



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Bundesamt für Energie BFE

Oktober 2018

Der Energieverbrauch der Privaten Haushalte 2000 – 2017

Ex-Post-Analyse nach
Verwendungszwecken und
Ursachen der Veränderungen

prognos

Ex-Post-Analyse

Energieverbrauch der Privaten Haushalte 2000 – 2017

Auswertung nach Verwendungszwecken und Ursachen
der Veränderungen

Impressum

Auftragnehmer / Autoren

Synthesebericht

Andreas Kemmler (Prognos AG)
Thorsten Spillmann (Prognos AG)
Sylvie Koziel (Prognos AG)

Zugrundeliegende Sektormodellierung

Andreas Kemmler (Prognos AG)

Im Auftrag des

Bundesamt für Energie, Bern

Abschlussdatum

Oktober 2018

Diese Studie wurde im Auftrag des Bundesamtes für Energie erarbeitet. Für den Inhalt der Studie sind allein die Auftragnehmer verantwortlich.

Das Unternehmen im Überblick

Prognos – wir geben Orientierung.

Wer heute die richtigen Entscheidungen für morgen treffen will, benötigt gesicherte Grundlagen. Prognos liefert sie - unabhängig, wissenschaftlich fundiert und praxisnah. Seit 1959 erarbeiten wir Analysen für Unternehmen, Verbände, Stiftungen und öffentliche Auftraggeber. Nah an ihrer Seite verschaffen wir unseren Kunden den nötigen Gestaltungsspielraum für die Zukunft - durch Forschung, Beratung und Begleitung. Die bewährten Modelle der Prognos AG liefern die Basis für belastbare Prognosen und Szenarien. Mit rund 150 Experten ist das Unternehmen an acht Standorten vertreten: Basel, Berlin, Düsseldorf, Bremen, München, Stuttgart, Freiburg und Brüssel. Die Projektteams arbeiten interdisziplinär, verbinden Theorie und Praxis, Wissenschaft, Wirtschaft und Politik. Unser Ziel ist stets das eine: Ihnen einen Vorsprung zu verschaffen, im Wissen, im Wettbewerb, in der Zeit.

Geschäftsführer

Christian Böllhoff

Präsident des Verwaltungsrates

Dr. Jan Giller

Handelsregisternummer

CH-270.3.003.262-6

Mehrwertsteuernummer/UID

CH-107.308.511

Rechtsform

Aktiengesellschaft nach schweizerischem Recht; Sitz der Gesellschaft: Basel
Handelsregisternummer
CH-270.3.003.262-6

Gründungsjahr

1959

Arbeitssprachen

Deutsch, Englisch, Französisch

Hauptsitz

Prognos AG

St. Alban-Vorstadt 24
4052 Basel | Schweiz
Tel.: +41 61 3273-310
Fax: +41 61 3273-300

Weitere Standorte

Prognos AG

Goethestr. 85
10623 Berlin | Deutschland
Tel.: +49 30 5200 59-210
Fax: +49 30 5200 59-201

Prognos AG

Domshof 21
28195 Bremen | Deutschland
Tel.: +49 421 5170 46-510
Fax: +49 421 5170 46-528

Prognos AG

Résidence Palace, Block C
Rue de la Loi 155
1040 Brüssel | Belgien
Fax: +32 280 89 - 947

Prognos AG

Schwanenmarkt 21
40213 Düsseldorf | Deutschland
Tel.: +49 211 913 16-110
Fax: +49 211 913 16-141

Prognos AG

Heinrich-von-Stephan-Str. 23
79100 Freiburg | Deutschland
Tel.: +49 761 766 1164-810
Fax: +49 761 766 1164-820

Prognos AG

Nymphenburger Str. 14
80335 München | Deutschland
Tel.: +49 89 954 1586-710
Fax: +49 89 954 1586-719

Prognos AG

Eberhardstr. 12
70173 Stuttgart | Deutschland
Tel.: +49 711 3209-610
Fax: +49 711 3209-609

info@prognos.com | www.prognos.com | www.twitter.com/prognos_ag

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis	VI
Abbildungsverzeichnis	VII
Kurzfassung	IX
Résumé	XIII
1. Aufgabenstellung	1
2 Vorgehen und Datengrundlagen	2
2.1 Bestimmung der modellierten Verbrauchsentwicklung	2
2.1.1 Aktualisierte Inputdaten	2
2.1.2 Abgrenzung der berücksichtigten Verbräuche	3
2.2 Bestimmung der Verwendungszwecke	4
2.3 Berechnung der Bestimmungsfaktoren	5
2.3.1 Witterung	5
2.3.2 Mengeneffekte	6
2.3.3 Technik und Politik	6
2.3.4 Substitution / strukturelle Mengeneffekte	6
2.3.5 Struktureffekte	7
2.3.6 Joint-Effekte	7
3 Statistische Ausgangslage	9
3.1 Entwicklung des Endenergieverbrauchs der Privaten Haushalte 2000 bis 2017	9
3.2 Entwicklung der Rahmenbedingungen	13
4 Verbrauchsentwicklung 2000 bis 2017 nach Verwendungszwecken	17
4.1 Überblick über die Verwendungszwecke	17
4.2 Raumwärme	21

4.3	Warmwasser	26
4.4	Kochen, inkl. Geschirrspülen	29
4.5	Übrige Elektrogeräte	30
4.6	Vergleich zwischen Haushaltsmodell und Gesamtenergiestatistik	34
5	Ursachen der Verbrauchsentwicklung 2000 bis 2017	36
5.1	Die Verbrauchsentwicklung 2000 bis 2017	37
5.1.1	Die Entwicklung insgesamt – alle Verwendungszwecke	37
5.1.2	Der Einfluss der Witterung nach Verwendungszwecken	47
5.1.3	Der Einfluss der Mengeneffekte nach Verwendungszwecken	48
5.1.4	Der Einfluss der Substitutionseffekte nach Verwendungszwecken (inkl. strukturelle Mengeneffekte)	51
5.1.5	Der Einfluss von Technik und Politik nach Verwendungszwecken	54
5.1.6	Struktureffekte nach Verwendungszwecken	57
5.1.7	Effekte nach Verwendungszwecken insgesamt	58
7	Literatur	61

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Entwicklung des Energieverbrauchs der Privaten Haushalte	X
Tabelle 2: Die Veränderung des Endenergieverbrauchs 2000 bis 2017	XII
Tableau 3: Développement de la consommation énergétique des ménages	XIV
Tableau 4: Variations de la demande d'énergie finale en 2017 par rapport à 2000	XVI
Tabelle 5: Disaggregationsniveaus zur Berechnung der Bestimmungsfaktoren	8
Tabelle 6: Energieverbrauch der Privaten Haushalte nach Energieträgern	9
Tabelle 7: Wichtige Bestimmungsfaktoren des Energieverbrauchs der Haushalte	13
Tabelle 8: Verbrauch der Privaten Haushalte nach Verwendungszwecken	18
Tabelle 9: Verbrauch thermischer Energieträger nach Verwendungszwecken	20
Tabelle 10: Elektrizitätsverbrauch nach Verwendungszwecken	20
Tabelle 11: Raumwärmeverbrauch nach Energieträgern, mit Witterungseinfluss	22
Tabelle 12: Witterungsbereinigter Raumwärmeverbrauch nach Energieträgern	23
Tabelle 13: Entwicklung der Energiebezugsfläche nach Anlagensystem	25
Tabelle 14: Endenergieverbrauch für Warmwasser nach Energieträgern	26
Tabelle 15: Entwicklung der Warmwasser-Versorgungsstruktur	28
Tabelle 16: Geschätzte mittlere Nutzungsgrade von Warmwasser-Anlagensystemen	29
Tabelle 17: Endenergieverbrauch für das Kochen	30
Tabelle 18: Verbrauch von Elektrogeräten, 2000 bis 2017, in PJ	32
Tabelle 19: Relevante Mengenkompontenten von Elektrogeräten	33
Tabelle 20: Energieverbrauch der Privaten Haushalte nach Energieträgern	34
Tabelle 21: Vergleich von Modellergebnis und Gesamtenergiestatistik	35
Tabelle 22: Veränderung des Endenergieverbrauchs 2017 gegenüber 2000	37

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Struktur des Elektrizitätsverbrauchs in Privaten Haushalten	X
Figure 2: Structure de la consommation électrique des ménages	XIV
Abbildung 3: Verbrauchsänderung 2017 gegenüber 2000 nach Energieträgern	10
Abbildung 4: relative Veränderung 2017 gegenüber 2000 nach Energieträgern	11
Abbildung 5: Veränderung der Verbrauchsstruktur 2017 gegenüber 2000	12
Abbildung 6: Verbrauchsstruktur nach Energieträgern im Jahr 2017	12
Abbildung 7: Zeitliche Entwicklung zentraler Einflussfaktoren	15
Abbildung 8: Zeitliche Entwicklung der Energieträgerpreise	15
Abbildung 9: Verwendungszwecke: Anteile am Endenergieverbrauch in 2017	19
Abbildung 10: Veränderung der Verbrauchsanteile der Verwendungszwecke	19
Abbildung 11: Struktur des Elektrizitätsverbrauchs nach Verwendungszwecken	21
Abbildung 12: Struktur des Raumwärmeverbrauchs nach Energieträgern	24
Abbildung 13: Struktur des Warmwasserverbrauchs nach Energieträgern	27
Abbildung 14: Veränderung des Endenergieverbrauchs 2017 gegenüber 2000	38
Abbildung 15: Einfluss der Witterungseffekte auf den Energieverbrauch	39
Abbildung 16: Einfluss der Mengeneffekte auf den Energieverbrauch	39
Abbildung 17: Einfluss der Substitutionseffekte auf den Energieverbrauch	40
Abbildung 18: T/P-Effekte auf den Energieverbrauch in Wohngebäuden	41
Abbildung 19: T/P-Effekte auf den Energieverbrauch bei Anlagen	42
Abbildung 20: T/P-Effekte auf den Energieverbrauch bei Elektrogeräten	43
Abbildung 21: Einfluss der Struktureffekte auf den Energieverbrauch	44
Abbildung 22: Einfluss der Joint-Effekte auf den Energieverbrauch	45
Abbildung 23: Kumulierte Wirkung der Faktoren auf den Energieverbrauch	46

Abbildung 24: Gesamtwirkung auf den Energieverbrauch, ohne Witterungseinfluss	46
Abbildung 25: Witterungseffekte nach Energieträgern für Raumwärme	47
Abbildung 26: Witterungseffekte nach Energieträgern für Warmwasser	48
Abbildung 27: Mengeneffekte nach Energieträgern für Raumwärme	49
Abbildung 28: Mengeneffekte nach Energieträgern für Warmwasser	50
Abbildung 29: Mengeneffekte nach Anwendungen für Kochen und elektrische Geräte	51
Abbildung 30: Substitutionseffekte nach Energieträgern für Raumwärme	52
Abbildung 31: Substitutionseffekte nach Energieträgern für Warmwasser	52
Abbildung 32: Substitutionseffekte nach Anwendungen für Kochen und Geräte	53
Abbildung 33: Gebäudequalitätseffekte nach Energieträgern für Raumwärme	54
Abbildung 34: Nutzungsgradeffekte nach Energieträgern für Raumwärme	55
Abbildung 35: Nutzungsgradeffekte nach Energieträgern für Warmwasser	56
Abbildung 36: T/P-Effekte nach Anwendungen für Kochen und Elektrogeräte	56
Abbildung 37: Struktureffekte nach Anwendungen für Kochen und elektrische Geräte	58
Abbildung 38: Kumulierte Effekte nach Energieträgern für Raumwärme	59
Abbildung 39: Kumulierte Effekte nach Energieträgern für Warmwasser	59
Abbildung 40: Kumulierte Effekte nach Anwendungen für Kochen und Geräte	60

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 Mengenkomponten 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 2017 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 2017 um 2.4 PJ abgenommen (-1.0 % in Tabelle 1; gemäss Energiestatistik -0.4 PJ, -0.2 %). Die Verringerung ist hauptsächlich auf Verbrauchseinsparungen für die Raumwärmeerzeugung (-8.7 PJ) zurückzuführen, wobei leichte Rückgänge auch in den Verbräuchen für die Verwendungszwecke Gefrieren und Kühlen (-0.9 PJ), Beleuchtung (-0.8 PJ), sowie für Unterhaltung, Information und Kommunikation (-0.8 PJ) und Warmwassererzeugung (-0.2 PJ) verzeichnet werden konnten. Eine steigende Entwicklung der Verbräuche erfolgte für die Verwendungszwecke Waschen und Trocknen (+2.5 PJ), Klima, Lüftung und Haustechnik (+1.0 PJ), Kochen und Geschirrspülen (+1.0 PJ) und sonstige Elektrogeräte (+4.4 PJ).

Im Jahr 2017 entfielen über zwei Drittel des Energieverbrauchs auf die Raumwärme (67.5 %, 158.9 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 69.3 % im Jahr 2017. Mit einem Anteil von 13.7 % (32.1 PJ) besass auch die Bereitstellung von Warmwasser im Jahr 2017 eine grosse Bedeutung. Die übrigen Verwendungszwecke wiesen vergleichsweise geringe Verbrauchsanteile auf (<5 %).

Der Verbrauch für Waschen und Trocknen hat sich im Zeitraum 2000 bis 2017 erhöht, der Anteil am Sektorverbrauch ist um 1.1 %-Punkte auf 2.2 % gestiegen. Erhöht hat sich auch der Anteil der „sonstigen Elektrogeräte“ am Sektorverbrauch, von 1.9 % im Jahr 2000 auf 3.8 % im Jahr 2017. Die Verbrauchsanteile der übrigen Verwendungszwecke haben sich im Zeitraum 2000 bis 2017 nicht wesentlich verändert (<1 %-Punkt).

Tabelle 1: Entwicklung des Energieverbrauchs der Privaten Haushalte

Darstellung nach Verwendungszwecken für die Jahre 2000 bis 2017, in PJ

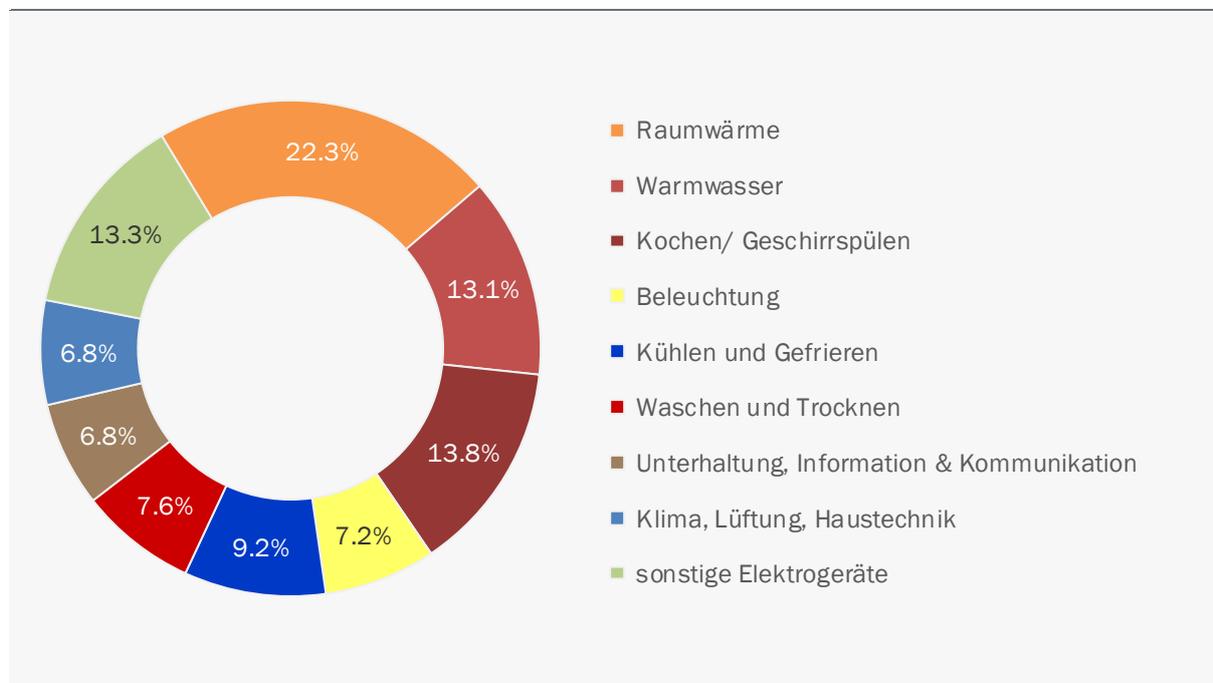
Verwendungszweck	2000	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Δ '00 - '17
Raumwärme	167.6	149.1	168.2	185.6	139.8	154.7	164.8	158.9	-5.2%
Warmwasser	32.3	31.5	31.9	32.1	31.7	32.0	32.2	32.1	-0.6%
Klima, Lüftung, Haustechnik	3.6	3.8	4.2	4.7	3.9	4.4	4.6	4.6	+28.4%
Unterhaltung, I&K	5.4	5.5	5.4	5.3	5.1	4.9	4.8	4.6	-14.5%
Kochen / Geschirrspülen	8.8	9.3	9.4	9.5	9.6	9.7	9.8	9.8	+11.3%
Beleuchtung	5.7	5.6	5.4	5.3	5.2	5.1	5.0	4.9	-13.8%
Waschen & Trocknen	2.6	5.3	5.4	5.4	5.4	5.4	5.3	5.2	+97.7%
Kühlen & Gefrieren	7.1	6.9	6.8	6.7	6.6	6.5	6.4	6.2	-12.4%
sonstige Elektrogeräte	4.6	7.3	7.7	8.0	8.3	8.7	8.9	9.0	+95.0%
Total Endenergieverbrauch	237.8	224.3	244.4	262.5	215.7	231.3	241.6	235.4	-1.0%

I&K: Information und Kommunikation

Quelle: Prognos 2018

Abbildung 1: Struktur des Elektrizitätsverbrauchs in Privaten Haushalten

Anteile nach Verwendungszwecken im Jahr 2017, in Prozent



Quelle: Prognos, 2018

Elektrizität weist ein breites Einsatz- bzw. Verwendungsspektrum auf. Am meisten Strom wurde im Jahr 2017 zur Erzeugung von Raumwärme aufgewendet (22.3 %; Abbildung 1). Von grosser Bedeutung waren auch das Warmwasser (13.1 %) und Kochen (Elektro-Kochherde, Geschirrspüler und elektrische Kochhilfen; 13.8 %). Die Beleuchtung benötigte noch 7.2 % des Stromverbrauchs der Haushalte (2000: 10 %). Für Unterhaltung, Information und Kommunikation wurden im Jahr 2017 6.8 % des Stromverbrauchs verwendet (2000: 9.3 %). Der Verbrauchsanteil der „sonstigen Elektrogeräte“ ist von 8 % im Jahr 2000 auf 13.3 % im Jahr 2017 gestiegen.

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 2017 insbesondere folgende Determinanten aus:

- Die mittlere Wohnbevölkerung stieg um 16.8 % an. Die Energiebezugsfläche in Wohngebäuden wuchs insgesamt um 29.5 %. Das Bruttoinlandsprodukt hat sich um 33.2 % erhöht. Diese Mengeneffekte führten – für sich genommen – alle zu einem höheren Energieverbrauch.
- Die realen Energiepreise entwickelten sich uneinheitlich. Die Preise für Elektrizität und Treibstoffe lagen im Jahr 2017 nur leicht über dem Niveau des Jahres 2000: Elektrizität: +2.0 %, Benzin +0.7 %, Diesel +2.4 %. Die Preise der übrigen Energieträger sind im Zeitraum 2000 bis 2017 zum Teil deutlich angestiegen: Heizöl +45.0 %, Erdgas +45.3 %, Fernwärme +35.6 %, Energieholz +17.7 %.
- Bezogen auf den Betrachtungszeitraum 2000 bis 2017 war das Jahr 2017 überdurchschnittlich warm. Zwar lag die Zahl der Heizgradtage (HGT) im Jahr 2017 mit 3'233 nahe beim Durchschnitt der Periode 2000 bis 2017 mit 3'234, gleichzeitig lag jedoch die Solarstrahlungsmenge im Jahr 2017 mit 4'725 MJ/m² deutlich über dem Durchschnittswert des Betrachtungszeitraums (4'404 MJ/m²). Die Zahl der Kühlgradtage (CDD) war mit 231 im Jahr 2017 deutlich überdurchschnittlich (Mittel der Jahre 2000 bis 2017: 161 CDD).

Der Endenergieverbrauch des Sektors Private Haushalte hat gemäss dem Bottom-Up-Modell um 2.4 PJ abgenommen (-1.0 %; Tabelle 2). Dabei bildeten die Mengeneffekte den stärksten verbrauchstreibenden Faktor, sie erhöhten den Verbrauch um 60.5 PJ. Der Einflussbereich Technik und Politik wirkte verbrauchsseitig den Mengeneffekten entgegen: Qualität der Gebäudehülle - 30.2 PJ, Qualität Anlagen -15.8 PJ und Qualität der Geräte -17.1 PJ. Insgesamt übertrafen die reduzierenden Effekte durch Technik und Politik (-63.1 PJ) den Mengeneffekt. Dämpfend auf den Verbrauch wirkte auch die Substitution (-13.5 PJ). Hingegen erhöhten die Struktureffekte den Verbrauch (+11.4 PJ), insbesondere im Bereich Elektro-Geräte. 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 2017 gegenüber dem Jahr 2000 zeigt sich ein Witterungseffekt von +2.9 PJ (Jahr 2000 war wärmer als das Jahr 2017, HGT +4.9 %). Bereinigt um diesen Witterungseffekt ergibt sich im Zeitraum 2000 bis 2017 gemäss dem Modell eine Reduktion des Energieverbrauchs um -5.3 PJ.

Tabelle 2: Die Veränderung des Endenergieverbrauchs 2000 bis 2017

Darstellung nach Bestimmungsfaktoren und Energieträgern, in PJ

Energieträger	Witterung	Mengeneffekte	Substitutions- effekte	Technik/Politik Qualität Bauten	Technik/Politik Qualität Anlagen	Technik/Politik Qualität Geräte	Struktureffekte	Joint-Effekte	Summe Modell	Energiestatistik
Heizöl extra-leicht	2.7	24.3	-47.1	-13.7	-9.4	0.0	-0.1	0.4	-42.9	-40.3
Erdgas	0.2	9.2	15.2	-6.1	-4.5	0.0	-0.2	-0.3	13.4	12.1
Elektrizität	0.0	19.4	0.8	-3.1	0.0	-17.0	11.2	-0.7	10.5	12.6
Fernwärme	0.0	1.6	3.8	-1.4	-0.1	0.0	-0.1	-0.1	3.8	2.9
Holz	0.1	4.3	1.5	-3.2	-1.3	0.0	0.5	-0.4	1.5	0.7
Kohle	0.0	0.1	-0.2	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.2	0.0
übrige Erneuerbare	-0.2	1.7	12.6	-2.6	-0.5	0.0	0.1	0.5	11.6	11.6
Summe	2.9	60.5	-13.5	-30.2	-15.8	-17.1	11.4	-0.7	-2.4	-0.4

Quelle: Prognos 2018

Der Verbrauch an fossilen Brennstoffen ist gemäss dem Modell gegenüber dem Jahr 2000 um 29.7 PJ gesunken (-19.3 %). Die einzelnen fossilen Brennstoffe entwickelten sich unterschiedlich. Sehr stark abgenommen hat der Verbrauch an Heizöl (-42.9 PJ; -35.5 %), hauptsächlich aufgrund der Einflussfaktoren Substitution (-47.1 PJ) sowie Technik und Politik (-13.7 PJ), während die Mengeneffekte (+24.3 PJ) der Verbrauchsabnahme entgegenwirkten. Im Gegensatz zum Heizöl hat sich die Nutzung von Erdgas ausgeweitet (+13.4 PJ; +40.3 %). Die Zunahme ist vorwiegend auf die Mengeneffekte (+9.2 PJ) und die Substitution (+15.2 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 um 10.7 PJ.

Zugenommen hat die Bedeutung der Elektrizität, deren Verbrauch im Zeitraum 2000 bis 2017 gemäss der Gesamtenergiestatistik um 12.6 PJ angestiegen ist (gemäss Modell um 10.5 PJ). Die Zunahme ist den Mengeneffekten (+19.4 PJ) und den Struktureffekten (+11.2 PJ) zuzuschreiben. Die reduzierenden Effekte durch Technik und Politik dämpften die Verbrauchszunahme um 20.2 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 im Jahr 2017 gemäss GEST leicht über demjenigen des Jahres 2000 (+0.7 PJ). Die Verwendung der erneuerbaren Energieträger Solar- und Umweltwärme hat sich zwischen 2000 und 2017 um 11.6 PJ ausgeweitet. Dieser Anstieg ist überwiegend auf die Substitution (+12.6 PJ) zurückzuführen. Erhöht hat sich auch die Nutzung von Fernwärme (+2.9 PJ gemäss GEST). Die Zunahme ist hauptsächlich in den Mengeneffekten (+1.6 PJ) und der Substitution (+3.8 PJ) begründet, während die Effekte von Technik und Politik dem Verbrauchsanstieg entgegengewirkt haben (-1.5 PJ).

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 autres 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 2017. 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 2.4 PJ entre 2000 et 2017 (-1.0 % ; Tableau 3 ; selon la statistique de l'énergie -0.4 PJ, -0.2 %). Cette réduction est principalement due aux économies de consommation pour le chauffage des locaux (-8.7 PJ), auxquelles s'ajoute une légère baisse de la consommation dans le domaine de la réfrigération et la congélation (-0.9 PJ), l'éclairage (-0.8 PJ), les médias de divertissement, l'information et la communication (-0.8 PJ) et l'eau chaude (-0.2 PJ). Une augmentation de la consommation a été enregistrée pour le lavage et le séchage (+2.5 PJ), la climatisation, la ventilation et les installations techniques (+1.0 PJ), la cuisson et la vaisselle (+1.0 PJ) et les autres appareils électriques (+4.4 PJ).

En 2017, plus de deux tiers de la consommation énergétique est attribuée au chauffage des locaux (67.5 %, 158.9 PJ). Si l'on considère la consommation corrigée des conditions météorologiques, la part du chauffage des locaux dans la consommation totale s'est réduite au cours du temps, passant de 72.6 % en 2000 à 69.3 % en 2017. Avec 13.7 % de la consommation (32.1 PJ), la préparation d'eau chaude occupe aussi une place significative en 2017. Les parts des autres applications dans la consommation sont comparativement faibles (< 5 %).

La consommation pour le lavage et séchage a augmenté entre 2000 et 2017. 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 également nettement augmenté, sa part passant de 1.9 % en 2000 à 3.8 % en 2017. Les parts des autres applications n'ont pas fondamentalement changé entre 2000 et 2017 (< 1 point de pourcentage).

