

Der Energieverbrauch der Privaten Haushalte 2000 - 2015

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

Auftraggeber
Bundesamt für Energie
(BFE), Bern

Ansprechpartner
Prognos AG
Andreas Kemmler

Basel, 27.10.2016

Das Unternehmen im Überblick**Geschäftsführer**

Christian Böllhoff

Präsident des Verwaltungsrates

Gunter Blickle

Handelsregisternummer

Berlin HRB 87447 B

Rechtsform

Aktiengesellschaft nach schweizerischem Recht

Gründungsjahr

1959

Tätigkeit

Die Prognos AG berät europaweit Entscheidungsträger aus Politik, Wirtschaft und Gesellschaft. Auf Basis neutraler Analysen und fundierter Prognosen entwickeln wir praxisnahe Entscheidungsgrundlagen und Zukunftsstrategien für Unternehmen, öffentliche Auftraggeber sowie internationale Organisationen.

Arbeitssprachen

Deutsch, Englisch, Französisch

Hauptsitz

Prognos AG
Henric Petri-Str. 9
4010 Basel | Schweiz
Telefon +41 61 3273-310
Telefax +41 61 3273-300

Prognos AG
Domshof 21
28195 Bremen | Deutschland
Telefon +49 421 517046-510
Telefax +49 421 517046-528

Prognos AG
Schwanenmarkt 21
40213 Düsseldorf | Deutschland
Telefon +49 211 91316-110
Telefax +49 211 91316-141

Prognos AG
Nymphenburger Str. 14
80335 München | Deutschland
Telefon +49 89 9541586-710
Telefax +49 89 9541586-719

Internet

info@prognos.com
www.prognos.com

Weitere Standorte

Prognos AG
Goethestr. 85
10623 Berlin | Deutschland
Telefon +49 30 520059-210
Telefax +49 30 520059-201

Prognos AG
Science 14 Atrium; Rue de la Science 14b
1040 Brüssel | Belgien
Telefon +32 2808-7209
Telefax +32 2808-8464

Prognos AG
Schnewlinstr. 6
79098 Freiburg | Deutschland
Telefon +49 761 7661164-810
Telefax +49 761 7661164-820

Prognos AG
Rotebühlplatz 9
70178 Stuttgart | Deutschland
Telefon +49 711 3209-610
Telefax +49 711 3209-609

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis	II
Abbildungsverzeichnis	III
Kurzfassung	1
Résumé	6
1 Aufgabenstellung	11
2 Vorgehen und Datengrundlagen	13
2.1 Bestimmung der modellierten Verbrauchsentwicklung	13
2.2 Bestimmung der Verwendungszwecke	16
2.3 Berechnung der Bestimmungsfaktoren	17
3 Statistische Ausgangslage	22
3.1 Entwicklung des Endenergieverbrauchs der Privaten Haushalte 2000 bis 2015	22
3.2 Entwicklung der Rahmenbedingungen	26
4 Analyse der Verbrauchsentwicklung 2000 bis 2015 nach Verwendungszwecken	31
4.1 Überblick über die Verwendungszwecke	31
4.2 Raumwärme	35
4.3 Warmwasser	40
4.4 Kochen, inkl. Geschirrspülen	43
4.5 Übrige Elektrogeräte	44
4.6 Vergleich zwischen Haushaltsmodell und Gesamtenergiestatistik	48
5 Analyse der Ursachen der Verbrauchsentwicklung 2000 bis 2015	50
5.1 Die Verbrauchsentwicklung 2000 bis 2015	51
5.1.1 Die Entwicklung insgesamt – alle Verwendungszwecke	51
5.1.2 Der Einfluss der Witterung nach Verwendungszwecken	61
5.1.3 Der Einfluss der Mengeneffekte nach Verwendungszwecken	63
5.1.4 Der Einfluss der Substitutionseffekte nach Verwendungszwecken (inkl. übrige strukturelle Mengeneffekte)	65
5.1.5 Der Einfluss von Technik und Politik nach Verwendungszwecken	68
5.1.6 Struktureffekte nach Verwendungszwecken	72
5.1.7 Effekte nach Verwendungszwecken insgesamt	73
6 Literatur	76

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1:	Verwendetes Disaggregationsniveau zur Berechnung der Bestimmungsfaktoren	21
Tabelle 3-1:	Endenergieverbrauch der Privaten Haushalte 2000 bis 2015 nach Energieträgern, in PJ	22
Tabelle 3-2:	Entwicklung wichtiger Einflussfaktoren auf den Energieverbrauch im Zeitraum 2000 bis 2015	27
Tabelle 4-1:	Private Haushalte: Energieverbrauch 2000 bis 2015 nach Verwendungszwecken, in PJ	32
Tabelle 4-2:	Brennstoffverbrauch, inkl. Fern-, Umwelt- und Solarwärme, 2000 bis 2015 nach Verwendungszwecken, in PJ	34
Tabelle 4-3:	Elektrizitätsverbrauch 2000 bis 2015 nach Verwendungszwecken, in PJ (Raumwärme inkl. mobiler Kleinheizgeräte)	34
Tabelle 4-4:	Raumwärmeverbrauch der Privaten Haushalte 2000 bis 2015 nach Energieträgern, in PJ, mit Witterungseinfluss (inkl. mobiler Kleinheizgeräte, ohne Zweit- und Ferienwohnungen)	36
Tabelle 4-5:	Raumwärmeverbrauch der Privaten Haushalte 2000 bis 2015 nach Energieträgern, in PJ, witterungsbereinigt (inkl. mobiler Kleinheizgeräte, ohne Zweit- und Ferienwohnungen)	37
Tabelle 4-6:	Entwicklung der Energiebezugsfläche nach Heizsystemen und Energieträgern in Mio. m ² EBF (inklusive Leerwohnungen, ohne Zweit- und Ferienwohnungen).	39
Tabelle 4-7:	Endenergieverbrauch für Warmwasser 2000 bis 2015 nach Energieträgern, in PJ, mit Witterungseinfluss	40
Tabelle 4-8:	Versorgungsstruktur Warmwasser: Versorgte Einwohner nach Energieträgern und Warmwassersystemen 2000 bis 2015, in Tsd.	42
Tabelle 4-9:	Geschätzte mittlere Nutzungsgrade 2000 bis 2015 nach Energieträgern und Warmwassersystemen, in Prozent und Veränderung in Prozentpunkten (UWW: Umweltwärme)	43
Tabelle 4-10:	Endenergieverbrauch für Kochherde, elektrische Kochhilfen und Geschirrspüler, 2000 bis 2015, in PJ	44
Tabelle 4-11:	Verbrauch von Elektrogeräten, 2000 bis 2015, in PJ	46

Tabelle 4-12:	Relevante Geräte-Mengenkomponenten 2000 bis 2015, ohne Anteile des Dienstleistungssektors	47
Tabelle 4-13:	Endenergieverbrauch der Privaten Haushalte 2000 bis 2015 in der Abgrenzung der Energiestatistik, in PJ (Modell-ergebnisse mit Witterungseinfluss) in PJ	49
Tabelle 4-14:	Vergleich Modellergebnis und Gesamtenergiestatistik, 2000 bis 2015, in PJ und Abweichungen in %	49
Tabelle 5-1:	Die Veränderung des Energieverbrauchs 2000 bis 2015 nach Bestimmungsfaktoren und Energieträgern, in PJ	51

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 3-1:	Veränderung des Endenergieverbrauchs der Privaten Haushalte zwischen 2000 und 2015 nach Energieträgern, in PJ	24
Abbildung 3-2:	Prozentuale Veränderung des Endenergieverbrauchs der Privaten Haushalte zwischen 2000 und 2015 nach Energieträgern, in %	24
Abbildung 3-3:	Veränderung des Anteils der Energieträger am Verbrauch der Privaten Haushalte, 2015 gegenüber 2000, in Prozent-Punkten	25
Abbildung 3-4:	Energieverbrauchsstruktur der Privaten Haushalte, nach Energieträgern im Jahr 2015	26
Abbildung 3-5:	Entwicklung zentraler Einflussfaktoren, Indices mit Basisjahr 2000 (=100)	28
Abbildung 3-6:	Reale Preisentwicklung von Strom, Heizöl, Erdgas, Holz und Fernwärme sowie die Entwicklung des Konsumentenpreisindex (LIK), Indices mit Basisjahr 2000 (=100)	29
Abbildung 4-1:	Anteile der unterschiedenen Verwendungszwecke am Endenergieverbrauch der Privaten Haushalte im Jahr 2015	33
Abbildung 4-2:	Veränderung des Anteils der Verwendungszwecke am Verbrauch der Privaten Haushalte, 2015 gegenüber 2000, in Prozent-Punkten	33
Abbildung 4-3:	Anteile der unterschiedenen Verwendungszwecke am Stromverbrauch der Privaten Haushalte im Jahr 2015	35
Abbildung 4-4:	Anteile der Energieträger am Raumwärmeverbrauch, im Jahr 2015 (witterungsbereinigte Werte)	38

Abbildung 4-5:	Anteile der Energieträger am Warmwasserverbrauch im Jahr 2015	41
Abbildung 5-1:	Die Veränderung des Energieverbrauchs 2000 bis 2015 nach Bestimmungsfaktoren und Energieträgern, in PJ (T/P: Technik und Politikeffekte)	52
Abbildung 5-2:	Jährliche Witterungseffekte 2000/01 bis 2014/15 nach Energieträgern, in PJ	53
Abbildung 5-3:	Mengeneffekte 2000/01 bis 2014/15 nach Energieträgern, in PJ	54
Abbildung 5-4:	Substitutionseffekte 2000/01 bis 2014/15 nach Energieträgern, in PJ	55
Abbildung 5-5:	Technik- und Politikeffekte in Gebäuden 2000/01 bis 2014/15 nach Energieträgern, in PJ	56
Abbildung 5-6:	Technik- und Politikeffekte bei Heizungs- und Warmwasseranlagen 2000/01 bis 2014/15 nach Energieträgern, in PJ	57
Abbildung 5-7:	Technik- und Politikeffekte Geräte 2000/01 bis 2014/15, Elektrizität, in PJ	58
Abbildung 5-8:	Strukturelle Effekte 2000/01 bis 2014/15 nach Energieträgern, in PJ	59
Abbildung 5-9:	Joint-Effekte 2000/01 bis 2014/15 nach Energieträgern, in PJ	59
Abbildung 5-10:	Summe der Effekte aller Bestimmungsfaktoren 2000/01 bis 2014/15 nach Energieträgern, in PJ	60
Abbildung 5-11:	Summierte Effekte der Bestimmungsfaktoren ohne Witterungseffekt 2000/01 bis 2014/15 nach Energieträgern, in PJ	61
Abbildung 5-12:	Witterungseffekte Raumwärme 2000/01 bis 2014/15 nach Energieträgern, in PJ	62
Abbildung 5-13:	Witterungseffekte Warmwasser 2000/01 bis 2014/15 nach Energieträgern, in PJ	62
Abbildung 5-14:	Mengeneffekte Raumwärme 2000/01 bis 2014/15 nach Energieträgern, in PJ	63
Abbildung 5-15:	Mengeneffekte Warmwasser 2000/01 bis 2014/15 nach Energieträgern, in PJ	64

Abbildung 5-16:	Mengeneffekte Kochen, Beleuchtung und Elektrogeräte 2000/01 bis 2014/15 nach Gerätekategorien, in PJ	65
Abbildung 5-17:	Substitutionseffekte Raumwärme 2000/01 bis 2014/15 nach Energieträgern, in PJ	66
Abbildung 5-18:	Substitutionseffekte Warmwasser 2000/01 bis 2014/15 nach Energieträgern, in PJ	67
Abbildung 5-19:	Substitutionseffekte und übrige strukturelle Mengeneffekte im Bereich Kochen, Beleuchtung und Elektrogeräte 2000/01 bis 2014/15 nach Gerätekategorien, in PJ	68
Abbildung 5-20:	Effekte Gebäudequalität (Heizwärmeleistungsbedarf) 2000/01 bis 2014/15 nach Energieträgern, in PJ	69
Abbildung 5-21:	Nutzungsgradeffekte Raumwärme 2000/01 bis 2014/15 nach Energieträgern, in PJ	70
Abbildung 5-22:	Nutzungsgradeffekte Warmwasser 2000/01 bis 2014/15 nach Energieträgern, in PJ	71
Abbildung 5-23:	Technik- und Politikeffekte im Bereich Kochen, Beleuchtung und Elektrogeräte 2000/01 bis 2014/15 nach Gerätekategorien, in PJ	71
Abbildung 5-24:	Übrige Verbrauchseffekte im Bereich Kochen, Beleuchtung und Elektrogeräte 2000/01 bis 2014/15 nach Gerätekategorien, in PJ	73
Abbildung 5-25:	Veränderung Raumwärme insgesamt 2000/01 bis 2014/15 nach Energieträgern, in PJ	74
Abbildung 5-26:	Veränderung Warmwasser insgesamt 2000/01 bis 2014/15 nach Energieträgern, in PJ	74
Abbildung 5-27:	Veränderung im Bereich Kochen und Elektrogeräte insgesamt 2000/01 bis 2014/15 nach Gerätekategorien, in PJ	75

Kurzfassung

In der Ex-Post-Analyse wird zum einen der inländische Endenergieverbrauch nach aussagekräftigen Verwendungszwecken aufgeteilt, zudem wird die Entwicklung des Energieverbrauchs in Beziehung zu den Veränderungen seiner wichtigsten Bestimmungsfaktoren gesetzt. In diesem Teilbericht werden die Ergebnisse des Sektors Private Haushalte beschrieben.

Die Aufteilung des Energieverbrauchs nach Verwendungszwecken erfolgt auf Basis eines Bottom-Up-Modells. Unterschieden werden die Verwendungszwecke Raumwärme, Warmwasser, Kochen, Beleuchtung, Klima, Lüftung und Haustechnik, Unterhaltung, Information und Kommunikation, Waschen und Trocknen, Kühlen und Gefrieren sowie übrige Elektrogeräteanwendungen. Innerhalb dieser übergeordneten Verwendungszwecke werden im Modell weitere Aufteilungen vorgenommen. Dies erlaubt es auf möglichst disaggregierter Ebene das Zusammenwirken von Mengenkomponenten und spezifischen Verbrauchskomponenten abzubilden. Dazu werden die Bestände von Anlagen, Gebäuden und elektrischen Geräten möglichst detailliert erfasst. Anschliessend wird mittels des Bottom-Up-Modells eine funktionale Beziehung zu den Verbrauchsdaten der Gesamtenergiestatistik (GEST) hergestellt. Mit anderen Worten, der in der Gesamtenergiestatistik ausgewiesene Endenergieverbrauch wird modellbasiert nach Verwendungszwecken gegliedert und in Form von Zeitreihen von 2000 bis 2015 präsentiert. Die Verbrauchsangaben sind jedoch nicht exakt auf die Gesamtenergiestatistik kalibriert.

Gemäss dem Bottom-Up-Modell hat der Energieverbrauch im Sektor Private Haushalte in den Jahren 2000 bis 2015 um 8.6 PJ abgenommen (-3.6 %; gemäss Energiestatistik -3.9 PJ, -1.6 %). Der Rückgang ist hauptsächlich auf den Verbrauchsrückgang für Raumwärme zurückzuführen (-13.1 PJ, -7.8 %). Leicht abgenommen haben im Betrachtungszeitraum 2000 bis 2015 auch die Verbräuche für die Beleuchtung (-1.7 PJ), Unterhaltung, Information und Kommunikation (-0.7 PJ), Gefrieren und Kühlen (-0.7 PJ) und Warmwasser (-0.4 PJ). Dem gegenüber stehen Verbrauchszunahmen bei den Verwendungszwecken Waschen und Trocknen (+2.4 PJ), Klima, Lüftung und Haustechnik (+0.8 PJ) und bei den „sonstigen Elektrogeräten“ (+4 PJ).

Im Jahr 2015 entfielen über zwei Drittel des Energieverbrauchs auf die Raumwärme (67.4 %, 154.4 PJ). Wird der witterungsbereinigte Verbrauch betrachtet, zeigt sich im Zeitverlauf eine Abnahme des Anteils der Raumwärme am Gesamtverbrauch von 72.6 % im Jahr 2000 auf 70 % im Jahr 2015. Mit einem Anteil von 13.9 % (31.9 PJ) im Jahr 2015 besass auch die Bereitstellung von Warmwasser eine grosse Bedeutung. Die übrigen Verwendungszwecke wiesen vergleichsweise geringe Verbrauchsanteile auf (<5 %).

Der Verbrauch für Waschen und Trocknen hat sich im Zeitraum 2000 bis 2015 erhöht, der Anteil am Sektorverbrauch ist um 1.1 %-Punkte auf 2.2 % gestiegen. Erhöht hat sich auch der Anteil der sonstigen Elektrogeräte, von 1.9 % im Jahr 2000 auf 3.8 % in 2015. Die Verbrauchsanteile der übrigen Verwendungszwecke haben sich im Zeitraum 2000 bis 2015 nicht wesentlich verändert (<1 %-Punkt).

Tabelle 0-1: Private Haushalte: Energieverbrauch 2000 bis 2015 nach Verwendungszwecken, in PJ

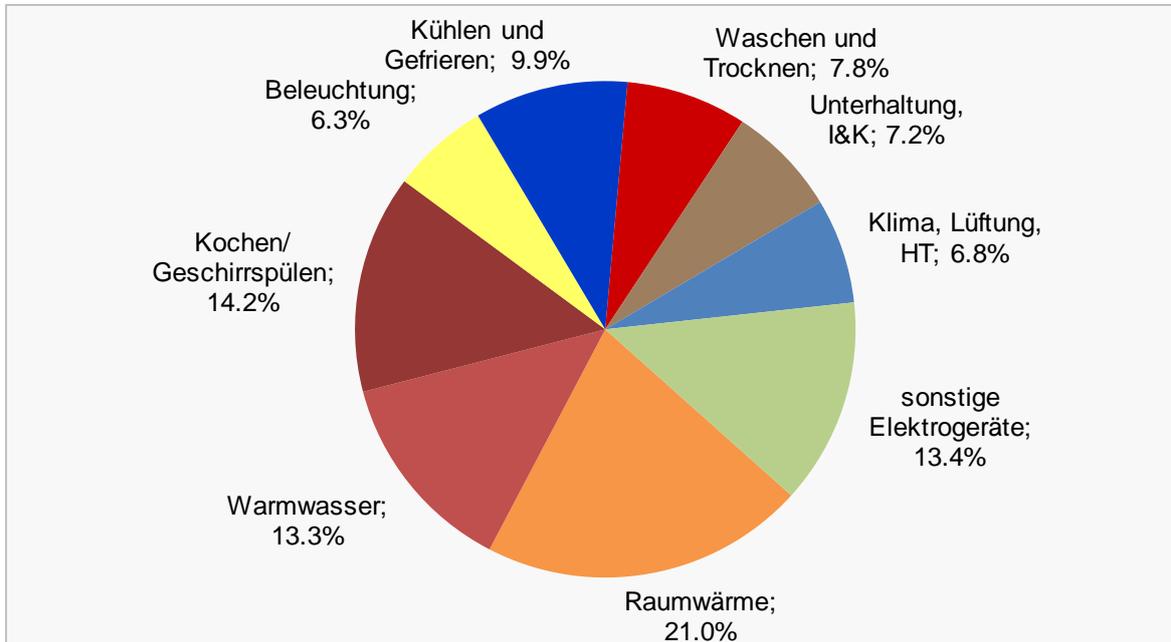
	2000	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Δ '00-'15
Raumwärme	167.5	192.2	149.0	168.1	185.5	139.7	154.4	-7.8%
Warmwasser	32.3	32.2	31.6	31.9	32.2	31.7	31.9	-1.2%
Klima, Lüftung, HT	3.6	4.4	3.8	4.2	4.7	3.9	4.4	+21.9%
Unterhaltung, I&K	5.4	5.5	5.3	5.1	5.0	4.8	4.6	-13.2%
Kochen/Geschirrspülen	8.8	9.3	9.3	9.3	9.4	9.5	9.6	+8.8%
Beleuchtung	5.7	5.7	5.4	5.1	4.9	4.5	4.1	-28.9%
Waschen & Trocknen	2.6	4.9	5.0	5.1	5.1	5.1	5.0	+93.1%
Gefrieren & Kühlen	7.1	6.9	6.8	6.7	6.6	6.5	6.4	-10.2%
Sonstige Elektrogeräte	4.6	7.1	7.3	7.7	8.0	8.3	8.6	+86.8%
Summe	237.7	268.2	223.4	243.4	261.3	214.2	229.1	-3.6%

HT: Haustechnik, I&K: Information und Kommunikation

Quelle: Prognos 2016

Elektrizität weist ein breites Einsatz- bzw. Verwendungsspektrum auf. Am meisten Strom wurde in 2015 zur Erzeugung von Raumwärme aufgewendet (21 %). Von grosser Bedeutung waren auch das Warmwasser (13.3 %) und Kochen (Elektro-Kochherde, Geschirrspüler und elektrische Kochhilfen; 14.2 %). Die Beleuchtung benötigte noch 6.3 % des Stromverbrauchs der Haushalte (2000: 10 %). Für Unterhaltung, Information und Kommunikation wurden im Jahr 2015 7.2 % des Verbrauchs verwendet (2000: 9.3 %). Der Verbrauchsanteil der sonstigen Elektrogeräte ist von 8 % im Jahr 2000 auf 13.4 % im Jahr 2015 gestiegen.

Abbildung 0-1: Anteile der unterschiedenen Verwendungszwecke am Stromverbrauch der Privaten Haushalte im Jahr 2015



HT: Haustechnik, I&K: Information und Kommunikation

Quelle: Prognos 2016

In der Analyse nach Bestimmungsfaktoren wird mit dem Bottom-Up-Modell die Veränderung des Energieverbrauchs nach Energieträgern mit der Entwicklung seiner wichtigsten Bestimmungsfaktoren korreliert und zerlegt. Als Ursachenkomplexe werden Mengeneffekte (u.a. Bevölkerung, Wohnfläche), Witterung, Substitution, Strukturänderungen, technischer Fortschritt und politische Massnahmen berücksichtigt. Im Bereich der klimatischen, ökonomischen und energiepolitischen Rahmenbedingungen wirkten sich in der Zeitperiode 2000 bis 2015 insbesondere folgende Determinanten aus:

- Die mittlere Wohnbevölkerung stieg um 14.2 % an. Die Energiebezugsfläche in Wohngebäuden wuchs insgesamt um 25.8 %. Das Bruttoinlandsprodukt hat sich um 29.4 % erhöht. Diese Mengeneffekte führten – für sich genommen – alle zu einem höheren Energieverbrauch.
- Die realen Energiepreise entwickelten sich uneinheitlich. Der Strompreis lag 2015 auf einem vergleichbaren Niveau wie im Jahr 2000 (+0.6%). Die Preise der übrigen Energieträger sind im Zeitraum 2000 bis 2015 zum Teil deutlich angestiegen: Heizöl +36.5 %, Erdgas +50.7 %, Fernwärme +39.3 %, Energieholz +18 %.
- Das Jahr 2015 war vergleichsweise warm. Die Zahl an Heizgradtagen (HGT) lag mit 3'075 um 4.8% unter dem Mittel des

Betrachtungszeitraums 2000 bis 2015 mit 3'231 Heizgradtagen. Im Vergleich zum sehr warmen Vorjahr 2014 war die Zahl an HGT jedoch um 10.5% höher. Die Zahl der Kühlgradtage (CDD) war hingegen in 2015 um 76.1 % höher als im Mittel der Jahre 2000 bis 2015 und gar um über 215 % höher als in 2014. Die Solarstrahlungsmenge lag um 12.7 % über der Strahlungsmenge in 2000.

Der Endenergieverbrauch des Sektors Private Haushalte hat gemäss dem Bottom-Up-Modell um 8.6 PJ abgenommen (-3.6 %). Dabei bildeten die Mengeneffekte den stärksten verbrauchstreibenden Faktor, sie erhöhten den Verbrauch um 54.7 PJ. Der Einflussbereich Technik und Politik wirkte verbrauchsseitig den Mengeneffekten entgegen: Qualität der Gebäudehülle -27.2 PJ, Qualität Anlagen -14.5 PJ und Qualität der Geräte -16.4 PJ. Insgesamt übertrafen die reduzierenden Effekte durch Technik und Politik (-58.1 PJ) den Mengeneffekt. Dämpfend auf den Verbrauch wirkte auch die Substitution (-10.8 PJ). Hingegen erhöhten die Struktureffekte den Verbrauch (+9.9 PJ), insbesondere im Bereich Elektrogeräte. Die Witterung spielt im Allgemeinen in der mittel- bis längerfristigen Betrachtung eine geringe Rolle, da sich die jährlichen Effekte gegenseitig weitgehend kompensieren. Im Vergleich des Jahres 2015 gegenüber dem Jahr 2000 zeigt sich ein Witterungseffekt von -3.6 PJ. Bereinigt um diesen Witterungseffekt ergibt sich im Zeitraum 2000 bis 2015 gemäss dem Modell eine Reduktion des Energieverbrauchs um 5 PJ.

Tabelle 0-2: Die Veränderung des Energieverbrauchs 2000 bis 2015 nach Bestimmungsfaktoren und Energieträgern, in PJ

	Witterungseffekte	Mengeneffekte	Substitutionseffekte	Technik / Politik Qualität Bauten	Technik / Politik Qualität Anlagen	Technik / Politik Qualität Geräte	übrige erklärte strukt. Effekte	Joint-Effekte	Summe Modell	Gesamtenergiestatistik
Heizöl extra-leicht	-0.5	21.9	-37.0	-12.4	-8.5	0.0	0.1	0.4	-36.1	-37.0
Erdgas	-1.2	8.4	13.4	-5.9	-4.5	0.0	-0.2	-0.3	9.6	9.8
Elektrizität	-0.6	17.8	-0.4	-2.6	0.0	-16.3	9.7	-0.7	6.9	10.9
Fernwärme	-0.2	1.3	2.5	-1.3	-0.1	0.0	-0.1	-0.1	2.1	2.4
Holz	-0.5	3.8	0.4	-2.6	-0.9	0.0	0.3	-0.4	0.0	0.0
Kohle	0.0	0.1	-0.2	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.2	0.3
übrige Erneuerbare	-0.5	1.4	10.5	-2.3	-0.4	0.0	0.1	0.4	9.0	9.6
Summe	-3.6	54.7	-10.8	-27.2	-14.5	-16.4	9.9	-0.8	-8.6	-3.9

Quelle: Prognos 2016

Der Verbrauch an fossilen Brennstoffen ist gemäss dem Modell gegenüber dem Jahr 2000 um 26.7 PJ gesunken (-17 %). Die einzelnen fossilen Brennstoffe entwickelten sich unterschiedlich. Sehr

stark abgenommen hat der Verbrauch an Heizöl (-36.1 PJ; -31 %), hauptsächlich aufgrund der Einflussfaktoren Substitution (-37.0 PJ) sowie Technik und Politik (-21 PJ), während die Mengeneffekte (+21.9 PJ) der Verbrauchsabnahme entgegenwirkten. Im Gegensatz zum Heizöl hat sich die Nutzung von Erdgas ausgeweitet (+9.6 PJ; +27 %). Die Zunahme ist vorwiegend auf die Mengeneffekte (+8.4 PJ) und die Substitution (+13.4 PJ) zurückzuführen. Der seit den 1990er-Jahren beobachtete Trend „weg vom Heizöl und hin zum Erdgas“ setzte sich auch in den Jahren nach 2000 fort. Technik und Politik wirkten dem Anstieg entgegen und reduzierten den Erdgasverbrauch für sich genommen (-10.4 PJ).

Zugenommen hat die Bedeutung der Elektrizität, deren Verbrauch im Zeitraum 2000 bis 2015 gemäss der Gesamtenergiestatistik um 10.9 PJ angestiegen ist (gemäss Modell um 6.9 PJ). Die Zunahme ist den Mengeneffekten (+17.8 PJ) und den Struktureffekten (+9.7 PJ) zuzuschreiben. Die reduzierenden Effekte durch Technik und Politik dämpften die Verbrauchszunahme um 18.9 PJ. Die Substitution hatte insgesamt nur einen geringen Einfluss auf die Verbrauchsentwicklung von Strom: Die konventionellen elektrischen Widerstandsheizungen waren Substitutionsverlierer, die elektrischen Wärmepumpen Substitutionsgewinner.

Der Verbrauch von Holz lag in 2015 annähernd auf dem Niveau des Jahres 2000. Die Verwendung der erneuerbaren Energieträger Solar- und Umweltwärme hat sich zwischen 2000 und 2015 gemäss Gesamtenergiestatistik um 9.6 PJ ausgeweitet (gemäss Modell +9.0 PJ). Dieser Anstieg ist überwiegend auf die Substitution (+10.5 PJ) zurückzuführen. Erhöht hat sich auch die Nutzung von Fernwärme (+2.4 PJ gemäss Gesamtenergiestatistik). Die Zunahme ist hauptsächlich in den Mengeneffekten (+1.3 PJ) und der Substitution (+2.5 PJ) begründet, während die Effekte von Technik und Politik dem Verbrauchsanstieg entgegengewirkt haben.

Résumé

Dans l'analyse ex-post, la demande intérieure d'énergie finale a été décomposée selon des applications pertinentes. De plus, l'évolution de la demande énergétique a été mise en relation avec les changements affectant ses facteurs déterminants. Cette partie du rapport décrit les résultats obtenus pour le secteur des ménages.

La ventilation de la demande d'énergie selon les applications s'effectue à partir d'un modèle ascendant (« bottom-up »). On distingue les applications suivantes : chauffage des locaux, eau chaude, cuisson, éclairage, climatisation, ventilation et installations techniques, médias de divertissement, information et communication, lavage et séchage, réfrigération et congélation, ainsi que l'usage des appareils électriques. Ces catégories principales font l'objet d'une décomposition plus approfondie dans le modèle. Ceci permet d'appréhender les interactions des composantes de quantité et des composantes spécifiques de consommation au niveau le plus désagrégé possible. Dans ce but, les parcs des installations et bâtiments ainsi que le stock des appareils électriques sont répertoriés de la manière la plus détaillée possible. Par la suite, une relation fonctionnelle avec les données de consommation issues de la Statistique globale de l'énergie a été établie au moyen d'un modèle bottom-up. Autrement dit, la consommation énergétique indiquée dans la Statistique globale de l'énergie a été décomposée en applications à l'aide d'un modèle, et présentée sous forme de séries temporelles allant de 2000 à 2015. Cependant, les données de consommation ne sont pas exactement calibrées sur la Statistique globale de l'énergie.

