



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

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

Oktober 2017

Analyse des schweizerischen Energieverbrauchs 2000 - 2016 nach Verwendungszwecken



Impressum

Auftraggeber

Bundesamt für Energie Bern

Auftragnehmer / Autoren

Prognos AG:

Andreas Kemmler

Sylvie Koziel

Infras AG:

Philipp Wüthrich

Benedikt Notter

Mario Keller (MK Consulting)

TEP Energy GmbH:

Martin Jakob

Giacomo Catenazzi

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

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	1
Résumé	6
1 Hintergrund und Aufgabenstellung	13
2 Statistische Ausgangslage	15
2.1 Energieverbrauch 2000 bis 2016	15
2.2 Rahmenbedingungen	18
3 Gesamtaggregation	24
3.1 Bestimmung der Verwendungszwecke	24
3.1.1 Abgrenzung der Verwendungszwecke	25
3.1.2 Sektorale Abgrenzungen	26
3.1.3 Abgleich mit der Gesamtenergiestatistik (GEST)	28
3.2 Gesamtverbrauchsentwicklung nach Verwendungszwecken	30
4 Sektorale Analysen	38
4.1 Private Haushalte	38
4.1.1 Methodik und Daten	38
4.1.2 Energieverbrauch nach Verwendungszwecken im Sektor Private Haushalte	40
4.2 Dienstleistungen und Landwirtschaft	51
4.2.1 Methodik und Daten	51
4.2.2 Energieverbrauch nach Verwendungszwecken in den Sektoren Dienstleistungen und Landwirtschaft	54
4.3 Industrie	58
4.3.1 Methodik und Daten	58
4.3.2 Energieverbrauch nach Verwendungszwecken im Industriesektor	62
4.3.3 Branchenanteile an Verwendungszwecken	67
4.4 Verkehr	69
4.4.1 Methodik und Daten	69
4.4.2 Energieverbrauch nach Verwendungszwecken im Verkehrssektor	74
4.4.3 Sonderauswertungen zu Verkehrsmitteln, Anwendungen und Verkehrszwecken	77
4.5 Sonderauswertungen zum Energieverbrauch in Gebäuden	84
5 Literaturverzeichnis	88

Tabellen

Tabelle 2-1:	Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern von 2000 bis 2016, in PJ	15
Tabelle 2-2:	Veränderung des Endenergieverbrauchs zwischen 2000 und 2016 nach Sektoren, in PJ	17
Tabelle 2-3:	Entwicklung wichtiger Bestimmungsfaktoren des Energieverbrauchs in den Jahren 2000 bis 2016	20
Tabelle 3-1:	Liste der bei der Gesamtaggregation berücksichtigten Verwendungszwecke sowie deren Verteilung auf die Verbrauchssektoren	25
Tabelle 3-2:	Endenergieverbrauch 2000 bis 2016 nach Verwendungszwecken, in PJ	31
Tabelle 3-3:	Brenn- und Treibstoffverbrauch inklusive Fern-, Umwelt- und Solarwärme, 2000 bis 2016 nach Verwendungszwecken, in PJ	33
Tabelle 3-4:	Elektrizitätsverbrauch der Jahre 2000 bis 2016 nach Verwendungszwecken, in PJ	35
Tabelle 3-5:	Aufteilung des inländischen Endenergieverbrauchs 2016 nach Verwendungszwecken und Verbrauchssektoren, in PJ	36
Tabelle 4-1:	Private Haushalte: Energieverbrauch 2000 bis 2016 nach Verwendungszwecken, in PJ	41
Tabelle 4-2:	Private Haushalte: Stromverbrauch 2000 bis 2016 nach Verwendungszwecken, in PJ	42
Tabelle 4-3:	Private Haushalte: Entwicklung der Energiebezugsfläche nach Heizsystemen in Mio. m ² EBF (inklusive Leerwohnungen, ohne Zweit- und Ferienwohnungen)	44
Tabelle 4-4:	Private Haushalte: Endenergieverbrauch für Raumwärme nach Heizsystemen und Energieträgern 2000 bis 2016, in PJ	45
Tabelle 4-5:	Private Haushalte: Bevölkerung mit Warmwasser, aufgeschlüsselt nach Anlagensystemen, in Tsd.	47
Tabelle 4-6:	Private Haushalte: Endenergieverbrauch für Warmwasser nach Energieträgern, in PJ	48
Tabelle 4-7:	Private Haushalte: Endenergieverbrauch für Kochherde, Geschirrspüler und elektrische Kochhilfen, in PJ	49

Tabelle 4-8:	Private Haushalte: Entwicklung des Stromverbrauchs für elektrische Haushaltsgeräte und Beleuchtung, in PJ	50
Tabelle 4-9:	Zuordnungsmatrix zwischen Energieanwendungen gemäss TEP Tertiary und Verwendungszwecken im Rahmen der Ex-Post-Analyse	52
Tabelle 4-10:	Dienstleistungssektor und Landwirtschaft: Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Verwendungszwecken, in PJ	55
Tabelle 4-11:	Dienstleistungssektor und Landwirtschaft: Entwicklung des Brennstoffverbrauchs (inkl. Fern-, Umwelt- und Solarwärme) nach Verwendungszwecken, in PJ	56
Tabelle 4-12:	Dienstleistungssektor und Landwirtschaft: Entwicklung des Elektrizitätsverbrauchs nach Verwendungszwecken, in PJ	57
Tabelle 4-13:	Branchenklassifikation und Anzahl der Prozesse je Branche	59
Tabelle 4-14:	Industriesektor: Entwicklung des Endenergieverbrauchs 2000 bis 2016 nach Verwendungszwecken, in PJ	63
Tabelle 4-15:	Industriesektor: Entwicklung des Brennstoffverbrauchs (inkl. Fern-, Umwelt- und Solarwärme) nach Verwendungszwecken, in PJ	65
Tabelle 4-16:	Industriesektor: Elektrizitätsverbrauch nach Verwendungszwecken, in PJ	66
Tabelle 4-17:	Industriesektor: Prozentuale Anteile der Branchen am Endenergieverbrauch 2016 nach Verwendungszwecken	68
Tabelle 4-18:	Verkehrssektor: Aufteilung der Verbraucher in verschiedene Gruppen	69
Tabelle 4-19:	Verkehrssektor: Energieverbrauch 2000 bis 2016 nach Verkehrsträgern, in PJ	74
Tabelle 4-20:	Verkehrssektor: Energieverbrauch 2000 bis 2016 nach Verwendungsart, in PJ	75
Tabelle 4-21:	Verkehrssektor: Energieverbrauch 2000 bis 2016 nach Energieträgern, in PJ	76
Tabelle 4-22:	Verkehrssektor: Energieverbrauch des Personenverkehrs nach Verkehrsmitteln und Energieträgern, 2010, 2015 und 2016, in PJ	79
Tabelle 4-23:	Verkehrssektor: Anteile des Energieverbrauchs im Personenverkehr nach Verkehrsmitteln und Energieträgern, 2010 und 2016, in Prozent	80

Tabelle 4-24:	Verkehrssektor: Energieverbrauch des Güterverkehrs nach Verkehrsmitteln und Energieträgern, 2010, 2015 und 2016, in PJ	81
Tabelle 4-25:	Verkehrssektor: Energieverbrauch nach Anwendungen und Energieträgern, 2010, 2015 und 2016, in PJ	82
Tabelle 4-26:	Verkehrssektor: Energieverbrauch des Personenverkehrs im Jahr 2016 nach Verkehrszwecken und Verkehrsträgern, in PJ und in Prozent (ohne Schiffsverkehr)	83
Tabelle 4-27:	Energieverbrauch in Gebäuden nach Verwendungszwecken in PJ und Anteil am inländischen Endenergieverbrauch in %, 2000 bis 2016	84
Tabelle 4-28:	Raumwärmeverbrauch in Gebäuden nach Energieträgern, 2000 bis 2016, in PJ	85
Tabelle 4-29:	Warmwasserverbrauch in Gebäuden nach Energieträgern, 2000 bis 2016, in PJ	86
Tabelle 4-30:	Witterungsbereinigte Werte: Energieverbrauch in Gebäuden nach Verwendungszwecken in PJ und Anteil am inländischen Endenergieverbrauch in %, 2000 bis 2016	87

Abbildungen

Abbildung 2-1:	Veränderung des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern zwischen 2000 und 2016, in PJ	16
Abbildung 2-2:	Veränderung des Endenergieverbrauchs zwischen 2000 und 2016 nach Sektoren, in PJ	18
Abbildung 3-1:	Prozentuale Anteile der ausgewählten Verwendungszwecke am inländischen Endenergieverbrauch 2016	32
Abbildung 3-2:	Prozentuale Anteile der Verwendungszwecke am Treib- und Brennstoffverbrauch 2016 (inklusive Fern-, Umwelt- und Solarwärme)	34
Abbildung 3-3:	Prozentuale Anteile der Verwendungszwecke am Elektrizitätsverbrauch 2016	35
Abbildung 3-4:	Prozentuale Verteilung der Energieverbräuche des Jahres 2016 für die unterschiedenen Verwendungszwecke auf die Verbrauchssektoren	37
Abbildung 4-1:	Private Haushalte: Aufteilung des Energieverbrauchs 2016 nach Verwendungszwecken	42
Abbildung 4-2:	Private Haushalte: Aufteilung des Elektrizitätsverbrauchs 2016 nach Verwendungszwecken	43
Abbildung 4-3:	Private Haushalte: Aufteilung des Raumwärmeverbrauchs 2016 nach Energieträgern (ohne Hilfsenergieverbrauch)	46
Abbildung 4-4:	Private Haushalte: Aufteilung des Energieverbrauchs 2016 zur Bereitstellung von Warmwasser nach Energieträgern, in %	48
Abbildung 4-5:	Dienstleistungssektor und Landwirtschaft: Prozentuale Aufteilung des Energieverbrauchs 2016 nach Verwendungszwecken	55
Abbildung 4-6:	Dienstleistungssektor und Landwirtschaft: Prozentuale Aufteilung des Elektrizitätsverbrauchs 2016 nach Verwendungszwecken	58
Abbildung 4-7:	Industriesektor: Prozentuale Anteile der Verwendungszwecke am Energieverbrauch 2016	64
Abbildung 4-8:	Industriesektor: Prozentuale Anteile der Verwendungszwecke am Brennstoffverbrauch 2016 (inkl. Fern -, Umwelt- und Solarwärme)	65

Abbildung 4-9:	Industriesektor: Prozentuale Anteile der Verwendungszwecke am Elektrizitätsverbrauch 2016	67
Abbildung 4-10:	Industriesektor: Prozentuale Anteile der Branchen am Endenergieverbrauch 2016 nach Verwendungszwecken	68
Abbildung 4-11:	Entwicklung der Treibstoffpreisdifferenzen zwischen der Schweiz und den Nachbarländern für Diesel bzw. Benzin 2001 – 2016	72
Abbildung 4-12:	Verkehrssektor: Prozentuale Anteile der Verkehrsträger am Energieverbrauch 2016	75
Abbildung 4-13:	Verkehrssektor: Anteile der Energieträger am Energieverbrauch 2016	77

Kurzfassung

In der Ex-Post-Analyse nach Verwendungszwecken wird der inländische Endenergieverbrauch nach aussagekräftigen Verwendungszwecken aufgeteilt. Die Aufteilung des Energieverbrauchs erfolgt mittels Bottom-Up-Modellen. Unterschieden werden die übergeordneten Verwendungszwecke Raumwärme, Warmwasser, Prozesswärme, Beleuchtung, Klima, Lüftung und Haustechnik, Unterhaltung, Information und Kommunikation, Antriebe und Prozesse, Mobilität sowie sonstige Verwendungszwecke. Innerhalb dieser übergeordneten Verwendungszwecke werden in den Modellen weitere Aufteilungen vorgenommen. Dies erlaubt es auf disaggregierter Ebene das Zusammenwirken von Mengenkomponenten und spezifischen Verbrauchskomponenten abzubilden. Dazu werden die Bestände von Anlagen, Gebäuden, Fahrzeugen und elektrischen Geräten möglichst detailliert erfasst. Anschliessend wird mittels der Bottom-Up-Modelle 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 2016 präsentiert. Die Verbrauchsangaben sind nicht exakt auf die Gesamtenergiestatistik kalibriert.

Der inländische Energieverbrauch hat gemäss den Modellrechnungen im Zeitraum 2000 bis 2016 um 5.8 PJ (+0.8 %) zugenommen (Tabelle 0-1). Der Anstieg ist hauptsächlich auf die Verbräuche für die Mobilität (+9.9 PJ; +4.4 %) und die "sonstigen Verwendungen" (+5.5 PJ; +38 %) zurückzuführen. Abgenommen haben die Verbräuche für Raumwärme (-13.3 PJ; -5 %), Warmwasser (-0.3 PJ; -0.7 %) und Prozesswärme (-2.0 PJ; -2.1 %).

Gegenüber dem Vorjahr 2015 ist der inländische Energieverbrauch um 16.3 PJ angestiegen (+2.2 %). Ursache für diesen Anstieg ist hauptsächlich die Entwicklung bei der Raumwärme (+15.5 PJ; +6.6 %). Während der langfristige Rückgang des Raumwärmeverbrauchs auf die Effizienzentwicklung zurückzuführen ist, ist der kurzfristige Anstieg zwischen den Jahren 2015 und 2016 vorwiegend witterungsbedingt. Mit 3'281 Heizgradtagen (HGT) war die Witterung im Jahr 2016 kühler als im Jahr 2015 mit 3'075 HGT (HGT +6.7 %). Am stärksten rückläufig waren im Jahr 2016 die Verbräuche für die Beleuchtung (-0.3 PJ; -1.3 %) und die Antriebe und Prozesse (-0.7 PJ; -1.0 %).

Tabelle 0-1: Endenergieverbrauch 2000 bis 2016 nach Verwendungszwecken, in PJ

Verwendungszweck	2000	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Δ '00-'16
Raumwärme	263.6	227.9	257.0	282.2	211.8	234.8	250.3	-5.0%
Warmwasser	45.5	44.4	45.0	45.5	44.1	44.7	45.2	-0.7%
Prozesswärme	95.0	96.5	94.7	95.3	94.6	92.6	93.0	-2.1%
Beleuchtung	25.0	26.5	26.1	25.8	26.0	25.9	25.5	+2.1%
Klima, Lüftung & Haustechnik	17.9	19.3	20.2	21.1	18.9	21.4	21.2	+18.5%
I&K, Unterhaltung	8.7	10.4	10.3	10.2	10.0	9.9	9.7	+11.7%
Antriebe, Prozesse	68.1	72.2	71.8	71.6	71.3	70.0	69.3	+1.8%
Mobilität Inland	224.6	228.7	229.9	231.4	232.3	233.4	234.5	+4.4%
Sonstige	14.4	18.0	18.4	19.1	19.2	19.5	19.8	+38.0%
Inländischer Endenergieverbrauch (ohne Pipelines)	762.8	743.8	773.6	802.3	728.3	752.3	768.6	+0.8%
Tanktourismus	11.0	11.9	11.9	13.1	12.3	3.9	3.7	-66.7%
int. Flugverkehr	64.0	62.1	63.5	64.2	64.5	66.9	70.2	+9.8%
Total Endenergieverbrauch	837.8	817.8	849.1	879.7	805.1	823.1	842.5	+0.6%

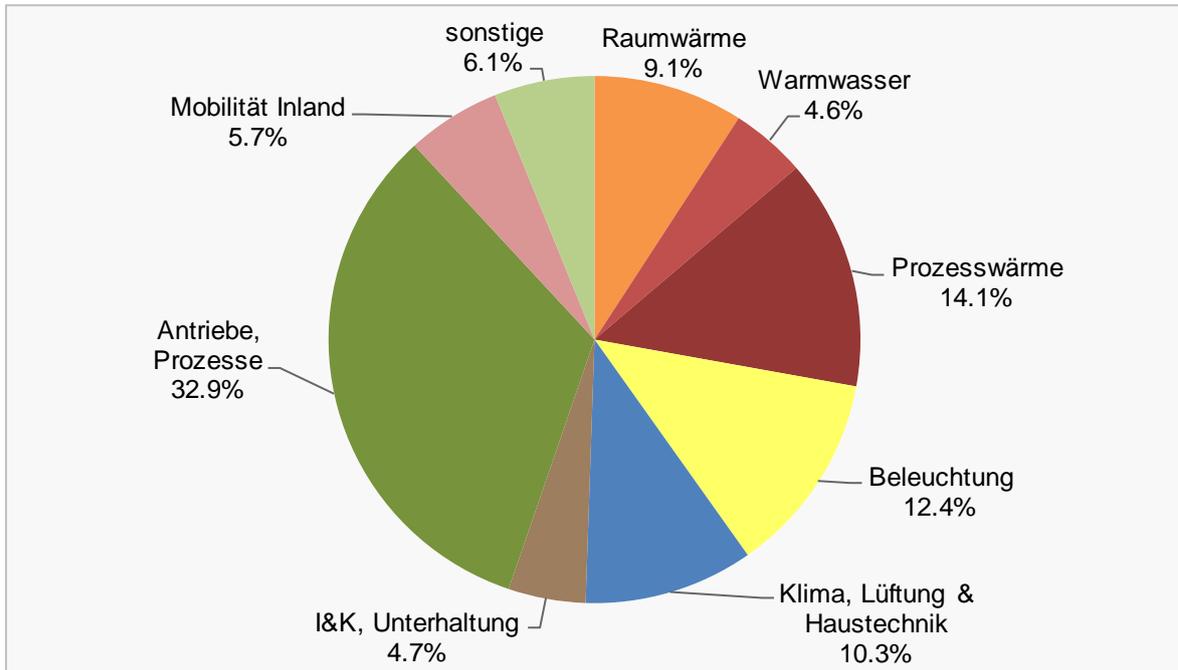
I&K: Information und Kommunikation

Quelle: Prognos, TEP, Infras 2017

Der inländische Gesamtverbrauch wurde im Jahr 2016 dominiert durch die Verwendungszwecke Raumwärme (32.6 %) und Mobilität (30.5 %). Von grösserer Bedeutung waren auch die Prozesswärme (12.1 %) sowie die Antriebe und Prozesse (9.0 %). Im Zeitraum 2000 bis 2016 ist der Anteil der Raumwärme am inländischen Endenergieverbrauch um 2.0 %-Punkte gesunken, derjenige der Mobilität ist um 1.1 %-Punkte gestiegen. Die Anteile der übrigen Verwendungszwecke haben sich im Zeitraum 2000 bis 2016 nur wenig verändert (< 1 %-Punkt).

Der Brenn- und Treibstoffverbrauch entfällt zu über 90 % auf die Raumwärme (41.2 %), Mobilität (39.6 %) und Prozesswärme (11.4 %). Der Elektrizitätsverbrauch verteilt sich gleichmässiger auf die unterschiedenen Verwendungszwecke (Abbildung 0-1). Dominiert wird der Elektrizitätsverbrauch durch die elektrischen Antriebe und Prozesse (32.9 %). Von grösserer Bedeutung sind zudem die Prozesswärme (14.1 %), die Beleuchtung (12.4 %), der Bereich Klima, Lüftung und Haustechnik (10.3 %) sowie die Raumwärme (9.1 %). Die Anteile der übrigen Verwendungen beliefen sich auf je rund 5 %. Die Verschiebungen der Anteile im Zeitraum 2000 bis 2016 sind klein.

Abbildung 0-1: Prozentuale Anteile der Verwendungszwecke am
Elektrizitätsverbrauch 2016

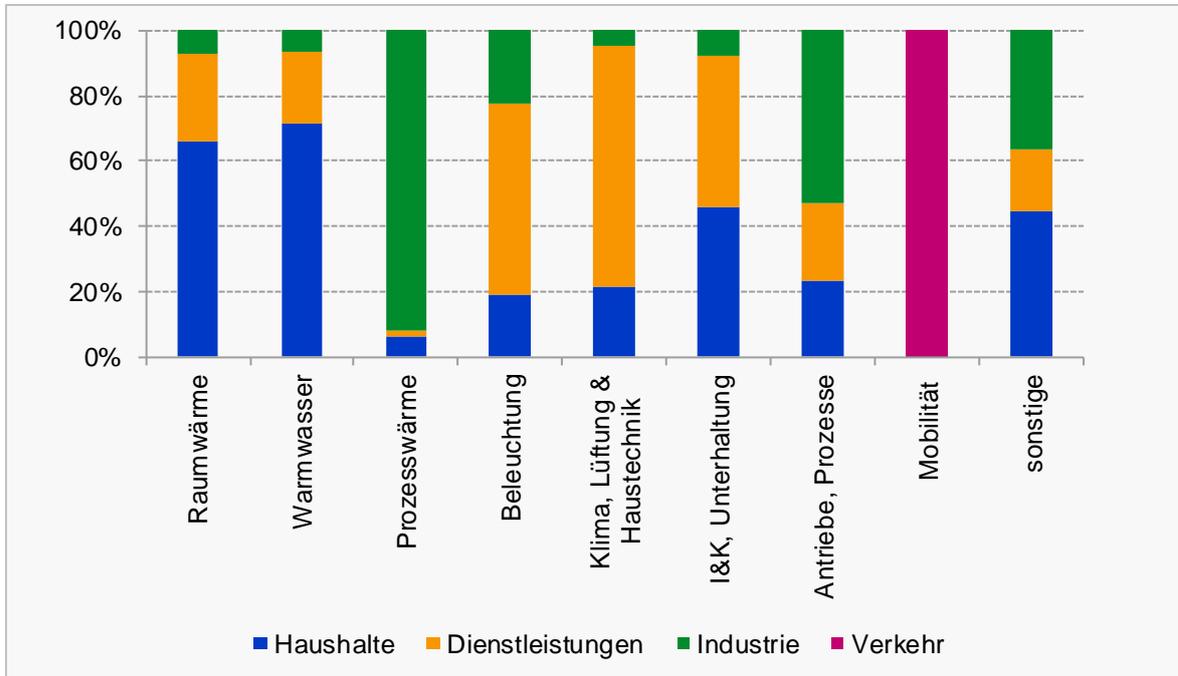


I&K: Information und Kommunikation

Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2017

Die Verbräuche für Raumwärme und Warmwasser fallen vorwiegend im Haushaltssektor an (Abbildung 0-2). Die Verbräuche für Prozesswärme, Antriebe und Prozesse (mechanische Prozesse) werden durch den Industriesektor dominiert, während die Verbräuche für Beleuchtung, Klima, Lüftung und Haustechnik durch den Dienstleistungssektor bestimmt werden. Der Verwendungszweck Unterhaltung, I&K wird etwa zu gleichen Teilen durch die Haushalte und den Dienstleistungssektor bestimmt. Der Verbrauch für die Mobilität fällt definitionsgemäss ausschliesslich im Verkehrssektor an.

Abbildung 0-2: Prozentuale Verteilung der Energieverbräuche des Jahres 2016 für die unterschiedenen Verwendungszwecke auf die Verbrauchssektoren



I&K: Information und Kommunikation

Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2017

In der Sonderauswertung zum Verkehr wird der Energieverbrauch des Verkehrssektors (Mobilität) nach Verkehrsmitteln, Anwendungen und Verkehrszwecken ausgewiesen. Für die Aufteilung des Personenverkehrs nach Verkehrszwecken wurden die Tagesdistanzen nach Verkehrszwecken aus dem „Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2010“ verwendet (BFS/ARE, 2012). Dabei wird aufgrund fehlender Datengrundlage für die Jahre 2010, 2015 und 2016 von identischen Verteilungen auf die Verkehrszwecke ausgegangen.

Im Jahr 2016 lag der Anteil des Personenverkehrs bei 74.0 % des Verkehrssektors und derjenige des Güterverkehrs bei 17.5 %. Knapp 9 % des Verbrauchs können nicht eindeutig auf die Kategorien „Personen“ und „Güter“ zugewiesen werden. Der Personenverkehr wird dominiert vom Strassenverkehr (Anteil 94.1 %; Tabelle 0-2). 43.6 % des Energieverbrauchs des Personenverkehrs entfielen im Jahr 2016 auf den Freizeitverkehr, weitere 23.1 % auf den Arbeitsverkehr. Dem Nutzverkehr werden 14.4 % des Energieverbrauchs des Personenverkehrs zugerechnet und dem Einkaufsverkehr 14.2 %. Die Bereiche Ausbildung und "anderes" sind von untergeordneter Bedeutung.

Tabelle 0-2: Verkehrssektor: Energieverbrauch des Personenverkehrs im Jahr 2016 nach Verkehrszwecken und Verkehrsträgern, in % (ohne Schiffsverkehr)

Verkehrszweck	Strasse	Schiene	Luft	Total
Arbeit	22.9%	31.6%	2.0%	23.1%
Ausbildung	2.7%	12.2%	0.0%	3.1%
Einkauf	14.5%	9.1%	5.0%	14.2%
Nutzverkehr	14.5%	5.4%	56.0%	14.4%
Freizeit	43.9%	39.0%	37.0%	43.6%
Anderes	1.5%	2.7%	0.0%	1.6%
Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
Anteil der Verkehrsträger	94.1%	5.0%	0.9%	100.0%

Quelle: Infras 2017, basierend auf BFS/ARE 2012 und 2017

Der Energieverbrauch in Gebäuden umfasst den Verbrauch für Raumwärme, Warmwasser, Lüftung, Klimakälte, Haustechnik und für die Beleuchtung der Gebäude. Mit einem Energieverbrauch von 339.4 PJ im Jahre 2016 hatten die Gebäude einen Anteil von 44.2 % am gesamten inländischen Energieverbrauch von 768.6 PJ. Im Zeitraum 2000 bis 2016 nahm der Energieverbrauch in Gebäuden um 2.9 % ab (Tabelle 0-3). Der Rückgang ist hauptsächlich auf die Reduktion des Raumwärmeverbrauchs zurückzuführen (-13.3 PJ; -5.0 %). Bereinigt um die jährlichen Witterungsschwankungen haben sich im Betrachtungszeitraum der Raumwärmeverbrauch um 9.6 % und der Gesamtverbrauch in Gebäuden um 6.6 % verringert.

Tabelle 0-3: Energieverbrauch in Gebäuden nach Verwendungszwecken in PJ und Anteil am inländischen Endenergieverbrauch in %, 2000 bis 2016

Jahr	Raumwärme	Warmwasser	Lüftung, Klima, HT	Beleuchtung	Gebäude insgesamt	Inland Verbrauch insgesamt	Anteil Gebäude
2000	263.6	45.5	16.9	23.3	349.4	762.8	45.8%
2001	284.3	45.1	17.6	23.5	370.5	785.9	47.1%
2002	263.9	45.2	17.1	23.6	349.8	762.5	45.9%
2003	283.7	45.4	19.0	23.9	371.9	786.3	47.3%
2004	279.2	45.4	17.6	24.2	366.4	783.6	46.8%
2005	287.8	45.5	18.3	24.4	376.0	795.1	47.3%
2006	276.9	45.3	18.6	24.6	365.4	788.2	46.4%
2007	245.7	45.3	17.2	24.9	333.1	758.7	43.9%
2008	270.3	45.7	18.2	25.1	359.3	788.0	45.6%
2009	263.3	45.7	18.5	24.8	352.2	772.2	45.6%
2010	295.3	46.2	19.3	25.0	385.8	815.9	47.3%
2011	227.9	44.4	18.1	24.9	315.3	743.8	42.4%
2012	257.0	45.0	19.0	24.6	345.6	773.6	44.7%
2013	282.2	45.5	19.8	24.3	371.9	802.3	46.3%
2014	211.8	44.1	17.5	24.6	297.9	728.3	40.9%
2015	234.8	44.7	20.0	24.4	324.0	752.3	43.1%
2016	250.3	45.2	19.8	24.1	339.4	768.6	44.2%
Δ '00 – '16	-5.0%	-0.7%	16.8%	3.5%	-2.9%	0.8%	-1.6%- Punkte

HT: Haustechnik, inkl. Hilfsenergie für Anlagen

Quelle: Prognos, TEP, 2017

Résumé

Dans l'analyse ex-post par applications, la demande intérieure d'énergie finale a été ventilée par applications pertinentes. La décomposition de la consommation énergétique s'effectue au moyen de modèles bottom-up. On distingue les applications globales suivantes : chauffage des locaux, eau chaude, chaleur industrielle, éclairage, climatisation, ventilation et installations techniques, médias de divertissement, information et communication, systèmes d'entraînement et processus, mobilité intérieure, ainsi que les « autres applications ». Ces catégories globales 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, de bâtiments et de véhicules 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 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 2016. Les données de consommation ne sont pas exactement calibrées sur la Statistique globale de l'énergie.

La demande énergétique intérieure a augmenté de 5.8 PJ (+0.8 %) entre 2000 et 2016 selon les modèles (Tableau 0-1). Cette hausse est principalement due à la consommation pour la mobilité (+9.9 PJ ; +4.4 %) ainsi que pour les « autres applications » (+5.5 PJ ; +38 %). Les consommations énergétiques liées au chauffage des locaux, à l'eau chaude et à la chaleur industrielle ont quant à elles reculé (respectivement de -13.3 PJ ou -5 %, -0.3 PJ ou -0.7 %, et -2.0 PJ ou -2.1 %).

La consommation énergétique intérieure en 2016 a augmenté de 16.3 PJ (+2.2 %) par rapport à l'année précédente. La cause principale de cette hausse est l'évolution du chauffage des locaux (+15.5 PJ, +6.6 %). Contrairement au recul à long terme du chauffage des locaux, qui est dû au développement de l'efficacité énergétique, l'augmentation à court terme entre 2015 et 2016 s'explique par les conditions météorologiques. Avec 3'281 degrés-jours de chauffage, l'année 2016 était plus froide que l'année 2015 (3'075 degrés-jours de chauffage ; +6.7 %). L'éclairage et les systèmes d'entraînement et processus accusent le recul le plus important de consommation en 2016 (respectivement -0.3 PJ ou -1.3 % et -0.7 PJ ou -1.0 %).

Tableau 0-1 : Consommation d'énergie finale par applications entre 2000 et 2016, en PJ

Application	2000	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Δ '00-'16
Chauffage des locaux	263.6	227.9	257.0	282.2	211.8	234.8	250.3	-5.0%
Eau chaude	45.5	44.4	45.0	45.5	44.1	44.7	45.2	-0.7%
Chaleur industrielle	95.0	96.5	94.7	95.3	94.6	92.6	93.0	-2.1%
Eclairage	25.0	26.5	26.1	25.8	26.0	25.9	25.5	+2.1%
Climatisation, ventilation et installations techniques	17.9	19.3	20.2	21.1	18.9	21.4	21.2	+18.5%
Médias de divertissement, I&C	8.7	10.4	10.3	10.2	10.0	9.9	9.7	+11.7%
Systèmes d'entraînement, processus	68.1	72.2	71.8	71.6	71.3	70.0	69.3	+1.8%
Mobilité intérieure	224.6	228.7	229.9	231.4	232.3	233.4	234.5	+4.4%
Autres	14.4	18.0	18.4	19.1	19.2	19.5	19.8	+38.0%
Consommation intérieure d'énergie finale (hors conduites)	762.8	743.8	773.6	802.3	728.3	752.3	768.6	+0.8%
Tourisme à la pompe	11.0	11.9	11.9	13.1	12.3	3.9	3.7	-66.7%
Trafic aérien international	64.0	62.1	63.5	64.2	64.5	66.9	70.2	+9.8%
Consommation d'énergie finale totale	837.8	817.8	849.1	879.7	805.1	823.1	842.5	+0.6%

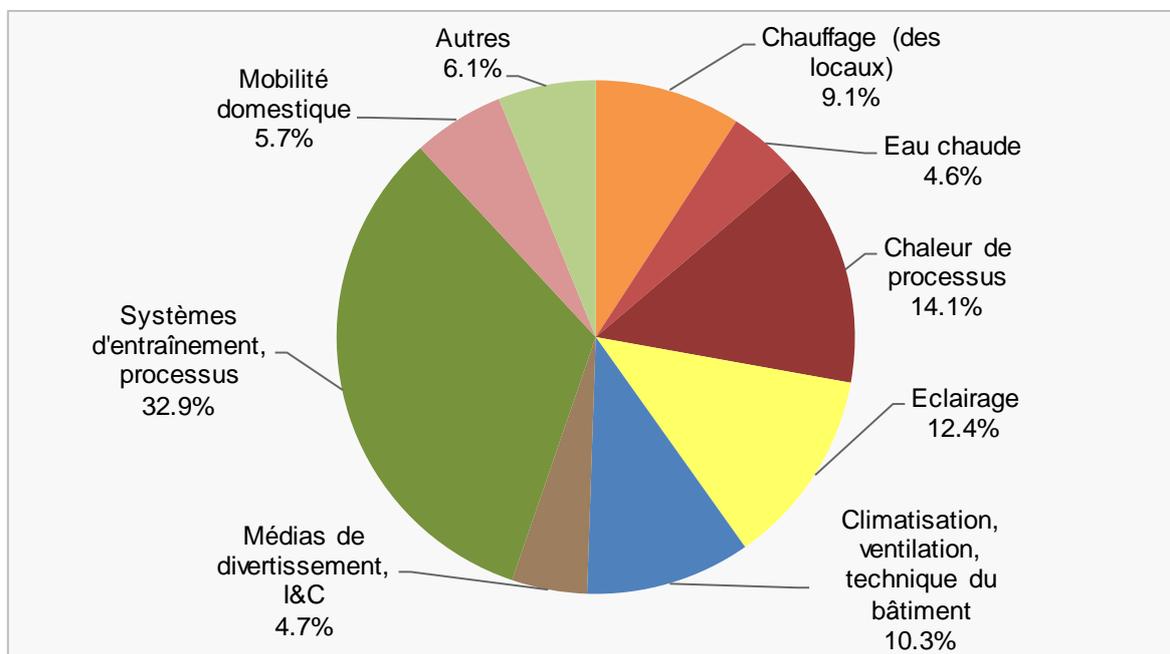
I&C : Information et communication

Source : Prognos, TEP, Infras 2017

En 2016, la consommation totale domestique a été dominée par le chauffage des locaux (32.6 %) et la mobilité (30.5 %). La chaleur industrielle (12.1 %) ainsi que les systèmes d'entraînement et les processus (9.0 %) représentent aussi une part significative de la consommation totale. Dans la période allant de 2000 à 2016, la part du chauffage des locaux dans la consommation intérieure d'énergie finale a reculé de 2.0 points de pourcentage, celle de la mobilité a augmenté de 1.1 points de pourcentage. Les parts des autres applications n'ont pas évolué de manière significative entre 2000 et 2016 (< 1 point de pourcentage).

Plus de 90 % des combustibles et carburants ont été consommés pour le chauffage des locaux (41.2 %), la mobilité (39.6 %) et la chaleur industrielle (11.4 %). La consommation électrique est, comparée à celle des combustibles et carburants, répartie uniformément entre les différentes applications (Figure 0-1). Les systèmes d'entraînement électriques et les processus sont les plus gros consommateurs d'électricité (32.9 %). Suivent ensuite la chaleur industrielle (14.1 %), l'éclairage (12.4 %) ainsi que la climatisation, ventilation et installations techniques (10.3 %). La part du chauffage des locaux s'élève à 9.1 %. Les autres applications consomment chacune environ 5 % de l'électricité. Les parts varient peu entre 2000 et 2016.

