



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

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

Oktober 2017

Synthesebericht

Ex-Post-Analyse des schweizerischen Energieverbrauchs 2000 bis 2016

nach Bestimmungsfaktoren



Impressum

Auftraggeber

Bundesamt für Energie Bern

Auftragnehmer / Autoren

Synthesebericht:

Prognos AG
Andreas Kemmler
Sylvie Koziel

Zugrundeliegende Sektormodellierungen und –berichte:

Prognos AG (Private Haushalte):
Andreas Kemmler

Prognos AG (Industrie):
Alexander Piégsa

Infras AG (Verkehr):
Philipp Wüthrich
Benedikt Notter

TEP (Dienstleistungen und Landwirtschaft):
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 Aufgabenstellung	12
2 Methodik	14
2.1 Unterschiedene Bestimmungsfaktoren	14
2.2 Quantifizierung der Effekte	18
2.2.1 Bestimmung der Verbrauchsentwicklung	18
2.2.2 Aggregation der Effekte	20
2.3 Sektorabgrenzungen	21
3 Statistische Ausgangslage	23
3.1 Entwicklung des Endenergieverbrauchs 2000 - 2016	23
3.2 Entwicklung der Rahmenbedingungen	28
4 Analyse der Endenergieverbrauchsentwicklung 2000 bis 2016	34
4.1 Verbrauchsentwicklung nach Bestimmungsfaktoren	34
4.2 Verbrauchsentwicklung nach Sektoren	40
5 Entwicklung der Bestimmungsfaktoren im Verlauf der Jahre 2000 bis 2016	44
5.1 Witterung	44
5.2 Mengeneffekte	47
5.3 Technik und Politik	51
5.4 Substitution	54
5.5 Struktureffekte	57
5.6 Tanktourismus und internationaler Flugverkehr	60
6 Die Veränderungen der Energieträger im Einzelnen	63
6.1 Elektrizität	63
6.2 Heizöl extra-leicht	66
6.3 Erdgas	69
6.4 Holz, Biogas, Umwelt- und Solarwärme	72
6.5 Treibstoffe	75
6.5.1 Benzin	76
6.5.2 Diesel	78
6.5.3 Flugtreibstoffe (Kerosin)	80
7 Anhang	82
8 Literaturverzeichnis	103

Tabellen

Tabelle 2-1:	Zuordnung der Modellgrössen des Modells TEP Tertiary CH zu den Bestimmungsfaktoren gemäss Ex-Post-Analyse	20
Tabelle 3-1:	Endenergieverbrauch der Schweiz 2000 bis 2016 nach Energieträgern, in PJ	24
Tabelle 3-2:	Entwicklung des Endenergieverbrauchs zwischen 2000 und 2016 nach Sektoren, in PJ	28
Tabelle 3-3:	Entwicklung wichtiger Bestimmungsfaktoren des Energieverbrauchs in den Jahren 2000 bis 2016	29
Tabelle 4-1:	Veränderungen des Endenergieverbrauchs 2016 gegenüber 2000 nach Energieträgern und Bestimmungsfaktoren, in PJ	35
Tabelle 4-2:	Veränderungen des Endenergieverbrauchs 2016 gegenüber dem Vorjahr 2015 nach Energieträgern und Bestimmungsfaktoren, in PJ	39
Tabelle 4-3:	Veränderung des Energieverbrauchs 2016 gegenüber 2000 nach Sektoren und Bestimmungsfaktoren, in PJ	40
Tabelle 4-4:	Veränderung des Energieverbrauchs 2016 gegenüber 2000 nach Sektoren und Energieträgern, in PJ	42
Tabelle 5-1:	Veränderung des Energieverbrauchs nach Bestimmungsfaktoren und Jahren 2000 bis 2016, in PJ	44
Tabelle 5-2:	Jährliche Witterungseffekte nach Energieträgern, 2000 bis 2016, in PJ	46
Tabelle 5-3:	Jährliche Mengeneffekte nach Energieträgern, 2000 bis 2016, in PJ	49
Tabelle 5-4:	Jährliche Einspareffekte durch Politik und technologische Entwicklung nach Energieträgern, 2000 bis 2016, in PJ	52
Tabelle 5-5:	Substitutionseffekte nach Energieträgern und Jahren, 2000 bis 2016, in PJ	55
Tabelle 5-6:	Struktureffekte nach Energieträgern und Jahren, 2000 bis 2016, in PJ	59
Tabelle 5-7:	Entwicklung des Tanktourismus und des internationalen Flugverkehrs nach Energieträgern und Jahren, 2000 bis 2016, in PJ	61
Tabelle 6-1:	Veränderung des Stromverbrauchs nach Bestimmungsfaktoren und Sektoren, 2016 gegenüber 2000, in PJ	63

Tabelle 6-2:	Veränderung des Stromverbrauchs nach Bestimmungsfaktoren und Jahren, 2000 bis 2016, in PJ	64
Tabelle 6-3:	Veränderung des Heizölverbrauchs nach Bestimmungsfaktoren und Sektoren, 2016 gegenüber 2000, in PJ	66
Tabelle 6-4:	Veränderung des Heizölverbrauchs nach Bestimmungsfaktoren und Jahren, 2000 bis 2016, in PJ	67
Tabelle 6-5:	Veränderung des Erdgasverbrauchs nach Bestimmungsfaktoren und Sektoren, 2016 gegenüber 2000, in PJ	69
Tabelle 6-6:	Veränderung des Erdgasverbrauchs nach Bestimmungsfaktoren und Jahren, 2000 bis 2016, in PJ	70
Tabelle 6-7:	Veränderung des Verbrauchs an Holz, Biogas, Umwelt- und Solarwärme (ohne Biotreibstoffe) nach Bestimmungsfaktoren und Sektoren, 2016 gegenüber 2000, in PJ	73
Tabelle 6-8:	Veränderung des Verbrauchs an Holz, Biogas, Umwelt- und Solarwärme (ohne Biotreibstoffe) nach Bestimmungsfaktoren und Jahren, 2000 bis 2016, in PJ	73
Tabelle 6-9:	Veränderung des Benzinabsatzes nach Bestimmungsfaktoren und Jahren, 2000 bis 2016, in PJ	77
Tabelle 6-10:	Veränderung des Dieselabsatzes nach Bestimmungsfaktoren und Jahren, 2000 bis 2016, in PJ	79
Tabelle 6-11:	Veränderung des Absatzes von Flugtreibstoffen nach Bestimmungsfaktoren und Jahren, 2000 bis 2016, in PJ	81
Tabelle 7-1:	Veränderungen des Endenergieverbrauchs 2016 gegenüber 2000 nach Bestimmungsfaktoren, „Direktvergleich“ 2016 ggü. 2000, in PJ	82
Tabelle 7-2:	Veränderungen des Endenergieverbrauchs 2001 gegenüber 2000 nach Bestimmungsfaktoren, in PJ	83
Tabelle 7-3:	Veränderungen des Endenergieverbrauchs 2002 gegenüber 2001 nach Bestimmungsfaktoren, in PJ	84
Tabelle 7-4:	Veränderungen des Endenergieverbrauchs 2003 gegenüber 2002 nach Bestimmungsfaktoren, in PJ	85
Tabelle 7-5:	Veränderungen des Endenergieverbrauchs 2004 gegenüber 2003 nach Bestimmungsfaktoren, in PJ	86
Tabelle 7-6:	Veränderungen des Endenergieverbrauchs 2005 gegenüber 2004 nach Bestimmungsfaktoren, in PJ	87

Tabelle 7-7:	Veränderungen des Endenergieverbrauchs 2006 gegenüber 2005 nach Bestimmungsfaktoren, in PJ	88
Tabelle 7-8:	Veränderungen des Endenergieverbrauchs 2007 gegenüber 2006 nach Bestimmungsfaktoren, in PJ	89
Tabelle 7-9:	Veränderungen des Endenergieverbrauchs 2008 gegenüber 2007 nach Bestimmungsfaktoren, in PJ	90
Tabelle 7-10:	Veränderungen des Endenergieverbrauchs 2009 gegenüber 2008 nach Bestimmungsfaktoren, in PJ	91
Tabelle 7-11:	Veränderungen des Endenergieverbrauchs 2010 gegenüber 2009 nach Bestimmungsfaktoren, in PJ	92
Tabelle 7-12:	Veränderungen des Endenergieverbrauchs 2011 gegenüber 2010 nach Bestimmungsfaktoren, in PJ	93
Tabelle 7-13:	Veränderungen des Endenergieverbrauchs 2012 gegenüber 2011 nach Bestimmungsfaktoren, in PJ	94
Tabelle 7-14:	Veränderungen des Endenergieverbrauchs 2013 gegenüber 2012 nach Bestimmungsfaktoren, in PJ	95
Tabelle 7-15:	Veränderungen des Endenergieverbrauchs 2014 gegenüber 2013 nach Bestimmungsfaktoren, in PJ	96
Tabelle 7-16:	Veränderungen des Endenergieverbrauchs 2015 gegenüber 2014 nach Bestimmungsfaktoren, in PJ	97
Tabelle 7-17:	Veränderungen des Endenergieverbrauchs 2016 gegenüber 2015 nach Bestimmungsfaktoren, in PJ	98
Tabelle 7-18:	Haushaltssektor: Veränderungen des Endenergieverbrauchs 2016 gegenüber 2000 nach Bestimmungsfaktoren, in PJ	99
Tabelle 7-19:	Industriesektor: Veränderungen des Endenergieverbrauchs 2016 gegenüber 2000 nach Bestimmungsfaktoren, in PJ	100
Tabelle 7-20:	Dienstleistungssektor: Veränderungen des Endenergieverbrauchs 2016 gegenüber 2000 nach Bestimmungsfaktoren, in PJ	101
Tabelle 7-21:	Verkehrssektor: Veränderungen des Endenergieverbrauchs 2016 gegenüber 2000 nach Bestimmungsfaktoren, in PJ	102

Abbildungen

Abbildung 3-1:	Veränderung des Endenergieverbrauchs der Schweiz zwischen 2000 und 2016, nach Energieträgergruppen, in PJ	25
Abbildung 3-2:	Prozentuale Veränderung des Endenergieverbrauchs der Schweiz zwischen 2000 und 2016, nach Energieträgergruppen	25
Abbildung 3-3:	Veränderung des Anteils der Energieträger am Energieverbrauch, 2000 bis 2016, in %-Punkten	27
Abbildung 3-4:	Zusammensetzung der Energieverbrauchsstruktur 2016 nach Energieträgern	27
Abbildung 4-1:	Veränderung des Energieverbrauchs 2016 gegenüber 2000 nach Bestimmungsfaktoren und Verbrauchssektoren, in PJ	36
Abbildung 4-2:	Veränderung des Energieverbrauchs 2016 gegenüber 2000 nach Energieträgern und Bestimmungsfaktoren, in PJ	38
Abbildung 4-3:	Veränderung des Energieverbrauchs 2016 gegenüber 2000 nach Verbrauchssektoren und Bestimmungsfaktoren, in PJ	41
Abbildung 4-4:	Veränderung des Energieverbrauchs 2016 gegenüber 2000 nach Sektoren und Energieträgern, in PJ	42
Abbildung 4-5:	Verbrauchsentwicklung des Landverkehrs (Treibstoffabsatz ohne Kerosin, inkl. Stromanteil), 2000 bis 2016, in PJ	43
Abbildung 5-1:	Jährliche Witterungseffekte nach Energieträgern, 2000 bis 2016, in PJ	45
Abbildung 5-2:	Jährliche Witterungseffekte nach Verbrauchssektoren, 2000 bis 2016, in PJ	47
Abbildung 5-3:	BIP-Veränderung in % und Beitrag der Mengeneffekte zur Änderung des Energieverbrauchs, in PJ	48
Abbildung 5-4:	Jährliche Mengeneffekte nach Energieträgern, 2000 bis 2016, in PJ	50
Abbildung 5-5:	Jährliche Mengeneffekte nach Verbrauchssektoren, 2000 bis 2016, in PJ	50
Abbildung 5-6:	Jährliche Einspareffekte durch Politik und technologische Entwicklung nach Energieträgern, 2000 bis 2016, in PJ	53
Abbildung 5-7:	Jährliche Einspareffekte durch Politik und technologische Entwicklung nach Verbrauchssektoren, 2000 bis 2016, in PJ	53

Abbildung 5-8:	Substitutionseffekte nach Energieträgern und Jahren, 2000 bis 2016, in PJ	56
Abbildung 5-9:	Netto-Substitutionseffekte nach Verbrauchssektoren und Jahren, 2000 bis 2016, in PJ	57
Abbildung 5-10:	Struktureffekte nach Energieträgern und Jahren, 2000 bis 2016, in PJ	58
Abbildung 5-11:	Struktureffekte nach Sektor und Jahr, 2000 bis 2016, in PJ	60
Abbildung 5-12:	Veränderung des Tanktourismus und des internationalen Flugverkehrs nach Energieträgern und Jahren, 2000 bis 2016, in PJ	62
Abbildung 6-1:	Veränderung des Stromverbrauchs nach Bestimmungsfaktoren und Jahren, 2000 bis 2016, in PJ	65
Abbildung 6-2:	Veränderung des Stromverbrauchs nach Sektoren und Jahren, 2000 bis 2016, in PJ	65
Abbildung 6-3:	Veränderung des Heizölverbrauchs nach Bestimmungsfaktoren und Jahren, 2000 bis 2016, in PJ	68
Abbildung 6-4:	Veränderung des Heizölverbrauchs nach Sektoren und Jahren, 2000 bis 2016, in PJ	68
Abbildung 6-5:	Veränderung des Erdgasverbrauchs nach Bestimmungsfaktoren, 2000 bis 2016, in PJ	71
Abbildung 6-6:	Veränderung des Erdgasverbrauchs nach Sektoren und Jahren, 2000 bis 2016, in PJ	72
Abbildung 6-7:	Veränderung des Verbrauchs an Holz, Biogas, Umwelt- und Solarwärme (ohne Biotreibstoffe) nach Bestimmungsfaktoren und Jahren, 2000 bis 2016, in PJ	74
Abbildung 6-8:	Veränderung des Verbrauchs an Holz, Biogas, Umwelt- und Solarwärme (ohne Biotreibstoffe) nach Sektoren und Jahren, 2000 bis 2016, in PJ	75
Abbildung 6-9:	Veränderung des Benzinabsatzes nach Bestimmungsfaktoren und Jahren, 2000 bis 2016, in PJ	77
Abbildung 6-10:	Veränderung des Dieselabsatzes nach Bestimmungsfaktoren und Jahren, 2000 bis 2016, in PJ	79
Abbildung 6-11:	Veränderung des Absatzes von Flugtreibstoffen nach Bestimmungsfaktoren und Jahren, 2000 bis 2016, in PJ	80

Kurzfassung

In der Ex-Post-Analyse wird auf Basis von Energiemodellen die Entwicklung des Endenergieverbrauchs in Beziehung gesetzt zu den Veränderungen seiner wichtigsten Bestimmungsfaktoren. Als solche werden hier die Ursachenkomplexe *Witterung, Mengeneffekte* (Produktion, Energiebezugsflächen, Bevölkerung usw.), *Technik und Politik, Substitution, Struktureffekte, Tanktourismus und internationaler Flugverkehr* sowie *Joint-Effekte* unterschieden. Im Bereich der klimatischen, ökonomischen und energiepolitischen Rahmenbedingungen wirkten sich in der Zeitperiode 2000 bis 2016 die folgenden Determinanten besonders aus:

- Die mittlere Wohnbevölkerung stieg um 15.7 % an. Die Energiebezugsfläche wuchs insgesamt um 22.6 %, die Energiebezugsfläche in Wohngebäuden um 27.8 %. Das Bruttoinlandsprodukt hat sich um 31.2 % erhöht. Ausgeweitet haben sich auch der Motorfahrzeugbestand (+30.4 %) und die Fahrleistungen des Personen- und des Güterverkehrs. Diese Mengeneffekte führen – für sich genommen – alle zu einem höheren Energieverbrauch.
- Die Energiepreise entwickelten sich uneinheitlich (reale Konsumentenpreise gemäss Landesindex der Konsumentenpreise des BFS). Die Preise für Treibstoffe lagen im Jahr 2016 leicht unter dem Niveau des Jahres 2000 (-5.5 %), der Strompreis lag leicht über dem Niveau des Jahres 2000 (+2.1%). Die Preise der übrigen Energieträger sind im Zeitraum 2000 bis 2016 zum Teil deutlich angestiegen: Heizöl +29.2 %, Erdgas +50.4 %, Fernwärme +36.1 %, Energieholz +13.4 %. Für Produzenten und Importeure ergaben sich im Zeitraum 2000 bis 2016 leicht abweichende Preisbewegungen: Heizöl +14.1 %, Erdgas +78.5 %, Elektrizität +0.7 %, Diesel -28.9 %.
- Die Wintermonate des Jahres 2016 waren bezogen auf den Betrachtungszeitraum 2000 bis 2016 durchschnittlich warm. Die Zahl der Heizgradtage (HGT) belief sich im Jahr 2016 auf 3'281, der Durchschnitt der Periode 2000 bis 2016 liegt bei 3'234. Die Zahl der Kühlgradtage (CDD) war mit 167 in 2016 leicht überdurchschnittlich (Mittel der Jahre 2000 bis 2016: 157 CDD). Die Solarstrahlungsmenge lag im Jahr 2016 mit 4'419 MJ/m² ebenfalls nahe beim Durchschnittswert des Betrachtungszeitraums (4'385 MJ/m²).

Der Endenergieverbrauch hat gemäss der Gesamtenergiestatistik (GEST) in den Jahren 2000 bis 2016 um 7.3 PJ zugenommen (+0.9 %), gemäss den Bottom-Up-Modellen um 4.8 PJ (+0.6%). Dabei bildeten die Mengeneffekte den stärksten verbrauchstreibenden Faktor, sie erhöhten den Verbrauch um 129 PJ (Tabelle 0-1, Abbildung 0-1). Der Einflussbereich Technik und Politik wirkte

verbrauchsseitig den Mengeneffekten entgegen, konnte den Anstieg aber nicht gänzlich kompensieren. Die Einsparungen fielen mit -116.8 PJ geringer aus als der mengenbedingte Verbrauchszuwachs. Verbrauchsdämpfende Wirkungen gingen aber auch von den Substitutionseffekten (-18.2 PJ), von den Struktureffekten (-1 PJ) und vom Tanktourismus (-7.3 PJ, Benzin und Diesel) aus, während der Kerosinverbrauch des internationalen Flugverkehrs zunahm (+6.3 PJ, Flugtreibstoffe). Die Witterung spielt im Allgemeinen in der mittel- bis längerfristigen Betrachtung eine geringe Rolle. Im Vergleich des Jahres 2016 gegenüber dem Jahr 2000 zeigt sich ein Witterungseffekt von +14.8 PJ. Bereinigt um diesen Witterungseffekt ergibt sich im Zeitraum 2000 bis 2016 gemäss den Modellen eine Reduktion des Energieverbrauchs um -10.0 PJ.

Tabelle 0-1: Veränderungen des Endenergieverbrauchs 2016 gegenüber 2000 nach Energieträgern und Bestimmungsfaktoren, in PJ

Einflussfaktor / Energieträger	Witterung	Mengen- effekte	Technik / Politik	Substitution	Struktur- effekte	Tanktourismus / Int. Flugverkehr	Joint-Effekte / Nichtlinearitäten	Summe Modelle	Energie- statistik
Elektrizität	1.4	39.6	-26.7	0.0	6.6	0.0	-3.4	17.6	21.1
Heizöl	9.0	27.4	-36.8	-61.4	-1.3	0.0	-1.7	-64.8	-64.0
H M+S	0.1	0.1	-0.6	-1.4	-0.2	0.0	-4.4	-6.4	-5.6
Erdgas	2.8	14.4	-17.2	24.8	-4.3	0.0	3.8	24.2	23.5
Kohle	0.0	0.5	-0.3	-1.5	0.5	0.0	-0.7	-1.4	-1.0
übrige fossile BS ¹⁾	-0.2	0.2	-0.6	-1.8	-0.1	0.0	1.7	-0.9	-1.7
Fernwärme	0.5	2.2	-1.0	4.6	-2.2	0.0	1.0	5.2	6.4
Holz	0.9	5.5	-3.4	7.2	-0.4	0.0	0.5	10.4	11.8
Biogas ²⁾	0.0	0.3	0.0	0.6	-0.2	0.0	0.1	0.8	0.4
Müll / Industrieabfälle	0.0	0.9	-0.8	-0.8	0.9	0.0	-0.4	-0.2	0.4
Umweltwärme ³⁾	0.2	2.1	-3.2	14.1	-0.4	0.0	1.0	13.8	13.5
Benzin	0.0	24.3	-19.4	-59.2	0.0	-6.5	-0.4	-61.1	-66.6
Diesel	0.0	12.1	-6.9	54.7	0.0	-0.8	-0.2	58.9	58.9
Flugtreibstoffe	0.0	-0.9	0.0	0.0	0.0	6.3	0.0	5.4	6.1
biogene TS	0.0	0.4	0.0	1.8	0.0	0.0	1.0	3.2	3.5
übrige fossile TS ⁴⁾	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.3	0.6
Summe	14.8	129.0	-116.8	-18.2	-1.0	-1.0	-1.9	4.8	7.3

¹⁾ inklusive Petrolkoks, Propan, Butan, Flüssiggas

Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2017

²⁾ Biogas, Klärgas

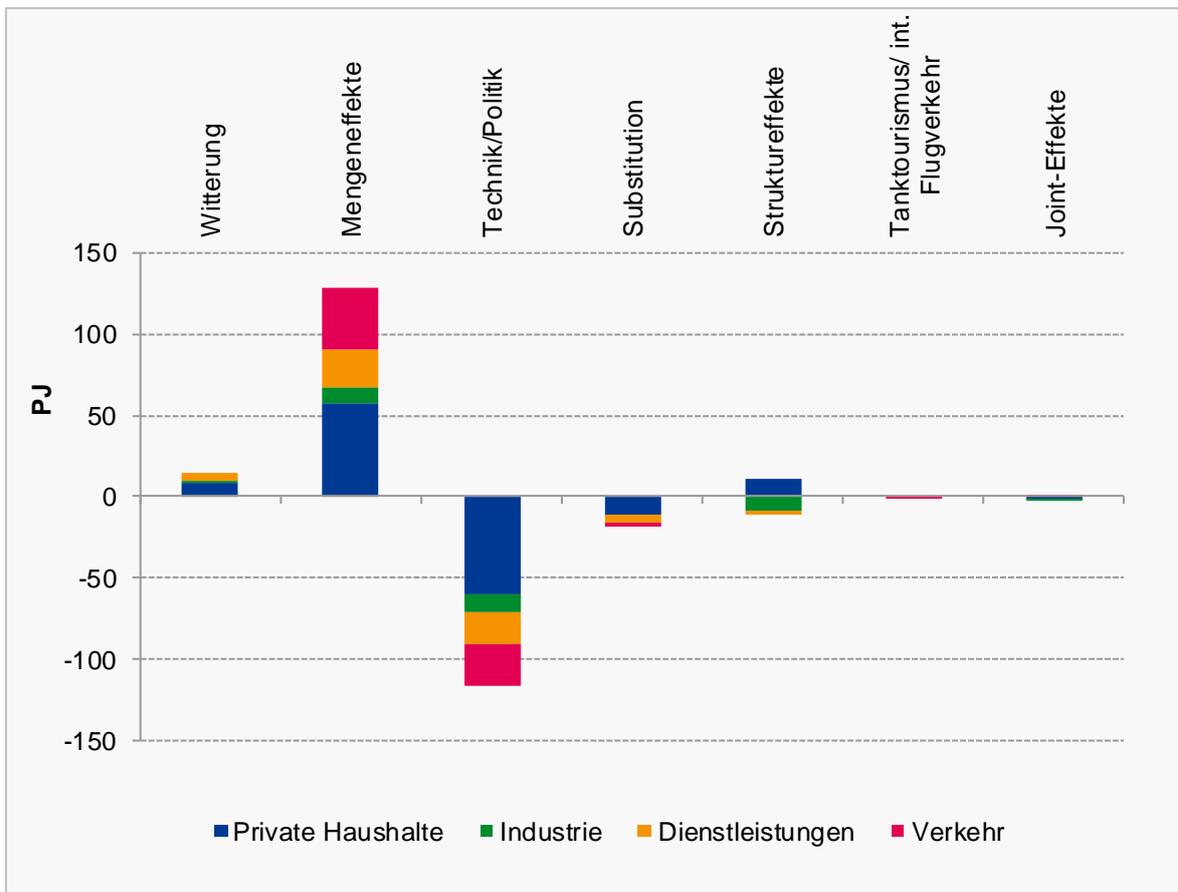
³⁾ inklusive Solarwärme

⁴⁾ Erdgas CNG, Flüssiggas, (Ethanol, Methanol); Erdgas und Flüssiggas im Verkehrssektor werden hier ausgewiesen

BS: Brennstoffe, TS: Treibstoffe

Im Zeitraum 2000 bis 2016 hat sich der Energieverbrauch in den einzelnen Sektoren unterschiedlich entwickelt. Gemäss Gesamtenergiestatistik zeigt sich bei den Privaten Haushalten eine Verbrauchszunahme um 4.5 PJ (+1.9 %). Das Haushaltsmodell weist einen Anstieg von 3.6 PJ aus. Bereinigt um den Witterungseffekt ergibt sich im Haushaltsmodell ein Verbrauchsrückgang von 4.4 PJ. Der Verbrauch im Industriesektor verringerte sich gemäss Gesamtenergiestatistik um 4.8 PJ (-3.0 %), im Dienstleistungssektor stieg er um 4.4 PJ (+3.2 %) an und im Verkehrssektor nahm der Verbrauch zwischen 2000 und 2016 um 4.6 PJ zu (+1.5 %). Gemäss den Modellrechnungen zeigt sich im Verkehrssektor eine Zunahme von 8.9 PJ. Wird diese Zunahme um den Tanktourismus und den internationalen Flugverkehr (-1.0 PJ) korrigiert, so ergibt sich im Verkehrssektor gegenüber dem Jahr 2000 eine Erhöhung des Inlandverbrauchs um 9.9 PJ. Der inländische Landverkehr (Verkehr ohne Flugverkehr) weist im Modell eine Verbrauchszunahme von 10.8 PJ auf. Davon entfallen 2.2 PJ auf die Elektrizität und 8.6 PJ auf die Treibstoffe. Der Kerosinverbrauch des inländischen Flugverkehrs war im Zeitraum 2000 bis 2016 rückläufig (-0.9 PJ).

