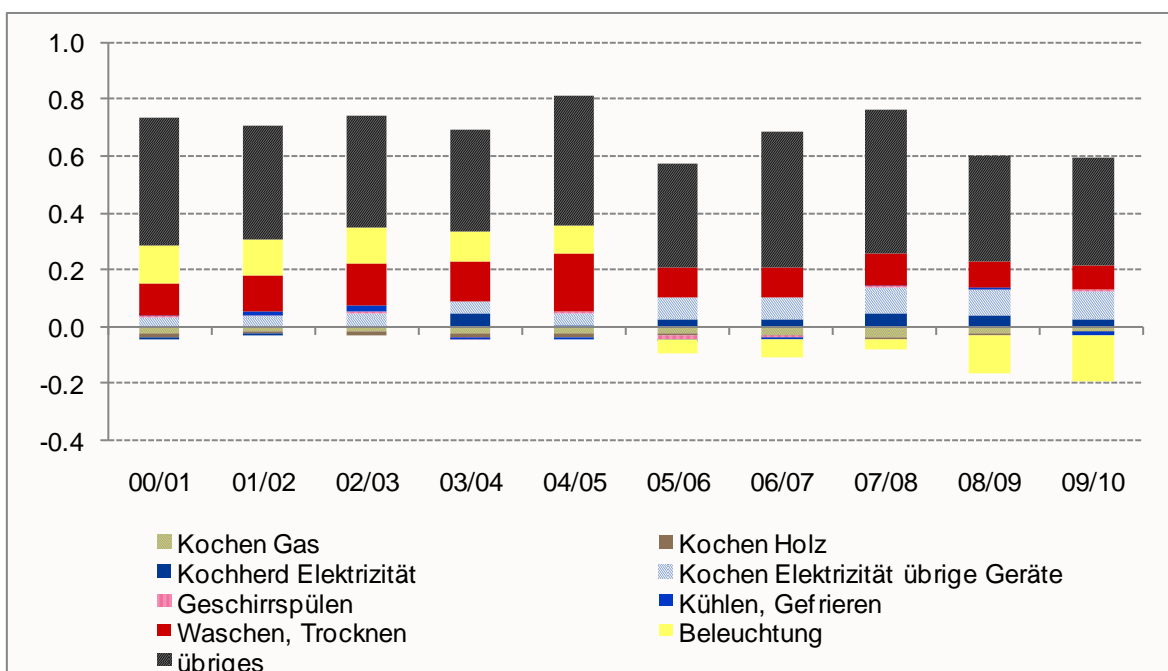


Abbildung 5.27: Veränderung im Bereich Kochen und Elektrogeräte insgesamt 2000/01 bis 2009/10 nach Gerätekategorien, in PJ



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). Gegenüber 2000 zeigen sich einzig bei Kochen mit Gas oder Holz geringe Verbrauchsreduktionen. Die Verbräuche für Geschirrspülen und Kühlen und Gefrieren sind annähernd konstant geblieben, bei der Beleuchtung zeigt sich ab 2006 ein Rückgang.

6 Literatur

BAFU (2011). Erhebung der CO₂-Abgabe: <http://www.bafu.admin.ch/co2-abgabe/05179/05314/index.html?lang=de>

Basler und Hofmann AG (2011). Vorabauszüge aus: Schweizerische Holzenergiestatistik. Erhebung für das Jahr 2010. Im Auftrag Bundesamtes für Energie (BFE), Bern

BFE (2011). Schweizerische Gesamtenergiestatistik 2010. Bundesamt für Energie (BFE), Bern

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

BFS (2010). IKT-Ausstattung der Haushalte. Bundesamt für Statistik (BFS), Neuenburg

BFS (2011). GWS - Gebäude- und Wohnungsstatistik 2009. Bundesamt für Statistik (BFS), Neuenburg

GebäudeKlima Schweiz (2011). Absatzstatistiken 2002 bis 2010. Produktsegmente Oel, Gas, Wärmepumpen, Wassererwärmer

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