Figure 0-1 : Part en pourcentage des applications dans la consommation électrique en 2016

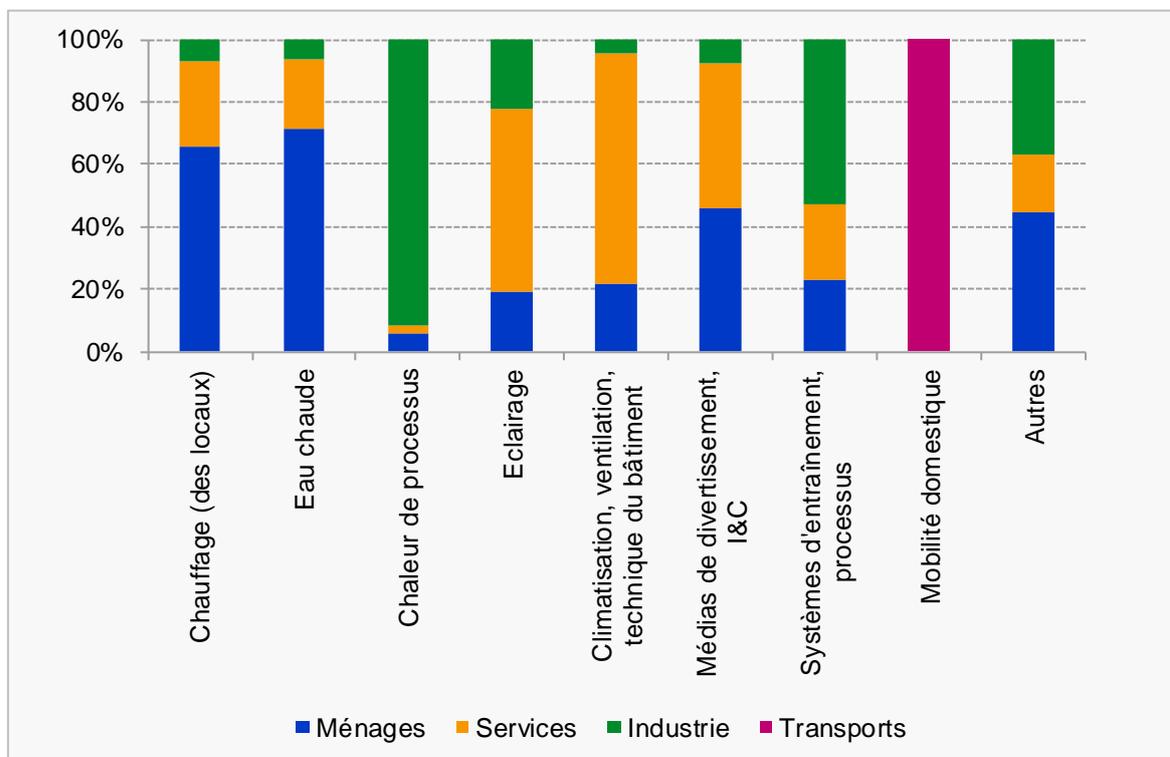


I&C : Information et communication

Source : Prognos, TEP, Infrac 2017

Les consommations pour le chauffage des locaux et l'eau chaude sont principalement concentrées dans le secteur des ménages (Figure 0-2). L'énergie nécessaire pour la chaleur industrielle, les systèmes d'entraînement et les processus (processus mécaniques) est consommée avant tout dans le secteur industriel, tandis que celle utilisée pour l'éclairage, la climatisation, ventilation et installations techniques est consommée essentiellement dans le secteur des services. La consommation énergétique des médias de divertissement et I&C se répartie de manière à peu près égale entre les ménages et les services. La consommation liée à la mobilité est imputée par définition uniquement au secteur des transports.

Figure 0-2 : Part en pourcentage des consommations énergétiques des diverses applications dans les secteurs en 2016



I&C : Information et communication

Source : Prognos, TEP, Infras 2017

Dans l'analyse spécifique du secteur des transports, la consommation énergétique du transport (mobilité) a été détaillée par moyen de transport, application et finalité du déplacement. Pour la décomposition du transport de personnes en fonction de la finalité du déplacement, les distances journalières par finalité publiées dans le « Microrecensement mobilité et transports 2010 » (OFS/ARE, 2012) ont été utilisées. En raison du manque de données pour les années 2010, 2015 et 2016, il a été supposé une répartition identique des finalités du déplacement.

En 2016, le transport des personnes représentait 74.0 % de la consommation dans le secteur des transports, et le trafic de marchandises 17.5 %. Presque 9 % de la consommation ne peut pas être attribuée de manière univoque aux catégories « personnes » ou « marchandises ». Le transport des personnes domine le trafic routier (94.1 % ; Tableau 0-2). 43.6 % de la consommation énergétique du transport des personnes en 2016 est liée aux loisirs, 23.1 % au travail. La circulation des utilitaires consomme 14.4 % de l'énergie liée au transport des personnes, et les déplacements liés aux achats 14.2 %. Les parts des transports liés à l'éducation et aux « autres activités » sont négligeables.

Tableau 0-2 : Secteur des transports : consommation énergétique du transport des personnes par finalité et mode de transport en 2016, en % (hors transport fluvial)

	Route	Voie ferrée	Air	Total
Travail	22.9%	31.6%	2.0%	23.1%
Education	2.7%	12.2%	0.0%	3.1%
Achats	14.5%	9.1%	5.0%	14.2%
Utilitaires	14.5%	5.4%	56.0%	14.4%
Loisirs	43.9%	39.0%	37.0%	43.6%
Autres activités	1.5%	2.7%	0.0%	1.6%
Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
Part des modes de transport	94.1%	5.0%	0.9%	100.0%

Source : Infras 2017, à partir de OFS/ARE 2012 et 2017

La consommation énergétique des bâtiments englobe les consommations engendrées pour le chauffage des locaux, l'eau chaude, la ventilation, la climatisation, les installations techniques et l'éclairage des bâtiments. Avec une consommation énergétique de 339.4 PJ en 2016, les bâtiments représentaient 44.2 % de la consommation énergétique totale intérieure (768.6 PJ). Entre 2000 et 2016, la consommation énergétique des bâtiments a reculé de 2.9 %. Le recul est essentiellement dû à la réduction de la consommation pour le chauffage des locaux (-13.3 PJ ; -5.0 %). Corrigée des conditions météorologiques, la consommation pour le chauffage des locaux a diminué de 9.6 % et la consommation totale des bâtiments de 6.6 % sur la période d'observation.

Tableau 0-3 : Consommation énergétique dans les bâtiments en fonction des applications en PJ et part dans la consommation d'énergie finale intérieure en %, 2000 à 2016

Année	Chauffage des locaux	Eau chaude	Vent., clim., inst. techn.	Eclairage	Total bâtiments	Consommation domestique totale	Part des bâtiments
2000	263.6	45.5	16.9	23.3	349.4	762.8	45.8%
2001	284.3	45.1	17.6	23.5	370.5	785.9	47.1%
2002	263.9	45.2	17.1	23.6	349.8	762.5	45.9%
2003	283.7	45.4	19.0	23.9	371.9	786.3	47.3%
2004	279.2	45.4	17.6	24.2	366.4	783.6	46.8%
2005	287.8	45.5	18.3	24.4	376.0	795.1	47.3%
2006	276.9	45.3	18.6	24.6	365.4	788.2	46.4%
2007	245.7	45.3	17.2	24.9	333.1	758.7	43.9%
2008	270.3	45.7	18.2	25.1	359.3	788.0	45.6%
2009	263.3	45.7	18.5	24.8	352.2	772.2	45.6%
2010	295.3	46.2	19.3	25.0	385.8	815.9	47.3%
2011	227.9	44.4	18.1	24.9	315.3	743.8	42.4%
2012	257.0	45.0	19.0	24.6	345.6	773.6	44.7%
2013	282.2	45.5	19.8	24.3	371.9	802.3	46.3%
2014	211.8	44.1	17.5	24.6	297.9	728.3	40.9%
2015	234.8	44.7	20.0	24.4	324.0	752.3	43.1%
2016	250.3	45.2	19.8	24.1	339.4	768.6	44.2%
Δ '00 – '16	-5.0%	-0.7%	16.8%	3.5%	-2.9%	0.8%	-1.6%-p

Vent., clim., inst. techn.: ventilation, climatisation, installations techniques (y compris énergie auxiliaire pour les installations)

Source : Prognos, TEP, 2017

1 Hintergrund und Aufgabenstellung

Seit Anfang der neunziger Jahre werden im Auftrag des Bundesamtes für Energie (BFE) periodisch Analysen der Veränderungen des Energieverbrauchs durchgeführt. Die ursprüngliche Ex-Post-Analyse hatte hierbei die Aufgabe, die verschiedenen Ursachenkomplexe der Energieverbrauchsentwicklung nach Energieträgern und Sektoren herauszuarbeiten. Dabei wurden Faktoren wie Witterung, Wirtschaftswachstum, Bevölkerungsentwicklung, Produktionsmengen, Energiebezugsflächen, Energiepreise, technischer Fortschritt und politische Massnahmen berücksichtigt. Für die sektoralen Ex-Post-Analysen wurden in den Sektoren Haushalte, Dienstleistungen, Industrie und Verkehr mehr oder weniger stark disaggregierte Bottom-up-Modelle genutzt, welche ursprünglich im Rahmen der Energieperspektiven für das BFE entwickelt wurden. Seither wurden die Modelle z.T. als Investitionen der Unternehmen ständig weiterentwickelt, aktualisiert und mit vertieften Datengrundlagen versehen. Aufgrund einer Verschiebung und Erweiterung der Prioritäten des BFE wird seit 2007 zusätzlich zur herkömmlichen Ex-Post-Analyse nach Bestimmungsfaktoren auch eine Analyse nach Verwendungszwecken durchgeführt. Die beiden Analysen werden mit denselben Sektormodellen durchgeführt, jedoch in eigenständigen Berichten dokumentiert. Der vorliegende Bericht fasst die Resultate der Analyse nach Verwendungszwecken zusammen.

Die Zielsetzung der vorliegenden Arbeit besteht in der Aufteilung des inländischen Gesamtenergieverbrauchs nach aussagekräftigen Verwendungszwecken. Auf Ebene der Verbrauchssektoren werden innerhalb dieser übergeordneten Verwendungszwecke weitere Aufteilungen vorgenommen. Dies erlaubt auf möglichst disaggregierter Ebene das Zusammenwirken von Mengenkomponten und spezifischen Verbrauchskomponenten sichtbar werden zu lassen. Dazu werden die Bestände von Anlagen, Gebäuden, Fahrzeugen, elektrischen Geräten sowie die industriellen Produktionsprozesse möglichst detailliert erfasst. Anschliessend wird mittels der sektoralen Bottom-up-Modelle eine funktionale Beziehung zu den Verbrauchsdaten der Gesamtenergiestatistik (GEST) hergestellt. Mit anderen Worten, der in der Gesamtenergiestatistik ausgewiesene Endenergieverbrauch wird modellbasiert nach Verwendungszwecken gegliedert.

Die Ergebnisse werden in Form von Zeitreihen von 2000 bis 2016 präsentiert und nach Energieträgern unterschieden, wo dies machbar war. Die verwendeten Bottom-up-Modelle sind grundsätzlich identisch mit den für die Energieperspektiven genutzten Modellen. An einzelnen Stellen haben die Modelle Aktualisierungen und entsprechende Neukalibrierungen erfahren, woraus sich geringfügige Abweichungen von den Ergebnissen der letzten Jahre ergeben.

Die Ex-Post-Analyse des schweizerischen Energieverbrauchs der Jahre 2000 bis 2016 wurde durch eine Arbeitsgemeinschaft bestehend aus Prognos AG (Private Haushalte, Industrie, Koordination), TEP Energy GmbH (Dienstleistungen und Landwirtschaft) sowie Infras AG (Verkehr) durchgeführt.

Der Bericht ist folgendermassen aufgebaut: Kapitel 2 gibt einen Überblick über die Entwicklung des Endenergieverbrauchs gemäss der Gesamtenergiestatistik und der wichtigsten Einflussfaktoren im Zeitraum 2000 bis 2016. In Kapitel 3 folgt die Analyse des Energieverbrauchs nach Verwendungszwecken auf der aggregierten Ebene des Gesamtenergieverbrauchs. Anschliessend wird in Kapitel 4 die Entwicklung des Energieverbrauchs nach Verwendungszwecken auf und innerhalb der Ebene der Verbrauchssektoren Private Haushalte, Dienstleistungen und Landwirtschaft, Industrie und Verkehr beschrieben. Kapitel 4 enthält zudem zwei Sonderauswertungen: eine zu Verkehrsmitteln und Verkehrszwecken und eine zum Energieverbrauch in Gebäuden.

2 Statistische Ausgangslage

2.1 Energieverbrauch 2000 bis 2016

Der Gesamtenergieverbrauch der Schweiz ist 2016 gegenüber dem Vorjahr um 1.9 % auf 854.3 PJ gestiegen (Tabelle 2-1). Im Vergleich zum Jahr 2000 hat der Verbrauch um 7.3 PJ zugenommen (+0.9 %). Die Gesamtveränderung verteilt sich wie folgt auf die einzelnen Energieträger und Energieträgergruppen:

Der Einsatz von Elektrizität hat im Zeitraum 2000 bis 2016 um 21.2 PJ (+11.2 %) zugenommen. Gegenüber dem Vorjahr 2015 hat sich der Elektrizitätsverbrauch nicht wesentlich verändert (+0.03 PJ). Der Anteil des Stromverbrauchs am Gesamtverbrauch belief sich im Jahr 2016 auf 24.5 % (2000: 22.3 %).

Tabelle 2-1: *Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern von 2000 bis 2016, in PJ*

Energieträger	2000	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Δ '00-'16
Elektrizität	188.5	211.0	212.3	213.6	206.9	209.7	209.7	+11.2%
Erdölbrennstoffe	208.4	150.9	161.1	168.5	127.5	133.9	137.2	-34.2%
Heizöl	196.3	144.0	154.3	162.6	122.4	129.3	132.3	-32.6%
übrige Erdölbrennstoffe ¹	12.2	6.9	6.9	5.9	5.2	4.6	4.9	-59.7%
Erdgas ²	93.2	104.2	114.3	120.8	107.1	112.9	117.2	+25.8%
Kohle und Koks	5.8	5.7	5.2	5.6	5.7	5.2	4.8	-17.0%
Fernwärme	13.2	15.9	16.9	17.9	16.3	18.5	19.6	+48.7%
Holz	27.7	33.4	36.8	40.4	34.4	36.7	39.5	+42.4%
übrige erneuerbare Energien ³	6.3	14.2	16.3	17.9	17.5	20.6	23.7	+274.2%
Müll / Industrieabfälle	10.4	10.5	10.3	10.4	11.8	10.2	10.8	+3.4%
Treibstoffe	293.4	296.6	299.9	299.8	298.3	290.5	291.8	-0.5%
Benzin	169.3	129.5	125.0	119.3	114.5	106.1	102.7	-39.3%
Diesel	56.0	101.4	107.6	112.4	115.2	113.7	114.9	+105.2%
Flugtreibstoffe	68.1	65.7	67.3	68.1	68.6	70.8	74.2	+8.9%
Total Endenergieverbrauch	847.0	842.3	873.1	894.7	825.5	838.2	854.3	+0.9%

¹⁾ inkl. Heizöl Mittel und Schwer

Quelle: BFE 2017 a

²⁾ inkl. gasförmiger Treibstoffe

³⁾ erneuerbare Energien: Sonne, Umweltwärme, Biogas, Biotreibstoffe

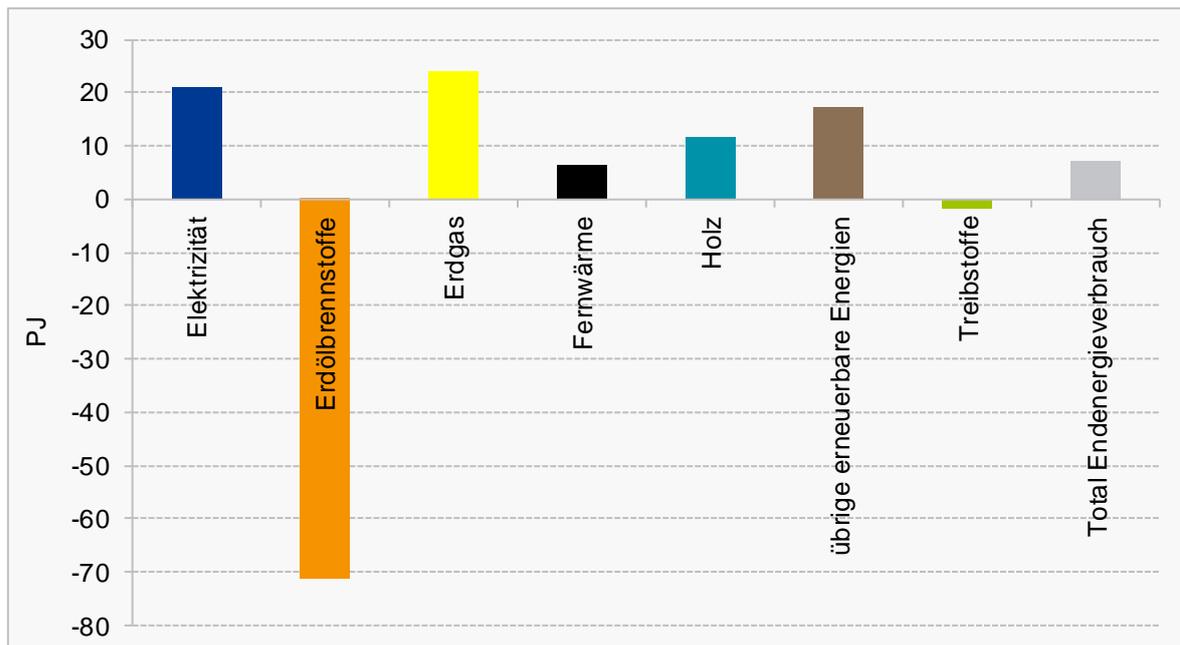
Der Verbrauch von Erdölbrennstoffen (vorwiegend Heizöl) und Erdgas wird erheblich von den jährlichen Witterungsschwankungen beeinflusst. Der Verbrauch an Erdölbrennstoffen hat im Jahr 2016 gegenüber dem Vorjahr 2015 um 3.3 PJ zugenommen (+2.5 %). Betrachtet über den Zeitraum 2000 bis 2016 ging der Verbrauch jedoch um 71.2 PJ zurück (-34.2 %). Damit sind die

Erdölbrennstoffe die einzige Energieträgergruppe, deren Verbrauch sich gegenüber dem Jahr 2000 wesentlich verringert hat.

Die Verwendung von Erdgas wurde im Zeitraum 2000 bis 2016 um 24.1 PJ ausgeweitet (+25.8 %). Gegenüber dem Vorjahr 2015 stieg der Verbrauch von Erdgas um 4.3 PJ an (+3.8 %). Es wird darauf hingewiesen, dass der Verbrauch an Compressed Natural Gas (CNG) und Flüssiggas, welche als Treibstoff im Verkehrssektor eingesetzt werden, in der Gesamtenergiestatik ebenfalls unter Erdgas berücksichtigt sind. Der Verbrauch an Gas als Treibstoff stieg im Zeitraum 2000 bis 2016 von weniger als 0.1 PJ auf rund 0.6 PJ.

Der Kohle- und Koksverbrauch hat im Zeitraum 2000 bis 2016 um 1 PJ abgenommen (-17.0 %). Die Nutzung von Fernwärme hat sich über den gesamten Betrachtungszeitraum beinahe verdoppelt (+48.7 %; +6.4 PJ). Gegenüber dem Vorjahr 2015 stieg der Fernwärmeverbrauch um 1.2 PJ (+6.2 %).

Abbildung 2-1: Veränderung des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern zwischen 2000 und 2016, in PJ



Quelle: BFE 2017 a, eigene Darstellung

Der Verbrauch an Holzenergie hat sich zwischen 2000 und 2016 um 11.8 PJ erhöht (+42.4%). Gegenüber dem Vorjahr 2015 stieg der Verbrauch um 2.8 PJ (+7.6 %). Der Verbrauch der übrigen Erneuerbaren nahm gegenüber dem Vorjahr 2015 um 3.1 PJ zu (+15.1 %; gegenüber 2000: +17.4 PJ; +274 %). Der energetische Einsatz von Industrieabfällen hat sich zwischen 2000 und 2016 um 0.4 PJ erhöht (+3.4 %).

Beim Absatz der konventionellen Treibstoffe zeigt sich im Zeitraum 2000 bis 2016 ein Rückgang um 1.6 PJ (-0.5 %). Der Rückgang des Treibstoffabsatzes verlief nicht kontinuierlich. In den Jahren 2000 bis 2004 nahm der Absatz um rund 6 % ab, zwischen 2005 bis 2012 stieg er an, mit Ausnahme des Jahres 2009. Die einzelnen Treibstoffe zeigen unterschiedliche Entwicklungstrends. Der Benzinabsatz ist kontinuierlich gesunken. Demgegenüber stieg der Dieselabsatz in jedem Jahr an (Ausnahme 2014/2015). Der Absatz an Flugtreibstoffen lag im Jahr 2016 mit 74.2 PJ um 8.9 % über dem Verbrauchsniveau des Jahres 2000 (+6.1 PJ). Im Jahr 2004 hatte der Absatz an Flugtreibstoffen lediglich 50.5 PJ betragen. Bei den konventionellen Treibstoffen nicht berücksichtigt sind die Biotreibstoffe und die gasförmigen Treibstoffe, welche bei dieser Betrachtung unter den übrigen erneuerbaren Energien, respektive unter Erdgas verbucht sind. Der Absatz von Biotreibstoffen und gasförmigen Treibstoffen erhöhte sich im Betrachtungszeitraum 2000 bis 2016 von 0.1 PJ auf rund 4.2 PJ.

Tabelle 2-2: Veränderung des Endenergieverbrauchs zwischen 2000 und 2016 nach Sektoren, in PJ

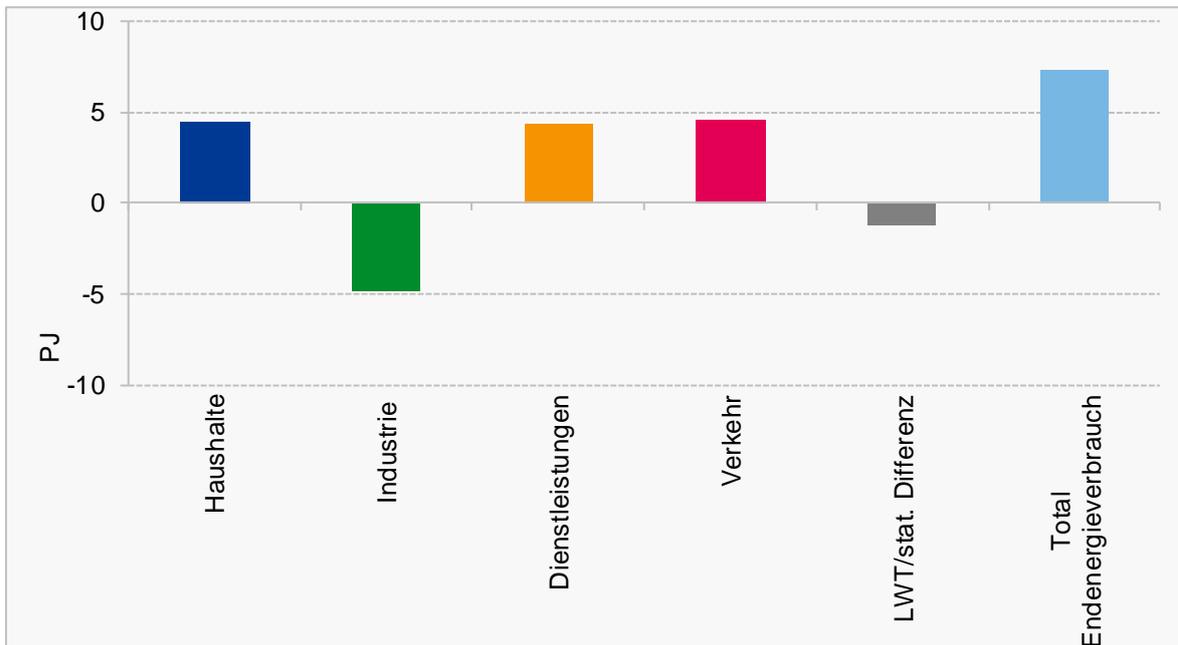
Sektoren	2000	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Δ '00-'16
Haushalte	236.2	225.6	244.1	258.8	218.7	232.2	240.7	+1.9%
Industrie	160.6	162.3	163.2	164.5	157.0	154.6	155.8	-3.0%
Dienstleistungen	137.6	135.4	143.5	149.8	130.8	138.2	142.0	+3.2%
Verkehr	303.3	309.6	313.0	312.7	311.7	305.3	307.8	+1.5%
stat. Differenz inkl. Landwirtschaft	9.2	9.4	9.3	9.0	7.4	7.9	7.9	-13.8%
Total Endenergieverbrauch	847.0	842.3	873.1	894.7	825.5	838.2	854.3	+0.9%

Quelle: BFE 2017 a

Die Aufteilung des Energieverbrauchs nach Verbrauchssektoren ist in Tabelle 2-2 dargestellt. Im Betrachtungszeitraum 2000 bis 2016 nahm der Energieverbrauch zu in den Sektoren private Haushalte (+4.5 PJ; +1.9 %), Dienstleistungen (+4.4 PJ; +3.2%) und Verkehr (+4.6 PJ; +1.5 %). Im Industriesektor verringerte sich der Verbrauch um 4.8 PJ (-3.0%). Der Verkehrssektor verbleibt jener Sektor, in dem am meisten Energie verbraucht wird.¹ Im Jahr 2016 belief sich der Anteil des Verkehrssektors am Gesamtverbrauch auf 36.0 %. Die Anteile der einzelnen Sektoren am Gesamtverbrauch haben sich seit Beginn des Betrachtungszeitraumes im Jahr 2000 nur wenig verschoben (<1%-Punkt).

¹ Der Absatz an den internationalen Flugverkehr ist dabei mitberücksichtigt.

Abbildung 2-2: Veränderung des Endenergieverbrauchs zwischen 2000 und 2016 nach Sektoren, in PJ



LWT: Landwirtschaft

Quelle: BFE 2017 a, eigene Darstellung

2.2 Rahmenbedingungen

Für die Analyse und das Verständnis der Veränderung des Energieverbrauchs ist die Entwicklung der Rahmenbedingungen von ausschlaggebender Bedeutung. Beispielsweise sind die Witterungsbedingungen (Wärme- und Kältenachfrage) entscheidend für das Verständnis von Energieverbrauchsschwankungen in aufeinander folgenden Jahren. In der Langfristbetrachtung verlieren die Witterungsschwankungen an Bedeutung, demgegenüber treten die Mengenkomponten (z.B. Produktion, Bevölkerung) in den Vordergrund. Viele dieser exogenen Einflussfaktoren weisen in ihrer jährlichen Entwicklung nur geringe Veränderungsdaten auf, aber in der Summe über das betrachtete Zeitintervall beeinflussen sie den Energieverbrauch. Folglich besteht eine Gewichtsverlagerung in der Bedeutung der einzelnen Einflussfaktoren in Abhängigkeit vom betrachteten Zeitraum. Die Korrelationen zwischen den verschiedenen Verwendungszwecken und Rahmendaten sind unterschiedlich. Während der Raumwärmeverbrauch beispielsweise sehr stark von der Witterung abhängt, werden der Verbrauch an Prozesswärme stark durch die Wirtschaftsentwicklung und derjenige der Elektrogeräte von der Bevölkerungsentwicklung beeinflusst. In Tabelle 2-3 ist die Entwicklung der wichtigsten Einflussfaktoren für die Jahre 2000 bis 2016 zusammengefasst.

- Die Witterungsbedingungen sind als Kurzfristedeterminante von herausragender Bedeutung. Im Vergleich zum langjährigen Durchschnitt der Jahre 1970 bis 1992 mit 3'588 Heizgradtagen (HGT) war es in den meisten Jahren des Zeitraums 2000 bis 2016 deutlich wärmer.² Einzig im Jahr 2010 fielen in etwa gleich viele HGT an wie im Mittel der langfristigen Referenzperiode. Mit 3'586 HGT war das Jahr 2010 das kühlfte Jahr im Betrachtungszeitraum, die Zahl der HGT lag um rund 11 % über dem Mittel der Periode 2000 bis 2016. Das wärmste Jahr im Betrachtungszeitraum war das Jahr 2014 mit 2'782 HGT. Mit 3'281 HGT war das Jahr 2016 leicht kühler als das Mittel der Jahre 2000 bis 2016 mit 3'234 HGT (+1.5 %). Die Sommermonate waren in 2016 ebenfalls leicht wärmer als im Durchschnitt des Betrachtungszeitraums. Die Zahl der Kühlgradtage lag in 2016 mit 167 um 6.5 % über dem Mittelwert der Jahre 2000 bis 2016. Eine besonders hohe Anzahl CDD trat im Jahre 2003 auf („Hitzesommer“ mit 346 CDD)³.
- Die mittlere Bevölkerung hat stetig zugenommen, durchschnittlich um rund 0.9 % pro Jahr. Für den Zeitraum 2000 bis 2016 ergibt sich eine Zunahme um 15.7 %. Der Anstieg der Bevölkerung wirkt sich unter anderem auf den Wohnungsbestand und auf die Energiebezugsflächen (EBF) aus. Diese beiden Grössen haben zwischen 2000 und 2016 mit 19.0 %, bzw. 22.6 % prozentual stärker zugenommen als die Wohnbevölkerung. Noch grösser war die Zunahme der Wohnfläche (Energiebezugsfläche +27.8 %), woraus sich eine fortschreitende Zunahme der Wohnfläche pro Kopf ableiten lässt. Diese erhöhte sich von 57.5 m² EBF in 2000 auf 63.5 m² EBF in 2016 (+10.4 %; inkl. der Wohnflächen in Zweit- und Ferienwohnungen).

2 Beim Bereinigungsverfahren mit Gradtagen und Strahlung von Prognos wird der Referenzzeitraum 1984/2002 verwendet. Die durchschnittliche Anzahl HGT in diesem Referenzzeitraum beträgt 3'407 HGT. Im Betrachtungszeitraum 2000 bis 2016 liegen einzig die Jahre 2005, 2010 und 2013 über diesem Referenzwert.

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

Tabelle 2-3: Entwicklung wichtiger Bestimmungsfaktoren des Energieverbrauchs in den Jahren 2000 bis 2016

	Einheit	2000	2011	2012	2013	2014	2015	2016
1. Allg. Bestimmungsfaktoren								
Heizgradtage (a)		3'081	2'938	3'281	3'471	2'782	3'075	3'281
Cooling Degree Days (f)		115	128	148	167	83	263	167
Bevölkerung (1) (b)	Tsd	7'235	7'912	7'997	8'089	8'189	8'282	8'372
BIP real, Preise 2016 (c)	Mrd. CHF	496	607	613	624	636	642	650
Landesindex der Konsumentenpreise (b)	Basis 2016	93.8	102.5	101.8	101.6	101.6	100.4	100.0
Gesamtwohnungsbestand (e,f)	Tsd	3'569	4'003	4'046	4'096	4'144	4'196	4'249
Energiebezugsflächen								
- insgesamt (d,f)	Mio. m ²	639	735	744	754	764	773	783
- Wohnungen (f)	Mio. m ²	416	494	501	509	516	524	532
- Dienstleistungen (d)	Mio. m ²	140	153	155	156	158	159	160
- Industrie (d)	Mio. m ²	83	88	88	89	90	90	91
Motorfahrzeugbestand (2) (b)	Mio.	4.58	5.48	5.61	5.69	5.78	5.89	5.98
Personenwagen (b)	Mio.	3.55	4.16	4.25	4.32	4.38	4.46	4.52
2. Energiepreise								
(real, Preisbasis 2016)								
a) Konsumentenpreise (3) (b)								
Heizöl EL (3000-6000l)	CHF/100l	54.2	95.6	102.1	98.9	97.4	73.9	70.0
Elektrizität	Rp./kWh	19.6	19.3	18.8	18.6	18.8	19.7	20.0
Erdgas	Rp./kWh	6.4	9.3	9.8	9.9	10.1	9.6	9.6
Holz	CHF/Ster	44.4	54.0	53.5	54.8	55.1	52.4	50.3
Fernwärme	CHF/GJ	16.3	21.8	22.4	22.6	23.2	22.7	22.2
Benzin	CHF/l	1.49	1.69	1.78	1.74	1.69	1.48	1.41
Diesel	CHF/l	1.53	1.81	1.90	1.86	1.79	1.54	1.45
b) Produzenten-/Importpreise (4) (a)								
Heizöl EL (5)	CHF/100l	40.3	83.5	90.7	86.8	81.2	57.9	45.9
Elektrizität	Rp./kWh	17.7	16.0	16.2	16.1	16.4	17.6	17.9
Erdgas	Rp./kWh	4.2	6.9	7.5	7.4	7.7	7.6	7.5
Diesel	CHF/l	1.19	1.61	1.74	1.65	1.52	1.08	0.84

(1) mittlere Wohnbevölkerung, ohne Saisonarbeiter

(2) total Fahrzeuge, ohne Anhänger

(3) inklusive MwSt.

(4) ohne MwSt.

(5) gewichteter Durchschnitt der Preise ab Raffinerie und franko Grenze zuzüglich Carbur-Gebühr

Quellen:

(a) Gesamtenergiestatistik

(b) BFS

(c) seco

(d) Wüest & Partner

(e) Gebäude- und Wohnungszählung

(f) eigene Berechnungen

- Die Wirtschaftsleistung, gemessen am BIP, ist im Betrachtungszeitraum 2000 bis 2016 um 31.2 % gewachsen, wobei der Zuwachs vorwiegend in den Jahren 2004 bis 2008 und in den Jahren 2010 bis 2016 stattfand. Im Jahr 2009 sank das BIP gegenüber dem Vorjahr um 2.1 %, in den Jahren ab 2010 erholte sich die Wirtschaft. Das BIP stieg im Mittel der Jahre 2000 bis 2016 um 1.7 % p.a. an (2016 +1.3 %). Das reale BIP pro Kopf (zu Preisen des Jahres 2016) lag 2016 mit 77.6 Tsd. CHF um 13.3 % höher als im Jahr 2000 (68.5 Tsd. CHF).
- Der Motorfahrzeugbestand und die Verkehrsleistung, für welche die Entwicklung der Wohnbevölkerung ebenfalls eine wichtige Rolle spielt, sind zentrale Treiber für die Veränderung des Treibstoffverbrauchs. Die Anzahl der Personenwagen, aber auch die Anzahl der Motorfahrzeuge insgesamt, nahmen während des Betrachtungszeitraums kontinuierlich zu. Im Zeitraum 2000 bis 2009 waren die Zuwachsraten tendenziell rückläufig, seit dem Jahr 2010 sind sie wieder grösser. Insgesamt hat der Bestand an Motorfahrzeugen im Zeitraum 2000 bis 2016 um 30.4 % zugenommen, was einer durchschnittlichen jährlichen Zuwachsrate von 1.7 % entspricht. Im gleichen Zeitraum hat sich der Bestand an Personenwagen um 27.5 % vergrössert (mittlere Zuwachsrate 1.5 % p.a.).
Die Verkehrsleistung des Personenverkehrs hat im Zeitraum 2000 bis 2015, ausgedrückt in Personenkilometern, um 27.3 % zugenommen. Die Werte für das Jahr 2016 sind zurzeit noch nicht publiziert.
Die Güterverkehrsleistung des Schienenverkehrs hat gemäss den Zahlen des BFS im Jahr 2016 zugenommen und lag um 0.9 % über der Verkehrsleistung im Vorjahr (+9 % ggü. 2000; in Millionen Netto-Tonnenkilometern). Für die Strasse liegen die Werte bis ins Jahr 2015 vor. Gegenüber dem Jahr 2000 hat die Güterverkehrsleistung der Strasse um 26.4 % zugenommen (+1.9 % ggü. 2014).
- Die realen Konsumentenpreise der einzelnen Energieträger entwickelten sich in den Jahren 2000 bis 2016 unterschiedlich. Der Preis für Heizöl hatte sich zwischenzeitlich sehr stark erhöht. Im Jahr 2008 lag der Preis annähernd 100% über dem Preis im Jahr 2000. Mitte 2014 begann er deutlich zu sinken, in 2016 war er noch 29.2 % höher als im Jahre 2000. 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 (OPEC-Preiskorb). Deutlich gestiegen sind im Betrachtungszeitraum 2000 bis 2016 die Konsumentenpreise für Erdgas (+50.4 %) und Fernwärme (+36.1 %). Der Strompreis für Haushaltskunden hat sich im Zeitraum 2000 bis 2016 nur wenig verändert (+2.1 %), die Preise für Treibstoffe sind leicht gesunken: Benzin -5.5 %, Diesel -5.5 %. Beim Vergleich der kurzfristigen Preisentwicklung zeigt sich, dass gegenüber dem Vorjahr 2015 einzig der

Strompreis gestiegen ist (+1.5 %). Weiter abgenommen haben die Preise der Energieträger auf Basis von Öl: Heizöl -5.3 %, Benzin -5.0 % und Diesel -6.1 %.