Abbildung 0-1: Veränderung des Energieverbrauchs 2016 gegenüber 2000 nach Bestimmungsfaktoren und Verbrauchssektoren, in PJ



Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2017

Der Verbrauch an fossilen Brennstoffen ist gegenüber dem Jahr 2000 um 48.7 PJ gesunken (-15.9 %; ohne gasförmige Treibstoffe). Die einzelnen fossilen Brennstoffe entwickelten sich unterschiedlich. Sehr stark abgenommen hat der Verbrauch an Heizöl (-64 PJ; -32.6 %), hauptsächlich aufgrund der Einflussfaktoren Substitution (-61.4 PJ) sowie Technik und Politik (-36.8 PJ), während die Mengeneffekte (+27.4 PJ) der Verbrauchsabnahme entgegenwirkten. Im Gegensatz zum Heizöl hat sich die Nutzung von Erdgas ausgeweitet (+23.5 PJ; +25.2 %, ohne gasförmige Treibstoffe). Die Zunahme ist vorwiegend auf die Mengeneffekte (+14.4 PJ) und die Substitution (+24.8 PJ) zurückzuführen. Der seit den 1990er-Jahren beobachtete Trend „weg vom Heizöl und hin zum Erdgas“ setzte sich auch in den Jahren nach 2000 fort. „Technik und Politik“ wirkten dem Anstieg entgegen und reduzierten den Erdgasverbrauch für sich genommen (-17.2 PJ). Die Struktureffekte (-4.3 PJ) dämpften die Verbrauchszunahme ebenfalls, während die kühlere Witterung den Verbrauch erhöhte (+2.8 PJ).

Der Absatz an fossilen Treibstoffen hat im Zeitraum 2000 bis 2016 gemäss Gesamtenergiestatistik um 1.0 PJ abgenommen (-0.3%; inkl. gasförmige Treibstoffe). Benzin und Diesel wiesen gegenläufige Entwicklungen auf: Der Benzinabsatz war rückläufig (-66.6 PJ; -39.3 %), während sich der Dieselabsatz ausgeweitet hat (+58.9 PJ; +105 %). Diese Entwicklung ist hauptsächlich durch die Substitution von Benzin durch Diesel zu erklären. Sowohl beim Diesel als auch beim Benzin waren die verbrauchstreibenden Mengeneffekte stärker als die reduzierenden Effekte durch Technik und Politik. Das abgesetzte Kerosin wurde zu rund 95 % für den internationalen Flugverkehr eingesetzt. Bis 2004 war der Kerosinabsatz rückläufig, stieg aber danach wieder an. Insgesamt hat der Kerosinabsatz zwischen 2000 und 2016 um 6.1 PJ zugenommen (+8.9 %). Der Absatz an gasförmigen Treibstoffen war noch gering (2016: < 1 PJ). Der Absatz an biogenen Treibstoffen hat sich von 2000 bis 2016 von 0.1 PJ auf 3.6 PJ erhöht (2015: 2.1 PJ).

Weiter gewachsen ist der Stellenwert der Elektrizität, deren Verwendung im Zeitraum 2000 bis 2016 gemäss der Gesamtenergiestatistik um 21.1 PJ zugenommen hat (+11.2 %). Die Zunahme ist überwiegend den Mengeneffekten zuzuschreiben (+39.6 PJ), welche die reduzierenden Effekte durch Technik und Politik deutlich übertrafen (-26.7 PJ). Die reduzierenden Effekte sind jedoch im Zeitverlauf grösser geworden, so dass der Stromverbrauch seit 2008 nicht weiter angestiegen ist. In den Jahren 2007, 2009, 2011 und 2014 zeigten sich Verbrauchsreduktionen. Der Rückgang in den Jahren 2007, 2011 und 2014 ist vor allem auf den Witterungseinfluss zurückzuführen. Ursächlich für die Verbrauchsreduktion in 2009 war hauptsächlich die Wirtschaftskrise.

Die Verwendung der erneuerbaren Energieträger Holz, Biogas, Solar- und Umweltwärme hat sich zwischen 2000 und 2016 gemäss Gesamtenergiestatistik um 25.6 PJ ausgeweitet (+75 %). Dieser Anstieg ist überwiegend auf Mengeneffekte (+8.0 PJ) und Substitution (+21.9 PJ) zurückzuführen.

Erhöht hat sich auch die Nutzung von Fernwärme (+6.4 PJ). Die Zunahme ist ebenfalls überwiegend in den Mengeneffekten (+2.2 PJ) und der Substitution (+4.6 PJ) begründet, während die Effekte von Technik und Politik sowie die Struktureffekte dem Verbrauchsanstieg entgegengewirkt haben.

Tabelle 0-2: Veränderung des Energieverbrauchs nach Bestimmungsfaktoren und Jahren 2000 bis 2016, in PJ

	Witterung	Mengen- effekte	Technik / Politik	Substitution	Struktur- effekte	Tanktourismus / Int. Flugverkehr	Joint-Effekte / Nichtlinearitäten	Summe Modelle
00/01	24.5	2.6	-5.0	-0.3	2.5	-4.8	-1.3	18.3
01/02	-22.2	1.5	-6.7	-0.2	5.2	-4.2	-1.1	-27.6
02/03	26.0	4.8	-6.9	-0.4	0.1	-2.4	0.2	21.4
03/04	-5.9	10.2	-7.6	-0.6	0.9	-1.9	0.3	-4.6
04/05	11.7	7.6	-7.0	-0.7	-0.7	0.3	0.5	11.8
05/06	-9.2	14.5	-7.9	-1.4	-3.8	4.2	1.0	-2.7
06/07	-35.0	16.1	-6.7	-1.4	-3.0	7.3	0.5	-22.1
07/08	28.0	11.3	-7.2	-1.2	-2.3	3.2	0.8	32.5
08/09	-4.5	-3.6	-6.9	-1.2	0.3	-4.1	0.2	-19.9
09/10	35.9	16.8	-7.6	-1.4	-0.6	-0.1	0.5	43.6
10/11	-69.6	11.0	-8.1	-2.0	-2.9	1.4	-0.5	-70.7
11/12	34.5	7.6	-8.3	-1.6	-2.5	1.4	0.0	31.2
12/13	29.7	7.9	-8.2	-1.5	1.8	1.9	-1.1	30.6
13/14	-75.6	11.3	-8.6	-1.6	2.0	-0.6	-1.6	-74.6
14/15	28.2	3.2	-7.3	-1.3	2.3	-5.9	-1.0	18.1
15/16	18.2	6.2	-6.8	-1.5	-0.2	3.1	0.6	19.4
Δ '00 – '16	14.8	129.0	-116.8	-18.2	-1.0	-1.0	-1.9	4.8

Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2017

Résumé

Dans l'analyse ex-post, l'évolution de la demande d'énergie finale a été mise en relation avec les changements affectant ses principaux facteurs déterminants à partir de modèles énergétiques. Parmi ces facteurs, qui sont à l'origine des changements de consommation, on distingue *les conditions météorologiques, les effets de quantité* (production, surface de référence énergétique, démographie, etc.), *les facteurs techniques et politiques, la substitution, les effets structurels, le tourisme à la pompe et le trafic aérien international* ainsi que *les effets conjoints*. Dans le domaine des conditions climatiques, économiques et de politique énergétique, les facteurs suivants ont particulièrement impacté la consommation énergétique pendant la période 2000 à 2016 :

- La population résidente moyenne a augmenté de 15.7 %. Au total, la surface de référence énergétique s'est agrandie de 22.6 %, et celle des bâtiments résidentiels de 27.8 %. Le produit intérieur brut s'est accru de 31.2 %. Le parc de véhicules à moteur a augmenté (+30.4 %), ainsi que la prestation kilométrique du transport de personnes et de marchandises. Ces effets de quantité, pris individuellement, ont conduit à une hausse de la consommation énergétique.
- Les prix des énergies ont évolué de manière inégale (prix réels à la consommation selon l'indice suisse de prix à la consommation de l'OFS). Les prix des carburants se trouvaient en 2016 à un niveau légèrement inférieur à celui de 2000 (-5.5 %), celui de l'électricité à un niveau légèrement supérieur à celui de 2000 (+2.1 %). Les prix des autres agents énergétiques ont en partie nettement augmenté entre 2000 et 2016 : huile de chauffage +29.2 %, gaz naturel +50.4 %, chaleur à distance +36.1 %, bois-énergie +13.4 %. Les variations relatives des prix pour les producteurs et les importateurs étaient différentes de celles des prix à la consommation : huile de chauffage +14.1 %, gaz naturel +78.5 %, électricité +0.7 %, diesel -28.9 %.
- Les températures des mois hivernaux de l'année 2016 se situent dans la moyenne de la période 2000 à 2016. Le nombre de degrés-jours de chauffage en 2016 s'élevait à 3'281, tandis que la moyenne sur la période d'observation de 2000 à 2016 atteint 3'234 degrés-jours de chauffage. Le nombre de degrés-jours de réfrigération en 2016 était 167, soit légèrement supérieur à la moyenne des années 2000 à 2016 (157 degrés-jours de réfrigération). Avec 4'419 MJ/m², la quantité de rayonnement solaire en 2016 se trouvait également dans la moyenne de la période d'observation (4'385 MJ/m²).

Tableau 0-1 : Variations de la demande d'énergie finale en 2016 par rapport à 2000, par agents énergétiques et facteurs déterminants, en PJ

Facteur d'influence / Agent énergétique	Conditions météorologiques	Effets de quantité	Effets techniques / politiques	Substitution	Effets structurels	Tourisme à la pompe / Trafic aérien int.	Effets conjoints / non linéaires	Total modèle	Statistique énergétique
Electricité	1.4	39.6	-26.7	0.0	6.6	0.0	-3.4	17.6	21.1
Huile extra-légère	9.0	27.4	-36.8	-61.4	-1.3	0.0	-1.7	-64.8	-64.0
Huile moyenne et lourde	0.1	0.1	-0.6	-1.4	-0.2	0.0	-4.4	-6.4	-5.6
Gaz naturel	2.8	14.4	-17.2	24.8	-4.3	0.0	3.8	24.2	23.5
Charbon	0.0	0.5	-0.3	-1.5	0.5	0.0	-0.7	-1.4	-1.0
Autres combustibles fossiles ¹⁾	-0.2	0.2	-0.6	-1.8	-0.1	0.0	1.7	-0.9	-1.7
Chaleur à distance	0.5	2.2	-1.0	4.6	-2.2	0.0	1.0	5.2	6.4
Bois	0.9	5.5	-3.4	7.2	-0.4	0.0	0.5	10.4	11.8
Biogaz ²⁾	0.0	0.3	0.0	0.6	-0.2	0.0	0.1	0.8	0.4
Ordures ménagères / déchets industriels	0.0	0.9	-0.8	-0.8	0.9	0.0	-0.4	-0.2	0.4
Chaleur ambiante ³⁾	0.2	2.1	-3.2	14.1	-0.4	0.0	1.0	13.8	13.5
Essence	0.0	24.3	-19.4	-59.2	0.0	-6.5	-0.4	-61.1	-66.6
Diesel	0.0	12.1	-6.9	54.7	0.0	-0.8	-0.2	58.9	58.9
Carburants	0.0	-0.9	0.0	0.0	0.0	6.3	0.0	5.4	6.1
Biocarburants	0.0	0.4	0.0	1.8	0.0	0.0	1.0	3.2	3.5
Autres carburants fossiles ⁴⁾	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.3	0.6
Total	14.8	129.0	-116.8	-18.2	-1.0	-1.0	-1.9	4.8	7.3

¹⁾ y compris coke de pétrole, propane, butane, gaz de pétrole liquéfié

Source : Prognos, TEP, Infras 2017

²⁾ Biogaz, gaz de stations d'épuration

³⁾ y compris chaleur solaire

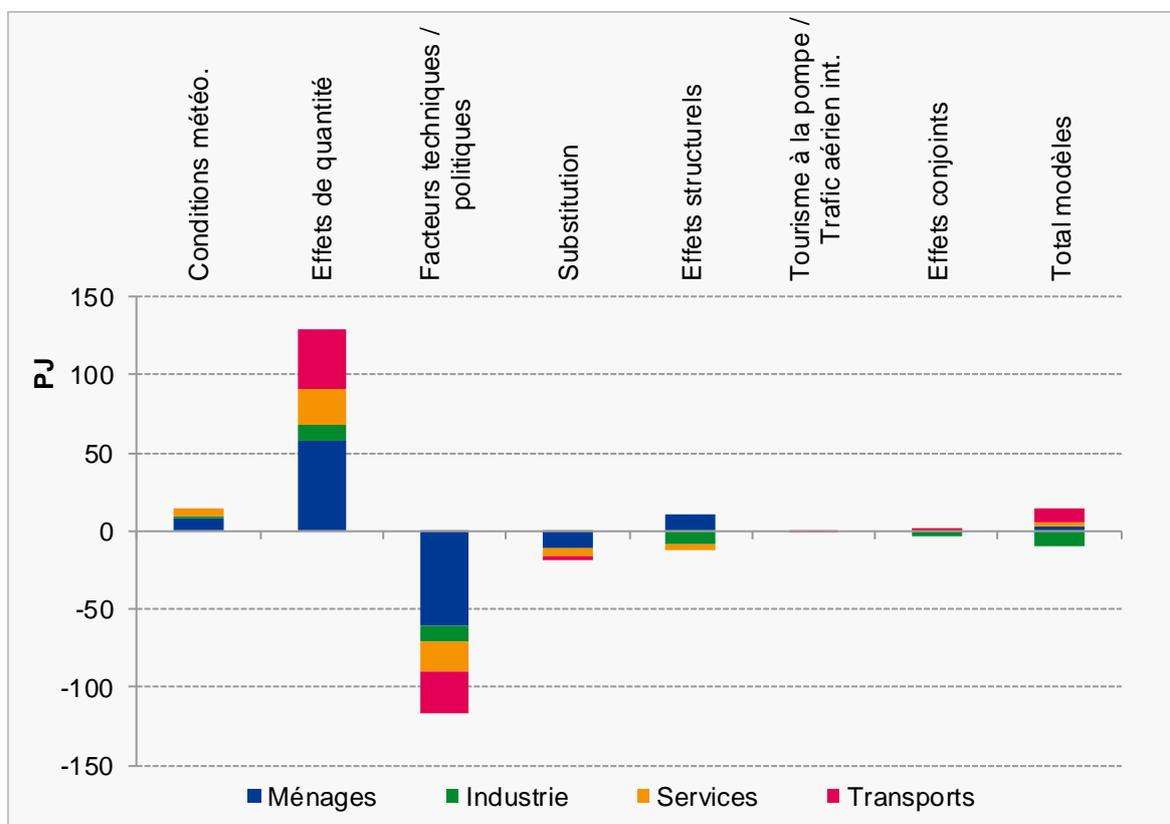
⁴⁾ Gaz naturel comprimé (GNC), gaz de pétrole liquéfié (éthanol, méthanol) ; le gaz naturel et le gaz de pétrole liquéfié utilisés dans le transport sont inclus dans cette catégorie

Selon la Statistique globale de l'énergie, la demande d'énergie finale a augmenté de 7.3 PJ entre 2000 et 2016 (+0.9 %), et de 4.8 PJ selon le modèle bottom-up (+0.6 %). Les effets de quantité ont joué un rôle majeur en tant que facteur tirant la demande vers le haut. Ils sont responsables d'une augmentation de la consommation de 129 PJ (Tableau 0-1, Figure 0-1). Les facteurs techniques et politiques ont eu tendance à réduire les effets des facteurs de quantité sur la demande, mais ne les ont pas totalement compensés. Les économies d'énergie se sont élevées à -116.8 PJ, soit une valeur inférieure à la hausse de la consommation engendrée par les facteurs de quantité. Cette hausse a égale-

ment été modérée par les effets de substitution (-18.2 PJ), les effets structurels (-1 PJ) et le tourisme à la pompe (-7.3 PJ, essence et diesel), tandis que la consommation de kérosène du trafic aérien international a augmenté (+6.3 PJ, carburants d'aviation). A moyen et long terme, les conditions météorologiques ne jouent pas, en général, de rôle significatif. En comparant les années 2000 et 2016, les effets météorologiques s'élèvent à +14.8 PJ. Corrigée des conditions météorologiques, la consommation d'énergie a diminué de -10.0 PJ entre 2000 et 2016 selon les modèles.

Dans la période allant de 2000 à 2016, la consommation énergétique des secteurs a évolué de manière inégale. Selon la Statistique globale de l'énergie, les ménages accusent une hausse de leur consommation de 4.5 PJ (+1.9 %). Le modèle des ménages indique une augmentation de 3.6 PJ. Après correction des variations météorologiques, le modèle des ménages indique une baisse de la consommation de 4.4 PJ. La consommation du secteur industriel a reculé de 4.8 PJ (-3.0 %) selon la Statistique globale de l'énergie. Dans le secteur des services, elle a augmenté de 4.4 PJ (+3.2 %) et dans le secteur des transports, de 4.6 PJ (+1.5 %) entre 2000 et 2016. Selon les calculs des modèles, les transports accusent une augmentation de leur consommation de 8.9 PJ. Corrigée du tourisme à la pompe et du trafic aérien international (-1.0 PJ), la consommation intérieure du secteur des transports a augmenté de 9.9 PJ depuis 2000. Le transport terrestre intérieur (sans le trafic aérien) a vu sa consommation augmenter de 10.8 PJ selon le modèle, 2.2 PJ sous forme électrique et 8.6 PJ sous forme de carburants. La consommation de kérosène des transports aériens domestiques a diminué entre 2000 et 2016 (-0.9 PJ).

Figure 0-1 : Variations de la consommation énergétique en 2016 par rapport à 2000, par facteurs déterminants et secteurs, en PJ



Source : Prognos, TEP, Infras 2017

La consommation des combustibles fossiles a baissé de 48.7 PJ depuis 2000 (-15.9 % ; en excluant les carburants gazeux). Chacun des combustibles fossiles a évolué de manière différente. La consommation de l'huile de chauffage a chuté (-64 PJ ; - 32.6 %), principalement en raison des effets de substitution (- 61.4 PJ) ainsi que des facteurs techniques et politiques (- 36.8 PJ), tandis que les effets de quantité ont eu tendance à tirer la consommation vers le haut (+27.4 PJ). Contrairement à l'huile de chauffage, l'utilisation du gaz naturel s'est développée (+23.5 PJ ; +25.2 %, en excluant les carburants sous forme gazeuse). L'augmentation est principalement due aux effets de quantité (+14.4 PJ) et à la substitution (+24.8 PJ). La tendance « abandonner l'huile de chauffage pour le gaz naturel » observée depuis les années 1990 s'est poursuivie après l'an 2000. Les facteurs techniques et politiques ont modéré l'augmentation et, pris isolément, ont réduit la consommation de gaz naturel (-17.2 PJ). Les effets structurels (-4.3 PJ) ont également réduit la hausse de consommation, tandis qu'un temps plus froid a engendré une hausse de la consommation de +2.8 PJ.

Les ventes de carburants fossiles ont baissé de 1.0 PJ (-0.3 % ; carburants sous forme gazeuse inclus) entre 2000 et 2016 selon la Statistique globale de l'énergie. L'essence et le diesel ont évolué

dans des directions opposées : les ventes d'essence ont reculé (-66.6 PJ ; -39.3 %), tandis que les ventes de diesel se sont accrues (+58.9 PJ ; + 105 %). Ces évolutions s'expliquent principalement par la substitution de l'essence par le diesel. Les effets de quantité ont plus fortement influé sur la demande que les effets techniques et politiques qui tirent la demande vers le bas, et ce aussi bien pour le diesel que l'essence. 95 % du kérosène vendu a été utilisé dans le transport aérien international. Jusqu'en 2004, les ventes de kérosène étaient en recul, mais elles ont ensuite de nouveau augmenté. Au total, les ventes de kérosène se sont accrues de 6.1 PJ (+8.9 %) entre 2000 et 2016. Les ventes de carburants gazeux étaient encore faibles en 2016 (< 1 PJ). Les ventes de biocarburants ont progressé de 0.1 PJ à 3.6 PJ entre 2000 et 2016 (2015 : 2.1 PJ).

L'électricité a continué à gagner en importance : entre 2000 et 2016, son utilisation a progressé de 21.1 PJ (+11.2 %) selon la Statistique globale de l'énergie. L'augmentation est essentiellement due aux effets de quantité (+39.6 PJ), qui ont largement surpassé les effets réducteurs des facteurs techniques et politiques (-26.7 PJ). Cependant, les effets qui tendent à réduire la consommation sont devenus plus importants au cours du temps, de sorte que la consommation électrique n'a pas continué à augmenter depuis 2008. En 2007, 2009, 2011 et 2014, elle s'est même contractée. Le recul des années 2007, 2011 et 2014 est avant tout attribué aux conditions météorologiques. La crise économique est à l'origine de la consommation réduite de 2009.

L'utilisation des énergies renouvelables (bois, biogaz, chaleur solaire et ambiante) s'est étendue de 25.6 PJ (+75 %) entre 2000 et 2016 selon la Statistique globale de l'énergie. Cette hausse est essentiellement due aux effets de quantité (+8.0 PJ) et de substitution (+21.9 PJ).

L'utilisation de la chaleur à distance a également progressé (+6.4 PJ). L'augmentation s'explique aussi principalement par les effets de quantité (+2.2 PJ) et de substitution (+4.6 PJ), tandis que les effets techniques et politiques ont affaibli la hausse de la consommation.

Tableau 0-2 : Variations de la consommation énergétique selon les facteurs déterminants, pour les années 2000 à 2016, en PJ

	Conditions météorologiques	Effets de quantité	Effets techniques / politiques	Substitution	Effets structurels	Tourisme à la pompe / Trafic aérien int.	Effets conjoints / non linéaires	Total modèle
00/01	24.5	2.6	-5.0	-0.3	2.5	-4.8	-1.3	18.3
01/02	-22.2	1.5	-6.7	-0.2	5.2	-4.2	-1.1	-27.6
02/03	26.0	4.8	-6.9	-0.4	0.1	-2.4	0.2	21.4
03/04	-5.9	10.2	-7.6	-0.6	0.9	-1.9	0.3	-4.6
04/05	11.7	7.6	-7.0	-0.7	-0.7	0.3	0.5	11.8
05/06	-9.2	14.5	-7.9	-1.4	-3.8	4.2	1.0	-2.7
06/07	-35.0	16.1	-6.7	-1.4	-3.0	7.3	0.5	-22.1
07/08	28.0	11.3	-7.2	-1.2	-2.3	3.2	0.8	32.5
08/09	-4.5	-3.6	-6.9	-1.2	0.3	-4.1	0.2	-19.9
09/10	35.9	16.8	-7.6	-1.4	-0.6	-0.1	0.5	43.6
10/11	-69.6	11.0	-8.1	-2.0	-2.9	1.4	-0.5	-70.7
11/12	34.5	7.6	-8.3	-1.6	-2.5	1.4	0.0	31.2
12/13	29.7	7.9	-8.2	-1.5	1.8	1.9	-1.1	30.6
13/14	-75.6	11.3	-8.6	-1.6	2.0	-0.6	-1.6	-74.6
14/15	28.2	3.2	-7.3	-1.3	2.3	-5.9	-1.0	18.1
15/16	18.2	6.2	-6.8	-1.5	-0.2	3.1	0.6	19.4
Δ '00 – '16	14.8	129.0	-116.8	-18.2	-1.0	-1.0	-1.9	4.8

Source : Prognos, TEP, Infrac 2017

1 Aufgabenstellung

Im Auftrag des Bundesamtes für Energie (BFE) werden periodisch die Veränderungen des Energieverbrauchs analysiert. Die Ex-Post-Analyse hat hierbei die Aufgabe, auf Basis von Energiesystemmodellen die Veränderung des Energieverbrauchs nach Energieträgern und Verbrauchssektoren mit der Entwicklung seiner wichtigsten Bestimmungsfaktoren zu korrelieren und entsprechend zu zerlegen. Als Ursachenkomplexe werden jeweils Mengeneffekte (z.B. Bevölkerung, Produktion, Wohnfläche etc.), Witterung, Substitution, Strukturänderungen, technischer Fortschritt und politische Massnahmen berücksichtigt. Für die sektoralen Ex-Post-Analysen werden Bottom-Up-Modelle benutzt, welche ursprünglich im Rahmen der Energieperspektiven für das BFE entwickelt worden sind. Seither wurden die Modelle zum Teil als Investitionen der Unternehmen ständig weiterentwickelt, aktualisiert und mit vertieften Datengrundlagen versehen.

Aufgrund einer Erweiterung der Prioritäten des BFE wird seit 2008 zusätzlich zur herkömmlichen Ex-Post-Analyse nach Bestimmungsfaktoren eine Analyse nach Verwendungszwecken vorgenommen (BFE, 2008). Beide Analysen werden mit denselben Sektormodellen durchgeführt, jedoch in eigenständigen Berichten dokumentiert. Der vorliegende Bericht fasst die Resultate der Ex-Post-Analyse nach Bestimmungsfaktoren zusammen. Der Bericht bildet eine Synthese der Ergebnisse der vier sektoralen Analysen. Die Sektoren Private Haushalte und Industrie wurden von der Prognos AG bearbeitet, der Sektor Dienstleistungen und Landwirtschaft von der TEP Energy GmbH und der Verkehrssektor durch die Infrac AG. Die Synthese der Sektorergebnisse und die Koordination obliegen der Prognos AG.