Selon le modèle bottom-up, la consommation énergétique des ménages a diminué de 8.6 PJ dans les années 2000 à 2015 (-3.6 % ; selon les statistiques énergétiques -3.9 PJ, -1.6 %). Cette réduction est due essentiellement à une moindre consommation pour le chauffage des locaux (-13.1 PJ, -7.8 %). Dans la période considérée (2000 à 2015), d'autres applications ont accusé une consommation en recul : l'éclairage (-1.7 PJ), les médias de divertissement, l'information et la communication (-0.7 PJ), la réfrigération et la congélation (-0.7 PJ), et l'eau chaude (-0.4 PJ). Par contre, des hausses de consommations sont à noter pour le lavage et séchage (+2.4 PJ), la climatisation, la ventilation et les installations techniques (+0.8 PJ) et chez les « autres appareils électriques » (+4 PJ).

En 2015, plus de deux tiers de la consommation énergétique est attribuée au chauffage des locaux (67.4 %, 154.4 PJ). Avec 13.9 % de la consommation (31.9 PJ), la préparation d'eau chaude occupe une place significative. Les parts des autres applications dans la consommation sont comparativement faibles (< 5 %).

Si l'on considère la consommation corrigée des conditions météorologiques, la part du chauffage dans la consommation totale se réduit au cours du temps, de 72.6 % en 2000 à 70 % en 2015. La consommation pour le lavage et séchage a augmenté de 2.4 PJ entre 2000 et 2015. Sa part dans la consommation des ménages a augmenté de 1.1 points de pourcentage pour atteindre 2.2 %. La consommation des autres appareils électriques a nettement augmenté (+ 4 PJ), sa part est passée de 1.9 % à 3.8 %. Les parts des autres applications n'ont pas fondamentalement changé entre 2000 et 2015 (< 1 point de pourcentage).

Tableau 0-1: *Ménages: consommation énergétique de 2000 à 2015 selon les applications en PJ*

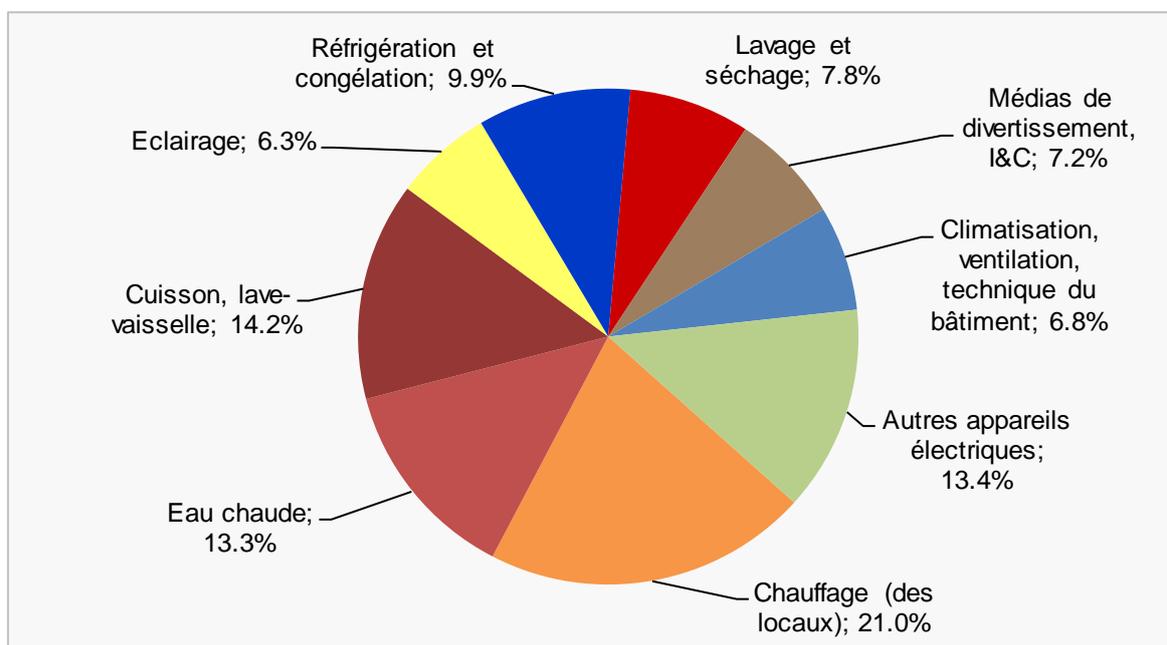
	2000	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Δ '00-'15
Chauffage (des locaux)	167.5	192.2	149.0	168.1	185.5	139.7	154.4	-7.8%
Eau chaude	32.3	32.2	31.6	31.9	32.2	31.7	31.9	-1.2%
Climatisation, ventilation, technique du bâtiment	3.6	4.4	3.8	4.2	4.7	3.9	4.4	+21.9%
Médias de divertissement, I&C	5.4	5.5	5.3	5.1	5.0	4.8	4.6	-13.2%
Cuisson, lave-vaisselle	8.8	9.3	9.3	9.3	9.4	9.5	9.6	+8.8%
Eclairage	5.7	5.7	5.4	5.1	4.9	4.5	4.1	-28.9%
Lavage & séchage	2.6	4.9	5.0	5.1	5.1	5.1	5.0	+93.1%
Réfrigération & congélation	7.1	6.9	6.8	6.7	6.6	6.5	6.4	-10.2%
Autres appareils électriques	4.6	7.1	7.3	7.7	8.0	8.3	8.6	+86.8%
Total	237.7	268.2	223.4	243.4	261.3	214.2	229.1	-3.6%

I&C: Information et communication

Source: Prognos 2016

L'électricité est consommée dans un large éventail d'applications et d'utilisations. En 2015, elle fut principalement consacrée au chauffage des locaux (21 %). L'eau chaude (13.3 %) et la cuisson (cuisinières électriques, lave-vaisselles et autres auxiliaires électriques de cuisine ; 14.2 %) sont deux consommatrices significatives d'électricité. L'éclairage a nécessité encore 6.3 % de la consommation électrique des ménages (2000 : 10 %). 7.2 % de la consommation est imputable aux médias de divertissement, information et communication en 2015 (2000 : 9.3 %). La part de la consommation des autres appareils électriques est en hausse et passe de 8 % en 2000 à 13.4 % en 2015.

Figure 0-1: Part des différentes applications dans la consommation électrique des ménages en 2015



I&C: Information et communication

Source: Prognos 2016

Dans l'analyse selon les facteurs déterminants, l'évolution de la consommation énergétique par agents énergétiques a été décomposée et corrélée au développement des facteurs déterminants majeurs à l'aide du modèle bottom-up. Parmi les facteurs expliquant l'évolution de la consommation figurent les effets de quantité (notamment démographie, surface habitable), les conditions météorologiques, la substitution, les changements structurels, le progrès technique et les mesures politiques. Dans le domaine des conditions climatiques, économiques et de politique énergétique, les facteurs suivants ont particulièrement impacté la consommation énergétique entre 2000 et 2015 :

- La population résidente moyenne a augmenté de 14.2 %. La surface de référence énergétique s'est agrandie de 25.8 % au total. Le produit intérieur brut s'est accru de 29.4 %. Les effets de quantité ont tous, pris individuellement, conduit à une plus grande consommation énergétique.
- Les prix réels des énergies ont évolué de manière inégale. Le prix de l'électricité en 2015 était à un niveau comparable à celui de 2000 (+0.6 %). Les prix des autres agents énergétiques ont en partie connu une nette hausse entre 2000 et 2015 : huile de chauffage +36.5 %, gaz naturel +50.7 %, chaleur à distance +39.3 %, bois-énergie +18 %.
- L'année 2015 a été comparativement chaude. Le nombre de degrés-jours de chauffage était de 3'075, soit 4.8 % au-dessous de la moyenne sur la période d'observation (2000 à

2015), qui s'élève à 3'231 degrés-jours de chauffage. Comparé à l'année 2014, qui était très chaude, le nombre de degrés-jours de chauffage était toutefois 10.5 % plus élevé. Le nombre de degrés-jours de réfrigération en 2015 était en revanche 76.1 % supérieur à la moyenne de la période 2000 à 2015, et même plus de 215 % supérieur à celui de 2014. La quantité de rayonnement solaire était 12.7 % plus élevée qu'en 2000.

Selon le modèle bottom-up, la demande d'énergie finale du secteur des ménages a diminué de 8.6 PJ (-3.6 %). Les effets de quantité ont constitué le facteur d'influence principal tirant la consommation vers le haut ; ils ont augmenté la consommation de 54.7 %. Les domaines d'influence technique et politique ont contrebalancé les effets de quantité en diminuant la consommation : la qualité de l'enveloppe des bâtiments a eu pour effet de réduire la consommation de -27.2 PJ, la qualité des installations de -14.5 PJ et la qualité des appareils de -16.4 PJ. Au final, les effets réducteurs des facteurs techniques et politiques ont surpassé les effets de quantité (-58.1 PJ). La substitution a aussi orienté la consommation à la baisse (-10.8 PJ). En revanche, les effets structurels ont accru la consommation (+9.9 PJ), en particulier celle des appareils électriques. Les conditions météorologiques ne jouent en général qu'un rôle mineur sur le moyen et long terme, puisque les effets annuels se compensent largement. En comparant l'année 2015 avec l'année 2000, on constate que l'effet des conditions météorologiques s'élève à -3.6 PJ. Corrigé des conditions météorologiques, le modèle indique une baisse de la consommation énergétique de 5 PJ entre 2000 et 2015.

Selon le modèle, la consommation de combustibles fossiles a baissé de 26.7 PJ (-17 %) par rapport à 2000. Chacun des combustibles fossiles a évolué de manière différente. La consommation de l'huile de chauffage a très fortement diminué (-36.1 PJ ; -31 %), principalement en raison des effets de substitution (-37.0 PJ) ainsi que des facteurs techniques et politiques (-21 PJ), tandis que les effets de quantité ont tiré la consommation vers le haut (+21.9 PJ). Contrairement à l'huile de chauffage, l'utilisation du gaz naturel s'est développée (19.6 PJ ; +27 %). L'augmentation est principalement due aux effets de quantité (+ 8.4 PJ) et à la substitution (+13.4 PJ). La tendance « abandonner l'huile de chauffage pour le gaz naturel » observée depuis les années 1990 s'est poursuivie après l'an 2000. Les facteurs techniques et politiques ont modéré l'augmentation et, pris isolément, ont réduit la consommation de gaz naturel (-104 PJ).

Tableau 0-2: Evolution de la consommation énergétique par facteur déterminant et agent énergétique entre 2000 et 2015 en PJ

	Conditions météorologiques	Effets de quantité	Effets de substitution	Technique/Politique Qualité des constructions	Technique/Politique Qualité des installations	Technique/Politique Qualité des appareils	Effets structurels	Effets conjoints	Total modèle	Statistique globale de l'énergie
Huile de chauffage extra légère	-0.5	21.9	-37.0	-12.4	-8.5	0.0	0.1	0.4	-36.1	-37.0
Gaz naturel	-1.2	8.4	13.4	-5.9	-4.5	0.0	-0.2	-0.3	9.6	9.8
Electricité	-0.6	17.8	-0.4	-2.6	0.0	-16.3	9.7	-0.7	6.9	10.9
Chaleur à distance	-0.2	1.3	2.5	-1.3	-0.1	0.0	-0.1	-0.1	2.1	2.4
Bois	-0.5	3.8	0.4	-2.6	-0.9	0.0	0.3	-0.4	0.0	0.0
Charbon	0.0	0.1	-0.2	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.2	0.3
Autres renouvelables	-0.5	1.4	10.5	-2.3	-0.4	0.0	0.1	0.4	9.0	9.6
Total	-3.6	54.7	-10.8	-27.2	-14.5	-16.4	9.9	-0.8	-8.6	-3.9

Source: Prognos 2016

L'électricité, dont la consommation sur la période 2000 à 2015 a augmenté de 10.9 PJ selon la Statistique globale de l'énergie (6.9 PJ selon le modèle), a gagné en importance. Cette croissance est attribuable aux effets de quantité (+17.8 PJ) et aux effets structurels (+9.7 PJ). Les facteurs techniques et politiques ont réduit la hausse de consommation de 18.9 PJ. La substitution n'a que faiblement impacté l'évolution de la consommation électrique : les chauffages électriques à résistance conventionnels ont perdu en importance tandis que les pompes à chaleur électriques ont gagné en importance.

La consommation de bois en 2015 était proche du niveau atteint en 2000. L'utilisation de la chaleur solaire et ambiante s'est étendue à 9.6 PJ entre 2000 et 2015 selon la Statistique globale de l'énergie (+ 9.0 PJ selon le modèle). Cette hausse est due en premier lieu à la substitution (+10.5 PJ). L'utilisation de la chaleur à distance a elle aussi connu une croissance (+2.4 PJ selon la Statistique globale de l'énergie). L'augmentation s'explique principalement par les effets de quantité (+1.3 PJ) et la substitution (+2.5 PJ), tandis que les effets de la technique et la politique ont réduit la croissance de la consommation.

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 übergeordnete Bestimmungsfaktoren werden jeweils Mengeneffekte (Bevölkerung, Gerätebestände, 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 aussagekräftigen Verwendungszwecken. Im Sektor Private Haushalte wird der Energieverbrauch unterschieden nach Raumwärme, Warmwasser, Kochen, Kühlen und Gefrieren, Waschen und Trocknen, Beleuchtung sowie Unterhaltung, Information und Kommunikation. 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 ursprünglich (in den 1980er Jahren) im Rahmen der *Energieperspektiven* für das BFE aufgesetzt und seither mit aktuellen Daten versehen und ständig erweitert wurden, dies zu erheblichen Teilen auch als Investition der Modellbetreiber. 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 2015 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 Einflussfaktoren sind in Kapitel 3 beschrieben.
- Die Ergebnisse der Verbrauchsanalyse nach Verwendungszwecken erfolgt in Kapitel 4. Dargestellt wird die Aufteilung des Verbrauchs nach Verwendungszwecken im Jahr 2015 und die Entwicklung im Zeitraum 2000 bis 2015. Zudem werden die wichtigsten Treiber dieser Entwicklung beschrieben, darunter die zentralen Mengen- und Effizienzkomponenten.
- Kapitel 5 enthält die Ergebnisse der Verbrauchsanalyse nach Bestimmungsfaktoren. Analysiert werden die Ursachen der jährlichen Verbrauchsänderungen in der Periode 2000 bis 2015 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 2015 bildet die Grundlage für die vorliegende Analyse. Diese Modellierung basiert auf einem Bottom-Up-Modell, das im Rahmen der *Energieperspektiven* aufgebaut 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. Seither wurde das Modell methodisch weiterentwickelt sowie mit aktuellen Daten ergänzt. In der Grundfunktionalität blieb das Modell jedoch unverändert. Grosse Teile der Weiterentwicklungen sind Investitionen der Prognos AG.

Der modellierte Sektorverbrauch orientiert sich an dem in der Gesamtenergiestatistik (GEST) ausgewiesenen Energieverbrauch für Private Haushalte. Auf eine exakte Kalibrierung der Verbrauchsmengen wurde jedoch verzichtet.

Bei der Ex-Post-Analyse liegt der Fokus auf der Beschreibung der jährlichen Verbrauchsänderungen und der Verbrauchsstruktur (Anteile der unterschiedenen Verwendungszwecke am Gesamtverbrauch). Der geringe Unterschied im Energieverbrauchsniveau zwischen Energiestatistik und Modell ist deshalb von untergeordneter Bedeutung. Geringe Differenzen bestehen indes auch bei den jährlichen Verbrauchsänderungen auf Ebene der einzelnen Energieträger. Aus diesem Grunde werden den Modellergebnissen die Statistikwerte gegenübergestellt. Als Vergleichsgrösse dienen dabei die Angaben der aktuellsten Energiestatistik 2015 (BFE, 2016 a).

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 Angaben zur Bevölkerungs- und Haushaltsentwicklung aktualisiert und ins Modell integriert (BFS 2015 a, b). Aktualisiert wurde auch die Zahl der neu erstellten Wohnungen nach Gebäudetyp (BFS 2015 c, d) sowie die Angaben der Gebäude- und Wohnungsstatistik (GWS) zur mittleren Wohnfläche bei Neubauten (BFS, 2015 e). Die in der GWS enthaltenen Angaben zur Beheizungsstruktur weisen keine Einzeljahreswerte, sondern Werte für 5-jährige Bauperioden aus. Aus dem Vergleich der jährlich generierten Angaben für die jüngsten Baualtersklassen wurden Jahreswerte für die Beheizungsstruktur der neugebauten Wohnungen abgeleitet (BFS, 2016 a).

Die Beheizungsstruktur im Gebäudebestand (bis Gebäudealter 2000) basiert auf der Gebäude- und Wohnungszählung 2000. Als Informationsquelle zur Fortschreibung der Energieträgerstruktur im Gebäudebestand dienen unter anderem die aktuellen Absatzzahlen von Heizanlagen nach Grössenklassen von *GebäudeKlima-Schweiz* (2016). Die Wärmepumpenstatistik (BFE, 2016 b) und Angaben des Wärmepumpen Testzentrums in Buchs (WPZ, 2014) zu den Leistungszahlen von Neuanlagen wurden verwendet, um den Bestand und die Entwicklung der Jahresarbeitszahlen bei den kleinen Wärmepumpen fortzuschreiben.

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 Kühl- und Gefriergeräte, Waschmaschinen und Tumbler sowie Geschirrspüler Durchschnittsverbräuche der neu abgesetzten Geräte vorhanden. Für die Geräte TV, Settop-Boxen, Video, Beamer und Computer einschliesslich Computerperipherie (Monitore, Drucker) stehen Informationen der Swico zu den jährlichen Absätzen und zum technischen Stand der verkauften Geräte zur Verfügung.

Für die vorliegende Verbrauchsschätzung wurden die aktuellsten Marktdaten der FEA- und Swico-Marktstatistiken mit Verkaufsdaten bis 2015 berücksichtigt. Die verwendeten Statistiken ermöglichen eine Aufteilung der Absatzmengen nach Energieeffizienzklassen. Zur Aufteilung der IKT-Geräte zwischen den Haushalten und dem Bürobereich wurde unter anderem eine Erhebung des BFS zur IKT-Ausstattung der Schweizer Haushalte berücksichtigt (BFS, 2016 b).

Durch die Einbindung der aktuellen und teilweise auch rückwärts korrigierten Daten resultieren 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 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

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

über Gemeinschaftszähler erfasst werden und die kostenseitig im Allgemeinen auf die betroffenen Haushalte verteilt werden.

Die Zuordnung der Zweit- und Ferienwohnungen in der Energiestatistik 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 folgende Verbräuche gezählt:

- der Hilfsenergieverbrauch der Heizungs- und Warmwasseranlagen für den Betrieb von Pumpen, Brennern und Gebläsen,
- der Energieverbrauch von Lüftungsanlagen und Antennenverstärkern,
- der Verbrauch von Waschmaschinen und Tumblern, die über einen Gemeinschaftszähler betrieben werden,
- sowie kleinere, im Zeitablauf abnehmende Mengen an Elektrizität für in Kellern betriebene Tiefkühlgeräte.

Um die Modellergebnisse mit dem Haushaltsenergieverbrauch gemäss der Energiestatistik vergleichen zu können, werden die im Haushaltsmodell ermittelten Gemeinschaftsverbräuche in Mehrfamilienhäusern vom modellmässig ermittelten Gesamtverbrauch abgezogen. Der Stromverbrauch für die Gemeinschaftsbeleuchtung (Aussenanlagen, Garagen, Kellerräume, Waschräume) wird hingegen bei den Haushalten berücksichtigt (analog zum Vorgehen bei den Energieperspektiven 2012).

Ein weiteres Abgrenzungsproblem entsteht durch das Einmieten von gewerblichen Unternehmen in Wohngebäude, beispielsweise durch die (vorübergehende) Verwendung von Wohnungen als Praxen, Büros oder Ateliers. Zudem gewinnt das "Home-Office" zunehmend an Bedeutung und verwischt die Grenze zwischen Wohnort und Arbeitsort. Dadurch wird die Qualität der verwendeten sektoralen Flächenbestandsdaten beeinflusst. Da zu dieser Abtrennung 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-Modell. In dessen Struktur sind die verschiedenen Energieverbräuche mit ihren Verwendungszwecken nach Verbrauchseinheiten (z.B. beheizte Flächen, Zahl der 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, entsprechend der hier angewandten Abgrenzung der nationalen Energiebilanz.

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

Die Trennung zwischen Informations-, Kommunikations- und Unterhaltungsgeräten ist unter anderem aufgrund der Konvergenz der Medien nicht mehr möglich. Heutige Mobiltelefone, PCs, Note- und Netbooks, Tablet-Computer 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 (Monitore, Drucker), Mobiltelefonen und Telefonen beim Verwendungszweck *Information, Kommunikation und Unterhaltung* 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 Bestimmungsfaktoren werden Witterung, Mengeneffekte, Technik und Politik, Substitution, Struktureffekte und übrige Effekte (Joint 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, Kochen und übrige Elektrogeräte. Innerhalb der Verwendungszwecke wiederum erfolgt die Zurechnung getrennt nach Energieträgern (und Heizsystemen).

Beispiel: 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 über längere Betrachtungsperioden gegenseitig und die langfristige Klimaveränderung ist gegenüber den jährlichen Schwankungen viel geringer. Nebst der Raumwärme sind der damit verbundene Hilfsenergieverbrauch für die Heizanlagen, der Energieverbrauch für die Kühlung von Wohngebäuden (proportional zur Zahl der CDD) sowie in

geringem Ausmass der Verbrauch für Warmwasser witterungsabhängig.

Die ausgewiesenen Witterungseffekte ergeben sich aus dem Witterungsbereinigungsverfahren auf Basis von Monatsdaten von Gradtagen und Solarstrahlung mit dem Referenzzeitraum 1984 bis 2002. 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 in einem bestimmten Jahr von der durchschnittlichen Witterung im Referenzzeitraum 1984 bis 2002 abweicht. Aus dem Quotienten 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 leicht unterschiedlich 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 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 die energetische Effizienz, respektive auf den spezifischen Verbrauch 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 zur Reduktion der spezifischen Geräteverbräuche.

Substitution / übrige strukturelle Mengeneffekte: Unter Substitution fallen 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 Fall 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 Haushaltsgeräte 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. gerätengruppenspezifischen Mengeneffekten ermittelt.²

Struktureffekte: Im Raumwärmebereich wird die Veränderung der Gebäudenutzung, d.h. die Verschiebungen zwischen nicht bewohnten, teilweise bewohnten und bewohnten Gebäuden, den Struktureffekten zugerechnet. Bei den Elektrogeräten resultieren strukturelle 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 spezifischen Verbrauchseffekten insgesamt und den spezifischen Verbrauchseffekten (der Technik, bzw. Effizienzkomponente) auf Gerätegruppenebene.

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

² 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).

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

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

Für die Berechnung der einzelnen Effekte wurde in den vier 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

WP: Wärmepumpen, IKT: Informations- und Kommunikationstechnik

Quelle: Prognos 2016

3 Statistische Ausgangslage

3.1 Entwicklung des Endenergieverbrauchs der Privaten Haushalte 2000 bis 2015

Die Referenz-Energieverbrauchsentwicklung wird durch die Gesamtenergiestatistik (GEST) vorgegeben. Die mit dem Bottom-Up-Modell berechnete Energieverbrauchsentwicklung der Privaten Haushalte weicht davon geringfügig ab. Im Folgenden wird deshalb zuerst auf die Entwicklung gemäss der Gesamtenergiestatistik eingegangen. Zudem wird die Entwicklung der wichtigsten Einflussfaktoren auf den Energieverbrauch beschrieben (Kapitel 3.2).

Der Endenergieverbrauch der Privaten Haushalte betrug gemäss der Gesamtenergiestatistik im Jahr 2015 232.4 PJ und lag um 3.9 PJ unter dem Verbrauch im Jahr 2000 (-1.6 %). Gegenüber dem Vorjahr 2014 hat der Verbrauch um 13.5 PJ (+6.2 %) zugenommen (Tabelle 3-1).

Tabelle 3-1: *Endenergieverbrauch der Privaten Haushalte 2000 bis 2015 nach Energieträgern, in PJ*

	2000	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Δ '00-'15
Elektrizität	56.6	67.0	64.6	66.0	67.6	65.8	67.5	+19.3%
Heizöl	116.5	111.9	87.1	94.2	99.5	75.2	79.5	-31.7%
Erdgas	36.4	48.4	41.1	47.2	51.1	42.5	46.3	+27.0%
Kohle	0.1	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	+208%
Fernwärme	4.8	6.9	5.9	6.5	7.2	6.5	7.2	+50.0%
Holz	17.9	20.5	17.0	18.6	20.6	16.5	18.0	+0.3%
Übrige Erneuerbare*	3.9	9.9	9.7	11.3	12.6	12.0	13.5	+248%
Summe	236.3	264.9	225.7	244.3	258.9	218.9	232.4	-1.6%

*) Sonne, Umweltwärme, Biogas

Quelle: BFE 2016 a

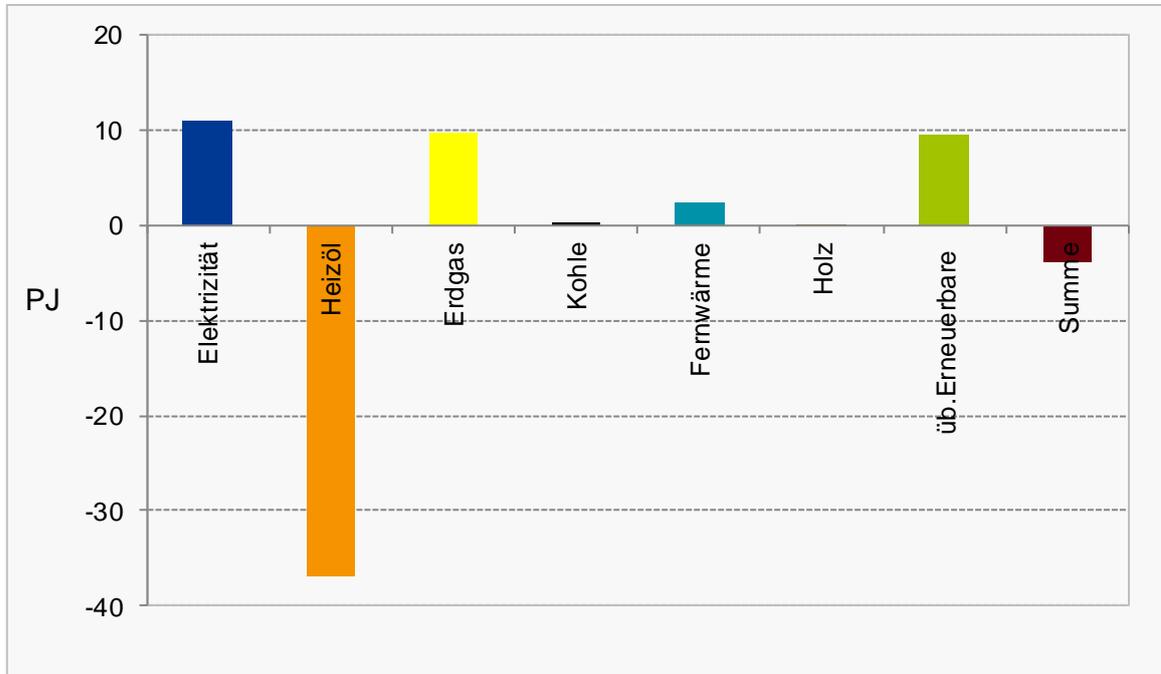
Die Entwicklung der einzelnen Energieträger verlief unterschiedlich:

- Der Elektrizitätsverbrauch ist im Zeitraum 2000 bis 2015 um 10.9 PJ auf 67.5 PJ gestiegen. Dies entspricht einer relativen Zunahme von 19.3 %. Die durchschnittliche jährliche Zuwachsrate lag bei 1.2 %. Gegenüber dem Vorjahr 2014 ist der Verbrauch um 1.7 PJ gestiegen (+2.6 %).
- Der Verbrauch an den fossilen Energieträgern Heizöl, Erdgas und Kohle lag im Jahr 2015 bei 126.2 PJ und damit knapp 27 PJ unter dem Wert vom Jahr 2000 (-17.6 %). Der Verbrauch der einzelnen fossilen Energieträger entwickelte sich wie folgt:

- Der Verbrauch an Heizöl extra-leicht (HEL) ist in der Periode 2000 bis 2015 um 37.0 PJ (-31.7 %) auf 79.5 PJ zurückgegangen. Gegenüber dem Vorjahr 2014 nahm der Verbrauch um 4.3 PJ zu (+5.7 %).
- Der Einsatz von Erdgas im Sektor Haushalte stieg zwischen 2000 und 2015 um 9.8 PJ (+27 %) auf 46.3 PJ. Im Vergleich zum Vorjahr ist der Erdgasverbrauch in 2015 um 3.7 PJ gestiegen (+8.8 %).
- Der Kohleverbrauch hat seit 2000 um 0.3 PJ zugenommen. Die Bedeutung der Kohle bleibt gering. Der Kohleanteil am Verbrauch der fossilen Energieträger belief sich im Jahr 2015 auf 0.3 % (0.4 PJ).
- Der Verbrauch von Fernwärme lag im Jahr 2015 bei 7.2 PJ und damit um 2.4 PJ höher als im Jahr 2000 (+50 %). Gegenüber dem Vorjahr hat der Verbrauch um 0.7 PJ zugenommen (+11.1 %).
- Der Holzverbrauch erhöhte sich im Betrachtungszeitraum um 0.1 PJ (+0.3%) auf 18.0 PJ. In 2015 lag der Verbrauch um 1.5 PJ über dem Vorjahresverbrauch (-+9.0 %).
- Der Verbrauch der übrigen erneuerbaren Energien hat gegenüber dem Jahr 2000 um 9.6 PJ (+248 %) zugenommen und lag im Jahr 2015 bei 13.5 PJ. Der Zuwachs ist vorwiegend auf die zunehmende Nutzung von Umweltwärme durch elektrische Wärmepumpen zurückzuführen. Gegenüber dem Vorjahr hat der Verbrauch an den übrigen Erneuerbaren um 1.6 PJ (+13.0 %) zugenommen.