Tableau 3: Développement de la consommation énergétique des ménages

Représentation selon les applications pour les années 2000 à 2017, en PJ

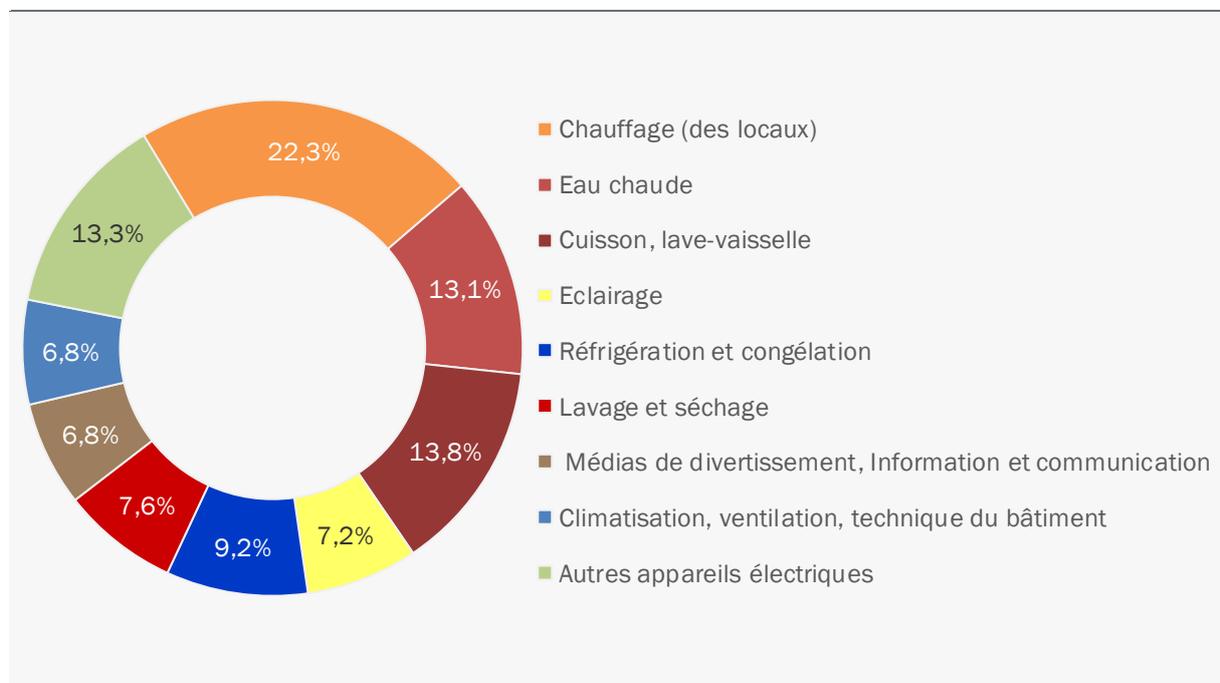
Application	2000	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Δ '00-'17
Chauffage (des locaux)	167.6	149.1	168.2	185.6	139.8	154.7	164.8	158.9	-5.2%
Eau chaude	32.3	31.5	31.9	32.1	31.7	32.0	32.2	32.1	-0.6%
Climatisation, ventilation, technique du bâtiment	3.6	3.8	4.2	4.7	3.9	4.4	4.6	4.6	+28.4%
Médias de divertissement, I&C	5.4	5.5	5.4	5.3	5.1	4.9	4.8	4.6	-14.5%
Cuisson, lave-vaisselle	8.8	9.3	9.4	9.5	9.6	9.7	9.8	9.8	+11.3%
Eclairage	5.7	5.6	5.4	5.3	5.2	5.1	5.0	4.9	-13.8%
Lavage & séchage	2.6	5.3	5.4	5.4	5.4	5.4	5.3	5.2	+97.7%
Réfrigération & congélation	7.1	6.9	6.8	6.7	6.6	6.5	6.4	6.2	-12.4%
Autres appareils électriques	4.6	7.3	7.7	8.0	8.3	8.7	8.9	9.0	+95.0%
Total	237.8	224.3	244.4	262.5	215.7	231.3	241.6	235.4	-1.0%

I&C : Information et communication

Source : Prognos 2018

Figure 2: Structure de la consommation électrique des ménages

Parts en pourcentage pour l'année 2017



Source : Prognos 2018

L'électricité est consommée dans un large éventail d'applications et d'utilisations. En 2017, elle fut principalement consacrée au chauffage des locaux (22.3 % ; Figure 2). L'eau chaude (13.1 %) et la cuisson (cuisinières électriques, lave-vaisselles et autres auxiliaires électriques de cuisine ; 13.8 %) sont deux consommatrices significatives d'électricité. L'éclairage a nécessité encore 7.2 % de la consommation électrique des ménages (2000 : 10 %). 6.8 % de la consommation est imputable aux médias de divertissement, d'information et de communication en 2017 (2000 : 9.3 %). La part de la consommation des « autres appareils électriques » est en hausse et passe de 8 % en 2000 à 13.3 % en 2017.

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 2017 :

- La population résidente moyenne a augmenté de 16.8 %. La surface de référence énergétique s'est agrandie de 29.5 % au total. Le produit intérieur brut s'est accru de 33.2 %. Ces effets de quantité ont tous, pris individuellement, conduit à une hausse de la consommation énergétique.
- Les prix réels des énergies ont évolué de manière inégale. Les prix des carburants en 2017 étaient légèrement au-dessus de leur niveau de 2000 (essence +0.7 %, diesel +2.4 %), de même que le prix de l'électricité (+2.0 %). Les prix des autres agents énergétiques ont en partie connu une nette hausse entre 2000 et 2017 : huile de chauffage +45.0 %, gaz naturel +45.3 %, chaleur à distance +35.6 %, bois-énergie +17.7 %.
- Par rapport à la période d'observation allant de 2000 à 2017, les températures de l'année 2017 sont restées dans la moyenne. Le nombre de degrés-jours de chauffage (HDD ¹) s'est élevé à 3'233, la moyenne sur la période 2000 à 2017 étant 3'234 HDD. Par contre, le nombre de degrés-jours de réfrigération (CDD ²) en 2017 était, avec 231 CDD, largement supérieur à la moyenne de la période 2000 à 2017 (161 CDD). En 2017, la quantité de rayonnement solaire a atteint 4'725 MJ/m², soit un niveau également supérieur à la moyenne sur la période d'observation (4'404 MJ/m²).

Selon le modèle bottom-up, la demande d'énergie finale du secteur des ménages a diminué de 2.4 PJ (-1.0 % ; Tableau 4). Les effets de quantité ont constitué le facteur d'influence principal tirant la consommation vers le haut ; ils ont augmenté la consommation de 60.5 PJ. Les domaines d'influence technique et politique ont contrebalancé les effets de quantité : la qualité de l'enveloppe des bâtiments a eu pour effet de réduire la consommation de 30.2 PJ, la qualité des installations de 15.8 PJ et la qualité des appareils de 17.1 PJ. Finalement, les effets réducteurs des facteurs techniques et politiques ont surpassé les effets de quantité (-63.1 PJ). La substitution a aussi orienté la consommation à la baisse (-13.5 PJ). En revanche, les effets structurels ont accru la consommation (+11.4 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 2017, par rapport à l'année 2000, les conditions météorologiques ont contribué à une augmentation de la consommation de +2.9 PJ (l'année 2017 était plus froide que l'année 2000, avec une HDD en 2017 en hausse de +4.9 % par rapport à 2000).

¹ En anglais «heating degree day»

² En anglais «cooling degree day»

Corrigé des conditions météorologiques, le modèle indique une réduction de la consommation énergétique de 5.3 PJ entre 2000 et 2017.

Selon le modèle, la consommation de combustibles fossiles a baissé de 29.7 PJ (-19.3 %) par rapport à 2000. Chacun des combustibles fossiles a évolué de manière différente. La consommation de l'huile de chauffage a très fortement diminué (-42.9 PJ ; -35.5 %), principalement en raison des effets de substitution (-47.1 PJ) ainsi que des facteurs techniques et politiques (-13.7 PJ), tandis que les effets de quantité ont tiré la consommation vers le haut (+24.3 PJ). Contrairement à l'huile de chauffage, l'utilisation du gaz naturel s'est développée (+13.4 PJ ; +40.3 %). L'augmentation est principalement due aux effets de quantité (+ 9.2 PJ) et à la substitution (+15.2 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 de -10.7 PJ.

L'électricité, dont la consommation sur la période 2000 à 2017 a augmenté de 12.6 PJ selon la Statistique globale de l'énergie (10.5 PJ selon le modèle), a gagné en importance. Cette croissance est attribuable aux effets de quantité (+19.4 PJ) et aux effets structurels (+11.2 PJ). Les facteurs techniques et politiques ont réduit la hausse de consommation de 20.2 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.

Tableau 4: Variations de la demande d'énergie finale en 2017 par rapport à 2000
Par agents énergétiques et facteurs déterminants, en PJ

Agents énergétiques	Conditions météorologiques	Effets de quantité	Substitution	Effets techniques / politiques enveloppe des bâtiments	Effets techniques / politiques qualité des installations	Effets techniques / politiques qualité des appareils	Effets structurels	Effets conjoints / non linéaires	Total modèle	Statistique énergétique
Huile de chauffage extra légère	2.7	24.3	-47.1	-13.7	-9.4	0.0	-0.1	0.4	-42.9	-40.3
Gaz naturel	0.2	9.2	15.2	-6.1	-4.5	0.0	-0.2	-0.3	13.4	12.1
Electricité	0.0	19.4	0.8	-3.1	0.0	-17.0	11.2	-0.7	10.5	12.6
Chaleur à distance	0.0	1.6	3.8	-1.4	-0.1	0.0	-0.1	-0.1	3.8	2.9
Bois	0.1	4.3	1.5	-3.2	-1.3	0.0	0.5	-0.4	1.5	0.7
Charbon	0.0	0.1	-0.2	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.2	0.0
Autres renouvelables	-0.2	1.7	12.6	-2.6	-0.5	0.0	0.1	0.5	11.6	11.6
Total	2.9	60.5	-13.5	-30.2	-15.8	-17.1	11.4	-0.7	-2.4	-0.4

Source : Prognos 2018

La consommation de bois en 2017 était légèrement au-dessus de celle de 2000 (+0.7 PJ) selon la Statistique globale de l'énergie. L'utilisation de la chaleur solaire et ambiante s'est étendue à 11.6 PJ entre 2000 et 2017. Cette hausse est due en premier lieu à la substitution (+12.6 PJ). L'utilisation de la chaleur à distance a elle aussi connu une croissance (+2.9 PJ selon la Statistique globale de l'énergie). L'augmentation s'explique principalement par les effets de quantité (+1.6 PJ) et la substitution (+3.8 PJ), tandis que les facteurs techniques et politiques ont réduit la croissance de la consommation (1.5 PJ).

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 Mengenkomponten 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 2017 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 2017 und die Entwicklung im Zeitraum 2000 bis 2017. 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 2017 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 2017 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 2017 (BFE, 2018 a).

2.1.1 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 2017 a, b sowie 2018 a). Aktualisiert wurde auch die Zahl der neu erstellten Wohnungen nach Gebäudetyp (BFS 2017 c) sowie die Angaben der Gebäude- und Wohnungsstatistik (GWS) zur mittleren Wohnfläche bei Neubauten (BFS, 2018 b, c). 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 Baualterklassen wurden Jahreswerte für die Beheizungsstruktur der neugebauten Wohnungen abgeleitet. Allerdings wurden dieses Jahr keine aktualisierten Werte veröffentlicht. Die Daten aus dem Jahr 2017 decken die Jahre bis 2015 ab (BFS 2017 d).

Die Beheizungsstruktur im Gebäudebestand (bis Gebäudealter 2000) basiert auf einer eigenen Fortschreibung der Gebäude- und Wohnungszählung 2000. Als Informationsquelle zur Fortschreibung der Energieträgerstruktur im Gebäudebestand dienen unter anderem die aktuellen Absatzzahlen von Heizanlagen nach Grössenklassen von GebäudeKlimaSchweiz (2018) und die Wärmepumpenstatistik (BFE, 2018 b). Diese letzte Quelle wurde auch verwendet, um die Entwicklung der Jahresarbeitszahlen bei den kleinen Wärmepumpen fortzuschreiben.

Das BFS hat im Jahr 2017 eine Überprüfung bzw. eine Aktualisierung der Energiemerkmale der Wohngebäude vorgenommen (BFS 2017 e). Im Rahmen des Projektes Statistik der Energieträger von Wohngebäuden (SETW) wurde eine Überprüfung der Primär- und Sekundär-Energieträger für Heizen und Warmwasser in Gebäuden mit Wohnnutzung durchgeführt (Erstwohnungen). Die Erhebung basiert auf einer Zufallsstichprobe, für die Auswertungen standen rund 9'500 Antworten zur Verfügung. Anhand der SETW-Ergebnisse wurde die Beheizungsstruktur im Wohngebäudemodell validiert und gegenüber den Vorjahren leicht angepasst.

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. Ab 2002/2003 sind für Kühl- und Gefriergeräte, Waschmaschinen und Tumbler sowie Geschirrspüler Durchschnittsverbräuche der neu abgesetzten Geräte vorhanden. Für die Geräte TV, Set-Top-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 2017 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, 2018 c).

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

2.1.2 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 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 Gesamtraumwärmeverbrauch 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 Tumbler, 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, Prognos 2012).

Ein weiteres Abgrenzungsproblem entsteht durch das Einmieten von gewerblichen Unternehmen in Wohngebäuden, beispielsweise durch die (vorübergehende) Verwendung von Wohnungen als Praxen, Büros oder Ateliers. Zudem gewinnt das „Home-Office“ zunehmend an Bedeutung und verwischt die Grenze zwischen Wohnort und Arbeitsort. Dadurch wird die Qualität der verwendeten sektoralen Flächenbestandsdaten beeinflusst. Da zu dieser Abtrennung 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 sinnvoll. 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:

2.3.1 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 be-

stimmten 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.

2.3.2 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.

2.3.3 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.

2.3.4 Substitution / 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, werden hier als „strukturelle Mengeneffekte“ bezeichnet. Die Abgrenzung zwischen energieträgerspezifischen Substitutionseffekten und strukturellen Mengeneffekten ist nicht eindeutig. Deshalb werden die 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. gerätegruppenspezifischen Mengeneffekten ermittelt.³

2.3.5 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.

2.3.6 Joint-Effekte

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

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

Für die Berechnung der einzelnen Effekte wurde bei den vier Verwendungszwecken Raumwärme, Warmwasser, Kochen und übrige Elektrogeräte das in Tabelle 5 abgebildete Disaggregationsniveau zugrunde gelegt.

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

Tabelle 5: Disaggregationsniveaus zur Berechnung der Bestimmungsfaktoren

<p>■ Raumwärme</p> <ul style="list-style-type: none"> Erdölbrennstoffe insgesamt <ul style="list-style-type: none"> Raumwärme Dezentral Raumwärme Zentral Erdgas insgesamt <ul style="list-style-type: none"> Raumwärme Dezentral Raumwärme Zentral Elektrizität insgesamt <ul style="list-style-type: none"> Raumwärme Dezentral Raumwärme Zentral konventionell Raumwärme Wärmepumpen Raumwärme Öfelis / mobile Heizungen Raumwärme Hilfsenergieverbrauch Fernwärme insgesamt <ul style="list-style-type: none"> Raumwärme Dezentral Holz insgesamt <ul style="list-style-type: none"> Raumwärme Dezentral Raumwärme Zentral Raumwärme Kaminholz Kohle insgesamt <ul style="list-style-type: none"> Raumwärme Dezentral Raumwärme Zentral übrige Erneuerbare insgesamt <ul style="list-style-type: none"> Raumwärme Zentral Solar Raumwärme Zentral Umweltwärme <p>■ Kochen</p> <ul style="list-style-type: none"> Kochen Erdgas Kochen Holz Kochen Elektrizität <ul style="list-style-type: none"> Elektroherde elektrische Kochhilfen Geschirrspülmaschinen 	<p>■ Warmwasser</p> <ul style="list-style-type: none"> Erdölbrennstoffe insgesamt <ul style="list-style-type: none"> Warmwasser Zentral Erdgas insgesamt <ul style="list-style-type: none"> Warmwasser Einzel Warmwasser Zentral Elektrizität insgesamt <ul style="list-style-type: none"> Warmwasser Einzel Warmwasser Zentral Warmwasser Wärmepumpen Fernwärme insgesamt <ul style="list-style-type: none"> Warmwasser Zentral Holz insgesamt <ul style="list-style-type: none"> Warmwasser Einzel Warmwasser Zentral Kohle insgesamt <ul style="list-style-type: none"> Warmwasser Zentral übrige Erneuerbare insgesamt <ul style="list-style-type: none"> Warmwasser Zentral Solar Warmwasser Zentral Umweltwärme <p>■ Elektrogeräte</p> <ul style="list-style-type: none"> Kühlen, Gefrieren Waschen, Trocknen Unterhaltung, Information und Kommunikation Beleuchtung übrige Elektrogeräte
---	---

Quelle: Prognos 2018

3 Statistische Ausgangslage

3.1 Entwicklung des Endenergieverbrauchs der Privaten Haushalte 2000 bis 2017

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 2017 235.8 PJ und lag um 0.4 PJ unter dem Verbrauch im Jahr 2000 (-0.2 %). Gegenüber dem Vorjahr 2016 hat der Verbrauch um 5.0 PJ (-2.1 %) abgenommen (Tabelle 6).

Tabelle 6: Energieverbrauch der Privaten Haushalte nach Energieträgern
Statistische Entwicklung des Endenergieverbrauchs von 2000 bis 2017, in PJ

Energieträger	2000	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Δ '00 – '17
Elektrizität	56.6	64.6	66.0	67.6	65.8	67.5	68.7	69.2	+22.3%
Heizöl	116.5	87.1	94.2	99.5	75.2	79.5	81.4	76.2	-34.6%
Erdgas	36.4	41.1	47.2	51.1	42.5	46.3	49.0	48.5	+33.2%
Kohle	0.1	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	-23.1%
Fernwärme	4.8	5.9	6.5	7.2	6.5	7.3	7.5	7.7	+61.0%
Holz	17.9	16.9	18.5	20.5	16.4	17.8	19.2	18.6	+4.1%
übrige Erneuerbare*)	3.9	9.7	11.3	12.6	12.0	13.5	14.8	15.4	+297.9%
Summe	236.2	225.5	244.0	258.7	218.6	232.1	240.8	235.8	-0.2%

*) Sonnenenergie, Umweltwärme, Biogas

Quelle: BFE 2018 a

Die Entwicklung der einzelnen Energieträger verlief unterschiedlich:

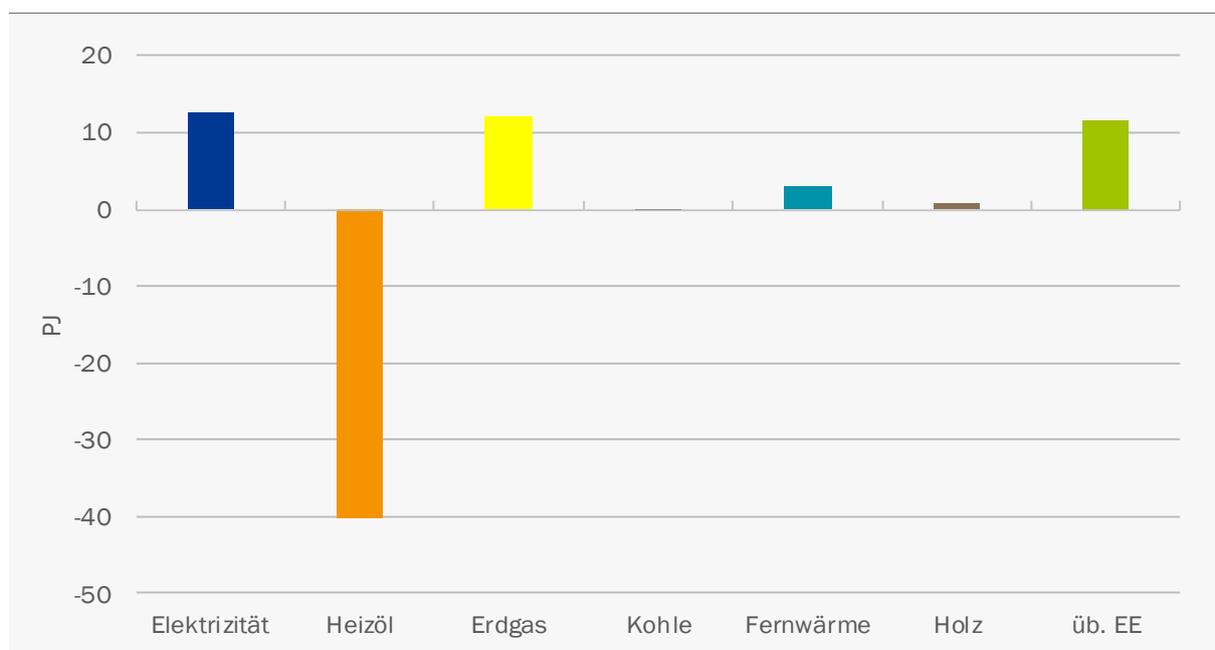
- Der Elektrizitätsverbrauch ist im Zeitraum 2000 bis 2017 um 12.6 PJ auf 69.2 PJ gestiegen. Dies entspricht einer relativen Zunahme von 22.3 %. Die durchschnittliche jährliche Zuwachsrate lag bei 1.2 %. Gegenüber dem Vorjahr 2016 ist der Verbrauch um 0.5 PJ gestiegen (+0.8 %).
- Der Verbrauch an den fossilen Energieträgern Heizöl, Erdgas und Kohle lag im Jahr 2017 bei 124.8 PJ und damit 28.2 PJ unter dem Wert vom Jahr 2000 (-18.4 %). Der Verbrauch der einzelnen fossilen Energieträger entwickelte sich wie folgt:

- Der Verbrauch an Heizöl extra-leicht (HEL) ist in der Periode 2000 bis 2017 um 40.3 PJ (-34.6 %) auf 76.2 PJ zurückgegangen. Gegenüber dem Vorjahr 2016 nahm der Verbrauch um 5.2 PJ ab (-6.4 %).
- Der Einsatz von Erdgas stieg im Sektor Haushalte zwischen 2000 und 2017 um 12.1 PJ (+33.2 %) auf 48.5 PJ. Im Vergleich zum Vorjahr ist der Erdgasverbrauch im Jahr 2017 um 0.5 PJ gesunken (-1.0 %).
- Der Kohleverbrauch liegt im Jahr 2017 auf annähernd dem gleichen Niveau wie im Referenzjahr 2000 (-0.03 PJ). Die Bedeutung der Kohle bleibt gering. Der Kohleanteil am Verbrauch der fossilen Energieträger belief sich im Jahr 2017 auf <0.1 % (0.1 PJ).
- Der Verbrauch von Fernwärme lag im Jahr 2017 bei 7.7 PJ und damit um 2.9 PJ höher als im Jahr 2000 (+61.0 %). Gegenüber dem Vorjahr hat der Verbrauch um 0.2 PJ zugenommen (+2.5 %).
- Der Holzverbrauch erhöhte sich im Betrachtungszeitraum um 0.7 PJ (+4.1 %) auf 18.6 PJ. Im Jahr 2017 lag der Verbrauch um 0.5 PJ unter dem Vorjahresverbrauch (-2.8 %).
- Der Verbrauch der übrigen erneuerbaren Energien hat gegenüber dem Jahr 2000 um 11.6 PJ (+298 %) zugenommen und lag im Jahr 2017 bei 15.4 PJ. Der Zuwachs ist vorwiegend auf die zunehmende Nutzung von Umweltwärme durch elektrische Wärmepumpen zurückzuführen. Gegenüber dem Vorjahr ist der Verbrauch an den übrigen Erneuerbaren um 0.6 PJ gestiegen (+4.3 %).

Seit dem Jahr 2000 ist der Verbrauch aller Energieträger gestiegen, mit Ausnahme von Heizöl extra-leicht (und Kohle; Abbildung 3 und Abbildung 4). Gegenüber dem Vorjahr 2016 hat sich der Verbrauch der Energieträger Elektrizität und Fernwärme sowie der übrigen erneuerbaren Energieträger erhöht, während der Verbrauch der übrigen Energieträger rückläufig war.

Abbildung 3: Verbrauchsänderung 2017 gegenüber 2000 nach Energieträgern

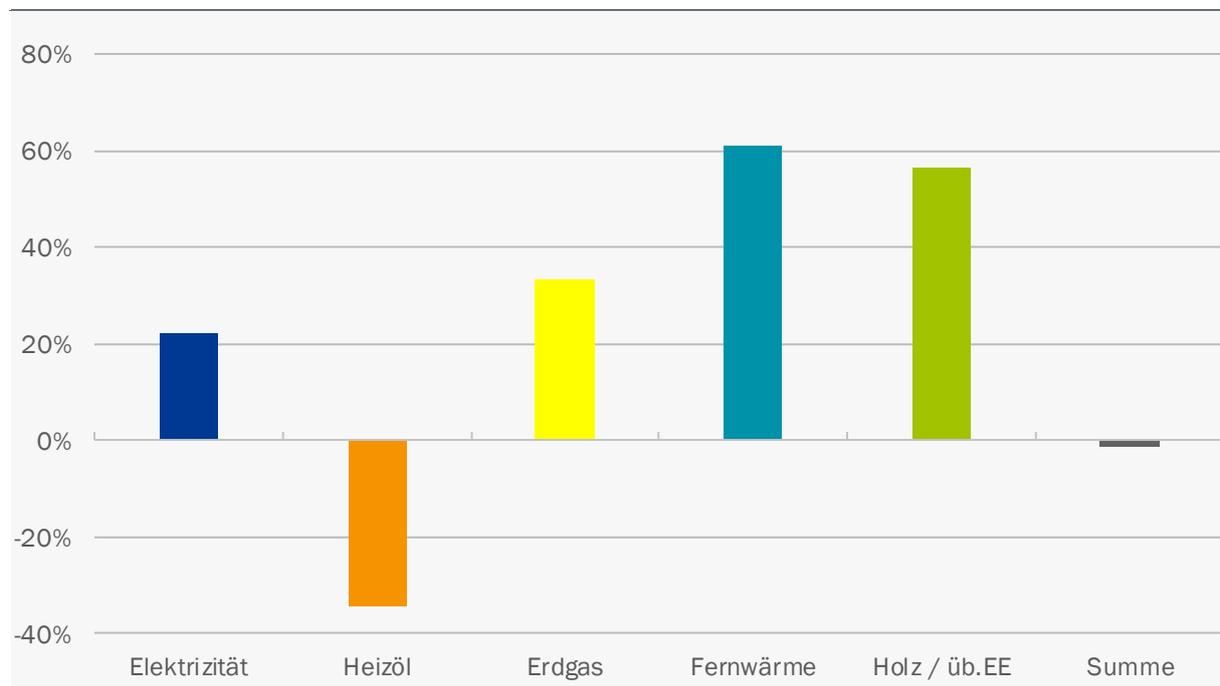
Verbrauchsänderung im Haushaltssektor nach Energieträgern, in PJ



üb. EE: übrige Erneuerbare Energien, darunter Sonnenenergie, Umweltwärme, Biogas

Quelle: BFE 2018 a

Abbildung 4: relative Veränderung 2017 gegenüber 2000 nach Energieträgern
Verbrauchsänderung im Haushaltssektor nach Energieträgern, in Prozent



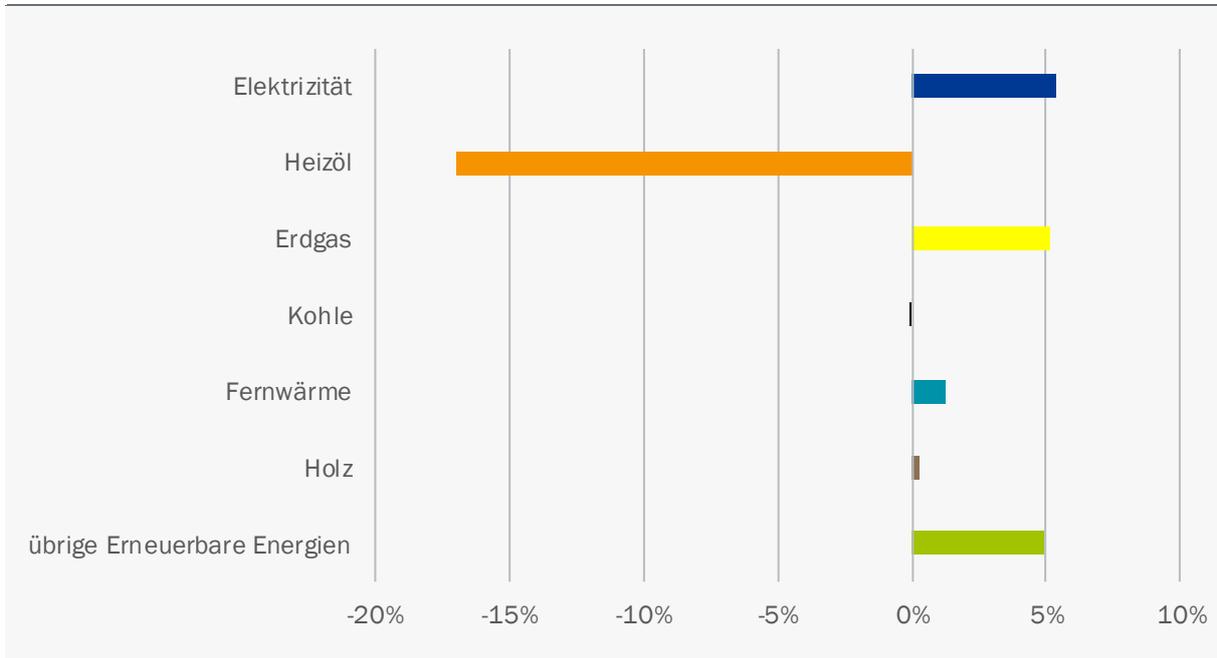
üb. EE: übrige Erneuerbare Energien, darunter Sonnenenergie, Umweltwärme, Biogas

Quelle: BFE 2018 a

Die Veränderung der Energieträgerstruktur im Zeitraum 2000 bis 2017 ist in Abbildung 5 illustriert. Der Anteil von Heizöl am Endenergieverbrauch der Privaten Haushalte ist deutlich zurückgegangen (-17.0 %-Punkte). Die Anteile der übrigen Energieträger sind gestiegen. Grössere Zunahmen verzeichneten Elektrizität (+5.4 %-Punkte), Erdgas (+5.1 %-Punkte) und die übrigen erneuerbaren Energien (+4.9 %-Punkte).