- Bei den Konsumentenpreisen dämpfen in der Regel die bestehenden höheren Abgaben und Steuern die prozentualen Änderungen der Energiepreise. Für Produzenten und Importeure ergaben sich entsprechend leicht abweichende Preisbewegungen im Zeitraum 2000-2016: Heizöl +14.1 %, Erdgas +78.5 %, Elektrizität +0.7 %, Diesel -28.9 %.

- Die Basis für die energiepolitischen Regelungen sind das Energiegesetz (EnG), das Elektrizitätsgesetz (EleG) sowie das CO₂-Gesetz. Diese Gesetze bilden die Rechtsgrundlage für gesetzliche Massnahmen, Vorschriften, Förderprogramme sowie für freiwillige Massnahmen im Rahmen von *Energie-Schweiz* oder auch für die CO₂-Zielvereinbarungen mit der Wirtschaft und Organisationen.

Die CO₂-Abgabe auf Brennstoffen wurde im Januar 2008 eingeführt, bei einem anfänglichen Abgabesatz von 12 CHF/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). Bereits beschlossen ist eine weitere Erhebung im Jahr 2018 auf 96 CHF/t CO₂ (BAFU, 2017).

Der „Klimarappen“ auf Benzin- und Dieselimporte in der Höhe von 1.5 Rp. pro Liter wurde im Oktober 2005 eingeführt. Im Rahmen der Revision des CO₂-Gesetzes, welche am 1.1.2013 in Kraft trat, wurde der Klimarappen auf Treibstoffe durch eine Kompensationspflicht für Hersteller und Importeure von Treibstoffen abgelöst. Die Kompensationspflicht wird stufenweise angehoben. Bis 2020 erreicht sie 10 % der CO₂-Emissionen, die bei der Verbrennung der Treibstoffe entstehen. Zudem hat die Schweiz per Juli 2012 analog zur EU CO₂-Emissionsvorschriften für neue Personenwagen eingeführt. Die Schweizer Importeure waren verpflichtet, die CO₂-Emissionen der erstmals zum Verkehr in der Schweiz zugelassenen Personenwagen bis 2015 im Durchschnitt auf 130 Gramm pro Kilometer zu senken. Bis ins Jahr 2020 soll der Durchschnitt der Neuwagenflotte auf höchstens 95 Gramm CO₂ Kilometer gesenkt werden. Wenn die CO₂-Emissionen pro Kilometer den Zielwert überschreiten, wird seit dem 1. Juli 2012 eine Sanktion fällig. Die durchschnittlichen CO₂-Emissionen der 327'000 Neuwagen des Jahres 2016 lagen bei rund 134 g CO₂/km. Das Gesamtflottenziel von 130 g CO₂/km, welches bereits im Jahr 2015 hätte erreicht werden sollen, wurde damit wie bereits 2015 erneut überschritten. Der Zielwert von 130 g/km und der sanktionsrelevante Flottenanteil blieben im Jahr 2016 gegenüber 2015 gleich. Die erhobenen Sanktionen belaufen sich auf insgesamt rund 2.4 Mio. Franken (BFE, 2017 f).

Weiter sind in Bezug auf die energiepolitischen Regelungen die zu grossen Teilen per 1. April 2008 in Kraft gesetzte neue Stromversorgungsverordnung (StromVV), die Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKE), die im Jahr 2009 eingeführte kostendeckende Einspeisevergütung (KEV) sowie die ebenfalls im Jahr 2009 eingeführte Strommarktöffnung für Grossverbraucher zu erwähnen. Die im Januar 2015 verabschiedeten neuen Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKE 2014) werden im Verlauf der kommenden Jahre in die kantonalen Energiegesetze aufgenommen. Erst dann werden sie die Energieverbrauchsentwicklung beeinflussen.

Im Jahr 2010 wurde das Gebäudeprogramm der Stiftung Klimarappen durch das nationale „Gebäudeprogramm“ abgelöst. Im Rahmen des „Gebäudeprogramms“ werden energetische Gebäudesanierungen und der Einsatz von erneuerbaren Energien gefördert. Das Programm wird finanziert durch eine Teilzweckbindung der CO₂-Abgabe (jährlich rund 180 Mio. CHF) sowie durch einen Beitrag der Kantone (jährlich 80 - 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.

3 Gesamtagggregation

3.1 Bestimmung der Verwendungszwecke

Eine Verbrauchsanalyse nach Verwendungszwecken veranschaulicht, wie sich der Gesamtenergieverbrauch auf verschiedene "Aktivitäten" verteilt. Bei der vorliegenden Arbeit werden einerseits auf Ebene der Verbrauchssektoren die Verwendungszwecke möglichst detailliert aufgeschlüsselt und der Energieverbrauch einzelner Prozesse, Geräte-, Fahrzeug- oder Gebäudeklassen geschätzt. Grundlage dazu sind sektorale Bottom-up-Modelle, in deren Struktur die verschiedenen Energieverbräuche mit ihren Verwendungszwecken nach Verbrauchseinheiten (z.B. beheizte Flächen, Fahrzeuge) abgebildet sind. Dabei gibt die jeweilige Modellstruktur die maximale Anzahl der unterscheidbaren Verwendungszwecke vor.⁴ Andererseits besteht das Interesse an einer Gesamtagggregation, respektive einer Strukturierung des Gesamtenergieverbrauchs nach übergeordneten Verwendungszwecken, die in mehreren Sektoren von Bedeutung sind. Um den Überblick zu erleichtern, ist dabei eine Begrenzung auf eine überschaubare Anzahl ausgewählter Verwendungszwecke angezeigt.

Für die Auswahl der übergeordneten Verwendungszwecke wird ein pragmatischer Ansatz gewählt. Berücksichtigt werden einerseits Verwendungszwecke, die einen grossen Anteil am Gesamtverbrauch einnehmen, darunter *Raumwärme, Prozesswärme, Mobilität, Prozesse und Antriebe*. Als relevant betrachtet werden zudem Verwendungszwecke, welche zurzeit im gesellschaftlichen Fokus stehen: *Beleuchtung, Information und Kommunikation (I&K)*. Unterschieden wird bei der Gesamtagggregation auch der Verbrauch für *Warmwasser* sowie für *Klima, Lüftung und Haustechnik*. Andere Verwendungszwecke können aufgrund des Aufbaus der Bottom-up-Modelle derzeit nicht berücksichtigt werden. Beispielsweise kann nicht in allen Modellen der Energieverbrauch für die Prozesse Waschen und Trocknen sowie für Kühlen und Gefrieren einzeln ausgewiesen werden. Tabelle 3-1 gibt einen Überblick über die in der Gesamtagggregation ausgewiesenen Verwendungszwecke und deren Verteilung auf die Verbrauchssektoren.

4 Bei Branchen, die durch einzelne grosse Unternehmen dominiert werden, kann der Datenschutz ein weiterer limitierender Faktor sein.

Tabelle 3-1: Liste der bei der Gesamtaggregation berücksichtigten Verwendungszwecke sowie deren Verteilung auf die Verbrauchssektoren

Verwendungszwecke / Sektoren	Private Haushalte	Dienstleistungen / Landwirt.	Industrie	Verkehr
Raumwärme				
Warmwasser				
Prozesswärme				
Beleuchtung				
Klima, Lüftung & Haustechnik				
I&K, inklusive Unterhaltungsmedien				
Antriebe, Prozesse (inkl. Steuerung)				
Mobilität / Traktionsenergie				
sonstige				

I&K: Information und Kommunikation

Quelle: Prognos, TEP, Infras 2017

3.1.1 Abgrenzung der Verwendungszwecke

In der Ex-Post-Analyse nach Verwendungszwecken wird eine Aufteilung des Energieverbrauchs auf Stufe des Endverbrauchs in der Abgrenzung der nationalen Energiebilanz beschrieben. Vor- und nachgelagerte Prozesse sowie indirekte Energieverbräuche (graue Energie) werden nicht berücksichtigt.

Der Verwendungszweck *Raumwärme* beinhaltet sowohl den Energieverbrauch der fest installierten Heizungsanlagen als auch den Verbrauch mobiler Heizanlagen (Elektro-Öfelis). Die Hilfsenergie für die Heiz- und Warmwasseranlagen (Steuerung, Umwälz- und Zirkulationspumpen) wird unter dem Verwendungszweck *Klima, Lüftung und Haustechnik* berücksichtigt. Verbräuche für die elektronische Haushaltsvernetzung, die Antennenverstärker und die Erzeugung von Klimakälte (Raumklimatisierung/Kühlung) werden ebenfalls unter diesem Verwendungszweck eingeordnet. *Prozesswärme* beinhaltet neben dem Wärmeverbrauch für industrielle und gewerbliche Arbeitsprozesse auch den Stromverbrauch für die Küche (Kochherde, Steamer).

Die Trennung zwischen Unterhaltungsgeräten, Informations- und Kommunikationsgeräten (I&K) ist nicht mehr möglich. Geräte wie Mobiltelefone, PCs, Notebooks, Netbooks und Slate-Computer („Tablets“) sind multifunktional geworden und eine eindeutige Zuordnung zu einem Verwendungszweck ist nicht mehr gegeben. Der Stromverbrauch von TV-, Video-, DVD-, Radio- und Phonogeräten wird deshalb zusammen mit dem Verbrauch von Computern

inklusive Computer-Peripherie (Drucker, Monitore), Mobiltelefonen und Telefonen beim Verwendungszweck *I&K, Unterhaltung* berücksichtigt. Der Energieverbrauch für die (geräteexterne) Kühlung der Server in den Rechenzentren wird hingegen dem Verwendungszweck *Klima, Lüftung und Haustechnik* zugerechnet.

Der Verwendungszweck *Antriebe und Prozesse* subsumiert die Prozesse Waschen und Trocknen, Kühlen und Gefrieren, Geschirrspülen, Arbeitshilfen, industrielle Fertigungsprozesse (mechanische Prozesse), den Betrieb von Kläranlagen sowie landwirtschaftliche Prozesse (Melkmaschinen, Förderbänder, Gewächshäuser). Unter *Beleuchtung* werden diejenigen Verbräuche berücksichtigt, die zur Ausleuchtung und Erhellung von Räumen (Innenbeleuchtung), aber auch von Plätzen und Strassen (Aussenbeleuchtung) aufgewendet werden. Dem Verwendungszweck *Mobilität* werden die Traktionsverbräuche zugerechnet. Der ausgewiesene Verbrauch entspricht dem Inlandverbrauch des Verkehrssektors.

Alle Verbräuche, die keinem genannten Verwendungszweck zugeordnet werden können, werden unter der Kategorie *sonstige* berücksichtigt. Darunter fallen beispielsweise diverse elektrische Haushaltsgeräte, Schneekanonen und Teile der Verkehrsinfrastruktur (Bahninfrastruktur, Tunnels).

In früheren Ausgaben der Ex-Post-Analyse wurde unter *sonstige Verwendungen* unter anderem der Energieträgereinsatz zur Erzeugung von Strom aus industriellen Wärmekraftkopplungsanlagen (WKK) ausgewiesen. In der Energiestatistik wird dieser Energieverbrauch seit der Ausgabe 2010 nicht mehr dem Industriesektor, sondern dem Umwandlungssektor zugeordnet. Im Industriesektor ausgewiesen wird jedoch der Eigen-Stromverbrauch, der durch die werkinternen WKK-Anlagen erzeugt wird. Die Abgrenzung des Industriemodells orientiert sich an der Bilanzierung gemäss der Energiestatistik. Entsprechend wird seit der Ausgabe 2011 derjenige Brennstoffinput der WKK-Anlagen nicht mehr berücksichtigt, welcher der Stromproduktion zugerechnet wird. Die *sonstigen Verwendungen* beinhalten im Industriesektor die Verbräuche für die Elektrolyse, Aufwendungen zur Vermeidung von Umweltschäden (z.B. Elektrofilter), u.ä..

3.1.2 Sektorale Abgrenzungen

Die Gliederung des Energieverbrauchs nach Verwendungszwecken verwendet die national und international üblichen Wirtschaftssektoren Haushalte, Industrie, Dienstleistungen und Landwirtschaft sowie Verkehr. Die Energiestatistiken weisen neben den üblichen vier Wirtschaftssektoren den Sektor Verkehr aus, weil die Verwendung von Energie zu Verkehrszwecken nicht auf diese aufgeteilt werden kann. Die Gliederung des Energieverbrauches im Verkehr nach Verwendungszwecken hat denn auch nicht zum Ziel, den

Energieverbrauch den einzelnen Wirtschaftssektoren zuzuordnen, sondern verwendet Bottom-up Informationen, um geeignete Verwendungszwecke innerhalb des Verkehrs abzubilden.

Der Verkehrssektor ist ein Querschnittssektor, in dem hier der gesamte verkehrsbedingte Traktionsenergieverbrauch subsumiert wird, inklusive des motorisierten Individualverkehrs und des internen Werkverkehrs.⁵ Der Energieverbrauch für die Verkehrsinfrastruktur (Strassenbeleuchtung, Beleuchtung von Bahnhöfen, Tunnelbelüftung) wird dem Dienstleistungssektor zugerechnet. Ebenfalls auf den Dienstleistungssektor entfällt der Verbrauch der Hilfs- und Nebentätigkeiten für den Verkehr (inklusive Reisebüros) sowie der angegliederten Werkstätten und Verwaltungsgebäude.

In der Energiestatistik wird der Sektor Landwirtschaft zusammen mit der statistischen Differenz ausgewiesen. In den hier verwendeten Modellen wird der Verbrauch des Landwirtschaftssektors zusammen mit demjenigen des Dienstleistungssektors erfasst.

In den amtlichen Statistiken basieren die Einteilungen der Unternehmen und ihrer Arbeitsstätten in Branchen auf dem Betriebs- und Unternehmensregister des Bundesamtes für Statistik. Damit ist der Vergleich von statistischen Auswertungen, beispielsweise Beschäftigung, Wertschöpfung, Produktionsindex usw. gewährleistet. Die verwendeten Bottom-up-Modelle im Dienstleistungs- und im Industriesektor orientieren sich an energierelevanten Grössen wie Technisierungsgrad oder Produktionsprozessen, aber auch an Brancheninformationen. Um eine ähnliche Branchenstruktur zu erhalten wie die amtlichen Statistiken, werden die verwendeten Informationen aufgrund des schweizerischen Branchenschlüssels NOGA auf die unterschiedenen Branchen- bzw. Branchengruppen aufgeteilt. Eine vollständige Vergleichbarkeit mit den offiziellen Branchenstatistiken ist jedoch nicht gewährleistet.

Eine Unschärfe bei der Abgrenzung besteht zwischen den Sektoren Private Haushalte und Dienstleistungen in Bezug auf den Verbrauch in Zweit- und Ferienwohnungen. Die Zuordnung dieser Wohnungen in der Energiestatistik ist nicht vollständig zu klären. Methodisch sind die Zweitwohnungen den Privaten Haushalten, die gewerblich vermieteten Ferienwohnungen dem Dienstleistungssektor zuzurechnen. Die Aufteilung der Zweit- und Ferienwohnungsbestände - letztere überwiegen zahlenmässig wohl deutlich - ist nicht hinreichend genau bekannt. Deshalb werden wie bei den Arbeiten zu den Energieperspektiven alle Zweitwohnungen als Ferienwohnungen betrachtet. Entsprechend werden die im Haushaltsmodell ermittelten Energieverbräuche der Zweit- und Ferienwohnungen vom modellmässig ermittelten Raumwärmeverbrauch

⁵ Gemäss NOGA zählt der interne Werkverkehr zum Industriesektor. Diesen internen Verbrauch zuverlässig vom externen Werkverkehr abzugrenzen ist jedoch kaum möglich, deshalb wird der gesamte Werkverkehr beim Verkehr subsumiert. Der motorisierte Individualverkehr (Privatverkehr) wird in der NOGA nicht berücksichtigt.

aller Wohnungen abgezogen und im Sektor Dienstleistungen ausgewiesen. Ebenfalls dem Dienstleistungssektor zugerechnet wird der Stromverbrauch der gemeinschaftlich genutzten Gebäudeinfrastruktur in Mehrfamilienhäusern (Pumpen und Steuerung der Heizungs- und Warmwasseranlagen, Antennenverstärker, Waschmaschinen, Tumbler und Tiefkühler in Kellern und Waschräumen). Die Gesamtmenge, die vom Haushaltsbereich in den Dienstleistungssektor "verschoben" wird, liegt im Mittel der Jahre 2000 bis 2016 bei rund 14 PJ, davon sind rund 5.5 PJ Strom.

Ein weiteres Abgrenzungsproblem besteht durch das Einmieten von gewerblichen Unternehmen in Wohngebäude, beispielsweise durch die (vorübergehende) Verwendung von Wohnungen als Praxen, Büros oder Ateliers. Zudem gewinnt das "Home-Office" zunehmend an Bedeutung und verwischt die Grenze zwischen Wohn- und Arbeitsort. Hierzu liegen jedoch kaum belastbare Angaben vor. Dadurch wird die Qualität der verwendeten sektoralen Flächenbestandsdaten beeinflusst, eigene Anpassungen werden dazu jedoch nicht vorgenommen. Verwendet werden die Ergebnisse der Gebäudezählung und der Wohnbaustatistik sowie die Angaben von Wüest & Partner zur sektoralen Zuordnung der Flächen.

In den Jahren 2000 bis 2016 wurden in der Energiestatistik im Verkehrssektor zwischen 0.3 bis 1.7 PJ Erdgas für den Betrieb von Erdgas-Pipelines ausgewiesen (2016: 0.34 PJ). Im Verkehrsmodell wird dieser Verbrauch nicht berücksichtigt. Der im Modell ausgewiesene Erdgasverbrauch entspricht dem Verbrauch „Gas übriger Verkehr“ gemäss der Energiestatistik.

3.1.3 Abgleich mit der Gesamtenergiestatistik (GEST)

Die mit den Modellen generierten Verbrauchsschätzungen für den Raumwärme- und Warmwasserbedarf werden einer Witterungskorrektur unterzogen. Für die Umrechnung der witterungsneutralen Modellwerte in witterungsabhängige Werte wurde das Korrekturverfahren auf Basis von monatlichen Gradtags- und Strahlungswerten (GT&S) verwendet (Prognos, 2003). Das GT&S-Verfahren weist eine grössere Reagibilität auf Witterungsschwankungen auf als das herkömmliche HGT-Verfahren. Aufgrund der Berücksichtigung der Solarstrahlung und der höheren Reagibilität wird das komplexere Gradtags- und Strahlungsverfahren als das bessere Korrekturverfahren betrachtet. Empirische Analysen bestätigen diese Vermutung, in den meisten der untersuchten Jahre zeigt das GT&S-Verfahren eine bessere Übereinstimmung mit dem gemessenen Verbrauch (Prognos, 2008, 2010). In der Regel sind die Abweichungen zwischen den jährlichen Bereinigungsfaktoren der beiden Ansätze jedoch gering.

Trotz der Witterungskorrektur ergeben sich zwischen dem mit den Modellen geschätzten Energieverbrauch und dem Verbrauch gemäss der Gesamtenergiestatistik Differenzen. Die Gründe für die Differenzen liegen einerseits bei der Unsicherheit in Bezug auf die Schätzung des Witterungseinflusses. Weitere Ursachen finden sich sowohl bei den Bottom-up-Modellen als auch bei der Energiestatistik. Die Modelle als vereinfachte Abbildungen der Wirklichkeit besitzen eine gewisse Unschärfe, da im Allgemeinen mit Durchschnittswerten gerechnet wird und fehlende Daten mit Annahmen ergänzt werden müssen. Weitere Fehlerquellen liegen bei den erwähnten Abgrenzungsunschärfen zwischen den Sektoren, aber auch bei der Qualität der Inputdaten. Gewisse Unsicherheiten bestehen indes auch bei der amtlichen Statistik, insbesondere was die Veränderungen der Lagerbestände und die Zuordnung der Verbräuche auf die Sektoren betrifft. Die modellierten jährlichen Sektorverbräuche weichen im Mittel um rund 2 bis 4 PJ von den sektoralen Verbräuchen gemäss der Gesamtenergiestatistik ab (~1 %). Diese Genauigkeit scheint ausreichend, um mittels der Energiemodelle verlässliche Aussagen über die Aufteilung des Verbrauchs auf die unterschiedenen Verwendungszwecke zu machen.

Die Modelle erfassen nicht die in der Gesamtenergiestatistik ausgewiesene „statistische Differenz“. Diese wird in der Gesamtenergiestatistik zusammen mit dem Verbrauch der Landwirtschaft ausgewiesen. Der Verbrauch der Landwirtschaft ist in den Modellergebnissen berücksichtigt (im Teil Dienstleistungen). Die „statistische Differenz“ umfasst, abzüglich des Verbrauchs der Landwirtschaft, eine Energiemenge von jährlich rund 5 PJ, die keinem der Verbrauchssektoren zugeteilt werden kann. Entsprechend muss die Summe der sektoralen Energieverbräuche vom Total gemäss der Gesamtenergiestatistik um diese Summe abweichen. Unter Berücksichtigung der statistischen Differenz ergibt sich im Mittel der Jahre 2000 bis 2016 auf der Ebene des Gesamtenergieverbrauchs zwischen der Energiestatistik und den Energiemodellen eine Differenz von 11.6 PJ, was einer Abweichung von 1.4 % entspricht. Im Jahr 2016 beläuft sich die Abweichung auf 8.5 PJ (1.0 %).

Ein zentraler Punkt in der Verbrauchsanalyse ist die Unterscheidung zwischen Energieträgerabsatz und inländischem Energieverbrauch. Die Gesamtenergiestatistik weist für den Bereich Verkehr in Anlehnung an internationale Manuals den Absatz von Treibstoffen aus. In der Gesamtenergiestatistik werden der gesamte in der Schweiz abgesetzte Treibstoff und die Elektrizität für den Strassen-, Flug-, Schiff- und Eisenbahnverkehr ausgewiesen. Damit sind in diesen Daten, vor allem im Personen- und Flugverkehr, der Tanktourismussaldo und alle inländischen und ausländischen Flugzeugbetankungen auf schweizerischen Flugplätzen enthalten. Im Gegensatz dazu bildet das Verkehrsmodell den inländischen Verbrauch gemäss Territorialprinzip nach. Geschätzt werden der

Energieverbrauch der Verkehrsteilnehmer im Strassenverkehr (Personen- und Güterverkehr), der Energieverbrauch im schweizerischen Eisenbahnnetz (einschliesslich Trams), der Kerosinverbrauch für den inländischen Flugverkehr sowie der sogenannte Non-Road-Bereich, welcher neben der Schifffahrt auch die mobilen Geräte in den Sektoren Bau (Baumaschinen), Land- und Forstwirtschaft (Traktoren etc.), Industrie, Militär und Gartenpflege umfasst. Die Differenz zwischen Absatzprinzip gemäss Gesamtenergiestatistik und dem inländischen Verbrauch ist in den Tabellen 3-2 und 3-3 unter „sonstige Treibstoffe“ aufgeführt. In der Ex-Post-Analyse nach Verwendungszwecken wird nur der inländische Verbrauch berücksichtigt. Vernachlässigt wird zudem der Erdgasverbrauch für den Betrieb der Erdgas-Transitpipelines. Der Energieverbrauch für den Betrieb der Pipelines war früher der statistischen Differenz zugerechnet, seit der GEST Ausgabe 2012 wird dieser Verbrauch dem Verkehrssektor zugewiesen.

3.2 Gesamtverbrauchsentwicklung nach Verwendungszwecken

Gesamtenergie

Die Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Verwendungszwecken in den Jahren 2000 bis 2016 ist in Tabelle 3-2 dargestellt. Es wird darauf hingewiesen, dass es sich dabei um Modellwerte handelt, die nicht auf die Gesamtenergiestatistik kalibriert sind. Die mit den Modellen geschätzten jährlichen Verbrauchsmengen weichen im Mittel um rund 1-2 % vom Gesamtverbrauch gemäss der Energiestatistik ab (vgl. Tabelle 2-1). Dies ist unter anderem darauf zurückzuführen, dass der Verbrauch unter der Kategorie statistische Differenz in der Ex-Post-Analyse des Energieverbrauchs nach Verwendungszwecken nicht berücksichtigt wird (vgl. Kapitel 3.1.3).

Beim inländischen Endenergieverbrauch werden die Absätze an den internationalen Flugverkehr (2016: 70.2 PJ) und die auf den Tanktourismus zurückzuführenden Benzin- und Dieselabsätze (2016: 3.7 PJ) nicht berücksichtigt.

Tabelle 3-2: Endenergieverbrauch 2000 bis 2016 nach Verwendungszwecken, in PJ

Verwendungszweck	2000	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Δ '00-'16
Raumwärme	263.6	227.9	257.0	282.2	211.8	234.8	250.3	-5.0%
Warmwasser	45.5	44.4	45.0	45.5	44.1	44.7	45.2	-0.7%
Prozesswärme	95.0	96.5	94.7	95.3	94.6	92.6	93.0	-2.1%
Beleuchtung	25.0	26.5	26.1	25.8	26.0	25.9	25.5	+2.1%
Klima, Lüftung & Haustechnik	17.9	19.3	20.2	21.1	18.9	21.4	21.2	+18.5%
I&K, Unterhaltung	8.7	10.4	10.3	10.2	10.0	9.9	9.7	+11.7%
Antriebe, Prozesse	68.1	72.2	71.8	71.6	71.3	70.0	69.3	+1.8%
Mobilität Inland	224.6	228.7	229.9	231.4	232.3	233.4	234.5	+4.4%
Sonstige	14.4	18.0	18.4	19.1	19.2	19.5	19.8	+38.0%
Inländischer Endenergieverbrauch (ohne Pipelines)	762.8	743.8	773.6	802.3	728.3	752.3	768.6	+0.8%
Tanktourismus	11.0	11.9	11.9	13.1	12.3	3.9	3.7	-66.7%
Int. Flugverkehr	64.0	62.1	63.5	64.2	64.5	66.9	70.2	+9.8%
Total Endenergieverbrauch	837.8	817.8	849.1	879.7	805.1	823.1	842.5	+0.6%

I&K: Information und Kommunikation

Quelle: Prognos, TEP, Infras 2017

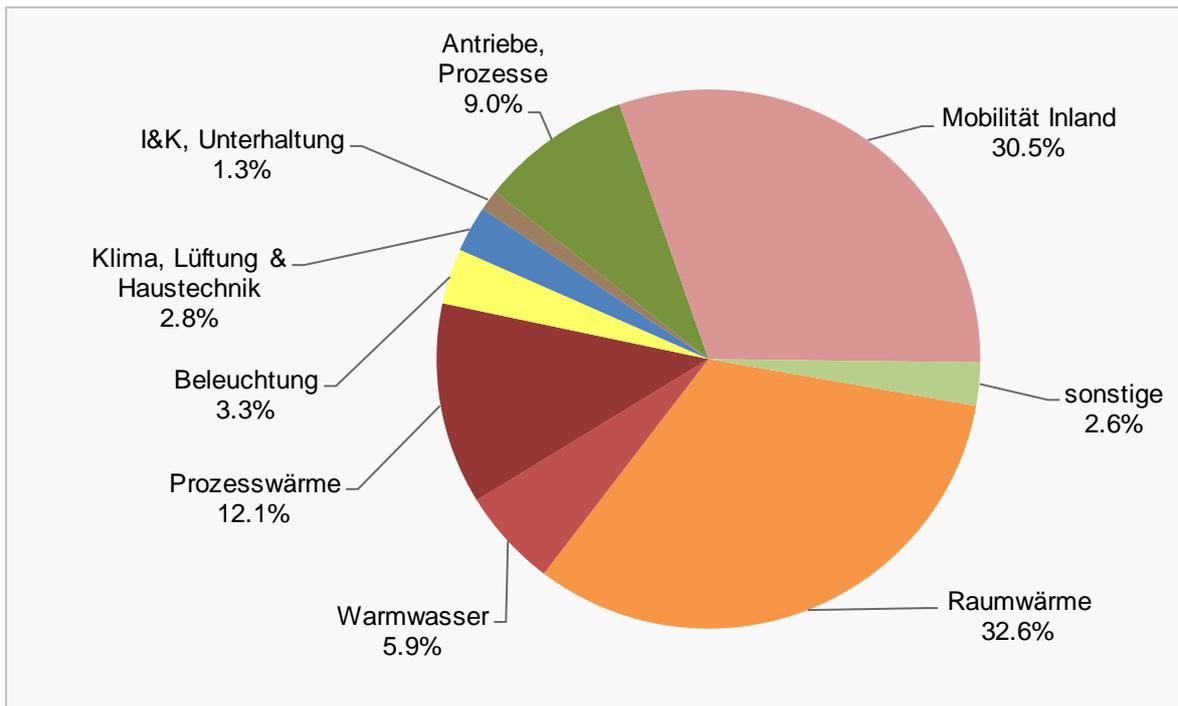
Der inländische Energieverbrauch hat gemäss den Modellrechnungen im Zeitraum 2000 bis 2016 um 5.8 PJ (+0.8 %) auf 768.6 PJ zugenommen. Die Zunahme ist hauptsächlich auf die Verwendungszwecke Mobilität (+9.9 PJ; +4.4 %), sonstige Verbräuche (+5.5 PJ; +38.0 %) und Klima, Lüftung und Haustechnik (+3.3 PJ; +18.5 %) zurückzuführen. Deutlich rückläufig war der Verbrauch für Raumwärme. Im Zeitraum 2000 bis 2016 verringerte er sich um 13.3 PJ (-5.0 %). Bereinigt um die Jahreswitterung ergibt sich sogar ein doppelt so hoher Rückgang (knapp 10 %). Der Verbrauch der übrigen Verwendungszwecke hat sich im Zeitraum 2000 bis 2016 vergleichsweise wenig verändert (<3 PJ).

Gegenüber dem Vorjahr 2015 hat der inländische Energieverbrauch um 16.3 PJ zugenommen (+2.2 %). Der Verbrauchsanstieg ist hauptsächlich auf die Witterung zurückzuführen. Das Jahr 2016 war kälter als das Jahr 2015, die Zahl der Heizgradtage hat sich um 6.7 % erhöht. Der Raumwärmeverbrauch ist um 15.5 PJ (+6.6 %) gestiegen. Weiter gestiegen ist auch der Verbrauch für Mobilität. Gegenüber dem Vorjahr 2015 erhöhte er sich um 1.1 PJ auf 234.5 PJ (+0.5 %).

Die prozentuale Aufteilung der Verbräuche auf die Verwendungszwecke im Jahr 2016 ist in Abbildung 3-1 beschrieben. Der inländische Gesamtverbrauch wird dominiert durch die Verwendungszwecke Raumwärme (32.6%) und Mobilität Inland (30.5 %). Von grösserer Bedeutung waren auch die Prozesswärme (12.1 %), die Antriebe und Prozesse (9.0 %) sowie das Warmwasser (5.9 %). Im Zeitraum 2000 bis 2016 ist der Anteil der Raumwärme am inländischen Endenergieverbrauch um 2.0 %-Punkte gesunken, derje-

nige der Mobilität um 1.1 %-Punkte gestiegen. Die Anteile der übrigen Verwendungszwecke sind vergleichsweise gering und haben sich nur wenig verändert.

Abbildung 3-1: Prozentuale Anteile der ausgewählten Verwendungszwecke am inländischen Endenergieverbrauch 2016



I&K: Information und Kommunikation

Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2017

Brenn- und Treibstoffe sowie Fern-, Umwelt- und Solarwärme

Die Entwicklung des Brenn- und Treibstoffverbrauchs zwischen 2000 und 2016 nach Verwendungszwecken ist in Tabelle 3-3 dargestellt. Als Vereinfachung wurden die Verbräuche an Solar- und Umweltwärme sowie die Fernwärme bei den Brenn- und Treibstoffen subsumiert, woran ihr Anteil im Jahr 2016 rund 7 % betrug. Diese Energieträger werden noch überwiegend für Raumwärme und Warmwasser eingesetzt.

Die inländische Verbrauchsmenge dieser Energieträgergruppe hat seit 2000 um 11.7 PJ (-2.0 %) abgenommen und lag im Jahr 2016 bei 562.5 PJ. Diese Entwicklung ist hauptsächlich auf den Rückgang des Verbrauchs für Raumwärme zurückzuführen (-17.2 PJ; -6.9 %). Der Treibstoffverbrauch für die Mobilität hat um 7.7 PJ (+3.6 %) zugenommen. Der Brennstoffverbrauch für die übrigen Verwendungszwecke hat sich nur wenig verändert. Die Verbräuche für Warmwasser (-0.7 PJ), Prozesswärme (-1.4 PJ) und Antriebe und Prozesse (-1.1 PJ) sind leicht zurückgegangen. Der Verbrauch der sonstigen Verwendungen (+1.1 PJ) ist leicht gestiegen. Für die Verwendungszwecke Beleuchtung, Klima, Lüftung

und Haustechnik sowie für I&K und Unterhaltung werden keine Brenn- und Treibstoffe, sondern ausschliesslich Elektrizität eingesetzt.