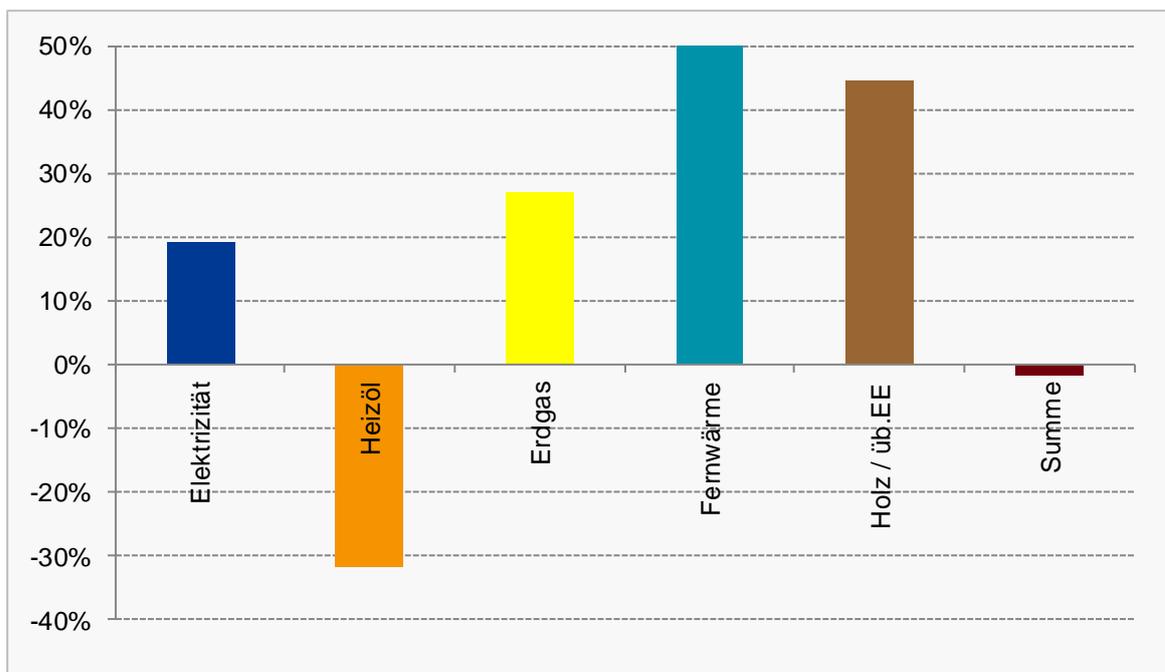
Seit dem Jahr 2000 ist der Verbrauch aller Energieträger gestiegen, mit Ausnahme von Heizöl extra-leicht (Abbildung 3-1 und Abbildung 3-2). Gegenüber dem Vorjahr 2014 hat sich der Verbrauch aller Energieträger erhöht; das ist vorwiegend auf die sehr milde Witterung im Jahr 2014 zurückzuführen (vergleichsweise geringer Verbrauch für Raumwärme).

Abbildung 3-1: Veränderung des Endenergieverbrauchs der Privaten Haushalte zwischen 2000 und 2015 nach Energieträgern, in PJ



Quelle: BFE 2016 a, eigene Darstellung

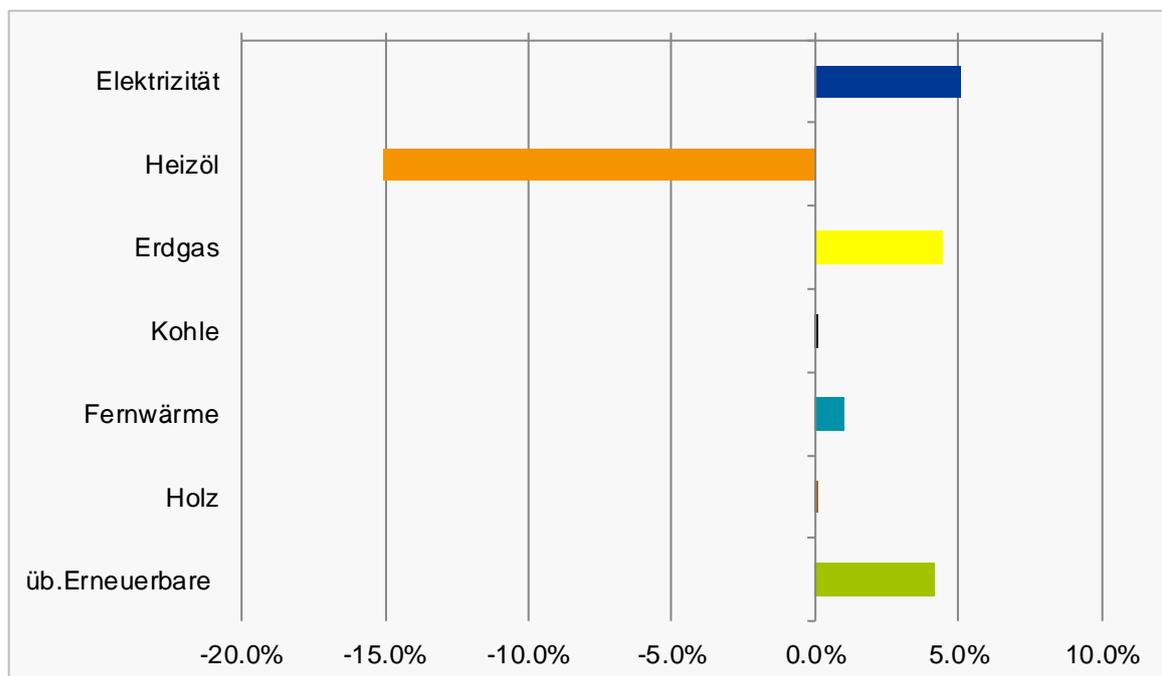
Abbildung 3-2: Prozentuale Veränderung des Endenergieverbrauchs der Privaten Haushalte zwischen 2000 und 2015 nach Energieträgern, in %



Quelle: BFE 2016 a, eigene Darstellung

Die Veränderung der Energieträgerstruktur im Zeitraum 2000 bis 2015 ist in Abbildung 3-3 illustriert. Der Anteil von Heizöl am Endenergieverbrauch der Privaten Haushalte ist deutlich zurückgegangen (-15.1 %-Punkte). Die Anteile der übrigen Energieträger sind gestiegen. Grössere Zunahmen verzeichneten Elektrizität (+5.1 %-Punkte), Erdgas (+4.5 %-Punkte) und die übrige Erneuerbaren (+4.2 %-Punkte).

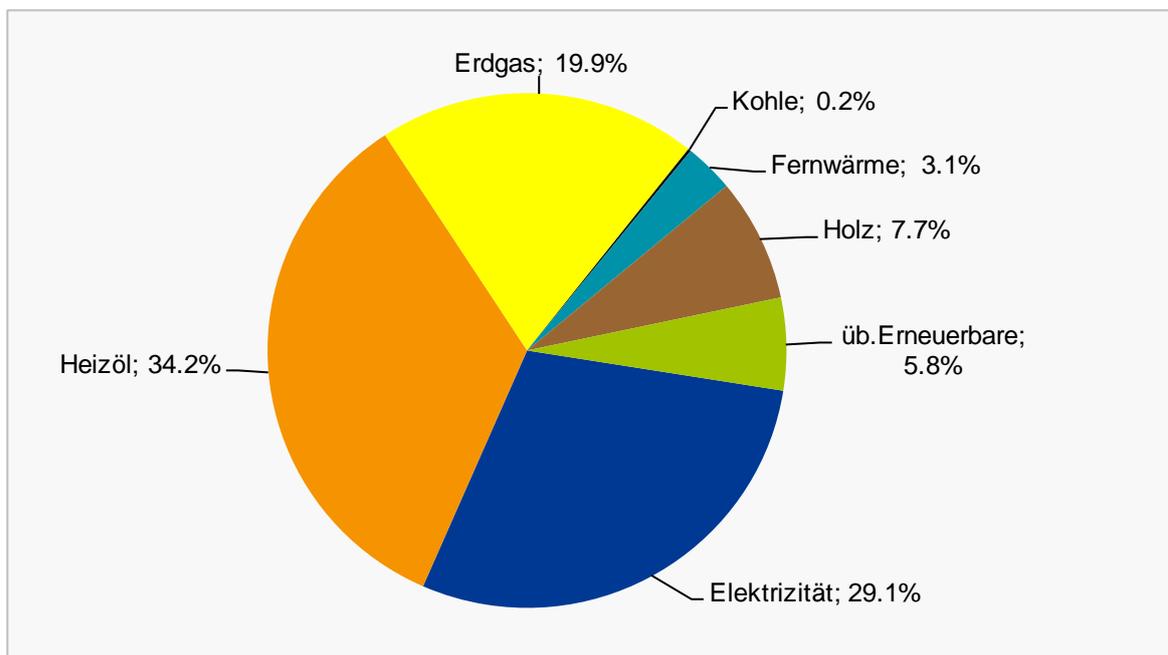
Abbildung 3-3: Veränderung des Anteils der Energieträger am Verbrauch der Privaten Haushalte, 2015 gegenüber 2000, in Prozent-Punkten



Quelle: BFE 2016 a, eigene Darstellung

Obwohl sich der Anteil von Heizöl am Energieverbrauch der Privaten Haushalte gegenüber dem Jahr 2000 um 15 %-Punkte verringert hat, bleibt Heizöl auch im Jahr 2015 mit einem Anteil von 34.2 % der Energieträger mit dem höchsten Verbrauchsanteil (Abbildung 3-4). Von grosser Bedeutung sind auch Elektrizität (29.1 %) und Erdgas (19.9 %). Der Anteil der fossilen Energieträger Heizöl, Erdgas, Kohle am Gesamtverbrauch der Privaten Haushalte ist von 64.8 % im Jahr 2000 auf 54.3 % im Jahr 2015 zurückgegangen.

Abbildung 3-4: Energieverbrauchsstruktur der Privaten Haushalte, nach Energieträgern im Jahr 2015



Quelle: BFE 2016 a, eigene Darstellung

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 2015 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 Bevölkerung hat im Betrachtungszeitraum stetig zugenommen, durchschnittlich um knapp 0.9 % pro Jahr. Für die Jahre 2000 bis 2015 ergibt sich eine Zunahme um 14.2 %. Der Anstieg der Bevölkerung wirkt sich auf den Wohnungsbestand und auf die Wohnfläche aus. Die beiden Größen haben zwischen 2000 und 2015 mit 17.4 %, bzw. 25.8% prozentual stärker zugenommen als die Wohnbevölkerung, woraus sich eine fortschreitende Zunahme der Wohnfläche pro Kopf ableiten lässt.³ Diese erhöhte sich von 57.5 m² EBF in 2000 auf

³ Die in Tabelle 3.2 ausgewiesenen Angaben zu Wohnungen und Wohnflächen sowie die berechnete Wohnfläche pro Kopf beinhalten die Wohnungen und Wohnflächen von Zweit- und Ferienwohnungen. Wird nur die dauernd bewohnte Wohnfläche (Erstwohnungen) betrachtet, so liegt die Wohnfläche pro Kopf im Jahr 2015 bei 56 m² EBF. Zukünftig dürfen touristisch bewirtschaftete Wohnungen voraussichtlich den Erstwohnungen zugerechnet werden, dies dürfte die Abgrenzung zwischen den Sektoren private Haushalte und Dienstleistungen erschweren.

63.4 m² EBF in 2015 (+10 %). Nebst dem gestiegenen Komfortanspruch ist dies unter anderem darauf zurückzuführen, dass die Zahl der Ferien- und Zweitwohnungen im Zeitraum 2000 bis 2015 überproportional zugenommen hat. Der Anteil dieser Wohnungen am Gesamtwohnungsbestand ist um fast 3 %-Punkte gestiegen. Die durchschnittliche Haushaltsgrösse hat sich im Betrachtungszeitraum nicht wesentlich verändert (von 2.27 Personen je Haushalt in 2000 auf 2.25 in 2015). Entsprechend hat sich die Zahl der Privaten Haushalte annähernd gleich stark erhöht wie die Bevölkerung (+14.4 %; Abbildung 3-5).

Tabelle 3-2: Entwicklung wichtiger Einflussfaktoren auf den Energieverbrauch im Zeitraum 2000 bis 2015

	Einheit	2000	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Bevölkerung, Wohnen								
mittlere Bevölkerung (a)	Tsd	7'235	7'878	7'912	7'997	8'089	8'189	8'263
Haushalte (b)	Tsd	3'144	3'419	3'435	3'473	3'515	3'563	3'596
Gesamtwohnungsbestand (a, b)	Tsd	3'569	3'956	4'003	4'046	4'096	4'144	4'191
Wohnfläche (EBF) (b)	Mio. m ²	416	486	494	501	509	516	524
Witterung								
Heizgradtage (c)		3'081	3'586	2'938	3'281	3'471	2'782	3'075
Kühlgradtage (b, d)		115	153	128	148	167	83	263
Strahlung (b, d)	MJ/m ²	4'170	4'299	4'751	4'542	4'313	4'459	4'701
GT&S-Faktor (Mittel EZFH/MFH) (b)		0.89	1.06	0.82	0.94	1.04	0.78	0.87
Preise (real, Basis 2015) (a)								
LIK (2015 = 100)		93.4	101.9	102.1	101.4	101.2	101.2	100.0
Elektrizität	Rp./kWh	19.7	18.5	19.4	18.9	18.7	18.9	19.8
Heizöl (3000-6000l)	Fr./100l	54.4	83.8	96.0	102.5	99.3	97.8	74.2
Erdgas	Rp./kWh	6.4	8.9	9.3	9.9	9.9	10.2	9.7
Holz	Fr./Ster	44.6	52.0	54.2	53.8	55.0	55.3	52.6
Fernwärme	Fr./GJ	16.4	21.2	21.9	22.5	22.7	23.3	22.8
Benzin	CHF/l	1.50	1.61	1.70	1.79	1.75	1.70	1.49
Diesel	CHF/l	1.54	1.69	1.82	1.90	1.87	1.80	1.55

EZFH: Ein- und Zweifamilienhäuser; MFH: Mehrfamilienhäuser, EBF: Energiebezugsfläche,

LIK: Landesindex des Konsumentenpreise

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

Quellen:

(a) BFS

(b) eigene Berechnungen

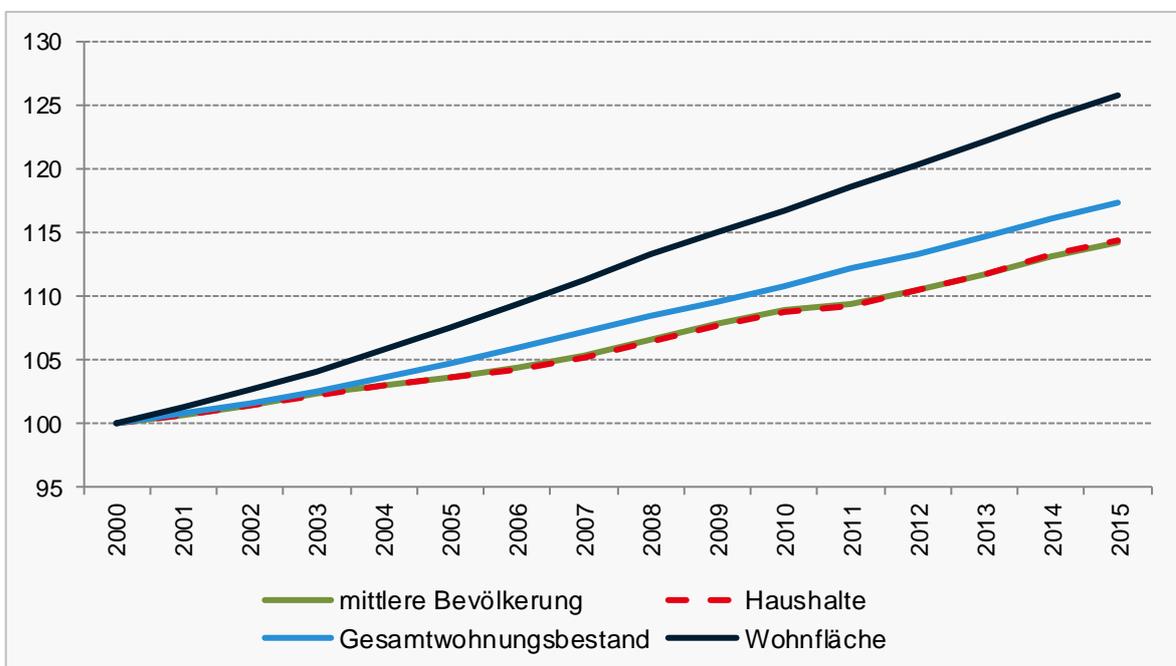
(c) BFE

(d) MeteoSchweiz

Die Witterungsbedingungen sind als Kurzfristedeterminante von herausragender Bedeutung. Im Vergleich zum langjährigen Durchschnitt der Jahre 1970 bis 1992 mit 3'588 Heizgradtagen (HGT)

war es in den meisten Jahren des Zeitraums 2000 bis 2015 deutlich wärmer.⁴ Einzig im Jahr 2010 fielen in etwa gleich viele HGT an wie im Mittel der Referenzperiode 1970 bis 1992. Mit 3'586 HGT war das Jahr 2010 das kühlfste Jahr im Betrachtungszeitraum, die Anzahl der HGT lag um 11 % über dem Mittel der Periode 2000 bis 2015. Das wärmste Jahr im Betrachtungszeitraum war das Jahr 2014 mit 2'782 HGT. Das sind knapp 20 % weniger als im Vorjahr 2013. Sehr warm war die Witterung auch in den Jahren 2000 (3'081 HGT), 2007 (3'101 HGT), 2011 (2'938 HGT) und 2015 (3'075 HGT). Hohe Solarstrahlungsmengen und eine hohe Anzahl Kühlgradtage (CDD) traten im Jahre 2003 auf („Hitze-sommer“)⁵.

Abbildung 3-5: Entwicklung zentraler Einflussfaktoren, Indices mit Basisjahr 2000 (=100)



Quelle: Prognos 2016

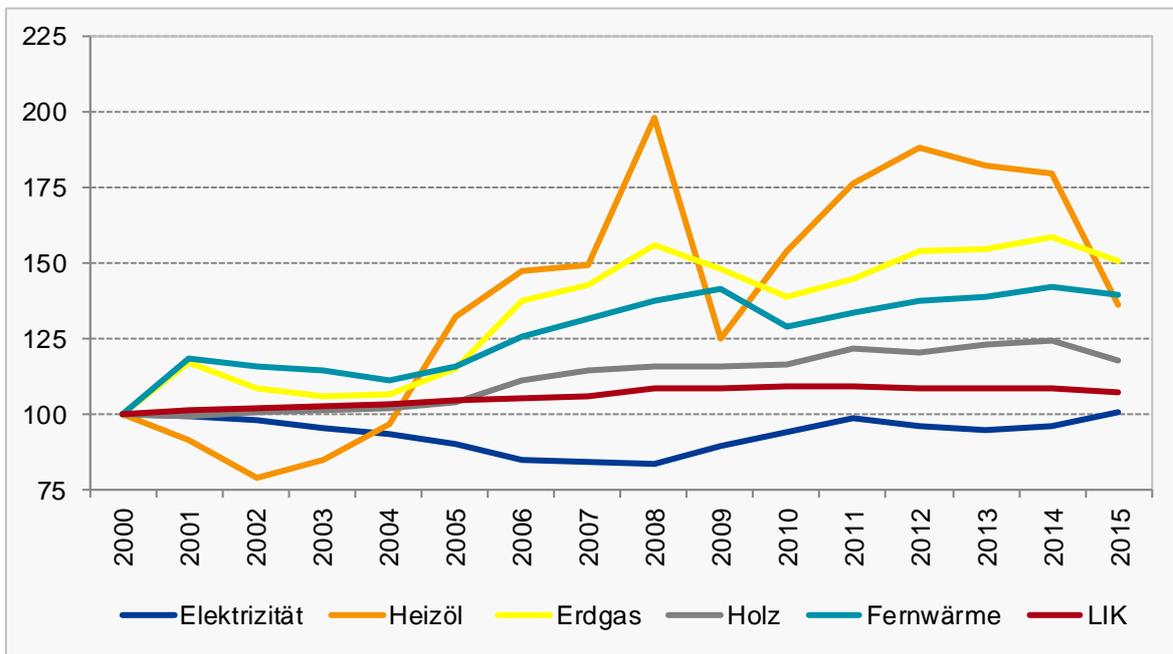
Die realen Konsumentenpreise der einzelnen Energieträger entwickelten sich in den Jahren 2000 bis 2015 unterschiedlich. Deutlich gestiegen sind die Preise für Heizöl (+36.5 %), Erdgas (+50.7 %) und Fernwärme (+39.3 %). Die Preise für Strom (+0.6 %), Benzin (-0.6 %) und Diesel (+0.6 %) lagen im Jahr 2015 annähernd auf dem Preisniveau des Jahres 2000.

4 Beim Bereinigungsverfahren mit Gradtagen und Strahlung, welches in dieser Studie verwendet wurde, wird der Referenzzeitraum 1984/2002 verwendet. Die durchschnittliche Anzahl HGT in diesem Referenzzeitraum beträgt 3'409 HGT. Im Betrachtungszeitraum 2000 bis 2015 liegen einzig die HGT-Werte der Jahre 2005, 2010 und 2013 über diesem Referenzwert.

5 Kühltag werden gezählt, wenn die mittlere Tagestemperatur 18.3 °C überschreitet. Bei den Kühlgradtagen (Cooling Degree Days: CDD) werden die Kühltag mit der Differenz zwischen der mittleren Tagestemperatur und 18.3°C gewichtet.

Beim Vergleich der kurzfristigen Preisentwicklung zeigt sich, dass gegenüber dem Vorjahr 2014 einzig der Strompreis gestiegen ist (+4.7 %). Stark abgenommen haben hingegen die Preise der Energieträger auf Basis von Öl: Heizöl -24.1 %, Benzin -12.4 % und Diesel -13.8 %. Dies hängt zusammen mit der Entwicklung des Weltmarktpreises für Rohöl, welcher seit Herbst 2014 deutlich rückläufig war. Im Jahr 2013 lag der nominelle Ölpreis im Jahresmittel bei rund 105 US\$/bbl, im Jahr 2015 bei lediglich 49.5 US\$/bbl (OPEC-Preiskorb).

Abbildung 3-6: Reale Preisentwicklung von Strom, Heizöl, Erdgas, Holz und Fernwärme sowie die Entwicklung des Konsumentenpreisindex (LIK), Indices mit Basisjahr 2000 (=100)



Quelle: BFS 2016 c, eigene Darstellung

In Bezug auf die energiepolitischen Regelungen sind die CO₂-Abgabe auf Brennstoffe, die Stromversorgungsverordnung (StromVV), die Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKE), die kostendeckende Einspeisevergütung (KEV) sowie ab 2010 das „Gebäudeprogramm“ zu erwähnen. Keinen direkten Einfluss auf den Energieverbrauch der Privaten Haushalte der Jahre 2000 bis 2015 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. Die Abgabe wurde stufenweise erhöht, per 1.1. 2014 auf 60 CHF/t CO₂ (rund 16 Rp. Pro Liter Heizöl). Im Juli 2015 wurde eine weitere Erhöhung auf 84 CHF/t CO₂ per 1.1.2016 beschlossen

(BAFU, 2016). Dieser Entscheid dürfte aber noch keine wesentliche Auswirkung auf die Energieverbrauchsentwicklung bis Ende 2015 gehabt haben.

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 rund 180 Mio. CHF) sowie durch einen Beitrag der Kantone (jährlich 80 bis 100 Mio. CHF). Das Parlament hat Ende 2011 entschieden, den Maximalbetrag, der dem Gebäudeprogramm aus der CO₂-Abgabe zusteht, ab 2014 auf 300 Millionen Franken zu erhöhen. Im Jahr 2015 wurden 8'350 Gesuche eingereicht (2014: knapp 8'500; Das Gebäudeprogramm 2015, 2016). Rund 8'200 Gesuche wurden abgeschlossen und den Gesuchstellern ausbezahlt (Gesamtförder-summe von 100 Mio. CHF).

Die im Januar 2015 verabschiedeten neuen Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKE n 2014) werden im Verlauf der kommenden Jahre in die kantonalen Energiegesetze aufgenommen. Erst dann werden sie die Energieverbrauchsentwicklung beeinflussen.

4 Analyse der Verbrauchsentwicklung 2000 bis 2015 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 (inkl. Geschirrspüler)
- 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 2015 dargestellt. Darüber hinaus werden die wichtigsten Treiber dieser Entwicklung, die zentralen Mengen- und Effizienzkomponenten, beschrieben.

4.1 Überblick über die Verwendungszwecke

Die Entwicklung des Energieverbrauchs der Privaten Haushalte nach Verwendungszwecken ist in Tabelle 4-1 abgebildet. Der Gesamtverbrauch des Sektors Private Haushalte hat gemäss dem Modell in den Jahren 2000 bis 2015 um 8.6 PJ abgenommen (-3.6 %; gemäss Energiestatistik -3.9 PJ, -1.6 %). Der Rückgang ist hauptsächlich auf den Verbrauch für die Raumwärme zurückzuführen (-13.1 PJ, -7.8 %). Da die Jahre 2000 und 2015 fast gleichwarm waren, hatte die Witterung nur einen geringen Einfluss auf den Verbrauchsrückgang (2000: 3'081 HGT, 2015: 3'075 HGT).

Abgenommen haben im Betrachtungszeitraum 2000 bis 2015 auch die Verbräuche für die Beleuchtung (-1.7 PJ), Unterhaltung, Information und Kommunikation (-0.7 PJ), Gefrieren und Kühlen (-0.7 PJ) und Warmwasser (-0.4 PJ). Dem gegenüber stehen Verbrauchszunahmen bei den Verwendungszwecken Waschen und Trocknen (+2.4 PJ), Klima, Lüftung und Haustechnik (+0.8 PJ) und bei den „sonstigen Elektrogeräten“ (+4 PJ).

Tabelle 4-1: Private Haushalte: Energieverbrauch 2000 bis 2015 nach Verwendungszwecken, in PJ

	2000	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Δ '00-'15
Raumwärme	167.5	192.2	149.0	168.1	185.5	139.7	154.4	-7.8%
Raumwärme fest inst.	166.0	190.8	147.7	166.8	184.2	138.6	153.3	-7.7%
Heizen mobil	1.5	1.4	1.2	1.3	1.3	1.1	1.1	-28.4%
Warmwasser	32.3	32.2	31.6	31.9	32.2	31.7	31.9	-1.2%
Klima, Lüftung, HT	3.6	4.4	3.8	4.2	4.7	3.9	4.4	+21.9%
Heizen Hilfsenergie	2.4	2.8	2.2	2.5	2.8	2.1	2.4	-2.3%
Lüftung, Luftbefeuchtung	0.7	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	+25.0%
Klimatisierung	0.0	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.3	+1729%
Antennenverstärker u.a.	0.4	0.6	0.6	0.7	0.7	0.8	0.8	+84.1%
Unterhaltung, I&K	5.4	5.5	5.3	5.1	5.0	4.8	4.6	-13.2%
Kochen/Geschirrspülen	8.8	9.3	9.3	9.3	9.4	9.5	9.6	+8.8%
Beleuchtung	5.7	5.7	5.4	5.1	4.9	4.5	4.1	-28.9%
Waschen & Trocknen	2.6	4.9	5.0	5.1	5.1	5.1	5.0	+93.1%
Gefrieren & Kühlen	7.1	6.9	6.8	6.7	6.6	6.5	6.4	-10.2%
Sonstige Elektrogeräte	4.6	7.1	7.3	7.7	8.0	8.3	8.6	+86.8%
Summe	237.7	268.2	223.4	243.4	261.3	214.2	229.1	-3.6%

HT: Haustechnik, I&K: Information und Kommunikation

Quelle: Prognos 2016

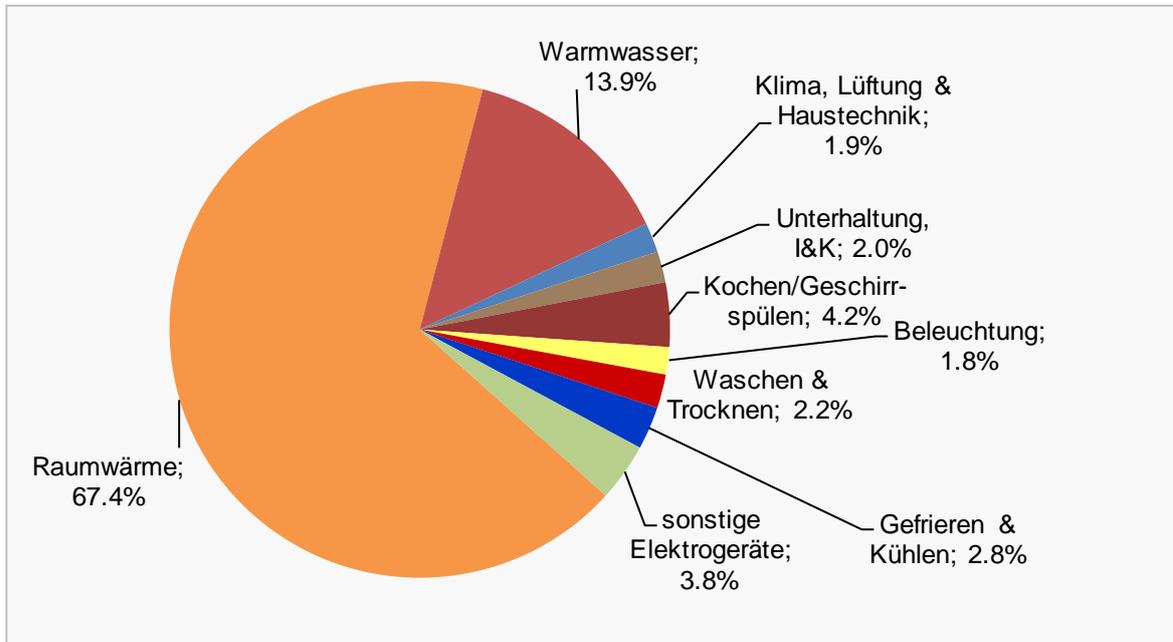
Trotz der warmen Witterung entfiel im Jahr 2015 über zwei Drittel des Energieverbrauchs auf die Raumwärme (67.4 %, 154.4 PJ; Abbildung 4-1), hauptsächlich eingesetzt in fest installierten Heizanlagen. Mit einem Anteil von 13.9 % (31.9 PJ) besass auch die Bereitstellung von Warmwasser eine grosse Bedeutung. Die übrigen Verwendungszwecke wiesen vergleichsweise geringe Verbrauchsanteile auf (< 5 %).