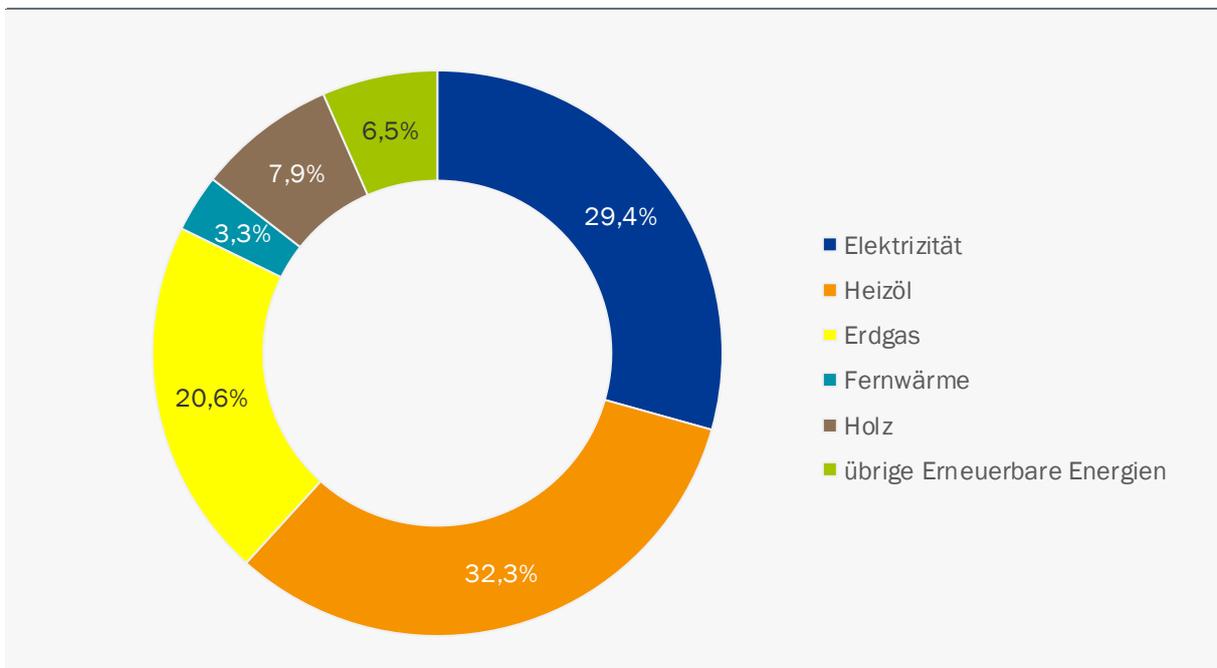
Obwohl sich der Anteil von Heizöl am Energieverbrauch der Privaten Haushalte gegenüber dem Jahr 2000 um 17 %-Punkte verringert hat, bleibt Heizöl auch im Jahr 2017 mit einem Anteil von 32.3 % der Energieträger mit dem höchsten Verbrauchsanteil (Abbildung 6). Von grosser Bedeutung sind auch Elektrizität (29.4 %) und Erdgas (20.6 %). Der Anteil der fossilen Energieträger Heizöl, Erdgas und Kohle am Gesamtverbrauch der Privaten Haushalte ist von 64.8 % im Jahr 2000 auf 52.9 % im Jahr 2017 zurückgegangen. Der Anteil der erneuerbaren Energieträger inkl. Holz lag im Jahr 2017 bei 14.4 % (2000: 9.2 %).

Abbildung 5: Veränderung der Verbrauchsstruktur 2017 gegenüber 2000
Veränderung der Energieträgeranteile am Endenergieverbrauch, in Prozentpunkten



Quelle: BFE 2018 a

Abbildung 6: Verbrauchsstruktur nach Energieträgern im Jahr 2017
Energieträgeranteile am Endenergieverbrauch im Haushaltssektor, in Prozent



Anteil der Kohle <0.1 %, in der Abbildung nicht dargestellt

Quelle: BFE 2018 a

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 2017 ist in Tabelle 7 zusammengefasst.

Tabelle 7: Wichtige Bestimmungsfaktoren des Energieverbrauchs der Haushalte
Entwicklung in den Jahren 2000 bis 2017

Bestimmungsfaktoren	Einheit	2000	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Bevölkerung, Wohnen									
mittlere Bevölkerung* (a)	Tsd	7'184	7'912	7'997	8'089	8'189	8'282	8'373	8'451
Haushalte (b)	Tsd	3'144	3'435	3'473	3'515	3'563	3'608	3'657	3'693
Gesamtwohnungsbestand (a, b)	Tsd	3'569	4'003	4'046	4'096	4'144	4'196	4'249	4'300
Wohnfläche (EBF) (b)	Mio. m ²	416	494	501	509	516	524	532	539
Witterung									
Heizgradtage (c)		3'081	2'938	3'281	3'471	2'782	3'075	3'281	3'233
Kühlgradtage (b, d)		115	128	148	167	83	263	167	231
Strahlung (b, d)	MJ/m ²	4'170	4'751	4'542	4'313	4'459	4'701	4'419	4'725
GT&S-Faktor (Mittel EZFH/MFH) (b)		0.89	0.82	0.94	1.04	0.78	0.87	0.94	0.91
Wirtschaft									
BIP real, Preise 2017 (e)	Mrd. CHF	501.7	611.4	617.5	629.0	644.4	652.3	661.2	668.1
Energiepreise (real, Basis 2017) (a)									
LIK (2017 = 100)		93.3	102.0	101.3	101.1	101.1	99.9	99.5	100.0
Elektrizität	Rp./kWh	19.7	19.4	18.9	18.7	18.9	19.8	20.1	20.1
Heizöl (3000-6000l)	Fr./100l	54.4	96.1	102.6	99.4	97.9	74.3	70.3	78.9
Erdgas	Rp./kWh	6.4	9.3	9.9	9.9	10.2	9.7	9.7	9.3
Holz	Fr./Ster	44.6	54.2	53.8	55.0	55.4	56.4	54.6	52.5
Fernwärme	Fr./GJ	16.4	21.9	22.5	22.7	23.3	22.8	22.3	22.2
Benzin	CHF/l	1.50	1.70	1.79	1.75	1.70	1.49	1.42	1.51
Diesel	CHF/l	1.54	1.82	1.91	1.87	1.80	1.55	1.46	1.58

* mittlere ständige Wohnbevölkerung

EZFH: Ein- und Zweifamilienhäuser; MFH: Mehrfamilienhäuser

EBF: Energiebezugsfläche

LIK: Landesindex der Konsumentenpreise

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

Quellen: (a) BFS, (b) eigene Berechnungen, (c) BFE, (d) MeteoSchweiz, (e) seco

Die expansiven Einflussfaktoren zeigen im Allgemeinen nur geringe jährliche Veränderungen, längerfristig verzeichnen sie jedoch zum Teil deutliche Zuwächse. Die mittlere ständige Bevölkerung hat im Betrachtungszeitraum stetig zugenommen, durchschnittlich um 0.9 % pro Jahr. Für die Jahre 2000 bis 2017 ergibt sich eine Zunahme um 16.8 %. Der Anstieg der Bevölkerung wirkt sich auf den Wohnungsbestand und auf die Wohnfläche aus. Die beiden Grössen haben zwischen 2000 und 2017 mit 20.4 %, bzw. 29.5 % prozentual stärker zugenommen als die Wohnbevölkerung, woraus sich eine fortschreitende Zunahme der Wohnfläche pro Kopf ableiten lässt.⁴ Diese erhöhte sich von 57.5 m² EBF im Jahr 2000 auf 63.8 m² EBF im Jahr 2017 (+11.0 %). Nebst dem gestiegenen Komfortanspruch ist dies unter anderem darauf zurückzuführen, dass die Zahl der Ferien- und Zweitwohnungen im Zeitraum 2000 bis 2017 überproportional zugenommen hat. Der Anteil dieser Wohnungen am Gesamtwohnungsbestand ist um fast 3 %-Punkte gestiegen.

Die durchschnittliche Haushaltgrösse hat sich im Betrachtungszeitraum nicht wesentlich verändert (von 2.27 Personen je Haushalt im Jahr 2000 auf 2.24 in 2017). Entsprechend hat sich die Zahl der Privaten Haushalte annähernd gleich stark erhöht wie die Bevölkerung (+17.5 %; Abbildung 7).

Die Witterungsbedingungen sind als Kurzfristdeterminante 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 2017 deutlich wärmer.⁵ 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 kühlste Jahr im Betrachtungszeitraum, die Anzahl der HGT lag um 11 % über dem Mittel der Periode 2000 bis 2017 (3'234 HGT). Das wärmste Jahr im Betrachtungszeitraum war das Jahr 2014 mit 2'782 HGT. Hohe Solarstrahlungsmengen und eine hohe Anzahl Kühlgradtage (CDD) traten im Jahre 2003 auf („Hitzesommer“).⁶ Das Jahr 2017 war überdurchschnittlich warm: Während die Zahl der Heizgradtage sich mit 3'233 unwesentlich vom Durchschnittswert des Betrachtungszeitraums unterschied, war die jährliche Strahlungsmenge deutlich höher (+321 MJ/m²; +7.3 %). Der Gradtags- und Solarstrahlungsfaktor, welcher in dieser Arbeit für die Berechnung des Witterungseinflusses verwendet wird, beträgt für das Jahr 2017 0.91, der Mittelwert der Periode 2000 bis 2017 liegt bei 0.93 (ein Faktor von 1 entspricht der durchschnittlichen Witterung in der Periode 1984 bis 2002). Gegenüber dem Vorjahr 2016 nahm die Zahl an HGT um 1.5 % ab, der Gradtags- und Strahlungsfaktor nahm um rund 3 % ab.

Die realen Konsumentenpreise der einzelnen Energieträger entwickelten sich in den Jahren 2000 bis 2017 unterschiedlich. Der Preis für Heizöl hatte sich zwischenzeitlich sehr stark erhöht. Im Jahr 2013 lag der Preis rund 80% über dem Preis im Jahr 2000. Mitte 2014 bis 2016 begann er deutlich zu sinken, während er 2017 wieder auf einen um 45.0 % höheren Stand im Vergleich zum Jahre 2000 gestiegen ist. Ursächlich ist die Entwicklung des Weltmarktpreises für Erdöl. Im Jahr 2013 lag der nominelle Ölpreis im Jahresmittel bei rund 105 US\$/bbl, im Jahr 2016 bei 40.8 US\$/bbl und im Jahr 2017 bei 52.7 US\$/bbl (OPEC-Preiskorb). Deutlich gestiegen sind auch die Preise für Erdgas (+45.3 %) und Fernwärme (+35.6 %). Der Strompreis ist hingegen im Zeitraum 2000 bis 2017 nur leicht angestiegen (+2.0 %), ebenso wie der von Diesel (+2.4 %) und Benzin (+0.7 %).

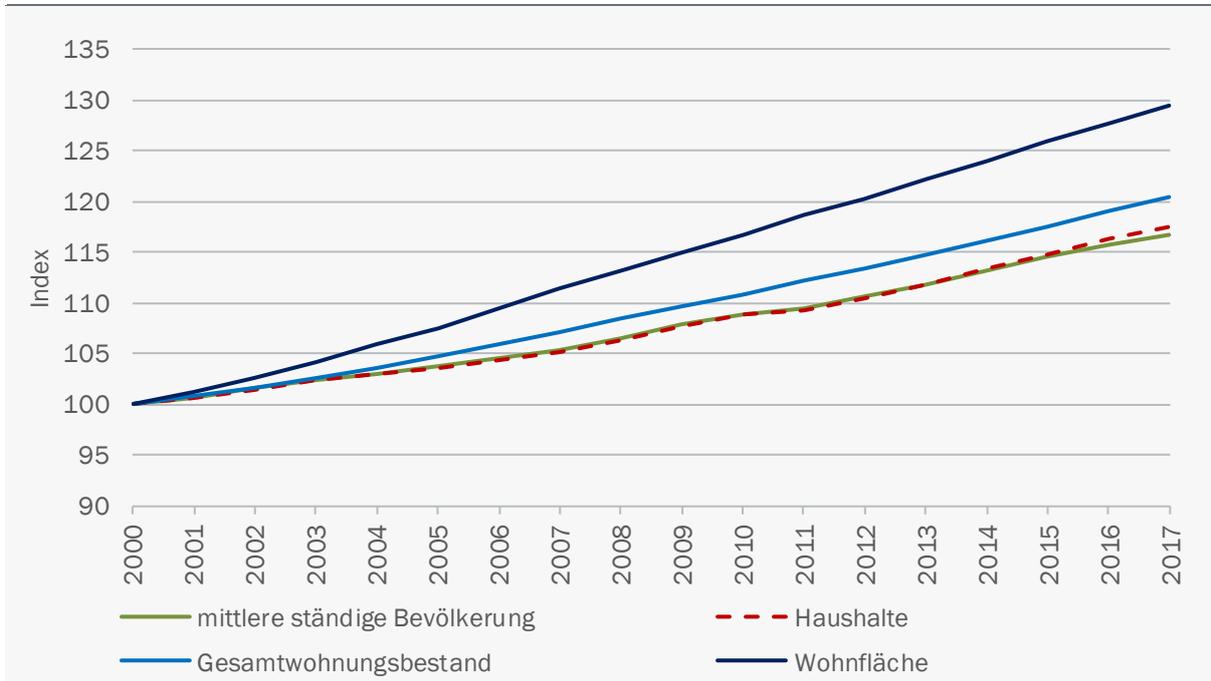
⁴ Die in Tabelle 7 ausgewiesenen Angaben zu Wohnungen und Wohnflächen sowie die berechnete Wohnfläche pro Kopf beinhalten die Wohnungen und Wohnflächen von Zweit- und Ferienwohnungen. Wird nur die dauernd bewohnte Wohnfläche (Erstwohnungen) betrachtet, so liegt die Wohnfläche pro Kopf im Jahr 2016 bei 56 m² EBF.

⁵ Beim Bereinigungsverfahren mit Gradtagen und Solarstrahlung, 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 2017 liegen einzig die HGT-Werte der Jahre 2005, 2010 und 2013 über diesem Referenzwert.

⁶ Kühltage werden gezählt, wenn die mittlere Tagestemperatur 18.3 °C überschreitet. Bei den Kühlgradtagen (Cooling Degree Days: CDD) werden die Kühltage mit der Differenz zwischen der mittleren Tagestemperatur und 18.3 °C gewichtet.

Abbildung 7: Zeitliche Entwicklung zentraler Einflussfaktoren

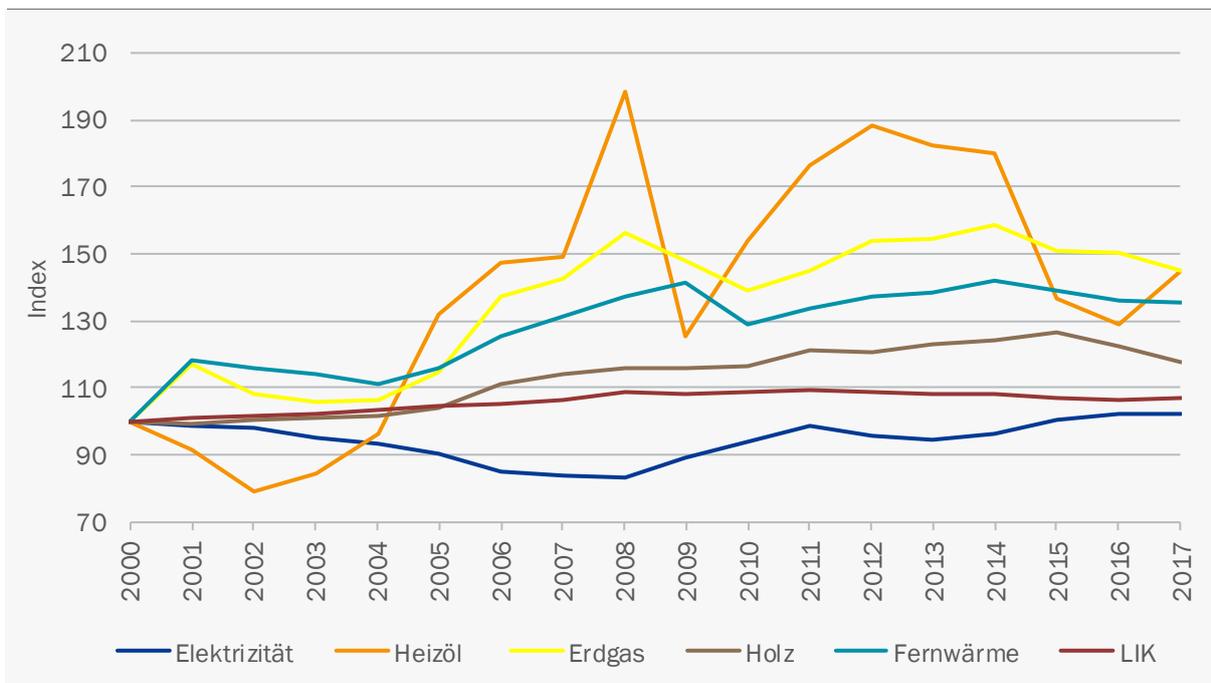
Indices mit Basisjahr 2000 = 100



Quelle: Prognos 2018

Abbildung 8: Zeitliche Entwicklung der Energieträgerpreise

Indexierte Entwicklung der Realpreise und des Konsumentenpreisindex (LIK), Basisjahr 2000



Quelle: BFS 2016 c

Beim Vergleich der kurzfristigen Preisentwicklung zeigt sich, dass sich gegenüber dem Vorjahr 2016 vor allem die flüssigen Energieträger verteuert haben: Der Preis von Heizöl ist um 12.2 % gestiegen, während sich Diesel und Benzin um 8.4 % bzw. 6.6 % verteuert haben. Bei allen anderen Energieträgern haben die Preise abgenommen. Die stärksten Veränderungen sind bei Holz (-3.8 %) und Erdgas (-3.4 %) zu verzeichnen. Die Preise für Fernwärme (-0.4 %) und Strom (-0.1 %) haben sich nur geringfügig verringert. Die Preisentwicklung ist auf das Jahr 2000 indiziert in Abbildung 8 dargestellt.

In Bezug auf die energiepolitischen Regelungen sind die CO₂-Abgabe auf Brennstoffe, die Stromversorgungsverordnung (StromVV), die Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKEn), die kostendeckende Einspeisevergütung (KEV) sowie ab 2010 das „Gebäudeprogramm“ zu erwähnen. Keinen direkten Einfluss auf den Energieverbrauch der Privaten Haushalte der Jahre 2000 bis 2017 hat hingegen die Strom-Marktöffnung für Grossverbraucher.

Die CO₂-Abgabe auf Brennstoffe wurde im Januar 2008 eingeführt, bei einem anfänglichen Abgabebesatz 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), per 1.1.2016 auf 84 CHF/t CO₂ (rund 22 Rp. Pro Liter Heizöl). Die letzte Erhöhung erfolgte auf Anfang des Jahres 2018 auf 96 CHF/t CO₂ (BAFU, 2017).

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 2017 wurden rund 9'250 Gesuche abgeschlossen. Die damit verbundenen Auszahlungen beliefen sich auf 174 Mio. CHF, wovon rund 60 % für die Verbesserung der Wärmedämmung eingesetzt wurden. Die Förderaktivität hat sich gegenüber den beiden Vorjahren nicht wesentlich verändert.

Die Kantone verabschiedeten im Jahr 2015 neue Mustervorschriften im Energiebereich (MuKEn 2014). Diese werden nun zunehmend in die kantonalen Energiegesetze aufgenommen, dadurch beginnen sie die Energieverbrauchsentwicklung zu beeinflussen. Der aktuelle Stand der Umsetzung und des Vollzugs in den Kantonen ist in einer Studie beschrieben, welche das BFE in Zusammenarbeit mit den Kantonen erstellt hat (BFE, 2017).

4 Verbrauchsentwicklung 2000 bis 2017 nach Verwendungszwecken

4.1 Überblick über die Verwendungszwecke

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 folgende Verwendungszwecke:

- Raumwärme
- Warmwasser
- Kochen (inkl. Geschirrspüler)
- Klima, Lüftung und Haustechnik
- Unterhaltung, Information und Kommunikation (I&K)
- Beleuchtung
- Waschen und Trocknen
- Kühlen und Gefrieren
- übrige Elektrogeräte

Die Entwicklung des Energieverbrauchs der Privaten Haushalte nach Verwendungszwecken ist in Tabelle 8 abgebildet. Der Gesamtverbrauch des Sektors hat gemäss dem Modell in den Jahren 2000 bis 2017 um 2.4 PJ abgenommen (-1.0 %; gemäss Energiestatistik -0.4 PJ, -0.2 %). Der Rückgang ist hauptsächlich auf die Minderung des Verbrauchs für Raumwärme (-8.7 PJ; -5.2 %) zurückzuführen. Die Verbräuche für Gefrieren und Kühlen (-0.9 PJ), Unterhaltung, Information und Kommunikation (-0.8 PJ), Beleuchtung (-0.8 PJ) sowie Warmwasser (-0.2 PJ) waren ebenfalls rückläufig. Deutlich zugenommen haben hingegen die absoluten Verbräuche für Waschen und Trocknen (+2.5 PJ) und für die „sonstigen Elektrogeräte“ (+4.4 PJ). Die Verbräuche für Klima, Lüftung und Haustechnik sowie Kochen / Geschirrspülen haben sich weniger stark erhöht, um jeweils 1.0 PJ.

Über zwei Drittel des Energieverbrauchs entfielen auf die Raumwärme (67.5 %, 158.9 PJ; Abbildung 9), hauptsächlich eingesetzt in fest installierten Heizanlagen. Mit einem Anteil von 13.7 % (32.1 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 69.3 % im Jahr 2017 (Werte inkl. mobile Heizgeräte).

Tabelle 8: Verbrauch der Privaten Haushalte nach Verwendungszwecken
 Modellierter Endenergieverbrauch der Privaten Haushalte von 2000 bis 2017, in PJ

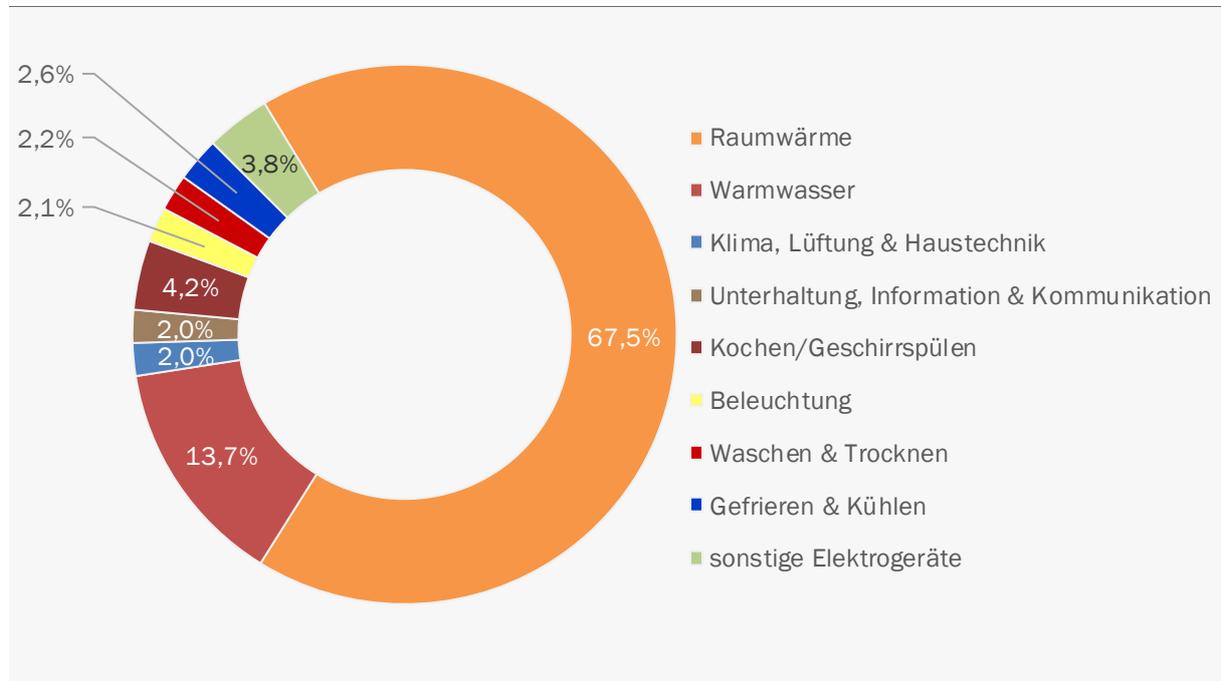
Verwendungszweck	2000	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Δ '00 - '17
Raumwärme	167.6	149.1	168.2	185.6	139.8	154.7	164.8	158.9	-5.2%
Raumwärme fest installiert	166.1	147.8	166.9	184.3	138.7	153.5	163.7	157.8	-5.0%
Heizen mobil	1.5	1.2	1.3	1.3	1.1	1.1	1.1	1.1	-27.8%
Warmwasser	32.3	31.5	31.9	32.1	31.7	32.0	32.2	32.1	-0.6%
Klima, Lüftung, HT	3.6	3.8	4.2	4.7	3.9	4.4	4.6	4.6	+28.4%
Heizen Hilfsenergie	2.4	2.2	2.5	2.8	2.1	2.4	2.6	2.5	+2.4%
Lüftung, Luftbefeuchtung	0.7	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	+28.0%
Klimatisierung	0.0	0.2	0.2	0.2	0.1	0.3	0.2	0.3	+1'926%
Antennenverstärker, u.a.	0.4	0.6	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.9	+98.7%
Unterhaltung, I&K	5.4	5.5	5.4	5.3	5.1	4.9	4.8	4.6	-14.5%
Kochen / Geschirrspülen	8.8	9.3	9.4	9.5	9.6	9.7	9.8	9.8	+11.3%
Beleuchtung	5.7	5.6	5.4	5.3	5.2	5.1	5.0	4.9	-13.8%
Waschen & Trocknen	2.6	5.3	5.4	5.4	5.4	5.4	5.3	5.2	+97.7%
Gefrieren & Kühlen	7.1	6.9	6.8	6.7	6.6	6.5	6.4	6.2	-12.4%
sonstige Elektrogeräte	4.6	7.3	7.7	8.0	8.3	8.7	8.9	9.0	+95.0%
Summe	237.8	224.3	244.4	262.5	215.7	231.3	241.6	235.4	-1.0%

HT: Haustechnik, I&K: Information und Kommunikation

Quelle: Prognos 2018

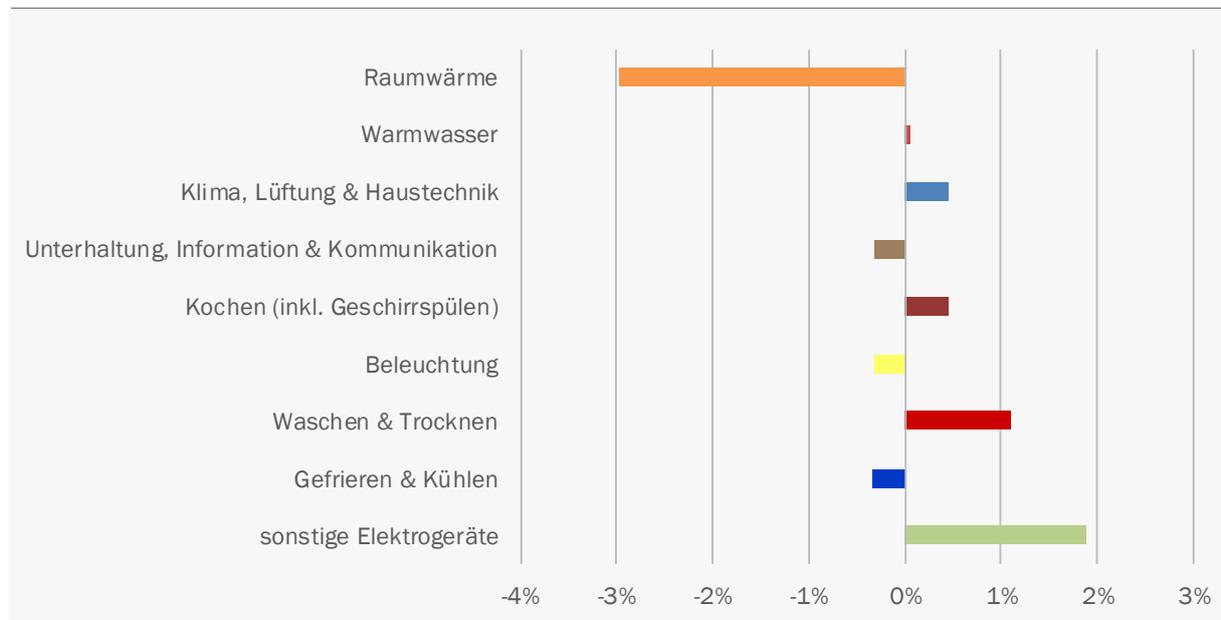
Die Veränderung der Anteile der Verwendungszwecke am Endenergieverbrauch der Privaten Haushalte über den Betrachtungszeitraum ist in Abbildung 10 dargestellt. Am stärksten rückläufig war der Anteil der Raumwärme (-3 %-Punkte). Der Verbrauch für Warmwasser hat sich in der Periode 2000 bis 2017 nur wenig verändert (-0.2 PJ; -0.6 %). Der Anteil von Warmwasser am Gesamtverbrauch ist um 0.1 %-Punkte auf 13.7 % gestiegen. Der Verbrauch für Waschen und Trocknen hat sich im Zeitraum 2000 bis 2017 um 2.5 PJ erhöht, der Anteil am Sektorverbrauch ist um 1.1 %-Punkte auf 2.2 % gestiegen. Deutlich angewachsen ist der Verbrauch der „sonstigen Elektrogeräte“ (+4.4 PJ), der Anteil hat sich von 1.9 % auf 3.8 % erhöht. Die Verbrauchsanteile der übrigen Verwendungszwecke haben sich im Zeitraum 2000 bis 2017 nicht wesentlich verändert (< 1 %-Punkt).