Tabelle 3-3: Brenn- und Treibstoffverbrauch inklusive Fern-, Umwelt- und Solarwärme, 2000 bis 2016 nach Verwendungszwecken, in PJ

Verwendungszweck	2000	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Δ '00-'16
Raumwärme	248.7	211.7	238.8	261.9	196.0	217.3	231.5	-6.9%
Warmwasser	36.5	35.1	35.8	36.2	34.8	35.3	35.7	-2.0%
Prozesswärme	65.3	66.4	65.0	65.4	64.5	63.2	63.9	-2.2%
Beleuchtung	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-
Klima, Lüftung & Haustechnik	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-
I&K, Unterhaltung	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-
Antriebe, Prozesse	2.6	1.4	1.4	1.5	1.5	1.5	1.5	-43.6%
Mobilität Inland	215.0	217.6	218.6	220.0	221.2	222.0	222.7	+3.6%
sonstige	6.2	6.7	6.7	7.2	7.2	7.1	7.3	+17.1%
inländischer Endenergieverbrauch (ohne Pipelines)	574.3	538.9	566.3	592.2	525.1	546.4	562.5	-2.0%
Tanktourismus	11.0	11.9	11.9	13.1	12.3	3.9	3.7	-66.7%
Int. Flugverkehr	64.0	62.1	63.5	64.2	64.5	66.9	70.2	+9.8%
Total Brenn und Treibstoffe	649.2	612.9	641.7	669.5	601.9	617.2	636.4	-2.0%

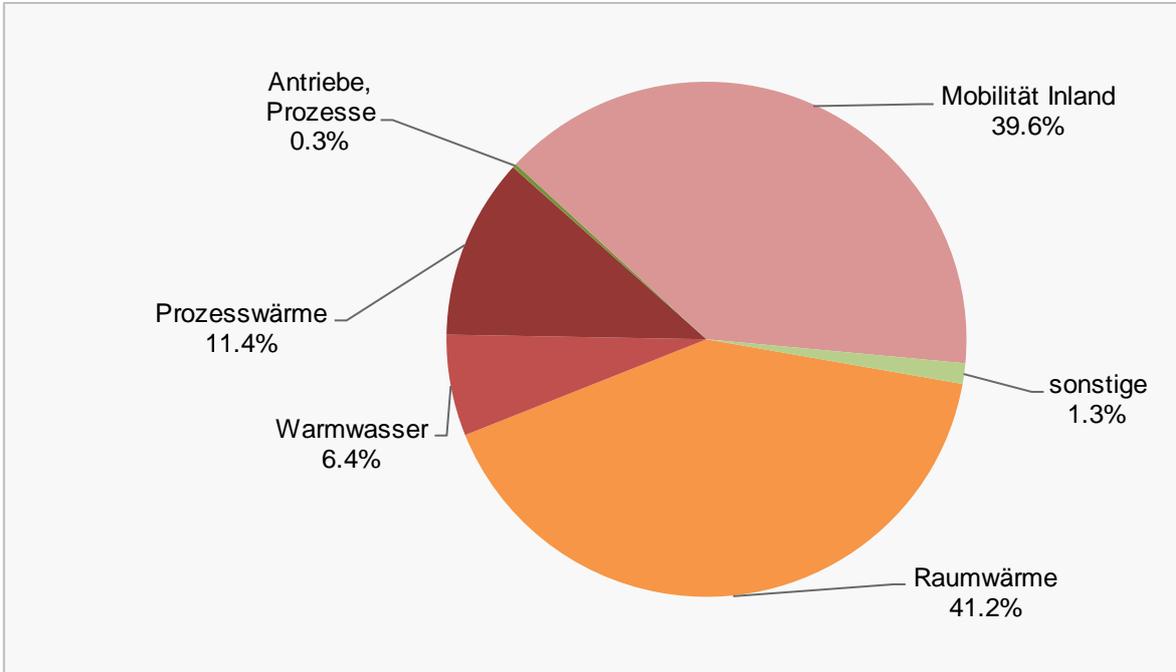
I&K: Information und Kommunikation

Quelle: Prognos, TEP, Infras 2017

Die prozentuale Verteilung des inländischen Brenn- und Treibstoffverbrauchs (inklusive Fernwärme, Umwelt- und Solarwärme) auf die Verwendungszwecke im Jahr 2016 ist in Abbildung 3-2 dargestellt. Wie beim Gesamtverbrauch entfällt auch bei dieser Energieträgergruppe der Grossteil des Verbrauchs des Jahres 2016 auf Raumwärme (41.2 %) und Mobilität (39.6 %). Für Prozesswärme wurden 11.4 % des Verbrauchs aufgewendet, für Warmwasser 6.4 %. Die Verwendungszwecke Antriebe und Prozesse sowie die sonstigen Verwendungen haben nur eine geringe Bedeutung.

Die relativen Anteile der Verwendungszwecke am inländischen Brenn- und Treibstoffverbrauch haben sich in den Jahren 2000 bis 2016 nur leicht verschoben: Der Anteil der Raumwärme hat sich um 2.2 %-Punkte verringert, der Anteil der inländischen Mobilität ist um 2.1 %-Punkte gewachsen.

Abbildung 3-2: Prozentuale Anteile der Verwendungszwecke am Treib- und Brennstoffverbrauch 2016 (inklusive Fern-, Umwelt- und Solarwärme)



Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2017

Elektrizität

Die Entwicklung und Struktur des inländischen Elektrizitätsverbrauchs nach Verwendungszwecken sind in Tabelle 3-4 und Abbildung 3-3 dargestellt. Die Verwendung von Strom ist gemäss den Modellrechnungen im Zeitraum 2000 bis 2016 um 17.6 PJ (+9.3 %) auf 206.1 PJ gestiegen. Die Zunahme verteilt sich auf alle unterschiedlichen Verwendungszwecke, ausser der Prozesswärme (-0.6 PJ; -1.9 %). Die grössten Zunahmen zeigen sich bei den sonstigen Verwendungen (+4.4 PJ; +53.8 %), der Raumwärme (+3.9 PJ; +26.2 %) und Klima, Lüftung und Haustechnik (+3.3 PJ; +18.5 %).

Der Elektrizitätsverbrauch verteilt sich gleichmässiger auf die unterschiedlichen Verwendungszwecke als der Brenn- und Treibstoffverbrauch. Dominiert wird der Verbrauch durch die elektrischen Antriebe und Prozesse (32.9 %). Von grösster Bedeutung sind zudem die Prozesswärme (14.1 %), die Beleuchtung (12.4 %), der Bereich Klima, Lüftung und Haustechnik (10.3 %) sowie die Raumwärme (9.1 %). Die Anteile der übrigen Verwendungen beliefen sich auf je rund 5 %. Die Verschiebung der Anteile im Zeitraum 2000 bis 2016 ist gering (im Bereich von 0 bis 1.5 %-Punkten).

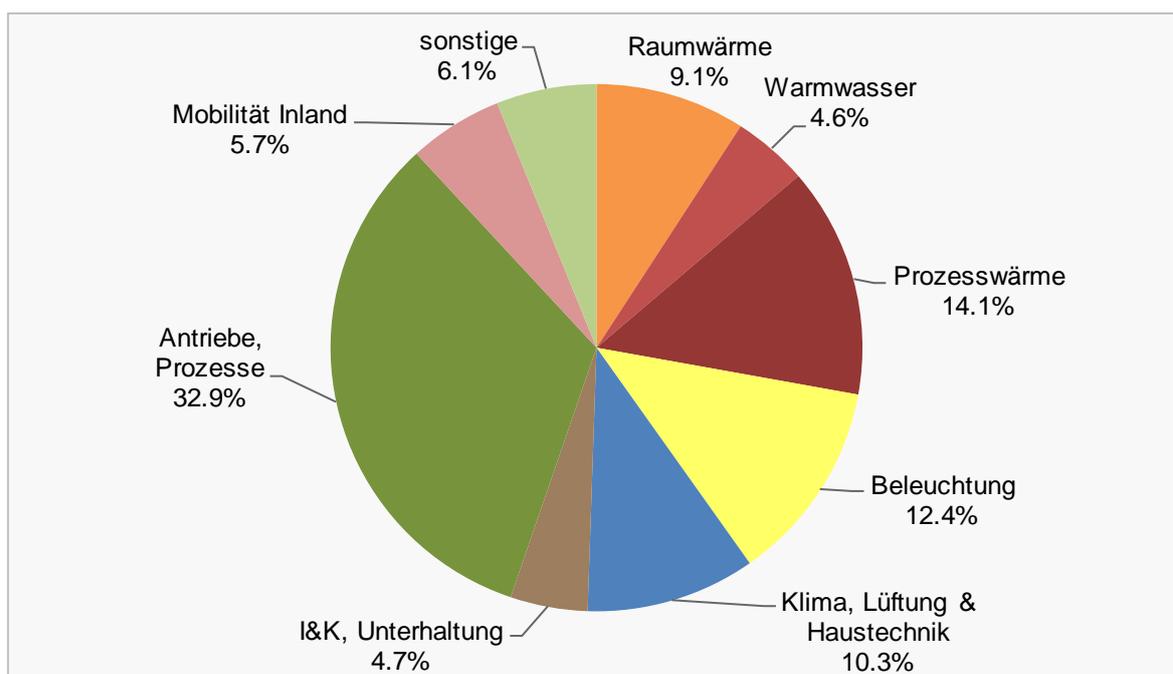
Tabelle 3-4: *Elektrizitätsverbrauch der Jahre 2000 bis 2016 nach Verwendungszwecken, in PJ*

Verwendungszweck	2000	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Δ '00-'16
Raumwärme	14.9	16.2	18.3	20.3	15.8	17.5	18.8	+26.2%
Warmwasser	9.1	9.3	9.3	9.4	9.2	9.4	9.5	+4.3%
Prozesswärme	29.7	30.1	29.8	29.9	30.1	29.4	29.1	-1.9%
Beleuchtung	25.0	26.5	26.1	25.8	26.0	25.9	25.5	+2.1%
Klima, Lüftung & Haustechnik	17.9	19.3	20.2	21.1	18.9	21.4	21.2	+18.5%
I&K, Unterhaltung	8.7	10.4	10.3	10.2	10.0	9.9	9.7	+11.7%
Antriebe, Prozesse	65.5	70.8	70.4	70.2	69.9	68.6	67.9	+3.6%
Mobilität Inland	9.6	11.1	11.3	11.4	11.2	11.4	11.8	+23.4%
sonstige	8.2	11.3	11.7	11.9	12.0	12.4	12.6	+53.8%
Total Elektrizitätsverbrauch	188.5	205.0	207.4	210.1	203.1	205.9	206.1	+9.3%

I&K: Information und Kommunikation

Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2017

Abbildung 3-3: *Prozentuale Anteile der Verwendungszwecke am Elektrizitätsverbrauch 2016*



I&K: Information und Kommunikation

Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2017

Verwendungszwecke nach Verbrauchssektoren

Die Aufteilung des Endenergieverbrauchs 2016 nach Verwendungszwecken und Verbrauchssektoren ist in Tabelle 3-5 dargestellt. Die entsprechende prozentuale Aufteilung nach Verbrauchssektoren ist in Abbildung 3-4 illustriert. Die Verbräuche für Raumwärme und Warmwasser fallen vorwiegend im Haushaltssektor an. Die Verbräuche für Prozesswärme, Antriebe und Prozesse (mechanische Prozesse) werden durch den Industriesektor dominiert, während die Verbräuche für Beleuchtung, Klima, Lüftung und

Haustechnik durch den Dienstleistungssektor bestimmt werden. Der Verwendungszweck Unterhaltung, I&K wird etwa zu gleichen Teilen durch die Haushalte und den Dienstleistungssektor bestimmt. Im Haushaltssektor nimmt der Verbrauch tendenziell ab, im Dienstleistungssektor steigt er an. Der Verbrauch für die Mobilität fällt definitionsgemäss ausschliesslich im Verkehrssektor an. Mitberücksichtigt ist dabei der Verbrauch von Transportmitteln im Industriesektor, die nicht als eigentlicher Verkehr betrachtet werden können (z.B. Gabelstapler und Förderbänder).

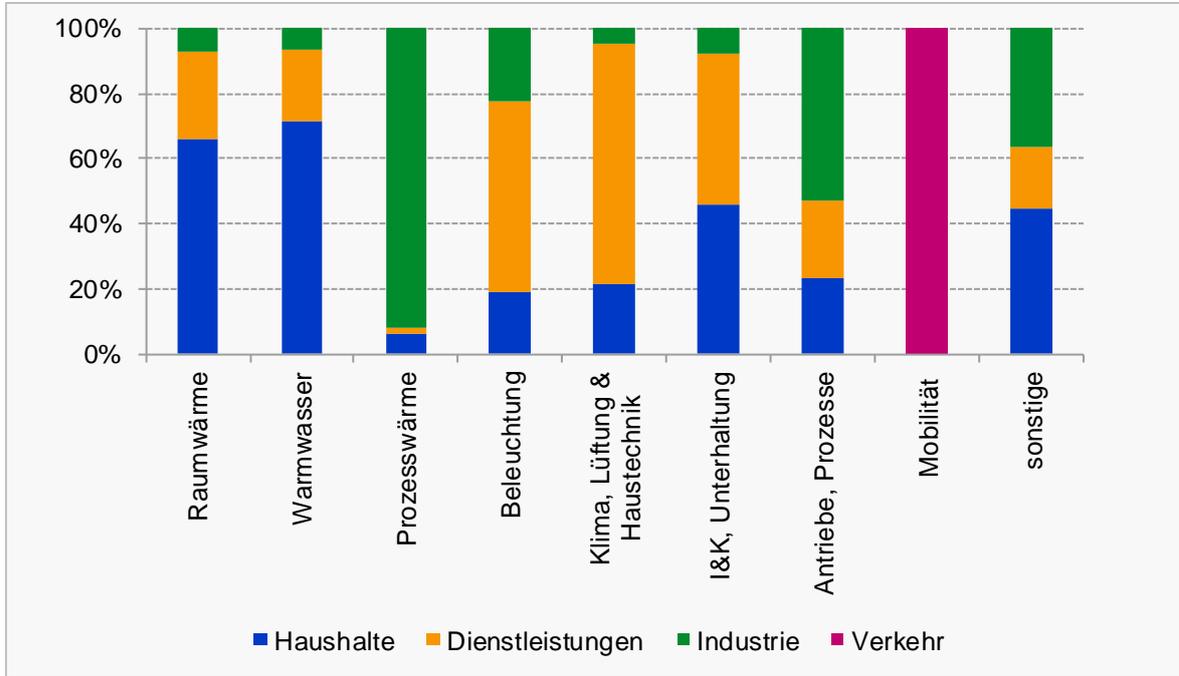
Tabelle 3-5: Aufteilung des inländischen Endenergieverbrauchs 2016 nach Verwendungszwecken und Verbrauchssektoren, in PJ

Verwendungszweck	Haushalte	Dienstleistungen	Industrie	Verkehr	Summe
Raumwärme	164.8	68.6	17.0	0.0	250.3
Warmwasser	32.2	10.1	2.9	0.0	45.2
Prozesswärme	5.5	2.2	85.3	0.0	93.0
Beleuchtung	4.9	14.9	5.7	0.0	25.5
Klima, Lüftung & Haustechnik	4.6	15.7	1.0	0.0	21.2
I&K, Unterhaltung	4.4	4.5	0.7	0.0	9.7
Antriebe, Prozesse	16.1	16.6	36.6	0.0	69.3
Mobilität	0.0	0.0	0.0	234.5	234.5
sonstige	8.8	3.7	7.3	0.0	19.8
inländischer Endenergieverbrauch	241.3	136.4	156.4	234.5	768.6
in % des Gesamtverbrauchs	31.4%	17.7%	20.4%	30.5%	100.0%

I&K: Information und Kommunikation

Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2017

Abbildung 3-4: Prozentuale Verteilung der Energieverbräuche des Jahres 2016 für die unterschiedenen Verwendungszwecke auf die Verbrauchssektoren



I&K: Information und Kommunikation

Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2017

4 Sektorale Analysen

Die Basis für die sektoralen Analysen des Energieverbrauchs nach Verwendungszwecken bilden die erprobten Bottom-up-Modellansätze, welche sowohl in den Energieperspektiven, als auch den bisherigen Arbeiten im Rahmen der jährlichen Ex-Post-Analysen des Energieverbrauchs eingesetzt wurden. Die methodischen Konzepte der Modelle Private Haushalte und Verkehr sind ausführlich im Bericht zu den Verwendungszwecken 2006 beschrieben (BFE, 2008). Das Dienstleistungsmodell und das Industriemodell wurden im Verlauf der letzten Jahre grundlegend überarbeitet. Der Aufbau der neuen Modelle und die Abweichungen gegenüber den Vorgängermodellen wurde im Bericht zu den Verwendungszwecken 2012 beschrieben (BFE, 2013), weshalb auf eine neuerliche detaillierte Darstellung der Modelle verzichtet wird.

Für die vorliegende Arbeit wurden bei allen Sektormodellen die Inputdaten aktualisiert und teilweise die Modelle angepasst. Die entsprechenden Neukalibrierungen führten an einzelnen Stellen zu geringfügigen Abweichungen von den bisherigen Veröffentlichungen.

4.1 Private Haushalte

4.1.1 Methodik und Daten

Die Modellierung des Energieverbrauchs der Privaten Haushalte der Jahre 2000 bis 2016 bildet die Grundlage für die vorliegende Analyse. Beim verwendeten Bottom-up-Modell handelt es sich um ein durchgängiges Jahresmodell. Dadurch ergeben sich die gesamten jährlichen Verbrauchsänderungen unmittelbar aus dem aktualisierten Modell.

Aktualisierte Inputdaten

Aufdatiert wurden die Informationen zur Bevölkerungs- und Haushaltsentwicklung (BFS, 2016 a und 2017 a). Aktualisiert wurden auch die Zahlen der neu erstellten Wohnungen nach Gebäudetyp (BFS, 2016 b) sowie die Angaben aus der Gebäude- und Wohnungsstatistik (GWS) zur mittleren Wohnfläche bei Neubauten (BFS, 2016 c und d). Die in der GWS enthaltenen Angaben zur Beheizungsstruktur wurden nur teilweise für die Bestimmung der Beheizungsstruktur der neugebauten Wohnungen berücksichtigt (BFS, 2017 b). Die GWS weist keine Einzeljahreswerte, sondern 5-jährige Bauperioden aus. Aus der Differenz der jährlichen Veröffentlichungen werden die Werte für die einzelnen Jahre abgeleitet.

Die Beheizungsstruktur im Gebäudebestand (bis Gebäudealter 2000) basiert auf der Gebäude- und Wohnungszählung 2000. Als wichtige Informationsquelle zur Fortschreibung der Energieträgerstruktur im Gebäudebestand dienen die aktuellen Absatzzahlen von Heizanlagen nach Grössenklassen von *GebäudeKlima-Schweiz* (2017). Die Wärmepumpenstatistik (BFE, 2017 b) wurde verwendet, um die Entwicklung der Jahresarbeitszahlen bei den kleinen Wärmepumpen fortzuschreiben.

Die Berechnung des Stromverbrauchs von Haushalts- und Elektrogeräten basiert auf einer Auswertung von FEA- und Swico-Marktstatistiken mit Verkaufsdaten bis 2016.⁶ Die verwendeten Statistiken ermöglichen eine Aufteilung der Absatzmengen nach Energieeffizienzklassen.

Abgrenzung der berücksichtigten Verbräuche

An dieser Stelle wird nochmals auf die Abgrenzungsprobleme zwischen Haushalts- und Dienstleistungssektor hingewiesen (vgl. 3.1.2). 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. Methodisch sind die Zweitwohnungen den Privaten Haushalten, die gewerblich vermieteten Ferienwohnungen dem Dienstleistungssektor zuzurechnen. Da die Ferienwohnungen zahlenmässig wahrscheinlich deutlich überwiegen, werden die im Haushaltsmodell ermittelten Energieverbräuche der Zweit- und Ferienwohnungen vom modellmässig ermittelten Gesamttraumwärmeverbrauch aller Wohnungen abgezogen und im Dienstleistungssektor ausgewiesen. Zum Stromverbrauch der gemeinschaftlich genutzten Gebäudeinfrastruktur in Mehrfamilienhäusern werden folgende Verbräuche gezählt:

- der Hilfsenergieverbrauch von Heizungs- und Warmwasseranlagen, unter anderem für Pumpen, Steuerung, Brenner und Gebläse,
- der Verbrauch von Lüftungsanlagen,
- der Verbrauch von Antennenverstärkern sowie
- der Verbrauch von Waschmaschinen, Tumblern und Tiefkühlgeräten, die über einen Gemeinschaftszähler betrieben werden.

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

Der Stromverbrauch für die gemeinschaftlich genutzte Gebäudeinfrastruktur in Mehrfamilienhäusern wird ebenso wie der Raumwärmeverbrauch in Zweit- und Ferienwohnungen nicht den Haushalten, sondern dem Dienstleistungssektor zugerechnet. Der Stromverbrauch für die Gemeinschaftsbeleuchtung (Aussenanlagen, Garagen, Kellerräume, Waschräume) wird hingegen nicht (mehr) in den Dienstleistungsbereich verschoben, sondern bei den Haushalten berücksichtigt (seit Ausgabe in 2012).

Ausgewiesene Verwendungszwecke

Die Auswahl der im Bericht ausgewiesenen Verwendungszwecke richtet sich an den bisherigen Arbeiten aus. Gegenüber der Gesamttaggregation über alle Verbrauchssektoren ist im Bereich Haushalte eine stärkere Disaggregation möglich. Der Verwendungszweck Klima, Lüftung und Haustechnik ist gegliedert nach Hilfsenergie Heizen, Klimatisierung, Lüftung und Luftbefeuchtung sowie übrige Haustechnik. Kochen beinhaltet Kochherde, elektrische Kochhilfen und Geschirrspüler. Die Energieverbräuche für die Prozesse Waschen und Trocknen sowie Kühlen und Gefrieren werden einzeln ausgewiesen. Daneben werden wie in der Gesamttaggregation die Verwendungszwecke Information, Kommunikation und Unterhaltung, Warmwasser, Beleuchtung und sonstige Elektrogeräte (Staubsauger, Fön, nicht einzeln erfasste IKT-Geräte und sonstige Kleingeräte) unterschieden.

4.1.2 Energieverbrauch nach Verwendungszwecken im Sektor Private Haushalte

Die Entwicklung des Energieverbrauchs der Privaten Haushalte nach Verwendungszwecken ist in Tabelle 4-1 beschrieben. Der Gesamtverbrauch hat gemäss dem Haushaltsmodell in den Jahren 2000 bis 2016 um 3.6 PJ zugenommen (+1.5 %; gemäss Energiestatistik +4.5 PJ; +1.9 %). Der Anstieg ist hauptsächlich auf die Verbräuche für Waschen und Trocknen (+2.8 PJ; +106 %) und für die sonstigen Elektrogeräte (+4.2 PJ; +91.1 %) zurückzuführen. Rückläufig war der Verbrauch für Raumwärme (-2.8 PJ; -1.7 %). Bereinigt um die jährlichen Witterungsschwankungen ergibt sich ein Verbrauchsrückgang um 11.5 PJ (-6.2 %). Die Verbräuche der übrigen Verwendungszwecke haben sich im Betrachtungszeitraum um weniger als 1 PJ verändert.

Gegenüber dem Vorjahr 2015 ist der Energieverbrauch im Sektor Private Haushalte um 10.2 PJ angestiegen (+4.4 %). Der Anstieg steht in engem Zusammenhang mit dem Verlauf der Witterung in den Jahren 2015 und 2016 und der damit verbundenen Entwicklung des Raumwärmebedarfs. Die Witterung war in 2016 mit 3'281 HGT kühler als im Jahr 2015 mit 3'075 HGT (HGT +6.7 %). Der Raumwärmeverbrauch nahm 2016 gegenüber dem Vorjahr um 10.2 PJ zu (+6.6 %).

Im Jahr 2016 entfielen mehr als zwei Drittel des Energieverbrauchs der Haushalte auf die Raumwärme (68.3 %). Grosse Bedeutung für den Sektorverbrauch besass auch die Erzeugung von Warmwasser (13.4 %). Im Gegensatz zur Raumwärme reagiert der Warmwasserverbrauch nur wenig auf die Witterungsverhältnisse. Auf die übrigen Verwendungszwecke entfielen vergleichsweise kleine Energiemengen, die Anteile am Sektorverbrauch waren gering (Abbildung 4-1). Für diese Verwendungszwecke wurde jedoch fast ausschliesslich Energie von hoher Qualität (Elektrizität) eingesetzt.

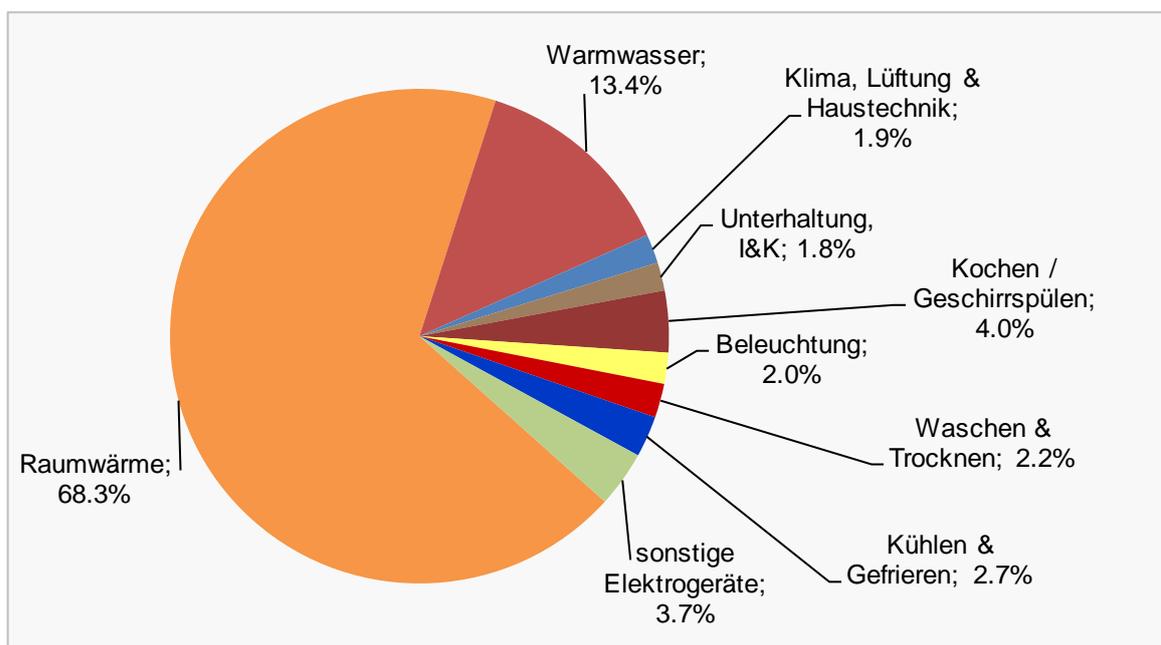
Tabelle 4-1: Private Haushalte: Energieverbrauch 2000 bis 2016 nach Verwendungszwecken, in PJ

Verwendungszweck	2000	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Δ '00-'16
Raumwärme	167.5	149.0	168.1	185.5	139.8	154.6	164.8	-1.7%
Raumwärme festinst.	166.0	147.7	166.8	184.2	138.6	153.5	163.6	-1.4%
Heizen mobil	1.5	1.2	1.3	1.3	1.1	1.1	1.1	-25.2%
Warmwasser	32.3	31.6	31.9	32.2	31.7	32.0	32.2	-0.3%
Klima, Lüftung, HT	3.6	3.8	4.2	4.7	3.9	4.4	4.6	+26.9%
Heizen Hilfsenergie	2.4	2.2	2.5	2.8	2.1	2.4	2.6	+6.3%
Lüftung, Luftbefeuchtung	0.7	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	+26.9%
Klimatisierung	0.0	0.2	0.2	0.2	0.1	0.3	0.2	+1288%
übrige Haustechnik	0.4	0.6	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	+91.9%
Unterhaltung, I&K	5.4	5.3	5.1	5.0	4.8	4.6	4.4	-17.1%
Kochen / Geschirrspülen	8.8	9.3	9.4	9.5	9.6	9.7	9.7	+10.4%
Beleuchtung	5.7	5.5	5.3	5.3	5.2	5.1	4.9	-14.7%
Waschen & Trocknen	2.6	5.3	5.4	5.5	5.5	5.5	5.4	+105.7%
Kühlen & Gefrieren	7.1	6.9	6.8	6.7	6.6	6.5	6.5	-8.9%
sonstige Elektrogeräte	4.6	7.3	7.7	8.0	8.3	8.7	8.8	+91.1%
Total Endenergieverbrauch	237.7	223.9	244.0	262.2	215.4	231.1	241.3	+1.5%

HT: Haustechnik, I&K: Information und Kommunikation

Quelle: Prognos 2017

Abbildung 4-1: Private Haushalte: Aufteilung des Energieverbrauchs 2016 nach Verwendungszwecken



I&K: Information und Kommunikation

Quelle: Prognos 2017

Die Entwicklung des Stromverbrauchs der Privaten Haushalte nach Verwendungszwecken ist in Tabelle 4-2 dargestellt. Die Verwendung von Elektrizität hat gemäss dem Haushaltsmodell in den Jahren 2000 bis 2016 um 9.6 PJ zugenommen (+16.7 %; gemäss Energiestatistik +12.1 PJ; +21.3 %). Der Verbrauchsanstieg ist zu grossen Teilen auf die Verwendungszwecke sonstige Elektrogeräte (+4.2 PJ; +91.1 %), Antriebe und Prozesse (+3.1 PJ; +24.2 %; inkl. Waschen, Trocknen, Kühlen, Gefrieren, Geschirrspüler, elektrische Kochhilfen) und die Raumwärme (+2.4 PJ; +19.7 %) zurückzuführen. Die Aufteilung des Stromverbrauchs des Jahres 2016 nach Verwendungszwecken ist in Abbildung 4-2 dargestellt.

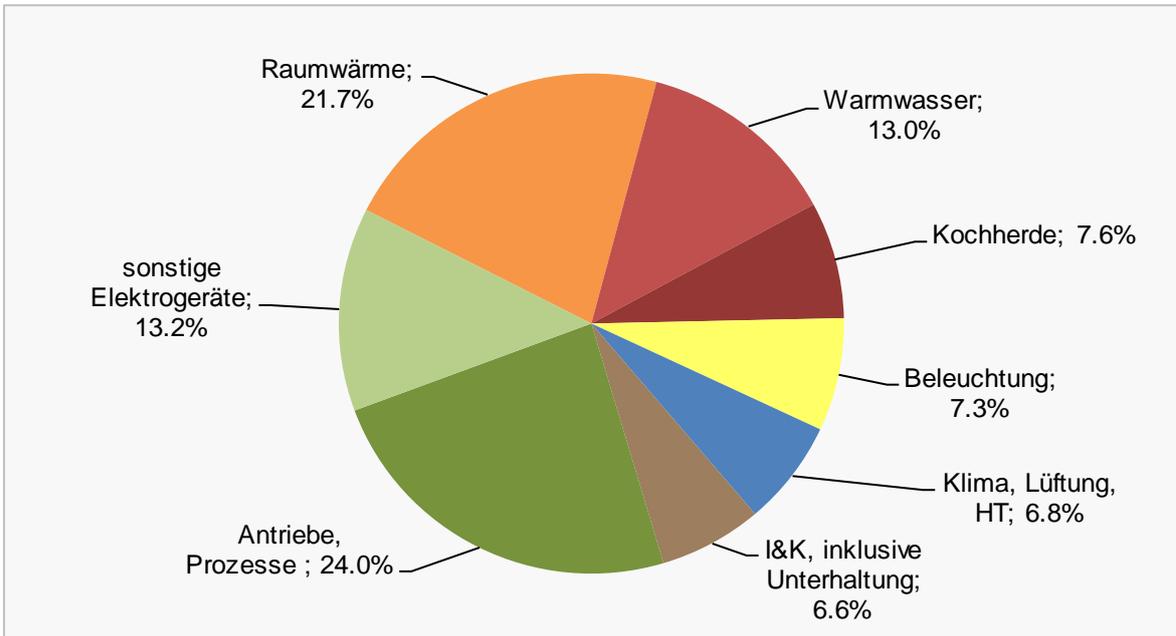
Tabelle 4-2: Private Haushalte: Stromverbrauch 2000 bis 2016 nach Verwendungszwecken, in PJ

Verwendungszweck	2000	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Δ '00-'16
Raumwärme	12.1	12.7	14.3	15.8	12.3	13.6	14.5	+19.7%
Warmwasser	8.3	8.5	8.5	8.6	8.5	8.6	8.7	+4.3%
Kochherde	4.8	4.9	4.9	4.9	5.0	5.0	5.1	+6.1%
Beleuchtung	5.7	5.5	5.3	5.3	5.2	5.1	4.9	-14.7%
Klima, Lüftung, HT	3.6	3.8	4.2	4.7	3.9	4.4	4.6	+26.9%
I&K, inklusive Unterhaltung	5.4	5.3	5.1	5.0	4.8	4.6	4.4	-17.1%
Antriebe, Prozesse	12.9	16.1	16.2	16.2	16.2	16.2	16.1	+24.2%
sonstige Elektrogeräte	4.6	7.3	7.7	8.0	8.3	8.7	8.8	+91.1%
Elektrizitätsverbrauch insgesamt	57.5	64.2	66.3	68.5	64.3	66.3	67.1	+16.7%

HT: Haustechnik, I&K: Information und Kommunikation

Quelle: Prognos 2017

Abbildung 4-2: Private Haushalte: Aufteilung des Elektrizitätsverbrauchs 2016 nach Verwendungszwecken



HT: Haustechnik, I&K: Information und Kommunikation

Quelle: Prognos 2017

Raumwärme

Unter dem Aspekt der Verbrauchsmenge ist im Sektor Private Haushalte der Verwendungszweck Raumwärme von herausragender Bedeutung. Im Jahr 2016 entfielen 68.3 % des Endenergieverbrauchs der Haushalte auf die Bereitstellung von Raumwärme (2015: 66.9 %). Dabei ist der Hilfsenergieverbrauch für den Betrieb der Anlagen und die Wärmeverteilung nicht eingeschlossen.

Im Zeitraum 2000 bis 2016 wurde die beheizte Wohnfläche um 96 Mio. m² EBF ausgeweitet (+24.9 %), was einer durchschnittlichen Zuwachsrate von 1.4 % p.a. entspricht.⁷ Nicht berücksichtigt sind dabei die Flächen in Zweit- und Ferienwohnungen.

In Tabelle 4-3 ist die Entwicklung der Energiebezugsfläche (EBF) der dauernd bewohnten Wohngebäude und der leer stehenden Wohngebäude nach Heizungssystemen aufgeschlüsselt. Die mit Erdgas (+52 Mio. m² EBF) und elektrischen Wärmepumpen (+59 Mio. m² EBF) beheizten Flächen sind im Zeitraum 2000 bis 2016 am stärksten gewachsen. Im Jahr 2016 wurde ein Viertel der Wohnfläche mit Erdgas beheizt (25.6%). Die solarthermischen Anlagen weisen ebenfalls ein starkes prozentuales Wachstum auf, jedoch auf einem noch sehr geringen absoluten Niveau von etwa 2.1 Mio. m² EBF (+1.8 Mio. m² EBF ggü. 2000).

⁷ Gemäss SIA 380/1 ist die Energiebezugsfläche EBF die Summe aller ober- und unterirdischen Geschossflächen, für deren Nutzung ein Beheizen oder Klimatisieren notwendig ist. Die Energiebezugsfläche EBF wird brutto, das heisst aus den äusseren Abmessungen, einschliesslich begrenzender Wände und Brüstungen, berechnet (SIA, 2009).

Die mit Heizöl beheizte Wohnfläche ist rückläufig, gegenüber dem Jahr 2000 ist die Fläche um 32 Mio. m² zurückgegangen (-14.1 %). Heizöl bleibt jedoch der wichtigste Energieträger zur Bereitstellung der Raumwärme. Im Jahr 2016 wurde 40.8 % der Fläche mit Heizöl beheizt (2000: 59 %).

Tabelle 4-3: Private Haushalte: Entwicklung der Energiebezugsfläche nach Heizsystemen in Mio. m² EBF (inklusive Leerwohnungen, ohne Zweit- und Ferienwohnungen)

Heizsystem	2000	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Anteil 2016
Heizöl	229	216	211	208	204	200	197	40.8%
Erdgas	71	107	111	114	117	121	123	25.6%
el. Widerstandsheizungen	26	24	24	23	23	23	22	4.6%
Holz	33	38	39	40	40	41	42	8.8%
Kohle	1	1	1	1	1	1	0	0.1%
Fernwärme	11	17	18	19	20	21	22	4.5%
Wärmepumpen	14	45	50	56	62	67	73	15.2%
Solar	0	1	1	1	1	2	2	0.4%
Summe beheizt	386	450	455	462	469	476	482	100%

Quelle: eigene Fortschreibung der Volkszählung 2000

Der durchschnittliche Heizwärmebedarf je m² EBF ist zwischen 2000 und 2016 um ca. 17 % auf 87 kWh/m² und Jahr gesunken. Der durchschnittliche Nutzungsgrad der Heizsysteme hat sich im Betrachtungszeitraum um knapp 8 %-Punkte auf 87 % erhöht. Überdurchschnittliche Effizienzsteigerungen zeigen sich bei den Heizsystemen mit dem stärksten Wachstum, den Wärmepumpen und den Gaszentralheizungen (Brennwertsysteme).

Die Entwicklung des Endenergieverbrauchs für Raumwärme in Wohngebäuden (ohne Zweit- und Ferienwohnungen) ist in Tabelle 4-4 abgebildet. Im Jahr 2016 lag der Verbrauch für Raumwärme 2.8 PJ unter dem Verbrauch im Jahre 2000 (-1.7 %). Ohne Witterungseinfluss ergibt sich für den gleichen Zeitraum eine Verbrauchsreduktion von -11.5 PJ (-6.2 %). Bezogen auf den Zeitraum 2000 bis 2016 entspricht dies einer mittleren Reduktionsrate von 0.4 % p.a..