Im Besonderen besteht die Zielsetzung der Ex-Post-Analyse nach Bestimmungsfaktoren darin,

- die Entwicklung des Energieverbrauchs der Jahre 2000 bis 2016 durch den Einfluss der Bestimmungsfaktoren modellgestützt zu erklären und deren Einfluss zu quantifizieren sowie
- die Ergebnisse in Form von durchgehenden Zeitreihen zu präsentieren und nach Energieträgern und Verbrauchssektoren zu unterscheiden. Damit wird ein kontinuierlicher Verlauf der Verbrauchsentwicklung abgebildet. Dies erlaubt, nebst der Quantifizierung der Effekte auch deren zeitliche Dynamik zu analysieren. Im Zentrum der Betrachtung stehen die Veränderung gegenüber dem Ausgangsjahr 2000 und die Veränderung gegenüber dem Vorjahr 2015.

Der Vergleich der Ergebnisse der Ex-Post-Analyse mit den energiepolitischen Zielen kann Hinweise zur Beantwortung der Frage

liefern, inwieweit die aktuellen energie- und klimapolitischen Massnahmen in ihrer Wirksamkeit den vorgegebenen langfristigen Zielsetzungen entsprechen oder möglicherweise Korrektur- und Handlungsbedarf besteht.

Die verwendeten Bottom-Up-Modelle sind grundsätzlich identisch mit den für die Energieperspektiven 2012 genutzten Modellen. An einzelnen Stellen haben die Modelle Aktualisierungen und entsprechende Neukalibrierungen erfahren, woraus sich geringfügige Abweichungen von den Ergebnissen der letzten Jahre ergeben haben.

Der Bericht ist wie folgt aufgebaut:

- In Kapitel 2 werden die unterschiedenen Bestimmungsfaktoren beschrieben und die Methodik zur Quantifizierung der einzelnen Effekte kurz erläutert.
- Die statistischen Grundlagen der Energieverbrauchsentwicklung sowie der wichtigsten Rahmenfaktoren sind in Kapitel 3 dokumentiert.
- Die Synthese der Resultate der vier sektoralen Ex-Post-Analysen erfolgt in den Kapiteln 4 bis 6:
 - Zuerst werden in Kapitel 4 die mittelfristigen Veränderungen des Jahres 2016 gegenüber dem Vorjahr 2015 und dem Ausgangsjahr 2000 beschrieben.
 - Anschliessend folgt in Kapitel 5 eine Analyse der einzelnen Bestimmungsfaktoren über den Jahresverlauf 2000 bis 2016 (Kapitel 5).
 - Die Veränderungen der unterschiedenen Energieträger im Zeitverlauf werden in Kapitel 6 untersucht.

2 Methodik

2.1 Unterschiedene Bestimmungsfaktoren

Der Endenergieverbrauch und seine Veränderung hängen mit einer Vielzahl von Faktoren zusammen. Im Rahmen dieser Arbeit werden diese Faktoren zu übergeordneten Ursachenkomplexen zusammengefasst. Unterschieden werden die Bestimmungsfaktoren *Witterung*, *Mengeneffekte*, *Technik & Politik*, *Substitution*, *Struktureffekte* sowie *Tanktourismus und internationaler Flugverkehr*. Zudem werden *Joint-Effekte* (Nichtlinearitäten) ausgewiesen.

Witterung

Die Witterungsbedingungen bestimmen die Nachfrage nach Raumwärme, Klimakälte (Raumklimatisierung) und Warmwasser. Sie sind entscheidend für das Verständnis von Energieverbrauchsschwankungen zwischen aufeinanderfolgenden Jahren. Die Veränderungen der Witterungsbedingungen verlieren in der Langfristbetrachtung im Allgemeinen an Bedeutung. Die jährlichen Witterungsschwankungen kompensieren sich in der Regel weitgehend und die langfristige Klimaveränderung ist deutlich geringer als die jährlichen Schwankungen. Der Witterungseffekt wirkt überwiegend in denjenigen Sektoren, in denen Energie zur Erzeugung von Raumwärme eingesetzt wird. Dies sind die Sektoren Private Haushalte, Dienstleistungen und Industrie, nicht aber der Verkehrssektor. Grundsätzlich können sich die Witterungsbedingungen auf die Fahrzeugheizung und die Klimatisierung auswirken. Diese Effekte sind jedoch klein und gegenüber dem grundsätzlichen Effekt, der bereits mit dem Vorhandensein einer Klimaanlage und ihrer Grundnutzung im Fahrzeug verbunden ist, kaum zu isolieren. Der Einfluss der Witterung auf den Verbrauch zur Erzeugung von Warmwasser wird in den Sektor-Modellen berücksichtigt. Im Vergleich zur Raumwärme ist der Witterungseinfluss jedoch gering. Die Klimakälte (Klimatisierung) ist insbesondere im Dienstleistungssektor von Bedeutung. Die ausgewiesenen Witterungseffekte in den Bereichen Raumwärme und Warmwasser stützen sich auf das Witterungsbereinigungsverfahren auf Basis von Monatsdaten für Gradtage und Solarstrahlung. Der Effekt der Witterung auf den Verbrauch für die Klimatisierung wird durch die Veränderung der jährlichen Kühlgradtage (CDD) modelliert.

Mengeneffekte

Bei einer Langfristbetrachtung des Energieverbrauchs spielen die sogenannten Mengeneffekte eine wesentliche Rolle. Dazu gehören alle expansiven Einflussfaktoren, die mit dem Bevölkerungswachstum und dem Wirtschaftswachstum und dadurch mit der Anzahl der

Energieanwendungen zusammenhängen. Beispiele sind Fahrleistungen und Fahrzeugbestände, die Wirtschaftsleistung insgesamt (an dieser Stelle ohne Struktureffekte) oder die beheizten Gebäudeflächen. Die genaue Ausgestaltung hängt dabei von den jeweiligen sektoralen Gegebenheiten und deren Umsetzung in den Modellen ab. Im Dienstleistungssektor betrifft dies z.B. den Technisierungs- und Ausrüstungsgrad mit Energiedienstleistungen.

Technik und Politik

Die Einflüsse von Politik und langfristigen Preisveränderungen können nicht stringent von den Effekten der (autonomen) Technologieentwicklung getrennt werden, da diese Bestimmungsfaktoren selbst eng miteinander verzahnt sind. Die beiden ersten Ölpreiskrisen haben beispielsweise zu politischen Instrumenten geführt, mit denen der Wärmeschutz der Gebäudehüllen im Durchschnitt deutlich verbessert wurde. Diese haben einerseits dem bereits vorhandenen („autonom entwickelten“) neuesten, einigermaßen wirtschaftlichen Stand der Technik zur verstärkten Umsetzung verholfen, andererseits auch die weitere Entwicklung von Materialien zur Wärmedämmung der Gebäudehülle unterstützt. Dem Bestimmungsfaktor Technik und Politik werden alle Faktoren zugerechnet, die auf den spezifischen Verbrauch und damit auf die rationelle Energieverwendung einwirken: energiepolitische Instrumente, freiwillige und politische Massnahmen von Energie-Schweiz, bauliche Massnahmen der Wärmedämmung sowie der Einsatz effizienterer Heizanlagen, Elektrogeräte, Maschinen, etc.

Eine Besonderheit in der Modellarchitektur des Dienstleistungsmodells ermöglicht es, in Umsetzung einer in der Ökonomie gängigen Hypothese den Einfluss der Energiepreise auf die Effizienzentwicklung explizit über die Diffusion von Effizienzmassnahmen als Funktion ihrer Lebenszykluskosten abzubilden. Dem technischen Fortschritt wird dadurch eine (langfristige) preisgetriebene Komponente zugeordnet.

Substitution

Unter der Kategorie Substitution werden die Effekte erfasst, die durch den Wechsel zwischen den Energieträgern für ein und denselben Verwendungszweck entstehen, z.B. den Wechsel von Benzin zu Diesel oder von Heizöl zu Gas. Diese Effekte sind in den Sektoren Dienstleistungen und Private Haushalte meist verbunden mit einer Substitution der Technologie (Ersatz von Öl- durch Gasheizung) und haben in diesen Fällen auch eine Effizienzkomponente. Ähnliches gilt für den „Umstieg“ von Benzin- auf Dieselfahrzeuge im Verkehrssektor. Die Abgrenzung zum Technikeffekt kann dadurch nicht immer eindeutig gezogen werden.

Substitutionseffekte treten aber auch auf bei der Verlagerung von Funktionen von einem Elektrogerät auf ein anderes Elektrogerät

(z.B. vom Kochherd auf andere elektrische Haushaltsgeräte wie Mikrowelle, Grill, etc.). Im Industriesektor wird unter Substitution der Austausch von Energieträgern beispielsweise in Bi-Fuel-Anlagen (Gas zu Öl oder Kohle zu Abfall) in einem Prozess verstanden. Diese hängen vor allem von den Preisrelationen der Energieträger und deren Verfügbarkeit ab. Als Vereinfachung wird im Industriemodell angenommen, dass die Substitutionsbilanz, d.h. die Summe über die einzelnen Energieträger, jeweils explizit Null ergibt: Die angewandte Substitution ersetzt die Endenergie eines Energieträgers durch diejenige eines anderen. Da hierbei kein Umwandlungs- bzw. Prozesswirkungsgrad unterschieden wird, müssen beide Energiemengen identisch sein. Wären die spezifischen Anlagenwirkungsgrade bekannt, liesse sich die eingesparte Endenergie berechnen. Diese Angaben sind jedoch nicht hinreichend vorhanden.

Struktureffekte

Es erscheint sinnvoll, einen Struktureffekt, der beispielsweise unterschiedliche Wachstumsraten einzelner Branchen abbildet, vom Mengeneffekt, der mit dem Wachstum der Wirtschaft insgesamt verbunden ist, zu trennen. Daneben wird der Struktureffekt auch von den effizienzbezogenen Politik- und Technikeffekten unterschieden. Es liegt in der Natur der Sache, dass solche Trennungen definitorisch nicht beliebig scharf sein können. Die erfassten und ausgewiesenen Einzeleffekte geben deshalb eher Hinweise auf die relative Bedeutung der genannten Bestimmungsfaktoren. Konkret werden den Struktureffekten die folgenden Dynamiken zugewiesen:

- der Strukturwandel im Dienstleistungssektor (unterschiedliches Wachstum der Branchen mit ihren Flächen, Beschäftigten sowie unterschiedlichen Energiekennzahlen),
- das unterschiedliche Wachstum der Industriebranchen und die damit verbundenen Verschiebungen in der Energieintensität der Wertschöpfung,
- die Verschiebung der mengenmässigen Zusammensetzung von verbrauchsintensiven und weniger verbrauchsintensiven Elektro-Geräten innerhalb einer Gerätegruppe, beispielsweise durch eine Verschiebung zwischen Kühlgeräten, Kühl-Gefriergeräten und Gefriergeräten und
- die Veränderung der Gebäudenutzung im Sektor Private Haushalte (Verschiebungen zwischen nicht bewohnten, teilweise bewohnten und bewohnten Gebäuden).

Im Verkehrssektor werden keine Struktureffekte ausgewiesen. Es wäre zwar denkbar, die Verschiebung zwischen den Verkehrsträgern (Modal Split) den Struktureffekten zuzurechnen. Dieser Effekt

lässt sich jedoch nicht stringent von den Mengeneffekten (Neuverkehr) isolieren.

Tanktourismus und internationaler Flugverkehr

Der Bestimmungsfaktor Tanktourismus und internationaler Flugverkehr betrifft lediglich den Verkehrssektor. Tanktourismus tritt beidseits der Grenzen auf. Konsumenten kaufen eine bestimmte Treibstoffmenge im Ausland ein und „verfahren“ sie in der Schweiz (d.h. die entsprechenden Fahrleistungen und Emissionen fallen in der Schweiz an). Entsprechend dazu wird ein Teil der in der Schweiz verkauften Treibstoffe über die Grenzen transportiert und im Ausland verbraucht. Diese Effekte entstehen sowohl durch die jeweils grenznah lebenden Bürger/Konsumenten als auch durch Entscheidungen über den Treibstoffbezug bei Touristen sowie beim Import-/Export- und Transitverkehr. Im Folgenden gilt, dass der Bezug von Treibstoffen in der Schweiz, der jenseits der Grenzen verbraucht wird, als Tanktourismus mit einem positiven Vorzeichen und der Treibstoffbezug im Ausland, der in der Schweiz verbraucht wird, mit einem negativen Vorzeichen belegt wird (Absatzoptik). Entsprechend ergibt sich der Inlandabsatz aus dem Verbrauch im Inland plus dem Saldo im Tanktourismus. Die Grösse Tanktourismus wird im Wesentlichen durch die Treibstoffpreisverhältnisse zwischen dem Inland und dem grenznahen Ausland beeinflusst. Wird beispielsweise der Treibstoff in der Schweiz im Verhältnis zum grenznahen Ausland billiger, tanken vermehrt ausländische Kunden in der Schweiz und die Menge Tanktourismus nimmt gemäss der hier verwendeten Definition zu (Zunahme des Treibstoffexports).

Da der Effekt durch die Veränderung des internationalen Flugverkehrsaufkommens ebenfalls nur den Treibstoffabsatz im Verkehrssektor beeinflusst, wird dieser Effekt zusammen mit dem Tanktourismus ausgewiesen.

Joint-Effekte

Diese Kategorie weist den Grad der Nichtlinearität der Ergebnisse aus, d.h. die Differenz zwischen den in den Modellen kombinierten Effekten und der Summe der Einzeleffekte. Nichtlinearitäten treten beispielsweise dann auf, wenn sich sowohl die Mengen- als auch die spezifische Verbrauchskomponente verändert. Diese Nichtlinearitäten sind methodisch unvermeidbar, da die Isolierung der Effekte mathematisch gesehen jeweils eine lineare diskrete Näherung in einem oder wenigen Parametern ist. Die simultane Veränderung aller Parameter muss sowohl in den Modellen als auch in der Realität zu einer Abweichung des Ergebnisses von der schematischen Summierung der Einzeleffekte führen. Dies gilt – aus den gleichen Gründen – auch für die zeitliche Entwicklung: Aufgrund der jeweiligen simultanen Veränderung der Parameter in der Ausgangslage von Jahr zu Jahr kann die Summierung über die

Jahresergebnisse nicht mit dem in einem Schritt gerechneten Ergebnis über den gesamten mittelfristigen Zeitraum 2000 bis 2016 übereinstimmen. Diese Effekte werden nachrichtlich aufgeführt, aber nicht diskutiert.

Preiseffekte

Die längerfristigen Preiseffekte werden nicht explizit, sondern über die Effekte von Technik und Politik und insbesondere über die Substitutionseffekte abgebildet. Kurzfristige Preiseffekte könnten mittels Annahmen bezüglich der Nachfrageelastizitäten geschätzt werden. Empirische Schätzungen finden Nachfrageelastizitäten von -0.1 oder kleiner. Gerade im Energiebereich sind diese Elastizitäten ausgesprochen unsicher; bislang konnten sie empirisch mit keiner Methode isoliert werden. Die Entwicklungen der letzten Jahre deuten darauf hin, dass der Verbrauch ausgesprochen preis-inelastisch ist. Deshalb werden in der vorliegenden Arbeit diese Effekte nicht berücksichtigt.

2.2 Quantifizierung der Effekte

2.2.1 Bestimmung der Verbrauchsentwicklung

Der in der Ex-Post-Analyse nach Bestimmungsfaktoren ausgewiesene Energieverbrauch und die jährlichen Verbrauchsänderungen entsprechen dem Energieverbrauch der Ex-Post-Analyse nach Verwendungszwecken (BFE, 2017 a). Es bestehen gewisse Differenzen zwischen dem modellierten Verbrauchsniveau und dem Niveau gemäss der Gesamtenergiestatistik. Dies ist unter anderem auf die unterschiedlichen Systemgrenzen zurückzuführen (Berücksichtigung der statistischen Differenz, Absatz vs. Verbrauch bei den Treibstoffen). Da bei der Ex-Post-Analyse der Fokus auf der Beschreibung der Verbrauchsveränderung liegt, ist der Niveauunterschied zwischen Gesamtenergiestatistik und den Modellen von geringer Bedeutung.

Kleine Differenzen bestehen indes auch bei den jährlichen Veränderungen, weshalb die Modellergebnisse jeweils der Statistik gegenübergestellt werden. Diese Abweichungen sind unvermeidbar, wenn Modellergebnisse, die systematisch auf Zusatzinformationen beruhen und zusammenfassende Annahmen machen müssen (z.B. über durchschnittliches Nutzerverhalten), die Energiestatistik ergänzen sollen. Als Basis der Modellrechnungen und als erste Vergleichsgrösse dienen die Werte der Gesamtenergiestatistik 2016 (BFE, 2017 b).

Bei den verwendeten sektoralen Bottom-Up-Modellen handelt es sich um durchgängige Jahresmodelle. Dadurch ergeben sich die gesamten jährlichen Verbrauchsänderungen unmittelbar aus den aktualisierten Modellen. Die Effekte der einzelnen Bestimmungsfaktoren werden grundsätzlich im Sinne einer linearen Näherung

berechnet: Ein Einflussfaktor wird zwischen den Jahren t_n und t_{n+1} verändert, während alle anderen Parameter konstant gehalten werden. Die sich daraus ergebende Verbrauchsänderung $E_{n+1} - E_n$ quantifiziert den Effekt. Grundsätzlich wird für jeden Faktor der Einfluss in jedem Jahr bestimmt, wofür, je nach Modellaufbau, entsprechend viele Modellruns notwendig werden können.

Aufgrund der Eigenschaften des Dienstleistungsmodells wird dort die energetische Wirkung der verschiedenen Bestimmungsfaktoren nicht isoliert und schrittweise unter Konstanthalten aller anderen Faktoren berechnet. Vielmehr bauen die einzelnen Parameterveränderungen aufeinander auf. Die Wirkung des neu hinzugefügten Parameters ergibt sich dann aus der Differenz des aktuellen Modellruns zum vorhergehenden Run. Dieses Vorgehen hat den Vorteil, dass die Summe der einzelnen Wirkungen der Faktoren der Gesamtwirkung aller Faktoren zusammen entspricht, d.h. es werden keine Joint-Effekte gebildet. Diesem Vorteil steht der Nachteil gegenüber, dass die berechnete Wirkung der einzelnen Faktoren davon abhängt, in welcher Reihenfolge die Parameter verändert werden. Die dadurch entstehenden Unterschiede dürften jedoch bei der Betrachtung der jährlichen Wirkungen klein sein.

In den Sektoren Dienstleistungen und Landwirtschaft erfolgt die Berechnung des Energieverbrauchs mit dem Modell TEP Tertiary. Tabelle 2-1 beschreibt die Zuordnung der Modellgrößen des Modells TEP Tertiary CH zu den Bestimmungsfaktoren gemäss der Ex-Post-Analyse.

Tabelle 2-1: Zuordnung der Modellgrössen des Modells TEP Tertiary CH zu den Bestimmungsfaktoren gemäss Ex-Post-Analyse

	Witterung	Mengen	Substitution	Struktur	Technik, Politik
EBF, Beschäftigte, jeweils für den DL-Sektor total					
EBF, Beschäftigte pro Branchengruppe					
Strukturwandel kleine / grosse Arbeitsstätten (AST)					
Struktur Neubau vs. Bestand					
Ausrüstung mit Energiedienstleistungen pro Branchengruppe, AST, NB/Best.					
Auslastung					
Gebäude-, Anlagen- und Geräteerneuerung autonom					
Gebäude-, Anlagen- und Geräteerneuerung Politik / Preise					
Substitution elektrisch / thermisch					
Thermische Energieträger					
Witterung Wärme					
Witterung Kälte					

Quelle: TEP 2016

2.2.2 Aggregation der Effekte

Vereinfacht wird mit der Zerlegung der Effekte impliziert, dass es sich um ein lineares System handelt, bei dem die Faktoren einzeln bestimmt und addiert werden können. Ganz korrekt im mathematischen Sinne wäre dies nur für infinitesimale Änderungen über infinitesimale Zeiträume sowie bei empirischer und modellumgesetzter strenger Multilinearität. Grundsätzlich sind die Zusammenhänge jedoch nicht multilinear, da sich die Verteilungen in jedem Zeitschritt durch technischen Fortschritt, Strukturwandel und Veränderungen von Konsumpräferenzen immer „am oberen Rand“ verändern. Bei endlichen Zeiträumen und Veränderungen der Parameter lässt sich nicht ausschliessen, dass die Summe der Effekte sich von der modellierten Gesamtveränderung, bei der alle Parameter gleichzeitig geändert werden, unterscheidet. Erfahrungsge-

mäss ist die Differenz auf Jahresebene klein, d.h. die lineare Näherung ist im Allgemeinen gut. Entsprechend sind die in den Resultaten aufgeführten Joint-Effekte (Nichtlinearitäten) meist klein. Sie können vor allem dann grösser werden, wenn die Reagibilitäten des Verbrauchs auf die einzelnen Parametervariationen stark unterschiedlich ausfallen.

Die Nichtlinearitäten sind hingegen bei der Analyse über mehrere Jahre teilweise erheblich grösser, beispielsweise bei der Betrachtung der Veränderungen im Jahr 2016 in Bezug zum Jahr 2000. Der Bericht und die publizierten Ergebnistabellen basieren weitgehend auf den Effekten der einzelnen Jahresschritte sowie deren Summe und vergleichsweise geringen Joint-Effekten. Die Ergebnisse des direkten Bezugs 2000 bis 2016 sind im Berichtsanhang enthalten. Etwas grössere Abweichungen zwischen dem direkten Bezug und der Summe der Einzeljahre zeigen sich bei den Bestimmungsfaktoren Mengeneffekte, Technik und Politik und bei den Joint-Effekten. Die Gesamtveränderung unterscheidet sich nur geringfügig.

Zahlreiche Rahmendaten (Wohn- und Betriebsflächen, Anlagenabsätze, Fahrleistungen, z.T. Energieträger gemäss Energiestatistik) wurden rückwirkend gegenüber den bei den bisher publizierten Ex-Post-Analysen vorliegenden (provisorischen) Daten verändert. Diese Revisionen sind in die vorliegende Analyse eingeflossen und bilden zusammen mit den je nach Modell grösseren oder kleineren Anpassungen der Modellarchitektur die Ursache für Unterschiede in den Bestimmungsfaktoren gegenüber früheren Ex-Post-Analysen.

2.3 Sektorabgrenzungen

Die Abgrenzung zwischen den Sektoren erfolgt analog der in der Verwendungszweckanalyse angewandten Einteilung. Damit ergibt sich eine gute Vergleichbarkeit zwischen den beiden Studien. Die gewählte Abgrenzung bedingt einen Transfer zwischen den Modellen der Sektoren Private Haushalte und Dienstleistungen: Die Veränderung des Wärmebedarfs der Zweit- und Ferienwohnungen wird im Haushaltssektor berechnet, aber im Dienstleistungssektor verbucht. Das Gleiche gilt für die Veränderung des Elektrizitätsverbrauchs der gemeinschaftlich genutzten Infrastruktur in Mehrfamilienhäusern. Die Zuordnung dieser Verbräuche in der Energiestatistik ist nicht vollständig zu klären.

Ferner gilt, dass der nicht traktionsbedingte Elektrizitätsverbrauch des Verkehrssektors (Strassen- und Bahnhofsbeleuchtung, Tunnelbelüftung etc.) im Dienstleistungssektor verbucht wird und der Verbrauch des Non-Road-Verkehrs (wie Baumaschinen, Traktoren, mobile Geräte, inklusive des internen Werkverkehrs der Industrie) dem Verkehrssektor zugerechnet wird. Die Landwirtschaft wird zusammen mit dem Dienstleistungssektor ausgewiesen. Die

in der Gesamtenergiestatistik ausgewiesene „statistische Differenz“ wird bei der Bestimmung der Effekte nicht berücksichtigt.

Bei der Beurteilung der Entwicklung des Treibstoffverbrauchs ist zu beachten, dass die Gesamtenergiestatistik in Anlehnung an internationale Manuals Absatzwerte und keine Verbrauchswerte ausweist. Im Verkehrssektor werden der gesamte in der Schweiz abgesetzte Treibstoff und die Elektrizität für den Strassen-, Flug-, Schiff- und Eisenbahnverkehr, inklusive des Tanktourismus und aller ausländischen Flugzeugbetankungen auf schweizerischen Flugplätzen berücksichtigt. Im Gegensatz dazu bildet das Verkehrsmodell den Energieverbrauch der inländischen Verkehrsteilnehmer im Strassen- und Non-Road-Verkehr, den Energieverbrauch im schweizerischen Eisenbahnnetz und den Kerosinverbrauch für den inländischen Flugverkehr ab. Beim Kerosin wird die Differenz zwischen statistisch erfasster Absatz- und modellierter Verbrauchsentwicklung, als Konsequenz der Anwendung des Territorialprinzips, dem Verbrauch des internationalen Flugverkehrs zugerechnet. Der Tanktourismus wurde in früheren Ausgaben der Ex-Post-Analyse ebenfalls als Residual zwischen Treibstoffabsatz (Benzin, Diesel) und modelliertem Treibstoffverbrauch im Inland bestimmt. Seit der Ausgabe 2012 der Ex-Post-Analyse des Energieverbrauchs wird der Tanktourismus in einem eigenständigen Modul berechnet (vgl. Anmerkungen in BFE 2015). Als Folge davon entspricht die Summe aus modelliertem Inlandverbrauch und der Menge Tanktourismus nicht mehr exakt dem in der Energiestatistik ausgewiesenen Treibstoffabsatz.