Abbildung 9: Verwendungszwecke: Anteile am Endenergieverbrauch in 2017



Quelle: Prognos 2018

Abbildung 10: Veränderung der Verbrauchsanteile der Verwendungszwecke
Veränderung der Anteile am Endenergieverbrauch in Prozentpunkten, 2017 ggü. 2000



Quelle: Prognos 2018

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 9). Im Jahr 2017 wurde 85.8 % dieser Energieträgergruppe zur Erzeugung von Raumwärme eingesetzt und weitere 13.9 % zur Bereitstellung von Warmwasser. Die Bedeutung der Kochherde ist gering (0.3 %).

Tabelle 9: Verbrauch thermischer Energieträger nach Verwendungszwecken

Verbrauchsentwicklung von Brennstoffen, Fern-, Umwelt- und Solarwärme, 2000 bis 2017, in PJ

Verwendungszweck	2000	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Δ '00 - '17
Raumwärme	155.5	135.8	153.3	168.9	126.8	140.1	149.3	143.8	-7.6%
Warmwasser	24.0	22.9	23.2	23.4	23.0	23.2	23.3	23.3	-3.0%
Prozesswärme	0.8	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	-47.8%
Summe	180.3	159.2	177.0	192.8	150.3	163.8	173.0	167.4	-7.1%

Quelle: Prognos 2018

Tabelle 10: Elektrizitätsverbrauch nach Verwendungszwecken

Entwicklung von 2000 bis 2017, Raumwärme inkl. mobiler Kleinheizgeräte, in PJ

Verwendungszweck	2000	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Δ '00 - '17
Raumwärme	12.1	13.3	14.9	16.7	13.0	14.5	15.6	15.1	+25.4%
Warmwasser	8.3	8.7	8.7	8.8	8.7	8.8	8.9	8.9	+6.4%
Kochen/ Geschirrspülen	8.0	8.8	8.9	9.0	9.1	9.3	9.3	9.4	+17.3%
Beleuchtung	5.7	5.6	5.4	5.3	5.2	5.1	5.0	4.9	-13.8%
Kühlen und Gefrieren	7.1	6.9	6.8	6.7	6.6	6.5	6.4	6.2	-12.4%
Waschen und Trocknen	2.6	5.3	5.4	5.4	5.4	5.4	5.3	5.2	+97.7%
Unterhaltung, I&K	5.4	5.5	5.4	5.3	5.1	4.9	4.8	4.6	-14.5%
Klima, Lüftung, Haustechnik	3.6	3.8	4.2	4.7	3.9	4.4	4.6	4.6	+28.4%
sonstige Elektrogeräte	4.6	7.3	7.7	8.0	8.3	8.7	8.9	9.0	+95.0%
Summe	57.5	65.2	67.4	69.8	65.4	67.5	68.6	68.0	+18.2%

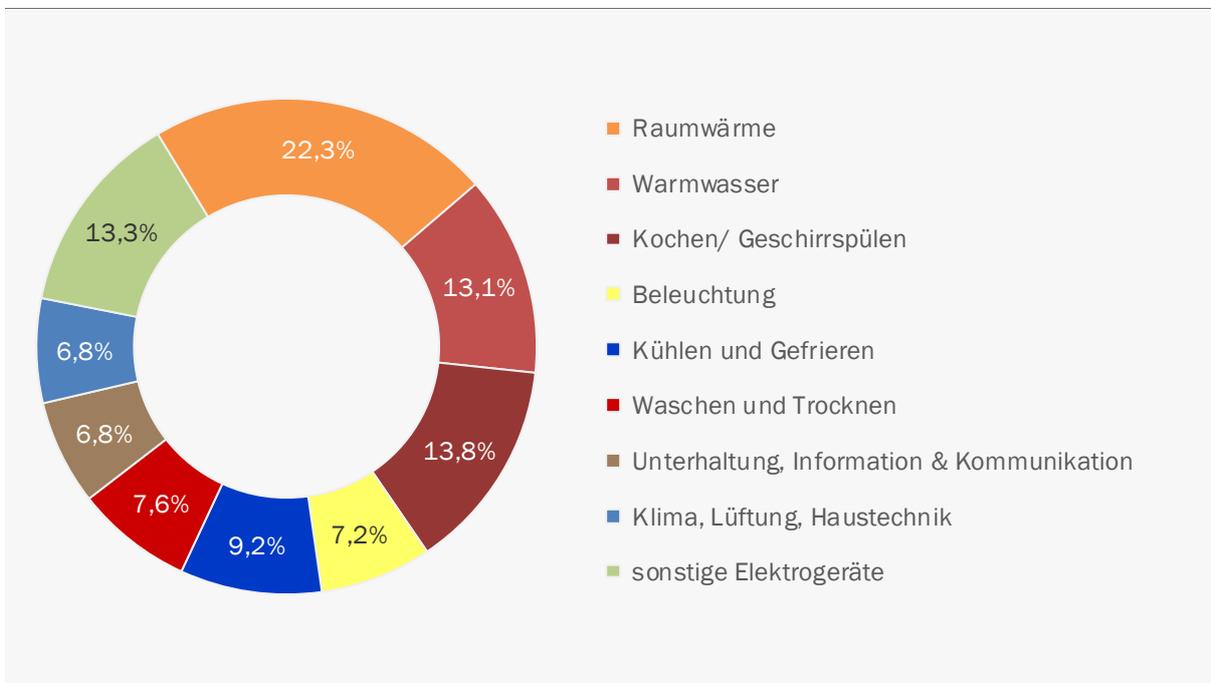
I&K: Information und Kommunikation

Quelle: Prognos 2018

Elektrizität weist im Gegensatz zu den thermischen Energieträgern ein breiteres Einsatz- bzw. Verwendungsspektrum auf (Tabelle 10 und Abbildung 11). Im Jahr 2017 entfielen 35.2 % des Elektrizitätsverbrauchs auf die Bereiche Raumwärme (22.3 %) und Warmwasser (13.1 %). Weitere 13.8 % des Stromverbrauchs der Haushalte wurden im Jahr 2017 für den Betrieb von Elektro-Kochherden, Geschirrspülern und elektrischen Kochhilfen verwendet. Die Beleuchtung benötigte 7.2 % des Verbrauchs (inkl. Gemeinschaftsbeleuchtung; 2000: 10 %). Auf den Bereich Kühlen und Gefrieren entfielen 9.2 % (2000: 12.4 %) und auf den Bereich Waschen und Trocknen 7.6 %

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 2017 6.8 % des Verbrauchs verwendet (2000: 9.5 %), für Klima, Lüftung und Haustechnik 6.8 % (2000: 6.3 %). Der Verbrauchsanteil der „sonstigen Elektrogeräte“ ist von 8 % im Jahr 2000 auf 13.3 % im Jahr 2017 gestiegen. Die jährlichen Anteilsstrukturen sind dabei stets leicht durch die Witterungsbedingungen beeinflusst, da sich diese unmittelbar im Raumwärmebedarf niederschlagen.

Abbildung 11: Struktur des Elektrizitätsverbrauchs nach Verwendungszwecken
 Anteile der Verwendungszwecke am Endenergieverbrauch der Privaten Haushalte im Jahr 2017



Quelle: Prognos 2018

4.2 Raumwärme

Unter dem Aspekt der Verbrauchsmenge ist der Verwendungszweck Raumwärme von herausragender Bedeutung. Im Jahr 2017 entfielen auf diesen Verwendungszweck 67.5 % des gesamten Energieverbrauchs der Privaten Haushalte. In Jahren mit durchschnittlicher Witterung liegt der Anteil zurzeit bei rund 69 %. Der Energieverbrauch für Raumwärme nach Energieträgern ist in Tabelle 11 beschrieben. Nicht berücksichtigt sind dabei der Hilfsenergieverbrauch für Pumpen, Brenner und Gebläse sowie der Verbrauch in Zweit- und Ferienwohnungen. Der Verbrauch wird dominiert von den fest installierten Heizungen. Der Verbrauchsanteil der mobilen Kleinheizgeräte (Öfelis) beträgt weniger als 1 % (1-1.5 PJ_{el}/Jahr).

Der Elektrizitätsverbrauch ist aufgeteilt auf elektrische Widerstandsheizungen und elektrische Wärmepumpen. Mit elektrischen Wärmepumpen wird unter Einsatz von Elektrizität Wärme aus der Umgebung (Luft, Wasser oder Erdreich) aufgewertet. Die dabei eingesetzte Strommenge entspricht in Tabelle 11 der Kategorie „elektrische Wärmepumpen“, die genutzte Umgebungswärme der Kategorie „Umweltwärme“. Die mittels der Wärmepumpen erzeugte Raumwärme entspricht der Summe dieser beiden Kategorien.

Tabelle 11: Raumwärmeverbrauch nach Energieträgern, mit Witterungseinfluss

Entwicklung des Endenergieverbrauchs für die Jahre 2000 bis 2017, inkl. mobiler Kleinheizgeräte, ohne Zweit- und Ferienwohnungen, in PJ

Energieträger	2000	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Δ '00 - '17
Heizöl	104.2	75.9	83.7	89.9	65.3	70.1	72.5	67.6	-35.1%
Erdgas	27.6	31.6	36.8	41.6	32.0	36.4	39.6	39.0	41.2%
Kohle	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	-61.8%
El. Widerstandsheizungen	10.6	10.0	10.9	11.8	9.2	9.9	10.2	9.7	-8.2%
Elektrische Wärmepumpen	1.5	3.3	4.0	4.9	3.9	4.6	5.3	5.4	268.2%
Fernwärme	4.4	5.6	6.6	7.6	6.0	6.9	7.7	7.7	75.0%
Holz	16.1	15.6	17.5	19.3	15.1	16.7	18.0	17.6	9.1%
Solar	0.1	0.3	0.4	0.5	0.4	0.5	0.6	0.6	449.0%
Umweltwärme	2.7	6.5	8.0	9.7	7.8	9.4	10.8	11.1	311.7%
Summe	167.6	149.1	168.2	185.6	139.8	154.7	164.8	158.9	-5.2%
darunter fest installiert	166.1	147.8	166.9	184.3	138.7	153.5	163.7	157.8	-5.0%
darunter mobil	1.5	1.2	1.3	1.3	1.1	1.1	1.1	1.1	-27.8%

Der Elektrizitätsverbrauch ist aufgeteilt auf elektrische Widerstandsheizungen und elektrische Wärmepumpen. Die mit den Wärmepumpen genutzte Umgebungswärme ist unter Umweltwärme berücksichtigt.

Quelle: Prognos 2018

Witterungsbereinigt liegen die Verbrauchswerte für alle Jahre mit Ausnahme der Jahre 2005, 2010 und 2013 über den effektiven Ist-Verbräuchen (Tabelle 12). 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 verringerte sich zwischen den Jahren 2000 und 2017 um 12.6 PJ (-6.7 %). Die verbrauchssenkenden Faktoren (Verbesserung der Dämmung der Gebäudehüllen und Steigerung des mittleren Anlagennutzungsgrades) waren demnach stärker als die verbrauchstreibenden Faktoren (Bevölkerungs- und Wohnflächenzunahme).

Nach wie vor dominiert verbrauchsseitig der Energieträger Heizöl. Auch wenn dessen Verbrauch stark zurückging (witterungsbereinigt um 42.2 PJ, -36.3 % ggü. 2000), betrug der Anteil von Heizöl am gesamten Raumwärmeverbrauch im Jahr 2017 immer noch 42.6 % (Abbildung 12; 2000: 62.4 %). Ebenfalls von grosser Bedeutung ist das Erdgas mit einem Anteil von 24.6 % in 2017 (2000: 16.5 %). Insgesamt deckten die fossilen Energieträger im Jahr 2017 67.3 % (2000:

79.1 %) des witterungsbereinigten Energiebedarfs für die Erzeugung von Raumwärme (Abbildung 12).

Der Elektrizitätsverbrauch im Raumwärmemarkt ist von 13.3 PJ im Jahr 2000 auf 16.5 PJ in 2017 gestiegen (witterungsbereinigt, inkl. mobiler Kleingeräte und Wärmepumpen, ohne Hilfsenergie). Der Anstieg ist primär auf den verstärkten Einsatz von Wärmepumpen (+4.3 PJ) zurückzuführen. Der Anteil des Elektrizitätsverbrauchs am Raumwärmeverbrauch betrug im Jahr 2017 9.5 % (2000: 7.1 %). Der Anteil der erneuerbaren Energien Holz, Solar- und Umweltwärme am Raumwärmeverbrauch der Haushalte ist seit 2000 um 7.3 %-Punkte gestiegen und lag 2017 bei 18.4 % (32.0 PJ; witterungsbereinigt).

Tabelle 12: Witterungsbereinigter Raumwärmeverbrauch nach Energieträgern

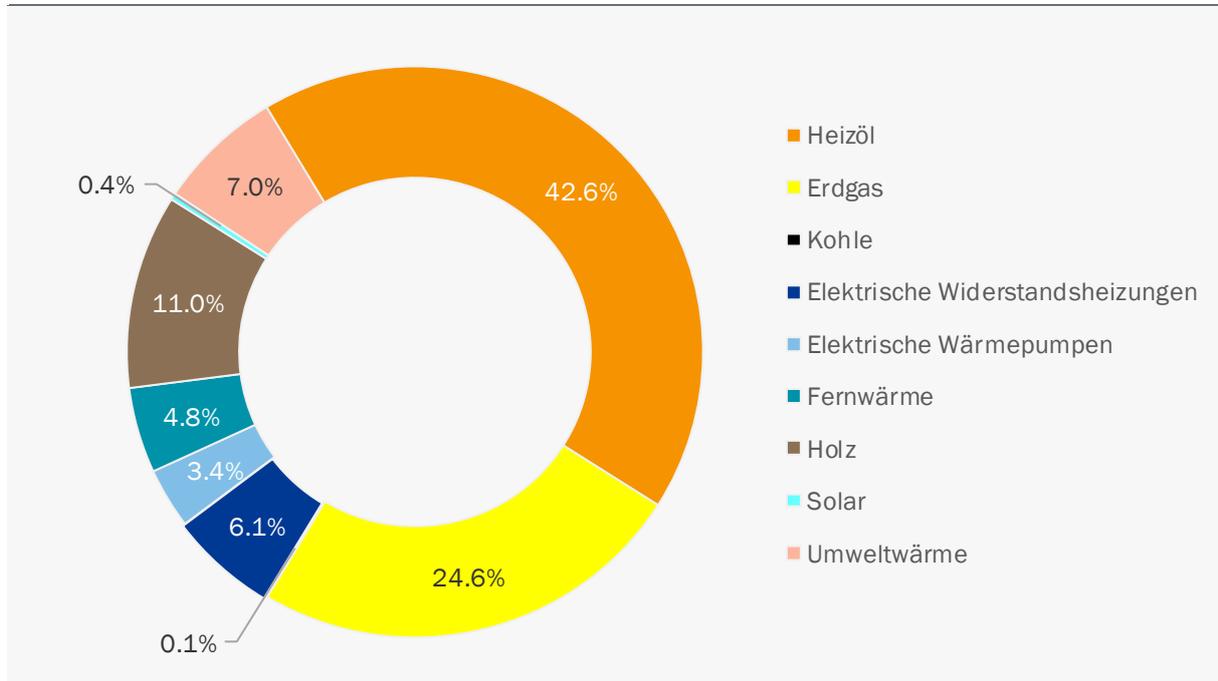
Entwicklung des Endenergieverbrauchs für die Jahre 2000 bis 2017, inkl. mobiler Kleinheizgeräte, ohne Zweit- und Ferienwohnungen, in PJ

Energieträger	2000	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Δ '00 - '17
Heizöl	116.4	92.4	89.1	86.1	83.1	80.0	77.1	74.2	-36.3%
Erdgas	30.9	38.4	39.1	39.9	40.7	41.5	42.1	42.7	38.4%
Kohle	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	-62.5%
El. Widerstandsheizungen	11.6	11.8	11.5	11.4	11.3	11.1	10.8	10.6	-9.3%
Elektrische Wärmepumpen	1.6	4.0	4.3	4.7	5.0	5.3	5.7	5.9	263.9%
Fernwärme	4.9	6.8	7.0	7.3	7.6	7.9	8.2	8.4	71.1%
Holz	17.6	18.5	18.5	18.6	18.7	18.9	19.0	19.1	8.6%
Solar	0.1	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.6	0.7	442.4%
Umweltwärme	3.0	8.0	8.6	9.3	10.0	10.8	11.5	12.2	306.8%
Summe	186.6	180.7	179.0	178.1	177.1	176.3	175.2	174.0	-6.7%
darunter fest installiert	185.0	179.3	177.7	176.8	175.9	175.1	174.0	172.9	-6.5%
darunter mobil	1.6	1.3	1.3	1.3	1.3	1.2	1.2	1.1	-30.3%

Der Elektrizitätsverbrauch ist aufgeteilt auf elektrische Widerstandsheizungen und elektrische Wärmepumpen. Die mit den Wärmepumpen genutzte Umgebungswärme ist unter Umweltwärme berücksichtigt.

Quelle: Prognos 2018

Abbildung 12: Struktur des Raumwärmeverbrauchs nach Energieträgern
 Anteile am witterungsbereinigten Raumwärmeverbrauch im Jahr 2017



Der Elektrizitätsverbrauch ist aufgeteilt auf elektrische Widerstandsheizungen und elektrische Wärmepumpen

Quelle: Prognos 2018

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 102 Mio. m² (+26.5 %) zugenommen und umfasste im Jahr 2017 488 Mio. m² EBF. Im Jahr 2017 entfielen rund 98 % dieser Fläche auf die dauernd bewohnten Wohnungen. Nicht berücksichtigt sind dabei die Flächen in Zweit- und Ferienwohnungen, die im Jahr 2017 rund 52 Mio. m² EBF umfassten. Diese Flächen werden dem Dienstleistungssektor zugerechnet (sie sind aber in den Wohnflächen im Teil Rahmendaten mit ausgewiesen, vgl. Tabelle 7).

Tabelle 13: Entwicklung der Energiebezugsfläche nach AnlagensystemEntwicklung für die Jahre 2000 bis 2017, inklusive Leerwohnungen, ohne Zweit- und Ferienwohnungen, in Mio. m² EBF

Anlagensystem	2000	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Δ '00 - '17
Heizöl	235	216	211	207	203	198	193	188	-19.8%
Erdgas	67	104	107	111	114	118	121	124	86.4%
Kohle	0.7	0.8	0.7	0.7	0.6	0.5	0.4	0.4	-50.7%
El. Widerstandsheizungen	26	26	25	25	25	25	25	24	-7.2%
Elektrische Wärmepumpen	14	45	50	56	62	68	74	79	486.6%
Fernwärme	11	18	19	20	22	22	24	25	119.1%
Holz	32	39	39	40	41	42	43	44	38.3%
Solar	0.3	1.1	1.2	1.4	1.5	1.7	1.9	2.0	526.4%
Summe	386	450	455	462	469	476	482	488	+26.5%
dauerhaft bewohnt	374	439	444	451	458	465	471	477	27.5%
nicht bewohnt	12	11	11	11	11	11	11	11	-4.3%

Quelle: Prognos 2018, eigene Fortschreibung der Gebäude- und Wohnungszählung 2000

Im Jahr 2017 wurden 64 % der Energiebezugsflächen der Privaten Haushalte mit fossilen Energieträgern beheizt⁷. 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 2017 um 22.3 %-Punkte gesunken, jener von Erdgas um 8.2 %-Punkte gestiegen. Kohle bleibt unbedeutend. Deutlich zugenommen hat auch der Anteil der elektrischen Wärmepumpen, von 3.5 % im Jahr 2000 auf 16.3 % im Jahr 2017 (+12.8 %-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. Knapp 96 % der EBF werden durch zentrale Heizsysteme beheizt. Mit einem Anteil von rund 4 % sind die Einzelofensysteme vergleichsweise unbedeutend.

Der durchschnittliche jährliche Heizwärmebedarf pro m² EBF in bewohnten und nicht bewohnten Wohnungen ist seit dem Jahr 2000 von rund 102 kWh/m² EBF um 19 % auf 83 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 ab (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 % im Jahr 2000 auf 87.8 % in 2017 (+8.3 %-Punkte). Wird die mittels Wärmepumpen genutzte Umweltwärme nicht berücksichtigt, ergibt sich im Jahr 2017 ein mittlerer Nutzungsgrad

⁷ Ohne Fernwärme, welche in der Regel (noch) zu erheblichen Anteilen durch fossile Energieträger oder Abfälle erzeugt wird.

von 94.5 % (2000: 80.8 %). Die Effizienzsteigerung bei den Gas- und Ölheizungen ist hauptsächlich auf die Einführung bzw. Ausweitung der Brennwerttechnik zurückzuführen.

4.3 Warmwasser

Im Jahr 2017 wurden 13.7 % 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 14 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 14: Endenergieverbrauch für Warmwasser nach Energieträgern

Entwicklung des Endenergieverbrauchs, in PJ, mit Witterungseinfluss

Energieträger	2000	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Δ '00 - '17
Heizöl	16.6	12.6	12.4	12.1	11.5	11.1	10.7	10.3	-38.2%
Erdgas	5.1	6.4	6.7	6.9	6.9	7.1	7.3	7.4	+45.8%
Elektrisch Ohm'sche Anlagen	8.1	8.2	8.1	8.1	8.0	8.0	8.0	8.0	-1.9%
Elektrische Wärmepumpen	0.2	0.5	0.6	0.6	0.7	0.8	0.8	0.9	+342.9%
Fernwärme	0.9	1.0	1.1	1.1	1.2	1.2	1.3	1.4	+55.5%
Holz	1.0	1.2	1.1	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	+14.1%
Solar	0.1	0.8	0.9	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	+1'237%
Umweltwärme	0.3	0.8	1.0	1.1	1.2	1.3	1.5	1.6	+425.7%
Summe	32.3	31.5	31.9	32.1	31.7	32.0	32.2	32.1	-0.6%

Der Elektrizitätsverbrauch ist aufgeteilt auf elektrische Wärmepumpen und übrige Elektroanlagen (Ohm'sche Anlagen)

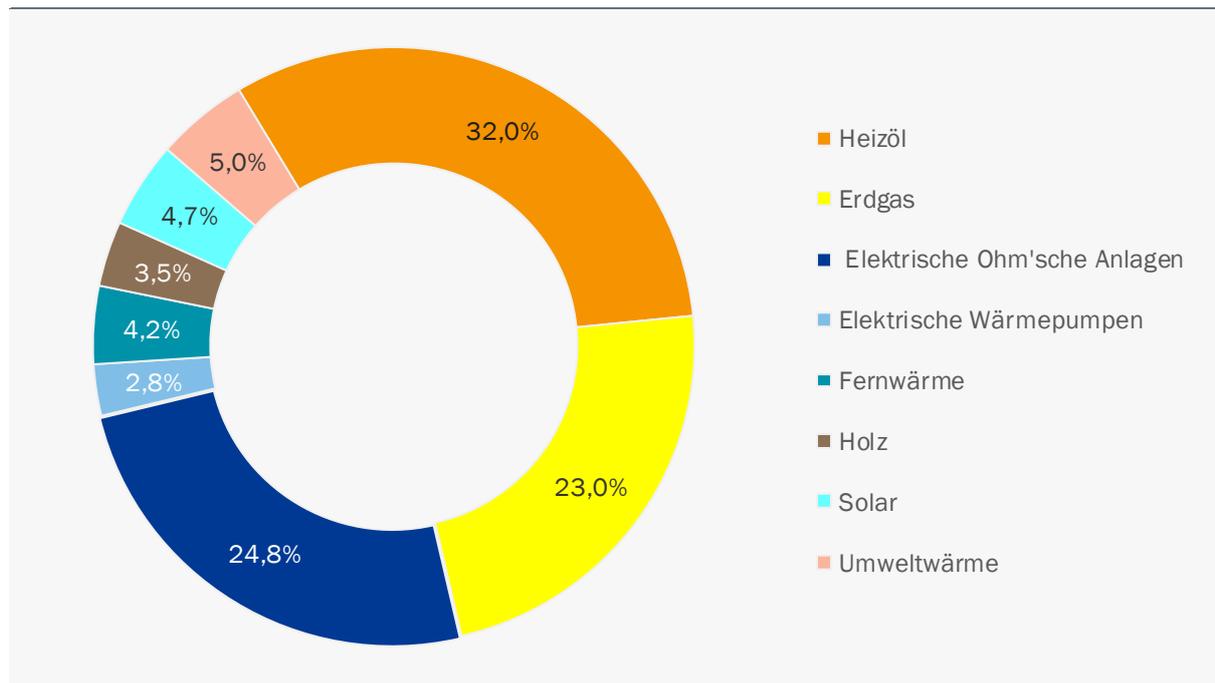
Quelle: Prognos 2018

Im Jahr 2017 entfiel der überwiegende Teil des Verbrauchs auf die Energieträger Heizöl (32.0 %), Elektrizität (27.6 %) und Erdgas (23.0 %; Abbildung 13). Gegenüber dem Jahr 2000 ist der Anteil dieser drei Energieträger am Gesamtverbrauch für Warmwasser von 93 % auf 83 % gesunken (inkl. Strom für WP). Der Rückgang ist vorwiegend auf einen Minderverbrauch beim Heizöl zurückzuführen (-6.4 PJ; -38.2 %). Der Anteil der erneuerbaren Energien Holz, Solar und mittels Wärmepumpen genutzter Umweltwärme stieg im gleichen Zeitraum von 4.4 % auf 13.2 % (+2.8 PJ).

Treiber dieser Veränderungen sind zum einen Verschiebungen in der Versorgungsstruktur (Tabelle 15), zum andern damit verbundene Änderungen bei den spezifischen Wasserbedarfen und den geschätzten mittleren Anlagennutzungsgraden (Tabelle 16).

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 15 dargestellt. Die Bevölkerungszahl unterscheidet sich von der mittleren Bevölkerung gemäss Tabelle 7. In Tabelle 15 ist nur der Teil der Bevölkerung aufgeführt, der in privaten Haushalten lebt, nicht aber derjenige in Kollektiv-Haushalten (z.B. in Altersheimen oder Anstalten).

Abbildung 13: Struktur des Warmwasserverbrauchs nach Energieträgern
Anteile am Endenergieverbrauch der Privaten Haushalte im Jahr 2017



Der Elektrizitätsverbrauch ist aufgeteilt auf elektrische Wärmepumpen und übrige Elektroanlagen (Ohm'sche Anlagen)

Quelle: Prognos 2018

Tabelle 15: Entwicklung der Warmwasser-Versorgungsstruktur

Versorgte Einwohner nach Energieträgern und Anlagensystemen 2000 bis 2017, in Tsd.