Aufgrund der jährlichen Witterungsschwankungen variieren der Raumwärmeverbrauch und damit auch der Anteil der Raumwärme am Energieverbrauch der Haushalte. Am höchsten war der Anteil der Raumwärme am Gesamtverbrauch im Jahr 2001 (72 %), am geringsten im Jahr 2014 (65 %). Wird der witterungsbereinigte Verbrauch betrachtet, zeigt sich im Zeitverlauf eine Abnahme des Anteils der Raumwärme am Gesamtverbrauch von 72.6 % im Jahr 2000 auf 70 % im Jahr 2015 (Werte inkl. mobile Heizgeräte).

Der Verbrauch für Warmwasser hat sich in der Periode 2000 bis 2015 nur wenig verändert (-0.4 PJ, -1.2 %). Der Anteil von Warmwasser am Gesamtverbrauch ist um 0.3 %-Punkte auf 13.9 % gestiegen. Der Verbrauch für Waschen und Trocknen hat sich im Zeitraum 2000 bis 2015 um 2.4 PJ erhöht, der Anteil am Sektorverbrauch ist um 1.1 %-Punkte auf 2.2 % gestiegen. Deutlich angewachsen ist der Verbrauch der sonstigen Elektrogeräte (+4 PJ), der Anteil hat sich von 1.9 % auf 3.8 % erhöht. Die Verbräuche und Verbrauchsanteile der übrigen Verwendungszwecke haben

sich im Zeitraum 2000 bis 2015 nicht wesentlich verändert (< 1 %-Punkt).

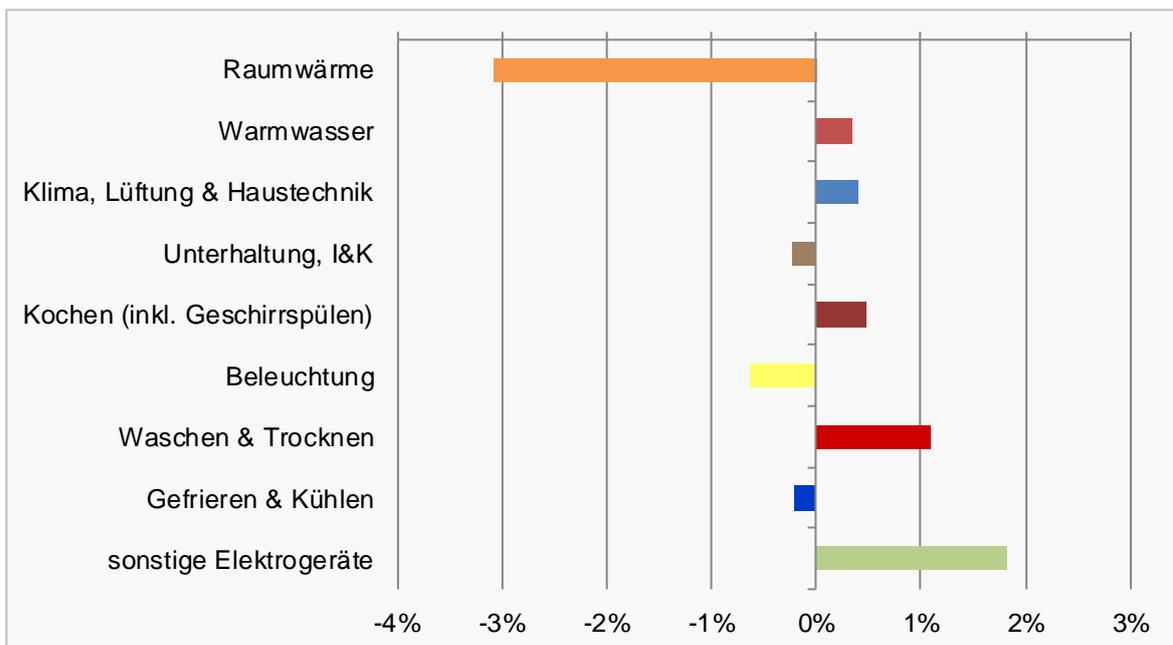
Abbildung 4-1: Anteile der unterschiedenen Verwendungszwecke am Endenergieverbrauch der Privaten Haushalte im Jahr 2015



I&K: Information und Kommunikation

Quelle: Prognos 2016

Abbildung 4-2: Veränderung des Anteils der Verwendungszwecke am Verbrauch der Privaten Haushalte, 2015 gegenüber 2000, in Prozent-Punkten



I&K: Information und Kommunikation

Quelle: Prognos 2016

Die Betrachtung nach Energieträgergruppen zeigt, dass die Brennstoffe, inklusive Fern-, Umwelt- und Solarwärme, ausschliesslich für Raumwärme, Warmwasser und zum Kochen (Gas- und Holz-Kochherde) verwendet werden (Tabelle 4-2). Im Jahr 2015 wurden 85.5 % der „Brennstoffe“ zur Erzeugung von Raumwärme eingesetzt und weitere 14.2 % zur Bereitstellung von Warmwasser. Die Bedeutung der Kochherde ist gering (0.3 %).

Tabelle 4-2: Brennstoffverbrauch, inkl. Fern-, Umwelt- und Solarwärme, 2000 bis 2015 nach Verwendungszwecken, in PJ

	2000	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Δ '00-'15
Raumwärme	155.4	176.3	136.2	153.8	169.7	127.4	140.9	-9.3%
Warmwasser	24.0	23.5	23.0	23.4	23.6	23.2	23.4	-2.6%
Prozesswärme	0.8	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	-46.9%
Summe	180.2	200.3	159.7	177.7	193.7	151.1	164.7	-8.6%

Quelle: Prognos 2016

Tabelle 4-3: Elektrizitätsverbrauch 2000 bis 2015 nach Verwendungszwecken, in PJ (Raumwärme inkl. mobiler Kleinheizgeräte)

	2000	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Δ '00-'15
Raumwärme	12.1	15.9	12.8	14.3	15.8	12.3	13.5	+11.3%
Warmwasser	8.3	8.8	8.5	8.5	8.6	8.5	8.6	+2.7%
Kochen/ Geschirrspülen	8.0	8.7	8.8	8.9	9.0	9.1	9.2	+14.4%
Beleuchtung	5.7	5.7	5.4	5.1	4.9	4.5	4.1	-28.9%
Kühlen und Gefrieren	7.1	6.9	6.8	6.7	6.6	6.5	6.4	-10.2%
Waschen und Trocknen	2.6	4.9	5.0	5.1	5.1	5.1	5.0	+93.1%
Unterhaltung, I&K	5.4	5.5	5.3	5.1	5.0	4.8	4.6	-13.2%
Klima, Lüftung, HT	3.6	4.4	3.8	4.2	4.7	3.9	4.4	+21.9%
sonstige Elektrogeräte	4.6	7.1	7.3	7.7	8.0	8.3	8.6	+86.8%
Summe	57.5	67.9	63.7	65.7	67.6	63.0	64.4	+12.0%

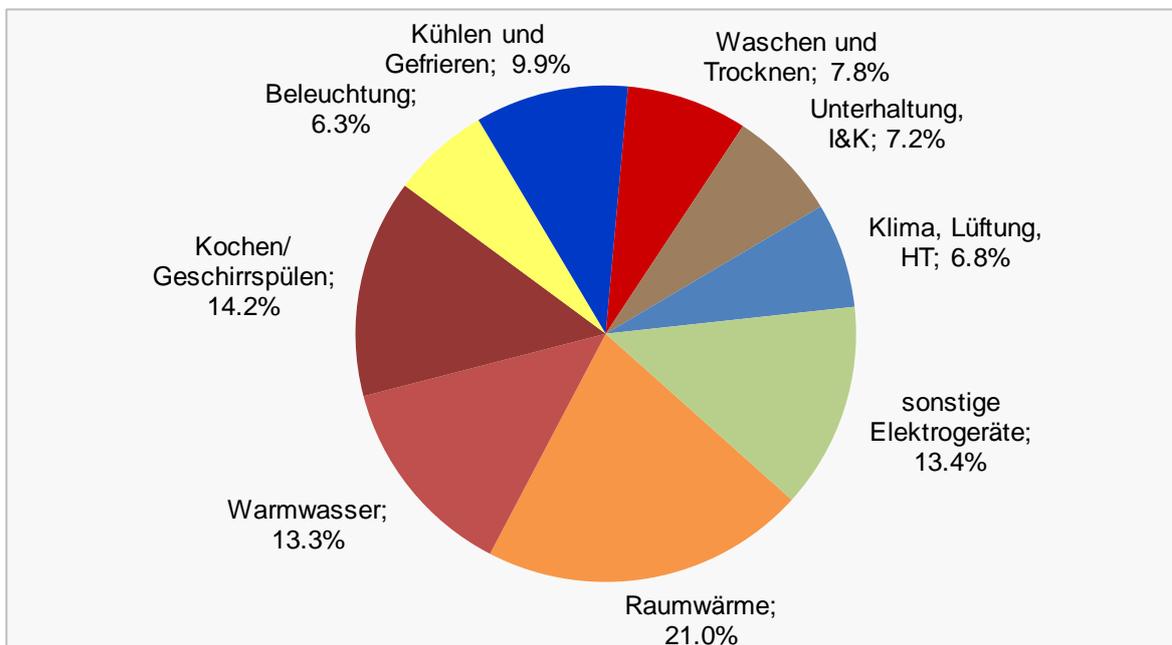
HT: Haustechnik; I&K: Information und Kommunikation

Quelle: Prognos 2016

Elektrizität weist im Gegensatz zu den „Brennstoffen“ ein breiteres Einsatz- bzw. Verwendungsspektrum auf (Tabelle 4-3 und Abbildung 4-3). In 2015 entfielen 34.3 % des Elektrizitätsverbrauchs auf die Bereiche Raumwärme (21 %) und Warmwasser (13.3 %). Weitere 14.2 % des Stromverbrauchs der Haushalte wurden im Jahr 2015 für den Betrieb von Elektro-Kochherden, Geschirrspülern und elektrischen Kochhilfen verwendet (2000: 13.9 %). Die Beleuchtung benötigte 6.3 % des Verbrauchs (inkl. Gemeinschaftsbeleuchtung; 2000: 10 %). Auf den Bereich Kühlen und Gefrieren entfielen 9.9 % (2000: 12.4 %) und auf den Bereich Waschen und Trocknen 7.8 % des Stromverbrauchs (2000: 4.5 %). Nicht berücksichtigt ist dabei der Verbrauch derjenigen Geräte, die in Mehrfamilienhäusern über den Gemeinschaftszähler betrieben werden. Diese Verbrauchsmenge hat im Zeitverlauf deutlich abgenommen. Ursachen

dafür sind die zunehmende Nutzung individueller Maschinen innerhalb der Wohnungen und die Abrechnung bei gemeinschaftlich genutzten Maschinen über wohnungseigene Stromzähler. Für Unterhaltung, Information und Kommunikation wurden im Jahr 2015 7.2 % des Verbrauchs verwendet (2000: 9.3 %), für Klima, Lüftung und Haustechnik 6.8 % (2000: 6.3 %). Der Verbrauchsanteil der sonstigen Elektrogeräte ist von 8 % im Jahr 2000 auf 13.4 % im Jahr 2015 gestiegen. Die jährlichen Anteilsstrukturen sind dabei stets leicht durch die Witterungsbedingungen beeinflusst, da sich diese unmittelbar im Raumwärmebedarf niederschlagen.

Abbildung 4-3: Anteile der unterschiedenen Verwendungszwecke am Stromverbrauch der Privaten Haushalte im Jahr 2015



HT: Haustechnik, I&K: Information und Kommunikation

Quelle: Prognos 2016

4.2 Raumwärme

Unter dem Aspekt der Verbrauchsmenge ist der Verwendungszweck Raumwärme von herausragender Bedeutung. Im Jahr 2015 entfielen 67.4 % des gesamten Energieverbrauchs der Privaten Haushalte auf die Raumwärme. In Jahren mit durchschnittlicher Witterung liegt der Anteil zurzeit bei rund 70 %. Der Energieverbrauch für Raumwärme nach Energieträgern ist in Tabelle 4-4 beschrieben. Nicht berücksichtigt sind dabei der Hilfsenergieverbrauch für Pumpen, Brenner und Gebläse sowie der Raumwärmeverbrauch in Zweit- und Ferienwohnungen. Der Verbrauch wird dominiert von den fest installierten Heizungen. Der Verbrauchsanteil der mobilen Kleinheizgeräte (Öfelis) beträgt weniger als 1 % vom jährlichen Raumwärmeverbrauch (1-1.5 PJ_{el}).

Tabelle 4-4: Raumwärmeverbrauch der Privaten Haushalte 2000 bis 2015 nach Energieträgern, in PJ, mit Witterungseinfluss (inkl. mobiler Kleinheizgeräte, ohne Zweit- und Ferienwohnungen)

	2000	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Anteil 2015
Heizöl	101.2	100.5	75.5	83.3	89.8	65.6	70.5	45.7%
Erdgas	30.1	41.8	33.0	38.5	43.4	33.2	37.7	24.4%
Kohle	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1%
el. Widerstandsheizungen	10.6	12.0	9.5	10.2	11.0	8.4	8.9	5.8%
el. Wärmepumpen	1.5	3.9	3.3	4.1	4.8	3.9	4.6	3.0%
Fernwärme	4.5	6.6	5.3	6.1	7.1	5.5	6.3	4.1%
Holz	16.4	19.0	15.4	17.2	19.0	14.9	16.4	10.6%
Solar	0.1	0.3	0.3	0.3	0.4	0.3	0.4	0.3%
Umgebungswärme	2.8	7.6	6.5	8.0	9.7	7.8	9.4	6.1%
Summe	167.5	192.2	149.0	168.1	185.5	139.7	154.4	100.0%
dar. fest installiert	166.0	190.8	147.7	166.8	184.2	138.6	153.3	99.3%
dar. mobil	1.5	1.4	1.2	1.3	1.3	1.1	1.1	0.7%

Quelle: Prognos 2016

Witterungsbereinigt liegen die Verbrauchswerte für alle Jahre mit Ausnahme der Jahre 2005, 2010 und 2013 über den effektiven Ist-Verbräuchen (Tabelle 4-5). Das heisst, in allen Jahren ausser den Jahren 2005, 2010 und 2013 war es wärmer als im Durchschnitt der verwendeten Klima-Referenzperiode 1984 bis 2002. Erheblich wärmer waren die Jahre 2000, 2011, 2014 und 2015.

Der witterungsbereinigte Raumwärmeverbrauch zeigt zwischen den Jahren 2000 und 2015 eine Reduktion um 10.5 PJ (-5.6 %). Die verbrauchssenkenden Faktoren (Verbesserung der Gebäudedämmung und Steigerung des mittleren Anlagennutzungsgrades) waren demnach stärker als die verbrauchstreibenden Faktoren (Bevölkerungszunahme, Komfort).

Tabelle 4-5: Raumwärmeverbrauch der Privaten Haushalte 2000 bis 2015 nach Energieträgern, in PJ, witterungsbereinigt (inkl. mobiler Kleinheizgeräte, ohne Zweit- und Ferienwohnungen)

	2000	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Anteil 2015
Heizöl	113.0	94.9	92.0	88.8	86.1	83.5	80.5	45.7%
Erdgas	33.6	39.5	40.1	40.9	41.6	42.2	43.0	24.4%
Kohle	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.1%
el. Widerstandsheizungen	11.7	11.4	11.1	10.8	10.6	10.3	10.1	5.7%
el. Wärmepumpen	1.7	3.7	4.0	4.3	4.6	4.9	5.3	3.0%
Fernwärme	5.0	6.2	6.4	6.5	6.8	7.0	7.2	4.1%
Holz	18.0	18.1	18.2	18.2	18.3	18.4	18.5	10.5%
Solar	0.1	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.5	0.3%
Umgebungswärme	3.1	7.2	7.9	8.6	9.3	10.0	10.8	6.1%
Summe	186.6	181.8	180.6	178.9	178.0	177.0	176.1	100.0%
dar. fest installiert	184.9	180.4	179.2	177.6	176.7	175.8	174.8	99.3%
dar. Mobil	1.6	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	1.2	0.7%

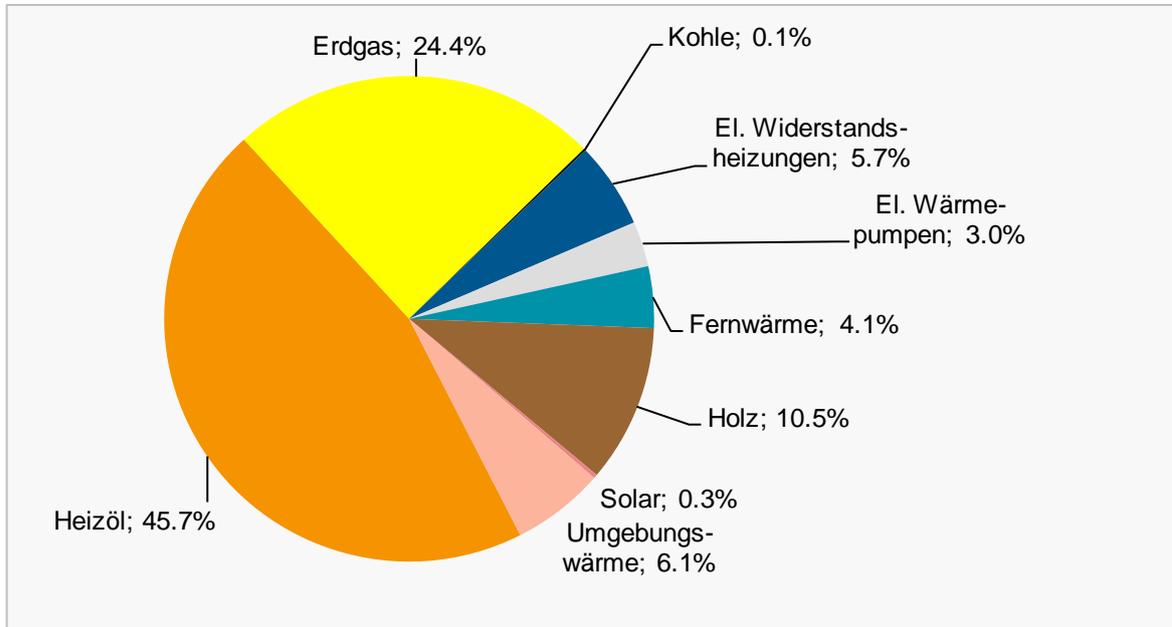
Quelle: Prognos 2016

Nach wie vor dominiert verbrauchsseitig der Energieträger Heizöl. Auch wenn dessen Bedeutung stark zurückging (witterungsbereinigt um 32.5 PJ, -29 % ggü. 2000), betrug der Anteil von Heizöl am gesamten Raumwärmeverbrauch im Jahr 2015 immer noch 45.7 % (2000: 60.6 %). Von grosser Bedeutung ist auch Erdgas mit einem Anteil von 24.4 % in 2015 (2000: 18 %). Insgesamt deckten die fossilen Energieträger im Jahr 2015 70.3 % (2000: 78.8 %) des witterungsbereinigten Energiebedarfs für die Erzeugung von Raumwärme (Abbildung 4-4).

Der Elektrizitätsverbrauch im Raumwärmemarkt ist von 13.4 PJ in 2000 auf 15.4 PJ in 2015 gestiegen (witterungsbereinigt, inkl. mobiler Kleingeräte und Wärmepumpen, ohne Hilfsenergie). Der Anstieg ist primär auf den verstärkten Einsatz von Wärmepumpen (+3.6 PJ) zurückzuführen. Der Anteil des Elektrizitätsverbrauchs am Raumwärmeverbrauch betrug im Jahr 2015 8.7 % (2000: 7.2 %).

Der Anteil der erneuerbaren Energien Holz, Solar- und Umweltwärme am Raumwärmeverbrauch der Haushalte ist seit 2000 um 5.5 %-Punkte gestiegen und lag 2015 bei 16.9 % (29.7 PJ; witterungsbereinigt).

Abbildung 4-4: Anteile der Energieträger am Raumwärmeverbrauch, im Jahr 2015 (witterungsbereinigte Werte)



Quelle: Prognos 2016

Die aufgeführten Verbräuche sind das Ergebnis des Zusammenwirkens der dahinterliegenden Einflussfaktoren Energiebezugsfläche, spezifische Heizwärmebedarfe, Nutzungsgrade und Witterung. Im Modell wird darüber hinaus differenziert nach bewohnten Erstwohnungen, zeitweise 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 der Verbrauch der Zweit- und Ferienwohnungen dem Dienstleistungssektor zugerechnet. Die ausgewiesenen Werte berücksichtigen deshalb nur die dauernd bewohnten und die nicht bewohnten Wohnungen.

Die beheizte Energiebezugsfläche (EBF) hat seit 2000 im Wohnbereich um rund 90 Mio. m² (+23 %) zugenommen und umfasste im Jahr 2015 475 Mio. m² EBF. In 2015 entfielen 98 % dieser Fläche auf die dauernd bewohnten Wohnungen. Nicht berücksichtigt sind dabei die Flächen in Zweit- und Ferienwohnungen, die im Jahr 2015 rund 49 Mio. m² EBF umfassten. Diese Flächen werden dem Dienstleistungssektor zugerechnet (sie sind aber in den Wohnflächen im Teil Rahmendaten mit ausgewiesen, vgl. Tabelle 3-2).

Tabelle 4-6: Entwicklung der Energiebezugsfläche nach Heizsystemen und Energieträgern in Mio. m² EBF (inklusive Leerwohnungen, ohne Zweit- und Ferienwohnungen).

	2000	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Anteil 2015
Heizöl	229	220	216	211	208	204	200	42%
Erdgas	71	104	107	111	114	118	121	25%
el. Widerstandsheizungen	26	25	24	24	23	23	22	5%
Holz	33	37	38	39	39	40	41	9%
Kohle	1	1	1	1	1	1	1	0%
Fernwärme	11	17	17	18	19	20	21	4%
el. Wärmepumpen	14	40	45	50	56	62	68	14%
Solar	0	1	1	1	1	1	1	0%
Summe beheizt	386	444	450	455	462	469	475	100%
dar: dauerhaft bewohnt	374	433	439	444	451	458	464	98%
dar: nicht bewohnt	12	11	11	11	11	11	11	2%

Quelle: Prognos 2016, eigene Fortschreibung der VZ 2000

Im Jahr 2015 wurden 68 % der Energiebezugsflächen der Privaten Haushalte mit fossilen Energieträgern beheizt (2014: 69 %). Im Jahr 2000 waren es noch 78 % gewesen. Innerhalb der fossilen Energieträger vollzieht sich eine Verlagerung von Heizöl zu Erdgas. Der Anteil von Heizöl an der beheizten EBF ist in der Periode 2000 bis 2015 um 17.3 %-Punkte gesunken, jener von Erdgas um 6.9 %-Punkte gestiegen. Kohle bleibt unbedeutend. Deutlich zugenommen hat auch der Anteil der elektrischen Wärmepumpen, von 3.6 % in 2000 auf 14.3 % in 2015 (+10.7 %-Punkte). Die Anteile der übrigen Energieträger haben sich um rund 2 %-Punkte oder weniger verändert.

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

Der durchschnittliche jährliche Heizwärmebedarf pro m² EBF in bewohnten und nicht bewohnten Wohnungen ist seit dem Jahr 2000 von annähernd 105 kWh/m² EBF um 17 % auf ca. 85 kWh/m² EBF gesunken. Zwischen den verschiedenen Heizungssystemen zeigen sich Unterschiede: Aufgrund der höheren jährlichen Vollbenutzungsstunden ist der Bedarf bei Zentralheizungssystemen im Vergleich zu Einzelsystemen im Allgemeinen höher. Heizöl und Erdgas decken als Hauptenergieträger in den dauerhaft bewohnten Wohnungen vergleichsweise hohe durchschnittliche spezifische Heizwärmebedarfe (unter anderem aufgrund der hohen durchschnittlichen Vollbenutzungsstunden und aufgrund der Anteile am Altbau).

Der mittlere Nutzungsgrad der Heizanlagen ist in den letzten Jahren weiter angestiegen, von knapp 79.5 % in 2000 auf 86.9 % in 2015 (+7.4 %-Punkte). Wird die mittels Wärmepumpen genutzte Umweltwärme nicht berücksichtigt, ergibt sich im Jahr 2015 ein mittlerer Nutzungsgrad von 92.7 % (2000: 80.9 %). Die Effizienzsteigerung bei den Gas- und Ölheizungen ist hauptsächlich auf die Einführung bzw. Ausweitung der Brennwerttechnik zurückzuführen.

4.3 Warmwasser

Im Jahr 2015 wurden 13.9 % des Endenergieverbrauchs der Privaten Haushalte für die Bereitstellung von Warmwasser aufgewendet. Dadurch ist Warmwasser nach der Raumwärme mengenmäßig der zweitwichtigste Verwendungszweck im Haushaltssektor.

Die Aufteilung des Energieverbrauchs für Warmwasser nach Energieträgern ist in Tabelle 4-7 beschrieben. Die Differenzen zwischen den witterungsbereinigten Verbräuchen und den Verbräuchen mit Witterungseinfluss betragen in der Regel rund 0.1-0.2 PJ. Aufgrund der geringen Differenzen wird auf eine Darstellung der witterungsbereinigten Werte verzichtet.

Für die Bereitstellung von Warmwasser werden pro Jahr rund 32 PJ aufgewendet. Die jährlichen Verbrauchsschwankungen sind gering. Effizienzverbesserungen durch die höheren Nutzungsgrade der Anlagen wurden durch den Mengeneffekt (Bevölkerungswachstum) weitgehend kompensiert. Wie die Raumwärme wird auch das Warmwasser überwiegend von Zentralsystemen bereitgestellt.

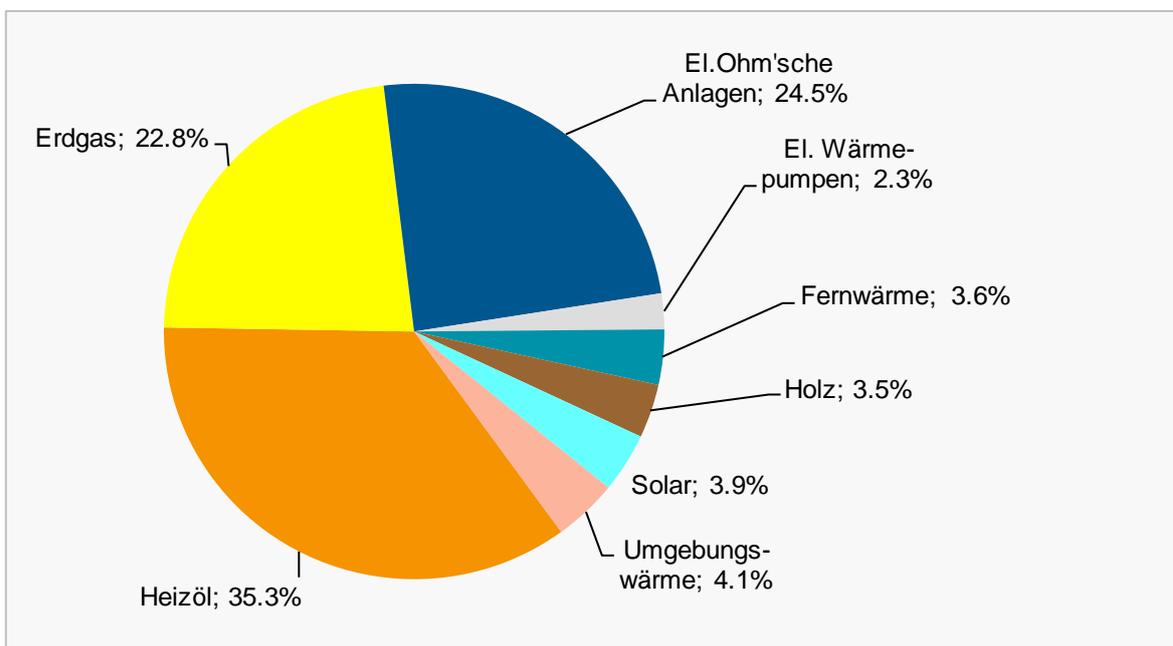
Tabelle 4-7: Endenergieverbrauch für Warmwasser 2000 bis 2015 nach Energieträgern, in PJ, mit Witterungseinfluss

	2000	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Δ '00-'15
Heizöl	16.6	13.3	12.7	12.5	12.2	11.6	11.3	-32.3%
Erdgas	5.1	6.6	6.6	6.9	7.1	7.1	7.3	+43.8%
el. Ohm'sche Anlagen	8.1	8.3	8.0	7.9	8.0	7.8	7.8	-3.9%
el. Wärmepumpen	0.2	0.5	0.5	0.6	0.6	0.7	0.7	+270%
Fernwärme	0.9	0.9	0.9	1.0	1.1	1.1	1.1	+31.7%
Holz	1.0	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	+12.6%
Solar	0.1	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	+1004%
Umgebungswärme	0.3	0.7	0.8	1.0	1.1	1.2	1.3	+336%
Summe	32.3	32.2	31.6	31.9	32.2	31.7	31.9	-1.2%

Quelle: Prognos 2016

Im Jahr 2015 entfiel der überwiegende Teil des Verbrauchs auf die Energieträger Heizöl (35.3 %), Elektrizität (26.8 %) und Erdgas (22.8 %; Abbildung 4-5). Gegenüber dem Jahr 2000 ist der Anteil dieser drei Energieträger am Gesamtverbrauch für Warmwasser von 93 % auf 85 % gesunken (inkl. Strom für WP). Der Rückgang ist vorwiegend auf einen Minderverbrauch beim Heizöl zurückzuführen (-5.4 PJ; -32.3 %). Der Anteil der erneuerbaren Energien Holz, Solar und Umgebungswärme stieg im gleichen Zeitraum von 4.4 % auf 11.5 %.

Abbildung 4-5: Anteile der Energieträger am Warmwasserverbrauch im Jahr 2015



Quelle: Prognos 2016

Treiber dieser Veränderungen sind zum einen Verschiebungen in der Versorgungsstruktur (Tabelle 4-8), zum andern damit verbundene Änderungen bei den spezifischen Wasserbedarfen und den geschätzten mittleren Anlagennutzungsgraden (Tabelle 4-9).