3 Statistische Ausgangslage

3.1 Entwicklung des Endenergieverbrauchs 2000 - 2016

Der Gesamtenergieverbrauch der Schweiz hat sich 2016 gegenüber dem Vorjahr um 16.1 PJ auf 854.3 PJ erhöht (+1.9 %; Tabelle 3-1). Im Vergleich zum Jahr 2000 nahm der Energieverbrauch um 7.3 PJ (+0.9 %) zu. Die Gesamtveränderung verteilt sich wie folgt auf die einzelnen Energieträger und Energieträgergruppen:

- Der Anteil der fossilen Energieträger am Gesamtenergieverbrauch reduzierte sich von 70.9 % im Jahr 2000 auf 64.5 % im Jahr 2016. Deutliche Verbrauchsrückgänge zeigten sich in Jahren mit warmer Witterung (2007, 2011, 2014) und im Wirtschaftskrisenjahr 2009. Der Verbrauch an fossilen Brenn- und Treibstoffen lag im Jahr 2016 um 49.7 PJ unter dem Verbrauch im Jahr 2000 (-8 %). Der Verbrauch der einzelnen fossilen Energieträger entwickelte sich unterschiedlich (vgl. Abbildungen 3-1 und 3-2):
 - Ein grosser Verbrauchsrückgang zeichnet sich bei Heizöl extra-leicht (HEL) ab. Gegenüber dem Jahr 2000 reduzierte sich der Verbrauch um 64.0 PJ (-32.6 %). Der Verbrauch der übrigen erdölbasierten Brennstoffe (Heizöl Mittel und Schwer (H M+S), Petrolkoks, Propan, Butan, sonstige Gase) hat sich in der Periode 2000 bis 2016 um 7.3 PJ verringert (-59.7 %). Im Gegensatz zum Heizöl extra-leicht ist der Verbrauch dieser Energieträger kaum von der Witterung beeinflusst.
 - Die Nutzung von Erdgas hat sich zwischen 2000 und 2016 um 24.1 PJ erhöht (+25.8 %). Gegenüber dem Vorjahr 2015 hat der Verbrauch um 4.3 PJ zugenommen (+3.8 %). Der Verbrauch an Compressed Natural Gas (CNG; Treibstoffgas) wird in der Gesamtenergiestatistik ebenfalls unter Erdgas berücksichtigt. Der Verbrauch an CNG stieg im Zeitraum 2000 bis 2016 auf 0.6 PJ.
 - Die Verwendung von Koks und Kohle hat seit 2000 um 1.0 PJ abgenommen (-17 %). Gegenüber dem Vorjahr ist der Verbrauch um 0.4 PJ zurückgegangen (-8.1 %).

Tabelle 3-1: Endenergieverbrauch der Schweiz 2000 bis 2016 nach Energieträgern, 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 extra-leicht	196.3	144.0	154.3	162.6	122.4	129.3	132.3	-32.6%
übrige Erdöl-BS 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 EE 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⁾ inklusive Heizöl Mittel und Schwer

²⁾ inklusive gasförmiger Treibstoffe

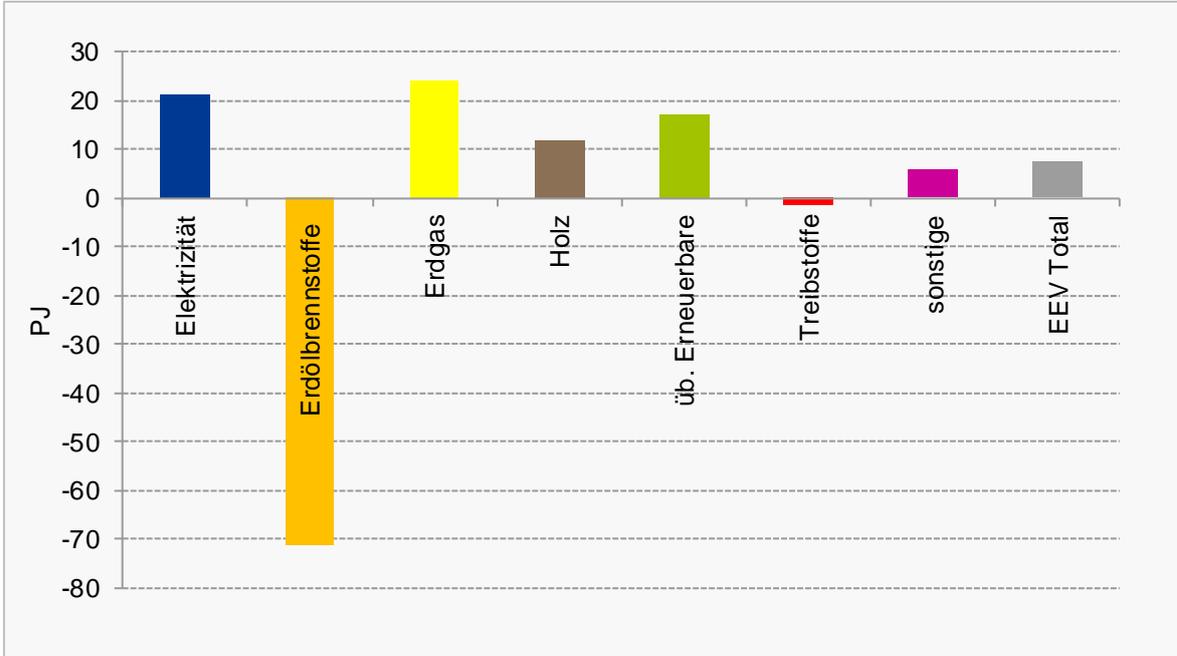
³⁾ Sonne, Biogas, Biotreibstoffe, Umweltwärme
BS: Brennstoffe. EE: erneuerbare Energie

Quelle: BFE 2017 b

- Beim Treibstoffabsatz zeigt sich im Zeitraum 2000 bis 2016 ein Rückgang um 1.6 PJ (-0.5 %; exkl. Biotreibstoffe und gasförmige Treibstoffe). 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. Seit 2012 ist die Tendenz des Absatzes wieder abnehmend. Die einzelnen Treibstoffe zeigen unterschiedliche Entwicklungstrends: Der Benzinsabsatz ist kontinuierlich gesunken, demgegenüber verzeichnete der Dieselsabsatz einen stetigen Anstieg. Der Absatz an Flugtreibstoffen lag im Jahr 2016 mit 74.2 PJ um 9 % über dem Verbrauchsniveau des Jahres 2000 (+6.1 PJ).
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 3.6 PJ.
- Am meisten Endenergie wird in Form von Elektrizität verbraucht. Der Einsatz von Elektrizität hat im Zeitraum 2000 bis 2016 um 21.2 PJ (+11.2 %) zugenommen. Gegenüber dem

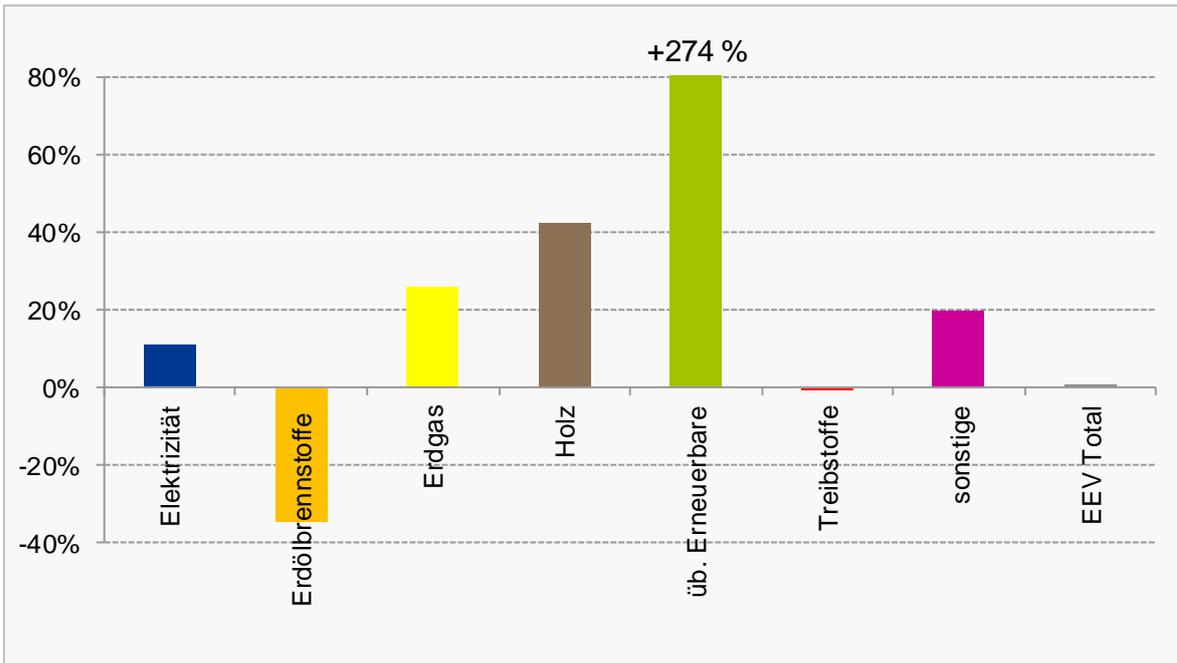
Vorjahr 2015 hat sich der Elektrizitätsverbrauch nicht wesentlich verändert (-0.01 %).

Abbildung 3-1: Veränderung des Endenergieverbrauchs der Schweiz zwischen 2000 und 2016, nach Energieträgergruppen, in PJ



Quelle: BFE 2017 b, eigene Darstellung

Abbildung 3-2: Prozentuale Veränderung des Endenergieverbrauchs der Schweiz zwischen 2000 und 2016, nach Energieträgergruppen



Quelle: BFE 2017 b, eigene Darstellung

- Die übrigen Energieträger wiesen im Zeitraum 2000 bis 2016 durchwegs steigende Verbräuche auf: Der Verbrauch von Fernwärme nahm um 6.4 PJ zu (+48.7 %), der Holzverbrauch um 11.8 PJ (+42.4 %) und der Verbrauch an übrigen erneuerbaren Energien um 17.4 PJ (+274 %). Der energetische Einsatz von Industrieabfällen hat sich um 0.4 PJ erhöht (+3.4 %).

In Abbildung 3-3 ist die Entwicklung der Energieträgerstruktur illustriert. An Bedeutung gewonnen hat Diesel, dessen Anteil am Endverbrauch sich um 6.8 %-Punkte ausgeweitet hat. Parallel dazu ging die Bedeutung von Benzin zurück (-8.0 %-Punkte). Dennoch ist der Anteil von Benzin am Endenergieverbrauch mit 12.0% immer noch annähernd gleich gross wie derjenige von Diesel mit 13.4 % (Abbildung 3-4).¹ Der Anteil der Flugtreibstoffe (inklusive der Anteile am internationalen Flugverkehr) ist um 0.6 %-Punkte auf 8.7 % gestiegen. Der Anteil der fossilen Treibstoffe insgesamt am Gesamtenergieverbrauch hat sich nicht wesentlich verändert und lag 2016 bei 34.2 % (2000: 34.6 % inkl. CNG/Erdgas).

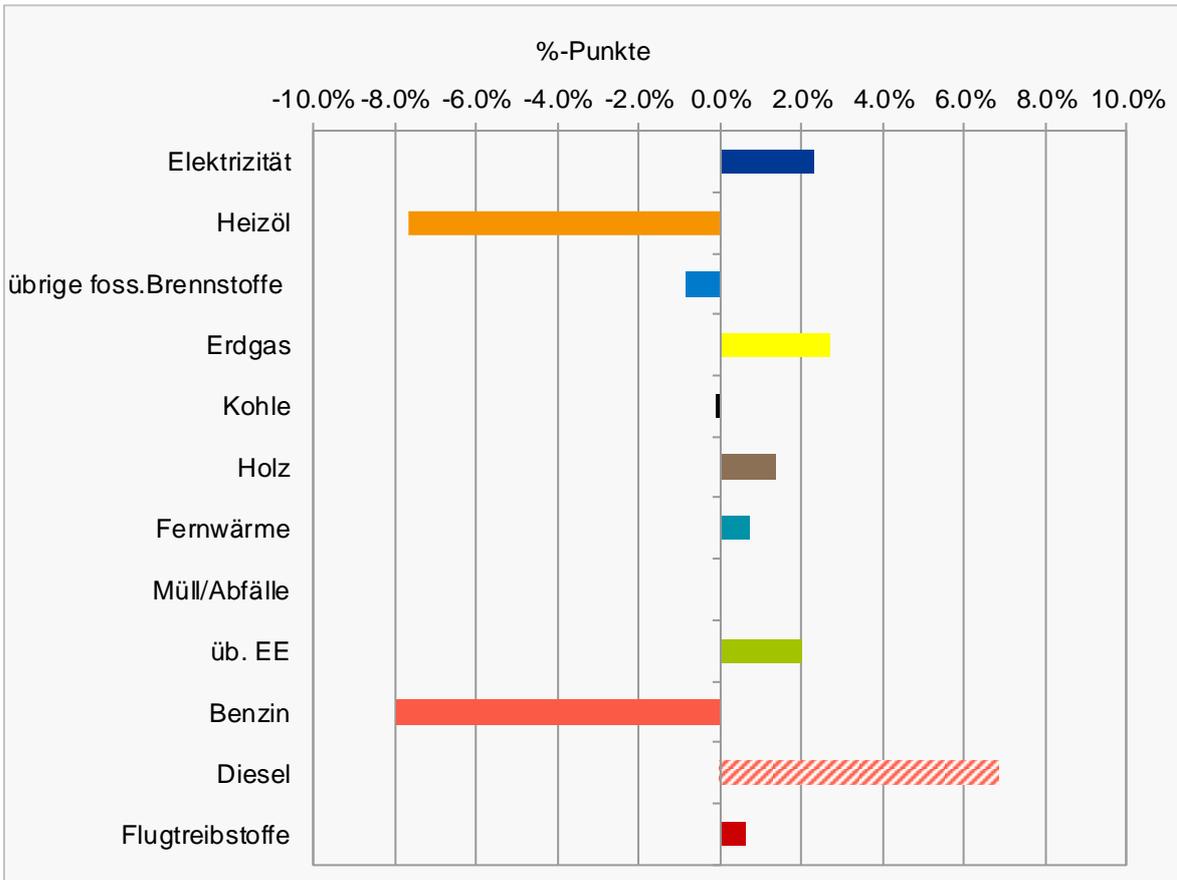
Der Anteil von Heizöl extra-leicht ist um 7.7 %-Punkte zurückgegangen, derjenige der übrigen erdölbasierten Brennstoffe um 0.9 %-Punkte. Erdgas hat an Bedeutung gewonnen, der Anteil hat um 2.7 %-Punkte zugenommen. Dennoch lag der Anteil des Heizöls am Endverbrauch 2016 mit 15.5 % noch über dem Anteil von Erdgas mit 13.7 %. Der Anteil der fossilen Brennstoffe insgesamt ist im Zeitraum 2000 bis 2016 um 5.9 %-Punkte auf 30.3 % gesunken.

Neben Diesel und Erdgas hat die Bedeutung der Elektrizität im Zeitraum 2000 bis 2016 am stärksten zugenommen. 2016 lag der Stromanteil bei 24.5 % und damit um 2.3 %-Punkte über dem Anteil in 2000.

Der Anteil von Holz ist von 3.3 % auf 4.6 % gestiegen. Die übrigen Energieträger besaßen nur eine geringe Bedeutung (Anteile ≤ 2.8 %). Ihre Anteile haben sich unterschiedlich entwickelt; deutlich zugenommen hat der Anteil der übrigen erneuerbaren Energien (+2.0 %-Punkte).

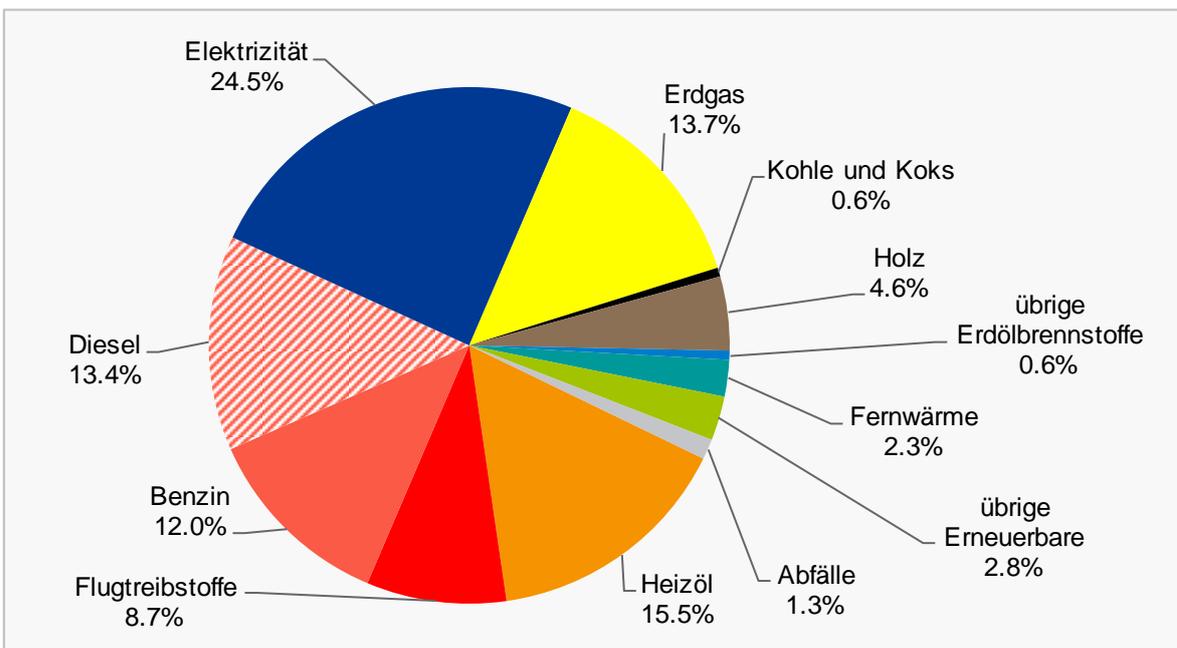
¹ Wie bereits erwähnt, handelt es sich bei den Treibstoffangaben in der Gesamtenergiestatistik um Absatzwerte und nicht um den effektiven Inlandverbrauch.

Abbildung 3-3: Veränderung des Anteils der Energieträger am Energieverbrauch, 2000 bis 2016, in %-Punkten



Quelle: BFE 2017 b, eigene Darstellung

Abbildung 3-4: Energieverbrauch 2016 nach Energieträgern



Quelle: BFE 2017 b, eigene Darstellung

Tabelle 3-2: Entwicklung 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. LWT	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%

LWT: Landwirtschaft

Quelle: BFE 2017 b

Die Aufteilung des Energieverbrauchs nach Verbrauchssektoren ist in Tabelle 3-2 dargestellt. Ein Rückgang zeigt sich im Industrie-sektor mit einer Reduktion von 4.8 PJ (-3.0 %). Der Verbrauch im Sektor Private Haushalte stieg im Betrachtungszeitraum 2000 bis 2016 um 4.5 PJ (+1.9 %), derjenige des Dienstleistungssektors um 4.4 PJ (+3.2 %). Der Verkehrssektor (inklusive der Absätze an den internationalen Flugverkehr) zeigt zwischen 2000 und 2016 eine Zunahme von 4.6 PJ (+1.5 %). Werden die Absätze an den internationalen Flugverkehr mitberücksichtigt, so ist der Verkehrssektor jener Sektor mit dem höchsten Energieverbrauch; der Anteil am Gesamtenergieverbrauch betrug 2016 36.0 %. Die Anteile aller Sektoren haben sich im Vergleich zum Jahr 2000 nur leicht verschoben (≤ 0.7 %-Punkte).

3.2 Entwicklung der 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 Veränderungs-raten 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 3-3 ist die Entwicklung der wichtigsten Einflussfaktoren für die Jahre 2000 bis 2016 zusammengefasst.

Tabelle 3-3: 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	495.7	606.7	613.1	624.0	636.5	641.8	650.1
Landesindex der Konsumentenpreise LIK (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 extra leicht (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 extra leicht (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 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 kühlsste 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 im 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 (CDD) 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 pro Kopf in 2000 auf 63.5 m² EBF pro Kopf in 2016 (+10.4 %; inkl. der Wohnflächen in Zweit- und Ferienwohnungen).
- 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 (gegenüber 2015 +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).

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

- 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 auch 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 %).
- 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 bis 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 Brennstoffe 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 pro 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 CO₂/km und der sanktionsrelevante Flottenanteil blieben im Jahr 2016 gegenüber 2015 gleich. Die erhobenen Sanktionen belaufen sich auf insgesamt rund 2.4 Mio. CHF (BFE, 2017 c).

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 Mio. CHF zu erhöhen.

4 Analyse der Endenergieverbrauchsentwicklung 2000 bis 2016

4.1 Verbrauchsentwicklung nach Bestimmungsfaktoren

Veränderung gegenüber dem Jahr 2000

Die Verbrauchsveränderung der einzelnen Energieträger nach Ursachenkomplexen im Zeitraum 2000 bis 2016 ist in Tabelle 4-1 beschrieben. Die Tabelle aggregiert die Resultate der vier Sektormodelle. Die Aggregation erfolgt auf der Basis unkalibrierter Modellergebnisse aus der Summe der einzelnen Jahreseffekte.

Der in der Energiestatistik ausgewiesene Anstieg des Gesamtenergieverbrauchs 2016 gegenüber 2000 beläuft sich auf 7.3 PJ (+0.9 %). Die Modellberechnungen zeigen eine Zunahme von 4.8 PJ (+0.6 %). Die Abweichung zwischen Modellen und Energiestatistik verteilt sich nicht gleichmässig auf alle Energieträger. Etwas grösser sind die Abweichungen bei der Elektrizität und Benzin.

Der Grad der Übereinstimmung zwischen Modellschätzung und Energiestatistik variiert zwischen den Jahren. Im Mittel der Jahre 2000 bis 2016 beträgt die Abweichung im Verbrauchsniveau rund 11.5 PJ (GEST exkl. statistische Differenz). Im Jahr 2016 beläuft sich die Abweichung auf 8.5 PJ. Dies entspricht 1.0 % des Gesamtverbrauchs des Jahres 2016. Insgesamt kann aufgrund der in den meisten Jahren geringen Gesamtabweichung und den identischen Vorzeichen bei der Verbrauchsentwicklung der unterschiedenen Energieträger von einer guten Übereinstimmung zwischen Statistik und Modellen gesprochen werden. Die Modelle sind darauf ausgelegt, vor allem die Gesamtbefunde zu beschreiben. In Bezug auf diese bewegen sich ihre Abweichungen je nach Datenlage im Allgemeinen bei 1 - 2 %. Energieträger mit geringerem Anteil können (müssen aber nicht) höhere Unsicherheiten aufweisen aufgrund geringerer Fallzahlen und höherer relativer Fluktuationen. Die Differenzen zwischen der Statistik und den Modellberechnungen haben zur Folge, dass die Ergebnisse in den Kapiteln 4 bis 6 teilweise etwas von der in Kapitel 3 beschriebenen Entwicklung des Energieverbrauchs abweichen.

Die Differenzierung der Veränderung des Gesamtenergieverbrauchs nach den unterschiedenen Bestimmungsfaktoren zeigt folgende Ergebnisse:

- Die Witterung spielt in der Regel in der langfristigen Betrachtung eine geringe Rolle. Mit 3'281 HGT war die Zahl der Heizgradtage höher als im Jahr 2000 mit 3'081 HGT (+6.5 %). Die kühlere Witterung in den Wintermonaten des Jahres 2016

fürte zu einem Mehrverbrauch von 14.8 PJ. Bereinigt um den Effekt der Witterung hat sich der Endenergieverbrauch gemäss den Modellen im Zeitraum 2000 bis 2016 um 10 PJ verringert.

- Den stärksten verbrauchstreibenden Faktor bilden die Mengeneffekte, welche den Verbrauch für sich genommen um 129 PJ erhöhten (Abbildung 4-1). Hierbei entfallen die grössten Anteile mit Private Haushalten (57.6 PJ) und Verkehr (37.9 PJ) auf diejenigen Bereiche, bei denen ein deutlicher Anstieg der expansiven Faktoren zu verzeichnen ist: Bevölkerung (+15.7 %), Energiebezugsflächen Wohnen (+27.8 %), Motorfahrzeugbestand (+30.4 %).