Anlagensystem	2000	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Anteil 2017
Bevölkerung ohne WW	93	66	63	59	56	53	49	46	0.5%
Bevölkerung mit WW	7'028	7'684	7'770	7'864	7'962	8'059	8'153	8'227	99.5%
Öl Zentral	3'206	2'695	2'646	2'574	2'504	2'425	2'350	2'272	27.6%
Erdgas zentral	808	1'211	1'259	1'297	1'335	1'371	1'407	1'436	17.5%
Erdgas Einzel	276	346	361	371	382	392	401	409	5.0%
Elektrizität Zentral	1'822	1'901	1'869	1'874	1'872	1'876	1'873	1'864	22.7%
Elektrizität Einzel	321	297	292	292	292	293	292	291	3.5%
Holz Zentral	99	151	154	159	164	170	175	180	2.2%
Holz Einzel	67	59	54	50	46	42	38	34	0.4%
Solar	41	305	349	386	429	471	513	554	6.7%
Fernwärme	213	256	269	283	300	312	329	344	4.2%
Wärmepumpe	175	463	516	576	637	707	775	841	10.2%

WW: Warmwasser

Quelle: Prognos 2018, eigene Fortschreibung der VZ 2000

Die mittleren Anlagennutzungsgrade sind der Tabelle 16 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 10 %-Punkte auf 75 % (die genutzte Umweltwärme wurde bei der Berechnung des mittleren Nutzungsgrades berücksichtigt).

Solarthermische Anlagen erreichen einen optischen Wirkungsgrad von bis zu 85 %, d.h., sie können bis zu 85 % der einfallenden Strahlungsenergie als Wärme an den Solarkreislauf übertragen. 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 16: Geschätzte mittlere Nutzungsgrade von Warmwasser-Anlagensystemen
Entwicklung von 2000 bis 2017 nach Energieträgern und Anlagensystemen

Anlagensystem	2000	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Δ '00 - '17
Öl Zentral	59%	64%	64%	65%	65%	66%	66%	66%	7.8%
Erdgas zentral	64%	72%	73%	73%	73%	74%	74%	74%	10.7%
Erdgas Einzel	63%	69%	69%	70%	70%	71%	71%	71%	8.3%
Elektrizität Zentral	76%	77%	77%	77%	77%	77%	77%	77%	1.3%
Elektrizität Einzel	82%	84%	84%	85%	85%	85%	85%	85%	3.4%
Holz Zentral	45%	49%	49%	49%	50%	50%	51%	51%	6.4%
Holz Einzel	37%	39%	39%	39%	40%	40%	40%	40%	3.0%
Solar	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0.0%
Fernwärme	74%	76%	76%	76%	76%	76%	76%	76%	2.0%
Wärmepumpe	250%	262%	266%	271%	274%	276%	277%	278%	28.1%
Total inkl. UWW	65%	71%	72%	73%	73%	74%	74%	75%	+10.3%

UWW: Umweltwärme; Veränderung 2000 – 2017 in Prozentpunkten

Quelle: Prognos 2018

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 Geschirrspülmaschinen zugerechnet.

Im Jahr 2017 entfielen geschätzte 95.7 % des Energieverbrauchs für das Kochen und Geschirrspülen auf Elektrizität (2000: 90.5 %), 3.1 % auf Gasherde und 1.2 % auf Holzherde. Vom gesamten Elektrizitätsverbrauch für das Kochen und Geschirrspülen werden rund 54 % von den Elektroherden (Herdplatten und Backofen) verbraucht, 24 % von elektrischen Kochhilfen und 22 % von den Geschirrspülmaschinen.

Der Gesamtverbrauch für das Kochen und Geschirrspülen hat im Zeitraum 2000 bis 2017 um 1.0 PJ (+11.3 %) zugenommen (Tabelle 17). Dieser Zuwachs ist hauptsächlich auf die wachsenden Gerätebestände bei den elektrischen Kochhilfen und den damit verbundenen Mehrverbrauch zurückzuführen (+0.8 PJ; +56.3 %). Trotz der Bevölkerungszunahme hat sich der Verbrauch für Kochherde insgesamt leicht verringert (Summe aus Elektro-, Holz- und Gasherden: -1.1 %). 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 17: Endenergieverbrauch für das Kochen

Verbrauch für Kochherde, Geschirrspüler und elektrische Kochhilfen, in PJ

Verwendungszweck	2000	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Anteil 2017
Gas (-Herd)	0.6	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	3.1%
Holz (-Herd)	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	1.2%
Elektrizität	8.0	8.8	8.9	9.0	9.1	9.3	9.3	9.4	95.7%
Elektroherd	4.8	4.9	4.9	4.9	5.0	5.0	5.1	5.1	54.3%
elektrische Kochhilfen	1.4	2.0	2.0	2.1	2.1	2.1	2.2	2.2	23.6%
Geschirrspüler	1.8	1.9	2.0	2.0	2.0	2.1	2.1	2.1	22.1%
Summe	8.8	9.3	9.4	9.5	9.6	9.7	9.8	9.8	100%

Quelle: Prognos 2018

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 (Tumblern), ohne die gemeinschaftlich genutzten Geräte in Mehrfamilienhäusern,
- Unterhaltung, Information und Kommunikation, darunter die Geräte TV, Video/DVD/Blu-Ray, Set-Top-Boxen, Radio/Phono, Beamer, Computer, Drucker, Monitore, Mobil- und Festnetztelefonie⁸,
- 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 werden können (z.B. Staubsauger, Bügeleisen, Fön, Bohrmaschinen, Router, Game-Konsolen).

Die mobilen elektrischen Kleinheizgeräte (Elektro-Öfelis) mit einem Jahresverbrauch von 1-1.5 PJ sind beim Verwendungszweck Raumwärme berücksichtigt.

Die Verbrauchsstruktur der unterschiedenen Verwendungszwecke ist in Tabelle 18 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 (2017:

⁸ 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.

1.9 PJ), Waschmaschinen und Wäschetrockner am Gemeinschaftszähler (2017: 0.8 PJ) sowie Antennenverstärker (2017: 0.6 PJ) und Lüftungsanlagen in Mehrfamilienhäusern (2017: 0.25 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 2017 eine Zunahme des Stromverbrauchs für die übrigen Geräte und Anwendungen um 5.5 PJ (+18.9 %). Gegenüber dem Vorjahr hat sich der Verbrauch nicht wesentlich verändert.

Die Entwicklung in den unterschiedenen Verwendungszwecken verlief im Zeitraum 2000 bis 2017 unterschiedlich. Rückläufig war der Verbrauch bei der Beleuchtung (-13.8 %), beim Kühlen und Gefrieren (-12.4 %) sowie bei Information, Kommunikation und Unterhaltung (-14.5 %). 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-Set-Top-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 %. Neuste Bildschirme mit OLED-Beleuchtung brauchen zurzeit eher noch mehr Energie als Geräte mit LED-Beleuchtung. Ein relevanter Faktor zur Reduktion des Geräteverbrauchs war auch die Reduktion des Verbrauchs im Stand-by-, respektive im Aus-Modus.

Der Verbrauch für die Beleuchtung ist bis ins Jahr 2005 gestiegen. Dieser Zuwachs hing mit dem Bevölkerungswachstum, dem Anstieg der Wohnfläche und der Ausstattung mit Lampen zusammen. Die Abnahme seit 2005 ist auf den zunehmenden Einsatz von Energiesparlampen und LED-Lampen zurückzuführen. Der Anteil der LED-Lampen an den in Haushalten eingesetzten Lampen wird mittlerweile auf über 10 % geschätzt. Nach wie vor am meisten verkauft wurden die vergleichsweise ineffizienten Temperaturstrahler (Halogen-Glühlampen). Deren Anteil an den Verkaufszahlen ist im Jahr 2016 sogar wieder leicht angestiegen, von 48 % im Jahr 2015 auf 51 % im Jahr 2016 (SLG, 2017).

Am stärksten gewachsen ist der Verbrauch der „sonstigen Elektrogeräte“: Der Verbrauch dieser Gerätegruppe hat sich im Zeitraum von 2000 und 2017 von 4.6 PJ auf 9.0 PJ erhöht (+95 %). Darin enthalten sind implizit auch der Verbrauch für Router und Modems (vgl. Anmerkung unter Fussnote 8).

Der Verbrauch für das Waschen und Trocknen ist um 2.6 PJ auf 5.2 PJ gestiegen (+98 %). 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 5.9 PJ (+23 %); seit dem Jahr 2008 hat sich der Verbrauch nicht mehr wesentlich verändert, respektive ist leicht rückläufig.

Tabelle 18: Verbrauch von Elektrogeräten, 2000 bis 2017, in PJ

Verwendungszweck	2000	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Δ '00 – '17
Beleuchtung	5.7	5.6	5.4	5.3	5.2	5.1	5.0	4.9	-13.8%
Kühlen und Gefrieren	7.1	6.9	6.8	6.7	6.6	6.5	6.4	6.2	-12.4%
Kühlgeräte	4.3	4.2	4.2	4.1	4.1	4.0	3.9	3.9	-10.8%
Tiefkühlgeräte	2.8	2.6	2.6	2.6	2.5	2.5	2.4	2.4	-14.8%
Waschen und Trocknen	2.6	5.3	5.4	5.4	5.4	5.4	5.3	5.2	+97.7%
Waschmaschinen	1.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.4	2.4	+53.8%
Wäschetrockner	1.1	2.8	2.9	2.9	3.0	3.0	2.9	2.8	+161.7%
Unterhaltung, I&K	5.4	5.5	5.4	5.3	5.1	4.9	4.8	4.6	-14.5%
TV	1.9	2.0	1.9	1.7	1.6	1.4	1.4	1.3	-31.6%
Set-Top-Boxen	0.1	0.4	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7	0.6	+521.8%
Video	0.5	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	-82.6%
Radio/Phono	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	+12.0%
Telefone	0.2	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	+204.3%
Computer/ Peripherie	1.8	1.4	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0	1.0	-45.6%
Klima, Lüftung, HT	3.6	3.8	4.2	4.7	3.9	4.4	4.6	4.6	+28.4%
Antennenverstärker, HV	0.4	0.6	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.9	+98.7%
Hilfsenergie RW	2.4	2.2	2.5	2.8	2.1	2.4	2.6	2.5	+2.5%
Klima, Lüftung	0.8	1.0	1.1	1.1	1.0	1.2	1.2	1.3	+70.3%
sonstige Elektrogeräte	4.6	7.3	7.7	8.0	8.3	8.7	8.9	9.0	+95.0%
Summe	29.1	34.4	34.9	35.3	34.6	35.0	34.8	34.6	+18.9%

I&K: Information und Kommunikation, HT: Haustechnik, HV: Haushaltsvernetzung, RW: Raumwärme

Quelle: Prognos 2018

Der Verbrauch im Bereich Klima, Lüftung und Haustechnik hat gegenüber dem Jahr 2000 um 1.0 PJ (+28.4 %) zugenommen und belief sich im Jahr 2017 auf 4.6 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 Steuerungen.

Während die steigende Effizienz der neuen Elektrogeräte der Verbrauchszunahme entgegenwirkte, nahm die Anzahl der Geräte mehrheitlich zu. Eine Auswahl der zugrunde gelegten Gerätebestände inklusive der Kochherde ist in Tabelle 19 abgebildet. Abnehmende Bestände zeigen sich einzig bei den Video-/DVD-Geräten.

Tabelle 19: Relevante Mengenkategorien von ElektrogerätenEntwicklung von 2000 bis 2017, ohne Anteile des Dienstleistungssektors⁹

Gerätekategorie	Einheit	2000	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
El. Kochherde/Backöfen	1'000	2854	3'250	3'293	3'339	3'392	3'444	3'493	3'530
Beleuchtung - EBF	Mio m ²	404	482	489	497	505	513	520	527
Kühlgeräte	1'000	3882	4'371	4'427	4'487	4'555	4'621	4'693	4'750
Tiefkühlgeräte	1'000	2060	2'393	2'411	2'431	2'454	2'476	2'487	2'486
Waschmaschinen	1'000	3029	3'405	3'445	3'489	3'539	3'587	3'640	3'680
Wäschetrockner	1'000	1561	2'509	2'583	2'665	2'756	2'850	2'909	2'958
TV	1'000	3678	3'941	4'195	4'240	4'271	4'269	4'327	4'314
Video/DVD	1'000	2528	2'877	2'776	2'565	2'374	2'129	1'863	1'643
HH mit Radio/Phono	1'000	3144	3'435	3'473	3'515	3'563	3'608	3'657	3'693
PC/Laptop	1'000	2061	5'450	6'352	6'933	7'537	7'646	7'743	7'816
Hilfsenergie RW - EBF	Mio m ²	169	204	207	210	212	215	217	219

EBF: Energiebezugsfläche, HH: Haushalte, RW: Raumwärme

Quelle: Prognos 2018, teilweise basierend auf Absatzzahlen von FEA und Swico

Bei Kühl- und Gefriergeräten, Fernsehgeräten, Radio-/HiFi-Geräten und PC/Laptops (inkl. Tablets) lagen die Ausstattungsgrade im Jahr 2017 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 allen grossen Haushaltsgeräten nimmt der Anteil der besseren Gerätekategorien zu, was zur Reduktion der mittleren spezifischen Verbräuche beiträgt.

⁹ Eine Ausnahme stellt die Beleuchtung dar. Der Verbrauch für Beleuchtung in Zweit- und Ferienwohnungen wird bei den Privaten Haushalten ausgewiesen.

4.6 Vergleich zwischen Haushaltsmodell und Gesamtenergiestatistik

Der im Haushaltsmodell ermittelte Gesamtenergieverbrauch der Jahre 2000 bis 2017 nach Energieträgern ist in Tabelle 20 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 2017 beträgt die Differenz rund 0.4 % (15.6 PJ; Tabelle 21). Mit dem Modell (-2.4 PJ) wird der Verbrauchsrückgang zwischen 2000 bis 2017 etwas überschätzt (Gesamtenergiestatistik 0.4 PJ).

Tabelle 20: Energieverbrauch der Privaten Haushalte nach Energieträgern

Modellierter Endenergieverbrauch von 2000 bis 2017 in der Abgrenzung der Energiestatistik, mit Witterungseinfluss, in PJ

Energieträger	2000	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Anteil 2017
Heizöl	120.9	88.5	96.1	101.9	76.7	81.2	83.2	77.9	33.1%
Erdgas	33.3	38.3	43.8	48.8	39.3	43.8	47.2	46.7	19.8%
Kohle	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1%
Elektrizität	57.5	65.2	67.4	69.8	65.4	67.5	68.6	68.0	28.9%
Fernwärme	5.3	6.6	7.7	8.8	7.1	8.1	9.0	9.1	3.8%
Holz	17.3	16.9	18.8	20.6	16.4	18.0	19.3	18.8	8.0%
Solar	0.2	1.1	1.3	1.5	1.6	1.8	2.0	2.1	0.9%
Umweltwärme	3.0	7.4	9.0	10.8	9.0	10.7	12.3	12.7	5.4%
Summe	237.8	224.3	244.4	262.5	215.7	231.3	241.6	235.4	100%

Quelle: Prognos 2018

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 0.9 PJ. Am grössten ist die Differenz im Jahr 2001 (6.3 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 Energien (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.

Tabelle 21: Vergleich von Modellergebnis und Gesamtenergiestatistik

Vergleich der Endenergieverbräuche von 2000 bis 2017, in PJ und Abweichungen in Prozent

	2000	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Σ '00-'17
Verbrauch Modell, PJ	237.8	224.3	244.4	262.5	215.7	231.3	241.6	235.4	4413.0
Verbrauch GEST, PJ	236.2	25.5	244.0	258.7	218.6	232.1	240.8	235.8	4397.5
Abweichung, PJ	+1.6	-1.2	+0.3	+3.8	-2.9	-0.8	+0.8	-0.4	+15.6
Abweichung, %	+0.7%	-0.5%	+0.1%	+1.5%	-1.3%	-0.3%	+0.3%	-0.2%	+0.4%
Heizöl	+3.8%	+1.6%	+2.0%	+2.4%	+2.0%	+2.1%	+2.2%	+2.3%	
Erdgas	-8.6%	-6.6%	-7.3%	-4.5%	-7.7%	-5.3%	-3.7%	-3.7%	
Elektrizität	+1.6%	+0.9%	+2.1%	+3.3%	-0.6%	+0.0%	-0.1%	-1.8%	
Holz	-3.1%	+0.3%	+1.4%	+0.7%	+0.3%	+1.1%	+0.6%	+1.1%	
Fernwärme	+9.8%	+12.8%	+18.6%	+22.4%	+10.2%	+11.6%	+18.9%	+17.1%	
üb. Erneuerbare	-16.9%	-12.7%	-8.7%	-2.5%	-12.0%	-7.5%	-3.7%	-4.1%	

Quellen: BFE 2018 a und Prognos 2018

5 Ursachen der Verbrauchsentwicklung 2000 bis 2017

Bei der Analyse der Ursachen der Verbrauchsentwicklung wird versucht, die Veränderungen der jährlichen Energieverbräuche zwischen 2000 und 2017 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 Kochgeräte“ umfasst elektrische Kochhilfen wie Mikrowelle, Grill, Toaster etc. Der Bereich „Übriges“ umfasst die IKT-Geräte und alle übrigen elektrischen Anwendungen im Haushalt (vgl. Tabelle 5 in Abschnitt 2.3.6).

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 Verwendungszwecks 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 18 und Abbildung 19).

5.1 Die Verbrauchsentwicklung 2000 bis 2017

5.1.1 Die Entwicklung insgesamt – alle Verwendungszwecke

Die Summe der jährlichen Verbrauchsveränderungen von 2000 bis 2017 ergeben gemäss Haushaltsmodell eine Verringerung um 2.4 PJ (Tabelle 22 und Abbildung 14). Gemäss der Gesamtenergiestatistik beläuft sich der Verbrauchsrückgang im gleichen Zeitraum auf 0.4 PJ. Das Modell scheint die Verbrauchsänderung etwas zu überschätzen, insbesondere bei den Energieträgern Heizöl und Elektrizität.

Tabelle 22: Veränderung des Endenergieverbrauchs 2017 gegenüber 2000

Darstellung nach Energieträgern und Bestimmungsfaktoren, in PJ

Energieträger	Witterung	Mengeneffekte	Substitution	Technik / Politik Qualität Bauten	Technik / Politik Qualität Anlagen	Technik / Politik Qualität Geräte	Struktureffekte	Joint-Effekte / Nichtlinearitäten	Summe Modell	Energiestatistik
Heizöl extra-leicht	2.7	24.3	-47.1	-13.7	-9.4	0.0	-0.1	0.4	-42.9	-40.3
Erdgas	0.2	9.2	15.2	-6.1	-4.5	0.0	-0.2	-0.3	13.4	12.1
Elektrizität	0.0	19.4	0.8	-3.1	0.0	-17.0	11.2	-0.7	10.5	12.6
Fernwärme	0.0	1.6	3.8	-1.4	-0.1	0.0	-0.1	-0.1	3.8	2.9
Holz	0.1	4.3	1.5	-3.2	-1.3	0.0	0.5	-0.4	1.5	0.7
Kohle	0.0	0.1	-0.2	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.2	0.0
übrige Erneuerbare	-0.2	1.7	12.6	-2.6	-0.5	0.0	0.1	0.5	11.6	11.6
Summe	2.9	60.5	-13.5	-30.2	-15.8	-17.1	11.4	-0.7	-2.4	-0.4

Quelle: Prognos 2018

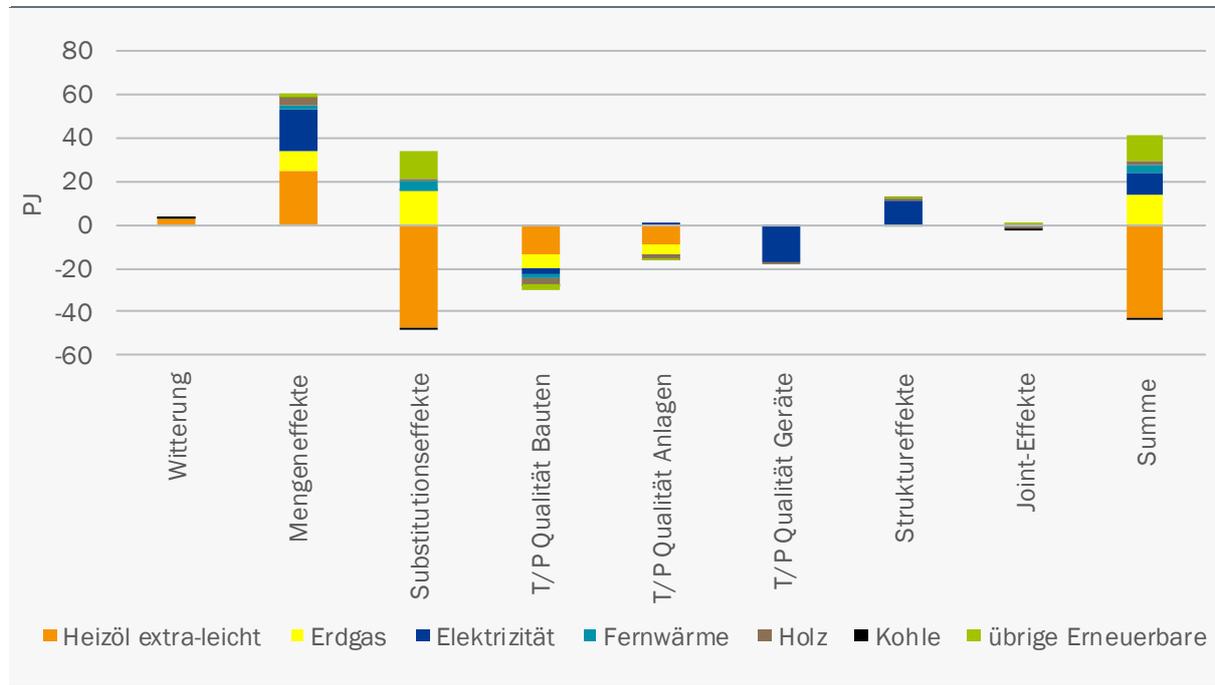
Das Jahr 2017 war kühler als das Jahr 2000 (HGT +4.9 %), dies trotz der höheren jährlichen Solarstrahlungsmenge (+13.3 %; vgl. Tabelle 7). Dies führt zu einem geringen witterungsbedingten Verbrauchsanstieg von 2.9 PJ. Bereinigt um diesen Witterungseinfluss hätte der Verbrauch gemäss dem Modell im Zeitraum 2000 bis 2017 um 5.3 PJ abgenommen.

Die Mengeneffekte hatten eine erhebliche Bedeutung. Für sich allein genommen hätten sie den Verbrauch im Zeitraum 2000 bis 2017 um 60.5 PJ erhöht. Die Effekte Technik und Politik wirkten ausnahmslos verbrauchsreduzierend, insgesamt um 63.1 PJ. Davon entfallen 30.2 PJ auf den Bereich Gebäudehülle, 15.8 PJ auf die Heizungs- und Warmwasseranlagen sowie 17.1 PJ auf die Elektrogeräte.

Die Substitutionseffekte kompensieren sich teilweise. Per Saldo reduzierten sie den Verbrauch um 13.5 PJ. Die strukturellen Effekte wirkten hingegen verbrauchssteigernd (+11.4 PJ). Hinter diesem Einfluss verbergen sich im Wesentlichen die strukturellen Verbrauchseffekte bei den Elektrogeräten.

Abbildung 14: Veränderung des Endenergieverbrauchs 2017 gegenüber 2000

Darstellung nach Bestimmungsfaktoren und Energieträgern, in PJ



T/P: Effekte durch Technik und Politik

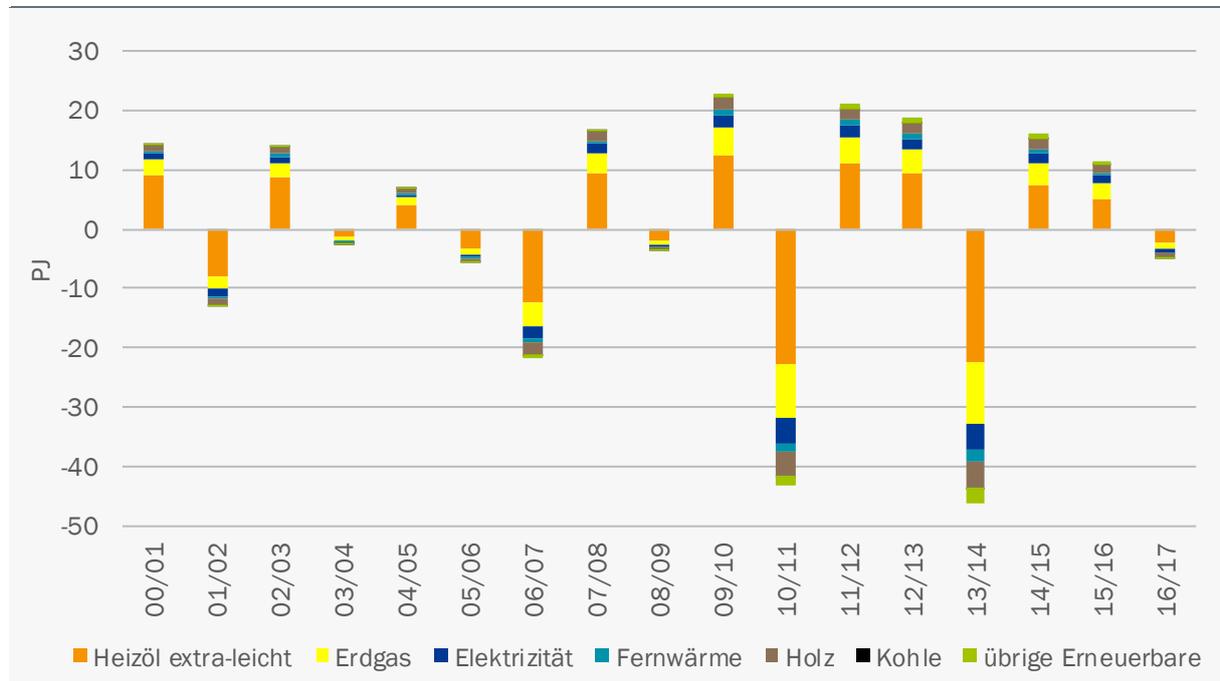
Quelle: Prognos 2018

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. unterschiedliche 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 15). Aufgrund der wechselnden Vorzeichen kompensieren sich die jährlichen Effekte weitgehend, aber nicht vollständig. Per Saldo hat der Witterungseinfluss im Zeitraum 2000 bis 2017 den Verbrauch um 2.9 PJ erhöht. Die Effekte in den Jahren 2010/2011 und 2013/2014 fallen mit Reduktionen um rund 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 Raumwärmebereich wider.