Tabelle 4-4 verdeutlicht die anhaltende Dominanz der fossilen Energieträger. Der Anteil von Heizöl, Erdgas und Kohle am Raumwärmeverbrauch lag im Jahr 2016 bei 69.4 % (2000: 78.6 %). Der Anteil der Erneuerbaren (Holz, Solar, Umweltwärme) ist im Zeitraum 2000 bis 2016 um 6.1 %-Punkte gestiegen und lag 2016 bei 17.6 %. Leicht abgenommen hat der Verbrauchsanteil der elektrischen Widerstandsheizungen, dieser lag 2016 aber immer noch bei annähernd 6 %. Darin berücksichtigt ist der Verbrauchsanteil der mobilen Kleinheizgeräte (Elektro-Öfeln). Der Verbrauch dieser mobilen Kleinheizgeräte belief sich im Zeitraum 2000 bis 2016, in

Abhängigkeit von der Witterung, auf rund 1-1.5 PJ (vgl. Tabelle 4-1). Der abgebildete Holzenergieverbrauch beinhaltet auch den Verbrauch an Kaminholz, der auf jährlich rund 1 PJ geschätzt wird.⁸ Der Hilfsenergieverbrauch für den Betrieb der Heizanlagen belief sich auf jährlich rund 2.6 PJ_{el} (ohne Hilfsenergieverbrauch in Mehrfamilienhäusern). Dieser Verbrauch wird dem Bereich Klima, Lüftung und Haustechnik zugerechnet.

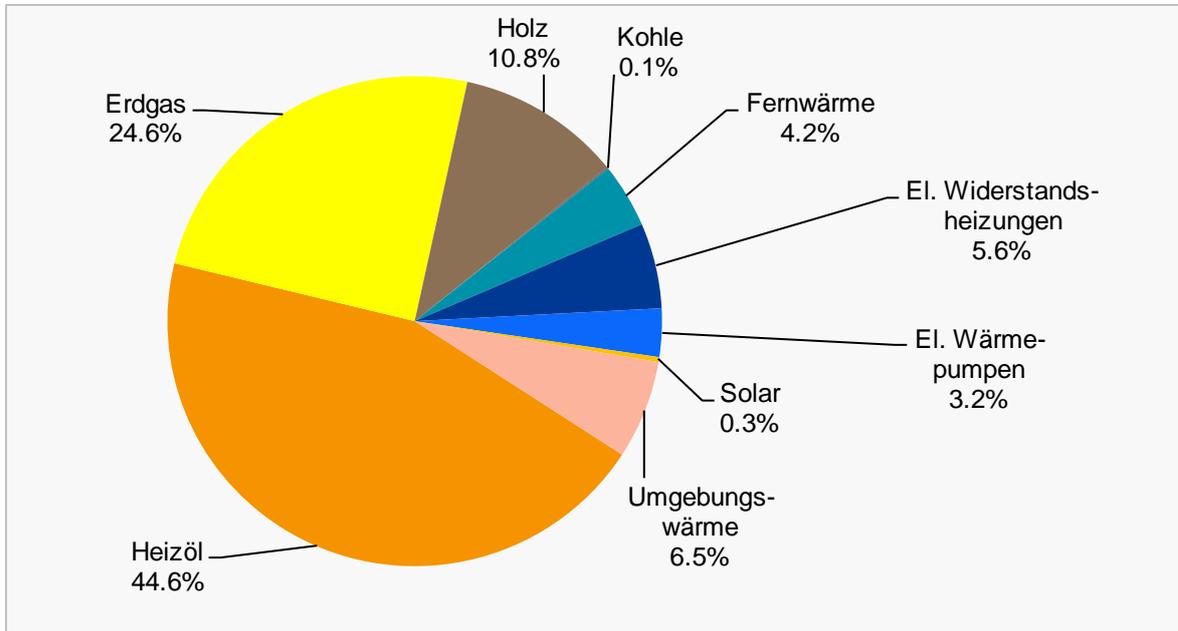
Tabelle 4-4: Private Haushalte: Endenergieverbrauch für Raumwärme nach Heizsystemen und Energieträgern 2000 bis 2016, in PJ

Heizsystem / Energieträger	2000	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Δ '00-'16
Heizöl	101.2	75.5	83.3	89.8	65.6	70.7	73.5	-27.3%
Erdgas	30.1	33.0	38.4	43.3	33.2	37.5	40.6	+34.9%
Kohle	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	-51.2%
El. Widerstandsheizungen	10.6	9.5	10.3	11.0	8.5	9.0	9.3	-12.8%
El. Wärmepumpen	1.5	3.3	4.0	4.8	3.8	4.6	5.3	+249.4%
Fernwärme	4.5	5.3	6.2	7.1	5.5	6.3	7.0	+56.2%
Holz	16.4	15.4	17.3	19.1	14.9	16.5	17.7	+8.0%
Solar	0.1	0.3	0.3	0.4	0.3	0.4	0.5	+367.2%
Umgebungswärme	2.8	6.5	8.0	9.6	7.7	9.3	10.7	+287.1%
Summe	167.5	149.0	168.1	185.5	139.8	154.6	164.8	-1.7%
Summe witterungsbereinigt	186.6	180.6	178.9	178.0	177.0	176.2	175.1	-6.2%

* nur Elektrizitätsverbrauch, die genutzte Umweltwärme ist unter Umgebungswärme berücksichtigt Quelle: Prognos 2017

8 Nicht berücksichtigt ist der Verbrauch an Kaminholz im Umfang von rund 1 PJ, der den Zweit- und Ferienwohnungen zugerechnet wird.

Abbildung 4-3: Private Haushalte: Aufteilung des Raumwärmeverbrauchs 2016 nach Energieträgern (ohne Hilfsenergieverbrauch)



Quelle: Prognos 2017

Warmwasser

Im Jahr 2016 wurden 13.4 % des Endenergieverbrauchs der Haushalte für die Bereitstellung von Warmwasser aufgewendet. Dadurch ist Warmwasser nach der Raumwärme mengenmässig der zweitwichtigste Verwendungszweck im Haushaltssektor. Das Warmwasser wurde überwiegend von Zentralsystemen bereitgestellt. Bei der Erzeugung von Warmwasser besitzt neben Heizöl und Erdgas auch Strom eine grosse Bedeutung: 35.5 % der Bevölkerung bezogen in 2016 ihr Warmwasser von strombasierten Systemen (inkl. Wärmepumpen; Tabelle 4-5).

Die relativen Anteile der Anlagentypen an der Erzeugung von Warmwasser haben sich im Zeitraum 2000 bis 2016 teilweise deutlich verschoben. Abgenommen haben die Anteile von Heizöl (-16 %-Punkte) und von den elektrischen Widerstandsanlagen (Ohm'sche Anlagen, -4.5%-Punkte). Gestiegen sind die Anteile von Erdgas (+7.1 %-Punkte), elektrischen Wärmepumpen (+7.0 %-Punkte) und Solarthermie (+5.6 %-Punkte). Die Anzahl der Einwohner, die ihr Warmwasser mittels Solaranlagen erzeugten, hat im Betrachtungszeitraum um den Faktor 12 zugenommen. Der Gesamtanteil lag im Jahr 2016 aber erst bei 6.2 %. Nicht wesentlich verändert haben sich die Anteile von Holz und Fernwärme.

Tabelle 4-5: Private Haushalte: Bevölkerung mit Warmwasser, aufgeschlüsselt nach Anlagensystemen, in Tsd.

Anlagensystem	2000	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Anteil 2016
Heizöl	3'206	2'702	2'657	2'595	2'539	2'474	2'412	29.6%
Erdgas	1'084	1'611	1'678	1'721	1'764	1'802	1'837	22.5%
Holz	166	206	204	205	206	208	209	2.6%
Fernwärme	213	240	252	264	278	288	299	3.7%
el. Ohm'sche Anlagen	2'143	2'160	2'119	2'122	2'117	2'123	2'120	26.0%
el. Wärmepumpen	175	465	518	578	639	704	771	9.5%
Solar	41	300	342	378	420	461	502	6.2%
Summe	7'028	7'684	7'770	7'864	7'962	8'059	8'149	100.0%

Quelle: eigene Fortschreibung der Volkszählung 2000

Der durchschnittliche Warmwasserverbrauch pro Kopf variiert zwischen Zentralsystemen und Einzelsystemen. Bei Zentralsystemen beläuft sich der durchschnittliche Tagesverbrauch gemäss Erfahrungswerten auf 45 - 50 Liter pro Person.⁹ Bei Einzelsystemen ist der Bezug von Warmwasser nur an einer oder wenigen Stellen möglich, der Warmwasserverbrauch ist dadurch in der Regel geringer. Er wird hier mit 35 Liter pro Person und Tag veranschlagt.

Die Nutzungsgrade der Warmwasseranlagen konnten bei allen Systemen gesteigert werden, insbesondere bei den zentralen Erdgasanlagen, aber auch bei den Öl- und Holzanlagen. Wärmepumpen weisen die höchsten Nutzungsgrade auf. Überdurchschnittliche Wirkungsgrade besitzen auch die solarthermischen (per Definition 100 %) und die elektrischen Widerstandsanlagen. Der durchschnittliche Nutzungsgrad ist von 65 % im Jahr 2000 auf 74 % im Jahr 2016 gestiegen.¹⁰

Die Entwicklung des Endenergieverbrauchs für Warmwasser im Haushaltssektor ist in Tabelle 4-6 zusammengefasst. Der Gesamtverbrauch ist zwischen 2000 und 2016 um 0.1 PJ auf 32.2 PJ gesunken (-0.3 %). Der Effizienzgewinn durch die Verbesserung des mittleren Nutzungsgrads wurde durch den gestiegenen Warmwasserverbrauch (Bevölkerungswachstum, Komfort) weitgehend kompensiert.

Im Jahr 2016 wurden noch 34.1 % des Verbrauchs durch ölbeheizte Anlagen verursacht (2000: 51 %). Insgesamt waren 57 % des Verbrauchs den fossilen Energieträgern Öl und Erdgas zuzurechnen (Abbildung 4-4). Der Anteil der erneuerbaren Energieträger (Holz, Solar, Umweltwärme) betrug 12.3 %, der Rest entfiel

⁹ Angenommen ist eine Erwärmung des Wassers von 15°C auf 55°C.

¹⁰ Bei der Berechnung des mittleren Nutzungsgrades des Anlagenbestandes wurde die genutzte Umweltwärme beim Endenergieverbrauch mitberücksichtigt.

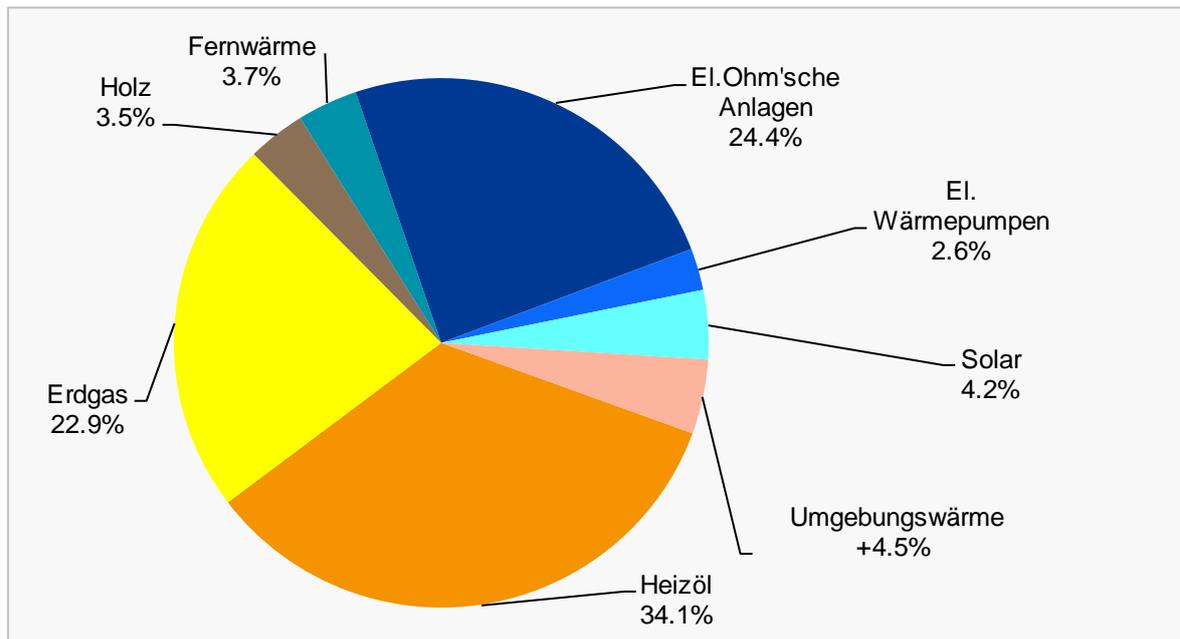
vorwiegend auf Strom (27.0 %; inkl. Strom der elektrischen Wärmepumpen).

Tabelle 4-6: *Private Haushalte: Endenergieverbrauch für Warmwasser nach Energieträgern, in PJ*

Energieträger	2000	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Δ '00-'16
Heizöl	16.6	12.7	12.5	12.2	11.6	11.3	11.0	-33.9%
Erdgas	5.1	6.6	6.9	7.1	7.1	7.3	7.4	+46.0%
Holz	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	+13.7%
Fernwärme	0.9	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.2	+35.3%
el. Ohm'sche Anlagen	8.1	8.0	7.9	8.0	7.8	7.9	7.9	-3.3%
el. Wärmepumpen	0.2	0.5	0.6	0.6	0.7	0.8	0.8	+307.1%
Solar	0.1	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.4	+1114.1%
Umgebungswärme	0.3	0.8	1.0	1.1	1.2	1.3	1.5	+382.4%
Summe	32.3	31.6	31.9	32.2	31.7	32.0	32.2	-0.3%

Quelle: Prognos 2017

Abbildung 4-4: *Private Haushalte: Aufteilung des Energieverbrauchs 2016 zur Bereitstellung von Warmwasser nach Energieträgern, in %*



Quelle: Prognos 2017

Kochen

Dem Verwendungszweck Kochen werden hier neben dem Energieverbrauch für Kochherde (Herdplatten, Backofen, inklusive Steamer) auch der Stromverbrauch der elektrischen Kochhilfen (Dunstabzugshauben, Tee- und Kaffeemaschinen, Toaster, Friteusen, Mikrowellen, Grill sowie übrige Kleinstgeräte) und der Ver-

brauch der Geschirrspülgeräte zugerechnet. Der Gesamtverbrauch dieser Gerätekategorie hat sich im Zeitraum 2000 bis 2016 um 0.9 PJ erhöht (+10.4 %). Dieser Zuwachs ist weitgehend auf den Mehrverbrauch bei den elektrischen Kochhilfen zurückzuführen (+0.8 PJ; +53.5 %). Der Verbrauch von elektrischen Kochherden (+0.3 PJ, +6.1 %) und Geschirrspülern (+0.2 PJ, +13.7 %) hat trotz der erheblichen Bevölkerungszunahme und der ansteigenden Geräteausstattung nur geringfügig zugenommen.

Tabelle 4-7: Private Haushalte: Endenergieverbrauch für Kochherde, Geschirrspüler und elektrische Kochhilfen, in PJ

Kochen/Geschirrspülen	2000	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Δ '00-'16
Erdgas	0.6	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	-47.8%
Holz	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	-45.9%
Elektrizität	8.0	8.8	8.9	9.0	9.1	9.2	9.3	+16.2%
dar. Elektroherd	4.8	4.9	4.9	4.9	5.0	5.0	5.1	+6.1%
elektr. Kochhilfen	1.4	2.0	2.0	2.1	2.1	2.1	2.2	+53.5%
Geschirrspüler	1.8	1.9	2.0	2.0	2.0	2.1	2.1	+13.7%
Summe	8.8	9.3	9.4	9.5	9.6	9.7	9.7	+10.4%

Quelle: Prognos 2017

Übrige elektrische Geräte und Beleuchtung

Die Verbrauchsentwicklung der übrigen elektrischen Haushaltsgeräte und der Beleuchtung ist in Tabelle 4-8 dargestellt. Zwischen 2000 und 2016 hat sich der Verbrauch dieser Gerätegruppen um 5.5 PJ (+19.1 %) erhöht. Die Entwicklung in den verschiedenen Gerätegruppen ist unterschiedlich:

- Der Verbrauch der Beleuchtung ist im Zeitraum 2000 bis 2005 angestiegen. Durch den Einsatz von Energiesparlampen und LED-Lampen sowie das Verbot ineffizienter Glühlampen konnte der Verbrauch nach 2006 kontinuierlich gesenkt werden. Nach wie vor bestehen jedoch rund 50 % des Absatzes aus wenig effizienten Halogenlampen (Temperaturstrahler; Quelle SLG 2016). 2016 lag der Verbrauch für die Beleuchtung 14.7 % unter dem Niveau des Jahres 2000 (-0.8 PJ).
- Die Verbräuche für Kühl- und Gefriergeräte sowie für Information, Kommunikation und Unterhaltung haben sich im Betrachtungszeitraum ebenfalls verringert. In 2016 lag der Verbrauch für Kühl- und Gefriergeräte 8.9 % unter dem Verbrauch des Jahres 2000 (-0.6 PJ). Der Verbrauch für Information, Kommunikation und Unterhaltung hat sich zwischen 2000 und 2016 um 17.1 % reduziert (-0.9 PJ).

Tabelle 4-8: *Private Haushalte: Entwicklung des Stromverbrauchs für elektrische Haushaltsgeräte und Beleuchtung, in PJ*

Verwendungszweck	2000	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Δ '00-'16
Beleuchtung	5.7	5.5	5.3	5.3	5.2	5.1	4.9	-14.7%
Kühlen und Gefrieren	7.1	6.9	6.8	6.7	6.6	6.5	6.5	-8.9%
Waschen und Trocknen	2.6	5.3	5.4	5.5	5.5	5.5	5.4	+105.7%
Unterhaltung, I&K	5.4	5.3	5.1	5.0	4.8	4.6	4.4	-17.1%
Klima, Lüftung, HT	3.6	3.8	4.2	4.7	3.9	4.4	4.6	+26.9%
sonstige Elektrogeräte	4.6	7.3	7.7	8.0	8.3	8.7	8.8	+91.1%
Summe	29.0	34.1	34.7	35.1	34.4	34.8	34.6	+19.1%

HT: Haustechnik, I&K: Information und Kommunikation

Quelle: Prognos 2017

- Der Verbrauch für das Waschen und Trocknen ist um 2.8 PJ auf 5.4 PJ gestiegen (+106 %). Die Zunahme ist auf das Bevölkerungswachstum und die zunehmende Haushaltsausstattung mit Wäschetrocknern (Tumbler) zurückzuführen. Eine weitere Ursache für den Verbrauchsanstieg bilden strukturelle Veränderungen in den Mehrfamilienhäusern. In Mehrfamilienhäusern werden die Geräte zunehmend in den privaten Wohnungen oder über wohnungseigene Stromzähler betrieben. Dadurch werden Verbräuche, die früher als Gemeinschaftsverbräuche im Dienstleistungssektor verbucht wurden, zunehmend im Sektor Private Haushalte bilanziert. 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 6.1 PJ (+28 %). Aufgrund der effizienten Neugeräte hat der Verbrauch im Jahr 2016 gegenüber dem Vorjahr leicht abgenommen.
- Der Verbrauch für Klima, Lüftung und Haustechnik weist eine steigende Tendenz auf. 2016 lag der Verbrauch 26.9 % über dem Verbrauch des Jahres 2000. Auch aufgrund der Witterungsabhängigkeit des Hilfsenergieverbrauchs für Heizungen ergibt sich in 2016 gegenüber dem Vorjahr mit geringerer Anzahl an HGT ein höherer Verbrauch (+0.2 PJ; +4 %).
- Am stärksten gewachsen ist der Verbrauch der sonstigen Elektrogeräte. Der Verbrauch dieser Gerätegruppe hat sich zwischen 2000 und 2016 von 4.6 PJ auf 8.8 PJ erhöht (+91.1 %).

4.2 Dienstleistungen und Landwirtschaft

4.2.1 Methodik und Daten

In den Sektoren Dienstleistungen und Landwirtschaft erfolgt die Berechnung des Energieverbrauchs mit dem Modell TEP Tertiary.

Das Modell TEP Tertiary verfolgt einen konsequenten Bottom-Up Ansatz, welcher zwischen Branchengruppen und Energieanwendungen differenziert (siehe Jakob et al. 2016 b, Jakob und Gross, 2010 und Fleiter et al., 2010). Bezüglich der Energieanwendungen orientiert sich das Modell grundsätzlich an der im Jahre 2006 in Kraft getretenen Version der SIA 380/4 (SIA, 2006), an der SIA 380/1 (SIA, 2009) sowie an der aktuellsten Version der Standardnutzungsbedingungen MB SIA 2024 (SIA, 2015). Dies betrifft sowohl Berechnungsverfahren als auch Kennwerte und erlaubt eine bessere Trennung zwischen den Bereichen Antriebe, Prozesswärme und Klima, Lüftung und übrige Gebäudetechnik im Vergleich zum Vorgängermodell. Zudem wurden Erkenntnisse und Daten aus verschiedenen Projekten des BFE und der TEP Energy einbezogen, z.B. zum Thema Lüftung und Kälte (Jakob et al. 2013), das BFE-Projekt zur Potenzialabschätzung von Massnahmen im Bereich der Gebäudetechnik (Jakob et al. 2016 a) sowie das BAFU-Projekt zum subsidiären Verbot von fossilen Heizanlagen (Iten et al. 2017). Dies ermöglicht im Vergleich zu den vergangenen Analysen eine bessere empirische Fundierung des Modells. Weitere spezifische Energieanwendungen, namentlich diejenigen ausserhalb des Gebäudebereichs (z.B. Verkehrs- und Kommunikationsinfrastruktur), wurden gemäss Erfordernis ins Modell eingeführt. Das Modell deckt auch die Gebäude des Verkehrssektors und den Sektor Landwirtschaft ab. Die Zuordnungsmatrix zwischen Energieanwendungen gemäss TEP Tertiary und den im Rahmen der Ex-Post-Analyse unterschiedenen Verwendungszwecken ist in Tabelle 4-9 dargestellt.

Für die Modellrechnungen werden für alle Jahre die Rahmendaten Energiebezugsflächen, BIP, branchenspezifische Beschäftigungszahlen, Energiepreise sowie zahlreiche weitere Modelleingangsdaten aktualisiert. Die Anpassung an die aktuelle Witterung erfolgt in einem späteren Arbeitsschritt individuell für die einzelnen Verwendungszwecke.

Der mit dem Modell TEP Tertiary bestimmte Wärmeenergie- und Stromverbrauch pro Energieanwendung wird anschliessend auf die Verwendungszwecke aggregiert. Bei der Wärmeenergie wer-

den Raumwärme auf der einen Seite sowie Warmwasser und Prozesswärme auf der anderen Seite separat modelliert.¹¹ Die Verbräuche werden so zusammengezogen, dass sie den vorgegebenen Verwendungszwecken der Gesamttaggregation entsprechen.

Tabelle 4-9: Zuordnungsmatrix zwischen Energieanwendungen gemäss TEP Tertiary und Verwendungszwecken im Rahmen der Ex-Post-Analyse

Energieanwendungen gemäss TEP Tertiary	Raumwärme	Warmwasser	Prozesswärme	Beleuchtung	Klima, Lüftung & Raumtechnik	I&K	Antriebe	Sonstige
Beleuchtung				■				
Strassenbeleuchtung				■				
IKT Büro						■		
IKT Rechenzentren						■		
IKT Infrastruktur						■		
Kühlung, Klimaanlage					■			
Lüftungen					■			
Pumpen und andere gebäudetechnische Aggregate					■			
Lifte							■	
Diverse Gebäudetechnik							■	
Gewerbliche Kälte							■	
Küche			■					
Wäsche							■	
Strassentunnels								■
Bahninfrastruktur								■
Schneekanonen								■
Übrige								■
Elektrowärme (Heizungen)	■							
Elektrische Wärmepumpen	■							
Raumwärme (Brennstoffe, Fernwärme, Umweltwärme, Solarenergie etc.)	■							
Warmwasser (elektrisch)		■	■					
Warmwasser (Elektro-WP)		■	■					
Warmwasser (Brennstoffe, Fernwärme, Umweltwärme, Solarenergie etc.)		■	■					

IKT: Informations- und Kommunikationstechnik, WP: Wärmepumpen

Quelle: TEP Energy 2017

Für die Brennstoffe wird angenommen, dass der gesamte Verbrauch des Dienstleistungssektors innerhalb der Gebäude anfällt. Beim Stromverbrauch werden zusätzlich Anwendungen ausserhalb von Gebäuden unterschieden. Der Verbrauch dieser Anwendungen wird mit einzelnen ad-hoc Ansätzen bestimmt. Bei diesen Rechnungen werden die öffentliche Beleuchtung sowie die Infrastruktur von Bahnen, Strassentunnels und Beschneiungsanlagen

11 Die Prozesswärme kann nur für Stromanwendungen der Bereiche Küche und Waschen in den Branchen Gastronomie, Gesundheitswesen und Schulen separat ausgewiesen werden.

berücksichtigt. Der Energieverbrauch für die Verkehrsinfrastruktur wird folglich im Dienstleistungssektor ausgewiesen, während der gesamte verkehrsbedingte Traktionsenergieverbrauch im Verkehrssektor abgebildet wird.

Eine weitere Abweichung zur Definition der Wirtschaftssektoren wird für den Teil des Energieverbrauchs in den Wohngebäuden vorgenommen, der nicht von den Haushalten selbst direkt bezahlt wird, sondern von einer Verwaltung, einer Immobilienfirma oder einer Drittperson. Im Strombereich handelt es sich dabei im Wesentlichen um den sogenannten „Allgemeinstrom“, namentlich im Bereich Korridore und Gemeinschaftsgeräte in Waschküchen. Der Raumwärmeverbrauch in Zweit- und Ferienwohnungen wird ebenfalls dem Dienstleistungssektor zugeschlagen. Diese Verbräuche werden im Modell Private Haushalte durch Prognos berechnet und anschliessend an den Bereich Dienstleistungen übergeben (vgl. 3.1.2). Mit diesem Vorgehen wird versucht, möglichst die Abgrenzung zu treffen, die in der Gesamtenergie- und Elektrizitätsstatistik angewendet wird.

Die energiestatistische Grundlage für die Kalibrierung des Modells bilden die aktuellen Daten der Gesamtenergiestatistik (BFE, 2017 a) und der Elektrizitätsstatistik (BFE, 2017 e). Eine weitere wichtige Quelle stellt die Erhebung des Energieverbrauchs in der Industrie und im Dienstleistungssektor (BFE, 2017 c) dar. Die Modelleingangsdaten und -parameter werden an beide Datengrundlagen derart angepasst, dass das Niveau sowie die Trends im Mittel übereinstimmen, ohne jedoch die einzelnen Jahreswerte auf die Energiestatistiken zu kalibrieren. Dieser Ansatz wird u.a. mit den Unsicherheiten der Grundlagen in Bezug auf Jahr-zu-Jahr-Veränderungen begründet.

Der Verbrauch des Landwirtschaftssektors wird zusammen mit dem Verbrauch des Dienstleistungssektors ausgewiesen¹². Dadurch erklären sich teilweise die Differenzen gegenüber den Verbrauchswerten gemäss der Gesamtenergiestatistik. In der Gesamtenergiestatistik wird der Verbrauch des Landwirtschaftssektors zusammen mit der statistischen Differenz ausgewiesen.

¹² Beinhaltet den Verbrauch der Landwirtschaft ohne den Treibstoffverbrauch und ohne den Verbrauch für Wärme ausserhalb von Gebäuden (z.B. Treibhausbeheizung).

4.2.2 Energieverbrauch nach Verwendungszwecken in den Sektoren Dienstleistungen und Landwirtschaft

Gesamtenergie

Die Entwicklung des Energieverbrauchs nach Verwendungszwecken in den Sektoren Dienstleistungen und Landwirtschaft ist in Tabelle 4-10 beschrieben. Basierend auf den Modellrechnungen liegt der Gesamtverbrauch des Dienstleistungssektors im Jahr 2016 um 2.2 PJ über dem Verbrauch des Jahres 2000 (+1.7 %). Gemäss der Energiestatistik stieg der Verbrauch im Dienstleistungssektor um 4.4 PJ an (+3.2 %). Verringert hat sich über den Zeitraum 2000 bis 2016 der Verbrauch für Raumwärme (-3.6 PJ bzw. -5.0 %). Der Warmwasserverbrauch hat sich nicht wesentlich verändert (-0.1 PJ). Die Verbräuche der übrigen Verwendungszwecke sind angestiegen. Am meisten zugenommen hat der Verbrauch für Information und Kommunikation (+1.8 PJ) und für Klima, Lüftung und Haustechnik (+2.5 PJ).

Gegenüber dem Vorjahr 2015 hat der Gesamtverbrauch der Sektoren Dienstleistungen und Landwirtschaft gemäss den Modellrechnungen um 3.7 PJ (+2.8 %) zugenommen. Die Abnahme hängt eng mit dem Verlauf der Witterung und dem davon abhängigen Verbrauch für Raumwärme zusammen. Das Jahr 2015 war mit 3'075 HGT insgesamt wärmer als das Jahr 2016 mit 3'281 HGT. Der Raumwärmeverbrauch stieg 2016 gegenüber dem Vorjahr um 4 PJ (+6.2 %). Da gleichzeitig der Sommer 2016 aber kühler war als der vergleichsweise heisse Sommer in 2015 nahm der Bedarf an Klimakälte ab. Dadurch erklärt sich der Rückgang für den Verbrauch für Klima, Lüftung und Haustechnik, welcher ebenfalls von der Witterung beeinflusst wird (-0.4 PJ; -2.3 %).

Im Jahr 2016 entfielen 50.3 % des Energieverbrauchs der Sektoren Dienstleistungen und Landwirtschaft auf die Bereitstellung der Raumwärme (Abbildung 4-5). Im wärmeren Vorjahr 2015 hatte der Anteil 48.7 % betragen. Von grösserer Bedeutung für den Verbrauch waren in 2016 auch die Verwendungszwecke Klima, Lüftung und Haustechnik (11.5 %), Antriebe und Prozesse (12.2 %), die Beleuchtung (10.9 %) und Warmwasser (7.4 %).

Tabelle 4-10: Dienstleistungssektor und Landwirtschaft: Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Verwendungszwecken, in PJ

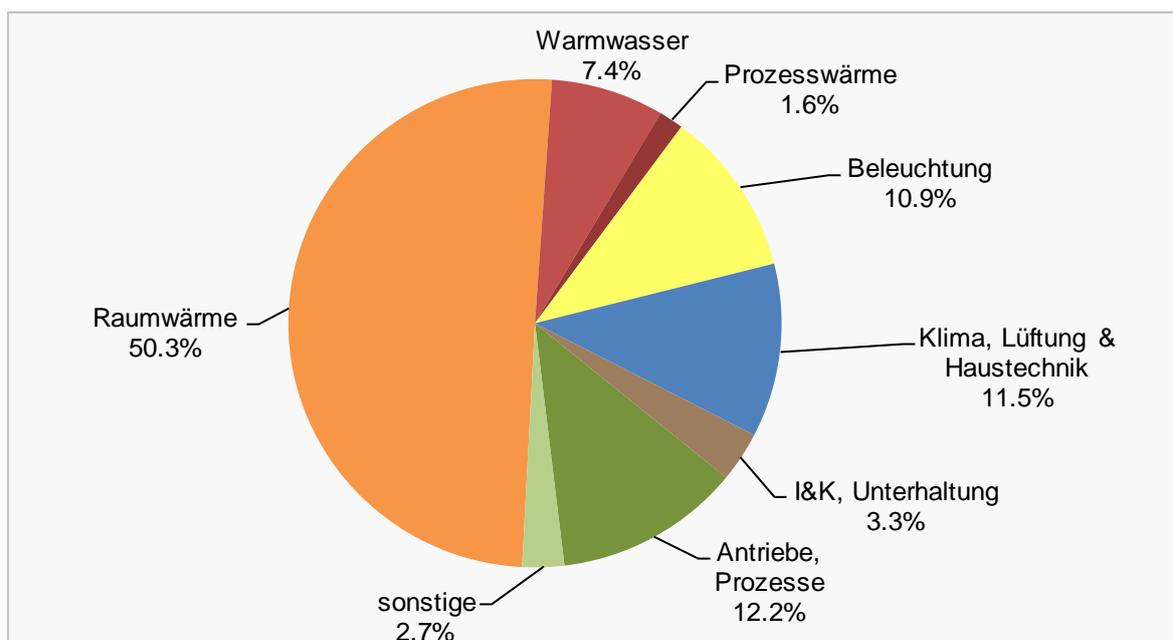
Verwendungszweck	2000	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Δ '00-'16
Raumwärme	72.2	62.2	70.8	77.4	58.4	64.6	68.6	-5.0%
Warmwasser	10.2	10.0	10.1	10.1	10.0	10.1	10.1	-0.8%
Prozesswärme	2.2	2.5	2.4	2.4	2.3	2.3	2.2	-1.4%
Beleuchtung	13.9	14.8	14.9	14.9	15.0	14.9	14.9	+7.2%
Klima, Lüftung, HT	13.1	14.4	15.0	15.5	14.0	16.1	15.7	+19.3%
I&K, Unterhaltung	2.7	4.3	4.4	4.5	4.5	4.5	4.5	+65.0%
Antriebe, Prozesse	16.2	16.6	16.5	16.6	16.6	16.5	16.6	+2.7%
Sonstige	3.6	3.9	3.9	3.8	3.7	3.7	3.7	+5.3%
Total Endenergieverbrauch	134.1	128.8	138.1	145.3	124.4	132.7	136.4	+1.7%

HT: Haustechnik, I&K: Information und Kommunikation

Quelle: TEP Energy 2017

Im Vergleich zu 2000 haben sich innerhalb des Energieverbrauchs des Dienstleistungs- und Landwirtschaftssektors vor allem der Anteil der Verwendungszwecke Raumwärme (-3.5 %-Punkte) und Klima, Lüftung und Haustechnik (+1.7 %-Punkte) verschoben. Der Verbrauchsanteil der Informations-, Kommunikations-, und Unterhaltungsanwendungen am Sektorverbrauch hat um 1.3 %-Punkte zugenommen. Die Anteile der übrigen Verwendungszwecke haben sich je um weniger als 1 %-Punkt verändert.

Abbildung 4-5: Dienstleistungssektor und Landwirtschaft: Prozentuale Aufteilung des Energieverbrauchs 2016 nach Verwendungszwecken



I&K: Information und Kommunikation

Quelle: TEP Energy 2017

Brennstoffe, Fernwärme, Umwelt- und Solarwärme

Brennstoffe, Fernwärme, Umwelt- und Solarwärme werden im Dienstleistungs- und im Landwirtschaftssektor ausschliesslich für Raumwärme und Warmwasser eingesetzt.¹³ Der Grossteil des „Brennstoffverbrauchs“ entfiel im Jahr 2016 auf die Raumwärme (87.3 %), der Rest auf die Bereitstellung von Warmwasser (12.7 %; Tabelle 4-11). Der Gesamtverbrauch dieser Energieträgergruppe hat sich im Zeitraum 2000 bis 2016 um 5.1 PJ verringert (-6.5 %). Der Rückgang ist zum grössten Teil auf die Entwicklung bei der Raumwärme zurückzuführen (-5.0 PJ; -7.2 %). Bereinigt um den Effekt der Witterung zeigt sich im Zeitraum 2000 bis 2016 bei der Raumwärme ein Rückgang von rund 9 PJ (-12 %).