Tabelle 4-1: Veränderungen des Endenergieverbrauchs 2016 gegenüber 2000 nach Energieträgern und Bestimmungsfaktoren, in PJ

Einflussfaktor / Energieträger	Witterung	Mengeneffekte	Technik / Politik	Substitution	Struktureffekte	Tanktourismus / Int. Flugverkehr	Joint-Effekte / Nichtlinearitäten	Summe Modelle	Energiestatistik
Elektrizität	1.4	39.6	-26.7	0.0	6.6	0.0	-3.4	17.6	21.1
Heizöl	9.0	27.4	-36.8	-61.4	-1.3	0.0	-1.7	-64.8	-64.0
H M+S	0.1	0.1	-0.6	-1.4	-0.2	0.0	-4.4	-6.4	-5.6
Erdgas	2.8	14.4	-17.2	24.8	-4.3	0.0	3.8	24.2	23.5
Kohle	0.0	0.5	-0.3	-1.5	0.5	0.0	-0.7	-1.4	-1.0
übrige fossile BS ¹⁾	-0.2	0.2	-0.6	-1.8	-0.1	0.0	1.7	-0.9	-1.7
Fernwärme	0.5	2.2	-1.0	4.6	-2.2	0.0	1.0	5.2	6.4
Holz	0.9	5.5	-3.4	7.2	-0.4	0.0	0.5	10.4	11.8
Biogas ²⁾	0.0	0.3	0.0	0.6	-0.2	0.0	0.1	0.8	0.4
Müll/ Industrieabfälle	0.0	0.9	-0.8	-0.8	0.9	0.0	-0.4	-0.2	0.4
Umweltwärme ³⁾	0.2	2.1	-3.2	14.1	-0.4	0.0	1.0	13.8	13.5
Benzin	0.0	24.3	-19.4	-59.2	0.0	-6.5	-0.4	-61.1	-66.6
Diesel	0.0	12.1	-6.9	54.7	0.0	-0.8	-0.2	58.9	58.9
Flugtreibstoffe	0.0	-0.9	0.0	0.0	0.0	6.3	0.0	5.4	6.1
biogene TS	0.0	0.4	0.0	1.8	0.0	0.0	1.0	3.2	3.5
übrige fossile TS ⁴⁾	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.3	0.6
Summe	14.8	129.0	-116.8	-18.2	-1.0	-1.0	-1.9	4.8	7.3

¹⁾ inklusive Petrolkoks, Propan, Butan, Flüssiggas

²⁾ Biogas, Klärgas

³⁾ inklusive Solarwärme

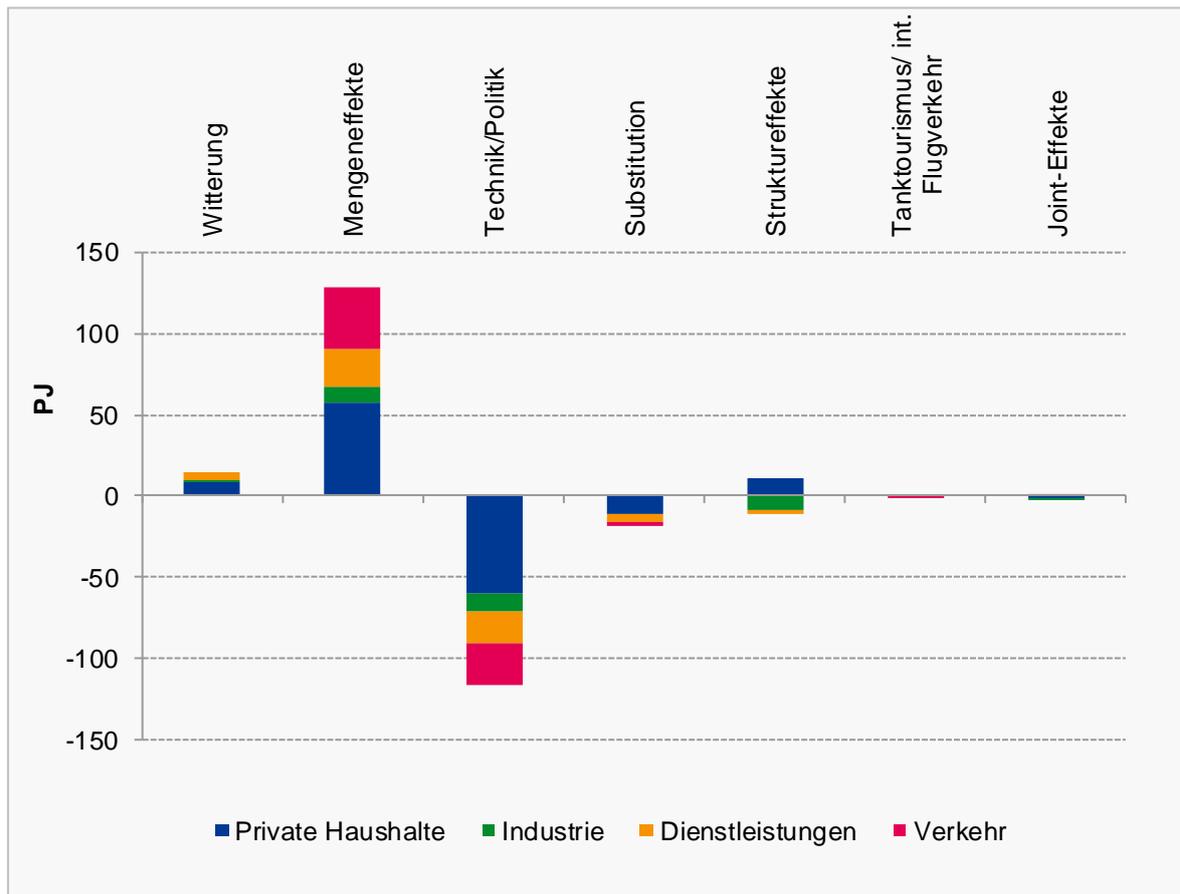
⁴⁾ Erdgas CNG, Flüssiggas, (Ethanol, Methanol); Erdgas und Flüssiggas im Verkehrssektor werden hier ausgewiesen
BS: Brennstoffe, TS: Treibstoffe

Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2017

- Der Einflussbereich technische Entwicklung und Politik wirkte verbrauchsseitig den Mengeneffekten entgegen, konnte den

Anstieg allein aber nicht kompensieren. Mit einer reduzierenden Wirkung von 116.8 PJ, wovon über die Hälfte auf den Haushaltssektor (-60.3 PJ) entfällt, waren die Einsparungen geringer als der mengenbedingte Verbrauchszuwachs.

Abbildung 4-1: Veränderung des Energieverbrauchs 2016 gegenüber 2000 nach Bestimmungsfaktoren und Verbrauchssektoren, in PJ



Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2017

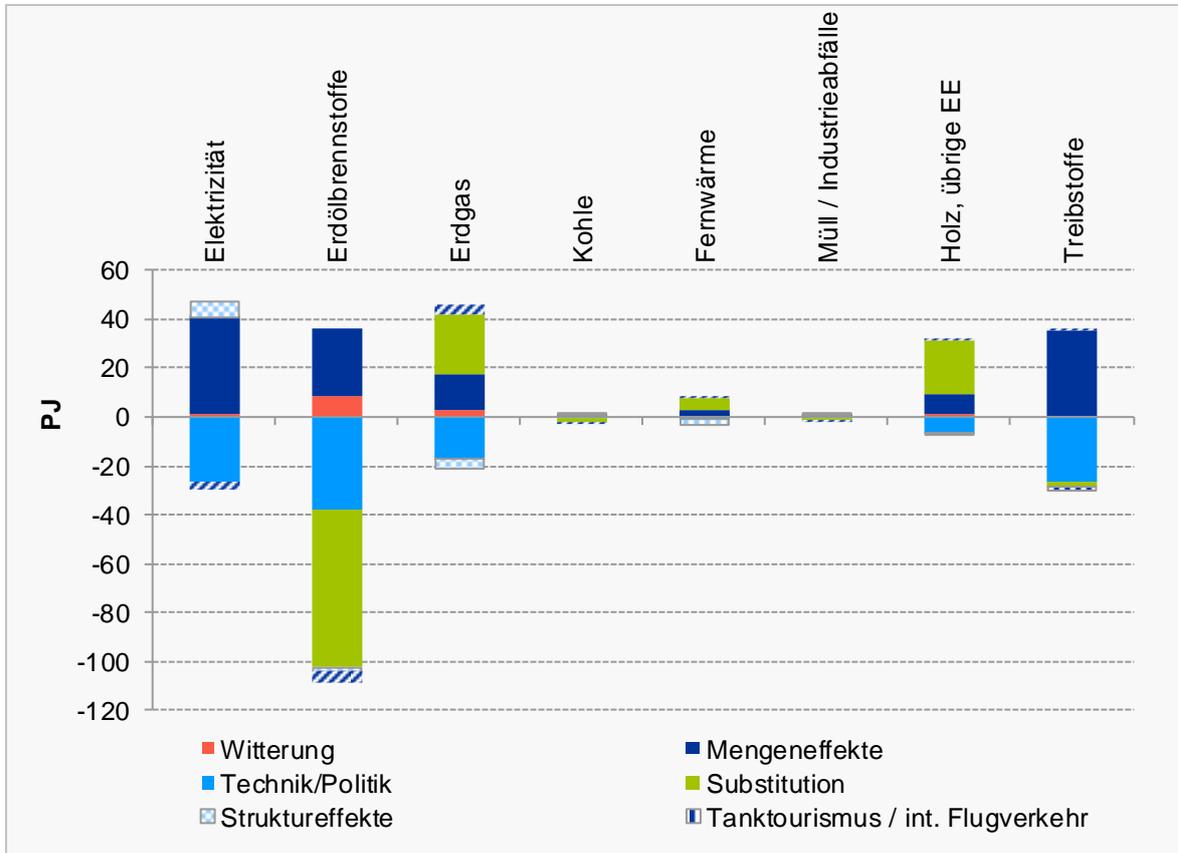
- Die Substitutionseffekte wirkten in der Summe reduzierend auf den Energieverbrauch. Im Vergleich zum Bestimmungsfaktor Technik und Politik war die Reduktionswirkung mit 18.2 PJ gering. Von grosser Bedeutung waren dabei die Substitution von Benzin durch Diesel im Verkehrssektor sowie der Trend „weg von Heizöl“ im Bereich Raumwärme.
- Die Wirkung der Struktureffekte fällt in den einzelnen Verbrauchssektoren unterschiedlich aus. Dadurch hatten sie insgesamt nur eine geringe Wirkung auf das Verbrauchsniveau (-1.0 PJ). Im Industriesektor führte das unterschiedliche Wachstum der energieintensiven und der weniger energieintensiven Branchen zu einer Reduktion von 8.3 PJ. Im Dienstleistungssektor ist der strukturelle Verbrauchsrückgang geringer (-3.4 PJ) und hauptsächlich auf die Veränderungen der

Flächen pro Beschäftigten zurückzuführen. Im Haushaltssektor verursachten die verstärkte Nutzung von leerstehenden oder nur teilweise belegten Wohnungen sowie insbesondere die Gewichtsverschiebungen innerhalb von Gruppen von Elektrogeräten einen Mehrverbrauch von 10.7 PJ. Die Zunahme betrifft fast ausschliesslich den Energieträger Elektrizität. Im Verkehrssektor werden keine Struktureffekte ausgewiesen.

- Die Veränderung des Tanktourismus führt nicht zu einer Veränderung des inländischen Verbrauchs, jedoch zu einer Veränderung der in der Schweiz abgesetzten Treibstoffmenge. Die unter Tanktourismus subsumierte Benzinmenge hat sich im Zeitraum 2000 bis 2016 um 6.5 PJ reduziert, die unter Tanktourismus abgesetzte Dieselmenge um 0.8 PJ. Der Kerosinabsatz für den internationalen Flugverkehr lag im Jahr 2016 über dem Absatz im Jahr 2000 (+6.3 PJ). Die unter Tanktourismus und internationalem Flugverkehr verbuchte Treibstoffmenge ist damit insgesamt um 1.0 PJ gesunken. Wird die Zunahme des inländischen Verbrauchs der Treibstoffe Benzin, Diesel und Kerosin, welcher sich gemäss dem Verkehrsmodell in der Periode 2000 bis 2016 um 4.2 PJ erhöht hatte, um diese Menge bereinigt, so ergibt sich eine Zunahme des Absatzes dieser Treibstoffe um 3.2 PJ. Werden beim Inlandverbrauch zusätzlich die Zunahmen der biogenen und übrigen fossilen Treibstoffe von 3.5 PJ berücksichtigt, resultiert per Saldo eine Zunahme des inländischen Treibstoffverbrauchs um 7.7 PJ (+3.4 %).

In Abbildung 4-2 ist zusammengefasst, auf welche Bestimmungsfaktoren die Veränderungen bei den einzelnen Energieträgern zurückzuführen sind. Deutlich wird der starke verbrauchstreibende Einfluss der Mengeneffekte, welche insbesondere bei der Elektrizität, den Erdölbrennstoffen (überwiegend Heizöl), Erdgas und den Treibstoffen kräftige Verbrauchszuwächse induziert haben. Die Substitution von Heizöl zeigt sich in einem reduzierten Verbrauch an Erdölbrennstoffen bei gleichzeitigem Mehrverbrauch an Erdgas, aber auch an Holz und den übrigen erneuerbaren Energien (Solar- und Umweltwärme).

Abbildung 4-2: Veränderung des Energieverbrauchs 2016 gegenüber 2000 nach Energieträgern und Bestimmungsfaktoren, in PJ



Quelle: Prognos, TEP, Infracore 2017

Veränderung gegenüber dem Vorjahr

Die Ergebnisse der Bottom-Up-Analyse der Verbrauchsentwicklung 2015/2016 nach Bestimmungsfaktoren sind in Tabelle 4-2 beschrieben. Die statistisch ausgewiesene Zunahme des Gesamtenergieverbrauchs gegenüber dem Vorjahr 2015 beträgt 16.1 PJ (+1.9 %). Die Modellberechnungen zeigen eine Zunahme von 19.4 PJ (+2.4 %).

Tabelle 4-2: Veränderungen des Endenergieverbrauchs 2016 gegenüber dem Vorjahr 2015 nach Energieträgern und Bestimmungsfaktoren, in PJ

Einflussfaktor / Energieträger	Witterung	Mengen- effekte	Technik / Politik	Substitution	Struktur- effekte	Tanktourismus / Int. Flugverkehr	Joint-Effekte / Nichtlinearitäten	Summe Modelle	Energie- statistik
Elektrizität	1.1	2.1	-2.2	-0.4	-0.2	0.0	-0.2	0.2	0.0
Heizöl	8.0	1.2	-1.9	-3.6	0.0	0.0	-0.3	3.5	3.0
H M+S	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.6	-0.5	-0.1
Erdgas	4.9	0.9	-0.8	1.0	-0.3	0.0	0.1	5.8	4.3
Kohle	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	-0.4
übrige fossile BS ¹⁾	0.2	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.3	0.3	0.4
Fernwärme	0.9	0.1	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	1.4	1.2
Holz	1.9	0.3	-0.2	0.3	0.0	0.0	0.1	2.3	2.8
Biogas ²⁾	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
Müll/ Industrieabfälle	0.0	0.1	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.2	0.6
Umweltwärme ³⁾	1.0	0.2	-0.2	1.1	0.0	0.0	0.1	2.2	1.6
Benzin	0.0	0.9	-1.1	-2.6	0.0	-0.3	0.0	-3.0	-3.3
Diesel	0.0	0.2	-0.4	2.7	0.0	0.0	0.0	2.4	1.2
Flugtreibstoffe	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.3	0.0	3.3	3.4
biogene TS	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	1.1	1.5
übrige fossile TS ⁴⁾	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0
Summe	18.2	6.2	-6.8	-1.5	-0.2	3.1	0.6	19.4	16.1

¹⁾ inklusive Petrolkoks, Propan, Butan, Flüssiggas

Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2017

²⁾ Biogas, Klärgas

³⁾ inklusive Solarwärme

⁴⁾ Erdgas CNG, Flüssiggas, (Ethanol, Methanol); Erdgas im Verkehrssektor wird hier ausgewiesen

Der Verbrauchsanstieg gegenüber dem Vorjahr 2015 ist vorwiegend auf die Witterung zurückzuführen. Mit einem Anstieg von 18.2 PJ war der Witterungsfaktor der Haupttreiber der kurzfristigen Entwicklung. Die Mengenfaktoren, unter anderen die wachsende Bevölkerung, Produktion und Fahrzeugbestand, bewirkten für sich einen Verbrauchsanstieg um 6.2 PJ. Gestiegen ist auch der Verbrauch des internationalen Flugverkehrs (+3.3 PJ), während sich der durch den Tanktourismus bedingte Treibstoffabsatz von Benzin leicht reduziert hat (-0.3 PJ). Die Effekte von Technik und Politik (-6.8 PJ), Substitution (-1.5 PJ) und die strukturellen Faktoren (-0.2 PJ) verringerten den Energieverbrauch.

4.2 Verbrauchsentwicklung nach Sektoren

Die Energieverbrauchsänderung des Jahres 2016 gegenüber dem Jahr 2000 nach Verbrauchssektoren ist in Tabelle 4-3 aufgeschlüsselt. Gemäss den Modellen hat sich der Verbrauch im Industriesektor um 9.9 PJ verringert. Im Sektor Private Haushalte (+3.6 PJ), im Dienstleistungssektor (inkl. Landwirtschaft; +2.2 PJ) und im Verkehrssektor (+8.9 PJ) sind die Verbräuche gestiegen. Die Bereinigung des Treibstoffverbrauches um die in der Kategorie Tanktourismus und internationaler Flugverkehr aufgeführte Menge von -1.0 PJ ergibt für den Verkehrssektor eine inländische Verbrauchszunahme von 9.9 PJ.

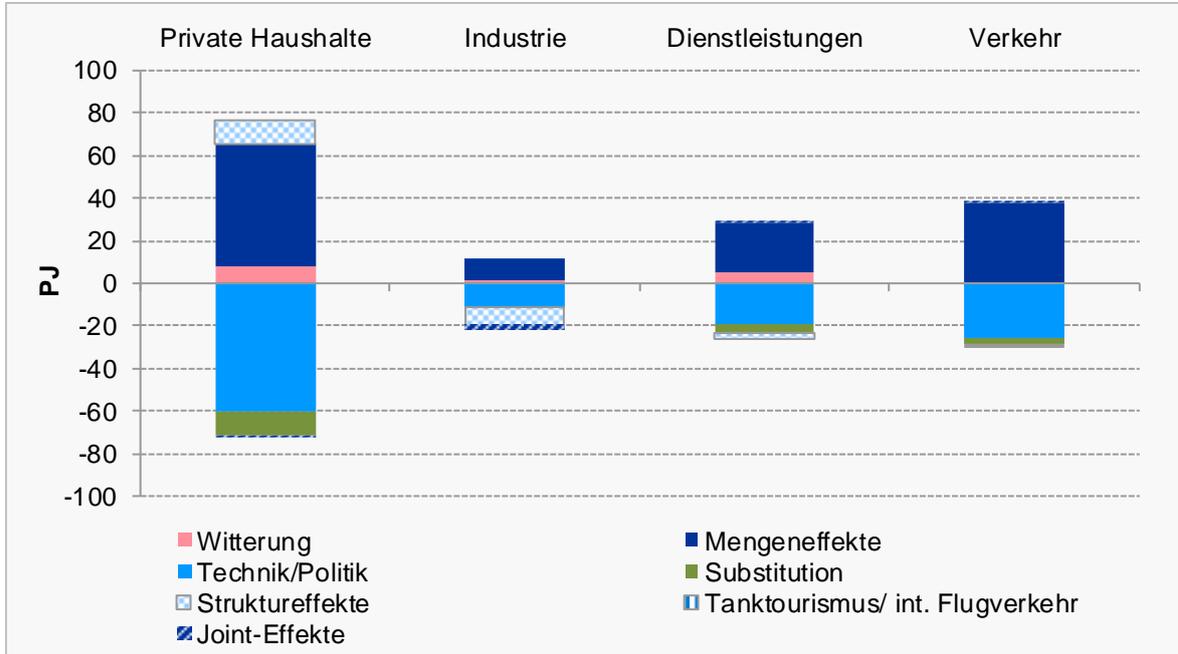
Tabelle 4-3: Veränderung des Energieverbrauchs 2016 gegenüber 2000 nach Sektoren und Bestimmungsfaktoren, in PJ

	Witterung	Mengen- effekte	Technik / Politik	Substitution	Struktur- effekte	Tanktourismus / Int. Flugverkehr	Joint-Effekte	Summe Modelle
Private Haushalte	8.0	57.6	-60.3	-11.7	10.7	0.0	-0.8	3.6
Industrie	1.8	10.0	-11.3	0.0	-8.3	0.0	-2.1	-9.9
Dienstleistungen	5.0	23.5	-19.1	-4.0	-3.4	0.0	0.3	2.2
Verkehr	0.0	37.9	-26.1	-2.6	0.0	-1.0	0.8	8.9
Summe	14.8	129.0	-116.8	-18.2	-1.0	-1.0	-1.9	4.8

Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2017

Die Mengeneffekte waren mit 129 PJ die stärksten Verbrauchstreiber (Abbildung 4-3). Den stärksten dämpfenden Effekt wiesen im Allgemeinen die Politik und der technologische Fortschritt auf (-116.8 PJ). Im Industriesektor (-8.3 PJ) und in geringem Ausmass auch im Dienstleistungssektor (-3.4 PJ) trugen auch die Struktureffekte zur Reduktion des Energieverbrauchs bei; im Haushaltssektor erhöhten sie den Verbrauch (+10.7 PJ).

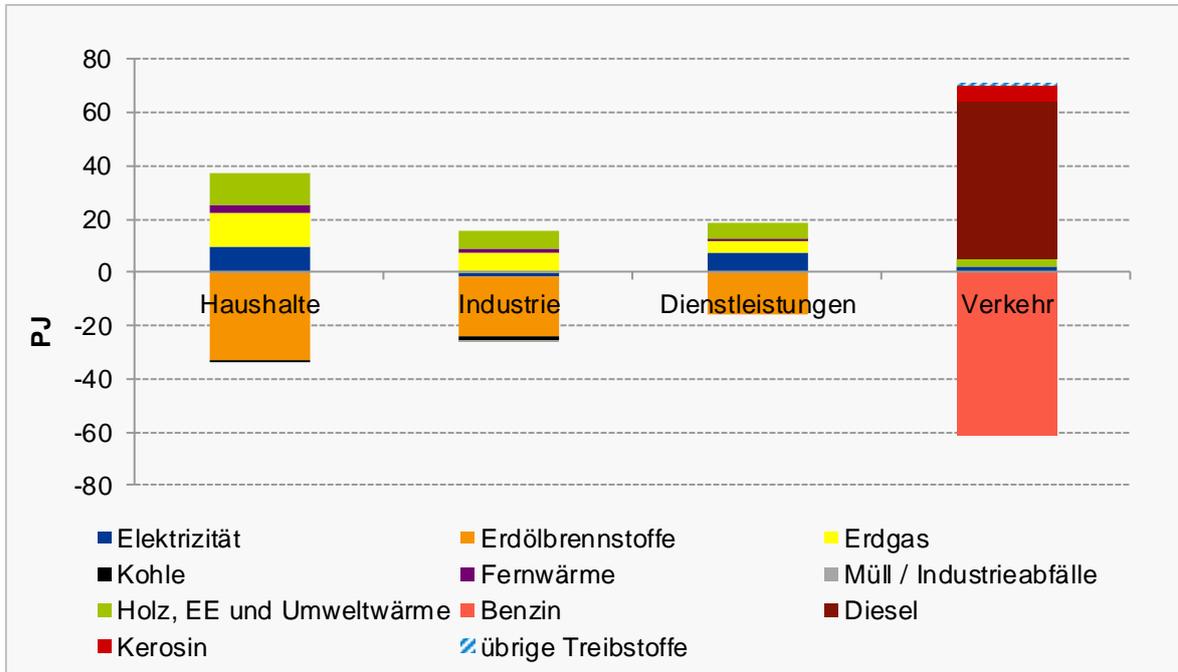
Abbildung 4-3: Veränderung des Energieverbrauchs 2016 gegenüber 2000 nach Verbrauchssektoren und Bestimmungsfaktoren, in PJ



Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2017

Bei der Analyse nach Sektoren und Energieträgern zeigt sich, dass bei den Haushalten ausschliesslich Erdölbrennstoffe (-33.3 PJ) und Kohle (-0.2 PJ) substituiert wurden (Abbildung 4-4 und Tabelle 4-4). Im Sektor Dienstleistungen wurde einzig der Verbrauch an Erdölbrennstoffen verringert (-16.2 PJ). Im Industriesektor zeigen sich zusätzlich zur Reduktion des Erdölbrennstoff- und Kohleverbrauchs Rückgänge beim Verbrauch an Müll und Industrieabfällen (-0.2 PJ) sowie beim Stromverbrauch (-1.6 PJ). Im Verkehrssektor war der Absatz von Benzin stark rückläufig (-61.1 PJ). Dem gegenüber stehen Zunahmen beim Dieselabsatz (+58.9 PJ), Kerosinabsatz (+5.4 PJ), Elektrizitätsverbrauch (+2.2 PJ) sowie bei der Verwendung an übrigen Treibstoffen (Gas und biogene Treibstoffe). Das Verbrauchsniveau der übrigen Treibstoffe ist noch gering, die Zunahmen sind fast ausschliesslich der Substitution zuzurechnen. Beispielsweise werden biogene Treibstoffe den herkömmlichen Treibstoffen beigemischt.