Abbildung 15: Einfluss der Witterungseffekte auf den Energieverbrauch

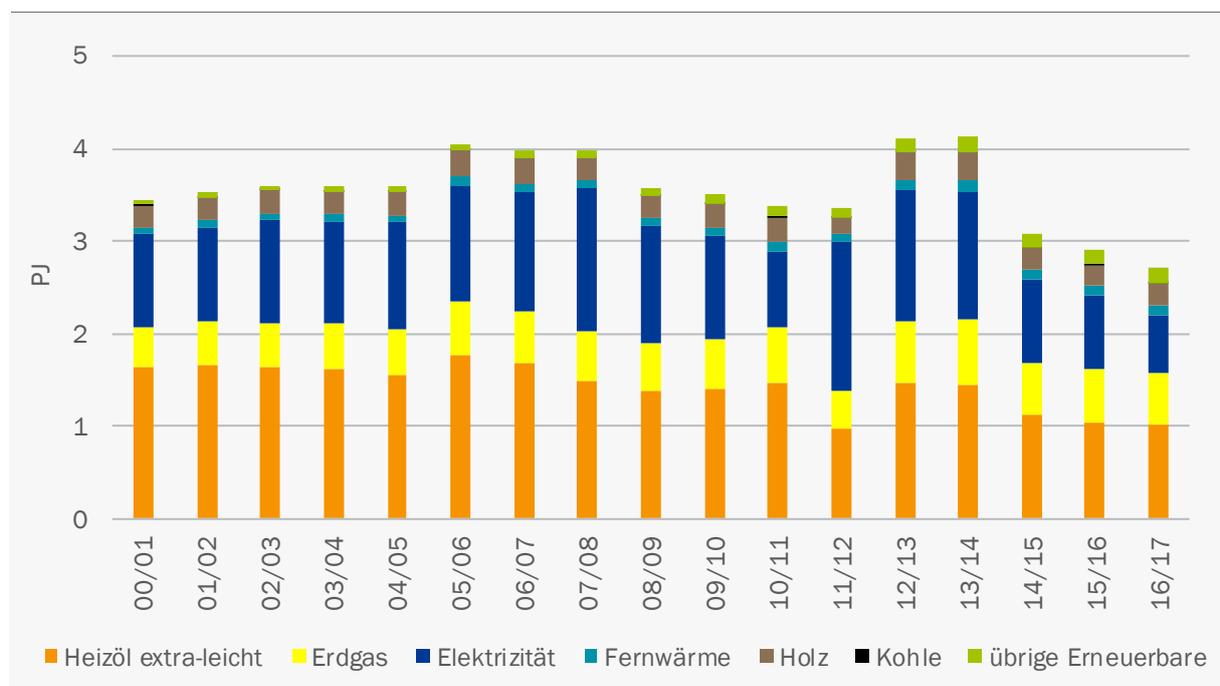
Jährliche Veränderung des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern, 2000 bis 2017, in PJ



Quelle: Prognos 2018

Abbildung 16: Einfluss der Mengeneffekte auf den Energieverbrauch

Jährliche Veränderung des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern, 2000 bis 2017, in PJ



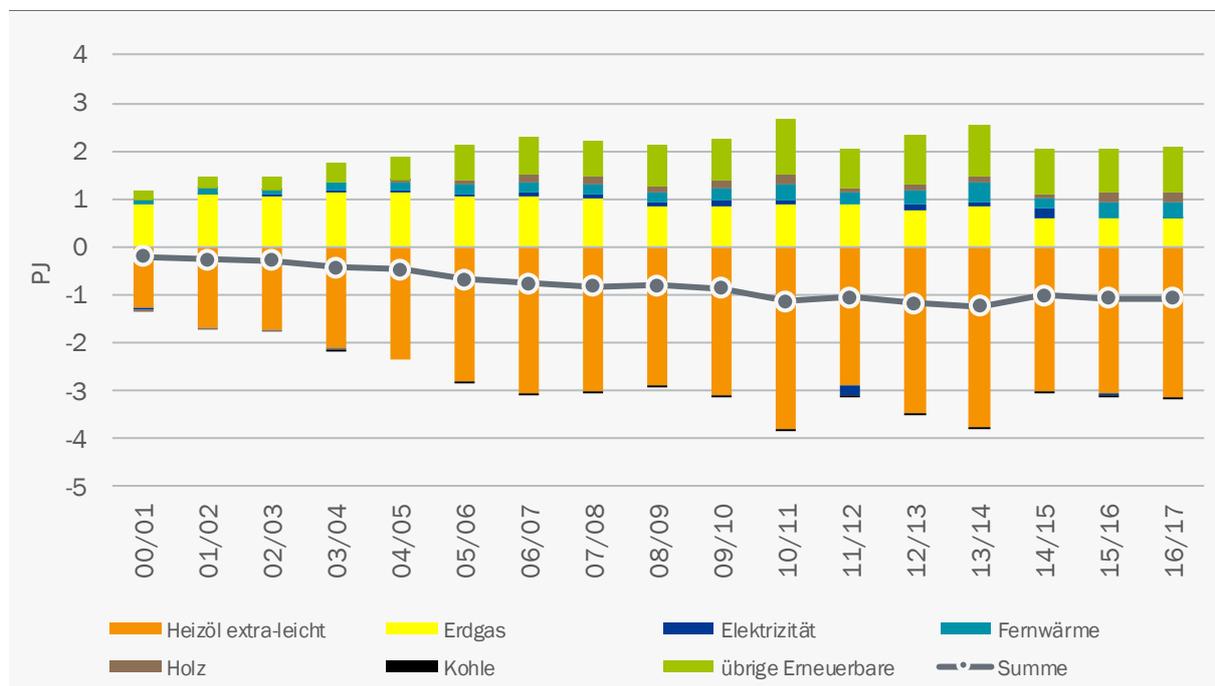
Quelle: Prognos 2018

Die Mengeneffekte wirken über alle Verwendungszwecke hinweg verbrauchssteigernd (Abbildung 16). 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.

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 Wirkungen können verbrauchssteigernd oder verbrauchs-senkend sein. Verbrauchssteigernd sind sie dann, wenn ein Übergang von verbrauchs-extensiveren 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 17: Einfluss der Substitutionseffekte auf den Energieverbrauch

Jährliche Veränderung des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern, 2000 bis 2017, in PJ



Quelle: Prognos 2018

Die Netto-Substitutionseffekte haben den Verbrauch in jedem Jahr des Zeitraums 2000 bis 2017 reduziert (Abbildung 17). Dabei sind die Einsparungen im Zeitverlauf leicht angestiegen, von rund

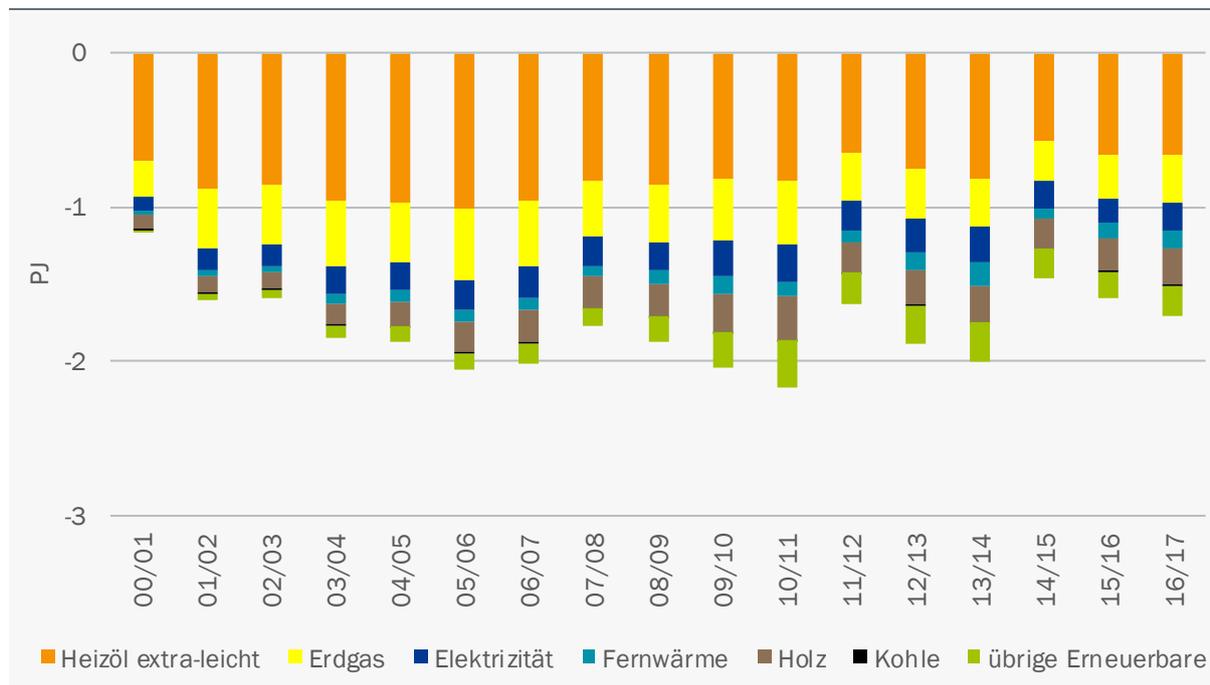
0.2 PJ auf etwa 1.1 PJ. Zu den Substitutionsgewinnern zählen die Energieträger Erdgas, die übrigen erneuerbaren Energien (Solar, Umweltwärme), Fernwärme und seit 2005/06 auch Holz. Der grösste Substitutionsverlierer war das Heizöl.

Die Verbesserung der energetischen Qualität der Gebäudehülle reduziert den Heizwärmebedarf und wirkt ausnahmslos energiesparend (Abbildung 18). 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 Methodik 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 18: T/P-Effekte auf den Energieverbrauch in Wohngebäuden

Jährliche Veränderung des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern durch Verbesserungen an der Gebäudehülle aufgrund technischer und politischer Effekte, 2000 bis 2017, in PJ



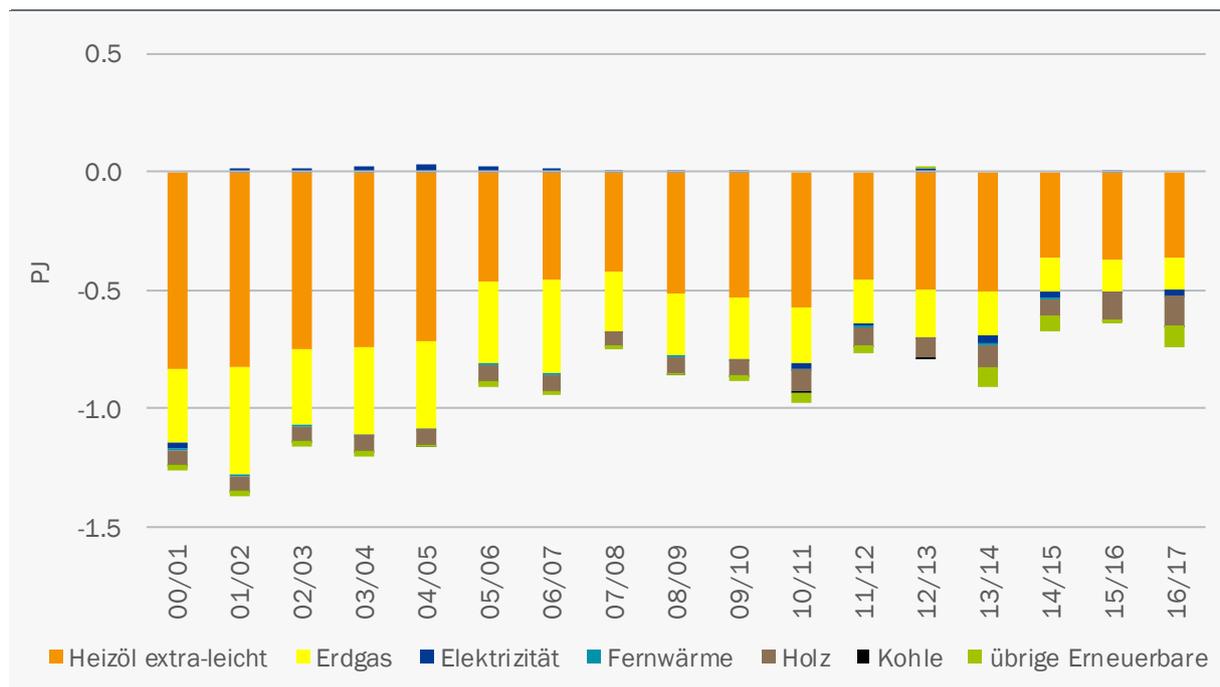
T/P: Technik und Politik

Quelle: Prognos 2018

Die Veränderung der Anlagenqualität von Heizungs- und Warmwasseranlagen wirkt ebenfalls fast ausschliesslich energiesparend (Abbildung 19). In einzelnen Jahren weist das Modell bei den übrigen erneuerbaren Energien und bei Elektrizität einen leicht verbrauchssteigernden 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 erhöhten Stromverbräuche 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 2017 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 19: T/P-Effekte auf den Energieverbrauch bei Anlagen

Jährliche Veränderung des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern durch Verbesserungen bei Heizungs- und Warmwasseranlagen aufgrund technischer und politischer Effekte, 2000 bis 2017, in PJ



T/P: Technik und Politik

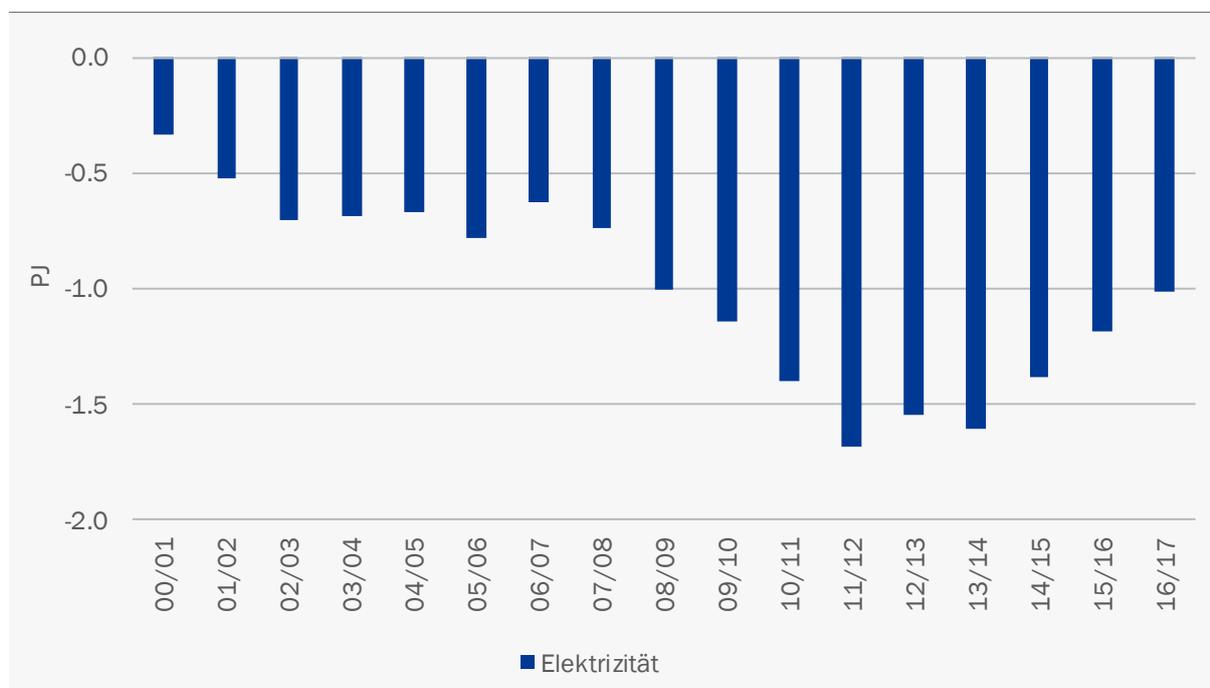
Quelle: Prognos 2018

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 1.7 PJ (Abbildung 20). Die jährlichen Verbrauchseinsparungen haben im Zeitverlauf deutlich zugenommen und liegen seit 2009 über 1 PJ. In den letzten Jahren ist die Tendenz bei den jährlichen Einsparungen aber abnehmend, Reduktionseffekte werden wieder kleiner.

Abbildung 20: T/P-Effekte auf den Energieverbrauch bei Elektrogeräten

Jährliche Veränderung des Endenergieverbrauchs durch Verbesserungen bei Elektrogeräten und Kochherden aufgrund technischer und politischer Effekte, 2000 bis 2017, in PJ



T/P: Technik und Politik

Quelle: Prognos 2018

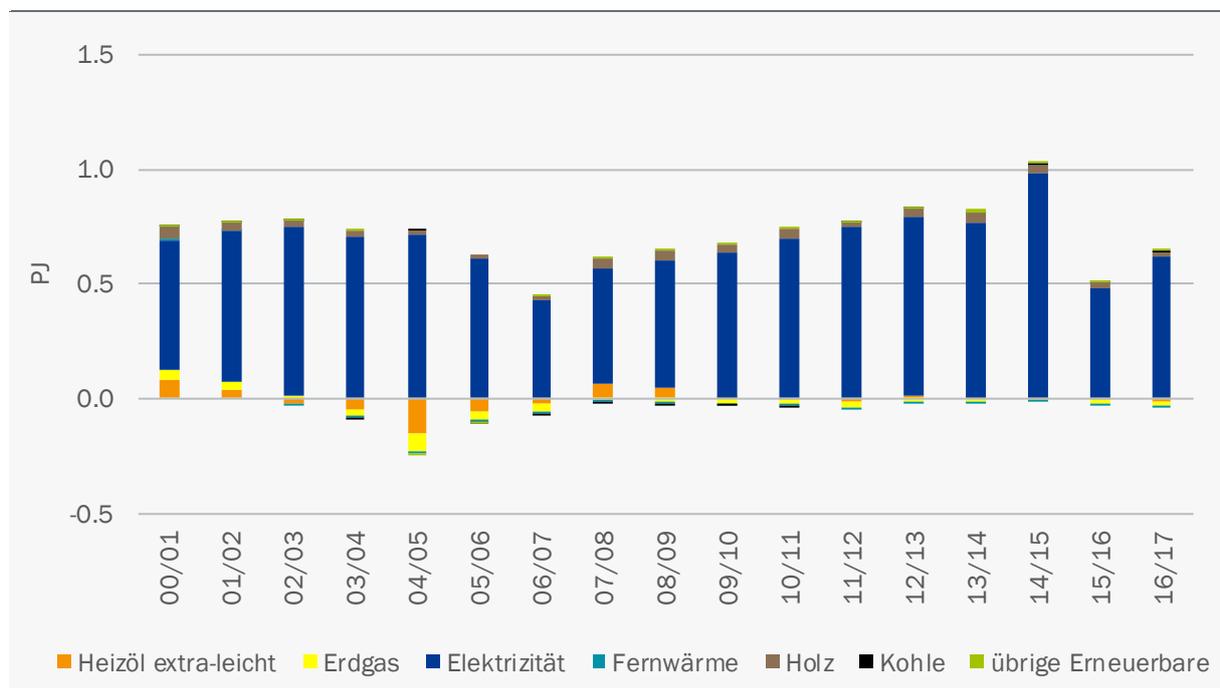
Die Struktureffekte wirken ebenfalls vorwiegend auf die Elektrizitätsnachfrage, die sie per Saldo erhöhen. Die jährlichen Verbrauchssteigerungen liegen in der Grössenordnung von 0.4-1 PJ (Abbildung 21). Da im Bereich Elektrogeräte und Kochen die Analyse nicht auf der Ebene von Einzelgeräten erfolgt, sondern ganze Gerätegruppen umfasst, handelt es sich bei den ermittelten Werten häufig um höchst unechte Durchschnitts. Das ist beispielsweise dann der Fall, wenn die einzelnen Teilkomponenten einer Gruppe unterschiedliche Niveaus und/oder Entwicklungen aufweisen, die bei der Durchschnittsbildung zu vergleichweisen 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 jährlichen Joint-Effekte, beziehungsweise die durch die partialanalytische Betrachtung nicht erfassten Veränderungen, sind in der Summe vergleichsweise klein (< 0.3 PJ; Abbildung 22). Sie haben eine geringe Bedeutung für das Gesamtergebnis.

Abbildung 21: Einfluss der Struktureffekte auf den Energieverbrauch

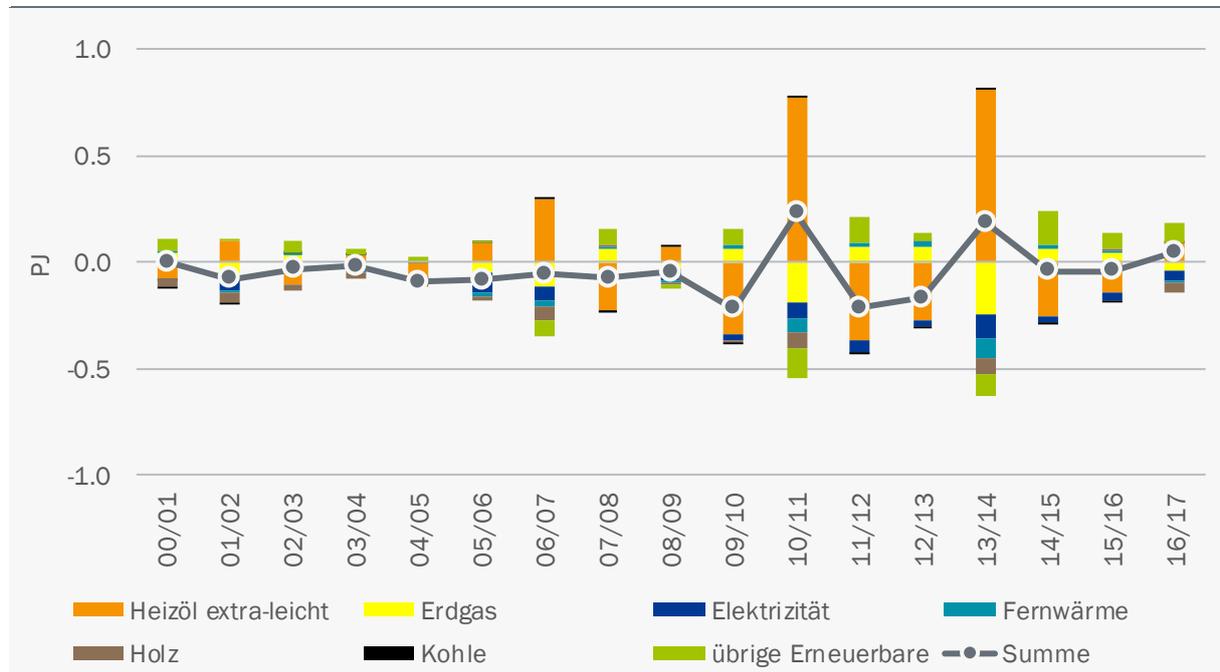
Jährliche Veränderung des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern, 2000 bis 2017, in PJ



Quelle: Prognos 2018

Abbildung 22: Einfluss der Joint-Effekte auf den Energieverbrauch

Jährliche Veränderung des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern, 2000 bis 2017, in PJ



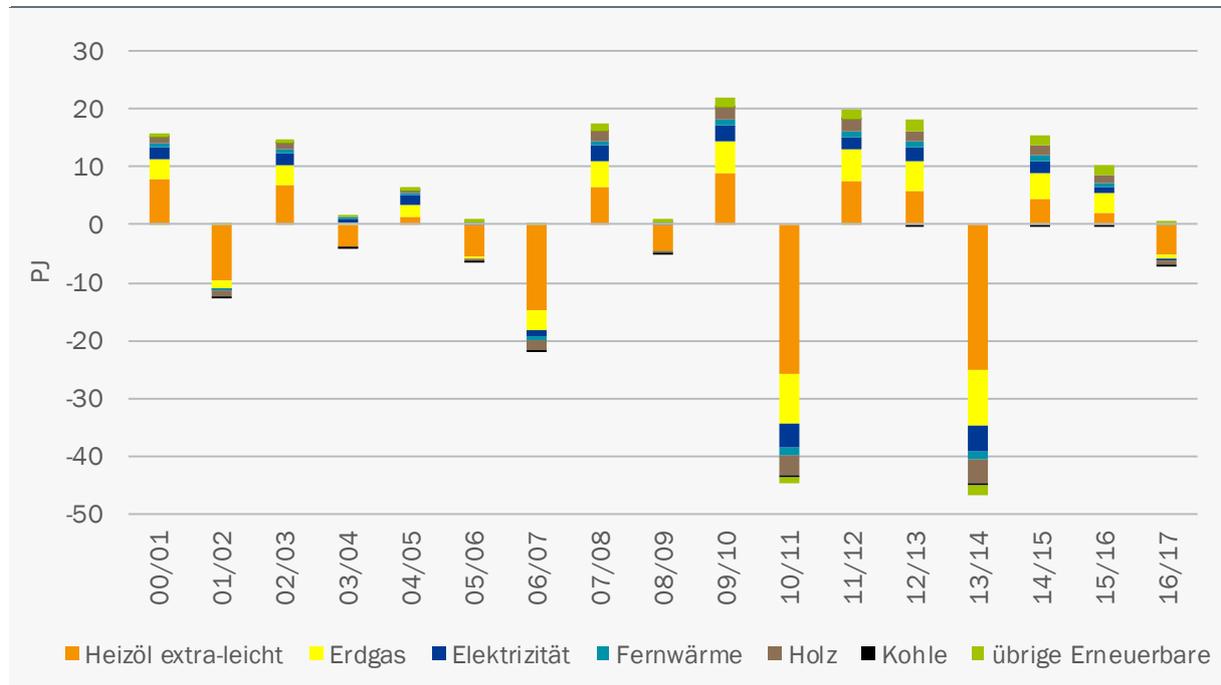
Quelle: Prognos 2018

Die Summe über die Effekte der unterschiedlichen Bestimmungsfaktoren ergibt die jährlichen Verbrauchsänderungen. In Abbildung 23 sind diese nach Energieträgern dargestellt. Die jährlichen Verbrauchsänderungen werden in starkem Masse durch die Entwicklung der Witterungskomponente beeinflusst (vgl. Abbildung 15).

Die jährlichen Veränderungen ohne den Witterungseinfluss sind in Abbildung 24 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 2017 gemäss Haushaltsmodell um 5.3 PJ abgenommen (-2.2 %).