Im Haushaltsmodell wird angenommen, dass die durchschnittliche Verbrauchsmenge an Warmwasser pro Kopf zwischen Zentralsystemen und Einzelsystemen variiert. Komfortbedingt ist der Pro-Kopf-Verbrauch bei zentralen Warmwassersystemen, zu denen auch Solaranlagen gezählt werden, höher als bei dezentralen Warmwassersystemen. Bei den konventionellen zentralen Systemen werden für den spezifischen Nutzenergieverbrauch rund 45 bis 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. Bei Einzelsystemen ist der Bezug von Warmwasser nur an einer oder wenigen Stellen möglich. Der Warmwasserverbrauch ist dadurch in der Regel geringer. Angenommen werden hier 35 bis 45 Liter pro Kopf und Tag. Die

Warmwasser-Versorgungsstruktur der Bevölkerung nach Anlagensystemen ist in Tabelle 4-8 dargestellt. Die Bevölkerungszahl unterscheidet sich von der mittleren Bevölkerung gemäss Tabelle 3-2. In Tabelle 4-8 ist nur der Teil der Bevölkerung berücksichtigt der in privaten 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 2015, in Tsd.

	2000	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Anteil 2015
Bevölkerung ohne WW	93	69	66	63	59	56	53	0.7%
Bevölkerung mit WW	7028	7648	7684	7770	7864	7962	8038	99.4%
dar: Öl Zentral	3206	2777	2702	2657	2595	2538	2463	30.4%
Erdgas zentral	808	1219	1249	1301	1335	1369	1401	17.3%
Erdgas Einzel	276	355	363	379	387	397	406	5.0%
Elektrizität Zentral	1822	1897	1868	1832	1834	1830	1825	22.6%
Elektrizität Einzel	321	296	291	286	286	286	285	3.5%
Holz Zentral	99	145	148	151	156	161	165	2.0%
Holz Einzel	67	62	58	53	49	45	41	0.5%
Solar	41	254	300	342	378	419	458	5.7%
Fernwärme	213	231	240	251	263	277	292	3.6%
Wärmepumpe	175	410	465	518	579	639	702	8.7%

WW: Warmwasser

Quelle: Prognos 2016, eigene Fortschreibung der VZ 2000

Die mittleren Anlagennutzungsgrade sind der Tabelle 4-9 zu entnehmen. Wärmepumpen weisen die höchsten Nutzungsgrade auf. Überdurchschnittliche Wirkungsgrade besitzen auch die solarthermischen Anlagen, konventionelle Elektroboiler sowie die Fernwärme. Der mittlere Anlagennutzungsgrad erhöhte sich im Betrachtungszeitraum um 9 %-Punkte auf 74 % (die genutzte Umweltwärme wurde bei der Berechnung des mittleren Nutzungsgrades berücksichtigt).

Solarthermische Anlagen erreichen einen optischen Wirkungsgrad von bis zu 85 %. D.h., bis zu 85 % der einfallenden Strahlungsenergie kann als Wärme an den Solarkreislauf übertragen werden. Aufgrund von weiteren Verlusten, u.a. bei Wärmespeicher, Wärmetauscher und den Leitungen, ist der Jahresnutzungsgrad der Gesamtanlagen geringer (ca. 35 % bis 50 %). In der Energiestatistik wird die mittels Solarthermie-Anlagen genutzte Wärmemenge dem Energieinput gleichgesetzt, was einem rechnerischen Nutzungsgrad von 100 % entspricht. Die vorliegenden Berechnungen basieren ebenfalls auf dieser Konvention.

Tabelle 4-9: *Geschätzte mittlere Nutzungsgrade 2000 bis 2015 nach Energieträgern und Warmwassersystemen, in Prozent und Veränderung in Prozentpunkten (UWW: Umweltwärme)*

	2000	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Δ '00-'15 %-Punkte
insgesamt, inkl. UWW	65%	71%	71%	72%	72%	73%	74%	9.0%
dar: Öl Zentral	59%	64%	64%	64%	65%	65%	66%	7.0%
Erdgas zentral	64%	72%	72%	73%	73%	73%	74%	10.1%
Erdgas Einzel	63%	69%	69%	69%	70%	70%	71%	7.5%
Elektrizität Zentral	76%	77%	77%	77%	77%	77%	77%	1.2%
Elektrizität Einzel	82%	84%	84%	84%	85%	85%	85%	3.0%
Wärmepumpe	250%	260%	264%	268%	272%	276%	278%	27.1%
Fernwärme	74%	76%	76%	76%	76%	76%	76%	1.9%
Holz Zentral	45%	48%	49%	49%	49%	49%	50%	5.1%
Solar	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0.0%

Quelle: Prognos 2016

4.4 Kochen, inkl. Geschirrspülen

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

Im Jahr 2015 entfielen geschätzte 95.5 % des Energieverbrauchs für das Kochen und Geschirrspülen auf Elektrizität (2000: 91 %), 3.2 % auf Gasherde und 1.3 % auf Holzherde. Vom gesamten Elektrizitätsverbrauch für das Kochen und Geschirrspülen werden knapp 55 % von den Elektroherden (Herdplatten und Backofen) verbraucht, 23 % von elektrischen Kochhilfen und 22% von den Geschirrspülmaschinen.

Der Gesamtverbrauch für das Kochen und Geschirrspülen hat im Zeitraum 2000 bis 2015 um 0.8 PJ (+8.8 %) zugenommen (Tabelle 4-10). Dieser Zuwachs ist hauptsächlich auf die wachsenden Gerätebestände bei den elektrischen Kochhilfen und den damit verbundenen Mehrverbrauch zurückzuführen (+0.7 PJ; +50 %). Trotz der Bevölkerungszunahme hat sich der Verbrauch für Kochherde insgesamt leicht verringert (Summe aus Elektro-, Holz- und Gasherden -2.4 %). Ursächlich für diese Entwicklung sind unter anderem abnehmende Versorgungsquoten mit Gas- und Holzherden bei zunehmender Versorgung mit effizienteren Elektroherden (darunter Induktions-Kochherde) und Elektrobacköfen.

Tabelle 4-10: Endenergieverbrauch für Kochherde, elektrische Kochhilfen und Geschirrspüler, 2000 bis 2015, in PJ

	2000	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Anteil 2015
Gas (-Herd)	0.6	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	3.2%
Holz (-Herd)	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	1.3%
Elektrizität	8.0	8.7	8.8	8.9	9.0	9.1	9.2	95.5%
Elektroherd	4.8	4.9	4.9	4.9	4.9	5.0	5.0	54.8%
übrige Elektrogeräte	1.4	2.0	2.0	2.0	2.1	2.1	2.1	23.2%
Geschirrspüler	1.8	1.9	1.9	1.9	2.0	2.0	2.0	22.0%
Summe	8.8	9.3	9.3	9.3	9.4	9.5	9.6	100.0%

Quelle: Prognos 2016

Bei den Geschirrspülern zeigt sich im Zeitverlauf ein wachsender Gerätebestand. Auch hier wirkt die Abnahme des spezifischen Geräteverbrauchs dem Mengenwachstum entgegen. Der Verbrauch ist in der Periode 2000 bis 2015 um 0.2 PJ gestiegen (+11 %).

4.5 Übrige Elektrogeräte

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-Gefrier-Kombigeräten einerseits und Tiefkühlgeräten andererseits,
- Waschen und Trocknen, differenziert nach Waschmaschinen und Waschtrocknern sowie Wäschetrocknern (Tumbler), ohne die gemeinschaftlich genutzten Geräte in Mehrfamilienhäusern,
- Unterhaltung, Information und Kommunikation, darunter die Geräte TV, Video/DVD/Blu-Ray, Settop-Boxen, Radio/Phono, Beamer, Computer, Drucker, Monitore, Mobil- und Festnetztelefone⁶,
- Klima, Lüftung und Haustechnik, darunter die Verbräuche für Antennenverstärker, die Hausvernetzung, Klimageräte, Belüftungsanlagen, Luftbefeuchtung sowie der Hilfsenergieverbrauch für Heizungs- und Warmwasseranlagen,
- „Sonstige elektrische Geräte im Haushalt“, darunter eine Vielzahl von Geräten, die nicht einzeln erfasst oder ausgewiesen

⁶ Für die Gerätegruppe Router/WLAN (und auch für Modems zur digitalen Telefonie) liegen noch keine ausreichenden Grundlagen vor um eine belastbare Energieverbrauchsschätzung zu erstellen. Der Verbrauch dieser Geräte fehlt deshalb beim Verwendungszweck Information, Kommunikation und Unterhaltung, mit der Folge, dass der Verbrauch des Verwendungszwecks unterschätzt wird. Der Verbrauch ist implizit bei den "sonstigen Elektrogeräten" enthalten.

werden können (z.B. Staubsauger, Bügeleisen, Fön, Bohrmaschine, Router, Game-Konsolen).

Die mobilen elektrischen Kleinheizgeräte (Elektro-Öfelis) mit einem Jahresverbrauch von rund 1.5 PJ sind beim Verwendungszweck Raumwärme berücksichtigt.

Die Verbrauchsstruktur der unterschiedenen Verwendungszwecke ist in Tabelle 4-11 beschrieben. Bei der Interpretation der Ergebnisse gilt es zu berücksichtigen, dass die aufgeführten Verbräuche so abgegrenzt sind, dass ein Vergleich mit der Energiestatistik möglich ist. Dies betrifft insbesondere die Bereiche Hilfsenergieverbrauch von Heizanlagen in Mehrfamilienhäusern (2015: 1.8 PJ), Waschmaschinen und Wäschetrockner am Gemeinschaftszähler (2015: 0.7 PJ), Antennenverstärker in Mehrfamilienhäusern (2015: 0.6 PJ) sowie der Verbrauch zum Betrieb von Lüftungsanlagen in Mehrfamilienhäusern (2015: 0.2 PJ). Diese Verbrauchsmengen werden hier nicht den Privaten Haushalten zugerechnet, sondern im Dienstleistungssektor verbucht.

Unter Berücksichtigung der beschriebenen Sektorabgrenzung ergibt sich für den Zeitraum 2000 bis 2015 eine Zunahme des Stromverbrauchs für die übrigen Geräte und Anwendungen um 4.1 PJ (+14.2 %). Gegenüber dem Vorjahr hat sich der Verbrauch nicht wesentlich verändert.

Die Entwicklung in den unterschiedenen Verwendungszwecken verlief im Zeitraum 2000 bis 2015 unterschiedlich. Rückläufig war der Verbrauch bei der Beleuchtung (-29 %), bei Kühlen und Gefrieren (-10 %) sowie wie bei Information, Kommunikation und Unterhaltung (-13 %). Beim letztgenannten Verwendungszweck ist der Verbrauchsrückgang hauptsächlich auf die Gerätegruppen Computer (inkl. Peripherie) sowie auf die TV- und Videogeräte zurückzuführen, während der Verbrauch für den Betrieb der TV-Settop-Boxen deutlich zugenommen hat (+0.5 PJ). Der Rückgang bei TV-Geräten, Monitoren (und Laptops) ist insbesondere auf die technische Entwicklung bei der Bildschirmtechnologie zurückzuführen. Vergleichsweise ineffiziente CRT-Geräte wurden durch LCD-Bildschirme ersetzt. Bei diesen führte der Wechsel der CCFL-Hintergrundbeleuchtung zur LED-Hintergrundbeleuchtung nochmals zu einem Effizienzgewinn von rund 30 %.

Der Verbrauch für die Beleuchtung ist bis ins Jahr 2005 gestiegen. Dieser Zuwachs hing mit dem Bevölkerungswachstum, dem Anstieg der Wohnfläche und der Ausstattung an Lampen zusammen. Die Abnahme seit 2005 ist auf den zunehmenden Einsatz von Energiesparlampen und LED-Lampen zurückzuführen. Der Anteil der LED-Lampen an den eingesetzten Lampen wird mittlerweile auf rund 10 % geschätzt. Nach wie vor am meisten verkauft wur-

den im Retail-Markt die vergleichsweise ineffizienten Temperaturstrahler (= Halogen-Glühlampen, Marktanteil über 60 % in 2014; SLG 2015).

Am stärksten gewachsen ist im Zeitraum 2000 bis 2015 der Verbrauch der sonstigen Elektrogeräte. Der Verbrauch dieser Gerätegruppe hat sich zwischen 2000 und 2015 von 4.6 PJ auf 8.6 PJ erhöht (+87 %).

Tabelle 4-11: Verbrauch von Elektrogeräten, 2000 bis 2015, in PJ

	2000	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Δ '00-'15
Beleuchtung	5.7	5.7	5.4	5.1	4.9	4.5	4.1	-28.9%
Kühlen und Gefrieren	7.1	6.9	6.8	6.7	6.6	6.5	6.4	-10.2%
Kühlgeräte	4.3	4.2	4.2	4.1	4.0	4.0	3.9	-10.9%
Tiefkühlgeräte	2.8	2.7	2.6	2.6	2.6	2.6	2.5	-9.2%
Waschen und Trocknen	2.6	4.9	5.0	5.1	5.1	5.1	5.0	+93.1%
Waschmaschinen	1.5	2.4	2.5	2.5	2.5	2.5	2.4	+57.3%
Wäschetrockner	1.1	2.5	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	+145%
Unterhaltung, I&K	5.4	5.5	5.3	5.1	5.0	4.8	4.6	-13.2%
TV	1.9	2.2	2.0	1.9	1.7	1.6	1.5	-22.8%
Settop-Boxen	0.1	0.4	0.4	0.5	0.6	0.6	0.6	+525%
Video	0.5	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	-70.1%
Radio/Phono	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	+9.1%
Telefone	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	+124%
Computer/ Peripherie	1.8	1.5	1.4	1.3	1.3	1.2	1.1	-38.2%
Klima, Lüftung, HT	3.6	4.4	3.8	4.2	4.7	3.9	4.4	+21.9%
Antennenverstärker, HV	0.4	0.6	0.6	0.7	0.7	0.8	0.8	+84.1%
Hilfsenergie RW	2.4	2.8	2.2	2.5	2.8	2.1	2.4	-2.3%
Klima, Lüftung	0.8	1.0	1.0	1.1	1.1	1.0	1.2	+63.0%
sonstige Elektrogeräte	4.6	7.1	7.3	7.7	8.0	8.3	8.6	+86.8%
Summe	29.0	34.5	33.6	34.0	34.2	33.2	33.2	+14.2%

*I&K: Information und Kommunikation, HT: Haustechnik, HV: Haushaltsvernetzung, RW: Raumwärme
Quelle: Prognos, teilweise basierend auf Absatzzahlen von FEA und swico*

Der Verbrauch für das Waschen und Trocknen ist um 2.5 PJ auf 5.0 PJ gestiegen (+93 %). Die Zunahme ist unter anderem auf das Bevölkerungswachstum, die zunehmende Haushaltsausstattung mit Wäschetrocknern sowie auf strukturelle Verlagerungen in den Mehrfamilienhäusern zurückzuführen. In Mehrfamilienhäusern werden die Geräte zunehmend in den privaten Wohnungen oder über die wohnungseigenen Stromzähler betrieben. Wird der Gesamtverbrauch für das Waschen und Trocknen betrachtet, d.h. inklusive des Verbrauchs der gemeinschaftlich genutzten Geräte in Mehrfamilienhäusern, zeigt sich im Betrachtungszeitraum eine Erhöhung des Energieverbrauchs von 4.8 PJ auf 5.8 PJ (+20 %); seit dem Jahr 2008 hat sich der Verbrauch nicht mehr wesentlich verändert, respektive ist leicht rückläufig.

Der Verbrauch im Bereich Klima, Lüftung und Haustechnik hat gegenüber dem Jahr 2000 um 0.8 PJ (+22 %) zugenommen und belief sich im Jahr 2015 auf 4.4 PJ. Die Zunahme ist zu etwa gleichen Teilen auf die Bereiche Klima und Lüftung (inkl. Luftbefeuchter) sowie die übrige Haustechnik (Antennenverstärker, Hausvernetzung) zurückzuführen. Der Hilfsenergieverbrauch hat sich nicht wesentlich verändert. Die verbrauchssteigernden Effekte durch die Zunahme der beheizten Wohnfläche und den steigenden Anteil der Flächenheizungen wurden kompensiert durch effizientere Pumpen und intelligentere Steuerung.

Während die steigende Effizienz der neuen Elektro-Geräte der Verbrauchszunahme entgegen wirkte, nahm die Anzahl der Geräte mehrheitlich zu. Eine Auswahl der zugrunde gelegten Gerätebestände inklusive der Kochherde ist in Tabelle 4-12 abgebildet. Abnehmende Bestände zeigen sich einzig bei den Video-/DVD-Geräten.

Tabelle 4-12: Relevante Geräte-Mengenkomponenten 2000 bis 2015, ohne Anteile des Dienstleistungssektors⁷

	Einheit	2000	2010	2011	2012	2013	2014	2015
el. Kochherde/Backöfen	1000	2854	3'228	3'250	3'293	3'339	3'392	3'433
Beleuchtung - EBF	Mio m ²	404	475	482	489	497	505	512
Kühlgeräte	1000	3882	4'344	4'371	4'427	4'487	4'555	4'606
Tiefkühlgeräte	1000	1022	1'789	1'836	1'895	1'957	2'022	2'082
Waschmaschinen	1000	3029	3'386	3'405	3'445	3'489	3'539	3'575
Wäschetrockner	1000	1561	2'454	2'527	2'621	2'722	2'834	2'940
TV	1000	3678	4'043	3'941	4'195	4'237	4'295	4'335
Video/DVD	1000	2528	3'015	2'890	2'789	2'693	2'605	2'509
HH mit Radio/Audio/Phono	1000	3144	3'419	3'435	3'473	3'515	3'563	3'596
PC/Laptop	1000	2061	4'992	5'450	6'352	7'165	7'439	7'581
Hilfsenergie RW - EBF	Mio m ²	169	202	204	207	210	212	214

EBF: Energiebezugsfläche, HH: Haushalte, RW: Raumwärme

Quelle: Prognos 2016

Bei Kühl- und Gefriergeräten, Fernsehgeräten, Radio-/HiFi-Geräten und PC/Laptops lagen die Ausstattungsgrade im Jahr 2015 über 100 %. Zweit- und Drittgeräte wurden teilweise gesondert berücksichtigt. Bei Kühl- und Gefriergeräten, die teilweise zwanzig Jahre und länger in Betrieb bleiben, werden für Altgeräte im Zeitverlauf die spezifischen Verbräuche gegenüber dem Neuzustand erhöht (undichte Türummis, verschmutzte Wärmetauscher o.ä.). Bei TV-Geräten werden für die Zweit- und Drittgeräte geringere Nutzungszeiten, aber höhere spezifische Verbräuche angenommen (Zweitgeräte sind häufig ältere „ausrangierte“ Erstgeräte). Bei

⁷ Eine Ausnahme stellt die Beleuchtung dar. Der Verbrauch für Beleuchtung in Zweit- und Ferienwohnungen wird bei den Privaten Haushalten ausgewiesen.

allen grossen Haushaltsgeräten nimmt der Anteil der besseren Gerätekategorien zu, was zur Reduktion der mittleren spezifischen Verbräuche beiträgt.

4.6 Vergleich zwischen Haushaltsmodell und Gesamtenergiestatistik

Der im Haushaltsmodell ermittelte Gesamtenergieverbrauch der Jahre 2000 bis 2015 nach Energieträgern ist in Tabelle 4-13 zusammengefasst. Vergleicht man die Modellergebnisse mit der Gesamtenergiestatistik so zeigt sich folgendes Bild: Über alle Energieträger hinweg ist die Differenz zwischen Modell und Statistik relativ klein. Kumuliert über die Jahre 2000 bis 2015 beträgt die Differenz rund 0.05 % (1.9 PJ; Tabelle 4-14). Mit dem Modell (-8.6 PJ) wird der Verbrauchsrückgang zwischen 2000 bis 2015 etwas überschätzt (Gesamtenergiestatistik -3.9 PJ). Diese Differenz ist hauptsächlich auf die Entwicklung bei der Elektrizität zurückzuführen.

Der Grad der Übereinstimmung zwischen Modellschätzung und Energiestatistik variiert zwischen den Jahren. In einzelnen Jahren wird der Verbrauch überschätzt, in anderen unterschätzt. Im Mittel beträgt die jährliche Differenz rund 2 PJ. Am grössten ist die Differenz im Jahr 2001 (6.1 PJ). Die Übereinstimmung bei den einzelnen Energieträgern ist ebenfalls unterschiedlich. Vergleichsweise gering sind in den meisten Jahren die prozentualen Abweichungen bei Elektrizität, Heizöl, Erdgas und Holz. Grösser sind die relativen Abweichungen bei der Fernwärme und den übrigen Erneuerbaren (Umweltwärme, Solarthermie), die absoluten Differenzen sind in der Regel aber geringer als 1 PJ. Bei der Fernwärme bestehen teilweise statistische Abgrenzungsprobleme zwischen den Verbrauchssektoren Haushalte und Dienstleistungen. Der modellierte Elektrizitätsverbrauch passt in den Jahren 2000 bis 2013 sehr gut mit der Statistik überein, in den Jahren 2014 und 2015 liegt der modellierte Verbrauch aber rund 4.5 % unter dem Verbrauch gemäss Statistik. Dies könnte ein Indiz sein, dass mit dem Modell die Verbrauchsentwicklung in den beiden letzten Jahren etwas unterschätzt wird.

Tabelle 4-13: *Endenergieverbrauch der Privaten Haushalte 2000 bis 2015 in der Abgrenzung der Energiestatistik, in PJ (Modellergebnisse mit Witterungseinfluss) in PJ*

	2000	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Anteil 2015
Heizöl	117.8	113.8	88.2	95.8	102.0	77.2	81.7	35.7%
Erdgas	35.7	48.8	40.0	45.7	50.8	40.6	45.3	19.8%
Kohle	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1%
Elektrizität	57.5	67.9	63.7	65.7	67.6	63.0	64.4	28.1%
Fernwärme	5.3	7.5	6.2	7.1	8.1	6.6	7.5	3.3%
Holz	17.6	20.3	16.7	18.5	20.3	16.1	17.6	7.7%
Solar	0.2	1.0	1.1	1.3	1.4	1.5	1.6	0.7%
Umgebungswärme	3.1	8.4	7.3	9.0	10.8	9.0	10.7	4.7%
Summe	237.7	268.2	223.4	243.4	261.3	214.2	229.1	100.0%

Quelle: Prognos 2016

Tabelle 4-14: *Vergleich Modellergebnis und Gesamtenergiestatistik, 2000 bis 2015, in PJ und Abweichungen in %*

	2000	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Σ00 - '15
Verbrauch Modell, PJ	237.7	268.2	223.4	243.4	261.3	214.2	229.1	3924.7
Verbrauch GEST, PJ	236.3	264.9	225.7	244.3	258.9	218.9	232.4	3922.8
Abweichung, PJ	1.5	3.3	-2.3	-0.9	2.4	-4.7	-3.3	1.9
Abweichung, %	0.6%	1.2%	-1.0%	-0.4%	0.9%	-2.2%	-1.4%	0.05%
Heizöl	1.2%	1.8%	1.2%	1.6%	2.5%	2.6%	2.8%	
Erdgas	-2.0%	0.9%	-2.7%	-3.2%	-0.6%	-4.4%	-2.1%	
Elektrizität	1.6%	1.4%	-1.4%	-0.5%	0.1%	-4.3%	-4.6%	
Holz	-1.6%	-0.9%	-1.9%	-0.8%	-1.4%	-2.2%	-2.0%	
Fernwärme	11.1%	9.0%	5.8%	10.2%	13.2%	1.2%	3.8%	
übrige Erneuerbare	-15.1%	-5.1%	-13.6%	-9.6%	-3.3%	-12.8%	-8.6%	

Quellen: BFE 2016a und Prognos 2016

5 Analyse der Ursachen der Verbrauchsentwicklung 2000 bis 2015

Bei der Analyse der Ursachen der Verbrauchsentwicklung wird versucht, die Veränderungen der jährlichen Energieverbräuche zwischen 2000 und 2015 auf die wichtigsten Bestimmungsfaktoren zurückzuführen. Als Bestimmungsfaktoren werden unterschieden:

- Witterung (Temperatur und Solarstrahlung),
- Mengeneffekte (Wohnfläche, Bevölkerung, Gerätebestände),
- Technik und Politik (Wärmeleistungsbedarf, Anlagen-Nutzungsgrade, spez. Geräteverbräuche),
- Substitutionen (energieträgerspezifische Substitutionen, übrige strukturelle Mengeneffekte und bei Elektrogeräten Verwendungszweckübergreifende Substitutionen),
- Struktureffekte und
- 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 übergeordneten 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 (Waschtrockner) und Tumbler (Wäschetrockner). Die Gruppe „Kochen Elektrizität übrige Geräte“ umfasst elektrische Kochhilfen wie Mikrowelle, Grill, Toaster etc. Der Bereich „Übriges“ umfasst die IKT-Geräte und 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 Verbrauch in Ein- und Zweifamilienhäusern für den Betrieb der Komfortlüftungen sowie der Hilfsenergieverbrauch der Heizanlagen beim Verwendungszweck Raumwärme subsumiert. Die übrigen Bereiche des Verwendungszweckes Klima, Lüftung und Haustechnik werden unter den Elektrogeräten abgehandelt (darunter Klimatisierung, Luftbefeuchtung, Hausvernetzung und Antennenverstärker).

Hinweis zur Interpretation der Jahreseffekte: Für die Bestimmung der Effekte der einzelnen Bestimmungsfaktoren wird jeweils ein Einflussfaktor 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. Diese Methode hat zur Folge, dass die ausgewiesenen Effekte im Jahr t_{n+1} vom Verbrauch im Jahr t_n abhängen: War beispielsweise der Verbrauch im Jahr t_n aufgrund warmer Witterung gering, ergeben sich in t_{n+1} etwas kleinere Effekte, als wenn die Witterung im Vorjahr kalt und der Verbrauch hoch gewesen wäre. In den meisten Jahren ist dieser Einfluss gering, nicht aber in den Jahren 2012 und 2015, welche auf die ausserordentlich milden Jahre 2011 und 2014 folgen (vgl. z.B. Abbildung 5-5 und Abbildung 5-6).

5.1 Die Verbrauchsentwicklung 2000 bis 2015

5.1.1 Die Entwicklung insgesamt – alle Verwendungszwecke

Die Summe der jährlichen Verbrauchsveränderungen von 2000 bis 2015 beträgt gemäss Haushaltsmodell -8.6 PJ (Tabelle 5-1 und Abbildung 5-1). Der Verbrauchsrückgang gemäss der Gesamtenergiestatistik beläuft sich im gleichen Zeitraum auf 3.9 PJ. Das Modell scheint den Verbrauchsrückgang etwas zu überschätzen.

Tabelle 5-1: Die Veränderung des Energieverbrauchs 2000 bis 2015 nach Bestimmungsfaktoren und Energieträgern, in PJ

	Witterungseffekte	Mengeneffekte	Substitutionseffekte	Technik / Politik Qualität Bauten	Technik / Politik Qualität Anlagen	Technik / Politik Qualität Geräte	übrige erklärte strukt. Effekte	Joint-Effekte	Summe Modell	Gesamtenergiestatistik
Heizöl extra-leicht	-0.5	21.9	-37.0	-12.4	-8.5	0.0	0.1	0.4	-36.1	-37.0
Erdgas	-1.2	8.4	13.4	-5.9	-4.5	0.0	-0.2	-0.3	9.6	9.8
Elektrizität	-0.6	17.8	-0.4	-2.6	0.0	-16.3	9.7	-0.7	6.9	10.9
Fernwärme	-0.2	1.3	2.5	-1.3	-0.1	0.0	-0.1	-0.1	2.1	2.4
Holz	-0.5	3.8	0.4	-2.6	-0.9	0.0	0.3	-0.4	0.0	0.0
Kohle	0.0	0.1	-0.2	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.2	0.3
übrige Erneuerbare	-0.5	1.4	10.5	-2.3	-0.4	0.0	0.1	0.4	9.0	9.6
Summe	-3.6	54.7	-10.8	-27.2	-14.5	-16.4	9.9	-0.8	-8.6	-3.9

Quelle: Prognos 2016

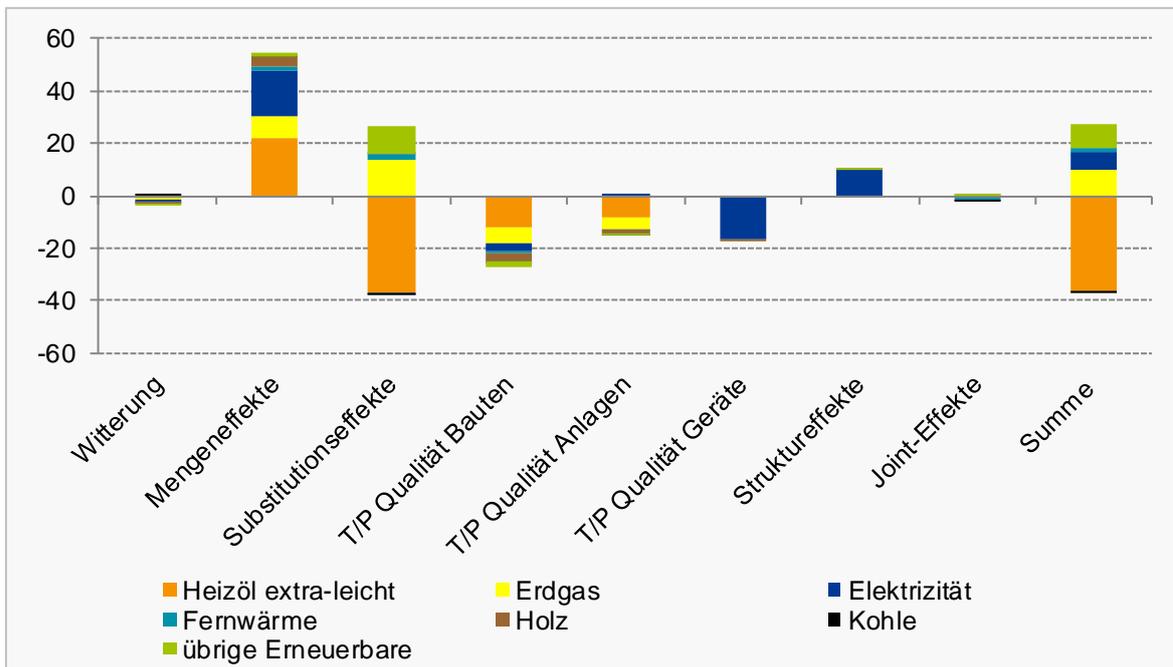
Das Jahr 2015 war leicht wärmer als das Jahr 2000, zudem war die jährliche Solarstrahlungsmenge deutlich höher (+13 %; vgl. Tabelle 3-2). Von der modellmässig ermittelten Verbrauchsreduktion

um 8.6 PJ sind 3.6 PJ auf die Witterung im Jahr 2015 zurückzuführen. Bereinigt um den Einfluss der warmen Witterung hätte der Verbrauch gemäss dem Modell im Zeitraum 2000 bis 2015 um 5 PJ abgenommen.