Abbildung 4-4: Veränderung des Energieverbrauchs 2016 gegenüber 2000 nach Sektoren und Energieträgern, in PJ



Quelle: Prognos, TEP, Infras 2017

Tabelle 4-4: Veränderung des Energieverbrauchs 2016 gegenüber 2000 nach Sektoren und Energieträgern, in PJ

	Private Haushalte	Industrie	Dienstleistungen	Verkehr	Summe Modelle
Elektrizität	9.6	-1.6	7.3	2.2	17.6
Erdölbrennstoffe	-33.3	-22.6	-16.2	0.0	-72.1
Erdgas	12.6	7.3	4.3	0.0	24.2
Kohle	-0.2	-1.3	0.0	0.0	-1.4
Fernwärme	2.8	1.3	1.1	0.0	5.2
Müll / Industrieabfälle	0.0	-0.2	0.0	0.0	-0.2
Holz, erneuerbare Energien ¹	12.1	7.2	5.7	3.2	28.2
Benzin	0.0	0.0	0.0	-61.1	-61.1
Diesel	0.0	0.0	0.0	58.9	58.9
Kerosin	0.0	0.0	0.0	5.4	5.4
übrige Treibstoffe	0.0	0.0	0.0	0.3	0.3
Summe	3.6	-9.9	2.2	8.9	4.8

¹⁾ inklusive Umwelt- und Solarwärme, Biogas, Biotreibstoffe

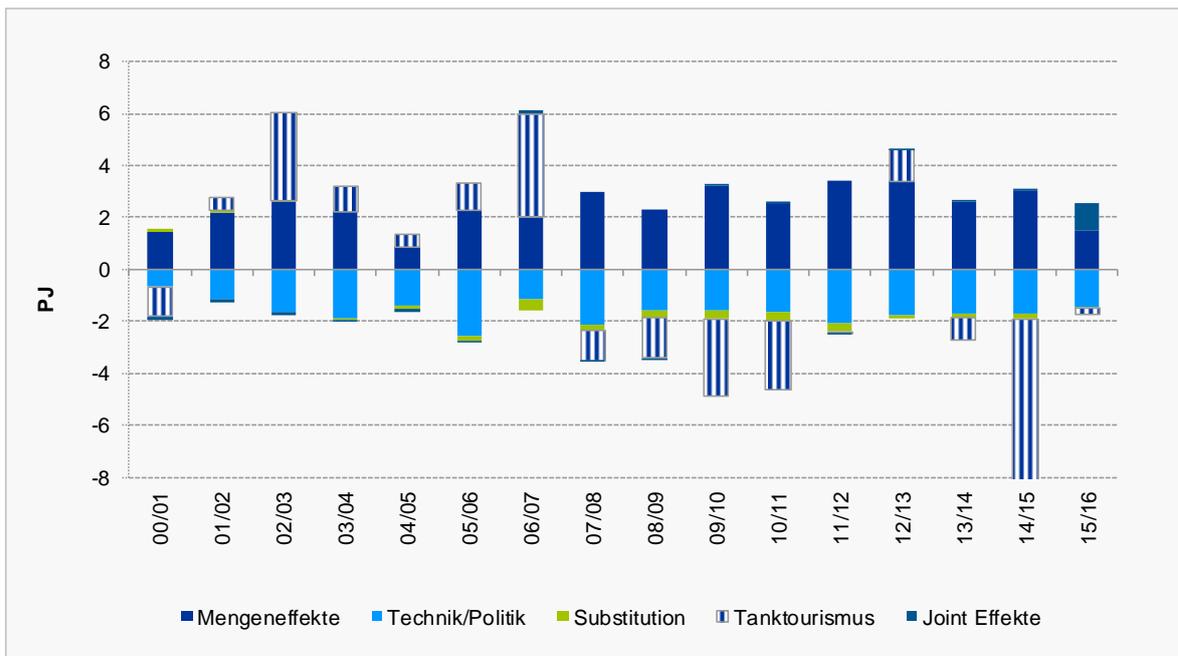
Quelle: Prognos, TEP, Infras 2017

Landverkehr

Zum Landverkehr werden der Treibstoffabsatz ohne Kerosin sowie der Elektrizitätsverbrauch des Verkehrssektors gezählt (Abbildung 4-5). Im Zeitraum 2000 bis 2016 hat der Absatz der unter Landverkehr verbuchten Energieträger um 3.5 PJ zugenommen.

Beim Inlandverbrauch des Landverkehrs (Stromverbrauch plus abgesetzte Treibstoffmenge abzüglich des Tanktourismus) zeigt sich zwischen 2000 und 2016 eine Zunahme von 10.8 PJ. Die Zunahme durch die Mengeneffekte (+39 PJ) wurde durch Technik und Politik (-26 PJ) und Substitution (-2.6 PJ) nicht kompensiert. Von der Zunahme um 10.8 PJ entfallen 2.2 PJ auf die Elektrizität und 8.6 PJ auf die Treibstoffe.

Abbildung 4-5: Verbrauchsentwicklung des Landverkehrs (Treibstoffabsatz ohne Kerosin, inkl. Stromanteil), 2000 bis 2016, in PJ



Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2017

5 Entwicklung der Bestimmungsfaktoren im Verlauf der Jahre 2000 bis 2016

Nachfolgend werden die Effekte der Bestimmungsfaktoren im Einzelnen analysiert. Die Tabelle 5-1 gibt einen Überblick über die Effekte der unterschiedenen Bestimmungsfaktoren in den Jahren 2000 bis 2016.

Tabelle 5-1: Veränderung des Energieverbrauchs nach Bestimmungsfaktoren und Jahren 2000 bis 2016, in PJ

	Witterung	Mengen- effekte	Technik/ Politik	Substitution	Struktur- effekte	Tourismus / Int. Flugverkehr	Joint-Effekte / Nichtlinearitäten	Summe Modelle
00/01	24.5	2.6	-5.0	-0.3	2.5	-4.8	-1.3	18.3
01/02	-22.2	1.5	-6.7	-0.2	5.2	-4.2	-1.1	-27.6
02/03	26.0	4.8	-6.9	-0.4	0.1	-2.4	0.2	21.4
03/04	-5.9	10.2	-7.6	-0.6	0.9	-1.9	0.3	-4.6
04/05	11.7	7.6	-7.0	-0.7	-0.7	0.3	0.5	11.8
05/06	-9.2	14.5	-7.9	-1.4	-3.8	4.2	1.0	-2.7
06/07	-35.0	16.1	-6.7	-1.4	-3.0	7.3	0.5	-22.1
07/08	28.0	11.3	-7.2	-1.2	-2.3	3.2	0.8	32.5
08/09	-4.5	-3.6	-6.9	-1.2	0.3	-4.1	0.2	-19.9
09/10	35.9	16.8	-7.6	-1.4	-0.6	-0.1	0.5	43.6
10/11	-69.6	11.0	-8.1	-2.0	-2.9	1.4	-0.5	-70.7
11/12	34.5	7.6	-8.3	-1.6	-2.5	1.4	0.0	31.2
12/13	29.7	7.9	-8.2	-1.5	1.8	1.9	-1.1	30.6
13/14	-75.6	11.3	-8.6	-1.6	2.0	-0.6	-1.6	-74.6
14/15	28.2	3.2	-7.3	-1.3	2.3	-5.9	-1.0	18.1
15/16	18.2	6.2	-6.8	-1.5	-0.2	3.1	0.6	19.4
Δ '00 – '16	14.8	129.0	-116.8	-18.2	-1.0	-1.0	-1.9	4.8

Quelle: Prognos, TEP, Infras 2017

5.1 Witterung

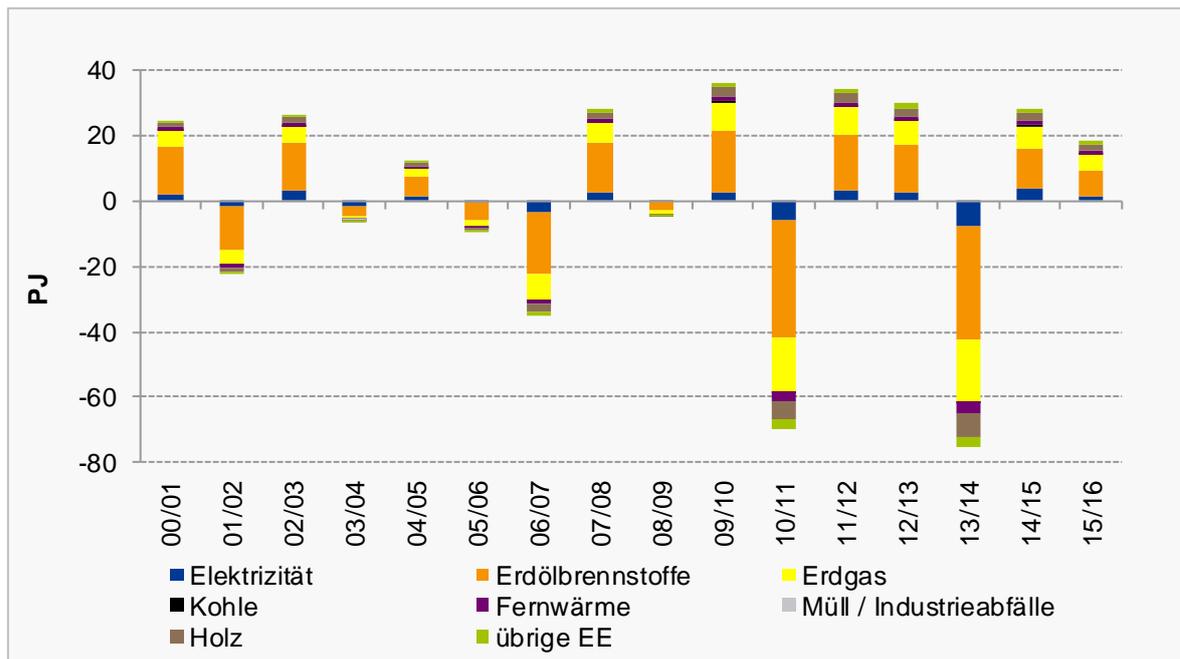
Die Witterung, insbesondere die Aussentemperatur, übt einen starken Einfluss auf die Nachfrage nach Raumwärme und Klimakälte aus. Wird der Energieverbrauch zweier aufeinander folgender Jahre verglichen, weist der Faktor Witterung in der Regel den stärksten Einfluss auf die Verbrauchsänderung auf. Da sich die jährlichen Witterungseffekte im Verlauf der Jahre mehr oder weniger gegenseitig kompensieren, ist der Witterungseffekt über meh-

rere Jahre betrachtet in der Regel eher klein. Im Rahmen des Betrachtungszeitraums 2000 bis 2016 ist der Effekt der langfristigen Klimaveränderung viel geringer als die Effekte der jährlichen Witterungsschwankungen.

Die Witterung beeinflusst den Verbrauch jener Energieträger, welche zur Bereitstellung von Raumwärme oder im Sommer zur Raumkühlung eingesetzt werden. Im Vergleich zur Raumwärme sind die Verbrauchsmengen zur Raumkühlung von untergeordneter Bedeutung. Bis anhin ist der Verbrauch für die Klimatisierung einzig im Dienstleistungssektor von Relevanz und betrifft ausschliesslich den Elektrizitätsverbrauch.

Im Jahr 2016 wurden 3'281 Heizgradtage (HGT) gezählt, 6.5 % mehr als im Jahr 2000 mit 3'081 HGT. Die kühlere Witterung führte zu einem Verbrauchsanstieg um 14.8 PJ. Im Vergleich zum Vorjahr 2015 mit 3'075 (HGT +6.7 %) erhöhte sich der Verbrauch um 18.2 PJ (Abbildung 5-1 und Tabelle 5-2).

Abbildung 5-1: Jährliche Witterungseffekte nach Energieträgern, 2000 bis 2016, in PJ



Quelle: Prognos, TEP, Infras 2017

Der Grossteil der Raumwärme wird nach wie vor mit Heizöl und zunehmend auch mit Erdgas erzeugt. Entsprechend gross ist der Anteil dieser Energieträger an den jährlichen witterungsbedingten Verbrauchsänderungen. Der Anteil lag, mit Ausnahme der Periode 2003/2004, stets zwischen 67 % und 82 % (2015/2016: 72 %). In der Periode 2003/2004 wies die Elektrizität einen vergleichsweise hohen prozentualen Anteil auf. Dies ist auf den Rückgang des Verbrauchs für die Raumkühlung im Dienstleistungssektor im Jahr 2004 zurückzuführen (nach dem „Hitzesommer“ im Jahr 2003) bei

gleichzeitiger geringer Veränderung der Nachfrage nach Raumwärme (HGT 2004 ggü. 2003: -0.5 %).

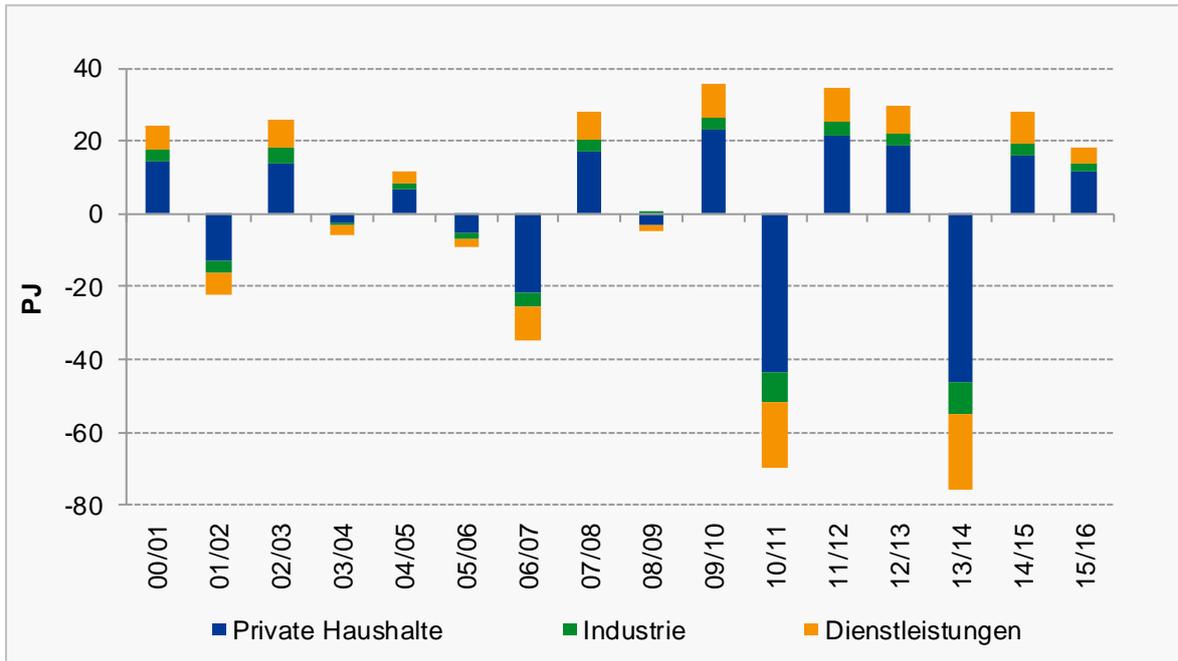
Tabelle 5-2: Jährliche Witterungseffekte nach Energieträgern, 2000 bis 2016, in PJ

	Elektrizität	Erdölbrennstoffe	Erdgas	Kohle	Fernwärme	Müll / Industrieabfälle	Holz	übrige EE	Summe
00/01	1.8	14.9	4.9	0.1	0.8	0.0	1.6	0.3	24.5
01/02	-1.8	-13.1	-4.5	0.0	-0.8	0.0	-1.6	-0.4	-22.2
02/03	3.1	14.6	5.1	0.1	0.9	0.1	1.7	0.4	26.0
03/04	-1.7	-2.7	-1.0	0.0	-0.2	0.0	-0.3	-0.1	-5.9
04/05	1.2	6.6	2.4	0.0	0.4	0.0	0.8	0.2	11.7
05/06	-0.3	-5.4	-2.2	0.0	-0.4	0.0	-0.7	-0.2	-9.2
06/07	-3.6	-19.0	-7.5	-0.1	-1.3	0.0	-2.6	-0.9	-35.0
07/08	2.4	15.2	6.3	0.1	1.1	0.0	2.1	0.8	28.0
08/09	-0.1	-2.6	-1.1	0.0	-0.2	0.0	-0.4	-0.2	-4.5
09/10	2.8	19.0	8.5	0.1	1.5	0.0	2.9	1.2	35.9
10/11	-5.9	-35.6	-16.6	-0.1	-2.9	-0.1	-5.8	-2.5	-69.6
11/12	3.0	17.2	8.4	0.1	1.5	0.0	2.9	1.3	34.5
12/13	2.7	14.3	7.4	0.1	1.3	0.0	2.6	1.3	29.7
13/14	-7.6	-34.8	-19.0	-0.1	-3.5	-0.1	-6.9	-3.5	-75.6
14/15	4.0	12.1	6.9	0.0	1.3	0.0	2.5	1.3	28.2
15/16	1.1	8.2	4.9	0.0	0.9	0.0	1.9	1.1	18.2
Δ '00 – '16	1.4	8.9	2.8	0.0	0.5	0.0	0.9	0.2	14.8

Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2017

Die Verteilung der witterungsbedingten Verbrauchsänderungen auf die Sektoren widerspiegelt den Stellenwert der Raumwärme in den Sektoren (Abbildung 5-2). Gross ist die Bedeutung bei den Privaten Haushalten und im Dienstleistungssektor, vergleichsweise gering im Industriesektor. Im Verkehrssektor werden keine Witterungseffekte ausgewiesen. Grundsätzlich können sich zwar die Witterungsbedingungen bei Fahrzeugen auf die Fahrzeugheizung und die Klimatisierung auswirken. Diese Effekte werden jedoch als klein angenommen. Auch sind sie gegenüber dem grundsätzlichen Effekt, der bereits mit dem Vorhandensein einer Klimaanlage und ihrer Grundnutzung im Fahrzeug verbunden ist, kaum zu isolieren.

Abbildung 5-2: Jährliche Witterungseffekte nach Verbrauchssektoren, 2000 bis 2016, in PJ



Quelle: Prognos. TEP. Infrac 2016

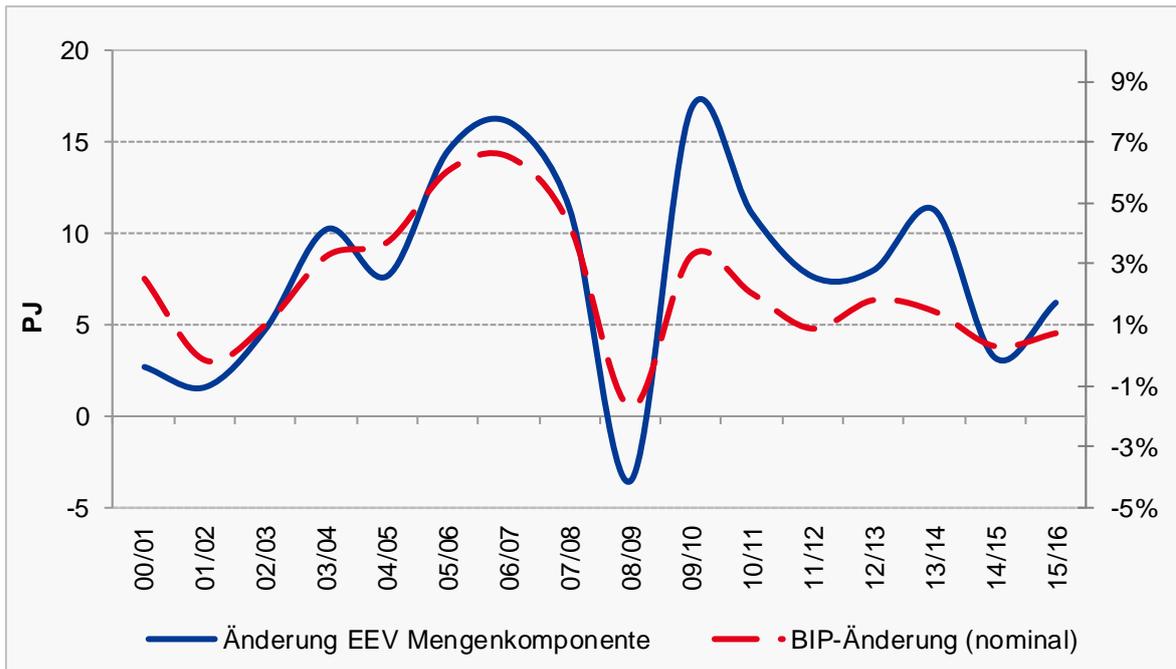
5.2 Mengeneffekte

Den Mengeneffekten werden alle „reinen“ Wachstumseffekte zugerechnet. Dazu zählen insbesondere die Veränderungen von Gesamtproduktion, Bevölkerung, Energiebezugsfläche und Fahrleistung. Die Mengeneffekte tragen von allen unterschiedenen Bestimmungsfaktoren am stärksten zur Ausweitung des Energieverbrauchs bei. Über die gesamte Periode 2000 bis 2016 steigerten sie den Gesamtverbrauch um 129.0 PJ, was einer Zunahme um rund 15 % entspricht (Tabelle 5-3). Der durch die Mengeneffekte verursachte Verbrauchsanstieg verteilt sich nicht gleichmässig über den Betrachtungszeitraum. In den Jahren 2000 bis 2003 lag der jährliche Effekt noch deutlich unter 10 PJ. Nach 2003 stiegen die Beiträge stark an und betragen im Mittel der Jahre 2004 bis 2008 rund 12 PJ. Aufgrund der Wirtschaftskrise ergab sich im Jahr 2009 ein negativer Mengeneffekt (-3.6 PJ). Ab 2010 waren die Mengeneffekte wieder deutlich positiv. Im Jahr 2016 erhöhten sie den Verbrauch für sich allein genommen um 6.2 PJ.

Das Ausmass der Mengeneffekte steht in engem Zusammenhang mit dem Wirtschafts- und Bevölkerungswachstum. Dargestellt ist dieser Zusammenhang in Abbildung 5-3: Die den Mengeneffekten zuzurechnende Veränderung des Energieverbrauchs folgte in etwa der Entwicklung des BIP. Mit dem Abschwung der Wirtschaft zu Beginn der Betrachtungsperiode sank der Beitrag der Mengeneffekte. Ab 2003 wuchsen das BIP und damit der Energieverbrauch.

Ab 2008 nahmen BIP und Mengeneffekt, bedingt durch die Wirtschaftskrise, ab. Nach dem Abschwung 2009 zogen im Jahr 2010 die wirtschaftliche Entwicklung und die Mengeneffekte wieder an. Im Jahr 2015 verlangsamte insbesondere die Wechselkursentwicklung die BIP-Entwicklung.

Abbildung 5-3: BIP-Veränderung in % und Beitrag der Mengeneffekte zur Änderung des Energieverbrauchs, in PJ



Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2017 und seco 2016

Die Aufteilung der Mengeneffekte auf die einzelnen Energieträger ist in Abbildung 5-4 illustriert. Mit Ausnahme von Kerosin erstreckte sich zwischen 2003 und 2008 die mengenbedingte Zunahme auf alle Energieträger. Im Jahr 2016 zeigen sich bei allen Energieträgern positive Mengeneffekte. Eine grosse Bedeutung für die Mengeneffekte besitzt der Energieträger Elektrizität, dessen Anteil an den jährlichen Mengeneffekten im Mittel der Jahre über 25 % beträgt. Der Anteil der Erdölbrennstoffe betrug bei abnehmender Tendenz im Mittel ca. 18 %.