Abbildung 23: Kumulierte Wirkung der Faktoren auf den Energieverbrauch

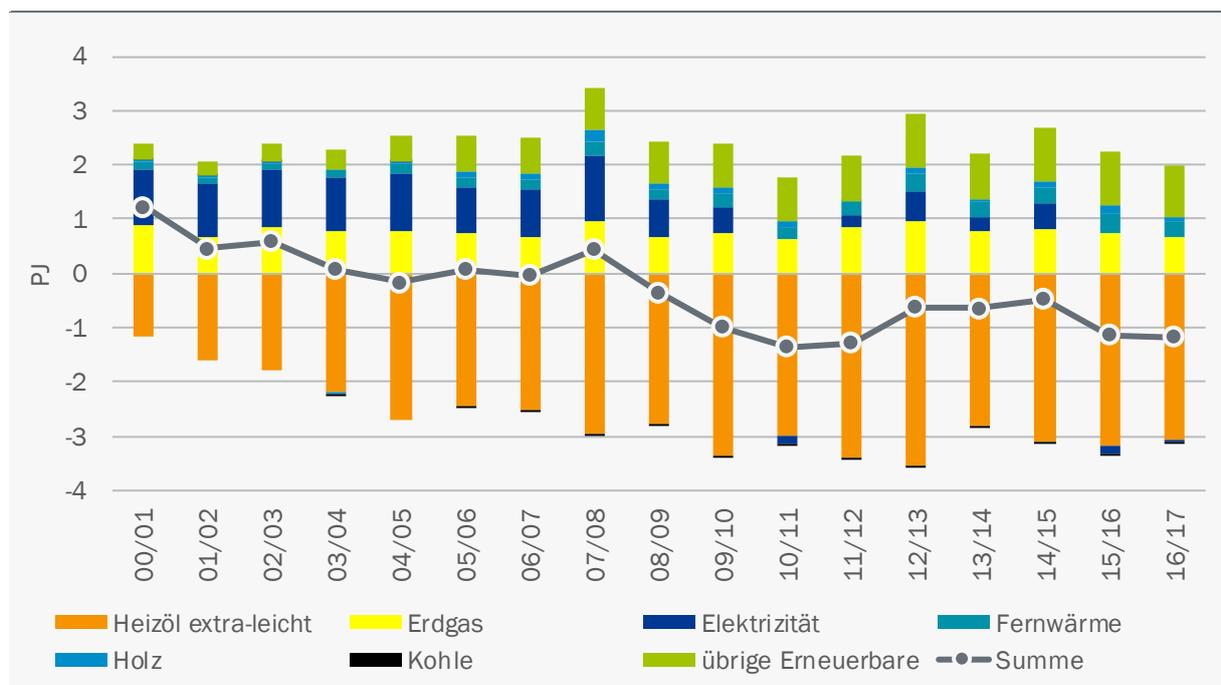
Jährliche Veränderung des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern, 2000 bis 2017, in PJ



Quelle: Prognos 2018

Abbildung 24: Gesamtwirkung auf den Energieverbrauch, ohne Witterungseinfluss

Jährliche Veränderung des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern, 2000 bis 2017, in PJ



Quelle: Prognos 2018

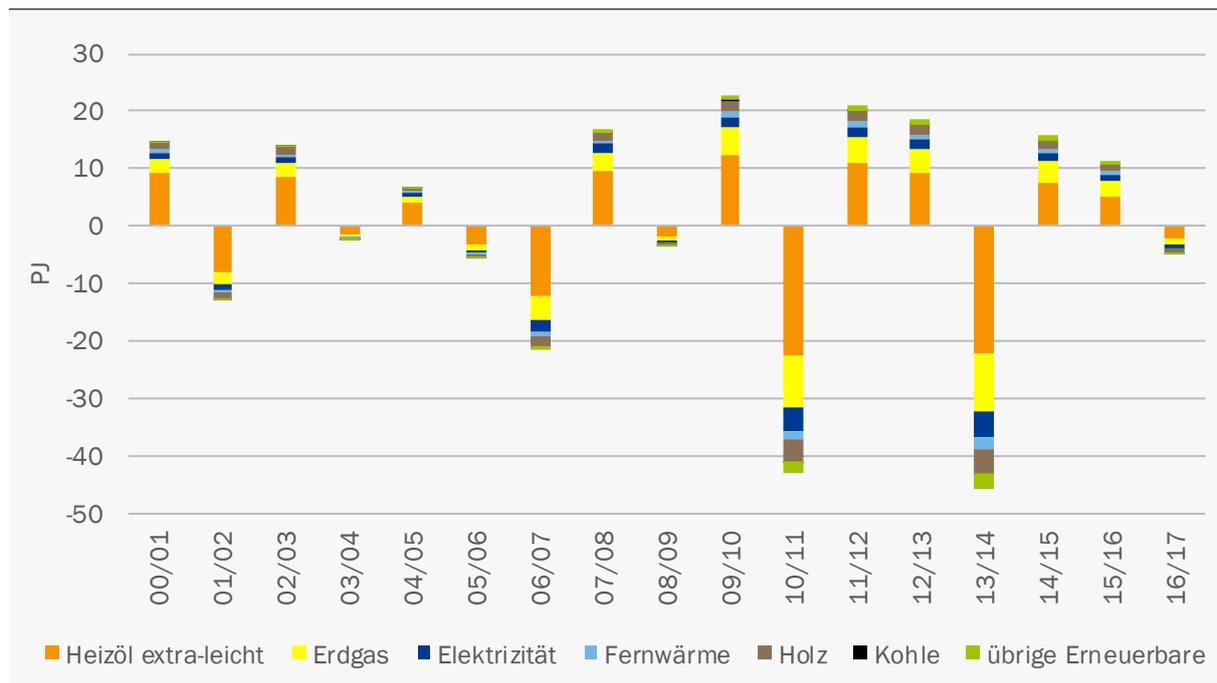
5.1.2 Der Einfluss der Witterung nach Verwendungszwecken

Die Witterung beeinflusst hauptsächlich den Raumwärmeverbrauch und den damit zusammenhängenden Hilfsenergieverbrauch für Pumpen, Brenner, Gebläse, Stellglieder usw.¹⁰ 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 25 und Abbildung 26). 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 Stromverbrauch ist (noch) gering, zurzeit wird er auf rund 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 Mehrfamilienhäusern. 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 25: Witterungseffekte nach Energieträgern für Raumwärme

Jährliche Veränderung des Endenergieverbrauchs der Privaten Haushalte, 2000 bis 2017, in PJ

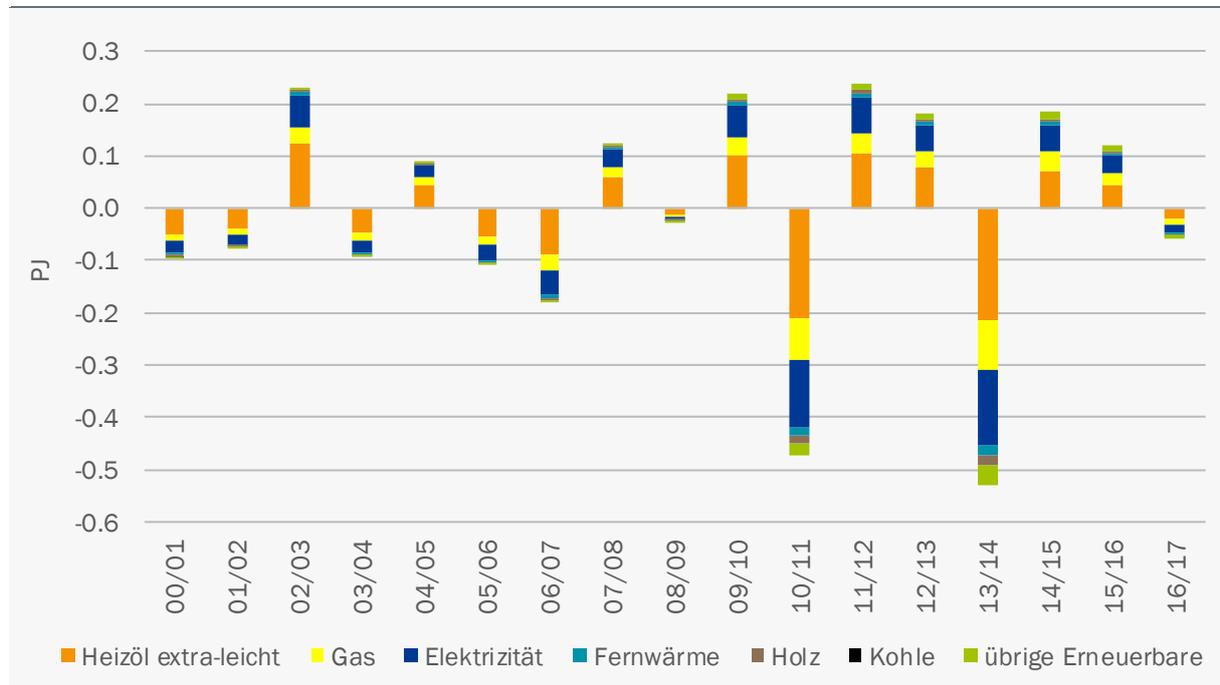


Quelle: Prognos 2018

¹⁰ 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).

Abbildung 26: Witterungseffekte nach Energieträgern für Warmwasser

Jährliche Veränderung des Endenergieverbrauchs der Privaten Haushalte, 2000 bis 2017, in PJ



Quelle: Prognos 2018

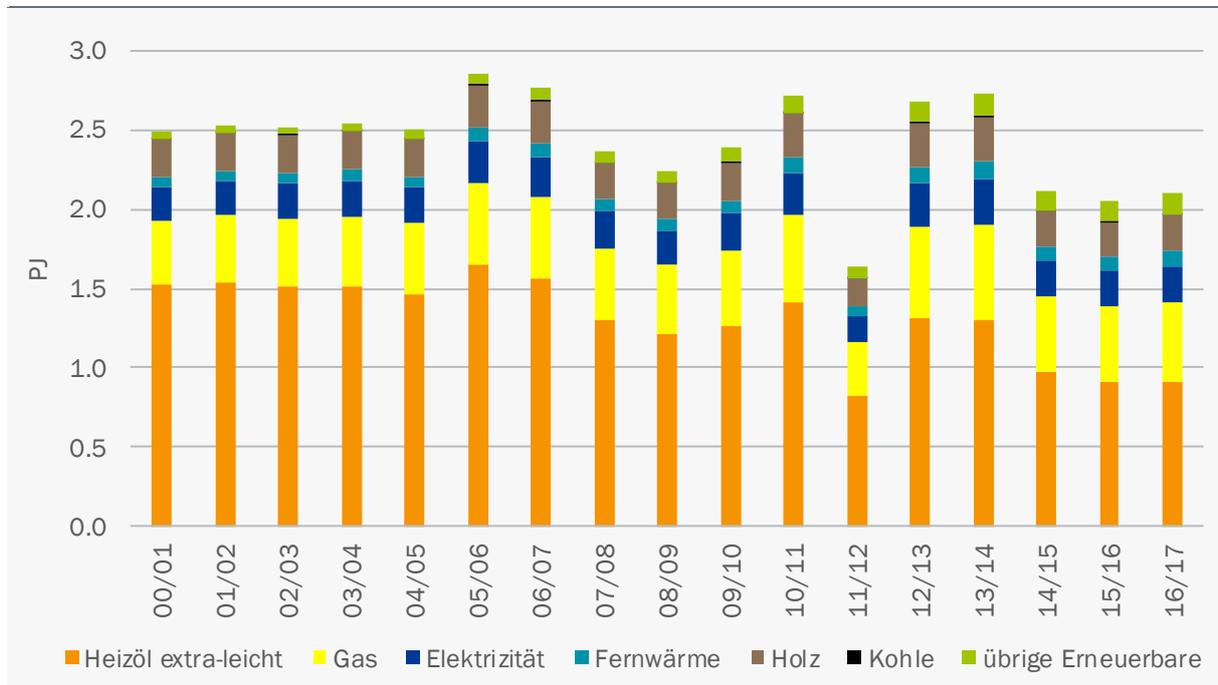
Die Energieträger mit den grössten Verbrauchsanteilen bestimmen den Gesamteffekt. Bei der Raumwärme sind Heizöl und Erdgas mengenmässig die bedeutendsten Energieträger, beim Warmwasser tritt Elektrizität als weiterer wichtiger Energieträger hinzu.

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 27: Mengeneffekte nach Energieträgern für Raumwärme

Jährliche Veränderung des Endenergieverbrauchs der Privaten Haushalte, 2000 bis 2017, in PJ



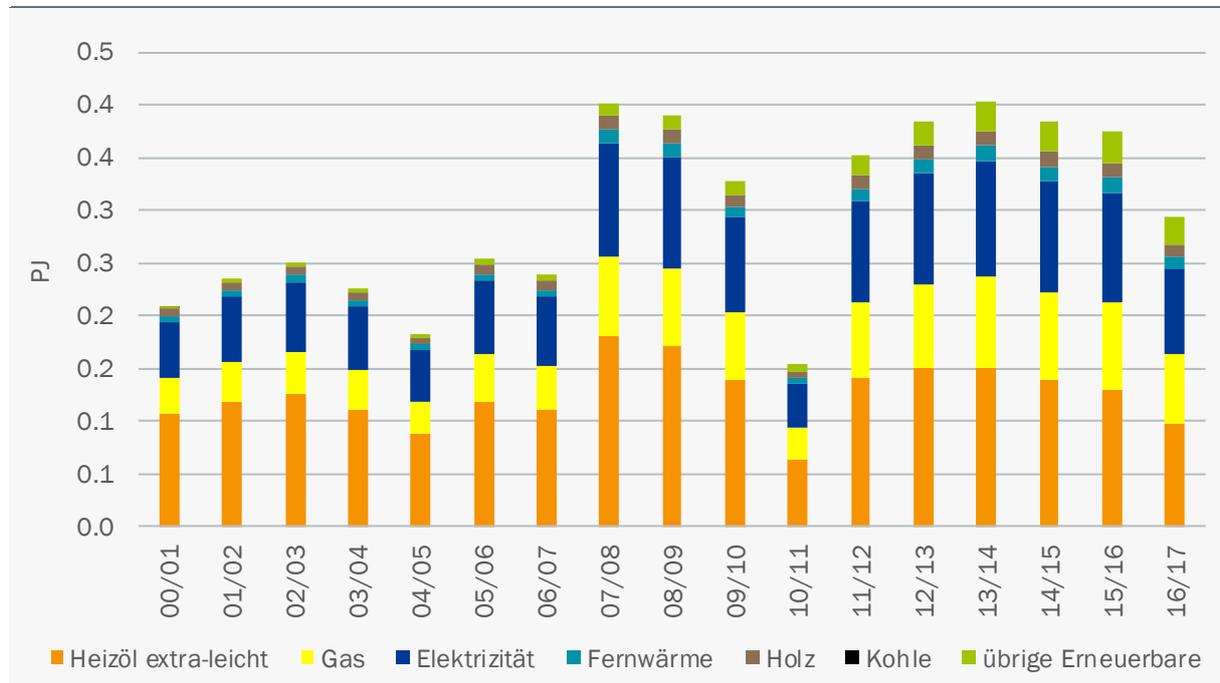
Quelle: Prognos 2018

Im Raumwärmebereich ist die Mengenkomponekte in allen Jahren positiv, da die EBF von Jahr zu Jahr mehr oder weniger regelmässig angestiegen ist. Entsprechend sind die Verbrauchseffekte durch die Mengenkomponekte stets positiv. Die Veränderung der Anteile der Energieträger am Gesamteffekt widerspiegelt die sich von Jahr zu Jahr leicht verändernde Beheizungsstruktur (Abbildung 27).¹¹

¹¹ Der vergleichsweise geringe Effekt im Jahr 2012 ist stark auf den angewandten Berechnungsansatz zurückzuführen, bei welchem die Effekte ausgehend vom Verbrauch im Vorjahr berechnet werden. Im Jahr 2011 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 28: Mengeneffekte nach Energieträgern für Warmwasser

Jährliche Veränderung des Endenergieverbrauchs der Privaten Haushalte, 2000 bis 2017, in PJ

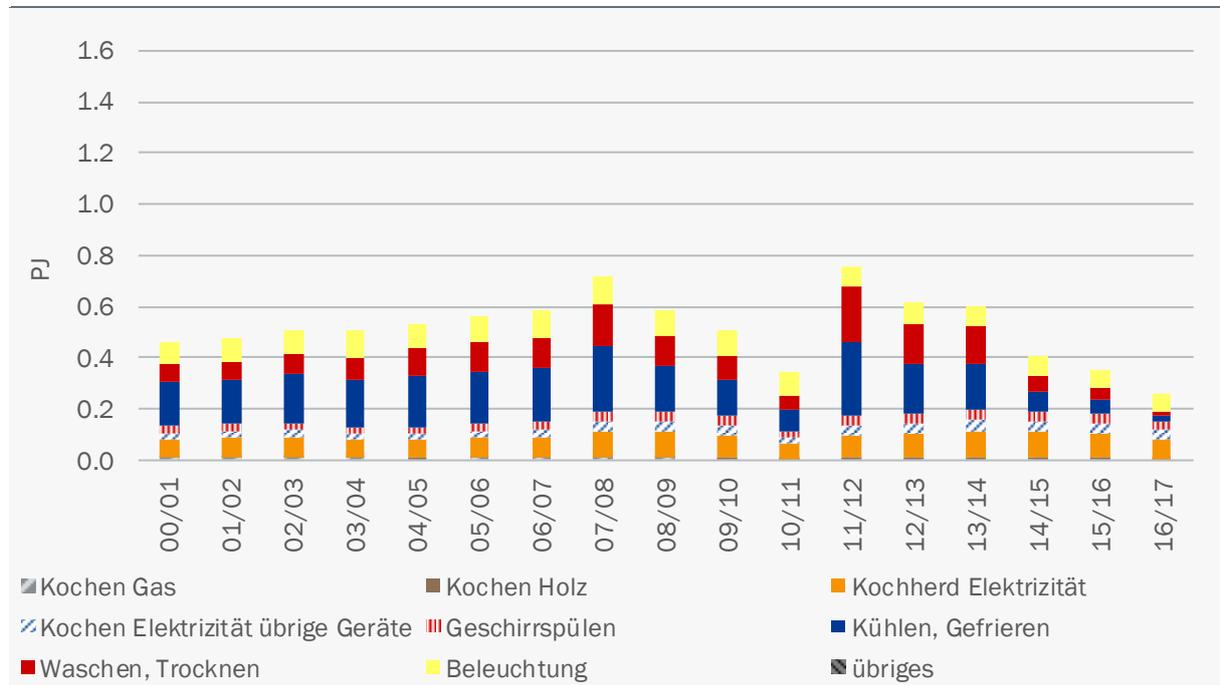


Quelle: Prognos 2018

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 28).

Im Bereich Kochen und Elektrogeräte sind die Mengeneffekte ebenfalls ohne die strukturellen Verschiebungen zwischen den einzelnen Geräte-Unterkategorien 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 29).

Abbildung 29: Mengeneffekte nach Anwendungen für Kochen und elektrische Geräte
 Jährliche Veränderung des Endenergieverbrauchs der Privaten Haushalte, 2000 bis 2017, in PJ



Quelle: Prognos 2018

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

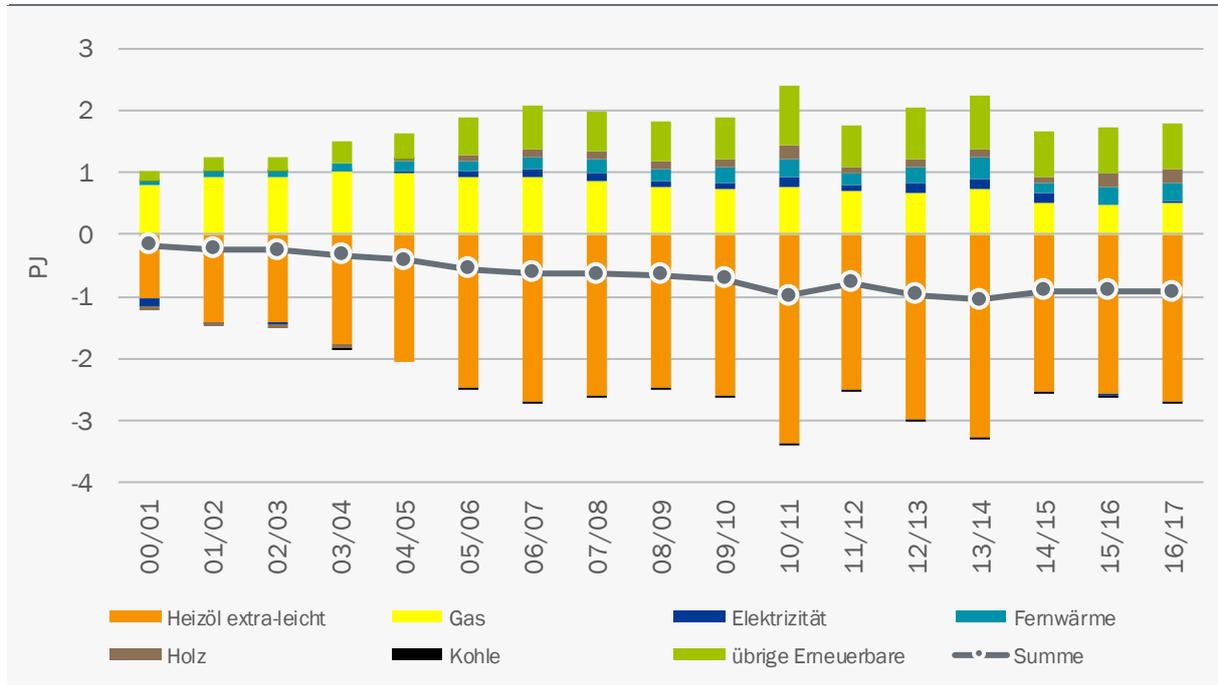
Der Substitutionseffekt ergibt sich aus der Differenz zwischen dem Mengeneffekt insgesamt (wie oben dargestellt) und den energieträger- und heizungs-/warmwasserspezifischen bzw. gerätegruppenspezifischen Mengeneffekten. Da die Betrachtung nicht nur auf Energieträgerebene erfolgt, sondern darüber hinaus auch Subkategorien mit einbezieht (dezentrale/zentrale Systeme, Gerätegruppen), sind auch diese strukturellen Mengeneffekte in den Substitutionseffekten enthalten (vgl. Kapitel 2.3).

Bei der Raumwärme sind die Substitutionseffekte bei Heizöl und anfänglich auch bei Elektrizität und Holz negativ, wobei die Tendenz „weg vom Heizöl“ die Entwicklung dominiert. Profitiert haben demgegenüber vor allem Erdgas, die übrigen erneuerbaren Energien und die Fernwärme. Die Substitution von Ölheizungen steigt im Zeitverlauf deutlich an. Der grösste Substitutionsgewinner bleibt Gas. Ein zunehmender Anteil der Ölheizungen wird jedoch durch Wärmepumpen, Fernwärme und Holzheizungsanlagen ersetzt. Dabei kompensieren die Substitutionsgewinne von Wärmepumpen die Substitutionsverluste bei den elektrischen Widerstandsheizungen (Abbildung 30).

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 30: Substitutionseffekte nach Energieträgern für Raumwärme

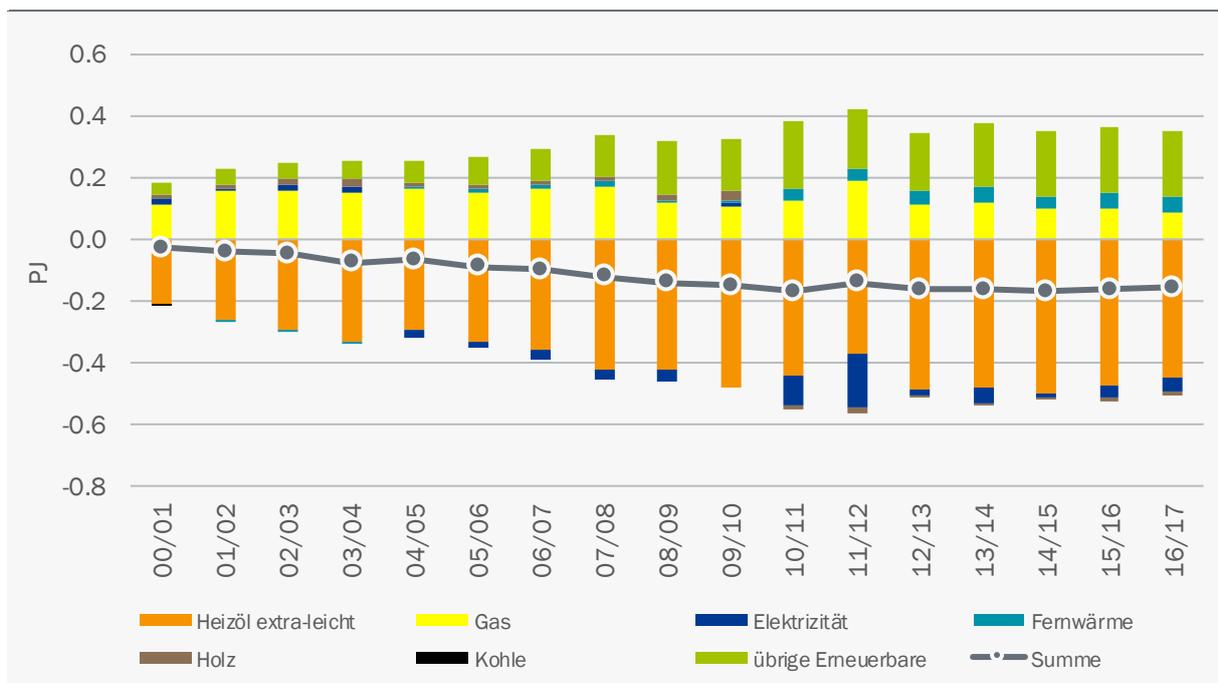
Jährliche Veränderung des Endenergieverbrauchs der Privaten Haushalte, 2000 bis 2017, in PJ



Quelle: Prognos 2018

Abbildung 31: Substitutionseffekte nach Energieträgern für Warmwasser

Jährliche Veränderung des Endenergieverbrauchs der Privaten Haushalte, 2000 bis 2017, in PJ



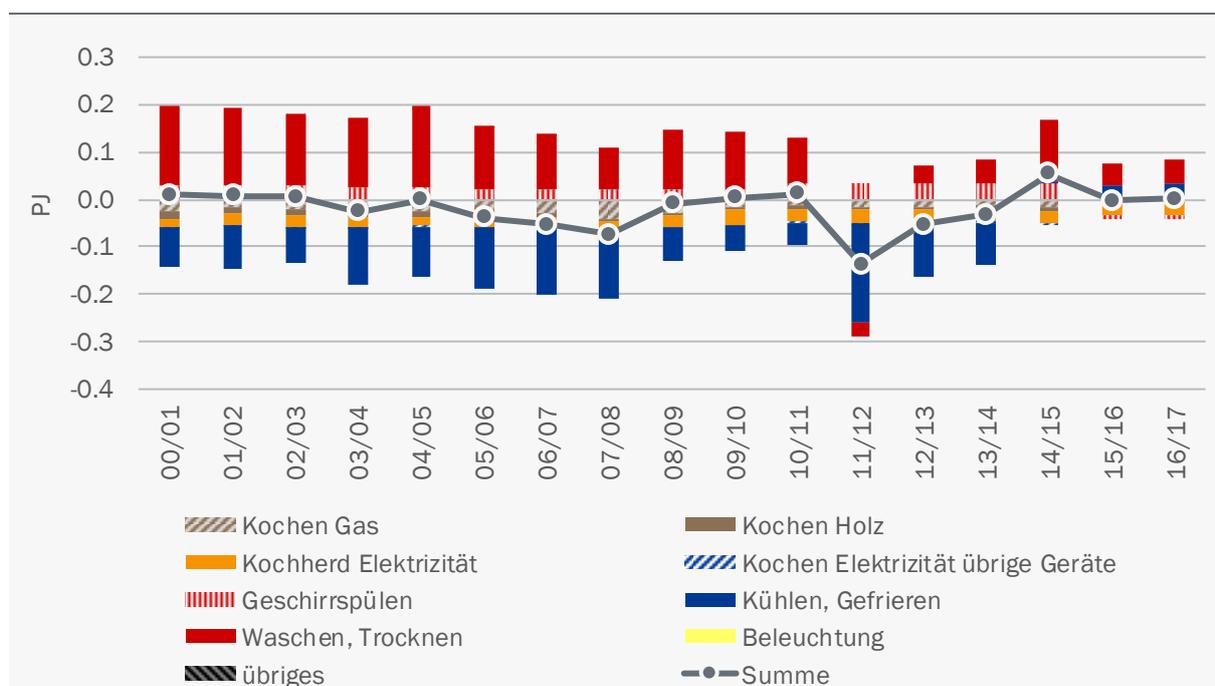
Quelle: Prognos 2018

Beim Warmwasser sind die übrigen strukturellen Mengeneffekte (Ersatz dezentraler Einzelsysteme durch Zentralsysteme) mit ihren Wirkungen ebenfalls im Substitutionseffekt enthalten (Abbildung 31). Der über den Gesamtzeitraum kumulierte Effekt führt bei der Raumwärme zu einer Verbrauchsreduktion von 11.1 PJ, bei Warmwasser von 2.0 PJ.

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).

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 sind auf die sprunghaft angestiegenen Absätze von Tablet-Computern zurückzuführen. Wie bereits erwähnt ist aufgrund der nicht einzelgerätebezogenen Betrachtung eine gewisse Unschärfe zwischen den Gruppen nicht zu vermeiden (Abbildung 32).

Abbildung 32: Substitutionseffekte nach Anwendungen für Kochen und Geräte
 Jährliche Veränderung des Endenergieverbrauchs der Privaten Haushalte, 2000 bis 2017, in PJ



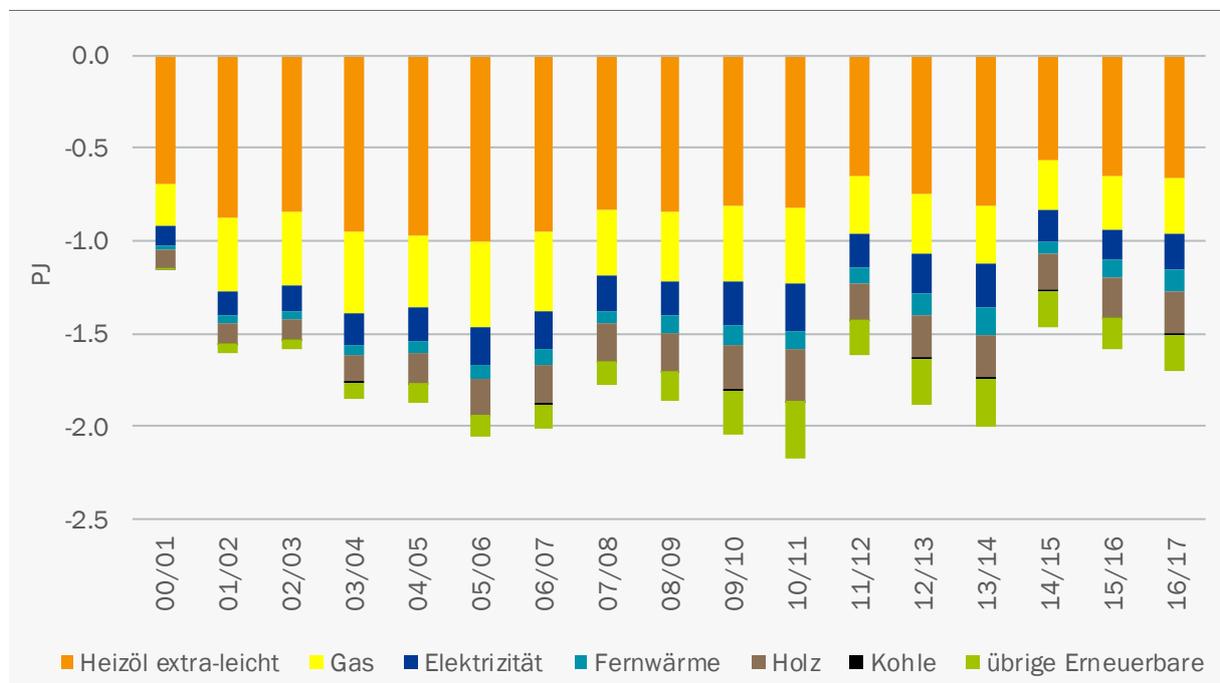
Quelle: Prognos 2018

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 33: Gebäudequalitätseffekte nach Energieträgern für Raumwärme

Jährliche Veränderung des Endenergieverbrauchs der Privaten Haushalte durch Verbesserungen an der Gebäudehülle aufgrund technischer und politischer Effekte, 2000 bis 2017, in PJ



Quelle: Prognos 2018

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).