Die Mengeneffekte hatten eine erhebliche Bedeutung. Für sich allein genommen hätten sie den Verbrauch im Zeitraum 2000 bis 2015 um 54.7 PJ erhöht. Die Effekte Technik und Politik wirkten ausnahmslos verbrauchsreduzierend, insgesamt um 58.1 PJ. Davon entfallen 27.2 PJ auf den Bereich Gebäudehülle, 14.5 PJ auf die Heizungs- und Warmwasseranlagen sowie 16.4 PJ auf die Elektrogeräte.

Die Substitutionseffekte kompensieren sich teilweise. Per Saldo reduzierten sie den Verbrauch um 10.8 PJ. Die strukturellen Effekte wirkten hingegen verbrauchssteigernd (+9.9 PJ). Hinter diesem Einfluss verbergen sich im Wesentlichen die strukturellen Verbrauchseffekte bei den Elektrogeräten.

Abbildung 5-1: Die Veränderung des Energieverbrauchs 2000 bis 2015 nach Bestimmungsfaktoren und Energieträgern, in PJ (T/P: Technik und Politikeffekte)



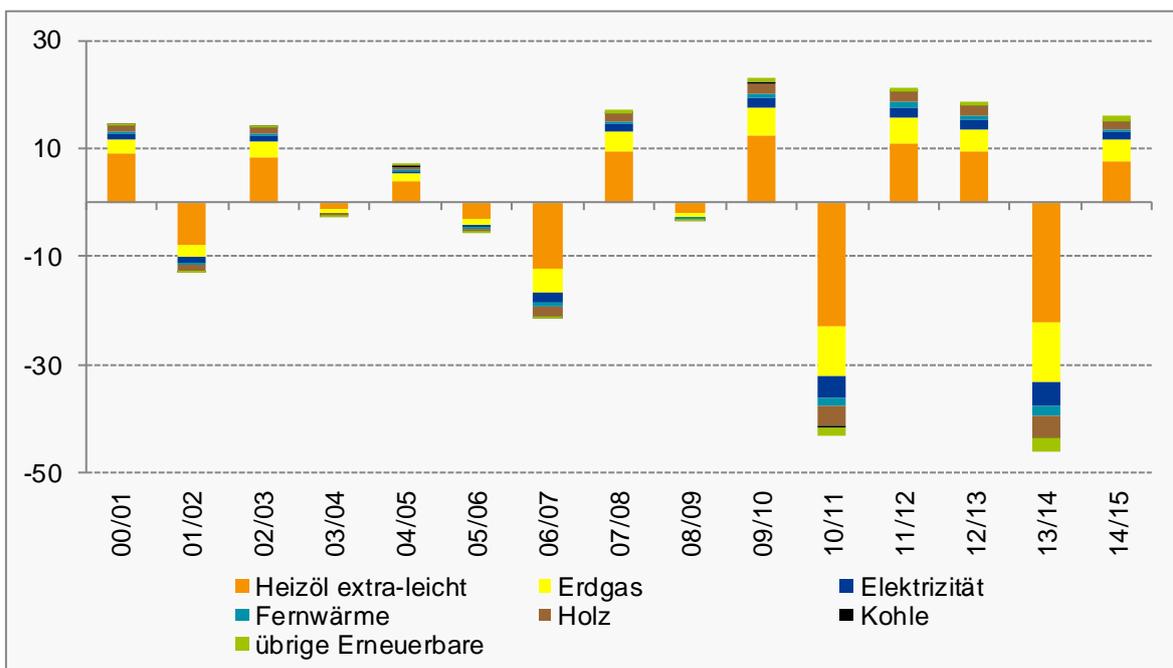
Quelle: Prognos 2016

Im Folgenden werden die aufgeführten Entwicklungen nach Energieträgern und Bestimmungsfaktoren 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. unterschiedli-

che Witterungseffekte bei Zentral- und Einzelsystemen). Beim Vergleich der Abbildungen gilt es zudem die teilweise sehr unterschiedlichen Massstäbe 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 2015 den Verbrauch um 3.6 PJ reduziert. Die Effekte in den Jahren 2010/2011 und 2013/2014 fallen mit -43 PJ, respektive -46 PJ vergleichsweise gross aus. Die Jahre 2010 und 2013 waren jeweils überdurchschnittlich kühl und die darauffolgenden Jahre 2011 und 2014 überdurchschnittlich mild. Die grössten Veränderungen treten bei den Energieträgern Heizöl und Erdgas auf. Dies spiegelt die Bedeutung der beiden Energieträger im Raumwärmereich wider.

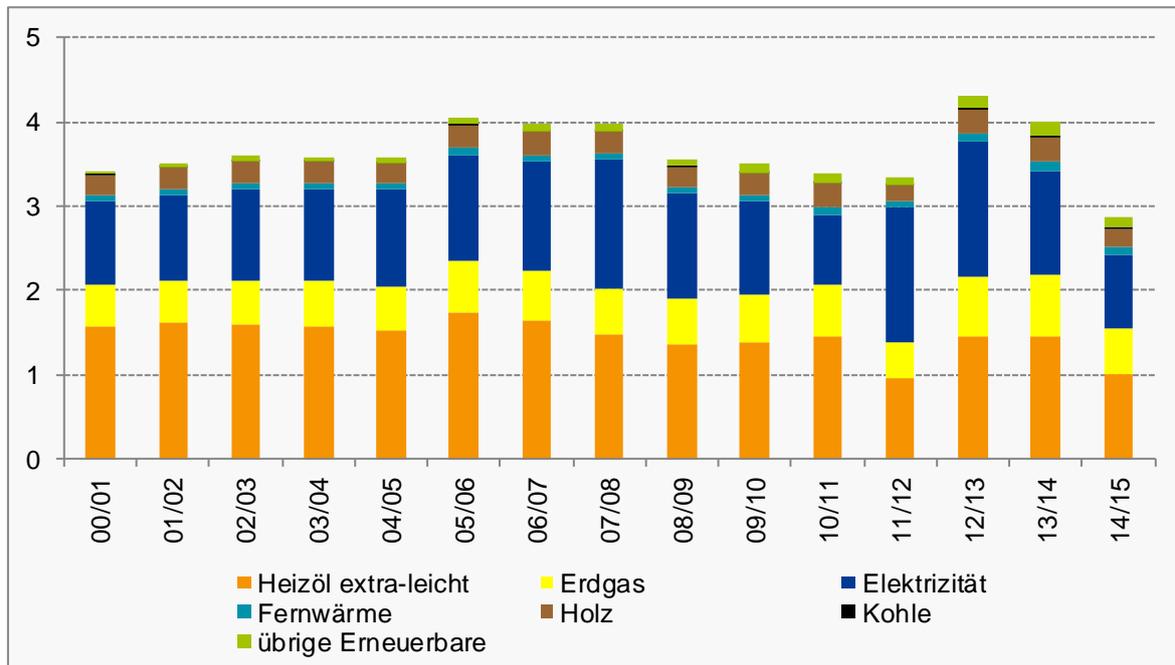
Abbildung 5-2: Jährliche Witterungseffekte 2000/01 bis 2014/15 nach Energieträgern, in PJ



Quelle: Prognos 2016

Die Mengeneffekte wirken über alle Verwendungszwecke hinweg verbrauchssteigernd (Abbildung 5-3). Am stärksten waren die Mengeneffekte bei Heizöl und Elektrizität, gefolgt von Erdgas und Holz. Die Mengeneffekte werden hauptsächlich verursacht durch die wachsenden Energiebezugsflächen, steigende Bevölkerungs- und Haushaltszahlen und der damit verbundenen Ausweitung der Gerätebestände.

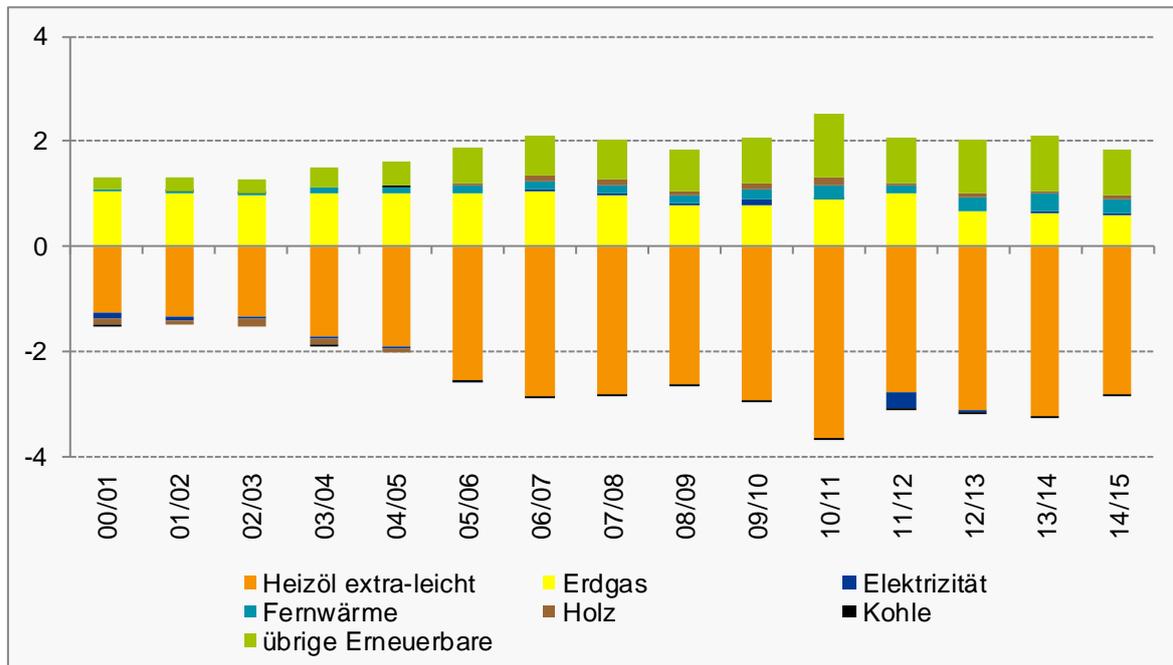
Abbildung 5-3: Mengeneffekte 2000/01 bis 2014/15 nach Energieträgern, in PJ



Quelle: Prognos 2016

Substitutionseffekte haben verschiedene Ursachen. Sie können aus dem Wechsel des Heiz- oder Warmwassersystems resultieren, 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, z.B. vom Kochherd auf die Mikrowelle. Die mit Substitutionen verbundenen Verbrauchswirkungen können „positiv“ (verbrauchssteigernd) oder „negativ“ (verbrauchssenkend) sein. Verbrauchssteigernd sind sie dann, wenn ein Übergang von verbrauchsexensiveren auf verbrauchsintensivere Geräte oder Anlagen erfolgt, z.B. der Wechsel von einem Warmwasser-Einzelsystem auf ein Zentralsystem. Zentralsysteme bieten ein Mehr an Komfort, da mehrere Bezugsquellen zur Verfügung stehen. Sie führen deshalb in der Regel zu einem höheren Wasserverbrauch. „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 Technikeffekt kann hier nicht eindeutig gezogen werden.

Abbildung 5-4: Substitutionseffekte 2000/01 bis 2014/15 nach Energieträgern, in PJ



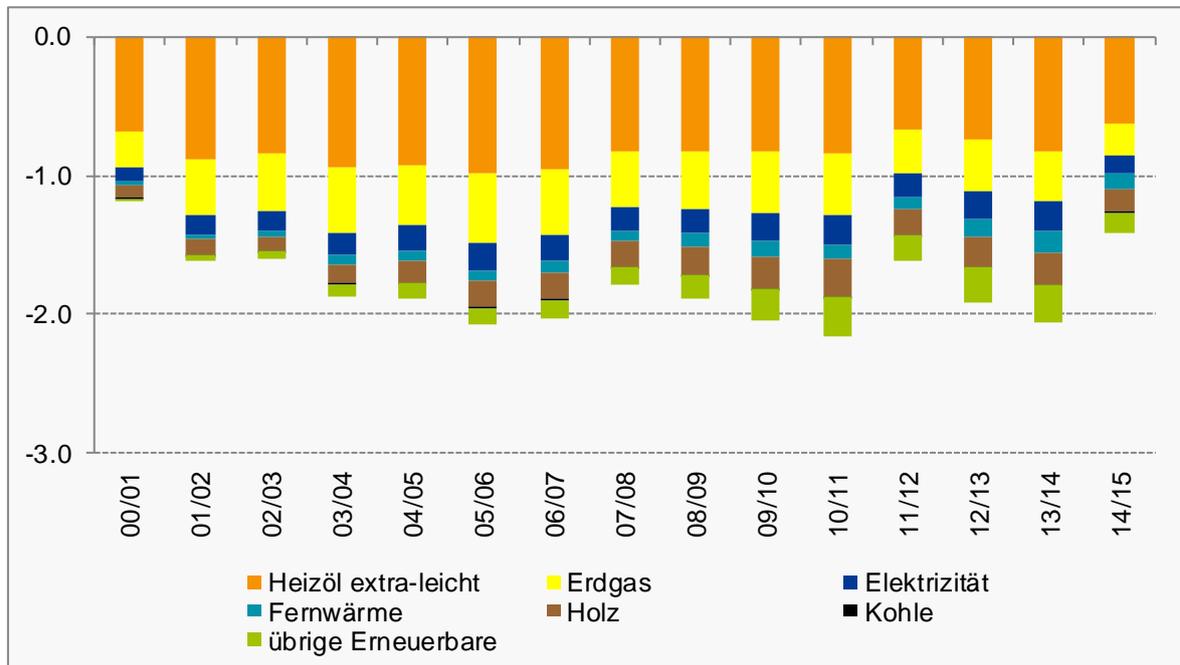
Quelle: Prognos 2016

Die Netto-Substitutionseffekte haben den Verbrauch in jedem Jahr des Zeitraums 2000 bis 2015 reduziert (Abbildung 5-4). Dabei sind die Einsparungen im Zeitverlauf leicht angestiegen, von rund 0.2 PJ auf etwa 1 PJ. Zu den Substitutionsgewinnern zählen die Energieträger Erdgas, die übrigen Erneuerbaren (Solar, Umweltwärme), Fernwärme und seit 2005/06 auch Holz. Der grösste Substitutionsverlierer ist das Heizöl.

Die Verbesserung der energetischen Qualität der Gebäudehülle reduziert den Heizwärmebedarf und 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 Elektrogeräten und Heizungs- und Warmwasseranlagen – unter dem übergeordneten Einflussfaktor *Technik und Politik* erfasst. Bedingt durch die vorherrschende Beheizungsstruktur dominieren beim Faktor Gebäudequalität die Energieträger Heizöl und Erdgas.

Dass die ausgewiesenen Effekte in den Jahren 2012 und 2015 geringer sind als in den angrenzenden Jahren, ist unter anderem auf die angewandte Methode zurückzuführen. Bei dieser werden zur Bestimmung der Effekte ausgehend vom Vorjahresverbrauch alle Faktoren ausser dem untersuchten Bestimmungsfaktor konstant gehalten. Da der Verbrauch in den Jahren 2011 und 2014 aufgrund der sehr milden Witterung deutlich geringer war als in den übrigen Jahren, ergeben sich kleinere Effekte.

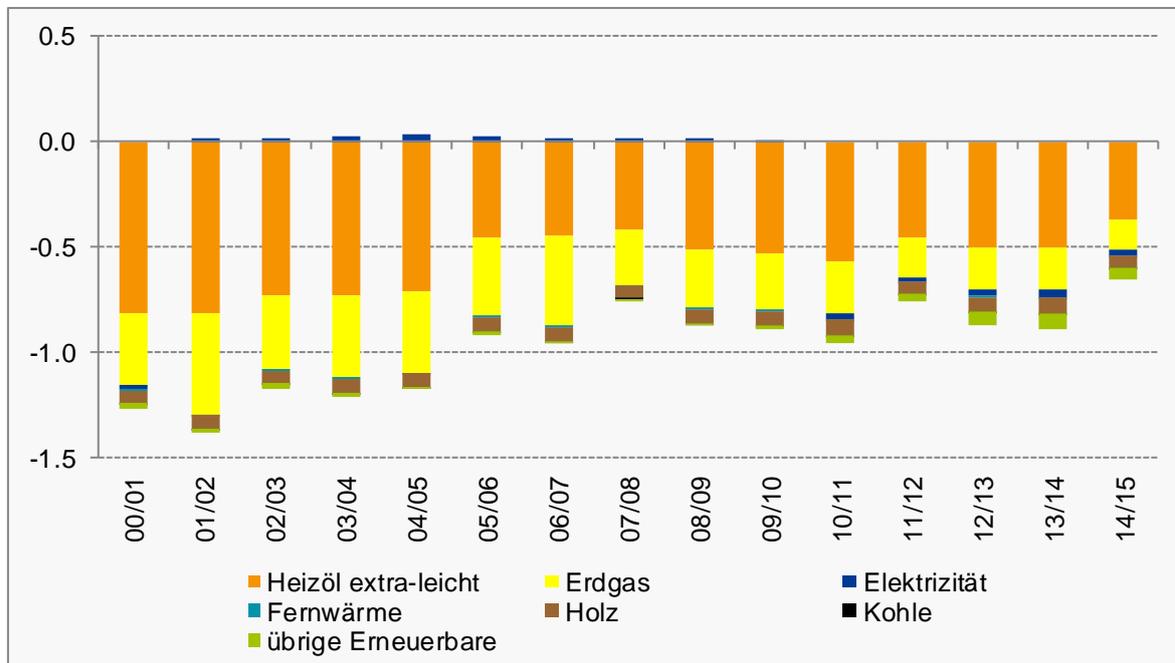
Abbildung 5-5: Technik- und Politikeffekte in Gebäuden 2000/01 bis 2014/15 nach Energieträgern, in PJ



Quelle: Prognos 2016

Die Veränderung der Anlagenqualität von Heizungs- und Warmwasseranlagen wirkt ebenfalls fast ausschliesslich energiesparend (Abbildung 5-6). In einzelnen Jahren weist das Modell bei den übrigen Erneuerbaren und bei Elektrizität einen leicht „positiven“ Effekt aus. Ursächlich hierfür ist ausschliesslich die den Wärmepumpen zugeschriebene Entwicklung beim mittleren Nutzungsgrad. Die Entwicklung der Wärmepumpenabsätze ist statistisch nicht eindeutig auf die Kategorien Neubau, Ersatz und Modernisierung aufteilbar. Beim Einbau in Bestandswohnungen werden in der Regel weniger hohe Jahresarbeitszahlen erreicht als im Neubau. Auch die sektorale Verwendung von Wärmepumpen ist nicht eindeutig bestimmbar. Insofern könnten die „positiven“ Effekte auch auf Ungenauigkeiten bei der Berechnung des mittleren Nutzungsgrads der Wärmepumpen zurückzuführen sein. Die jährlichen Effekte weisen eine leicht abnehmende Tendenz auf. Im Mittel der Jahre 2000 bis 2015 beläuft sich die verbrauchsreduzierende Wirkung auf rund 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 (Brennwertgeräte) den grössten Einfluss auf das Ergebnis.

Abbildung 5-6: Technik- und Politikeffekte bei Heizungs- und Warmwasseranlagen 2000/01 bis 2014/15 nach Energieträgern, in PJ

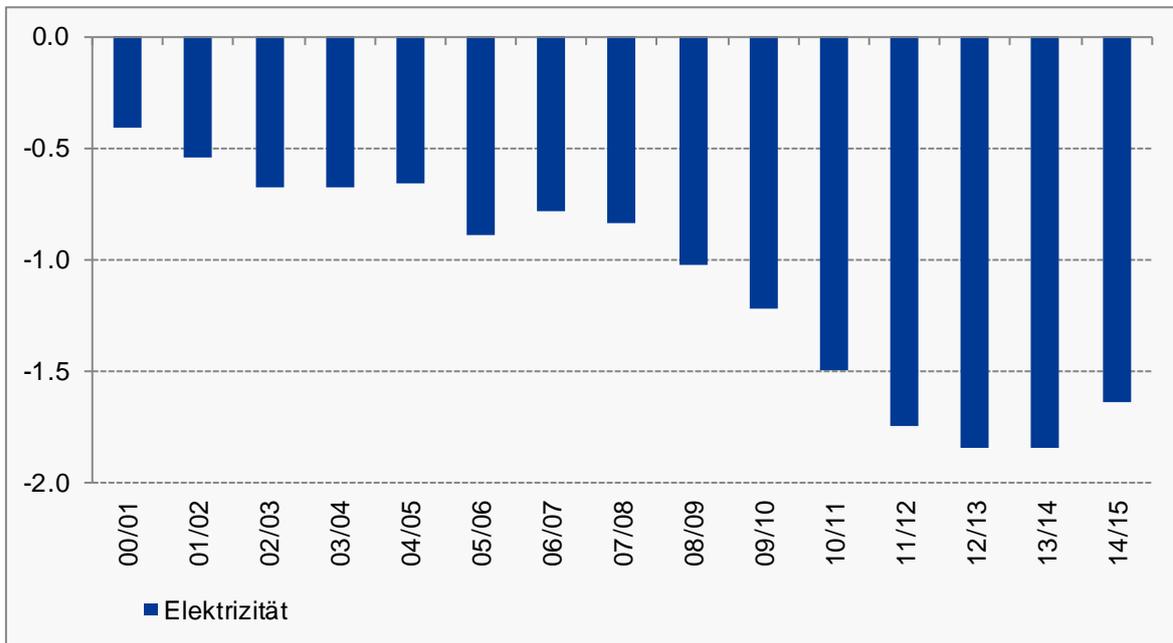


Quelle: Prognos 2016

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

Die jährlichen Einsparungen durch die gesteigerte Effizienz der Geräte liegen in einer Grössenordnung von 0.4 bis 1.9 PJ (Abbildung 5-7). Die jährlichen Verbrauchseinsparungen haben im Zeitverlauf deutlich zugenommen und liegen seit 2011 über 1.5 PJ.

Abbildung 5-7: Technik- und Politikeffekte Geräte 2000/01 bis 2014/15, Elektrizität, in PJ



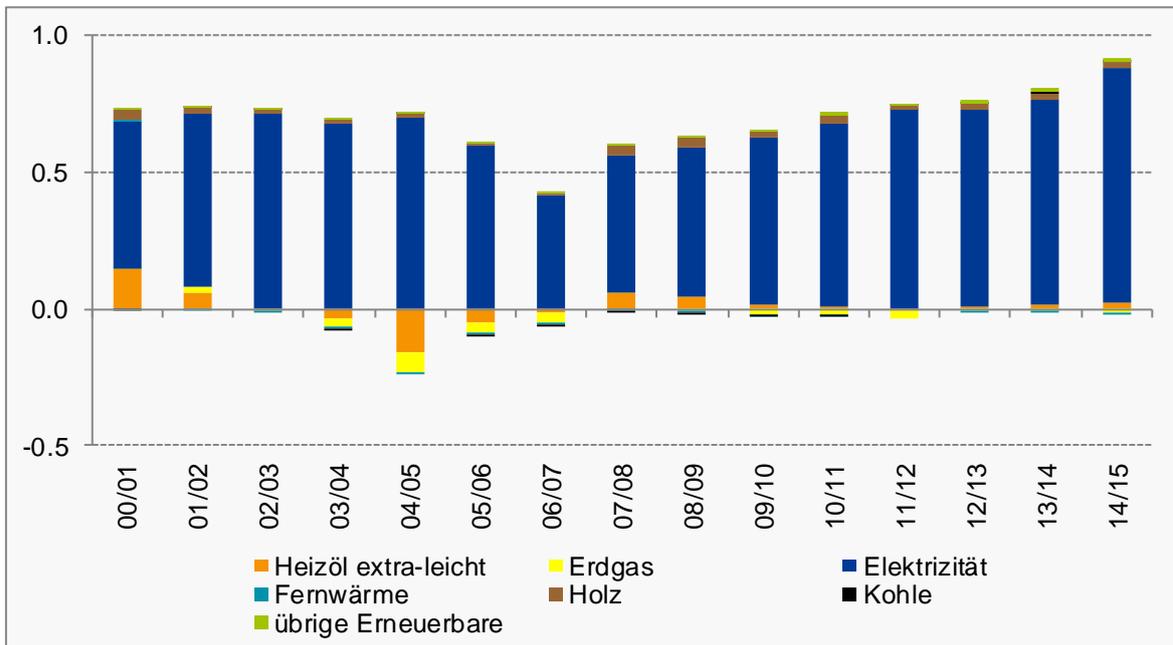
Quelle: Prognos 2016

Die Struktureffekte wirken ebenfalls vorwiegend auf die Elektrizitätsnachfrage, die sie per Saldo erhöhen. Die jährlichen Verbrauchssteigerungen liegen in der Größenordnung von 0.4-0.9 PJ (Abbildung 5-8). Da im Bereich Elektrogeräte und Kochen die Analyse nicht auf der Ebene von Einzelgeräten 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.

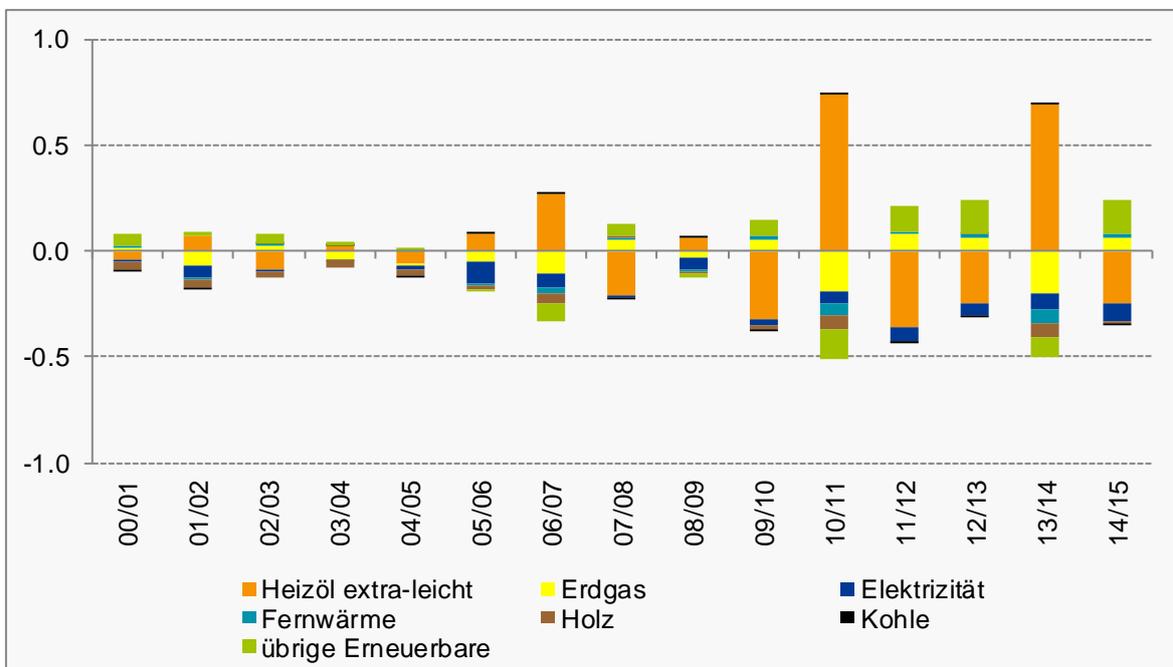
Die Joint-Effekte, beziehungsweise die durch die partialanalytische Betrachtung nicht erfassten Veränderungen, sind in der Summe vergleichsweise klein (0.1 bis 0.2 PJ; Abbildung 5-9). Sie haben eine geringe Bedeutung für das Gesamtergebnis.

Abbildung 5-8: Strukturelle Effekte 2000/01 bis 2014/15 nach Energieträgern, in PJ



Quelle: Prognos 2016

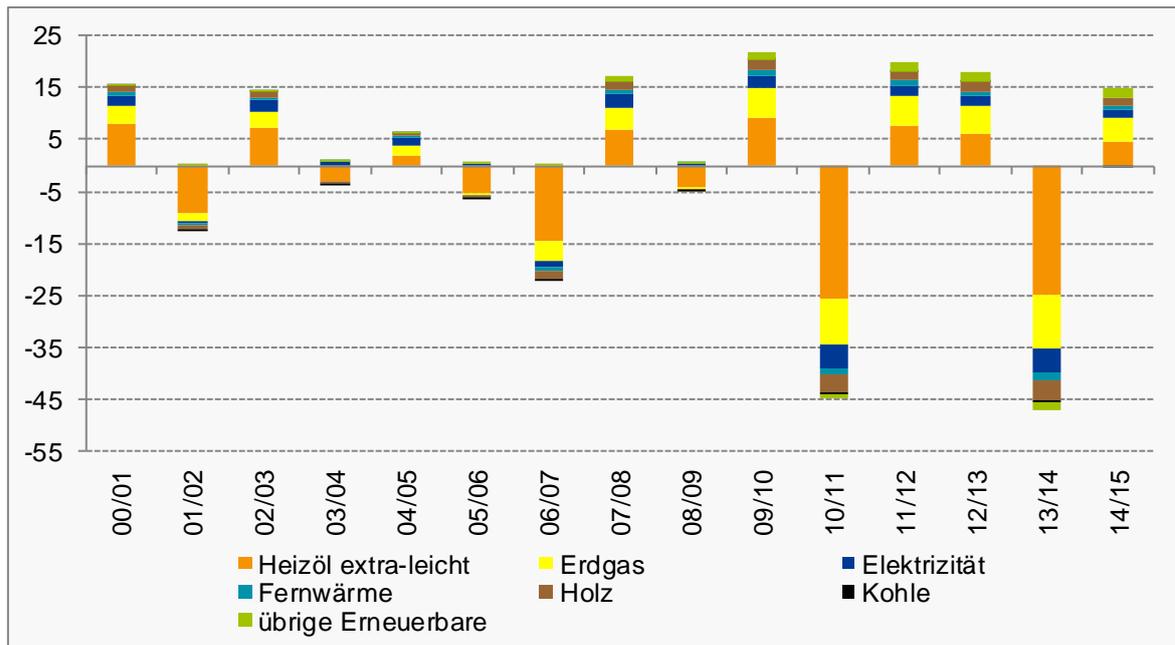
Abbildung 5-9: Joint-Effekte 2000/01 bis 2014/15 nach Energieträgern, in PJ



Quelle: Prognos 2016

Die Summe über die Effekte der unterschiedenen Bestimmungsfaktoren ergibt die jährlichen Verbrauchsänderungen. In Abbildung 5-10 sind diese nach Energieträgern dargestellt. Die jährlichen Verbrauchsänderungen werden in starkem Masse durch die Entwicklung der Witterungskomponente beeinflusst (vgl. Abbildung 5-2).