Tabelle 4-11: Dienstleistungssektor und Landwirtschaft: Entwicklung des Brennstoffverbrauchs (inkl. Fern-, Umwelt- und Solarwärme) nach Verwendungszwecken, in PJ

Verwendungszweck	2000	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Δ '00-'16
Raumwärme	69.5	59.0	67.0	73.2	55.1	60.9	64.5	-7.2%
Warmwasser	9.5	9.3	9.3	9.4	9.3	9.3	9.3	-1.1%
Total Brennstoffverbrauch	79.0	68.3	76.4	82.6	64.4	70.2	73.9	-6.5%

Quelle: TEP Energy 2017

Elektrizität

Der Stromverbrauch in den Sektoren Dienstleistungen und Landwirtschaft ist zwischen 2000 und 2016 um 7.3 PJ angewachsen (+13.3 %; Tabelle 4-12). Auch der Anteil der Elektrizität am Sektorverbrauch weist eine steigende Tendenz auf, nach 41.1 % im Jahr 2000 lag er 2016 bei 45.8 %. Der Stromeinsatz hat bei allen Verwendungszwecken zugenommen, absolut gesehen am stärksten bei Klima, Lüftung und Haustechnik (+2.5 PJ) und Information, Kommunikation und Unterhaltung (+1.8 PJ). Auch prozentual nahm der Verbrauch dieser Verwendungszwecke stark zu, dies zusammen mit dem Stromverbrauch für Raumwärme (v.a. zu begründen durch den Anstieg von Wärmepumpen).

13 Der Brennstoffverbrauch für Prozesswärme, z.B. der Gasverbrauch für Kochen, Wäschetrocknen, Sterilisieren in Spitätern, wurde nicht explizit modelliert. Er ist teilweise unter Warmwasser subsummiert. Der Anteil von Fernwärme, Solar- und Umweltwärme an den "Brennstoffen" betrug im Sektor Dienstleistungen und Landwirtschaft in 2016 rund 10 %.

Tabelle 4-12: Dienstleistungssektor und Landwirtschaft: Entwicklung des Elektrizitätsverbrauchs nach Verwendungszwecken, in PJ

Verwendungszweck	2000	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Δ '00-'16
Raumwärme	2.6	3.2	3.8	4.2	3.3	3.7	4.0	+53.2%
Warmwasser	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	+3.8%
Prozesswärme	2.2	2.5	2.4	2.4	2.3	2.3	2.2	-1.4%
Beleuchtung	13.9	14.8	14.9	14.9	15.0	14.9	14.9	+7.2%
Klima, Lüftung, HT	13.1	14.4	15.0	15.5	14.0	16.1	15.7	+19.3%
I&K, Unterhaltung	2.7	4.3	4.4	4.5	4.5	4.5	4.5	+65.0%
Antriebe, Prozesse	16.2	16.6	16.5	16.6	16.6	16.5	16.6	+2.7%
Sonstige Verwendungszwecke	3.6	3.9	3.9	3.8	3.7	3.7	3.7	+5.3%
Elektrizitätsverbrauch insgesamt	55.2	60.6	61.7	62.6	60.1	62.5	62.5	+13.3%

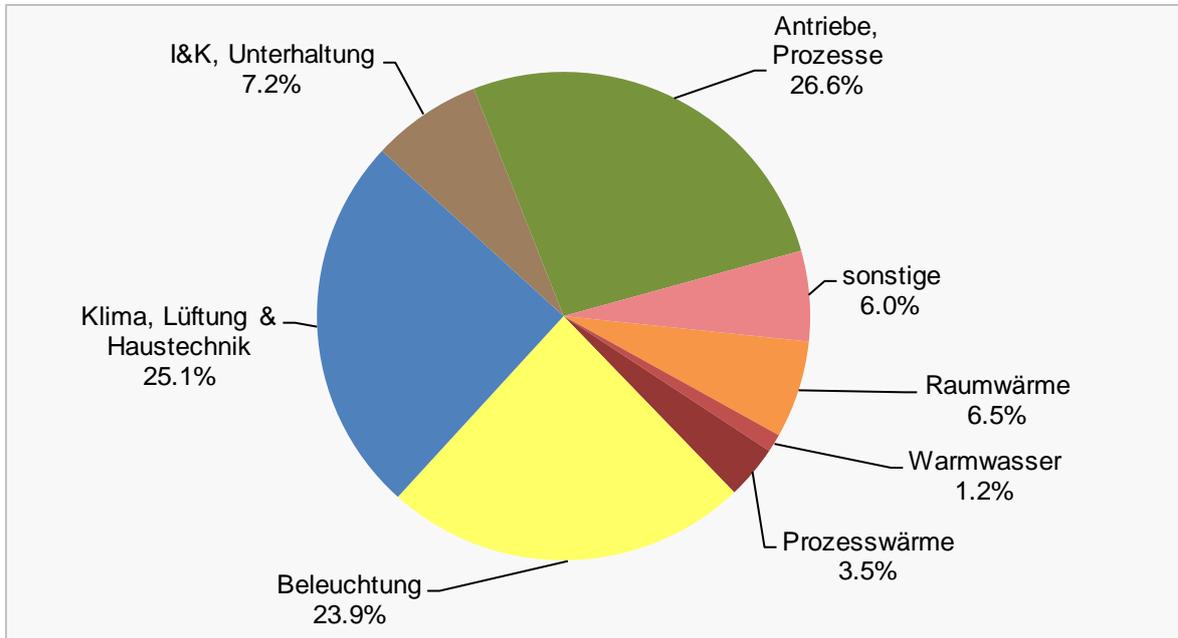
HT: Haustechnik, I&K: Information und Kommunikation

Quelle: TEP Energy 2017

Die prozentuale Aufteilung des Elektrizitätsverbrauchs des Jahres 2016 im Dienstleistungssektor und der Landwirtschaft auf die unterschiedenen Verwendungszwecke ist aus Abbildung 4-6 ersichtlich. Am meisten Strom wurde für Antriebe und Prozesse (26.6 %), für Klima, Lüftung und Haustechnik (25.1 %) und für die Beleuchtung (23.9 %) aufgewendet. Die Verbrauchsanteile der übrigen Verwendungszwecke waren vergleichsweise gering.

Die relative Bedeutung der einzelnen Verwendungszwecke hat sich seit 2000 leicht verändert. Am meisten zugenommen hat der Anteil von Information und Kommunikation (+2.3 %-Punkte). Am stärksten abgenommen hat der Anteil der Antriebe und Prozesse (-2.7 %-Punkte). Dies ist unter anderem zu begründen durch den im Vergleich zu den anderen Verwendungszwecken geringeren Verbrauchsanstieg (+2.7 %, Sektordurchschnitt +13.3 %).

Abbildung 4-6: Dienstleistungssektor und Landwirtschaft: Prozentuale Aufteilung des Elektrizitätsverbrauchs 2016 nach Verwendungszwecken



I&K: Information und Kommunikation

Quelle: TEP Energy 2017

4.3 Industrie

4.3.1 Methodik und Daten

Der Endenergieverbrauch im Industriesektor wird mit dem Industriemodell zerlegt und berechnet, das für die Energieperspektiven des Bundes eingesetzt wurde (Prognos, 2012). Bei diesem Modell handelt es sich um eine Weiterentwicklung des Industriemodells, welches ursprünglich von Basics entwickelt wurde. Das Modell setzt den Endenergieverbrauch möglichst kleinteilig aus den einzelnen Verbrauchergruppen zusammen (Bottom-up). Die industrielle Produktion wird gemäss verfahrenstechnischer Systematik produktspezifisch jeweils in einzelne Prozessschritte unterteilt, die separat betrachtet werden. Jedem Prozessschritt wird mindestens eine Anlage zugewiesen. Der Energieträgereinsatz, den die Anlage für die Ausführung des Prozessschritts benötigt, hängt von den vorgegebenen Produktionsmengen und Annahmen über den technologischen Fortschritt ab.

Insgesamt unterscheidet das Bottom-up-Modell rund 160 Produktionsprozesse, darunter z.B. das Kochen und Blanchieren in der Nahrungsmittelproduktion, Klinkerbrennen in der Zementindustrie und Pressen von Profilen, Rohren, Stangen in der Metallindustrie,

sowie etwa 60 Haustechnikprozesse, die die energetischen Aufwendungen für Raumheizung, Beleuchtung etc. in den unterschiedenen Branchen beschreiben. Die gesamthaft für die Industrie unterschiedenen Prozesse werden 12 Branchen zugeordnet (siehe Tabelle 4-13).

Tabelle 4-13: Branchenklassifikation und Anzahl der Prozesse je Branche

Branche	NOGA 2008	Unter- branchen	Produktions- prozesse	Haustechnik- prozesse
Nahrung	10-12	4	18	4
Bekleidung/Textilien	13-15	2	6	4
Papier	17	2	17	4
Chemie/Pharma	20-21	4	19	4
Mineralien	23	5	21	16
Metalle	24	4	22	8
Metallerzeugnisse	25	4	15	4
Elektrotechnik	26-27	2	7	4
Maschinenbau	28-30	1	9	4
Energie/Wasser	05-06,19,35-39	1	2	4
Bau	41-43	3	4	4
Übrige	07-09,16,18,22,31-34,40	6	24	4
Industrie	05-43	38	164	64

Quelle: Prognos 2017

Die Berechnung und Fortschreibung des Endenergieverbrauchs der einzelnen Produktionsschritte erfolgt auf der Grundlage von Mengenindikatoren einerseits und spezifischen Energieverbräuchen andererseits. Als Mengenindikatoren werden soweit möglich physische Produktionsmengen verwendet, beispielsweise Hektoliter Bier oder Tonnen Papier. Dies gelingt bei vergleichsweise homogen produzierenden Branchen. Für die übrigen Branchen wird die Produktionsmenge anhand von Wertgrößen beschrieben, hauptsächlich anhand des Produktionsindex und der Bruttowertschöpfung. Diese monetären Variablen bestimmen den Energieverbrauch zwar nicht unmittelbar, sind aber mit diesem korreliert. Der Mengenindikator der Haustechnikprozesse ist die Energiebezugsfläche, differenziert nach Branchen und Gebäudetyp, d.h. nach Produktionshalle und Verwaltungsgebäude.

Der Energieverbrauch für jeden Prozessschritt ergibt sich durch Multiplikation von Mengenindikator und spezifischem Energieverbrauch. Die Prozessschritte haben in der Regel einen allgemeinen Charakter und weisen einen typischen Energieträgermix sowie energieträgerbezogene spezifische Energieverbräuche auf, welche für die einzelnen Prozessschritte auf den Branchendurchschnitt kalibriert werden. Durch Aufaddieren aller Einzelverbräuche erhält man schliesslich den gesamtschweizerischen industriellen Endenergieverbrauch:

$$E(t) = \sum_{i,j} M(t) \times SV(t)$$

$E(t)$:	Endenergieverbrauch im Kalenderjahr t
$M(t)$:	Mengenindikator im Kalenderjahr t
$SV(t)$:	spezifischer Endenergieverbrauch im Kalenderjahr t
t :	Kalenderjahr
i :	Prozessschritt
j :	Energieträger

Jedem Prozessschritt i ist genau ein Mengenindikator M zugeordnet. Insgesamt berechnet das Industriemodell fast 800 Einzelverbräuche je Kalenderjahr t simultan für Branchen, Energieträger und Verwendungszwecke. Anschliessend kann der Endenergieverbrauch noch um Substitutionen zwischen Energieträgern korrigiert werden.

Die spezifischen Energieverbräuche der einzelnen Prozessschritte werden über einen Kohortenalgorithmus ermittelt. Die Geschwindigkeit, mit der sie sich verändern, hängt im Wesentlichen von Technologieentwicklungen und autonomen Entwicklungstrends der Branche ab. Auch die hergestellten Mengen beeinflussen die Entwicklung der spezifischen Energieverbräuche. Je mehr produziert wird, desto stärker erhöht sich zunächst die Auslastung der bestehenden Anlagen. Dadurch verringert sich in der Regel der auf die Produktion bezogene spezifische Verbrauch. Kann die Auslastung nicht weiter gesteigert werden, wird der Anlagenpark durch neue (modernere und dadurch zumeist energetisch bessere) Einheiten erweitert, wobei der Zubau technischen und wirtschaftlichen Kriterien unterliegt. Bei Erreichen ihrer individuellen wirtschaftlichen Nutzungsdauer (und nicht früher) werden Altanlagen stillgelegt. Aufgrund dieser Zusammenhänge verändert sich der spezifische Energieverbrauch des Anlagenparks nur allmählich. Zusätzlich werden in beschränktem Umfang Substitutionseffekte abgebildet.

Abgrenzung, Bilanzierung, Unterschiede

Die hergestellten Produktionsmengen werden insgesamt zwölf Branchen zugeordnet, deren Klassifikation auf energetischen und pragmatischen Überlegungen beruht. Sie orientiert sich in den Abgrenzungen an den offiziellen Branchenstrukturen des BFS, der sogenannten NOGA-Systematik.¹⁴ Damit ist die modellseitige Branchenstruktur inhaltlich weitgehend mit derjenigen der Industriestatistik (BFE, 2017 c) identisch und es ist gewährleistet, dass grosse, homogen produzierende Verbraucher möglichst in einer Branche zusammengefasst werden. Das Industriemodell deckt die NOGA

14 NOGA-Nomenklatur in der Version von 2008.

2008-Klassen 05 bis 43 ab und ist damit klar vom Dienstleistungsmodell abgegrenzt.

Das Industriemodell erfasst nur den Verbrauch an Endenergie, nicht aber den Energieträgereinsatz zu Umwandlungszwecken, sei es aus Eigenstromerzeugung oder aus Stoffumwandlungen wie sie z. B. in Raffinerien stattfinden. Dieses Vorgehen folgt der Systematik der GEST, welche seit der Ausgabe 2010 strikt Produktionsprozesse von (energetischen) Umwandlungsprozessen trennt (BFE, 2011). Von einer Eigenenergieerzeugung aus WKK-Anlagen werden daher nur die Energieträger zur Wärmeproduktion sowie der erzeugte (und im Betrieb verbrauchte) Strom, nicht jedoch die Energieträger, welche für die Stromproduktion eingesetzt wurden, als Verbrauch ausgewiesen. Daraus erklärt sich das gegenüber früheren Publikationen tiefere Verbrauchsniveau von Brennstoffen im Industriesektor.

Daten, Eichung, Konsistenz

Dieses Modell wurde gegenüber dem Stand, mit dem die Energieperspektiven 2012 bearbeitet wurden, etwas ergänzt und aktualisiert. Die Ergänzungsarbeiten beziehen sich auf die vorgegebenen Kategorien der Verwendungszwecke, auf die Aktualisierung von Inputdaten und die gegenüber dem früheren Vorgehen deutlich komplexere Datenaggregation der Modelldaten für die Berichterstattung.

Die relevanten exogenen Rahmendaten für das Industriemodell sind vor allem Produktionsmengen, Produktionsindizes, Bruttowertschöpfung und Energiebezugsflächen. Weitere sozioökonomische Grössen wie Vollzeitbeschäftigte, Materialeinsatz, Umsatz, Energiepreise sowie Witterungscharakteristika fließen auch in die Modellierung mit ein, wenn auch mit untergeordneter Bedeutung.

Die physischen Produktionsmengen stammen, wo möglich, direkt von den verschiedenen Branchenverbänden. Da jedoch für die meisten Branchen geeignete Angaben zur Produktionsmenge fehlen, müssen diese anhand der anderen, zuvor genannten branchenspezifischen Rahmendaten in einem Zwischenschritt abgeschätzt werden – meist werden hierfür die nichtphysischen Produktionsindizes vom Bundesamt für Statistik gewählt (BFS, 2017 c). Analoges gilt für die Energiebezugsfläche, welche von Wüest & Partner für die Industrie nur gesamthaft ausgewiesen wird (Wüest & Partner, 2017). Die grundlegende Verteilung auf die einzelnen Branchen wurde in BFE (2017 e) berechnet und dient als wichtige Grundlage zur Revision der Energiebezugsflächen nach Branchen (s.u.). Beide Resultate stellen eigenständige, intermediäre Modellergebnisse dar.

Die energetische Ausgangslage bilden die aktuellen Daten der Gesamtenergiestatistik (BFE, 2017 a). Eine weitere wichtige Quelle

stellt der Energieverbrauch in der Industrie und im Dienstleistungssektor (BFE, 2017 c) dar. Das Industriemodell wird an beide derart angepasst, dass absolute Grössen sowie Tendenzen im Mittel übereinstimmen, ohne die einzelnen Jahreswerte auf die Energiestatistik zu kalibrieren.

Zwischen den verwendeten Statistiken und Datenquellen zur Abbildung der Grundlagendaten (u.a. Mengengrössen und spezifische Verbräuche der Prozesse) sowie den verschiedenen Statistiken zu den Energieverbräuchen nach Energieträgern und Branchen lässt sich auch mithilfe von Ausgleichsrechnungen und Modellierungen keine vollständige Konsistenz herstellen. Erschwerend kommt dabei hinzu, dass die verschiedenen Statistiken zum Energieverbrauch im Detail jeweils mit unterschiedlichen Abgrenzungen, Erhebungsmethoden und Hochrechnungen operieren.

Ergänzend zu den Statistiken des BFE und des BFS existieren einige brancheninterne Energiestatistiken, die wichtige Detailinformationen liefern, jedoch zusätzliche statistische Unsicherheiten und Zuordnungsprobleme generieren. Aus diesem Grund kann die Energieverbrauchsstatistik nicht in allen Details exakt reproduziert werden, wird aber gesamthaft möglichst genau abgebildet.

Energiebezugsflächen

Das Industriemodell führt in seiner Datenbank branchenscharfe Energiebezugsflächen, aufgeteilt nach Produktionshallen und Büroräumen. An beiden Grössen bemisst sich der Endenergieverbrauch für die Haustechnik, darunter Raumwärme, Licht und IKT-Geräte. Die Nutzung der Haustechnik besitzt mit durchschnittlich 20 % des Endenergieverbrauchs der Industrie eine relevante Grössenordnung.

Auf Basis einer Erhebung bei Industrie- und Dienstleistungsbetrieben (BFE, 2017 c) stehen umfangreiche Informationen zu den gesamten Energiebezugsflächen von insgesamt zwölf Industriebranchen der Jahre 1999 bis 2016 zur Verfügung. Die Energiebezugsflächen konnten anhand der Korrelation zu den Vollzeitbeschäftigten auf die Stichjahre 2014 und 2015 erweitert und basierend auf der bestehenden EBF-Struktur auf die notwendigen Unterbranchen des Industriemodells aufgeteilt werden.

4.3.2 Energieverbrauch nach Verwendungszwecken im Industriesektor

Gesamtenergie

Der Energieverbrauch nach Verwendungszwecken der Jahre 2000 bis 2016 im Industriesektor ist in Tabelle 4-14 dargestellt. Der Verbrauch wurde erheblich durch die Wirtschaftsentwicklung beeinflusst. In 2016 lag der Verbrauch mit 156.4 PJ nahezu auf dem

gleichen Verbrauchsniveau wie in den beiden Vorjahren (+1.3 PJ; +0.9 % ggü. 2015). Gegenüber dem Jahr 2000 hat sich der Verbrauch um 9.9 PJ verringert (-6.0 %). Zum Vergleich: Gemäss der Energiestatistik hat der Energieverbrauch des Industriesektors im Betrachtungszeitraum 2000 bis 2016 um 4.8 PJ abgenommen (-3.0 %).

Tabelle 4-14: Industriesektor: Entwicklung des Endenergieverbrauchs 2000 bis 2016 nach Verwendungszwecken, in PJ

Verwendungszweck	2000	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Δ '00-'16
Raumwärme	23.9	16.7	18.1	19.3	13.6	15.6	17.0	-29.0%
Warmwasser	3.0	2.8	3.1	3.3	2.3	2.6	2.9	-5.2%
Prozesswärme	87.2	88.7	86.9	87.5	86.8	84.9	85.3	-2.1%
Beleuchtung	5.3	6.1	5.9	5.6	5.8	5.8	5.7	+6.7%
Klima, Lüftung, HT	1.2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	-16.4%
I&K, Unterhaltung	0.6	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	+25.9%
Antriebe, Prozesse	39.0	39.5	39.1	38.8	38.5	37.3	36.6	-6.1%
sonstige	6.2	6.7	6.7	7.2	7.2	7.1	7.3	+17.1%
Total Endenergieverbrauch	166.4	162.4	161.6	163.4	156.0	155.1	156.4	-6.0%

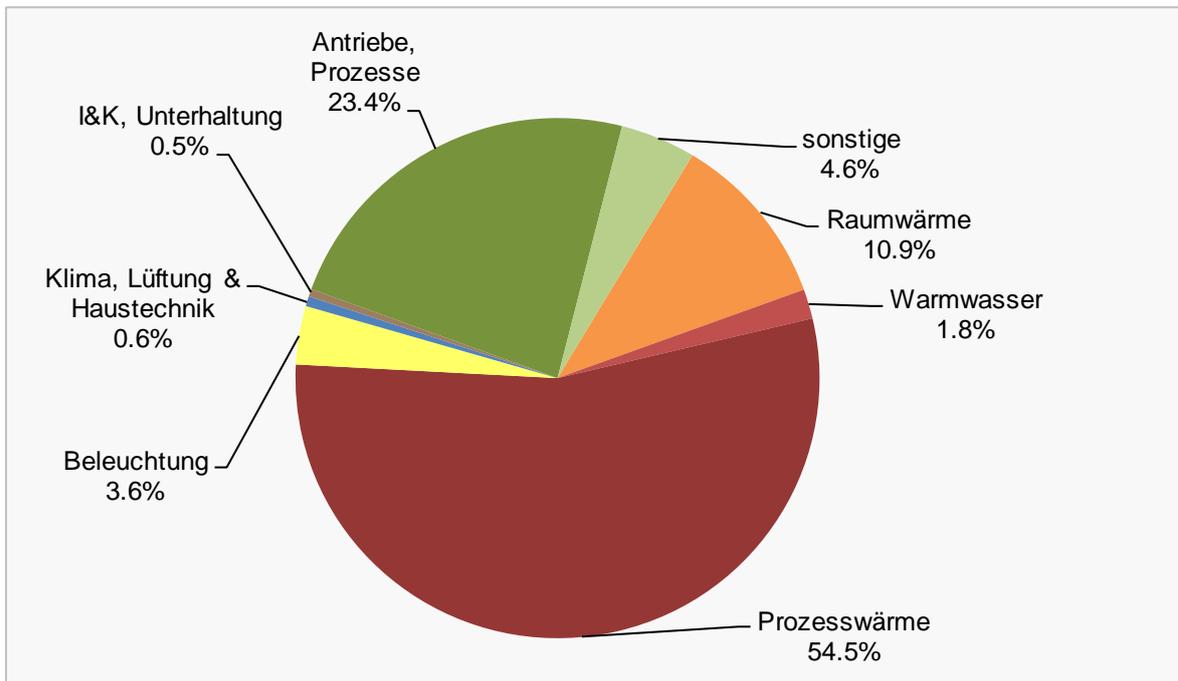
HT: Haustechnik, I&K: Information und Kommunikation

Quelle: Prognos 2017

Der Verbrauch der Verwendungszwecke hat sich im Zeitverlauf 2000 bis 2016 unterschiedlich entwickelt. Am grössten war die Veränderung bei der Raumwärme. Der Raumwärmeverbrauch hat gegenüber dem Jahr 2000 um 6.9 PJ abgenommen (-29 %). Leicht rückläufig waren auch die Verbräuche von Warmwasser (-0.2 PJ), Prozesswärme (-1.9 PJ), Antriebe und Prozesse (-2.4 PJ) sowie Klima, Lüftung und Haustechnik (-0.2 PJ). Bei den übrigen Verwendungszwecken ist der Verbrauch leicht angestiegen.

Im Jahr 2016 wurden über drei Viertel des Verbrauchs für Prozesswärme (54.5 %) und Antriebe und Prozesse (23.4 %) aufgewendet (Abbildung 4-7). Die Raumwärme hatte mit einem Anteil von 10.9 % ebenfalls noch eine gewisse Bedeutung. Die übrigen unterschiedenen Verwendungszwecke waren von untergeordneter Bedeutung. Die Anteile dieser Verwendungszwecke betragen in der Summe rund 11 %.

Abbildung 4-7: Industriesektor: Prozentuale Anteile der Verwendungszwecke am Energieverbrauch 2016



I&K: Information und Kommunikation

Quelle: Prognos 2017

Brennstoffe, Fernwärme, Umwelt- und Solarwärme

Der Anteil von Brennstoffen (inkl. Fernwärme, Umwelt- und Solarwärme) am Sektor-Gesamtverbrauch belief sich 2016 auf 58.7 % (2000: 60.2 %).¹⁵ Der absolute Verbrauch dieser Energieträgergruppe ist gegenüber dem Jahr 2000 um 8.3 PJ (-8.3 %) gesunken (Tabelle 4-15). Der Rückgang ist hauptsächlich der Entwicklung der Raumwärme (-7.0. PJ; 29.6 %) zuzuschreiben. Analog zum Gesamtverbrauch wurde die Entwicklung dieser Energieträgergruppe stark durch den Wirtschaftsverlauf beeinflusst. Im Jahr 2016 erhöhte sich der Brennstoffeinsatz gegenüber 2015 um 2.4 PJ (+2.7 %). Dies ist im Wesentlichen auf die kühlere Witterung im Jahr 2016 (Raumwärme +1.3 PJ) und den erhöhten Bedarf an Prozesswärme (+0.7 PJ) zurückzuführen.

Die sonstigen Verbräuche setzen sich unter anderem aus dem Energieverbrauch für Elektrolyseprozesse und für die Reduktion negativer Umweltauswirkungen (Einsatz nachgeschalteter Umwelttechnologien, z.B. Filtertechnologien zur Emissionsreduktion) zusammen. Dieser Verbrauch hat sich im Zeitraum 2000 bis 2016 um rund 1.1 PJ erhöht (+17.1 %).

¹⁵ Der Anteil des Verbrauchs von Fernwärme, Solar- und Umweltwärme am „Brennstoffverbrauch“ belief sich im Jahr 2016 auf rund 9 %.

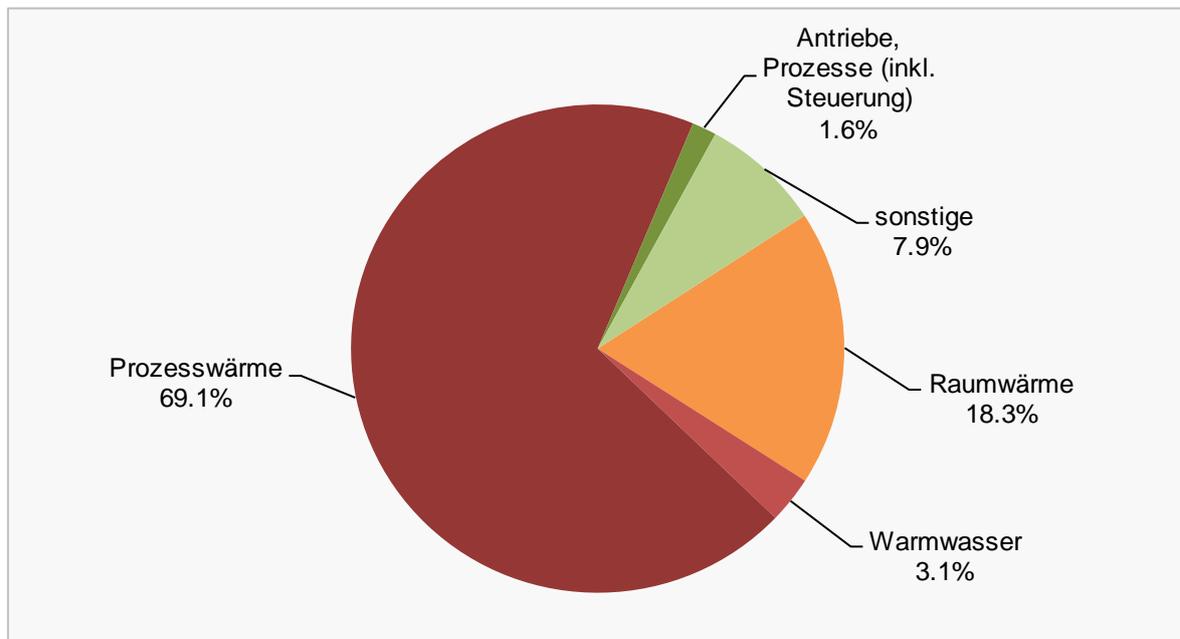
Tabelle 4-15: *Industriesektor: Entwicklung des Brennstoffverbrauchs (inkl. Fern-, Umwelt- und Solarwärme) nach Verwendungszwecken, in PJ*

Verwendungszweck	2000	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Δ '00-'16
Raumwärme	23.8	16.5	17.9	19.0	13.4	15.4	16.8	-29.6%
Warmwasser	3.0	2.8	3.0	3.2	2.3	2.6	2.8	-5.5%
Prozesswärme	64.5	65.9	64.5	64.9	64.0	62.7	63.4	-1.6%
Antriebe, Prozesse	2.6	1.4	1.4	1.5	1.5	1.5	1.5	-43.6%
sonstige	6.2	6.7	6.7	7.2	7.2	7.1	7.3	+17.1%
Total Endenergieverbrauch	100.1	93.3	93.6	95.9	88.4	89.4	91.8	-8.3%

Quelle: Prognos 2017

Die relativen Anteile der Verwendungszwecke am Brennstoffverbrauch des Jahres 2016 sind in Abbildung 4-8 dargestellt. Annähernd 70 % der Brennstoffe wurden für die Erzeugung von Prozesswärme aufgewendet. Der Anteil der Raumwärme belief sich auf 18.3 %. Die Bedeutung der übrigen Verwendungszwecke am Brennstoffverbrauch war vergleichsweise gering. Gegenüber dem Jahr 2000 haben sich die Anteile etwas verschoben. Stark gestiegen ist der Anteil der Prozesswärme (+4.7 %-Punkte), der Anteil der Raumwärme ging um 5.5 %-Punkte zurück.

Abbildung 4-8: *Industriesektor: Prozentuale Anteile der Verwendungszwecke am Brennstoffverbrauch 2016 (inkl. Fern-, Umwelt- und Solarwärme)*



Quelle: Prognos 2017

Elektrizität

Der Elektrizitätsverbrauch des Industriesektors lag im Jahr 2016 um 1.6 PJ (-2.4 %) unter dem Verbrauch des Jahres 2000 (Tabelle 4-16). Dabei ist der industriell generierte WKK-Strom, welcher durch die Produzenten selbst verbraucht wird, beim ausgewiesenen Stromverbrauch mitberücksichtigt. Der ausgewiesene Stromverbrauch bildet folglich den effektiven Stromverbrauch des Sektors ab. Ursächlich für die Verbrauchsabnahme waren insbesondere die rückläufigen Verbräuche für Antriebe und Prozesse (-1.2 PJ; -3.4 %) und Prozesswärme (-0.8 PJ; -3.6 %). Gemäss dem Industriemodell sank im Jahr 2016 der Stromverbrauch gegenüber 2015 um 1.1 PJ (-1.6 %), gemäss Gesamtenergiestatistik ging der Verbrauch um 1.3 % zurück.

Tabelle 4-16: Industriesektor: Elektrizitätsverbrauch nach Verwendungszwecken, in PJ

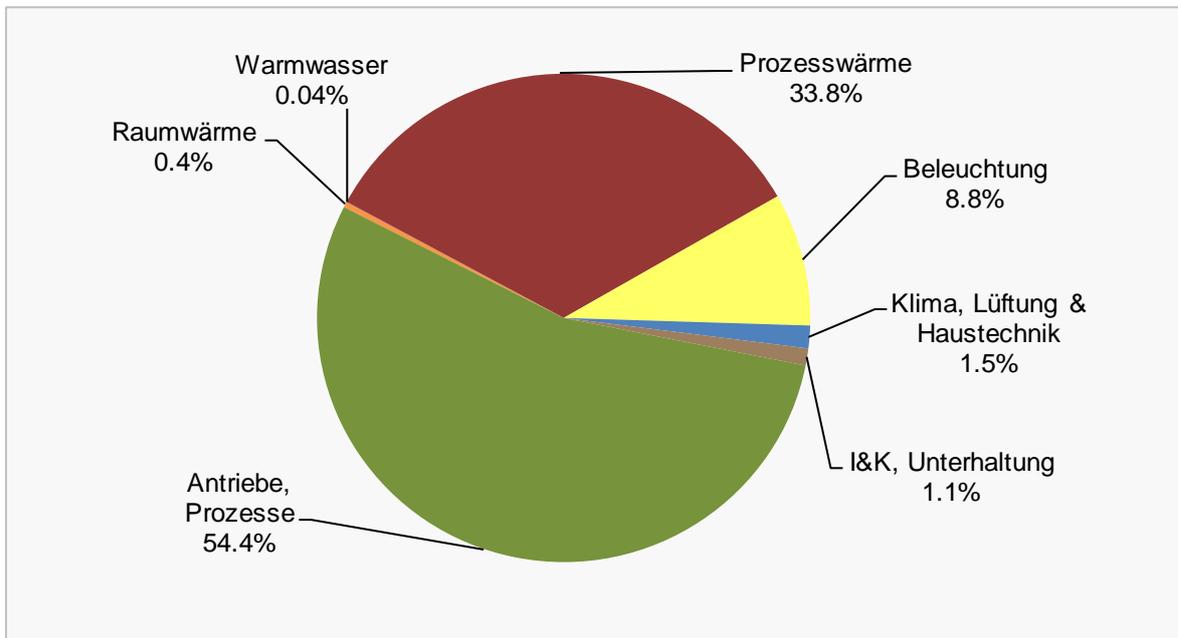
Verwendungszweck	2000	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Δ '00-'16
Raumwärme	0.1	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	87.5%
Warmwasser	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	55.6%
Prozesswärme	22.7	22.8	22.4	22.6	22.8	22.1	21.9	-3.6%
Beleuchtung	5.3	6.1	5.9	5.6	5.8	5.8	5.7	6.7%
Klima, Lüftung, HT	1.2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	-16.4%
I&K, Unterhaltung	0.6	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	25.9%
Antriebe, Prozesse	36.4	38.1	37.7	37.4	37.0	35.8	35.1	-3.4%
Elektrizitätsverbrauch insgesamt	66.3	69.1	68.0	67.5	67.6	65.7	64.6	-2.4%

HT: Haustechnik, I&K: Information und Kommunikation

Quelle: Prognos 2017

Die Prozesswärme besass auch beim Elektrizitätsverbrauch eine grosse Bedeutung. Im Jahr 2016 wurden 33.8 % des Stromverbrauchs des Industriesektors für die Bereitstellung von Prozesswärme eingesetzt (Abbildung 4-9). Die grösste Bedeutung am Elektrizitätsverbrauch hatte der Verwendungszweck Antriebe und Prozesse inklusive Steuerung, mit einem Verbrauchsanteil im Jahr 2016 von 54.4 % (2000: 54.9 %). Der Anteil für die Beleuchtung belief sich 2016 auf 8.8 % (2000: 8 %). Die Bedeutung der übrigen Verwendungszwecke war gering, ihre Anteile am Stromverbrauch waren jeweils kleiner als 2 %.