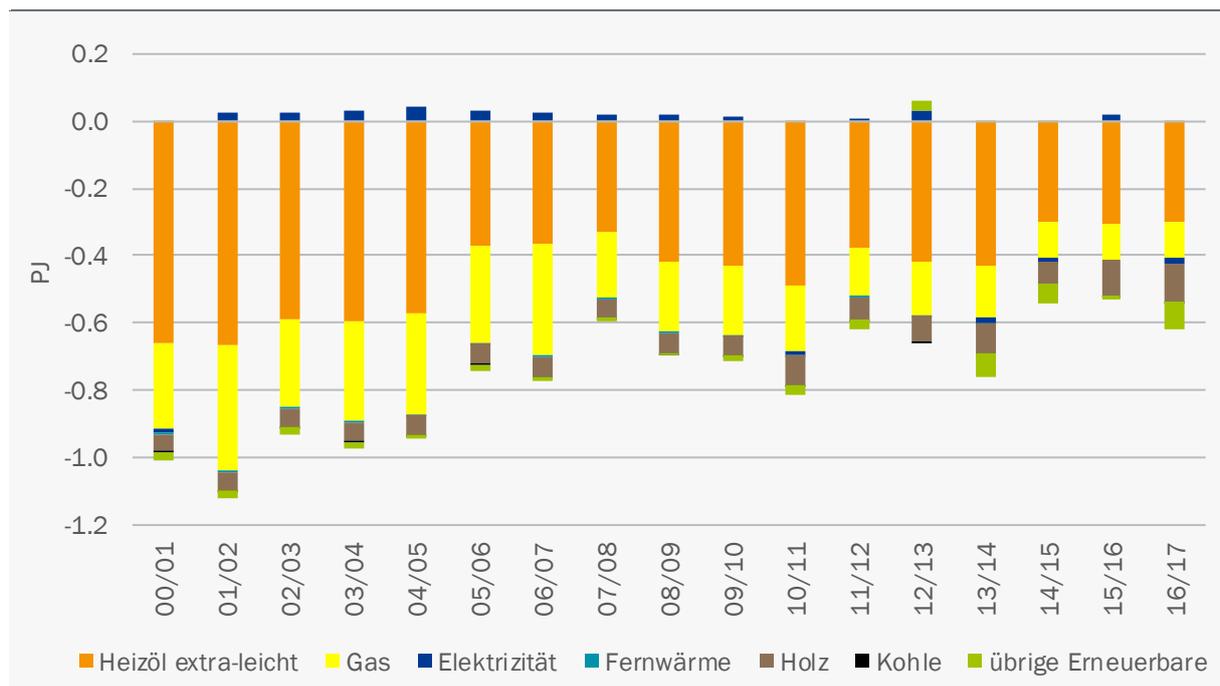
Die verbrauchsreduzierenden Effekte durch die Verbesserung der Gebäudequalität haben durchwegs energiesparend gewirkt. Die jährlichen Effekte liegen bei -1.2 bis -2.1 PJ (Abbildung 33).

Durch die Verbesserung der Nutzungsgrade der Heizungsanlagen werden bei abnehmender Tendenz im Mittel jährlich rund 0.7 PJ eingespart (Abbildung 34). Der weitaus grösste Teil davon entfällt auf Heizöl- und Erdgasheizungen. Die „positiven Ausreisser“ beim Strom und den sonstigen

erneuerbaren Energien 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 dem Einbau in Neu- und Bestandsbauten.

Abbildung 34: Nutzungseffekte nach Energieträgern für Raumwärme

Jährliche Veränderung des Endenergieverbrauchs der Privaten Haushalte, 2000 bis 2017, in PJ



Quelle: Prognos 2018

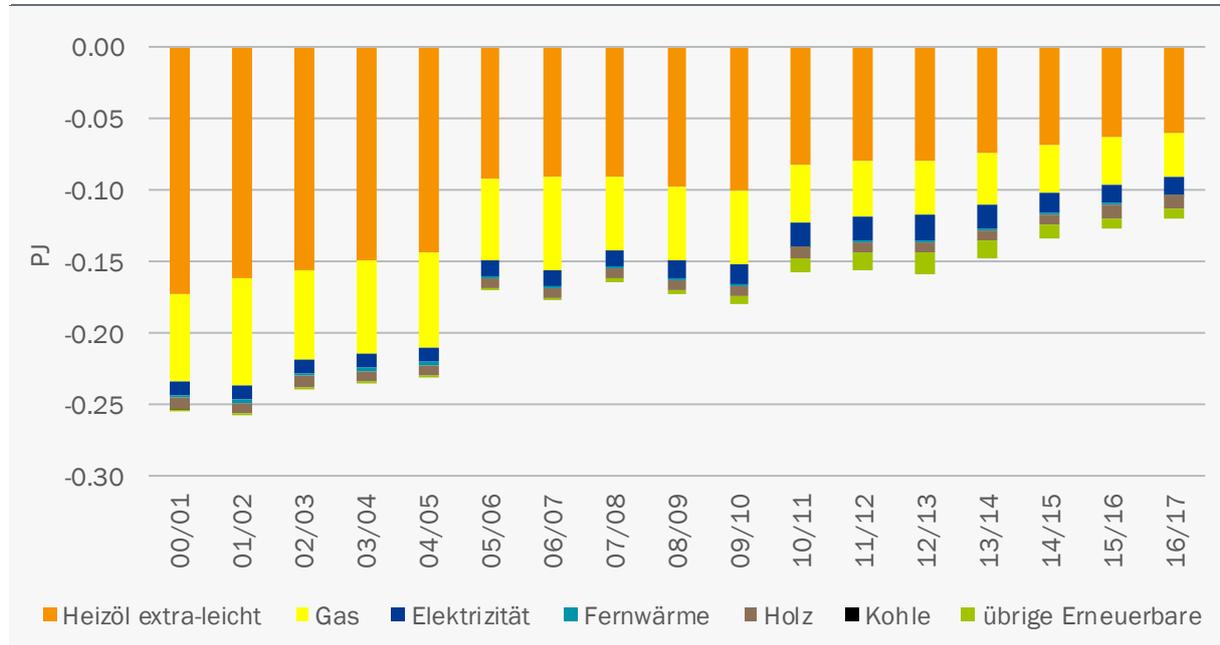
Im Segment Warmwasser ist die absolute jährliche Einsparung durch die Verbesserung der Anlagennutzungsgrade mit durchschnittlich -0.2 PJ deutlich geringer als bei der Raumwärme (Abbildung 35). Relativ betrachtet sind die Einsparungen jedoch eher etwas grösser, weil sich die Anlagennutzungsgrade der Warmwasseranlagen 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.

Sowohl bei der Raumwärme als auch beim Warmwasser sind die einsparenden Effekte im Verlauf des Betrachtungszeitraums geringer geworden.

Bei den Koch- und Elektrogeräten wirken die Technik- und Politikeffekte durch die Verbesserung der technischen Qualität der Geräte überwiegend energiesparend (Abbildung 36). Die jährlichen Effekte sind im Zeitraum 2000 bis 2011 angestiegen und liegen seitdem bei rund 1.5 PJ.

Abbildung 35: Nutzungsgradeffekte nach Energieträgern für Warmwasser

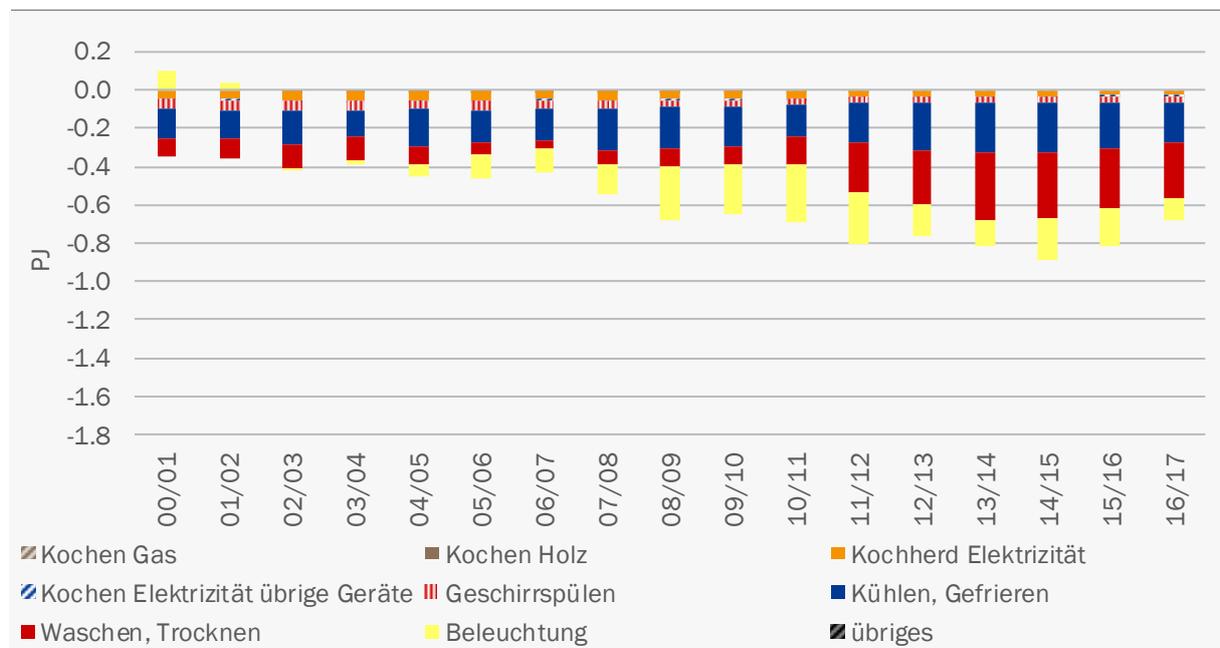
Jährliche Veränderung des Endenergieverbrauchs der Privaten Haushalte, 2000 bis 2017, in PJ



Quelle: Prognos 2018

Abbildung 36: T/P-Effekte nach Anwendungen für Kochen und Elektrogeräte

Jährliche Veränderung des Endenergieverbrauchs der Privaten Haushalte durch Qualitätsverbesserungen aufgrund technischer und politischer Effekte, 2000 bis 2017, in PJ



T/P: Technik und Politik

Quelle: Prognos 2018

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 bei gleichzeitiger Zunahme effizienterer Lampentypen (Energiesparlampen, LED-Lampen). 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.

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.¹² 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 dauernd bewohnte Wohnungen. Bewohner in Ein- und Zweifamilienhäusern (EZFH) zeigen ein etwas anderes Heizverhalten als Bewohner von Mehrfamilienhäusern (MFH). 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.

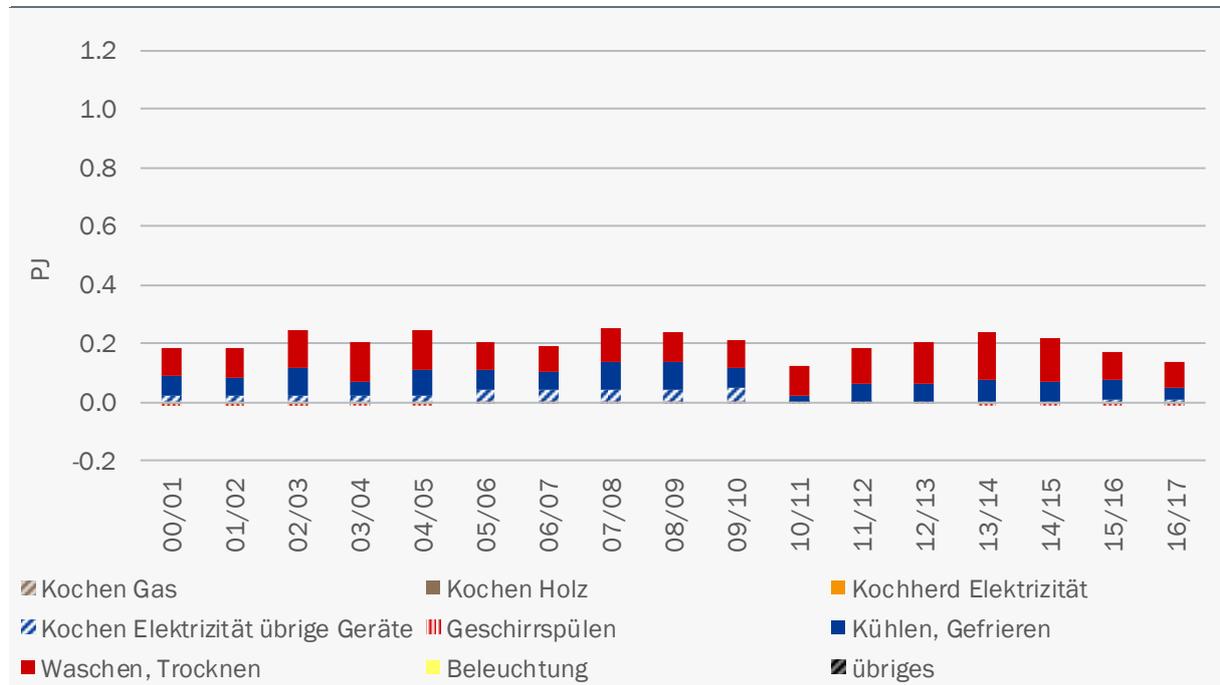
Im Bereich Warmwasser ergeben sich die Struktureffekte aus dem Effekt der Veränderung der energieträgerspezifischen Warmwasserverbräuche pro Kopf und Tag. Die Effekte sind bei allen Energieträgern sehr klein (<0.01 PJ/Jahr) und haben kaum Bedeutung für das Gesamtergebnis.

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 37). Die Struktureffekte im Bereich Kochen und Geräte führen per Saldo zu einem Mehrverbrauch. Dieser beläuft sich im Mittel der Jahre 2000 bis 2017 auf rund 0.6 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 22).

¹² 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 37: Struktureffekte nach Anwendungen für Kochen und elektrische Geräte
 Jährliche Veränderung des Endenergieverbrauchs der Privaten Haushalte, 2000 bis 2017, in PJ



Quelle: Prognos 2018

5.1.7 Effekte nach Verwendungszwecken insgesamt

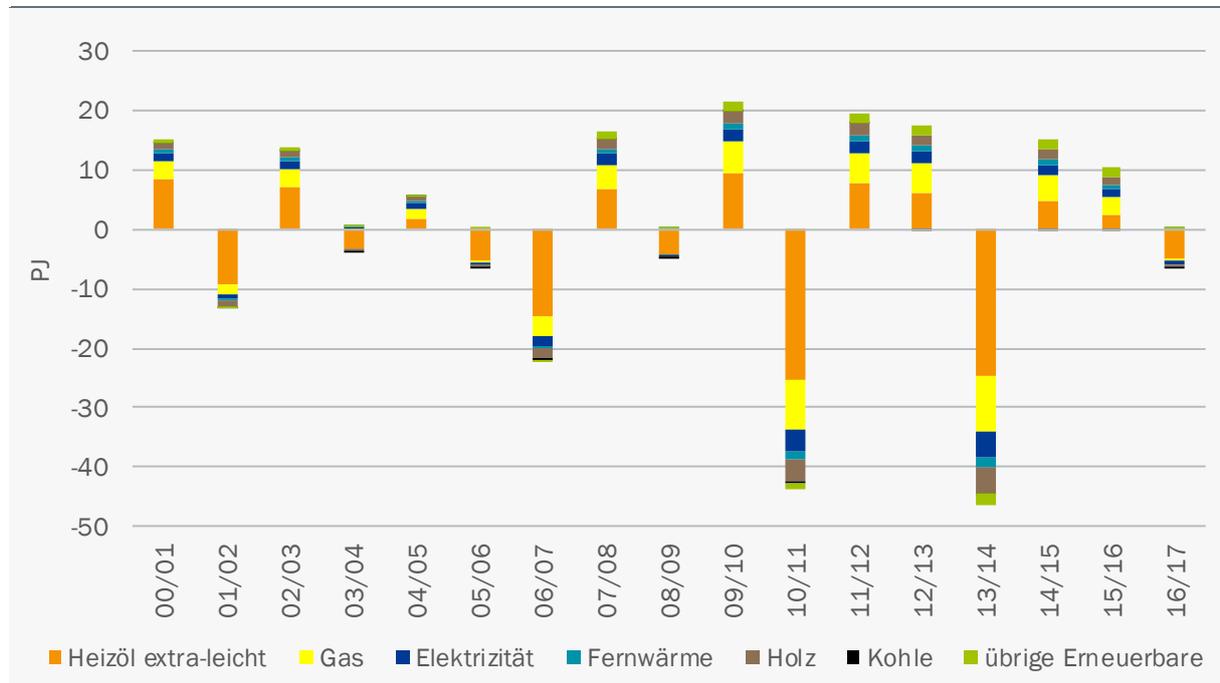
Nachstehend sind die Gesamtveränderungen des jährlichen Energieverbrauchs nach den Verwendungszwecken Raumwärme, Warmwasser sowie Kochen und Elektrogeräte dargestellt. Die Gesamtveränderungen entsprechen den summierten Effekten der in den Kapiteln 5.1.2 bis 5.1.6 einzeln aufgeführten Effekte.

Der Raumwärmebereich wird dominiert durch den Witterungseinfluss (Abbildung 38). Demgegenüber treten die anderen Erklärungsfaktoren in den Hintergrund, weil sie sich auf Jahresebene teilweise kompensieren: Verbrauchstreibenden Mengeneffekten stehen verbrauchsreduzierende Technik- und Politikeffekte in Form besserer Gebäudehüllen und besserer Anlagentechnik gegenüber. Der witterungsbereinigte Raumwärmeverbrauch zeigt in der Periode 2000 bis 2017 einen Verbrauchsrückgang von 12.6 PJ (-6.7 %; vgl. Tabelle 12 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 2017 ein Verbrauchsrückgang von 0.2 PJ (Abbildung 39).

Abbildung 38: Kumulierte Effekte nach Energieträgern für Raumwärme

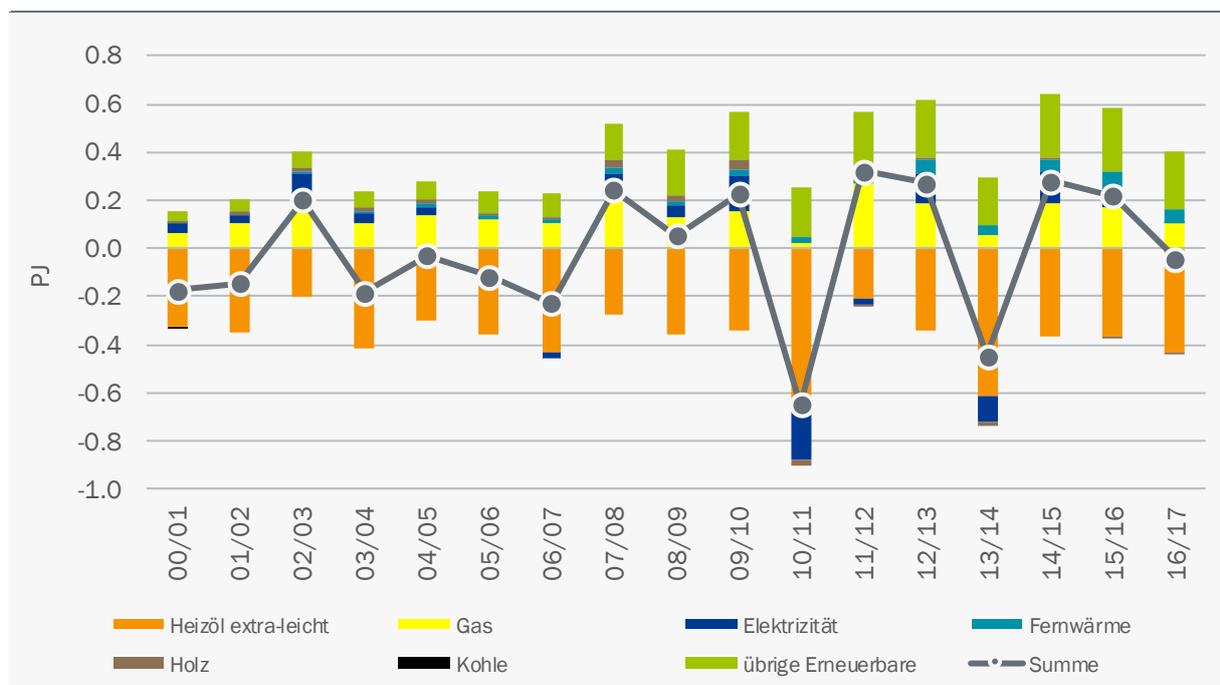
Jährliche Veränderung des Endenergieverbrauchs der Privaten Haushalte, 2000 bis 2017, in PJ



Quelle: Prognos 2018

Abbildung 39: Kumulierte Effekte nach Energieträgern für Warmwasser

Jährliche Veränderung des Endenergieverbrauchs der Privaten Haushalte, 2000 bis 2017, in PJ

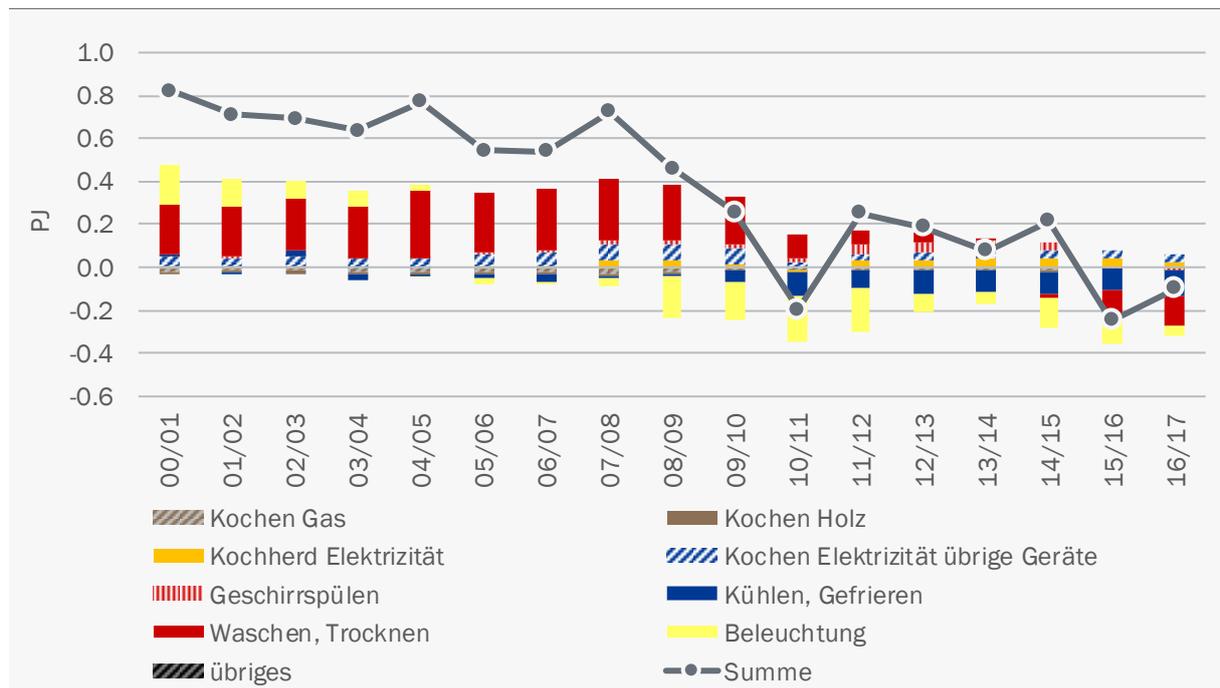


Quelle: Prognos 2018

Im Bereich Kochen und Elektrogeräte überwiegen bislang die verbrauchssteigernden Mengen- und Struktureffekte, vor allem bei der geräte- bzw. verwendungsspezifisch sehr heterogenen Restgruppe „übriges“ sowie beim Waschen und Trocknen (Abbildung 40). Ein Rückgang des Verbrauchs zeigt sich hingegen bei der Beleuchtung (-0.8 PJ), beim Kühlen und Gefrieren (-0.9 PJ) sowie beim Kochen mit Gas oder Holz (-0.4 PJ). Der Verbrauch für Geschirrspülen hat sich leicht erhöht (+0.3 PJ).

Abbildung 40: Kumulierte Effekte nach Anwendungen für Kochen und Geräte

Jährliche Veränderung des Endenergieverbrauchs der Privaten Haushalte, 2000 bis 2017, in PJ



Quelle: Prognos 2018

7 Literatur

- BAFU 2017 Erhebung der CO₂-Abgabe auf Brennstoffen:
<https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/fachinformationen/klimapolitik/co2-abgabe/erhebung-der-co2-abgabe-auf-brennstoffen.html>
- 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 2017 Stand der Energiepolitik in den Kantonen. BFE und Konferenz der kantonalen Energiedirektoren (EnDK), Bern
- BFE 2018 a Schweizerische Gesamtenergiestatistik 2017. Bundesamt für Energie (BFE), Bern
- BFE 2018 b Elektrowärmepumpen-Statistikmodell (Excel-Datei). Bundesamt für Energie (BFE), Bern.
- BFS 2008 Haushaltsszenarien - Entwicklung der Privathaushalte zwischen 2005 und 2030. Bundesamt für Statistik (BFS), Neuenburg
- BFS 2017 a Ständige Wohnbevölkerung in Privathaushalten nach Kanton und Haushaltsgrösse, am 31. Dezember 2016. Tabelle cc-d-01.02.02.04. Bundesamt für Statistik (BFS), Neuenburg
- BFS 2017 b Privathaushalte nach Kanton und Haushaltsgrösse, am 31. Dezember 2016. Tabelle cc-d-1.2.2.2. Bundesamt für Statistik (BFS), Neuenburg
- BFS 2017 c Neu erstellte Gebäude mit Wohnnutzung, neu erstellte Wohnungen nach Kantonen 2016. Bundesamt für Statistik (BFS), Neuenburg
- BFS 2017 d Eigene Auswertung der GWS-Datenbank: Energiebereich: Gebäude nach Kanton, Gebäudekategorie, Jahr, Bauperiode und Energieträger der Heizung, Werte bis 2015. Bundesamt für Statistik (BFS), Neuenburg
- BFS 2017 e Statistik der Energieträger von Wohngebäuden (SETW). Bundesamt für Statistik (BFS), Neuenburg
- BFS 2018 a Bilanz der ständigen Wohnbevölkerung, 2005-2017, am 1. Januar. Tabelle cc-d-1.2.4.3, mit provisorischen Ergebnissen für das Jahr 2017. Bundesamt für Statistik (BFS), Neuenburg
- BFS 2018 b Wohnungen nach Kanton, Gebäudekategorie, Anzahl Zimmer, Bauperiode und Jahr, Werte bis 2016. Gebäude- und Wohnungsstatistik (GWS, Bundesamt für Statistik (BFS), Neuenburg

- BFS 2018 c Durchschnittliche Wohnfläche pro Wohnung nach Zimmerzahl und Bauperiode, Werte bis 2016. GWS - Gebäude- und Wohnungsstatistik. Bundesamt für Statistik (BFS), Neuenburg
- BFS 2018 d IKT-Ausstattung der Schweizer Haushalte nach Güterart, 2015. Haushaltsbudgeterhebung (HABE), Bundesamt für Statistik (BFS), Neuenburg
- BFS 2018 e Durchschnittspreise Energie. Tabelle su-d-05.02.91. Bundesamt für Statistik (BFS), Neuenburg
- Das Gebäudeprogramm 2018. Statistische Auswertungen. Jahresstatistik 2017, Gesamtschweizerische Analyse. www.dasgebaeudeprogramm.ch
- FEA/Swico 2018 FEA- und Swico-Marktstatistiken mit Verkaufsdaten bis 2017. Nicht veröffentlicht.
- GebäudeKlimaSchweiz 2018. Absatzstatistiken 2002 bis 2017. 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.
- Prognos 2003 Einfluss von Temperatur- und Globalstrahlungsschwankungen auf den Energieverbrauch der Gebäude. P. Hofer, Prognos AG Basel, im Auftrag des Bundesamtes für Energie (BFE), Bern
- Prognos 2012 Energieperspektiven 2050. Energienachfrage und Elektrizitätsangebot in der Schweiz 2000 – 2050. Im Auftrag des Bundesamtes für Energie (BFE), Bern
- SIA 2001 SIA Norm 380/1 - Thermische Energie im Hochbau. SIA, Zürich
- SLG 2017 Licht für die Schweiz. Lichtmarkt Schweiz - Analyse 2016, im Auftrag des Bundesamtes für Energie (BFE), Bern