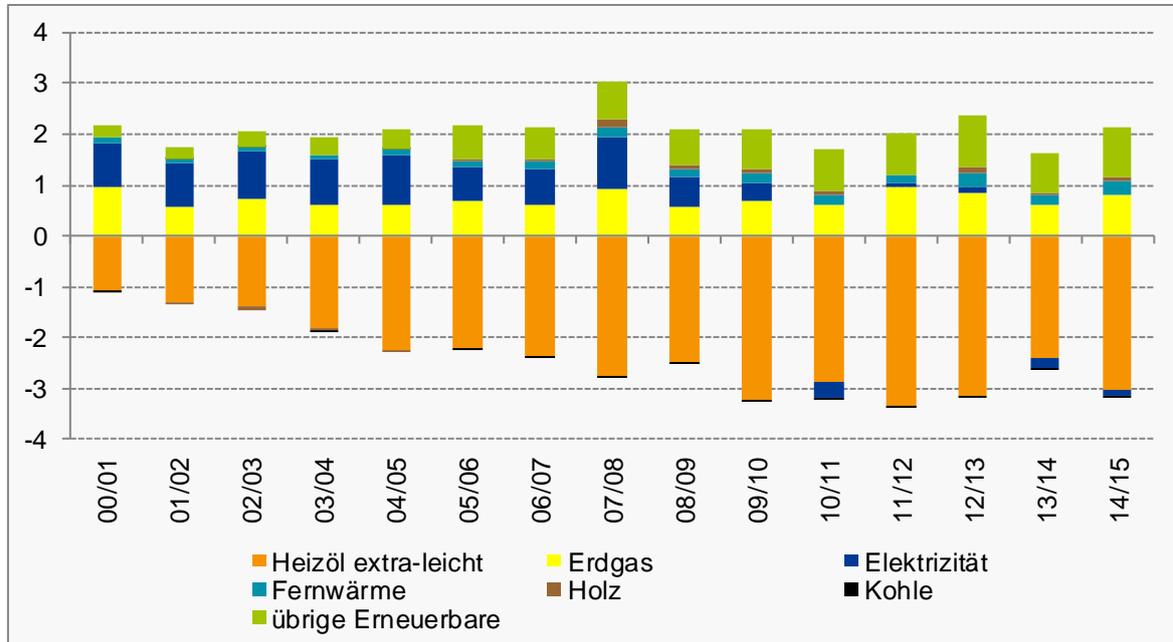
Abbildung 5-10: Summe der Effekte aller Bestimmungsfaktoren 2000/01 bis 2014/15 nach Energieträgern, in PJ



Quelle: Prognos 2016

Die jährlichen Veränderungen ohne den Witterungseinfluss sind in Abbildung 5-11 beschrieben. 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 Energieverbrauch im Zeitraum 2000 bis 2015 gemäss Haushaltsmodell um 5 PJ abgenommen (-2.1 %).

Abbildung 5-11: Summierte Effekte der Bestimmungsfaktoren ohne Witterungseffekt 2000/01 bis 2014/15 nach Energieträgern, in PJ



Quelle: Prognos 2016

5.1.2 Der Einfluss der Witterung nach Verwendungszwecken

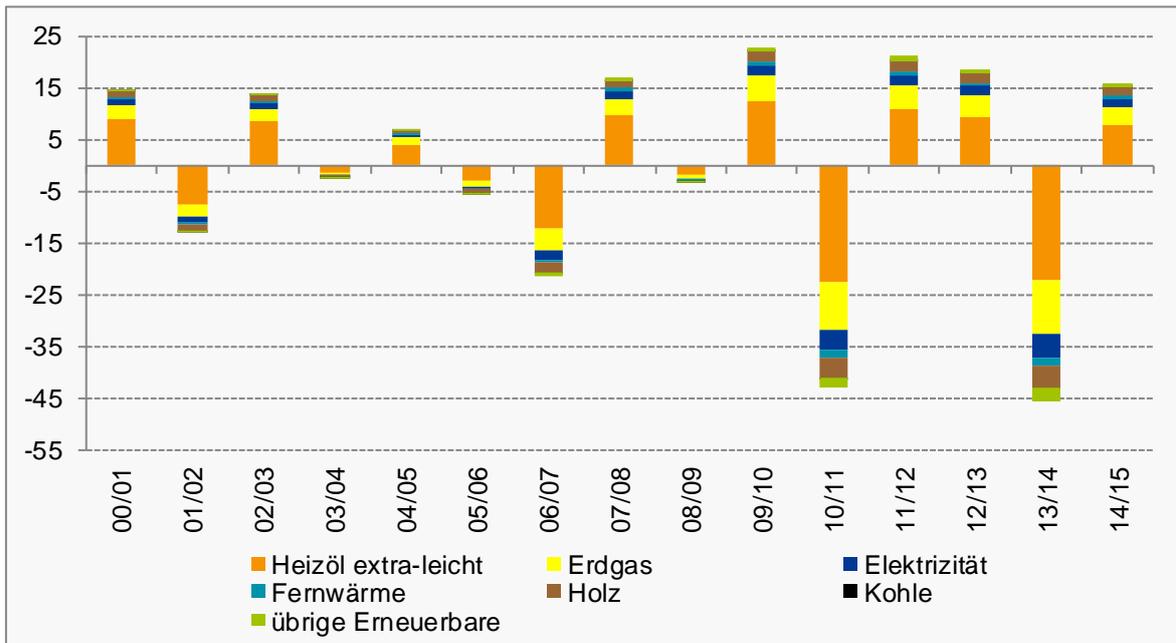
Die Witterung beeinflusst hauptsächlich den Raumwärmeverbrauch und den damit zusammenhängenden Hilfsenergieverbrauch für Pumpen, Brenner, Gebläse, Stellglieder usw..⁸ Einigen Studien zufolge zeigt auch der Energieverbrauch für die Bereitstellung von Warmwasser eine schwache Witterungsabhängigkeit (siehe beispielsweise Müller et al., 1995, Prognos 2003), doch ist diese um etwa den Faktor 100 kleiner als bei der Raumwärme (vgl. Abbildung 5-12 und Abbildung 5-13). Beim Vergleich der Abbildungen ist deshalb der jeweils sehr unterschiedliche Massstab zu berücksichtigen. Nicht dargestellt ist die Witterungsabhängigkeit des Verbrauchs für die Kühlung von Wohnräumen. Dieser Verbrauch ist (noch) gering, zurzeit wird er auf rund 0.2-0.3 PJ/Jahr geschätzt.

Der Witterungseffekt wird durch verschieden stark wirkende strukturelle Faktoren beeinflusst. Unterschiede bei der Witterungsempfindlichkeit bestehen beispielsweise zwischen zentralen und dezentralen Heizsystemen und zwischen Ein- und Mehrfamilienhäu-

⁸ Bei der Analyse nach Bestimmungsfaktoren werden lediglich die drei übergeordneten 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).

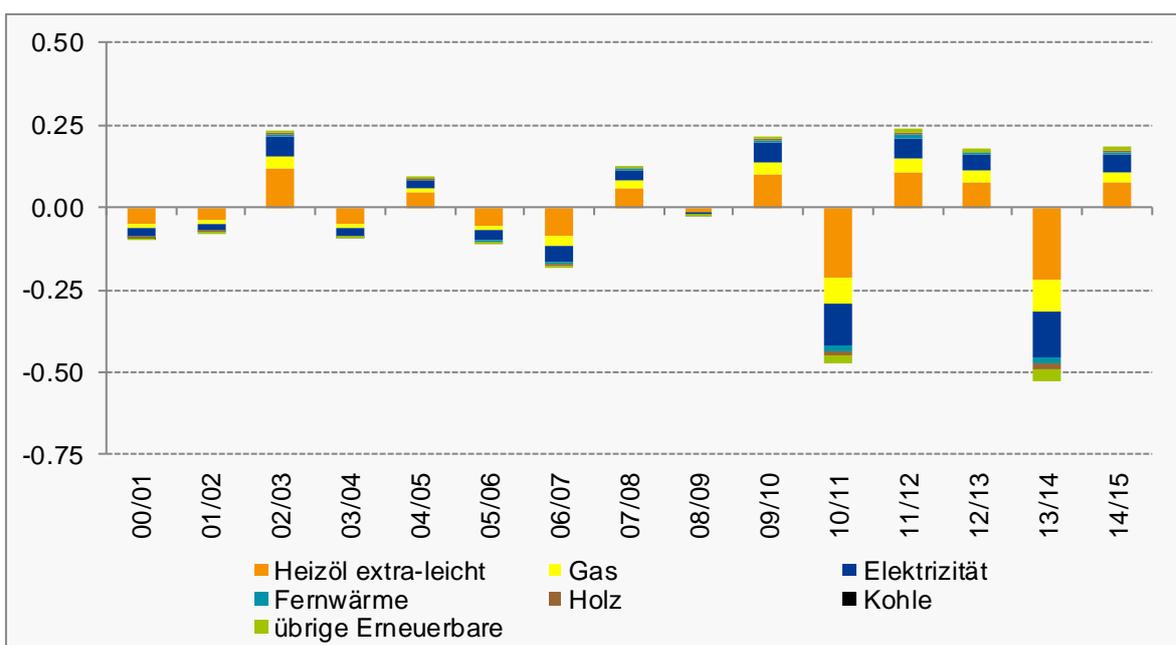
sern. Bei dezentralen Warmwasseranlagen wird kein Witterungseinfluss angenommen. Aufgrund dieser strukturellen Unterschiede können sich bei Warmwasser und Raumwärme in einzelnen Jahren teilweise gegenläufige Entwicklungen ergeben (z.B. 2000/2001).

Abbildung 5-12: Witterungseffekte Raumwärme 2000/01 bis 2014/15 nach Energieträgern, in PJ



Quelle: Prognos 2016

Abbildung 5-13: Witterungseffekte Warmwasser 2000/01 bis 2014/15 nach Energieträgern, in PJ



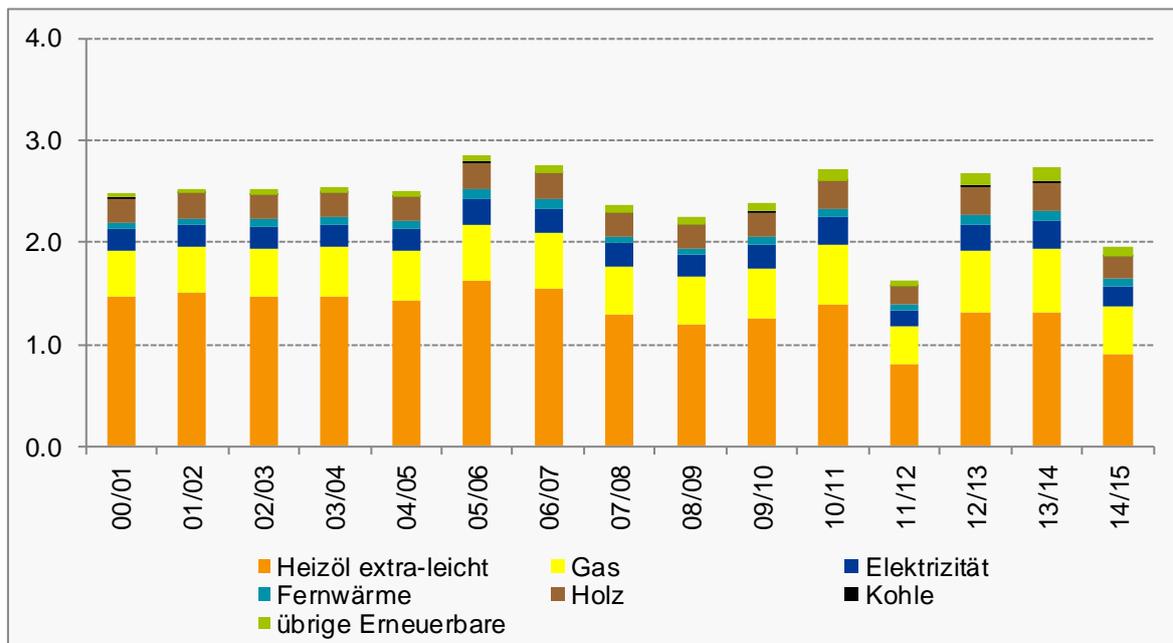
Quelle: Prognos 2016

Die Energieträger mit den grössten Verbrauchsanteilen bestimmen den Gesamteffekt. Bei der Raumwärme sind Heizöl und Erdgas mengenmässig die bedeutendsten Energieträger, beim 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. Beispielsweise wenn sich die Zunahme der EBF proportional auf alle Energieträger verteilen würde.

Abbildung 5-14: Mengeneffekte Raumwärme 2000/01 bis 2014/15 nach Energieträgern, in PJ

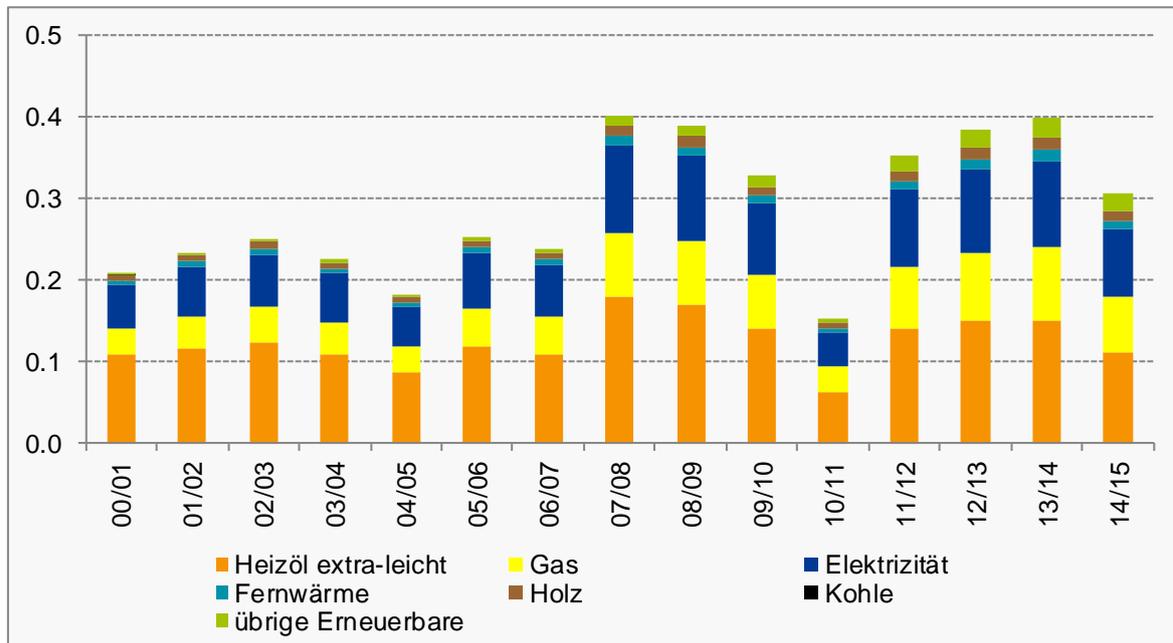


Quelle: Prognos 2016

Im Raumwärmebereich ist die Mengenkompente in allen Jahren positiv, da die EBF von Jahr zu Jahr mehr oder weniger regelmässig angestiegen ist. Entsprechend sind die Verbrauchseffekte durch die Mengenkompente stets positiv. Die Veränderung der Anteile der Energieträger am Gesamteffekt widerspiegelt die sich von Jahr zu Jahr leicht verändernde Beheizungsstruktur (Abbildung 5-14).⁹

⁹ Die vergleichsweise geringen Effekte in den Jahren 2012 und 2015 sind hauptsächlich auf den angewandten Berechnungsansatz zurückzuführen, bei welchem die Effekte ausgehend vom Verbrauch im Vorjahr berechnet werden. In den Jahren 2011 und 2014 war es sehr warm und der Raumwärmeverbrauch entsprechend gering. Ausgehend von diesem geringen Raumwärmeverbrauch ergeben sich kleinere Mengeneffekte als in den übrigen Jahren (mit einem höheren Basis-Raumwärmeverbrauch).

Abbildung 5-15: Mengeneffekte Warmwasser 2000/01 bis 2014/15 nach Energieträgern, in PJ

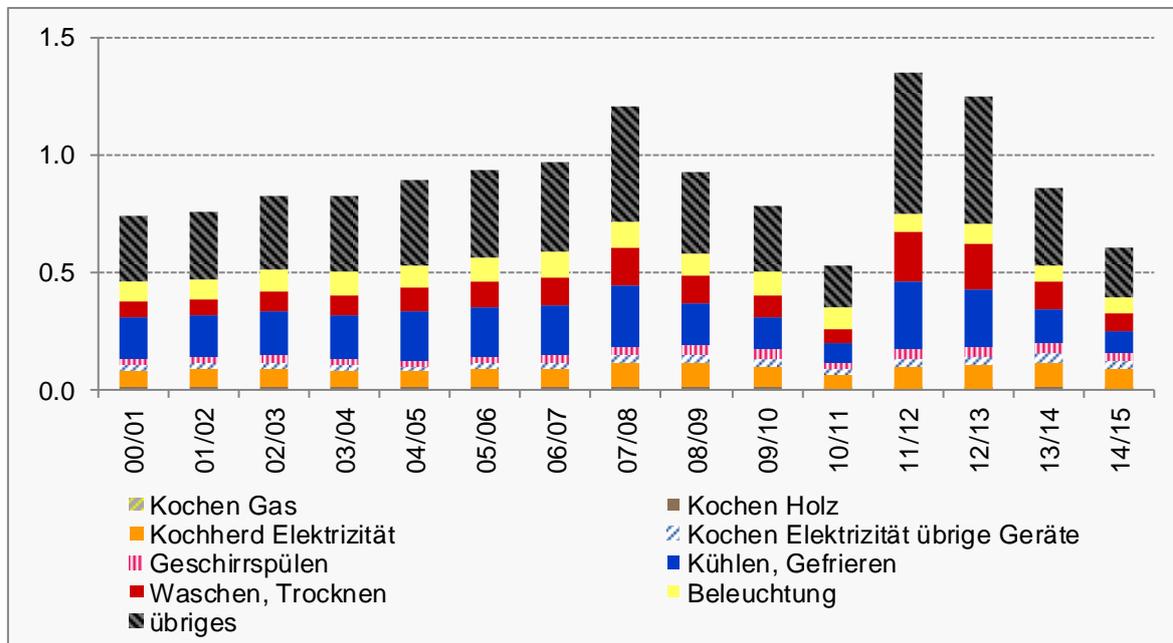


Quelle: Prognos 2016

Im Warmwasserbereich ist der Mengeneinfluss gleichermaßen stets positiv, weil sich die Zahl der mit Warmwasser versorgten Bevölkerung in den betrachteten Jahren ständig erhöht hat. Im Jahr 2011 war das Bevölkerungswachstum geringer als in den übrigen Jahren (+0.4 %), dadurch erklärt sich der vergleichsweise geringe Mengeneffekt in der Periode 2010/2011. Analog zur Raumwärme spiegeln die sich verschiebenden Anteile der Energieträger am jährlichen Gesamteffekt die sich verändernde Energieträgerstruktur zur Erzeugung von Warmwasser wider (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 beobachtet wurden. Die Effekte werden getrennt berechnet für die Bereiche Kochen, Beleuchtung sowie Elektrogeräte und übrige elektrische Anwendungen, aber in der Darstellung aggregiert ausgewiesen. Die grössten Mengeneffekte entfallen auf die Verwendungsbereiche „übriges“ (umfasst die IKT-Geräte und alle nicht einzeln ausgewiesenen Anwendungen) sowie Kühlen und Gefrieren (Abbildung 5-16).

Abbildung 5-16: Mengeneffekte Kochen, Beleuchtung und Elektrogeräte 2000/01 bis 2014/15 nach Gerätekategorien, in PJ



Quelle: Prognos 2016

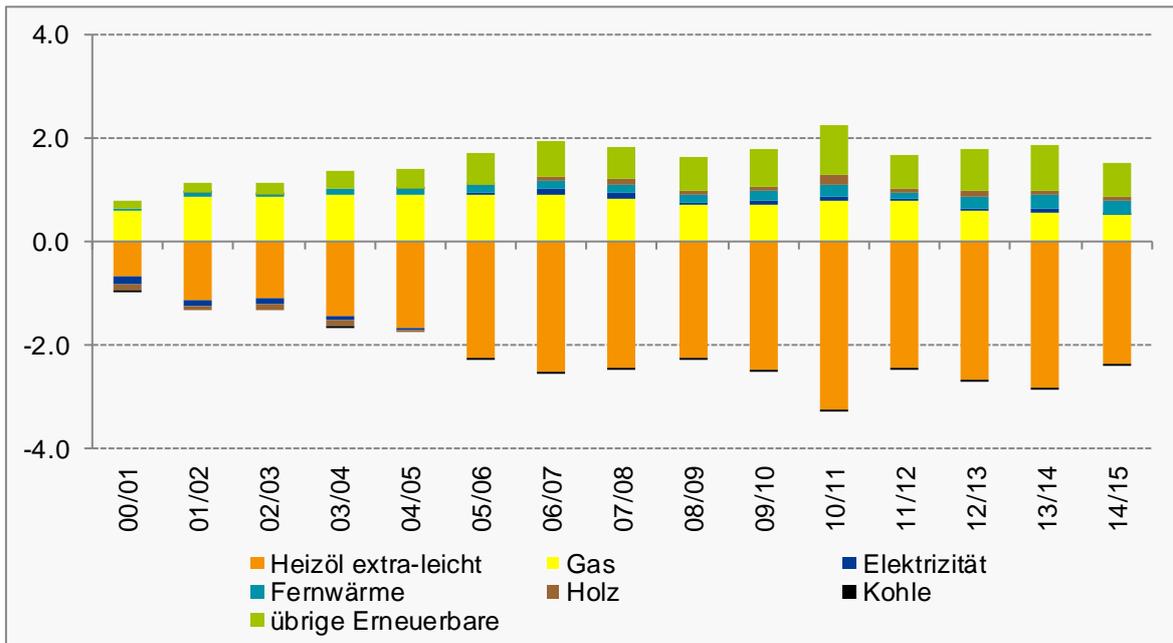
5.1.4 Der Einfluss der Substitutionseffekte nach Verwendungszwecken (inkl. übrige strukturelle Mengeneffekte)

Der Substitutionseffekt ergibt sich aus der Differenz zwischen dem Mengeneffekt insgesamt (wie oben dargestellt) und den energie-träger- und heizungs-/warmwasserspezifischen bzw. gerätegrup-penspezifischen Mengeneffekten. Da die Betrachtung nicht nur auf Energieträgerebene erfolgt, sondern darüber hinaus auch Subka-tegorien mit einbezieht (dezentrale/zentrale Systeme, Gerätegrup-pen), 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 Ten-denz „Weg vom Heizöl“ die Entwicklung dominiert. Profitiert haben demgegenüber vor allem Erdgas, die übrigen erneuerbaren Ener-gien und die Fernwärme. Die Substitution von Ölheizungen steigt im Zeitverlauf deutlich an. Der grösste Substitutionsgewinner bleibt Gas. Ein zunehmender Anteil der Ölheizungen wird jedoch 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 Substitutions-gewinnern (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 neuen Anlagen in der Regel höhere Nutzungsgrade aufweisen als die ersetzten Anlagen.

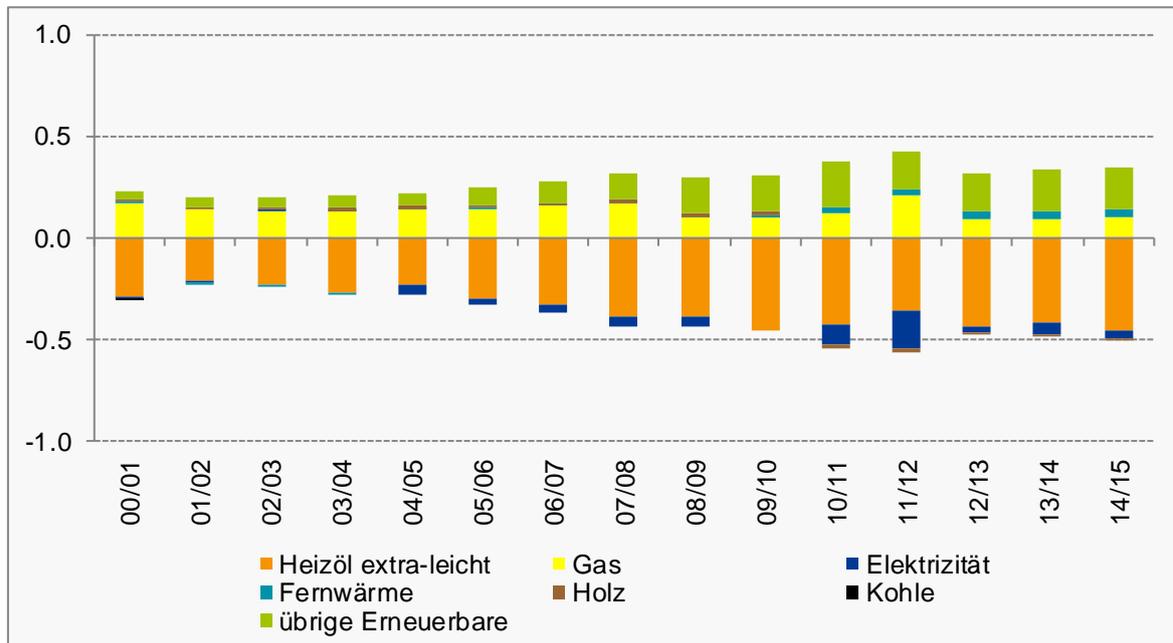
Abbildung 5-17: Substitutionseffekte Raumwärme 2000/01 bis 2014/15 nach Energieträgern, in PJ



Quelle: Prognos 2016

Beim Warmwasser sind die übrigen strukturellen Mengeneffekte (Ersatz dezentraler Einzelsysteme durch Zentralsysteme) mit ihren Wirkungen ebenfalls im Substitutionseffekt enthalten (Abbildung 5-18). Der über den Gesamtzeitraum kumulierte Effekt führt bei der Raumwärme zu einer Verbrauchsreduktion von 8.9 PJ, bei Warmwasser von 1.6 PJ.

Abbildung 5-18: Substitutionseffekte Warmwasser 2000/01 bis 2014/15 nach Energieträgern, in PJ

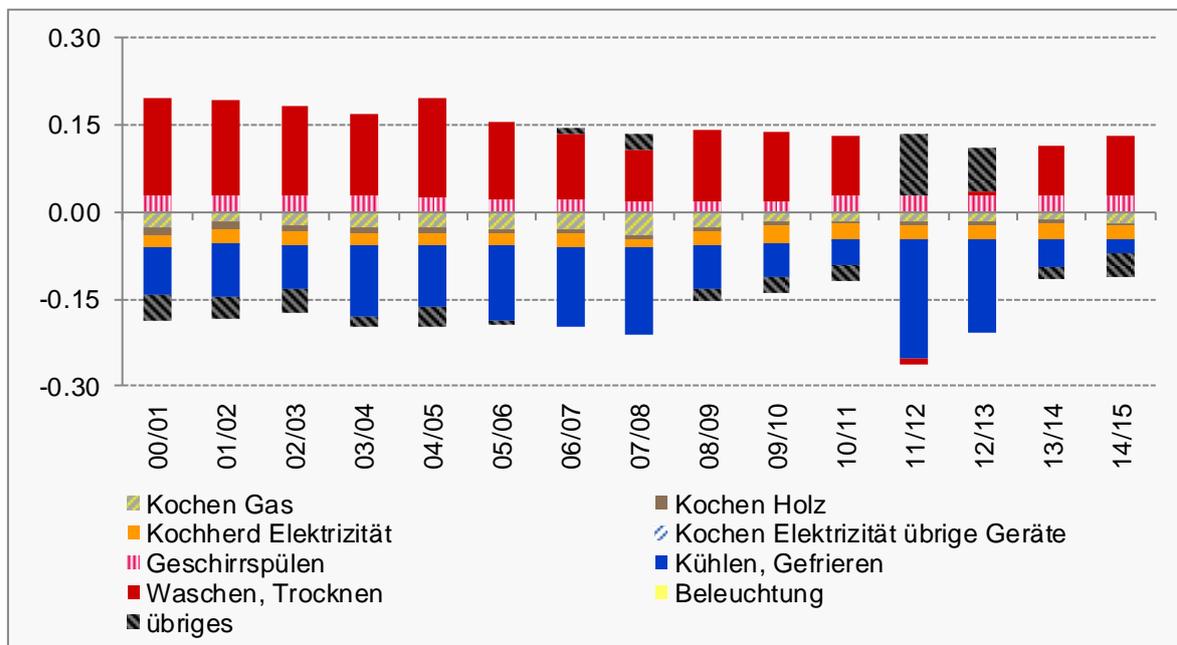


Quelle: Prognos 2016

Im Segment Kochen und Elektrogeräte ergeben sich geringe verbrauchsteigernde strukturelle Mengeneffekte in den Teilbereichen Waschen und Trocknen und bei den Geschirrspülern. Der Gerätebestand an Geschirrspülern ist schneller gewachsen als derjenige der Koch- und Geschirrspülgeräte insgesamt und der Bestand an Waschmaschinen und Tumbler hat schneller zugenommen als der Bestand an Elektrogeräten insgesamt. Die starke Zunahme im Bereich Waschen und Trocknen ist unter anderem auf die zunehmende Durchdringung mit Wäschetrocknern (Tumbler) und die verstärkte Nutzung wohnungseigener Geräte zurückzuführen (weniger gemeinschaftlich genutzte Geräte).