Abbildung 4-9: Industriesektor: Prozentuale Anteile der Verwendungszwecke am Elektrizitätsverbrauch 2016



I&K: Information und Kommunikation

Quelle: Prognos 2017

4.3.3 Branchenanteile an Verwendungszwecken

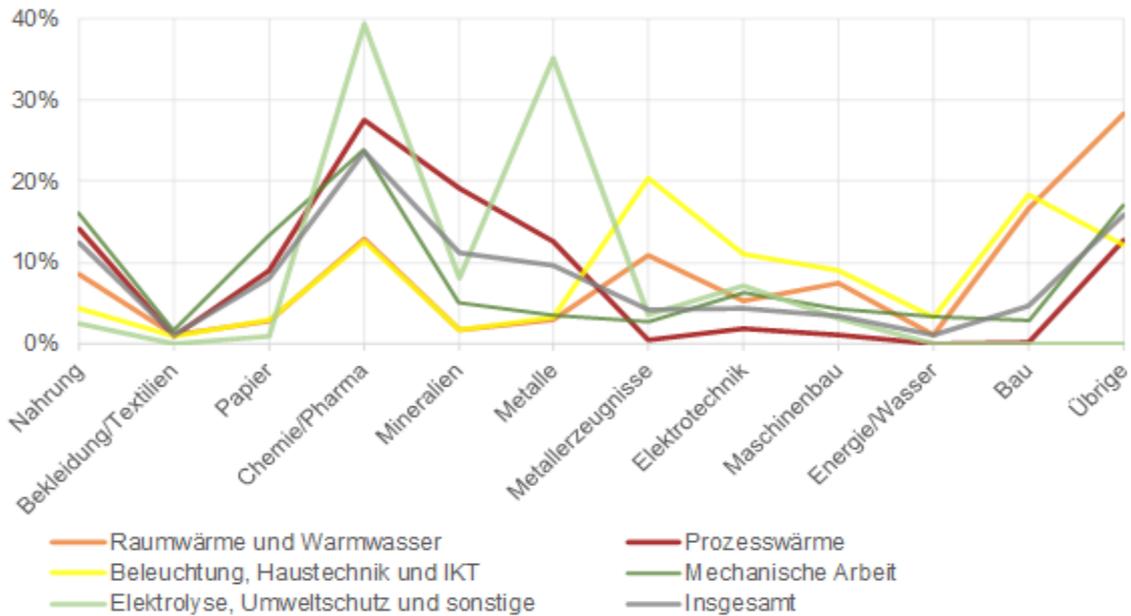
Die Aufteilung des Energieverbrauchs des Industriesektors im Jahr 2016 auf die einzelnen Verwendungszwecke und Branchen ist in Abbildung 4-10 und Tabelle 4-17 dargestellt. Die Abbildung 4-11 gibt an, welche Anteile die Branchen am Verbrauch für die einzelnen Verwendungszwecke haben. Aufgrund der zusätzlichen Unterteilung nach der Dimension "Branchen" sinkt die Aussagegenauigkeit bei den Verwendungszwecken, weshalb einige Verwendungszwecke zusammengelegt werden mussten. Dies sind Raumwärme und Warmwasser sowie Beleuchtung, Haustechnik und IKT.

Hohe Anteile am Endenergieverbrauch des Industriesektors hatten im Jahr 2016 die energieintensiveren Branchen Nahrung, Papier, Chemie/Pharma, Mineralien, Metalle sowie Übrige, welche insgesamt 95 % der Prozesswärme und 79 % der mechanischen Arbeit verbrauchten (bzw. rund 81 % des gesamten industriellen Endenergieverbrauchs).

In den Branchen Metallerzeugnisse, Maschinenbau, Bau und Übrige liegt der Anteil an Raumwärme und Warmwasser deutlich über dem jeweiligen Anteil der Branchen am Gesamtenergieverbrauch. Ähnliches gilt beim Verwendungszweck Beleuchtung, Haustechnik und IKT (gilt nicht für Übrige). So liegen z.B. beim Bau der Anteil an Raumwärme und Warmwasser bei 17 % und der Haustechnik-Anteil bei 18 %, bei einem Anteil von lediglich 5 % am

Gesamtverbrauch. Die genannten Branchen gehören zu den personalintensiveren Branchen. Energieintensivere Branchen zeigen das umgekehrte Bild, z. B. Metalle: 3 % Raumwärme und Warmwasser, 3 % Haustechnik, 10 % insgesamt.

Abbildung 4-10: Industriesektor: Prozentuale Anteile der Branchen am Endenergieverbrauch 2016 nach Verwendungszwecken



IKT: Informations- und Kommunikationstechnologie

Quelle: Prognos 2017

Tabelle 4-17: Industriesektor: Prozentuale Anteile der Branchen am Endenergieverbrauch 2016 nach Verwendungszwecken

Branche	Raumwärme und Warmwasser	Prozesswärme	Beleuchtung, Haustechnik und IKT	Mechanische Arbeit	Elektrolyse, Umweltschutz und sonstige	Insgesamt
Nahrung	9%	14%	4%	16%	3%	12%
Bekleidung/Textilien	1%	1%	1%	2%	0%	1%
Papier	3%	9%	3%	13%	1%	8%
Chemie/Pharma	13%	28%	13%	24%	39%	24%
Mineralien	2%	19%	2%	5%	8%	11%
Metalle	3%	13%	3%	3%	35%	10%
Metallerzeugnisse	11%	1%	20%	3%	4%	4%
Elektrotechnik	5%	2%	11%	6%	7%	4%
Maschinenbau	8%	1%	9%	4%	3%	3%
Energie/Wasser	1%	0%	3%	3%	0%	1%
Bau	17%	0%	18%	3%	0%	5%
Übrige	28%	13%	12%	17%	0%	16%
Summe	100%	100%	100%	100%	100%	100%

I&K: Information und Kommunikation

Quelle: Prognos 2017

4.4 Verkehr

4.4.1 Methodik und Daten

Die Analyse des Verkehrssektors stützt sich ebenfalls auf die im Rahmen der Energieperspektiven und der bisherigen Ex-Post Analysen verwendeten Konventionen und Modelle. Aufgrund spezieller Eigenheiten des Verkehrssektors (Dominanz fossiler Treibstoffe, Dominanz des Strassenverkehrs, Non-Road als an sich sachfremder, aber doch „verkehrsnaher“ Sektor) hat es sich dabei als zweckmässig herausgestellt, den Sektor Verkehr pragmatisch nach verschiedenen Dimensionen zu kategorisieren, nämlich

- nach Verkehr / Nicht-Verkehr,
- innerhalb des eigentlichen Verkehrsbereichs nach Road / Non-Road, und dem überlagert
- nach Energieträgern (fossile/biogene Treibstoffe, Elektrizität).

Innerhalb der dominierenden Sektoren (Strassenverkehr, Schienenverkehr) wird weiter segmentiert nach Personen- bzw. Güterverkehr sowie jeweils nach Fahrzeugkategorien (Personen-, Lastwagen, Busse etc., bzw. im Schienenverkehr nach Fern-/ Regionalverkehr). Die nachstehende Tabelle zeigt diese Kategorisierung.

Tabelle 4-18: Verkehrssektor: Aufteilung der Verbraucher in verschiedene Gruppen

Verbrauchsklassen		
Road (Strassenverkehr)	Non-Road / Verkehr	Non-Road / Nicht-Verkehr
<i>Fossile und biogene Treibstoffe:</i> - Personenverkehr: Personenwagen, Reisebusse, Linienbusse, Motorräder, Mofas - Güterverkehr: Leichte u. Schwere Nutzfahrzeuge	<i>Fossile und biogene Treibstoffe:</i> - Schienenverkehr (v.a. Rangierbetrieb) - Schifffahrt - Flugverkehr (national; Zivil und Militär – nur fossile Treibstoffe)	<i>Fossile und biogene Treibstoffe:</i> - Land-, Forstwirtschaft - Baumaschinen - Industrie - Militär (ohne Flugverkehr) - Mobile Geräte (Gartenpflege etc.)
<i>Elektrizität:</i> - Personenverkehr: Personenwagen, Linienbusse, Mofas - Güterverkehr: Leichte u. Schwere Nutzfahrzeuge	<i>Elektrizität:</i> - Schienenverkehr - (Güter- u. Personenverkehr)	

Quelle: Infrac 2017

Bei der Modellierung werden vier Bereiche unterschieden, die als Bottom-up-Modelle charakterisiert werden können:¹⁶

- Strassenverkehr,
- Schienenverkehr,
- Non-Road und
- Flugverkehr.

Seit der Ex-Post-Analyse 2012 wird der Tanktourismus als separater Bereich modelliert, auch wenn er nicht mit den anderen Bereichen vergleichbar ist (vgl. unten).

Zum Non-Road-Sektor zählen gemäss bisheriger Konvention einerseits zwei Verkehrssektoren, die mit fossilen Treibstoffen betrieben werden (Schifffahrt und Schiene – fast ausschliesslich Rangierbetrieb) und andererseits sechs weitere “verkehrsnahe” Bereiche, darunter Baumaschinen, Industrie, landwirtschaftliche Geräte und Maschinen, Forstwirtschaft, Gartenpflege/Hobby und Militär.

Der Flugverkehr ist in dem Sinne speziell, als er im Unterschied zum Landverkehr nur zu einem sehr geringen Teil mit dem Territorium Schweiz überlappt. Jede Aussage über den Energieverbrauch des Flugverkehrs muss sich deshalb mit Allokationsprinzipien und Bezugsgrössen auseinandersetzen. Im Kontext des CO₂-Gesetzes, aber auch im Rahmen internationaler Konventionen wie dem Kyoto-Protokoll spielt nur der nationale Flugverkehr eine Rolle, der internationale Flugverkehr bleibt (vorerst) ausgeklammert. Der nationale Verkehr macht aber lediglich ca. 4-6 % des Kerosinabsatzes aus. Wie in den bisherigen Arbeiten wurde dazu keine eigentliche Modellierung des Flugverkehrs unternommen, zumal das BAZL über das entsprechende Instrumentarium verfügt. Deshalb wurden gestützt auf Angaben des BAZL die Daten des nationalen Flugverkehrs (Zivil und Militär) übernommen.

Mit der Ex-Post-Analyse 2012 wurden methodische Änderungen eingeführt, welche das Niveau und auch das jährliche Wachstum des Energieverbrauchs im Verkehr gegenüber früheren Angaben (namentlich auch gegenüber der Ex-Post-Analyse 2011) verändern. Diese gelten im Wesentlichen auch für die vorliegende Ex-Post-Analyse 2016 bzw. wurden entsprechend weitergeführt:

- Tanktourismus: In der Ex-Post-Analyse bis 2014 ist der Tanktourismus grundlegend überarbeitet worden, u.a. mit der Hilfe neuer Tankstellenabsatzdaten bis 2014, was gegenüber den

16 Eine ausführlichere Beschreibung der Modelle findet sich in INFRAS 2007, Kap. 2.4.2. oder Infrass 2013 (Kap. 2.3.4).

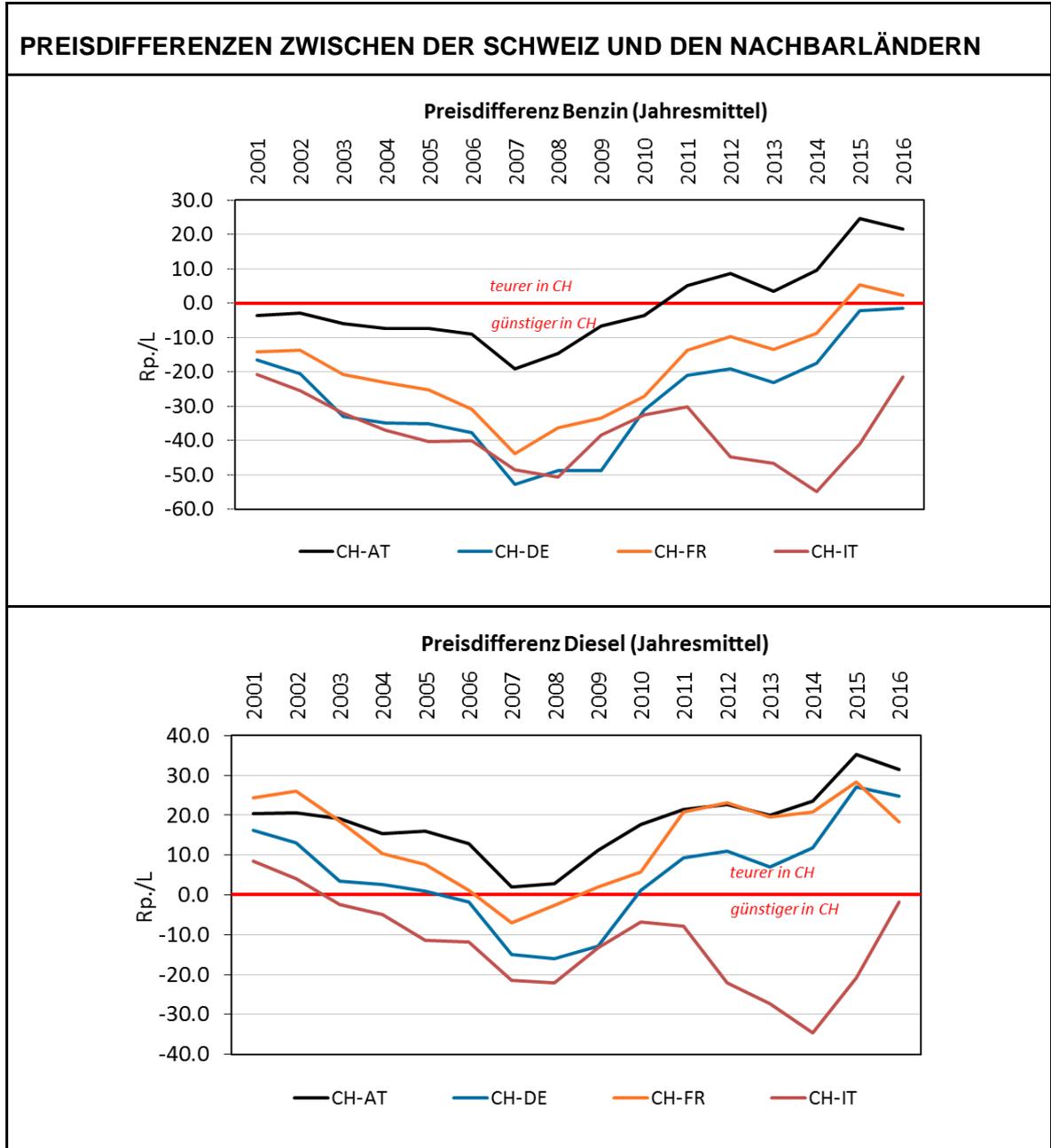
früheren Ex-Post-Analysen zu einer Anhebung des Tanktourismus-Niveaus führte¹⁷. Im Jahr 2015 wurde der Franken als Resultat der Aufgabe des Mindestkurses von 1.20 CHF / Euro markant aufgewertet, was zum weitgehenden Wegfall des Preisvorteils beim Benzin auf Schweizer Seite führte und den "Preisnachteil" des Diesels wachsen liess; damit ging der Tanktourismus beim Benzin zurück und beim Diesel wurde er verstärkt negativ. 2016 veränderten sich die Preisdifferenzen zwischen der Schweiz und dem Ausland gegenüber 2015 nur geringfügig (vgl. Abbildung 4-11; mit Ausnahme von Italien, wo sich der Trend aus dem Jahr 2015 fortsetzte). Die Preisdifferenzen zu den beiden wichtigen Ländern Deutschland und Frankreich lagen zudem nahe bei Null. Sowohl die Veränderung gegenüber dem Vorjahr als auch die absolute Höhe der Preisdifferenzen bewegten sich somit in einem Bereich, in dem das auf Differenzen Schweiz-Ausland und aktuellem Jahr-Vorjahr beruhende Regressionsmodell an seine Grenzen stösst. Die Grössenordnung des Tanktourismus wurde daher folgendermassen abgeschätzt:

- Beim Benzin deuten sowohl die leichte Reduktion der Preisdifferenz als auch die Abnahme des gesamten Absatzes in der Schweiz auf eine leichte Abnahme des Tanktourismus hin. Die Entwicklung des Tanktourismus wurde deswegen gleich der Entwicklung des Gesamtabsatzes an Benzin in der Schweiz (also -3.3% gegenüber dem Vorjahr einschliesslich Biotreibstoffe¹⁸) angenommen, was einer Reduktion um 6,5 Mio. l. auf 189.7 Mio. l entspricht.
- Beim Diesel sind zwei gegenläufige Tendenzen zu beobachten. Einerseits bedeutet die leicht kleinere Preisdifferenz als im Vorjahr einen geringeren Anreiz für Betankungen im grenznahen Ausland. Andererseits stieg der Gesamtabsatz an Diesel in der Schweiz weiter an (in 2016 um +1.5% gegenüber 2015). Aufgrund dieser gegenläufigen Tendenzen wurde der Tanktourismus beim Diesel gleich der Menge im Vorjahr gesetzt (also -102.7 Mio. l).

¹⁷ Bis zur Ex-Post-Analyse 2011 wurde die Differenz zwischen Absatz und (modelliertem) Verbrauch als „Tanktourismus“ interpretiert. Seit der Ausgabe 2012 wird der Tanktourismus als eigenständiger Bereich wie ein Verbrauchersegment modelliert. Im Rahmen der Ex-Post-Analyse 2014 wurde der Ansatz nochmals grundlegend überarbeitet.

¹⁸ Waren flüssige Biotreibstoffe bis vor wenigen Jahren mengenmässig fast vernachlässigbar, hat sich deren Anteil im Jahr 2016 weiter erhöht:
2013: total 16 Mio. l (Bioethanol 4 Mio. l, Biodiesel 12 Mio. l)
2014: total 29 Mio. l (Bioethanol 8 Mio. l, Biodiesel 21 Mio. l)
2015: total 73 Mio. l (Bioethanol 28 Mio. l, Biodiesel 45 Mio. l)
2016: total 109 Mio. l (Bioethanol 38 Mio. l, Biodiesel 70 Mio. l)

Abbildung 4-11: Entwicklung der Treibstoffpreisdifferenzen zwischen der Schweiz und den Nachbarländern für Diesel bzw. Benzin 2001 – 2016¹⁹



Quelle: EFV/OZD, mittlere Jahreswerte

¹⁹ Negative Werte bedeuten, dass der Treibstoff in der Schweiz günstiger ist als im entsprechenden Nachbarland; positive Werte, dass er in der Schweiz teurer ist (Quelle: EFV/OZD, mittlere Jahreswerte). Dargestellt ist die „Ausland-Optik“; aus CH-Optik wären die Differenzen ca. 5 Rp./l grösser.

- Non-Road-Sektor: Die Nachfrage im Non-Road-Sektor beruht auf den Grundlagen des BAFU (2015).
- Die Entwicklung des spezifischen Verbrauchs der Fahrzeuge ist, neben der Fahrleistungsentwicklung, ein Kernelement bei der Modellierung des Energieverbrauchs im Verkehrssektor. Für die Personenwagen, dem Segment mit dem grössten Anteil an der im Verkehr verbrauchten Energie, basiert die Einschätzung von deren Entwicklung auf Angaben zur Entwicklung des Normverbrauchs der Neufahrzeuge im Typenprüfzyklus NEFZ (Neuer Europäischer Fahrzyklus), wie er mittlerweile jährlich vom BFE ermittelt wird (früher durch auto-schweiz, s. z.B. auto-schweiz 2013). Für das Jahr 2016 wurden die entsprechenden Auswertungen durch das BFE durchgeführt (BFE, 2017 d). Demnach hat der Treibstoff-Normverbrauch der neuen Benzinfahrzeuge gegenüber dem Vorjahr erstmals nicht abgenommen; die Diesel-Neufahrzeuge im Norm-Zyklus wurden um 2.4% effizienter²⁰. Der effektive Verbrauch auf der Strasse ist allerdings höher, weil der Normzyklus kein reales Fahrverhalten abbildet und unter Laborbedingungen gefahren wird (z.B. optimierte Teststreifen, keine Längsneigungen, etc.), insbesondere sind auch zusätzliche Verbraucher wie Klimaanlage darin nicht eingeschlossen. Europäische Studien (z.B. JRC, 2011; ICCT, 2015, 2016) setzen den „Real World“-Verbrauch um bis zu 40% höher an. Zudem steigt diese prozentuale Differenz über die Jahre mit absinkendem Verbrauch im Normzyklus an. In der hier verwendeten Modellierung werden einzelne Faktoren (Klimaanlagen, Fahrverhalten) separat berücksichtigt. In der Summe resultieren für den realen spezifischen Verbrauch dadurch höhere Werte. Im vorliegenden Kontext interessiert vor allem die relative Entwicklung des Verbrauchs der Neuwagen. Bereits für die Ex-Post-Analyse 2011 wurde berücksichtigt, dass der Realverbrauch nicht genau der NEFZ-Absenkung folgt. Damals wurde in Anlehnung an JRC (2011) angenommen, dass die Differenz mit abnehmendem Zielwert grösser wird; konkret wurden rund 80% der Absenkung als real unterstellt. Aufgrund von Hinweisen aus den aktuellsten Untersuchungen von ICCT (ICCT 2015 und 2016) wird davon ausgegangen, dass sich im Realverbrauch der neuen Personenwagen kaum noch eine Absenkung zeigt. Die vorliegende Analyse berücksichtigt diese aktuellste verfügbare Realverbrauchskorrektur (ICCT 2016).

²⁰ Infrac hat analoge Auswertungen auf Basis der MOFIS-Daten bzw. der BFE-Vollzugsdaten zu den CO₂-Emissionsvorschriften der Personenneuwagen im Rahmen der vorliegenden Ex-Post-Analyse durchgeführt, um nach Grössenklassen bzw. Hubraum differenzierte Angaben machen zu können, welche für das Flottenmodell benötigt werden.

4.4.2 Energieverbrauch nach Verwendungszwecken im Verkehrssektor

Im Zeitraum 2000 bis 2016 resultiert im Verkehrssektor gemäss dem Verkehrsmodell eine Zunahme des Inlandverbrauchs um 9.9 PJ (+4.4 %) auf 234.5 PJ. Die Entwicklungen bei den Verkehrsträgern sind unterschiedlich (Tabelle 4-19).

- Der Verbrauch des inländischen Luftverkehrs hat gegenüber dem Jahr 2000 um 0.9 PJ abgenommen (-20 %). Seit dem Jahr 2004 hat sich das Verbrauchsniveau nur noch wenig verändert.
- Der Verbrauch des Schienenverkehrs ist von 9.7 PJ im Jahr 2000 auf 11.7 PJ im Jahr 2016 angestiegen (+20.5 %). Seit dem Jahr 2006 ist der Verbrauch nur noch geringfügig angestiegen, bedingt durch eine leicht rückläufige Entwicklung des spezifischen Verbrauchs bei den Bahnen bei gleichzeitigem Wachstum der Fahrleistung.
- Beim Strassenverkehr ist der Verbrauch im Zeitraum 2000 bis 2016 um 8.0 PJ auf 202.7 PJ angestiegen (+4.1 %). Gegenüber dem Vorjahr hat sich der Verbrauch um 0.7 PJ (+0.4 %) erhöht.
- Der Energieverbrauch für den Schiffsverkehr ist gering, er hat sich im Betrachtungszeitraum nicht wesentlich verändert. Der Energieverbrauch des „übrigen Verkehrs“ (Non-Road) ist um 0.9 PJ gestiegen (+6.1 % ggü. 2000).

Tabelle 4-19: Verkehrssektor: Energieverbrauch 2000 bis 2016 nach Verkehrsträgern, in PJ

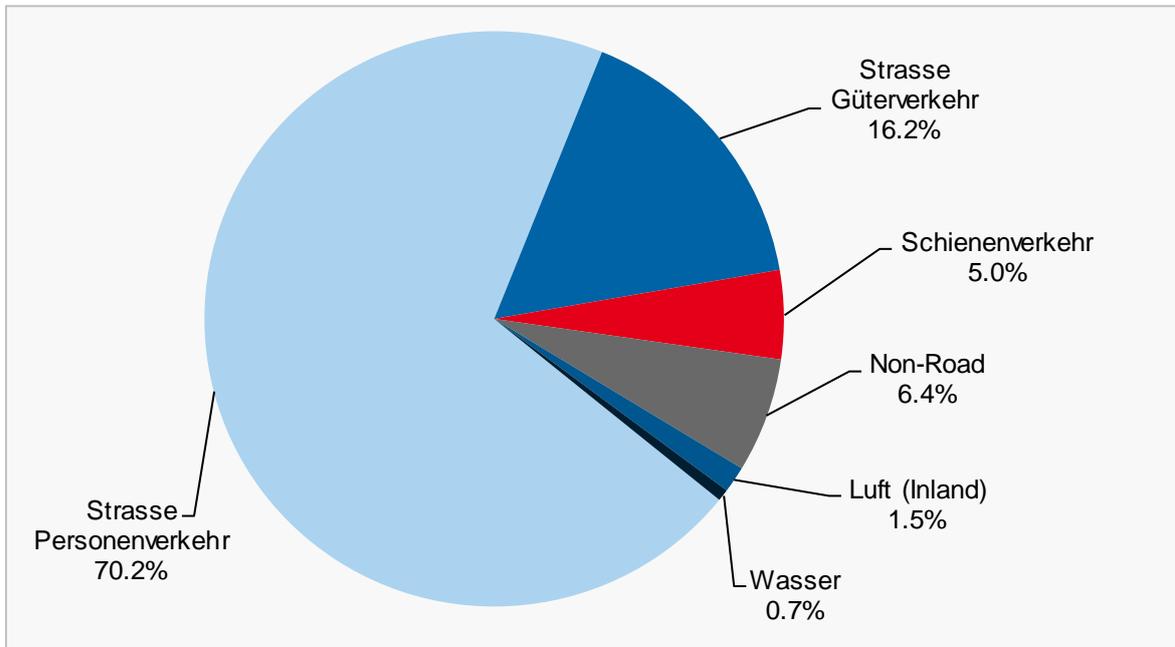
Verkehrsträger	2000	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Δ '00-'16
Luft (Inland)	4.3	3.2	3.4	3.4	3.5	3.5	3.5	-20.1%
Schiene	9.7	11.1	11.2	11.4	11.1	11.4	11.7	+20.5%
Strasse	194.7	197.7	198.6	200.0	201.0	202.0	202.7	+4.1%
Wasser	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	-0.6%
Übrige / Non-Road	14.2	15.1	15.1	15.1	15.1	15.1	15.1	+6.1%
Summe	224.6	228.7	229.9	231.4	232.3	233.4	234.5	+4.4%

Quelle: Infrac 2017

Die prozentuale Aufteilung des Energieverbrauchs des Verkehrssektors nach Verkehrsträgern ist in Abbildung 4-12 beschrieben. Im Jahr 2016 entfiel der Grossteil auf den Strassenverkehr. Der Strassen-Personenverkehr (70.2 %) und der Strassen-Güterverkehr (16.2 %) verursachten zusammen 86.4 % des Energieverbrauchs des Verkehrssektors. Auf den Schienenverkehr entfielen 5.0 %, auf den inländischen Flugverkehr 1.5 % und auf den Non-

Road-Bereich 6.4 % des Verbrauchs. Die Schifffahrt war mit einem Verbrauchsanteil von 0.7 % von geringer Bedeutung.

Abbildung 4-12: Verkehrssektor: Prozentuale Anteile der Verkehrsträger am Energieverbrauch 2016



Quelle: Infras 2017

Eine weitere Unterscheidung des Energieverbrauchs des Verkehrssektors kann hinsichtlich der Differenzierung zwischen Güter- und Personenverkehr vorgenommen werden (Tabelle 4-20). Der Personenverkehr wies einen deutlich grösseren Verbrauchsanteil auf als der Güterverkehr. Im Jahr 2016 lag der Anteil des Personenverkehrs bei 74.0 % (2000: 74.3 %) und derjenige des Güterverkehrs bei 17.5 % (2000: 16.7 %). Knapp 9 % des Verbrauchs können nicht eindeutig auf die Kategorien „Personen“ und „Güter“ zugewiesen werden. Dies betrifft vor allem den Verbrauch des Non-Road-Sektors.

Tabelle 4-20: Verkehrssektor: Energieverbrauch 2000 bis 2016 nach Verwendungsart, in PJ

Verwendungsart	2000	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Δ '00-'16
Güter	37.6	40.0	40.0	40.4	40.5	40.7	40.9	+9.0%
Personen	166.9	168.8	169.9	171.0	171.7	172.7	173.5	+3.9%
undifferenziert	20.1	19.9	20.1	20.0	20.2	20.1	20.1	-0.0%
Summe	224.6	228.7	229.9	231.4	232.3	233.4	234.5	+4.4%

Quelle: Infras 2017

Im Zeitraum 2000 bis 2016 hat sich der Verbrauch des Personenverkehrs um 6.6 PJ auf 173.5 PJ erhöht (+3.9 %). Der Güterverkehr ist gekoppelt an die wirtschaftliche Entwicklung. Im Jahr 2016

lag der Verbrauch des Güterverkehrs um 3.4 PJ über dem Verbrauch im Jahr 2000 (+9.0 %).

Der inländische Energieverbrauch des Verkehrssektors nach Energieträgern ist in Tabelle 4-21 abgebildet. Benzin und Diesel sind die wichtigsten Energieträger. Auf diese beiden Energieträger entfielen im Jahr 2016 knapp 92 % des sektoralen Energieverbrauchs (Abbildung 4-13). Strom hat einen Anteil von 5.0 %. Der geringe Kerosinverbrauch ist darauf zurückzuführen, dass lediglich der inländische Flugverkehr berücksichtigt wird. Die übrigen fossilen Treibstoffe beinhalten den Gasverbrauch (CNG, LPG)²¹, dessen Anteil mit 0.3 % sehr gering ist. Dasselbe gilt für die biogenen Treibstoffe, welche rund 1.4 % ausmachen (hauptsächlich beige-mischer Biodiesel).

Tabelle 4-21: Verkehrssektor: Energieverbrauch 2000 bis 2016 nach Energieträgern, in PJ

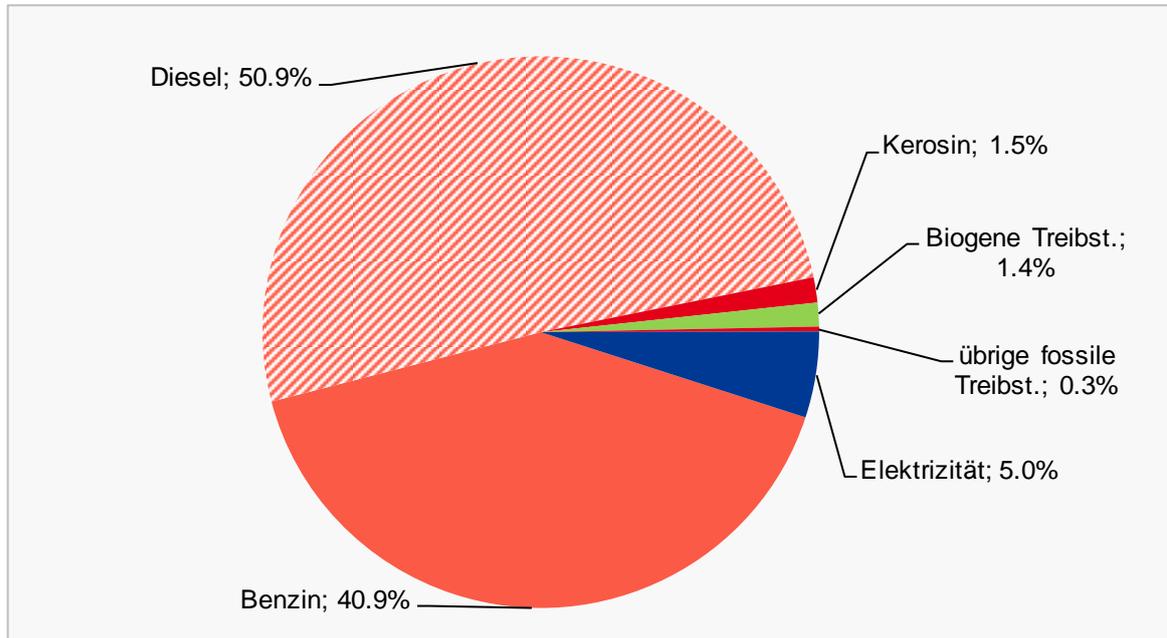
Energieträger	2000	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Δ '00-'16
Benzin	150.7	113.5	109.7	105.8	102.5	98.8	96.0	-36.3%
Diesel	59.5	99.6	104.3	109.6	113.6	116.9	119.3	+100.4%
Kerosin	4.3	3.2	3.4	3.4	3.5	3.5	3.5	-20.1%
biogene Treibstoffe	0.1	0.5	0.6	0.6	1.0	2.2	3.3	+4571%
übrige fossile Treibstoffe	0.4	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	+84.1%
Elektrizität	9.6	11.1	11.3	11.4	11.2	11.4	11.8	+23.4%
Summe	224.6	228.7	229.9	231.4	232.3	233.4	234.5	+4.4%

Quelle: Infrac 2017

Im Zeitraum 2000 bis 2016 zeigt sich eine starke Verlagerung des Benzinverbrauchs in Richtung Dieserverbrauch. Der Benzinverbrauch hat zwischen 2000 und 2016 um 54.7 PJ abgenommen (-36.3 %), während sich der Dieserverbrauch um 59.7 PJ ausgeweitet hat (+100.4 %). Der inländische Kerosinverbrauch (Flugverkehr) ist um 0.9 PJ gesunken. Der Treibstoffverbrauch insgesamt (inkl. biogene und gasförmige Treibstoffe, exkl. Elektrizität) hat im Betrachtungszeitraum um 7.7 PJ (+3.6 %) zugenommen. Der Stromverbrauch des Verkehrssektors lag 2016 um 2.2 PJ (+23.4 %) über dem Verbrauch im Jahr 2000. Die Zunahme entspricht im Wesentlichen der Verbrauchszunahme im Bereich Schienenverkehr, welcher im Betrachtungszeitraum um 2.0 PJ angestiegen ist.

21 CNG: Compressed Natural Gas: 0.16%; LPG (Liquified Petroleum Gas, Flüssiggas): 0.09%.

Abbildung 4-13: Verkehrssektor: Anteile der Energieträger am Energieverbrauch 2016



Quelle: Infras 2017

4.4.3 Sonderauswertungen zu Verkehrsmitteln, Anwendungen und Verkehrszwecken

Seit der Ex-Post-Analyse 2013 werden im Verkehrsbereich Angaben zur Aufteilung des Energieverbrauchs nach Verkehrsmitteln, Anwendungen und Verkehrszwecken ausgewiesen. Die Aufteilungen basieren im Wesentlichen auf folgenden Grundlagen und Annahmen:

- Die Aufteilung nach Verkehrsmitteln und Anwendungen ist explizit in den Bottom-up-Modellierungen des Energieverbrauchs enthalten (vgl. Kapitel 4.1.1).
- Für den Flugverkehr wurde ausschliesslich die nationale Zivilluftfahrt berücksichtigt (d.h. ohne Verbrauch des Militärs). Der Anteil des Personenverkehrs im Flugverkehr wurde auf 80 % geschätzt, derjenige des Güterverkehrs auf 20 %. 4.4 % des Personenflugverkehrs wurden dem motorisierten Individualverkehr (MIV) zugewiesen (private Luftfahrt), 95.6 % dem öffentlichen Verkehr (ÖV). Die Anteile der geschäftlichen Nutzung und der Ferien am Passagieraufkommen betragen gemäss Intraplan (2005) 37% respektive 40%. Die restlichen 23% sind sonstige private Nutzungen und wurden gemäss der Schätzung in Metron (2012) auf die Zwecke Pendler (2%), Freizeit (16%) und Einkauf (5%) verteilt. Diese Anteile wurden über die drei ausgewerteten Jahre (2010, 2015, 2016) hinweg unverändert belassen.

- Der abgebildete Verbrauch berücksichtigt den Energieverbrauch des Strassen- und Schienenverkehrs gemäss Tabelle 4-19 sowie den Verbrauch der nationalen Zivilluftfahrt. Der Schiffsverkehr, der „übrige Verkehr“ und der Luftverkehr des Militärs werden nicht betrachtet. Diese Abgrenzung erklärt die Unterschiede beim Energieverbrauch gegenüber den Analysen in Kapitel 4.4.2.
- Der Dieserverbrauch des Schienenverkehrs (Rangierbetrieb) wurde vollständig dem Güterverkehr zugerechnet.
- Für die Aufteilung des Personenverkehrs nach Verkehrszwecken wurden die Tagesdistanzen nach Verkehrszwecken aus dem „Mikrozensus Mobilität und Verkehr“ (MZ) der Jahre 2010 und 2015 verwendet (BFS/ARE, 2012, 2017)²². Bei dieser Erhebung wird der Weg „nach Hause“ jeweils dem Zweck des Weges zugeordnet, für den am Zielort am meisten Zeit aufgewendet wurde. Als „Nutzverkehr“ werden geschäftliche Tätigkeiten, Dienst-, Service- und Begleitfahrten bezeichnet. Für die Auswertungen des Jahres 2010 wurden die Verteilungen gemäss MZ 2010 (BFS/ARE 2012) angewendet, für die Auswertungen der Jahre 2015 und 2016 die Verteilungen gemäss MZ 2015 (BFS/ARE 2017).