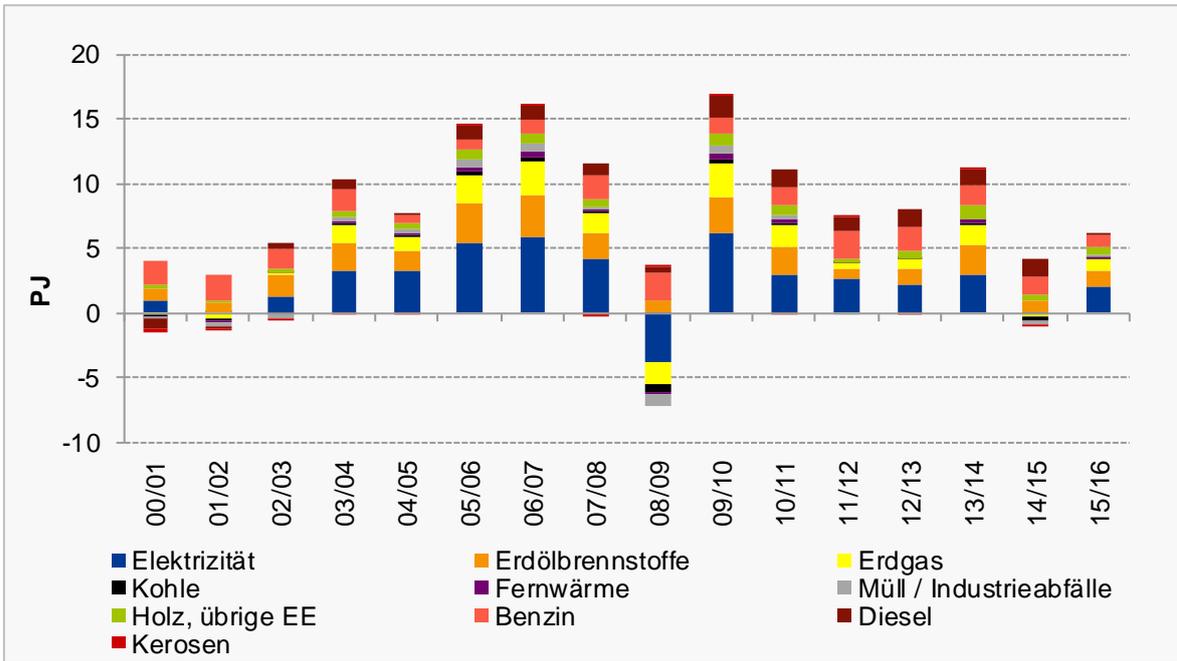
Tabelle 5-3: Jährliche Mengeneffekte nach Energieträgern, 2000 bis 2016, in PJ

	Elektrizität	Erdölbrennstoffe	Erdgas	Kohle	Fernwärme	Müll / Industrieabfälle	Holz, übrige EE	Benzin	Diesel	Kerosin	übrige Treibstoffe	Summe
00/01	0.9	1.0	-0.1	-0.1	0.0	-0.2	0.3	1.9	-0.7	-0.3	0.00	2.6
01/02	0.1	0.7	-0.4	-0.2	-0.1	-0.3	0.2	2.0	-0.2	-0.2	0.00	1.5
02/03	1.2	1.8	0.1	-0.1	0.0	-0.2	0.3	1.5	0.4	-0.3	0.00	4.8
03/04	3.3	2.1	1.3	0.2	0.2	0.3	0.5	1.6	0.8	-0.1	0.00	10.2
04/05	3.3	1.4	1.2	0.2	0.1	0.3	0.4	0.6	0.3	-0.1	0.00	7.6
05/06	5.4	3.0	2.2	0.3	0.3	0.5	0.8	0.8	1.1	0.0	0.00	14.5
06/07	5.9	3.1	2.6	0.3	0.4	0.6	0.8	1.1	1.0	0.1	-0.01	16.1
07/08	4.2	2.1	1.5	0.1	0.2	0.2	0.6	1.8	0.9	-0.3	0.01	11.3
08/09	-3.8	0.9	-1.7	-0.5	-0.2	-1.0	0.0	2.1	0.4	0.1	0.00	-3.6
09/10	6.1	2.9	2.6	0.3	0.4	0.6	0.9	1.3	1.6	0.1	0.01	16.8
10/11	3.0	2.1	1.7	0.2	0.3	0.3	0.8	1.5	1.4	-0.1	0.00	11.0
11/12	2.7	0.7	0.4	0.0	0.0	0.0	0.3	2.2	1.1	0.2	0.00	7.6
12/13	2.3	1.2	0.7	0.0	0.1	0.0	0.5	1.8	1.4	0.0	-0.01	7.9
13/14	2.9	2.4	1.6	0.1	0.3	0.1	0.9	1.6	1.2	0.2	0.00	11.3
14/15	0.0	1.0	-0.3	-0.2	0.0	-0.4	0.4	1.5	1.3	-0.1	0.01	3.2
15/16	2.1	1.2	0.9	0.0	0.1	0.1	0.6	0.9	0.2	0.0	-0.03	6.2
Δ '00 – '16	39.6	27.7	14.4	0.5	2.2	0.9	8.3	24.3	12.1	-0.9	-0.04	129.0

Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2017

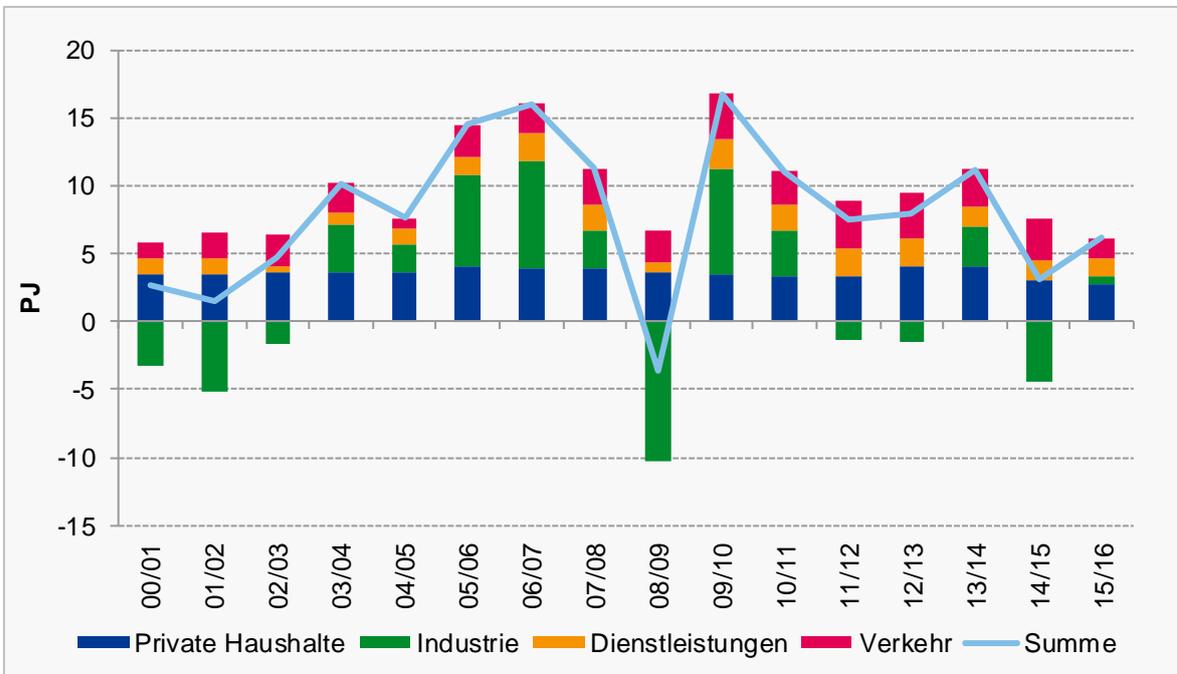
Die Verteilung der Mengeneffekte auf die Verbrauchssektoren ist in Abbildung 5-5 wiedergegeben. Die Entwicklung der Mengeneffekte wird durch den Industriesektor dominiert, dessen Entwicklung eng mit dem BIP verknüpft ist. Der Konjunktуреinfluss auf den Energieverbrauch im Dienstleistungssektor ist geringer als in der Industrie. Die Schwankungen des Mengeneffekts sind hier weniger stark ausgeprägt. Die rezessionsbedingten negativen Mengeneffekte im Jahr 2009 sind ausschliesslich auf den Industriesektor zurückzuführen. Die Mengeneffekte im Haushalts- und Verkehrssektor wiesen im Verlauf der Jahre 2000 bis 2016 wenig Dynamik auf. Sie sind hauptsächlich bedingt durch die Zunahme der Energiebezugsfläche von Gebäuden (EBF) und des Flottenbestands.

Abbildung 5-4: Jährliche Mengeneffekte nach Energieträgern, 2000 bis 2016, in PJ



Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2017

Abbildung 5-5: Jährliche Mengeneffekte nach Verbrauchssektoren, 2000 bis 2016, in PJ



Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2017

5.3 Technik und Politik

Die Kategorie Technik und Politik umfasst jene Faktoren, die den spezifischen Verbrauch und die rationelle Energieverwendung beeinflussen. Dazu werden alle energiepolitischen Instrumente und baulichen Massnahmen zur verbesserten Wärmedämmung sowie der Einsatz effizienterer Elektrogeräte, Heizanlagen, Produktionsanlagen, Maschinen, Motoren, Fahrzeuge usw. gezählt.

Die verbrauchsdämpfende jährliche Wirkung der politischen Massnahmen und des technologischen Fortschritts wies in der Periode 2000 bis 2014 eine steigende Tendenz auf. In den Jahren 2015 und 2016 sind die Effekte wieder etwas kleiner geworden. Über die gesamte Periode tragen die Effekte zu einer Reduktion des Energieverbrauchs von 116.8 PJ bei (Tabelle 5-4). Damit liegen die Einsparungen durch Technik und Politik unter dem durch die Mengeneffekte verursachten Verbrauchsanstieg von 129.0 PJ.

Die Effekte waren bei allen Energieträgern in allen Jahren verbrauchssenkend. Aufgrund von Verbesserungen der Wärmedämmung bei Gebäuden und effizienteren Heizanlagen zeigen sich Reduktionen auch bei solchen Energieträgern, deren Einsatz prinzipiell gefördert wird, beispielsweise bei Fernwärme, Holz oder Umweltwärme.

Am stärksten wirkten sich die Effekte von Technik und Politik auf den Verbrauch der Erdölbrennstoffe aus (-38.0 PJ), dabei insbesondere auf das Heizöl (Abbildung 5-6). Bedeutende Reduktionen zeigen sich auch bei der Elektrizität (-26.7 PJ) sowie bei Erdgas (-17.2 PJ) und Benzin (-19.4 PJ).

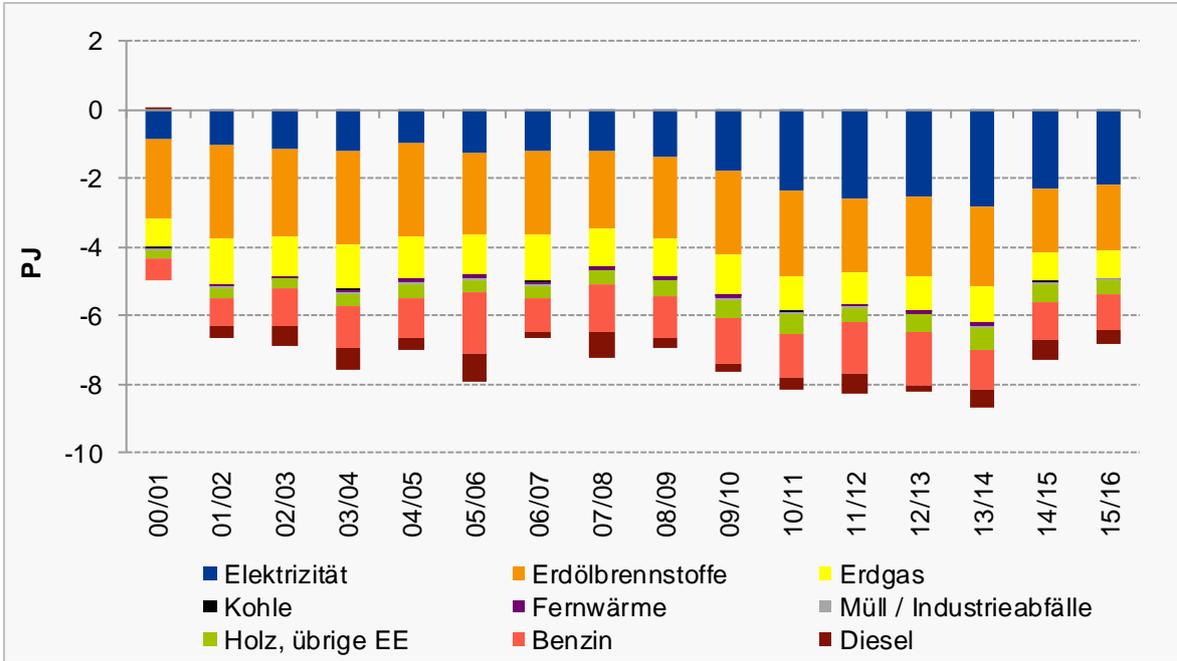
Über die Hälfte der Reduktion ist bei den Privaten Haushalten angefallen (52 %; Abbildung 5-7). Auf den Verkehrssektor entfallen 22 %, auf den Dienstleistungssektor 16 % und auf den Industriesektor 10 % der im Zeitraum 2000 bis 2016 erzielten Einsparungen. Die Anteile der Sektoren an den technik- und politikbedingten Einsparungen haben sich leicht verschoben. Der Anteil des Industriesektors an den jährlichen Einsparungen hat im Zeitverlauf abgenommen, während der Anteil des Dienstleistungssektors eine steigende Tendenz aufweist. Die Anteile der Privaten Haushalte und des Verkehrssektors haben sich nur wenig verändert.

Tabelle 5-4: Jährliche Einspareffekte durch Politik und technologische Entwicklung nach Energieträgern, 2000 bis 2016, in PJ

	Elektrizität	Erdölbrennstoffe	Erdgas	Kohle	Fernwärme	Müll / Industrieabfälle	Holz, übrige EE	Benzin	Diesel	Summe
00/01	-0.8	-2.3	-0.8	-0.02	0.0	-0.1	-0.2	-0.7	0.0	-5.0
01/02	-1.0	-2.7	-1.3	-0.02	-0.1	-0.1	-0.3	-0.8	-0.4	-6.7
02/03	-1.1	-2.6	-1.1	-0.02	0.0	0.0	-0.3	-1.1	-0.6	-6.9
03/04	-1.2	-2.7	-1.3	-0.02	-0.1	-0.1	-0.3	-1.2	-0.7	-7.6
04/05	-1.0	-2.7	-1.2	-0.02	-0.1	-0.1	-0.4	-1.2	-0.4	-7.0
05/06	-1.3	-2.4	-1.2	-0.02	-0.1	-0.1	-0.4	-1.8	-0.8	-7.9
06/07	-1.2	-2.5	-1.3	-0.02	-0.1	0.0	-0.4	-0.9	-0.2	-6.7
07/08	-1.2	-2.3	-1.1	-0.01	-0.1	0.0	-0.4	-1.4	-0.8	-7.2
08/09	-1.4	-2.4	-1.1	-0.01	-0.1	0.0	-0.4	-1.2	-0.3	-6.9
09/10	-1.8	-2.4	-1.1	-0.02	-0.1	-0.1	-0.5	-1.4	-0.2	-7.6
10/11	-2.4	-2.5	-1.0	-0.02	0.0	0.0	-0.6	-1.3	-0.3	-8.1
11/12	-2.6	-2.1	-0.9	-0.01	0.0	0.0	-0.4	-1.5	-0.6	-8.3
12/13	-2.5	-2.3	-1.0	-0.02	-0.1	0.0	-0.5	-1.5	-0.2	-8.2
13/14	-2.8	-2.3	-1.0	-0.02	-0.1	0.0	-0.6	-1.2	-0.5	-8.6
14/15	-2.3	-1.9	-0.8	-0.01	0.0	0.0	-0.5	-1.1	-0.6	-7.3
15/16	-2.2	-1.9	-0.8	-0.01	0.0	0.0	-0.4	-1.1	-0.4	-6.8
Δ '00 – '16	-26.7	-38.0	-17.2	-0.3	-1.0	-0.8	-6.6	-19.4	-6.9	-116.8

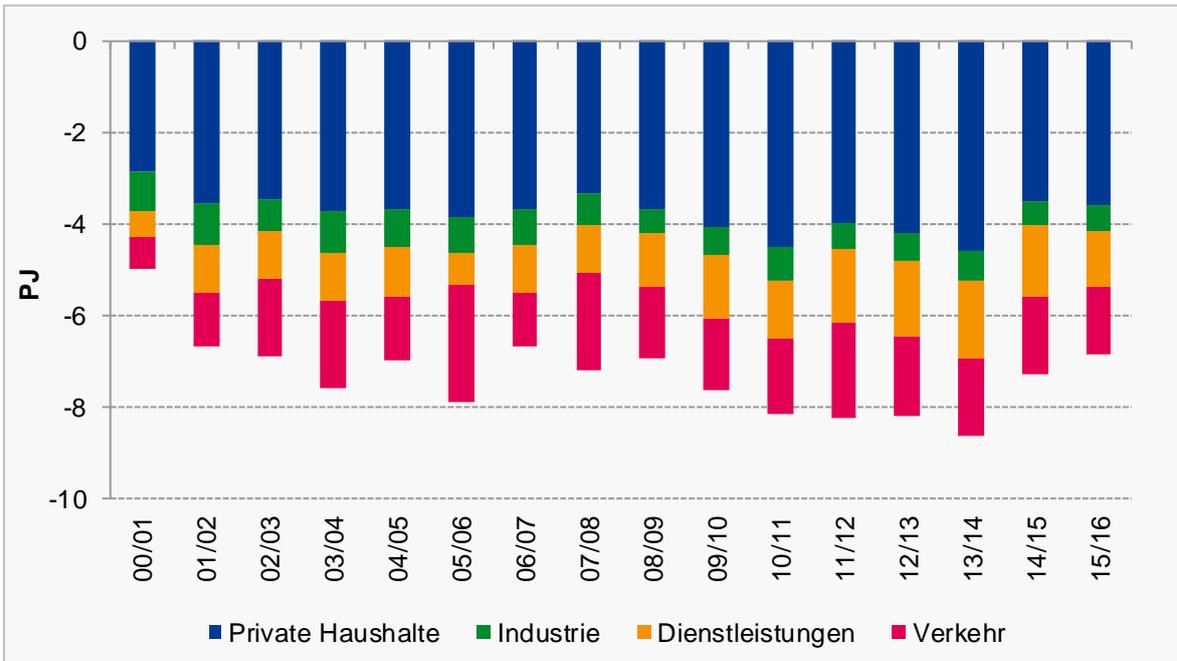
Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2017

Abbildung 5-6: Jährliche Einspareffekte durch Politik und technologische Entwicklung nach Energieträgern, 2000 bis 2016, in PJ



Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2017

Abbildung 5-7: Jährliche Einspareffekte durch Politik und technologische Entwicklung nach Verbrauchssektoren, 2000 bis 2016, in PJ



Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2017

5.4 Substitution

Der Substitution werden die Verbrauchseffekte zugerechnet, die durch den Wechsel zwischen Energieträgern entstehen. Meist ist damit auch ein technologiebedingter Effizienzeffekt verbunden, wodurch die Abgrenzung zum Technikeffekt nicht eindeutig gegeben ist. Die Substitution hat eine bedeutende Wirkung auf die Verbrauchsstruktur (Verschiebung der Verbrauchsanteile der einzelnen Energieträger), aber nur einen beschränkten Effekt auf das Verbrauchsniveau. Die Einsparung bei einem Energieträger führt zu einem Mehrverbrauch bei einem anderen Energieträger. Im Allgemeinen verringern die Substitutionen in der Summe den Energieverbrauch, wobei dieser Beitrag nach 2005 leicht an Bedeutung gewonnen hat (Tabelle 5-5). Die grossen „Substitutionsgewinner“ sind Diesel (+54.7 PJ) und Erdgas (+24.8 PJ), die grossen „Substitutionsverlierer“ sind Benzin (-59.2 PJ) und die Erdölbrennstoffe (-64.6 PJ; Abbildung 5-8). Rund 85 % der Substitutionsbewegungen sind auf diese vier Energieträger(-gruppen) zurückzuführen. Holz und die übrigen erneuerbaren Energien zählen ebenfalls zu den „Substitutionsgewinnern“. Der Verbrauch dieser Energieträgergruppe hat über die Jahre 2000 bis 2016 aufgrund von Substitutionen um 23.7 PJ zugenommen, wobei sich die jährlichen substitutionsbedingten Zunahmen seit 2005 verstärkt haben.

Der Trend „weg vom Heizöl und hin zum Erdgas“ ist seit 1990 nahezu unverändert und scheint weitgehend autonom zu erfolgen. Der langfristige Trend ist nicht nur auf die Preisentwicklung zurückzuführen, sondern auch bedingt durch Marketing, Verfügbarkeit und steigende Komfortansprüche (beispielsweise ist beim Gas kein Lagertank notwendig). Seit 2005 hat sich der Trend „weg vom Heizöl“ verstärkt. Während beim Erdgas die jährlichen Substitutionsgewinne eine sinkende Tendenz aufweisen, hat sich die Bedeutung der übrigen Substitutionsgewinner, hauptsächlich Fernwärme, Umgebungswärme und Holz, erhöht.

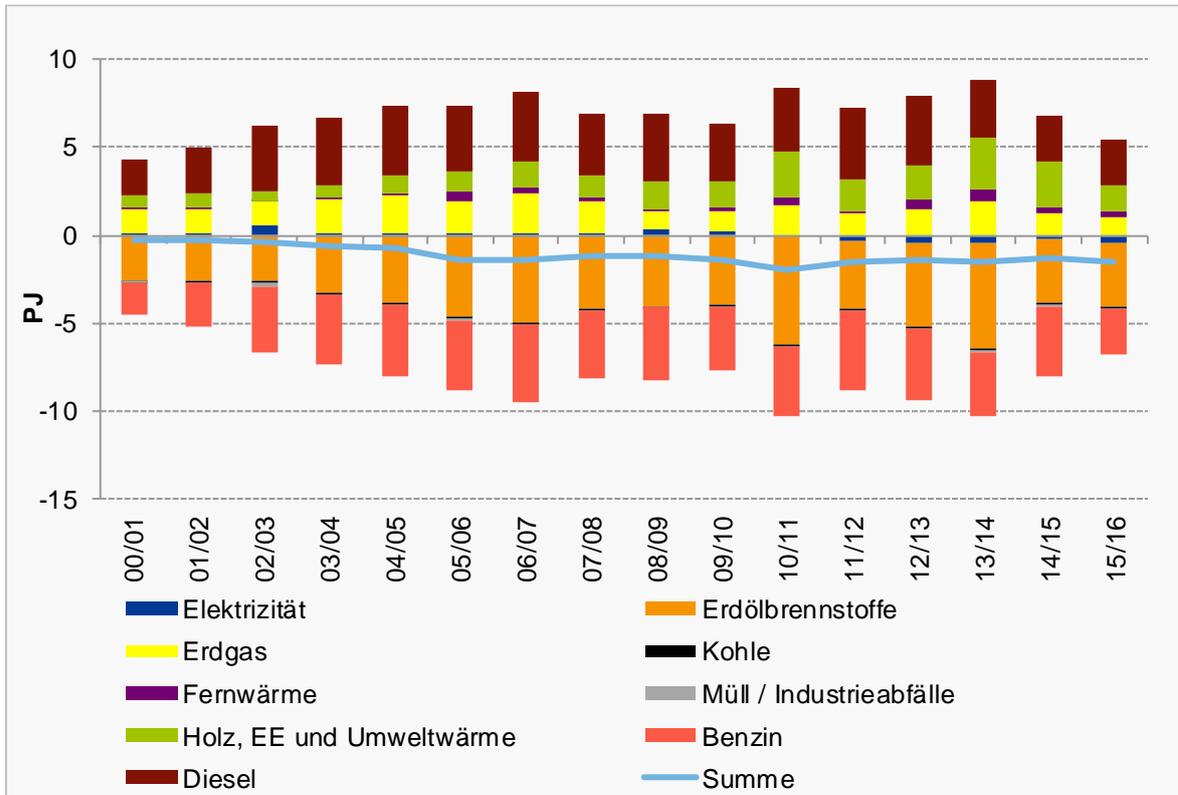
Tabelle 5-5: Substitutionseffekte nach Energieträgern und Jahren, 2000 bis 2016, in PJ

	Elektrizität	Erdölbrennstoffe	Erdgas	Kohle	Fernwärme	Müll / Industrieabfälle	Holz, übrige EE	Benzin	Diesel	Kerosin	übrige Treibstoffe	Summe
00/01	0.1	-2.6	1.4	0.0	0.1	0.0	0.6	-1.9	2.0	0.0	0.0	-0.3
01/02	0.2	-2.6	1.4	0.0	0.1	0.0	0.8	-2.5	2.6	0.0	0.0	-0.2
02/03	0.6	-2.6	1.3	-0.1	0.1	-0.2	0.5	-3.7	3.8	0.0	0.0	-0.4
03/04	0.1	-3.3	2.0	-0.1	0.1	0.0	0.6	-4.0	3.9	0.0	0.0	-0.6
04/05	0.1	-3.9	2.1	-0.1	0.2	0.0	1.0	-4.1	3.9	0.0	0.0	-0.7
05/06	0.1	-4.6	1.8	-0.1	0.5	-0.1	1.2	-4.0	3.7	0.0	0.0	-1.4
06/07	0.1	-5.0	2.3	-0.1	0.3	-0.1	1.5	-4.4	3.9	0.0	0.0	-1.4
07/08	0.1	-4.2	1.7	-0.1	0.2	-0.1	1.2	-3.9	3.5	0.0	0.1	-1.2
08/09	0.3	-4.0	1.1	0.0	0.1	0.0	1.6	-4.2	3.8	0.0	0.2	-1.2
09/10	0.2	-3.9	1.1	-0.1	0.3	0.0	1.4	-3.6	3.3	0.0	0.0	-1.4
10/11	0.0	-6.2	1.7	-0.1	0.5	-0.1	2.6	-3.9	3.6	0.0	-0.1	-2.0
11/12	-0.4	-3.7	1.2	-0.1	0.2	-0.1	1.7	-4.5	4.1	0.0	0.0	-1.6
12/13	-0.5	-4.7	1.5	-0.1	0.5	0.0	1.9	-4.2	4.1	0.0	0.0	-1.5
13/14	-0.4	-6.0	1.9	-0.1	0.7	-0.1	2.9	-3.7	3.2	0.0	0.0	-1.6
14/15	-0.2	-3.6	1.2	-0.2	0.3	-0.1	2.6	-4.0	2.6	0.0	0.0	-1.3
15/16	-0.4	-3.7	1.0	-0.1	0.4	0.0	1.4	-2.6	2.7	0.0	-0.1	-1.5
Δ '00 – '16	0.0	-64.6	24.8	-1.5	4.6	-0.8	23.7	-59.2	54.7	0.0	0.0	-18.2

Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2017

Die Entwicklung des Erdölpreises dürfte zum verstärkten Trend „weg vom Heizöl“ mit beigetragen haben: Der inflationsbereinigte Konsumentenpreis für Heizöl stieg von 80 Indexpunkten im Jahr 2002 bis ins Jahr 2008 auf den bisherigen Höchststand von knapp 200 Indexpunkten an (Indexbasis Jahr 2000=100%). Zum Vergleich: Der Preis für Energieholz hat im Zeitraum 2000 bis 2016 um rund 13 Indexpunkte zugenommen, der Strompreis für Haushalte um 2 Indexpunkte. Seit Herbst 2014 ist der Rohöl- und damit auch der Heizölpreis deutlich rückläufig. Im Jahr 2016 lag der Preis im Mittel bei 129 Indexpunkten (2014 noch 180 Indexpunkte). Der tiefere Ölpreis hat die Substitutionsbewegung nicht gestoppt, der Absatz an Ölheizungen war auch im Jahr 2016 deutlich rückläufig.