Schwache verbrauchsreduzierende strukturelle Mengeneffekte resultierten dagegen in den Bereichen Kühlen und Gefrieren, in geringerem Umfang beim Kochen mit Gas und Holz (abnehmende Bestände an Kochherden) und bei den Elektro-Kochherden (Verlagerung von Funktionen auf andere Haushaltselektrogeräte). Der strukturelle Mengeneffekt im Bereich Kühlen und Gefrieren ist auf die unterdurchschnittliche Zunahme an Kühl- und Gefriergeräten zurückzuführen (im Vergleich zur Entwicklung bei den Elektrogeräten insgesamt). Die verbrauchsteigernden Effekte bei den übrigen Geräten in den Jahren 2011/12 und 2012/13 ist auf die sprunghaft angestiegenen Absätze von Tablet-Computer zurückzuführen. Wie bereits erwähnt ist aufgrund der nicht einzelgerätebezogenen Betrachtung eine gewisse Unschärfe zwischen den Gruppen nicht zu vermeiden (Abbildung 5-19).

Abbildung 5-19: Substitutionseffekte und übrige strukturelle Mengeneffekte im Bereich Kochen, Beleuchtung und Elektrogeräte 2000/01 bis 2014/15 nach Geräte-kategorien, in PJ

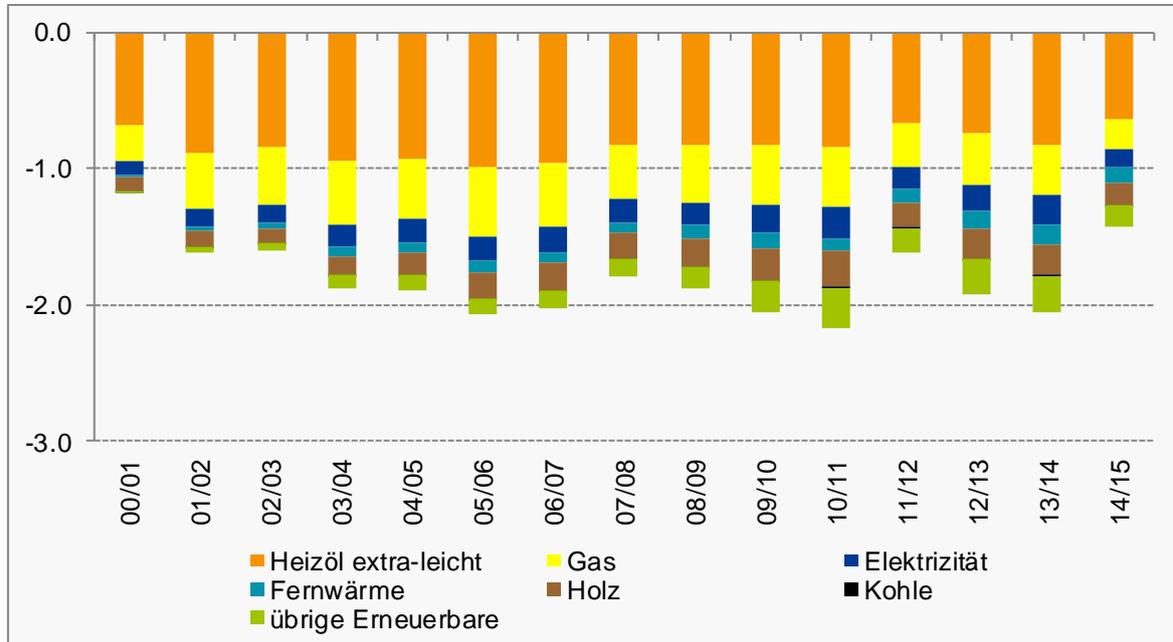


Quelle: Prognos 2016

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 Nutzungsgradeffekte im 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.

Abbildung 5-20: Effekte Gebäudequalität (Heizwärmeleistungsbedarf) 2000/01 bis 2014/15 nach Energieträgern, in PJ



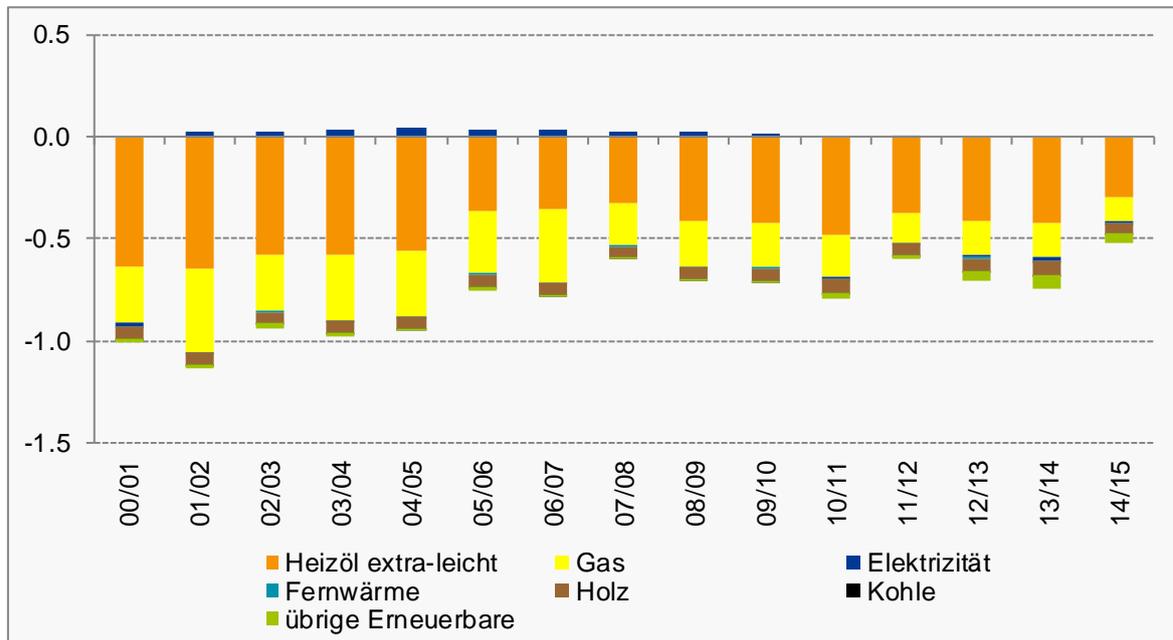
Quelle: Prognos 2016

Die Veränderung des Wärmeleistungsbedarfs beschreibt die Veränderung der energetischen Qualität der Gebäudehüllen 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 haben durchwegs energiesparend gewirkt. Die jährlichen Effekte liegen bei fast 2 PJ (Abbildung 5-20).

Durch die Verbesserung der Nutzungsgrade der Heizungsanlagen werden im Mittel jährlich rund 0.8 PJ eingespart (Abbildung 5-21). Der weitaus grösste Teil davon entfällt auf Heizöl- und Erdgasheizungen. Die „positiven Ausreisser“ bei Strom und den 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 sowie von Annahmen zur Aufteilung zwischen Einbau in Neu- und Bestandsbauten.

Abbildung 5-21: Nutzungsgradeffekte Raumwärme 2000/01 bis 2014/15 nach Energieträgern, in PJ

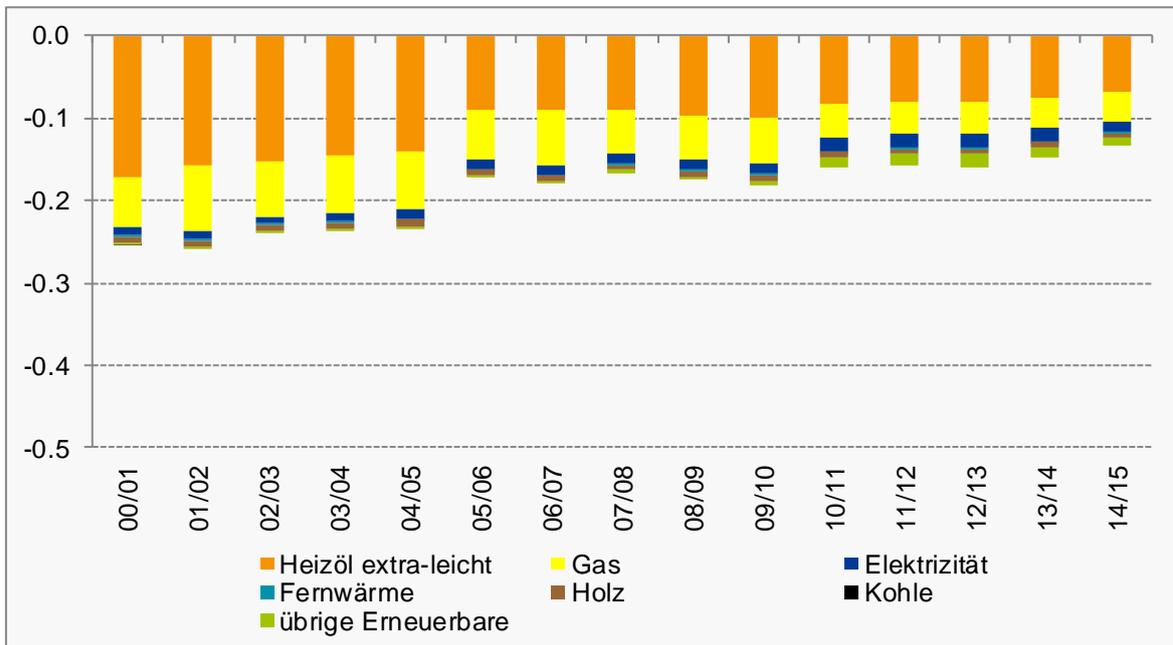


Quelle: Prognos 2016

Im Segment Warmwasser ist die absolute jährliche Einsparung durch die Verbesserung der Anlagennutzungsgrade mit durchschnittlich 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 die Brennwerttechnik zur bestimmenden Technologie wird. Die Brennwerttechnik arbeitet im Vergleich zu den konventionellen Konstant-Temperaturkesseln vor allem im Teillastbereich effizienter.

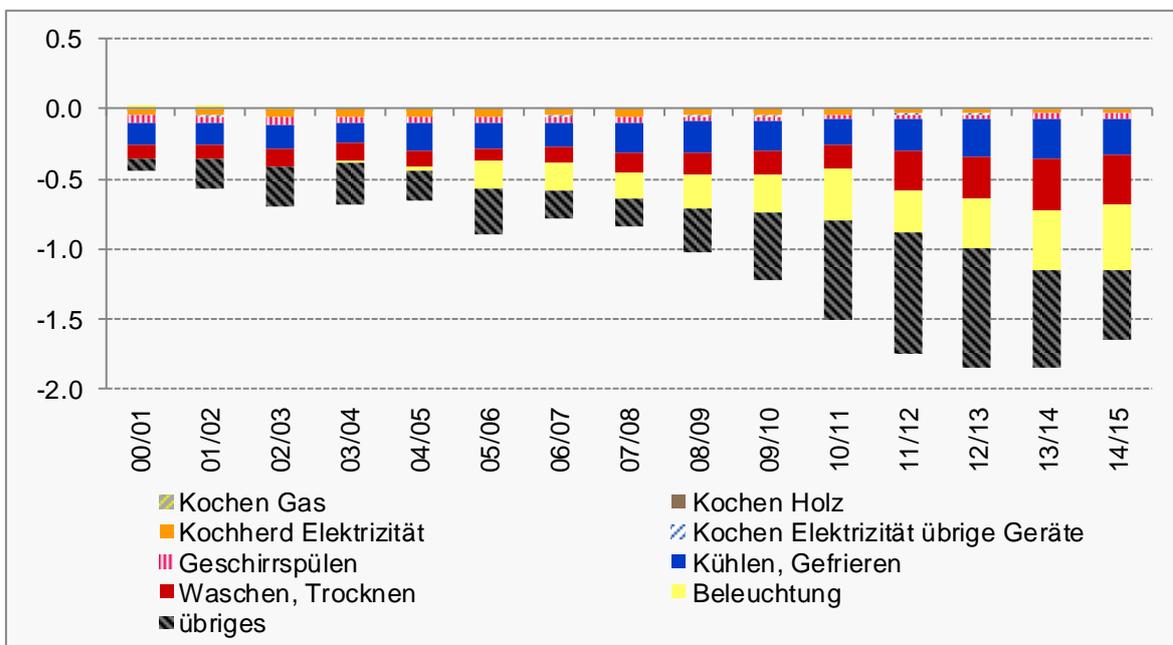
Bei den Koch- und Elektrogeräten wirken die Technik- und Politik-effekte durch die Verbesserung der technischen Qualität der Geräte überwiegend energiesparend (Abbildung 5-23). Die jährlichen Effekte weisen eine steigende Tendenz auf, im Mittel belief sich die Einsparung auf 1.1 PJ pro Jahr. Deutlich ausgeprägt sind die Reduktionen bei den Kühl- und Gefriergeräten und im Bereich Waschen und Trocknen. Ab dem Jahr 2005/06 zeigen sich auch bei der Beleuchtung Einspareffekte, bedingt durch den Rückgang des Einsatzes von Glühlampen. In der sehr heterogenen Restgruppe „übriges“ ergeben sich stark schwankende Verbrauchsänderungen; ab 2011 haben die Effekte deutlich zugenommen. Dies ist unter anderem auf die Effizienzentwicklung bei den Fernsehgeräten aber auch bei den Computern zurückzuführen.

Abbildung 5-22: Nutzungsgradeffekte Warmwasser 2000/01 bis 2014/15 nach Energieträgern, in PJ



Quelle: Prognos 2016

Abbildung 5-23: Technik- und Politikeffekte im Bereich Kochen, Beleuchtung und Elektrogeräte 2000/01 bis 2014/15 nach Gerätekategorien, in PJ



Quelle: Prognos 2016

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 der Gebäudehülle zurückzuführen sind.¹⁰ Dabei spielen die Differenzierung der Wohnungen in 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 etwas anderes Heizverhalten als Bewohner von Mehrfamilienhäusern. Die „übrigen strukturellen Einflüsse auf den spezifischen Heizwärmebedarf“ beliefen sich im Mittel der Jahre auf rund 0.1 PJ und sind damit mengenmässig von geringer Bedeutung.

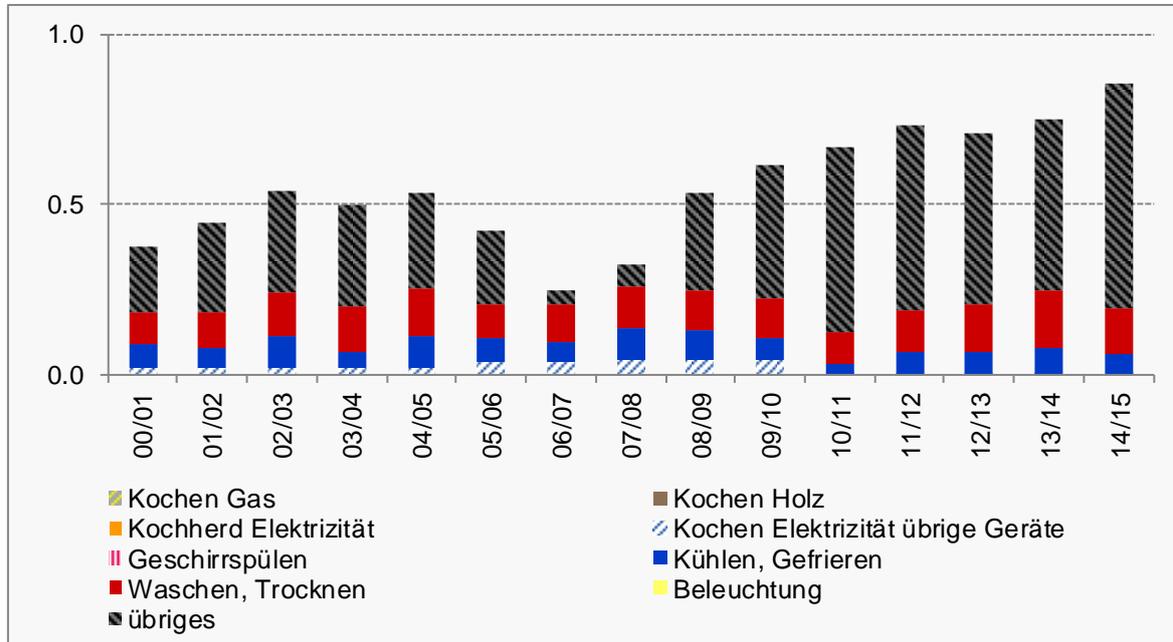
Im Bereich Warmwasser ergeben sich die Struktureffekte aus dem Effekt der Veränderung der energieträgerspezifischen Warmwasserverbräuche pro Kopf und Tag. Die Effekte sind bei allen Energieträgern sehr klein (<0.01 PJ/Jahr) und haben kaum Bedeutung für das Gesamtergebnis.

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 Bereich Kochen und Geräte führen per Saldo zu einem Mehrverbrauch. Dieser beläuft sich im Mittel der Jahre 2000 bis 2015 auf rund 0.5 PJ.

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 klein im Verhältnis zu den jeweiligen Gesamteffekten. Sie haben deshalb keinen wesentlichen Einfluss auf das Gesamtergebnis (vgl. Abbildung 5-9).

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.

Abbildung 5-24: Übrige Verbrauchseffekte im Bereich Kochen, Beleuchtung und Elektrogeräte 2000/01 bis 2014/15 nach Gerätekategorien, in PJ



Quelle: Prognos 2016

5.1.7 Effekte nach Verwendungszwecken insgesamt

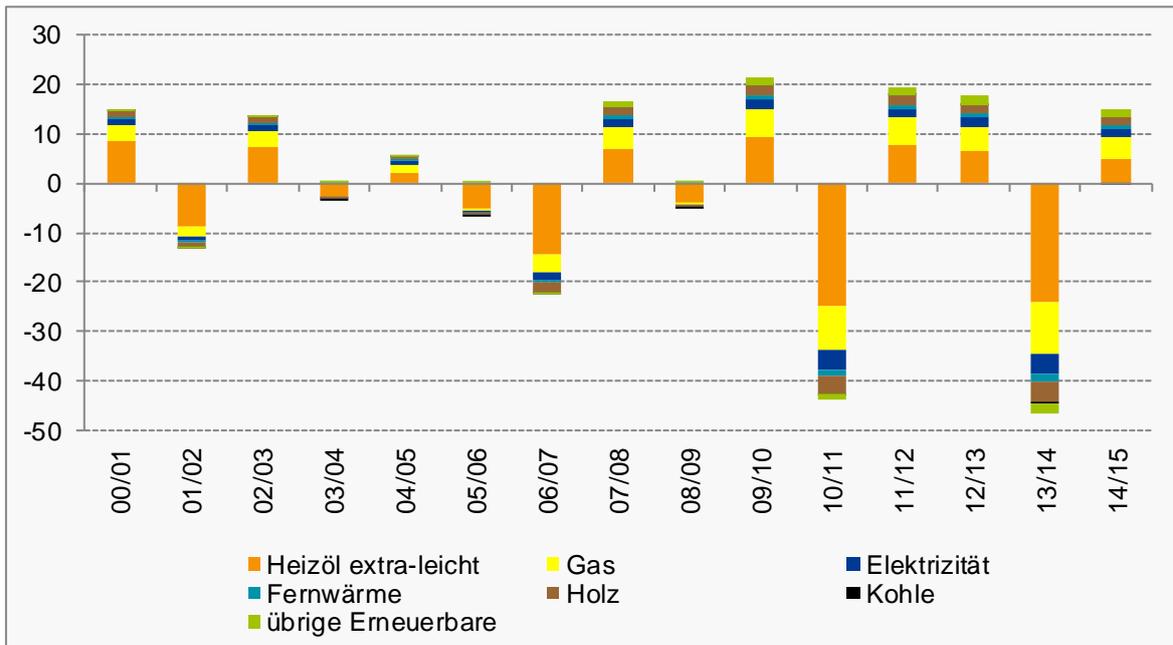
Nachstehend sind die Gesamtveränderungen des jährlichen Energieverbrauchs nach den Verwendungszwecken Raumwärme, Warmwasser sowie Kochen und Elektrogeräte dargestellt. Die Gesamtveränderungen entsprechen den summierten Effekten der in den Kapiteln 5.1.2 bis 5.1.6 einzeln aufgeführten Effekte.

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 2015 einen Verbrauchsrückgang von 10.5 PJ (-5.6 %; vgl. Tabelle 4-5 in Kapitel 4.2)

Im Warmwasserbereich sind die jährlichen Veränderungen vergleichsweise klein. In den Jahren 2000 bis 2007 zeigt sich in den meisten Jahren ein geringer Verbrauchsrückgang, in den Jahren nach 2007 mehrheitlich ein Verbrauchsanstieg. Per Saldo ergibt sich für den Zeitraum 2000 bis 2015 ein Verbrauchsrückgang von 0.4 PJ (Abbildung 5-26). Im Bereich Kochen und Elektrogeräte überwiegen bislang die verbrauchssteigernden Mengen- und Struktureffekte, vor allem bei der geräte- bzw. verwendungsspezifisch sehr heterogenen Restgruppe „übriges“ sowie bei Waschen

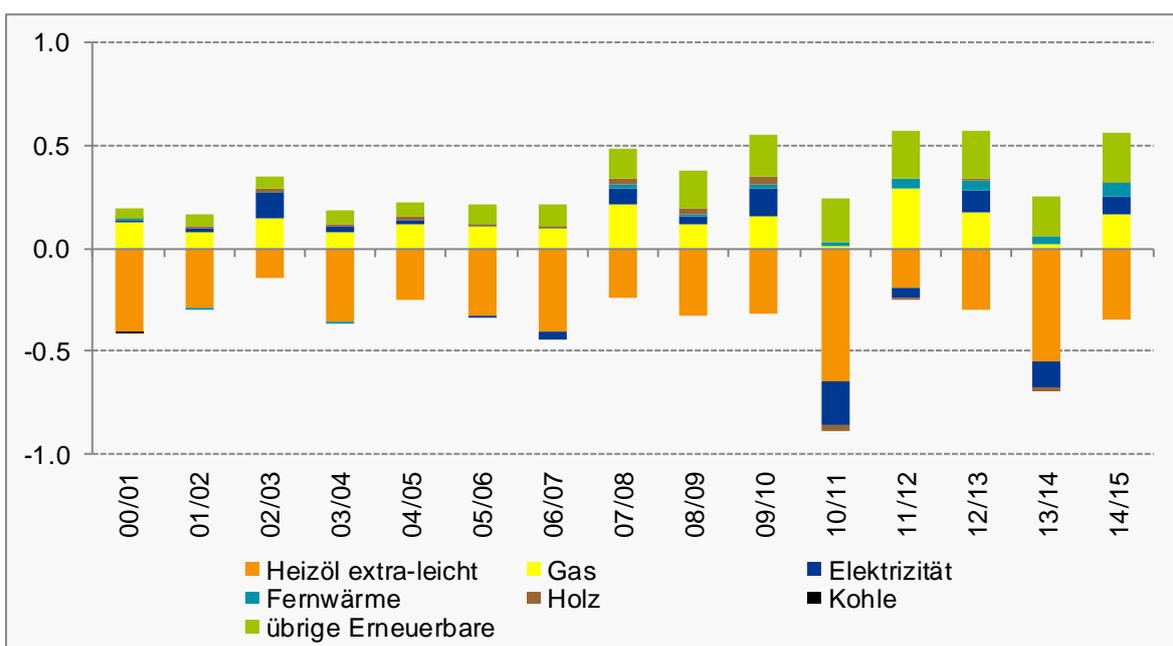
und Trocknen (Abbildung 5-27). Gegenüber 2000 zeigen sich bei der Beleuchtung (-1.7 PJ), bei Kühlen und Gefrieren (-0.7 PJ) sowie bei Kochen mit Gas oder Holz (-0.4 PJ) Verbrauchsreduktionen. Der Verbrauch für Geschirrspülen ist annähernd konstant geblieben (+0.2 PJ).

Abbildung 5-25: Veränderung Raumwärme insgesamt 2000/01 bis 2014/15 nach Energieträgern, in PJ



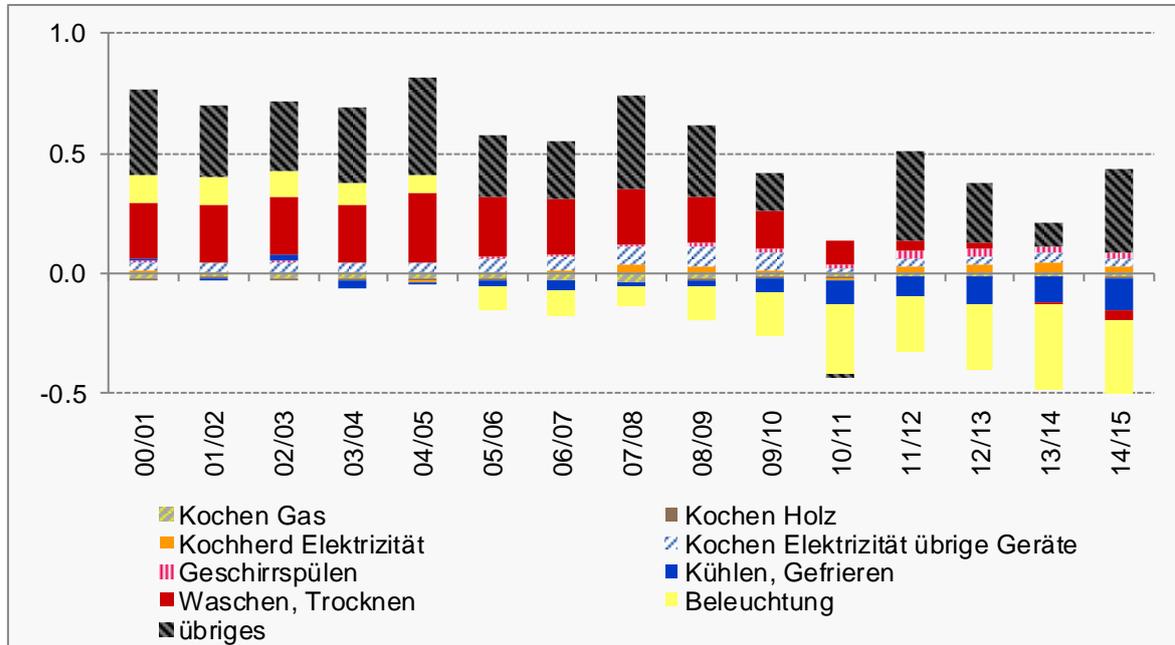
Quelle: Prognos 2016

Abbildung 5-26: Veränderung Warmwasser insgesamt 2000/01 bis 2014/15 nach Energieträgern, in PJ



Quelle: Prognos 2016

Abbildung 5-27: Veränderung im Bereich Kochen und Elektrogeräte insgesamt 2000/01 bis 2014/15 nach Gerätekategorien, in PJ



Quelle: Prognos 2016

6 Literatur

- BAFU (2016). Erhebung der CO₂-Abgabe: <http://www.bafu.admin.ch/klima/13877/14510/14748/index.html?lang=de>
- BFE (2008). Analyse des schweizerischen Energieverbrauchs 2000 - 2006 nach Verwendungszwecken. Autoren: Prognos, Basics, Infrac und CEPE. Im Auftrag des Bundesamtes für Energie (BFE), Bern
- BFE (2016 a). Schweizerische Gesamtenergiestatistik 2014. Bundesamt für Energie (BFE), Bern
- BFE (2016 b). Elektrowärmepumpen-Statistikmodell (Excel-Tool). Bundesamt für Energie (BFE), Bern
- BFS (2008). Haushaltsszenarien - Entwicklung der Privathaushalte zwischen 2005 und 2030. Bundesamt für Statistik (BFS), Neuenburg
- BFS (2015 a). Privathaushalte nach Kanton und Haushaltsgrösse, am 31. Dezember 2014. Tabelle cc-d-01.02.02.02. Bundesamt für Statistik (BFS), Neuenburg
- BFS (2015 b). Mittlere ständige Wohnbevölkerung nach Kanton. Tabelle cc-d-01.02.04.11. Bundesamt für Statistik (BFS), Neuenburg
- BFS (2015 c). Neu erstellte Gebäude mit Wohnungen, neu erstellte Wohnungen nach Kategorie der Gebäude; Entwicklung. Tabelle T 9.4.3.1.1. Bundesamt für Statistik (BFS), Neuenburg
- BFS (2015 d). Neu erstellte Wohnungen nach Anzahl der Zimmer sowie nach Kategorie und Typ der Gebäude. Tabelle T 9.4.3.2.2. Bundesamt für Statistik (BFS), Neuenburg
- BFS (2015 e). Durchschnittliche Wohnfläche pro Wohnung nach Zimmerzahl und Bauperiode. GWS - Gebäude- und Wohnungsstatistik. Bundesamt für Statistik (BFS), Neuenburg
- BFS (2016 a). Eigene Auswertung des GWS-Datenbank: Energiebereich: Gebäude bei Kanton, Gebäudekategorie, Jahr, Bauperiode und Energieträger der Heizung. Bundesamt für Statistik (BFS), Neuenburg
- BFS (2016 b). IKT-Ausstattung der Schweizer Haushalte nach Güterart, 2012. Haushaltsbudgeterhebung (HABE), Bundesamt für Statistik (BFS), Neuenburg
- BFS (2016 c). Durchschnittspreise Energie. Tabelle su-d-05.02.91. Bundesamt für Statistik (BFS), Neuenburg
- Das Gebäudeprogramm (2015). Statistische Auswertungen. Jahresstatistik 2014, Gesamtschweizerische Analyse. www.dasgebaeudeprogramm.ch
- Das Gebäudeprogramm (2016). Statistische Auswertungen. Jahresstatistik 2015, Gesamtschweizerische Analyse. www.dasgebaeudeprogramm.ch
- GebäudeKlimaSchweiz (2016). Absatzstatistiken 2002 bis 2015. Produktsegmente Öl, Gas, Holz, Wärmepumpen, Solar und 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

SLG (2015). Licht für die Schweiz. Lichtmarkt Schweiz - Analyse 2014, im Auftrag des Bundesamtes für Energie

WPZ (2014). Prüfergebnisse von Luft/Wasser-Wärmepumpen Sole/Wasser- und Wasser/Wasser-Wärmepumpen. Wärmepumpen Testzentrum, Interstaatliche Hochschule für Technik, Buchs (NTB)