Der aus diesen Datengrundlagen und Annahmen resultierende Energieverbrauch des Personenverkehrs nach Verkehrsmitteln und Energieträgern ist in Tabelle 4-22 (in PJ) und in Tabelle 4-23 (in %) dargestellt. Der Verbrauch setzt sich zusammen aus dem Personenverkehr gemäss Tabelle 4-20 und dem Anteil des Personenverkehrs an der nationalen Zivilluftfahrt (80 %). Mit einem Anteil von 89.2 % dominierten die Personenwagen den Personenverkehr im Jahr 2016. Auf die Bahn entfielen 4.6 % des Energieverbrauchs des Personenverkehrs, auf Busse 3.2 %. Der geringe Anteil des Flugverkehrs (0.9 %) ist darauf zurückzuführen, dass der internationale Flugverkehr nicht berücksichtigt ist.

²² In einer grossangelegten Bevölkerungsbefragung im Rahmen der neuen schweizerischen Volkszählung wurden im Auftrag des Bundesamtes für Statistik (BFS) und des Bundesamtes für Raumentwicklung (ARE) im Jahr 2010 insgesamt 62'868 Personen und im Jahr 2015 insgesamt 57'090 Personen telefonisch zu ihrem Verkehrsverhalten befragt.

Tabelle 4-22: Verkehrssektor: Energieverbrauch des Personenverkehrs nach Verkehrsmitteln und Energieträgern, 2010, 2015 und 2016, in PJ

Energieträger, in PJ	Personenwagen	Motorrad, Mofas	Bahn	Tram	Bus	Trolley-Bus	Flugzeug	Total Personenverkehr
2010								
Benzin	110.4	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	112.8
Diesel	41.8	0.0	0.0	0.0	4.8	0.0	0.0	46.6
Strom	0.0	0.0	7.8	0.7	0.0	0.4	0.0	8.9
andere fossile TS	0.2	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.4
erneuerbare TS (flüssig)	0.2	0.0	0.0	0.0	<0.1	0.0	0.0	0.2
erneuerbare TS (gasförmig)	<0.1	0.0	0.0	0.0	<0.1	0.0	0.0	0.1
Flugtreibstoffe	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	1.4
Total	152.7	2.4	7.8	0.7	5.0	0.4	1.4	170.3
2015								
Benzin	92.7	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	95.4
Diesel	61.5	0.0	0.0	0.0	5.1	0.0	0.0	66.6
Strom	<0.1	0.0	7.7	0.7	<0.1	0.3	0.0	8.8
andere fossile TS	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.3
erneuerbare TS (flüssig)	1.4	<0.1	0.0	0.0	<0.1	0.0	0.0	1.5
erneuerbare TS (gasförmig)	<0.1	0.0	0.0	0.0	<0.1	0.0	0.0	0.1
Flugtreibstoffe	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	1.5
Total	155.9	2.7	7.7	0.7	5.4	0.3	1.5	174.2
2016								
Benzin	90.1	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	92.8
Diesel	63.7	0.0	0.0	0.0	5.3	0.0	0.0	69.0
Strom	<0.1	0.0	8.0	0.7	0.0	0.3	0.0	9.2
andere fossile TS	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.3
erneuerbare TS (flüssig)	2.0	<0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	2.1
erneuerbare TS (gasförmig)	<0.1	0.0	0.0	0.0	<0.1	0.0	0.0	0.1
Flugtreibstoffe	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	1.5
Total	156.2	2.7	8.0	0.7	5.5	0.3	1.5	175.0

TS: Treibstoffe

Quelle: Infrac, 2017, basierend auf BFS/ARE 2012 und 2017

Tabelle 4-23: Verkehrssektor: Anteile des Energieverbrauchs im Personenverkehr nach Verkehrsmitteln und Energieträgern, 2010 und 2016, in Prozent

Energieträger, in Prozent	Personenwagen	Motorrad, Mofas	Bahn	Tram	Bus	Trolley-Bus	Flugzeug	Total Personenverkehr
2010								
Benzin	64.9%	1.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	66.3%
Diesel	24.6%	0.0%	0.0%	0.0%	2.8%	0.0%	0.0%	27.4%
Strom	0.0%	0.0%	4.6%	0.4%	0.0%	0.2%	0.0%	5.2%
andere fossile TS	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.2%
erneuerbare TS (flüssig)	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	<0.1%	0.0%	0.0%	0.1%
erneuerbare TS (gasförmig)	<0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	<0.1%	0.0%	0.0%	0.1%
Flugtreibstoffe	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.8%	0.8%
Total	89.7%	1.4%	4.6%	0.4%	2.9%	0.2%	0.8%	100.0%
2016								
Benzin	51.5%	1.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	53.0%
Diesel	36.4%	0.0%	0.0%	0.0%	3.0%	0.0%	0.0%	39.4%
Strom	<0.1%	0.0%	4.6%	0.4%	0.0%	0.2%	0.0%	5.2%
andere fossile TS	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.2%
erneuerbare TS (flüssig)	1.1%	<0.1%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	1.2%
erneuerbare TS (gasförmig)	<0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	<0.1%	0.0%	0.0%	0.1%
Flugtreibstoffe	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.9%	0.9%
Total	89.2%	1.5%	4.6%	0.4%	3.2%	0.2%	0.9%	100.0%

TS: Treibstoffe

Quelle: Infras 2017, basierend auf BFS/ARE 2012 und 2017

Bei den Energieträgern zeigt sich die bereits erwähnte Verschiebung von Benzin in Richtung Diesel (vgl. Tabelle 4-21). Mit einem Anteil von 53.0 % in 2016 bleibt Benzin der wichtigste Energieträger für den Personenverkehr (Diesel: 39.4 %).

Die Aufteilung des Güterverkehrs nach Verkehrsmitteln und Energieträgern ist in Tabelle 4-24 beschrieben. Der Gesamtverbrauch entspricht dem Güterverkehr gemäss Tabelle 4-20 zuzüglich des geschätzten Anteils des Güterverkehrs an der nationalen Zivilluftfahrt (20 %). Im Jahr 2016 entfielen 58.3 % des Energieverbrauchs auf die Lastwagen, 33.7 % auf die Lieferwagen und 7.1 % auf den Bahnverkehr. Die Bedeutung des inländischen Flugverkehrs ist gering (0.9 %). Gegenüber dem Jahr 2010 haben die Anteile der Lastwagen (-3.1 %-Punkte) und der Bahn (-0.5 %-Punkte) leicht abgenommen; gestiegen ist der Anteil der Lieferwagen (+3.5 %-Punkte).

Tabelle 4-24: Verkehrssektor: Energieverbrauch des Güterverkehrs nach Verkehrsmitteln und Energieträgern, 2010, 2015 und 2016, in PJ

Energieträger, in PJ	Lieferwagen	Lastwagen	Bahn	Flugzeug	Total Güterverkehr
2010					
Benzin	2.5	0.0	0.0	0.0	2.5
Diesel	9.4	24.3	0.5	0.0	34.1
Strom	0.0	0.0	2.5	0.0	2.5
andere fossile TS	<0.1	<0.1	0.0	0.0	0.0
erneuerbare TS (flüssig)	<0.1	<0.1	0.0	0.0	0.0
erneuerbare TS (gasf.)	<0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Flugtreibstoffe	0.0	0.0	0.0	0.3	0.3
Total	12.0	24.4	3.0	0.3	39.7
2015					
Benzin	1.7	0.0	0.0	0.0	1.7
Diesel	11.6	23.9	0.4	0.0	35.9
Strom	0.0	0.0	2.6	0.0	2.6
andere fossile TS	<0.1	<0.1	0.0	0.0	0.1
erneuerbare TS (flüssig)	0.2	0.3	0.0	0.0	0.5
erneuerbare TS (gasf.)	<0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Flugtreibstoffe	0.0	0.0	0.0	0.4	0.4
Total	13.5	24.2	3.0	0.4	41.0
2016					
Benzin	1.6	0.0	0.0	0.0	1.6
Diesel	12.0	23.6	0.4	0.0	36.0
Strom	<0.1	0.0	2.6	0.0	2.6
andere fossile TS	<0.1	<0.1	0.0	0.0	0.1
erneuerbare TS (flüssig)	0.3	0.5	0.0	0.0	0.7
erneuerbare TS (gasf.)	<0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Flugtreibstoffe	0.0	0.0	0.0	0.4	0.4
Total	13.9	24.1	3.0	0.4	41.3

TS: Treibstoffe

Quelle: Infrac 2017, basierend auf BFS/ARE 2012 und 2017

Im Gegensatz zum Personenverkehr wird der Energieverbrauch des Güterverkehrs durch den Dieserverbrauch bestimmt (87.1 %). Der Benzinverbrauch (Anteil 3.9 %) ist ausschliesslich auf die Lieferwagen zurückzuführen.

Der Energieverbrauch nach Verkehrsanwendung und Energieträgern ist in Tabelle 4-25 aufgeschlüsselt. Im Jahr 2016 entfielen auf den motorisierten Individualverkehr (MIV) 72.4 % des Energieverbrauchs und auf den Güterverkehr (GV) 19.1 %. Der Anteil des öffentlichen Verkehrs (ÖV) am Energieverbrauch betrug 7.4 %, während 1.1 % des Verkehrs nicht eindeutig einer der Kategorien zugeordnet werden können.

Tabelle 4-25: Verkehrssektor: Energieverbrauch nach Anwendungen und Energieträgern, 2010, 2015 und 2016, in PJ

Energieträger, in PJ	MIV	ÖV	GV	nicht zuweisbar	Total
2010					
Benzin – Strasse	106.9	0.0	2.5	6.0	115.3
Diesel – Strasse	39.6	4.8	33.7	2.2	80.2
Diesel – Schiene	0.0	0.0	0.5	0.0	0.5
andere fossile TS - Strasse	0.2	0.2	<0.1	<0.1	0.5
erneuerbare TS (flüssig) – Strasse	0.1	<0.1	0.1	<0.1	0.3
erneuerbare TS (gasförmig) – Strasse	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1
Strom – Strasse	0.0	0.4	0.0	0.0	0.4
Strom – Schiene	0.0	8.5	2.5	0.0	11.0
Flugtreibstoffe – Luft	<0.1	1.3	0.3	0.0	1.7
Total	147.0	15.1	39.7	8.2	210.0
2015					
Benzin – Strasse	94.0	0.0	1.7	1.4	97.1
Diesel – Strasse	60.5	5.1	35.5	0.9	102.1
Diesel – Schiene	0.0	0.0	0.4	0.0	0.4
andere fossile TS - Strasse	0.2	0.1	<0.1	<0.1	0.4
erneuerbare TS (flüssig) - Strasse	1.4	<0.1	0.5	<0.1	1.9
erneuerbare TS (gasförmig) - Strasse	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1
Strom - Strasse	<0.1	0.3	0.0	<0.1	0.4
Strom - Schiene	0.0	8.4	2.6	0.0	11.0
Flugtreibstoffe - Luft	<0.1	1.4	0.4	0.0	1.9
Total	156.3	15.5	41.0	2.4	215.2
2016					
Benzin - Strasse	91.4	0.0	1.6	1.4	94.4
Diesel - Strasse	62.8	5.3	35.6	0.9	104.6
Diesel - Schiene	0.0	0.0	0.4	0.0	0.4
andere fossile TS - Strasse	0.2	0.1	<0.1	<0.1	0.4
erneuerbare TS (flüssig) - Strasse	2.0	0.1	0.7	<0.1	2.9
erneuerbare TS (gasförmig) - Strasse	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1
Strom - Strasse	<0.1	0.3	<0.1	<0.1	0.4
Strom - Schiene	0.0	8.8	2.6	0.0	11.3
Flugtreibstoffe - Luft	<0.1	1.4	0.4	0.0	1.9
Total	156.5	16.1	41.3	2.4	216.3

TS: Treibstoffe

Quelle: Infrac 2017, basierend auf BFS/ARE 2012 und 2017

Eine geringe Menge an Diesel wird im Schienenverkehr für Rangierloks eingesetzt (im Jahr 2016 0.4 PJ). Der Einsatz von Elektrizität für den Strassenverkehr ist ebenfalls (noch) gering (0.4 PJ; primär für den Betrieb von Trolleybussen). Im Zeitraum 2010 bis 2016 hat der Verbrauch bei allen Anwendungen zugenommen: MIV +9.6 PJ (+6.5 %), Güterverkehr +1.6 PJ (+4.1 %) und der öffentliche Verkehr um +1.0 PJ (+6.4 %).

Die Aufteilung des Personenverkehrs nach Verkehrszwecken ist in Tabelle 4-26 beschrieben. Die Verkehrszwecke haben bei den einzelnen Verkehrsträgern eine unterschiedliche Bedeutung. Die Verkehrszwecke Arbeit und Ausbildung weisen beim Schienenverkehr (Bahn und Tram) höhere Verbrauchsanteile auf als beim Strassenverkehr. Andererseits sind beim Strassenverkehr die Bereiche Freizeit, Nutzverkehr und Einkauf wichtiger als beim Schienenverkehr. Beim Luftverkehr entfällt der Verbrauch fast ausschliesslich auf die Verkehrszwecke Freizeit und Nutzverkehr.

Tabelle 4-26: Verkehrssektor: Energieverbrauch des Personenverkehrs im Jahr 2016 nach Verkehrszwecken und Verkehrsträgern, in PJ und in Prozent (ohne Schiffsverkehr)

Verkehrszweck	Strasse	Schiene	Luft	Total
in PJ				
Arbeit	37.7	2.8	0.0	40.5
Ausbildung	4.4	1.1	0.0	5.5
Einkauf	23.9	0.8	0.1	24.8
Nutzverkehr	23.9	0.5	0.8	25.3
Freizeit	72.2	3.4	0.6	76.2
Anderes	2.5	0.2	0.0	2.8
Total	164.7	8.8	1.5	175.0
Anteil in %				
Arbeit	22.9%	31.6%	2.0%	23.1%
Ausbildung	2.7%	12.2%	0.0%	3.1%
Einkauf	14.5%	9.1%	5.0%	14.2%
Nutzverkehr	14.5%	5.4%	56.0%	14.4%
Freizeit	43.9%	39.0%	37.0%	43.6%
Anderes	1.5%	2.7%	0.0%	1.6%
Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
Anteil der Verkehrsträger	94.1%	5.0%	0.9%	100.0%

Quelle: Infrac 2017, basierend auf BFS/ARE 2012 und 2017

4.5 Sonderauswertungen zum Energieverbrauch in Gebäuden

Der Energieverbrauch in Gebäuden umfasst den Verbrauch für Raumwärme, Warmwasser, Lüftung, Klimakälte, Haustechnik und Beleuchtung. Dabei beinhaltet der Bereich Klima, Lüftung und Haustechnik den Verbrauch für die Kühlung und Belüftung von Gebäuden sowie den Hilfsenergieverbrauch für den Betrieb der Heizungs- und Warmwasseranlagen. Bei der Beleuchtung wird nur der Verbrauch für die Beleuchtung in und an Gebäuden berücksichtigt (ohne Strassenbeleuchtung, aber inkl. Reklame-, Sicherheits- und Monument-Beleuchtung). Der ausgewiesene Verbrauch in Gebäuden umfasst sowohl die gebäuderelevanten Verbräuche der Wohngebäude (private Haushalte) als auch der Nichtwohngebäude (Industrie- und Dienstleistungssektor).

Der Energieverbrauch in Gebäuden hat im Zeitraum 2000 bis 2016 um 2.9 % abgenommen (Tabelle 4-27). Der Rückgang ist hauptsächlich auf die Reduktion des Raumwärmeverbrauchs zurückzuführen (-13.3 PJ; -5.0 %).

Tabelle 4-27: *Energieverbrauch in Gebäuden nach Verwendungszwecken in PJ und Anteil am inländischen Endenergieverbrauch in %, 2000 bis 2016*

Jahr	Raumwärme	Warmwasser	Lüftung, Klima, HT	Beleuchtung	Gebäude insgesamt	Inland-Verbrauch insgesamt	Anteil Gebäude
2000	263.6	45.5	16.9	23.3	349.4	762.8	45.8%
2001	284.3	45.1	17.6	23.5	370.5	785.9	47.1%
2002	263.9	45.2	17.1	23.6	349.8	762.5	45.9%
2003	283.7	45.4	19.0	23.9	371.9	786.3	47.3%
2004	279.2	45.4	17.6	24.2	366.4	783.6	46.8%
2005	287.8	45.5	18.3	24.4	376.0	795.1	47.3%
2006	276.9	45.3	18.6	24.6	365.4	788.2	46.4%
2007	245.7	45.3	17.2	24.9	333.1	758.7	43.9%
2008	270.3	45.7	18.2	25.1	359.3	788.0	45.6%
2009	263.3	45.7	18.5	24.8	352.2	772.2	45.6%
2010	295.3	46.2	19.3	25.0	385.8	815.9	47.3%
2011	227.9	44.4	18.1	24.9	315.3	743.8	42.4%
2012	257.0	45.0	19.0	24.6	345.6	773.6	44.7%
2013	282.2	45.5	19.8	24.3	371.9	802.3	46.3%
2014	211.8	44.1	17.5	24.6	297.9	728.3	40.9%
2015	234.8	44.7	20.0	24.4	324.0	752.3	43.1%
2016	250.3	45.2	19.8	24.1	339.4	768.6	44.2%
Δ '00 – '16	-5.0%	-0.7%	16.8%	3.5%	-2.9%	+0.8%	-1.6%-Punkte

HT: Haustechnik, inkl. Hilfsenergie für Anlagen

Quelle: Prognos, TEP, 2017

Der Warmwasserverbrauch hat sich im Betrachtungszeitraum nicht wesentlich verändert (-0.7 %). Der Verbrauch für Klima, Lüftung und Haustechnik weist eine steigende Tendenz auf und lag in 2016 um 16.8% über dem Verbrauch des Jahres 2000. Der Verbrauch für die Beleuchtung in Gebäuden erreichte in 2008 mit 25.1 PJ ein Maximum. In 2016 lag der Verbrauch bei 24.1 PJ.

Mit einem Energieverbrauch von 339.4 PJ im Jahre 2016 hatten die Gebäude einen Anteil von 44.2 % am gesamten inländischen Energieverbrauch von 768.6 PJ. In kühleren Jahren war der Anteil höher (z.B. 2010 mit 47.3 %); im Mittel der Jahre 2000 bis 2016 lag der Anteil bei 45.3 %. Werden der Tanktourismus und der internationale Flugverkehr wie in der Gesamtenergiestatistik mitberücksichtigt, beträgt im Jahr 2016 der Anteil der Gebäude am gesamten Endenergieverbrauch 40.3 %.

Raumwärme und Warmwasser

Der Gesamtverbrauch in Gebäuden wird dominiert durch den Raumwärmeverbrauch. Im Mittel der Jahre 2000 bis 2016 lag der Anteil der Raumwärme bei 75 % des Energieverbrauchs in Gebäuden (2016: 73.8 %). Der Verbrauch für Raumwärme nach Energieträgern ist in Tabelle 4-28 dargestellt. Heizöl war der wichtigste Energieträger zur Erzeugung von Raumwärme. Der Verbrauch ist jedoch im Zeitraum 2000 bis 2016 deutlich zurückgegangen (-49.3 PJ; -31.3 %). Der Anteil von Heizöl am Raumwärmeverbrauch verringerte sich von 60 % in 2000 auf 43 % in 2016. Erdgas ist der zweitwichtigste Energieträger zur Bereitstellung von Raumwärme. Im Betrachtungszeitraum hat der Verbrauch zur Erzeugung von Raumwärme um knapp 15 PJ zugenommen.

Tabelle 4-28: Raumwärmeverbrauch in Gebäuden nach Energieträgern, 2000 bis 2016, in PJ

Energieträger	2000	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Δ '00-'16
Heizöl	157.3	112.3	124.2	132.9	96.3	104.1	108.0	-31.3%
Erdgas	52.2	55.5	64.2	71.9	54.8	62.0	67.1	+28.5%
Elektrizität	14.9	16.2	18.3	20.3	15.8	17.5	18.8	+26.2%
Holz	21.7	22.8	25.5	28.5	22.6	25.2	27.4	+25.8%
Kohle	0.5	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	-48.9%
Fernwärme	8.7	9.6	11.2	12.7	9.8	11.3	12.4	+43.3%
Umgebungswärme / Solarthermie	3.8	8.9	11.0	13.2	10.6	12.7	14.6	+283.7%
sonstige	4.4	2.3	2.3	2.2	1.6	1.7	1.7	-61.7%
insgesamt	263.6	227.9	257.0	282.2	211.8	234.8	250.3	-5.0%

Quelle: Prognos, TEP, 2017

Der Stromverbrauch zur Erzeugung von Raumwärme hat sich von 14.9 PJ im Jahr 2000 auf 18.8 PJ im Jahr 2016 erhöht (+26.2 %). Die Zunahme ist hauptsächlich auf den verstärkten Einsatz von elektrischen Wärmepumpen zurückzuführen. Deutlich zugenommen hat auch der Einsatz erneuerbarer Energien (Holz, Umgebungswärme inkl. Solarthermie). Der Verbrauch der erneuerbaren Energien hat sich um 64.3 % auf 42 PJ erhöht.

Auf die Fernwärme entfallen aktuell rund 5 % des Raumwärmeverbrauchs. Die Bedeutung der sonstigen Energieträger ist gering (Anteil < 1 %). Es handelt sich dabei um übrige fossile Brennstoffe (darunter schweres Heizöl) und Müll, welche im Industriesektor verbrannt werden.

Der Verbrauch für Warmwasser nach Energieträgern ist in Tabelle 4-29 beschrieben. Der Warmwasserverbrauch wird dominiert von Heizöl, Erdgas und Strom. Der Anteil von Heizöl an der Erzeugung von Warmwasser ist von 54 % auf 39 % zurückgegangen. Heizöl war aber auch im Jahr 2016 der bedeutendste Energieträger bei der Bereitstellung von Warmwasser. Der Verbrauch von Erdgas ist im Betrachtungszeitraum deutlich angestiegen (+37.5 %), moderat zugenommen hat der Verbrauch von Strom (+4.3 %). Substitutionsgewinner war zudem die Umgebungswärme (Solarthermie und mittels Wärmepumpen genutzte Umweltwärme); der Anteil am Gesamtverbrauch für Warmwasser hat sich auf 7 % erhöht (2000: 1 %). Die Anteile der übrigen Energieträger haben sich nicht wesentlich verändert.

Tabelle 4-29: Warmwasserverbrauch in Gebäuden nach Energieträgern, 2000 bis 2016, in PJ

Energieträger	2000	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Δ '00-'16
Heizöl	24.8	19.8	19.7	19.4	18.3	18.0	17.7	-28.5%
Erdgas	7.5	9.4	9.8	10.0	9.8	10.1	10.3	+37.5%
Elektrizität	9.1	9.3	9.3	9.4	9.2	9.4	9.5	+4.3%
Holz	1.3	1.7	1.7	1.8	1.7	1.8	1.8	+45.8%
Fernwärme	1.7	1.9	2.0	2.0	2.0	2.1	2.2	+28.6%
Umgebungswärme / Solarthermie	0.5	1.8	2.0	2.3	2.5	2.8	3.1	+559.4%
sonstige	0.7	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	-21.1%
Insgesamt	45.5	44.4	45.0	45.5	44.1	44.7	45.2	-0.7%

Quelle: Prognos, TEP, 2017

Witterungsbereinigte Werte

Der Energieverbrauch in Gebäuden bei durchschnittlicher Jahreswitterung wird in Tabelle 4-30 ausgewiesen (witterungsbereinigter Energieverbrauch). Der abgebildete Inlandverbrauch ist ebenfalls um den Witterungseinfluss bereinigt. Die dazu verwendete Normwitterung basiert auf Wetterdaten der Jahre 1984 bis 2002.

Tabelle 4-30: Witterungsbereinigte Werte: Energieverbrauch in Gebäuden nach Verwendungszwecken in PJ und Anteil am inländischen Endenergieverbrauch in %, 2000 bis 2016

Jahr	Raumwärme	Warmwasser	Lüftung, Klima, HAT	Beleuchtung	Gebäude insgesamt	Inland-Verbrauch insgesamt	Anteil Gebäude
2000	293.9	45.5	17.6	23.3	380.4	793.8	47.9%
2001	291.4	45.1	17.7	23.5	377.7	793.1	47.6%
2002	291.3	45.2	17.8	23.6	377.9	790.6	47.8%
2003	288.5	45.4	17.9	23.9	375.7	790.1	47.6%
2004	287.9	45.4	18.0	24.2	375.5	792.7	47.4%
2005	286.1	45.5	18.1	24.4	374.1	793.2	47.2%
2006	284.1	45.3	18.2	24.6	372.1	794.9	46.8%
2007	285.0	45.3	18.3	24.9	373.5	799.1	46.7%
2008	283.5	45.7	18.5	25.1	372.7	801.5	46.5%
2009	281.2	45.7	18.5	24.8	370.3	790.2	46.9%
2010	279.3	46.2	18.7	25.0	369.3	799.4	46.2%
2011	276.0	44.4	18.9	24.9	364.1	792.7	45.9%
2012	273.0	45.0	19.0	24.6	361.6	789.6	45.8%
2013	270.8	45.5	19.1	24.3	359.8	790.3	45.5%
2014	268.6	44.1	19.2	24.6	356.4	786.8	45.3%
2015	267.4	44.7	19.5	24.4	356.0	784.3	45.4%
2016	265.7	45.2	19.5	24.1	354.6	783.8	45.2%
Δ '00 – '16	-9.6%	-0.7%	10.6%	3.5%	-6.8%	-1.3%	-2.7%-Punkte

HT: Haustechnik, inkl. Hilfsenergie für Anlagen

Quelle: Prognos, TEP, 2017

Die Witterung beeinflusst hauptsächlich den Raumwärmeverbrauch und in geringerem Ausmass den Verbrauch für die Klimatisierung sowie den Hilfsenergieverbrauch von Heizungsanlagen. Die schwache Wirkung auf den Warmwasserverbrauch wurde hier vernachlässigt. Bei der Beleuchtung wurde kein Witterungseinfluss unterstellt.

Der witterungsbereinigte Raumwärmeverbrauch verringerte sich im Zeitraum 2000 bis 2016 um 9.6 %. Der Verbrauch in Gebäuden insgesamt nahm im gleichen Zeitraum um 6.8 % ab. Der Verbrauch in Gebäuden war stärker rückläufig als der Inlandverbrauch (-1.3 %). Entsprechend ging der Anteil der Gebäude am witterungsbereinigten Inlandverbrauch von 47.9 % im Jahr 2000 auf 45.2 % im Jahr 2016 zurück (-2.7 %-Punkte).

5 Literaturverzeichnis

- auto-schweiz (2013). 17. Berichterstattung im Rahmen der Energieverordnung über die Absenkung des spezifischen Treibstoff-Normverbrauchs von Personenwagen – Jahr 2012, im Auftrag des UVEK, 2013
- BAFU (2015). Energieverbrauch und Schadstoffemissionen des Non-Road-Sektors. Studie für die Jahre 1990-2050. Umwelt-Wissen Nr. 1519. Bundesamt für Umwelt (BAFU), Ittigen
- 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 (2011). Schweizerische Gesamtenergiestatistik 2010. Bundesamt für Energie (BFE), Bern
- BFE (2013). Analyse des schweizerischen Energieverbrauchs 2000 - 2012 nach Verwendungszwecken. Autoren: Prognos, Basics, Infrac und CEPE. Im Auftrag des Bundesamtes für Energie (BFE), Bern
- BFE (2017 a). Schweizerische Gesamtenergiestatistik 2015. Bundesamt für Energie (BFE), Bern
- BFE (2017 b). Elektrowärmepumpen-Statistikmodell (Excel-Tool) Bundesamt für Energie (BFE), Bern
- BFE (2017 c). Energieverbrauch in der Industrie und im Dienstleistungssektor. Resultate 2016. Bundesamt für Energie BFE, Bern
- BFE (2017 d): Energieverbrauch und Energieeffizienz der neuen Personenwagen 2016. 21. Berichterstattung im Rahmen der Energieverordnung, 12.Juni 2017
- BFE (2017 e). Bruttogeschossflächen in der Industrie und im Dienstleistungssektor 1999 - 2015 – Statistische Auswertung der Industrie- und Dienstleistungserhebung des BFE, unveröffentlicht
- BFE (2017 e). Schweizerische Elektrizitätsstatistik 2015. Bundesamt für Energie (BFE), Bern
- BFE (2017 f). CO₂-Emissionen von Neuwagen – nur geringe Absenkung im Jahr 2016. Medienmitteilung. Bundesamt für Energie (BFE), Bern. <http://www.bfe.admin.ch/energie/00588/00589/00644/index.html?lang=de&msg-id=66997>
- BFS (2016 a). Ständige Wohnbevölkerung in Privathaushalten nach Kanton und Haushaltgrösse, am 31. Dezember 2015, am 31. Dezember 2015. Tabelle cc-d-01.02.02.04. Bundesamt für Statistik (BFS), Neuenburg

- BFS (2016 b). Neu erstellte Gebäude mit Wohnnutzung, neu erstellte Wohnungen nach Kantonen. 2015. Bundesamt für Statistik (BFS), Neuenburg de mit Wohnnutzung, neu erstellte Wohnungen nach Kantonen. 2015.
- BFS (2016 c). Wohnungen nach Kanton, Gebäudekategorie, Anzahl Zimmer, Bauperiode und Jahr. Gebäude- und Wohnungsstatistik (GWS, Bundesamt für Statistik (BFS), Neuenburg
- BFS (2016 d). Durchschnittliche Wohnfläche pro Wohnung nach Zimmerzahl und Bauperiode. GWS - Gebäude- und Wohnungsstatistik. Bundesamt für Statistik (BFS), Neuenburg
- BFS (2017 a). Bilanz der ständigen Wohnbevölkerung, 2005-2016. Tabelle cc-d-1.2.4.3, mit provisorischen Ergebnissen für das Jahr 2016. Bundesamt für Statistik (BFS), Neuenburg
- BFS (2017 b). Eigene Auswertung der GWS-Datenbank: Energiebereich: Gebäude bei Kanton, Gebäudekategorie, Jahr, Bauperiode und Energieträger der Heizung. Bundesamt für Statistik (BFS), Neuenburg
- BFS (2017 c). Zeitreihen: Entwicklung der Quartalsindizes nach Wirtschaftszweigen – 1996/I bis 2017. Excel Arbeitsblätter. Bundesamt für Statistik (BFS), Neuenburg
- BFS/ARE (2012). Mobilität in der Schweiz – Ergebnisse des Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2010, Neuchâtel und Bern 2012
- BFS/ARE (2017). Verkehrsverhalten der Bevölkerung – Ergebnisse des Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2015, Neuchâtel 2017
- CEPE/INFRAS (2010). Tanktourismus, Studie im Rahmen der Energiewirtschaftlichen Grundlagen, ausgeführt von CEPE/INFRAS im Auftrag des BFE, BUWAL und Erdölvereinigung, Mai 2010
- Fleiter T., Hirzel S., Jakob M., Barth J., Quandt L., Reitze F., Toro F., Wietschel M. (2010). Electricity demand in the European service sector: A detailed bottom-up estimate by sector and by end-use. In: Improving Energy Efficiency in Commercial Buildings Conference 2010 (IEECB'10), Frankfurt, 13 -14 April 2010
- GebäudeKlima Schweiz (2017). Absatzstatistiken 2002 bis 2015. Produktsegmente Öl, Gas, Holz, Wärmepumpen, Solar und Wassererwärmer
- ICCT (2015). Real-world fuel consumption of popular European passenger car models, Working paper 2015-8, December 2015.
- ICCT (2016). From laboratory to road: A 2016 update of official and 'real-world' fuel consumption and CO2 values for passenger cars in Europe. International Council on Clean Transportation, November 2016.
- INFRAS (2007). Der Energieverbrauch des Sektors Verkehr 1990-2035. im Auftrag des BFE, Januar 2007
- INFRAS (2013). Abschätzung der künftigen Entwicklung von Treibstoffabsatz und Mineralölsteuereinnahmen, im Auftrag des ASTRA, 20. Feb. 2013.

- Intraplan (2005). Entwicklung des Luftverkehrs in der Schweiz bis 2030, Intraplan Consult GmbH, 2005
- Iten R., Catenazzi, G., Jakob M., Reiter R., Siegrist D., Wunderlich A. (2017). Auswirkungen eines subsidiären Verbots fossiler Heizungen. Grundlagenbericht für die Klimapolitik nach 2020. Infrac und TEP Energy i.A. BAFU, Bern.
- Jakob M., Gross N. (2010). Energieperspektiven in den Sektoren Dienstleistungen und Landwirtschaft – Konzeptionelle Weiterentwicklung der Energienachfragemodellierung. TEP Energy i.A. Bundesamt für Energie (BFE), Bern, Mai (Entwurf)
- Jakob M., Sunarjo B. Martius G. (2013) Thermischer Energiebedarf in Zürich-Altstetten. Ist-Zustand (2010) und Entwicklungsszenarien bis 2050. i. A. des Departements der Industriellen Betriebe, Zürich, September
- Jakob et al. (2016a). Potenzialabschätzung von Massnahmen im Bereich der Gebäudetechnik – Grundlagen für ein Potenzial- und Massnahmenkonzept der Gebäudetechnik zur Reduktion von Endenergie, Primärenergie und Treibhausgasemissionen. TEP Energy i.A. Energie-Schweiz, Bundesamt für Energie BFE, Bern.
- Jakob et al. (2016b). Erweiterung des Gebäudeparkmodells gemäss SIA-Effizienzpfad Energie. TEP Energy i.A. Bundesamt für Energie (BFE), Bern
- JRC (2011). Parameterisation of fuel consumption and CO₂ emissions of passenger cars and light commercial vehicles for modelling purposes; Authors: G. Mellios, S. Hausberger, M. Keller, C. Samaras, L. Ntziachristos; JRC Editors: P. Dilara, G. Fontaras, Joint Research Centre – Institute for Energy and Transport (IET), Ispra
- Metron (2012). Gesamtschweizerischer Energieverbrauch der Mobilität – Sonderauswertung für das Bundesamt für Energie, 2012
- 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 (2008). Temperatur- und Strahlungsabhängigkeit des Energieverbrauchs im Wärmemarkt. Empirische Analysen von Einspeisemengen leitungsgebundener Energieträger. Im Auftrag des Bundesamtes für Energie BFE, Bern
- Prognos (2010). Temperatur- und Strahlungsabhängigkeit des Energieverbrauchs im Wärmemarkt II. Empirische Analysen von täglichen Gas-Einspeisemengen im Versorgungsgebiet der ewl. 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 (2006 a). SIA Empfehlung 380/4.2006. Elektrische Energie im Hochbau, Ausgabe 2006. SIA, Zürich
- SIA (2009). SIA 380/1 Thermische Energie im Hochbau, Ausgabe 2009. SIA, Zürich

SIA (2015). SIA Merkblatt 2024. Raumnutzungsdaten für Energie- und Gebäudetechnik. SIA, Zürich

SLG (2016). Licht für die Schweiz. Lichtmarkt Schweiz - Analyse 2015, im Auftrag des Bundesamtes für Energie

Wüest & Partner (2014). Heizsysteme: Marktanteile im Neubau Wohnen (ohne Umbau). Baublatt Info-Dienst Wüest & Partner. Stand 31.12.2013

Wüest & Partner (2017). Gebäudebestandsentwicklung 1990-2016. Energiebezugsflächen. Excel-Datei