Abbildung 5-8: Substitutionseffekte nach Energieträgern und Jahren, 2000 bis 2016, in PJ

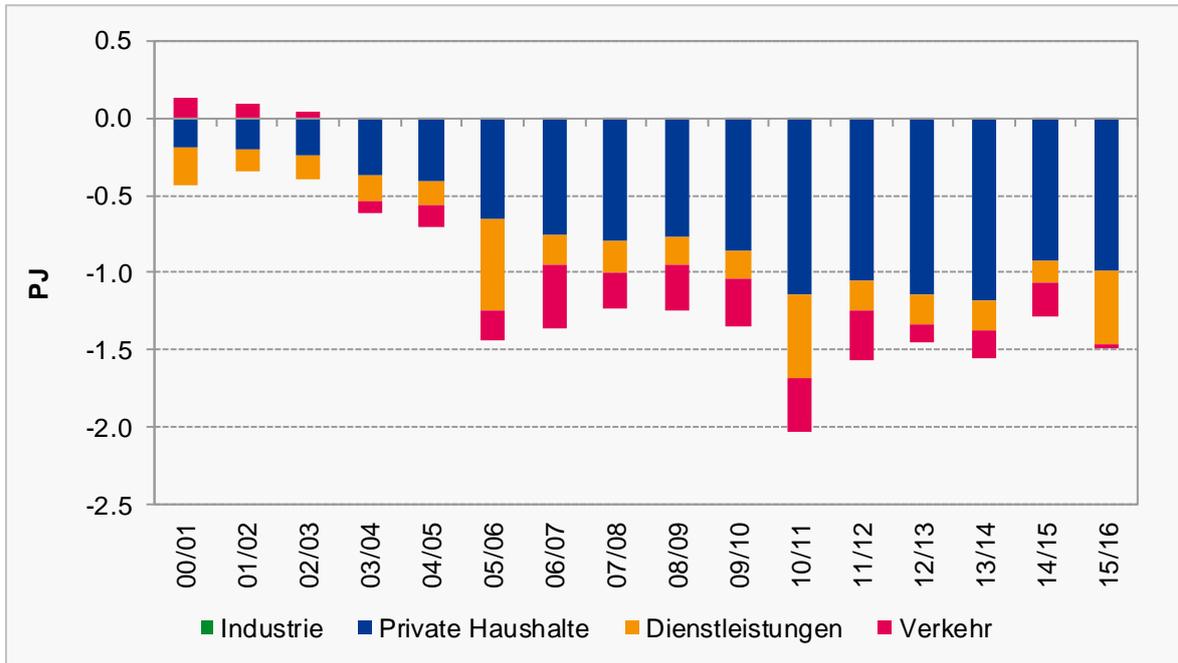


EE: erneuerbare Energien inkl. Biotreibstoffe

Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2017

Die Verteilung der jährlichen Substitutionseffekte auf die Verbrauchssektoren ist in Abbildung 5-9 wiedergegeben. Da es sich um die Summe über die einzelnen Energieträger je Sektor handelt, können sie als Netto-Substitutionen je Sektor betrachtet werden. Im Industriemodell wird als Vereinfachung angenommen, dass diese Substitutionsbilanz (Summe über die einzelnen Energieträger) explizit Null ergibt (vgl. Kapitel 2.1). Auch im Dienstleistungssektor sind die jährlichen Netto-Substitutionseffekte gering (im Mittel -0.2 PJ), im Zeitraum 2000 bis 2016 ergab sich per Saldo eine Einsparung von insgesamt 4.0 PJ. Am grössten waren die kumulierten Nettoeffekte im Haushaltssektor (-11.7 PJ). Der Ersatz von Heizöl durch effizientere Technologien auf Basis von Erdgas, Strom und Umweltwärme führte hier zu einer Abnahme des Energieverbrauchs. Im Verkehrssektor bewirkten die verbrauchsärmeren Dieselmotoren (und Gasmotoren) eine Verbrauchsreduktion gegenüber den benzinbetriebenen Ottomotoren um 2.6 PJ.

Abbildung 5-9: Netto-Substitutionseffekte nach Verbrauchssektoren und Jahren, 2000 bis 2016, in PJ



Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2017

5.5 Struktureffekte

Die Struktureffekte umfassen in den Verbrauchssektoren unterschiedliche Wirkungsmechanismen:

- Im Industriesektor werden mit den Struktureffekten das unterschiedliche Wachstum der einzelnen Industriebranchen relativ zum mittleren Wachstum des gesamten Industriesektors und die damit verbundene Verschiebung in der Energieintensität der Wertschöpfung beschrieben. Hinzu kommen ein Kapazitätseffekt durch die Auslastung der Anlagen und die variable Belegung der Produktions- und Büroflächen.
- Im Dienstleistungssektor beinhalten die Struktureffekte das unterschiedliche Wachstum der Branchen mit ihren Flächen, Beschäftigten sowie unterschiedlichen Energiekennzahlen.
- Im Sektor Private Haushalte werden bei den Struktureffekten die Verschiebung in der Nutzungsintensität bei Gebäuden (dauernd bewohnt, zeitweise bewohnt, leerstehend) sowie strukturelle Veränderungen zwischen Verwendungszwecken und innerhalb von Elektro-Gerätegruppen ausgewiesen. Das sind einerseits Effekte, die die Nutzungsintensität der Geräte beeinflussen, wie beispielsweise die Haushaltsstruktur (Veränderung der Haushaltsgrößen). Andererseits sind es Verschiebungen innerhalb der betrachteten Gerätegruppen. Wenn beispielsweise beim Verwendungszweck Waschen und Trocknen

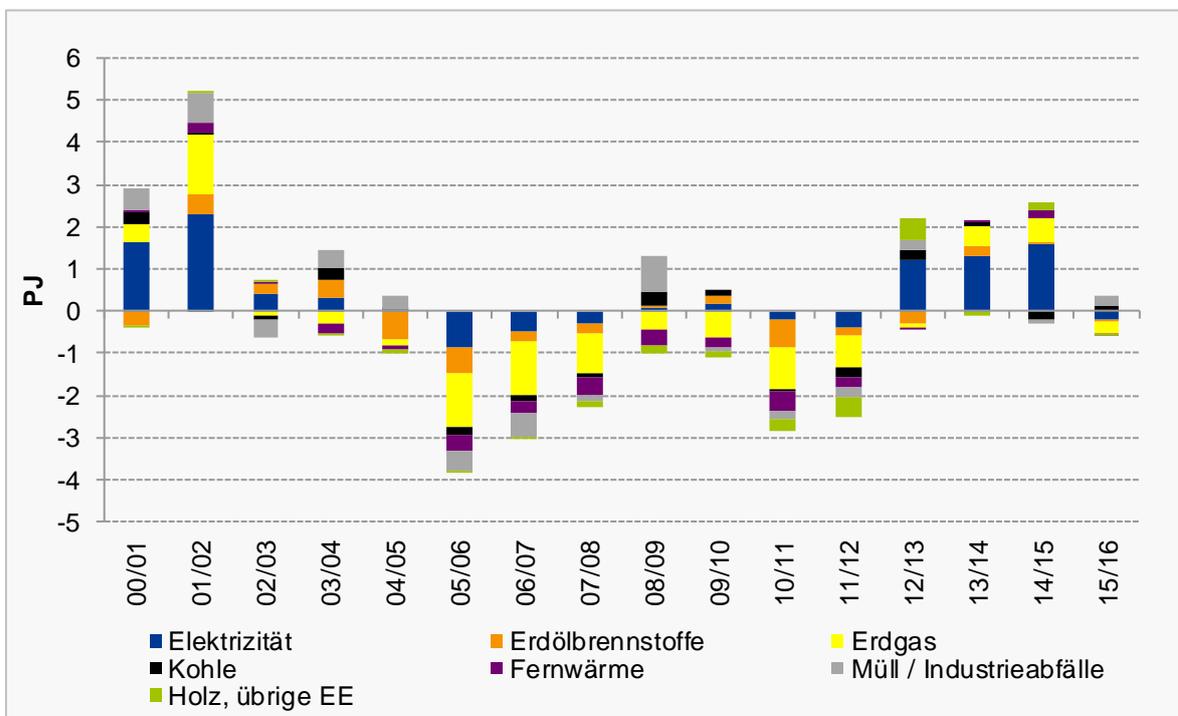
der Bestand an Trocknern stärker wächst als der Bestand an Waschmaschinen, beeinflusst dies den mittleren spezifischen Verbrauch der Gerätegruppe Waschmaschinen und Trockner.

Im Verkehrssektor werden keine Struktureffekte ermittelt, da sich die Verschiebung zwischen den Verkehrsträgern (Modal Split) nicht stringent von den Mengeneffekten (Neuverkehr) isolieren lassen.

Die jährlichen Struktureffekte nach Energieträgern sind in Tabelle 5-6 und Abbildung 5-10 aufgeschlüsselt. Da zu Beginn der letzten Dekade und in den Jahren 2013 bis 2015 die Struktureffekte zu einer Zunahme, in den Jahren 2005 bis 2012 und 2016 aber mehrheitlich zu einer Abnahme beitrugen, sind die kumulierten Veränderungen in der Periode 2000 bis 2016 gering (-1.0 PJ).

Die über den Zeitraum kumulierten strukturbedingten Veränderungen führten bei mehreren Energieträgern zu einer Abnahme des Verbrauchs. Am stärksten ging der Verbrauch von Erdgas (-4.3 PJ) und Fernwärme (-2.2 PJ) zurück. Hingegen stieg der Verbrauch an Elektrizität strukturbedingt um 6.6 PJ an. Bei Müll und Industrieabfällen (+0.9 PJ) sowie Kohle (+0.5 PJ) führten die Struktureffekte ebenfalls zu einer geringen Verbrauchszunahme.

Abbildung 5-10: Struktureffekte nach Energieträgern und Jahren, 2000 bis 2016, in PJ



Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2017

Tabelle 5-6: Struktureffekte nach Energieträgern und Jahren, 2000 bis 2016, in PJ

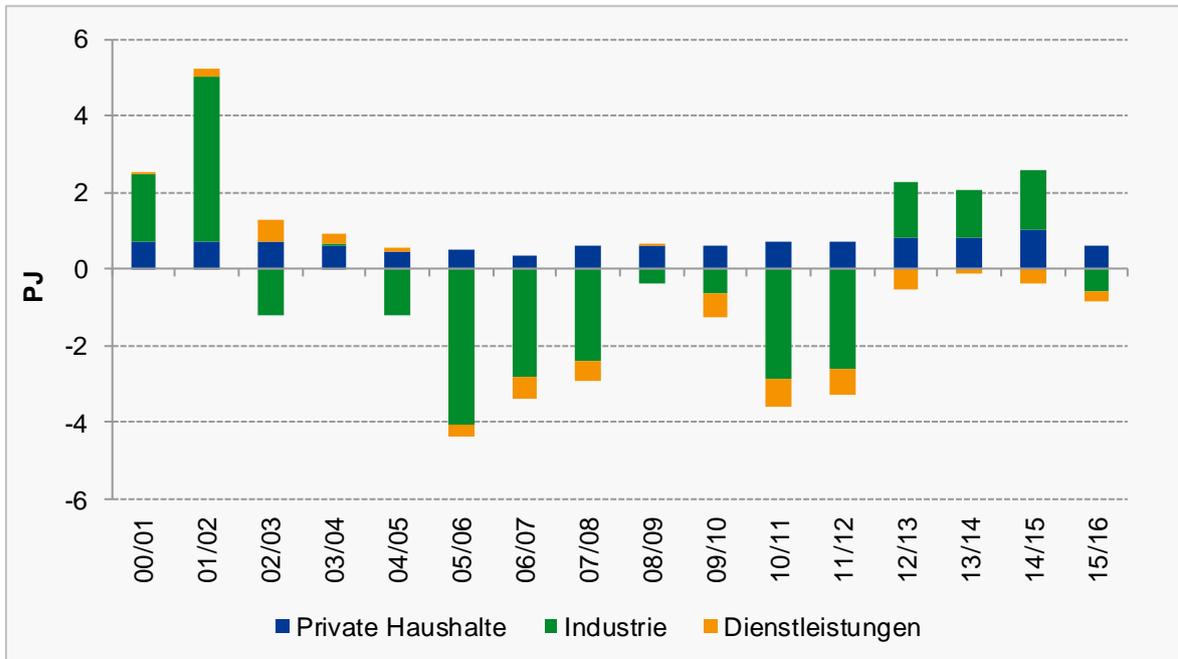
	Elektrizität	Erdölbrennstoffe	Erdgas	Kohle	Fernwärme	Müll / Industrieabfälle	Holz, übrige EE	Benzin	Diesel	Kerosin	übrige Treibstoffe	Summe
00/01	1.6	-0.3	0.4	0.3	0.1	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5
01/02	2.3	0.5	1.4	0.0	0.3	0.7	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	5.2
02/03	0.4	0.2	-0.1	-0.1	0.0	-0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
03/04	0.3	0.4	-0.3	0.3	-0.2	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9
04/05	0.0	-0.7	-0.1	0.0	-0.1	0.3	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.7
05/06	-0.9	-0.6	-1.3	-0.2	-0.3	-0.5	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	-3.8
06/07	-0.5	-0.2	-1.3	-0.1	-0.3	-0.6	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	-3.0
07/08	-0.3	-0.2	-1.0	-0.1	-0.4	-0.1	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	-2.3
08/09	0.1	0.1	-0.4	0.4	-0.4	0.8	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
09/10	0.2	0.2	-0.6	0.1	-0.2	-0.1	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.6
10/11	-0.2	-0.7	-1.0	0.0	-0.5	-0.2	-0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	-2.9
11/12	-0.4	-0.2	-0.7	-0.2	-0.3	-0.2	-0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	-2.5
12/13	1.2	-0.3	-0.1	0.3	-0.1	0.2	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8
13/14	1.3	0.2	0.5	0.1	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0
14/15	1.6	0.0	0.6	-0.2	0.2	-0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3
15/16	-0.2	0.0	-0.3	0.1	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.2
Δ '00 – '16	6.6	-1.6	-4.3	0.5	-2.2	0.9	-1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.0

Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2017

Die Aufteilung der Struktureffekte auf die Verbrauchssektoren ist in Abbildung 5-11 illustriert. Die Struktureffekte wurden durch den Industriesektor dominiert, welcher im Mittel knapp 60 % der jährlichen strukturbedingten Verbrauchsänderungen verursachte. Die Struktureffekte des Industriesektors wiesen eine ausgeprägte zeitliche Dynamik auf, wobei über den gesamten Betrachtungszeitraum von 2000 bis 2016 die verbrauchssenkenden Beiträge dominieren. Diese Entwicklung repräsentiert die abnehmende Bedeutung der energieintensiven Branchen. Zu Beginn der Dekade wuchsen die energieintensiven Branchen des Industriesektors noch etwas schneller als der Branchendurchschnitt (verbrauchssteigernder Effekt). In den Jahren 2003 bis 2012 dagegen sind die weniger energieintensiven Branchen mehrheitlich überdurchschnittlich gewachsen. Insbesondere in den Jahren 2006 bis 2008, 2011 und 2012 waren starke strukturbedingte Verbrauchsrückgänge zu beobachten, welche nur zwischen 2009 und 2010 bedingt durch die Rezession deutlich abflachten: Die sehr konjunktur-reagiblen Branchen sind überwiegend wenig energieintensiv (z.B. der Maschinenbau) und stärker von der Rezession betroffen als die energieintensiven Branchen. Der Struktureffekt weist für die

meisten Jahre eine dem Mengeneffekt gegenläufige Entwicklung auf.

Abbildung 5-11: Struktureffekte nach Sektor und Jahr, 2000 bis 2016, in PJ



Quelle: Prognos, TEP, Infras 2017

Im Dienstleistungssektor wiesen die Struktureffekte ebenfalls eine zeitliche Dynamik auf, die sich jedoch von jener im Industriesektor teilweise unterscheidet: In mehreren Jahren waren die Effekte im Dienstleistungssektor nicht gleichgerichtet mit denjenigen im Industriesektor. Im Dienstleistungssektor ist die verbrauchstreibende Kraft die Fläche pro Beschäftigten, die ab 2006 zu einer Abnahme des Energieverbrauchs führte.

Die dem Haushaltssektor zugeordneten strukturellen Effekte führten in allen Jahren zu einer Zunahme des Verbrauchs. Die Nutzungsintensität der Wohngebäude hat sich im Zeitraum nur wenig verändert und trägt nicht wesentlich zum Verbrauchsanstieg bei. Von grösserer Bedeutung sind die Gewichtsverlagerungen bei der Zusammensetzung von Elektrogerätegruppen.

5.6 Tanktourismus und internationaler Flugverkehr

Die Kategorie Tanktourismus und internationaler Flugverkehr betrifft lediglich den Treibstoffabsatz im Verkehrssektor und berücksichtigt nebst Benzin und Diesel auch den Kerosinabsatz des internationalen Flugverkehrs. Die Mengen der biogenen und der übrigen fossilen Treibstoffe sind (noch) gering, und werden deshalb nicht aufgeführt.

Der inländische Absatz von Treibstoffen ist in der Regel deutlich höher als der inländische Verbrauch. War im Jahr 2000 der summierte Absatz an Benzin, Diesel und Kerosin um 75 PJ höher als deren Verbrauch, schrumpfte diese Differenz bis 2004 auf 62 PJ. Nach 2004 stieg die Differenz zwischen Absatz und Inlandverbrauch wieder an. 2016 lag sie bei 74 PJ. Für den Zeitraum 2000 bis 2016 ergibt sich eine Abnahme der unter Tanktourismus und internationalen Flugverkehr verbuchten Treibstoffmenge um 1 PJ (Tabelle 5-7 und Abbildung 5-12).

Tabelle 5-7: Entwicklung des Tanktourismus und des internationalen Flugverkehrs nach Energieträgern und Jahren, 2000 bis 2016, in PJ

	Benzin	Diesel	Kerosin	Summe	Summe Diesel / Benzin
00/01	-2.9	1.8	-3.6	-4.8	-1.2
01/02	0.4	0.1	-4.7	-4.2	0.5
02/03	1.6	1.7	-5.7	-2.4	3.4
03/04	0.5	0.5	-2.9	-1.9	1.0
04/05	0.2	0.3	-0.2	0.3	0.5
05/06	0.6	0.4	3.2	4.2	1.0
06/07	2.5	1.4	3.4	7.3	4.0
07/08	-1.0	-0.2	4.3	3.2	-1.1
08/09	-0.8	-0.8	-2.6	-4.1	-1.5
09/10	-2.0	-1.0	2.9	-0.1	-3.0
10/11	-1.7	-0.9	4.1	1.4	-2.7
11/12	-0.2	0.2	1.5	1.4	0.0
12/13	0.7	0.5	0.7	1.9	1.2
13/14	-0.7	-0.1	0.3	-0.6	-0.8
14/15	-3.5	-4.9	2.4	-5.9	-8.3
15/16	-0.3	0.0	3.3	3.1	-0.3
Δ '00 – '16	-6.5	-0.8	6.3	-1.0	-7.3

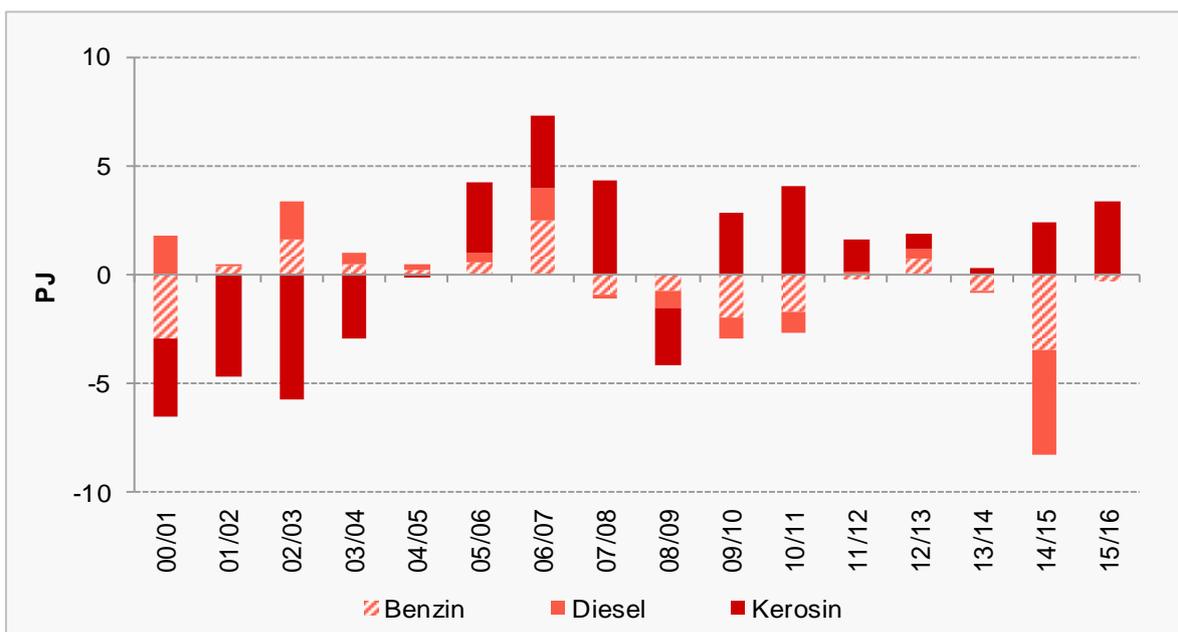
Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2017

Bei Benzin und Diesel ergeben sich die jährlichen Änderungen des Tanktourismus aufgrund von Verschiebungen der Preisdifferenziale gegenüber dem grenznahen Ausland. Der Benzinpreis war im Ausland in den Jahren 2000 bis 2016 immer höher als im Inland (ausgenommen gegenüber Österreich); entsprechend lag der Inlandabsatz stets über dem Inlandverbrauch. Als Folge der Aufgabe des Euro-Mindestkurses der Schweizer Nationalbank entfiel anfangs 2015 der Preisvorteil des Schweizer Benzins gegenüber dem benachbarten Ausland. Deshalb ist die Nettomenge an Benzin, welche hier als Tanktourismus ausgewiesen wird, von 14.5 PJ im Jahr 2000 auf 8.0 PJ im Jahr 2016 gesunken (-6.5 PJ ggü. 2000).

Beim Dieselpreis verhielt es sich in den Jahren 2000 bis 2002, 2015 und 2016 umgekehrt: Der Inlandpreis lag im Mittel über dem Preis im grenznahen Ausland. Schweizer Verbraucher tankten in diesen Jahren Diesel vermehrt im grenznahen Ausland. Folglich war der Inlandverbrauch grösser als der Inlandabsatz, im Jahr 2000 um 3.5 PJ. Die Preisdifferenzen beim Diesel haben sich seit dem Jahr 2000 kontinuierlich verringert, bis ab 2003 der Inlandpreis unter dem Preis im grenznahen Ausland lag. Aufgrund des nun zunehmend höheren Dieselpreises im grenznahen Ausland stieg der Tanktourismus im Inland bis ins Jahr 2007 an. Ab dem Jahr 2008 begann sich das Preisdifferential zwischen Inland und grenznahem Ausland wieder zu verringern. Ab dem Jahr 2011 lag der Inlandpreis nur noch leicht unter dem Preis im grenznahen Ausland, wobei das Ausmass je nach Grenzland variiert. In 2016 lag der Inlandpreis wieder deutlich über dem Preis im grenznahen Ausland (u.a. aufgrund der Aufgabe des Euro-Mindestkurses anfangs 2015), der Inlandabsatz lag um 4.3 PJ unter dem Inlandverbrauch. Die Dieselmenge, welche hier als Tanktourismus ausgewiesen wird, ist von -3.5 PJ im Jahr 2000 auf -4.3 PJ im Jahr 2016 gesunken (-0.8 PJ ggü. 2000).

Der Kerosinabsatz sank von 68.3 PJ im Jahr 2000 auf 50.1 PJ im Jahr 2005. In den Jahren 2006 bis 2016 hat der Kerosinabsatz wieder mehrheitlich zugenommen und lag im Jahr 2016 bei 73.7 PJ (+5.4 PJ ggü. 2000). Der Inlandverbrauch ist um 0.9 PJ zurückgegangen, während der Verbrauch des internationalen Flugverkehrs gegenüber dem Jahr 2000 um 6.3 PJ zugenommen hat.

Abbildung 5-12: Veränderung des Tanktourismus und des internationalen Flugverkehrs nach Energieträgern und Jahren, 2000 bis 2016, in PJ



Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2017

6 Die Veränderungen der Energieträger im Einzelnen

6.1 Elektrizität

Im Zeitraum 2000 bis 2016 erhöhte sich gemäss den Bottom-Up-Modellen der Stromverbrauch um 17.6 (gemäss GEST +21.1 PJ). Die Zunahme ist hauptsächlich auf die Mengeneffekte zurückzuführen (+39.6 PJ), welche durch die Haushalte (+18.5 PJ) und den Dienstleistungssektor (+14.6 PJ) dominiert werden (Tabelle 6-1). In geringerem Ausmass haben auch die Struktureffekte im Sektor Haushalte (+10.5 PJ) zum Anstieg des Stromverbrauchs beigetragen. Die Witterung in 2016 erhöhte den Verbrauch um 1.4 PJ.

Gedämpft wurde der Anstieg des Stromverbrauchs im Zeitraum 2000 bis 2016 durch den Faktor Technik und Politik (-26.7 PJ). Dabei wurde der Grossteil der Einsparungen bei den Haushalten realisiert (-19 PJ). Der technische Fortschritt (Senkung der spezifischen Verbräuche bei Geräten, Anlagen und bei der Beleuchtung) und die energiepolitischen Instrumente reichten aber nicht aus, um die verbrauchstreibenden Mengeneffekte zu kompensieren.

Tabelle 6-1: Veränderung des Stromverbrauchs nach Bestimmungsfaktoren und Sektoren, 2016 gegenüber 2000, in PJ

	Witterung	Mengeneffekte	Technik / Politik	Substitution	Struktureffekte	Joint-Effekte	Summe Modelle
Private Haushalte	0.6	18.5	-19.0	-0.3	10.5	-0.7	9.6
Industrie	0.1	4.3	-2.7	-0.4	-2.4	-0.5	-1.6
Dienstleistungen	0.7	14.6	-5.1	0.8	-1.5	-2.3	7.3
Verkehr	0.0	2.1	0.1	0.0	0.0	0.0	2.2
Summe	1.4	39.6	-26.7	0.0	6.6	-3.4	17.6

Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2017

In Tabelle 6-2 und Abbildung 6-1 sind die Effekte der unterschiedenen Bestimmungsfaktoren auf die Entwicklung des Stromverbrauchs in einzelnen Jahresschritten abgebildet. Die Effekte von Technik und Politik weisen in den Jahren 2000 bis 2014 eine steigende Tendenz auf (zunehmende Reduktionswirkung). Bei den Mengeneffekten zeigt sich eine ausgeprägte Dynamik, die sich durch eine steil ansteigende Verbrauchszunahme bis ins Jahr 2007 und einen kräftigen Rückgang in 2009 (und 2015) ausdrückt. In den Jahren 2010 bis 2014 und 2016 zeigen sich wieder grössere verbrauchstreibende Mengeneffekte.

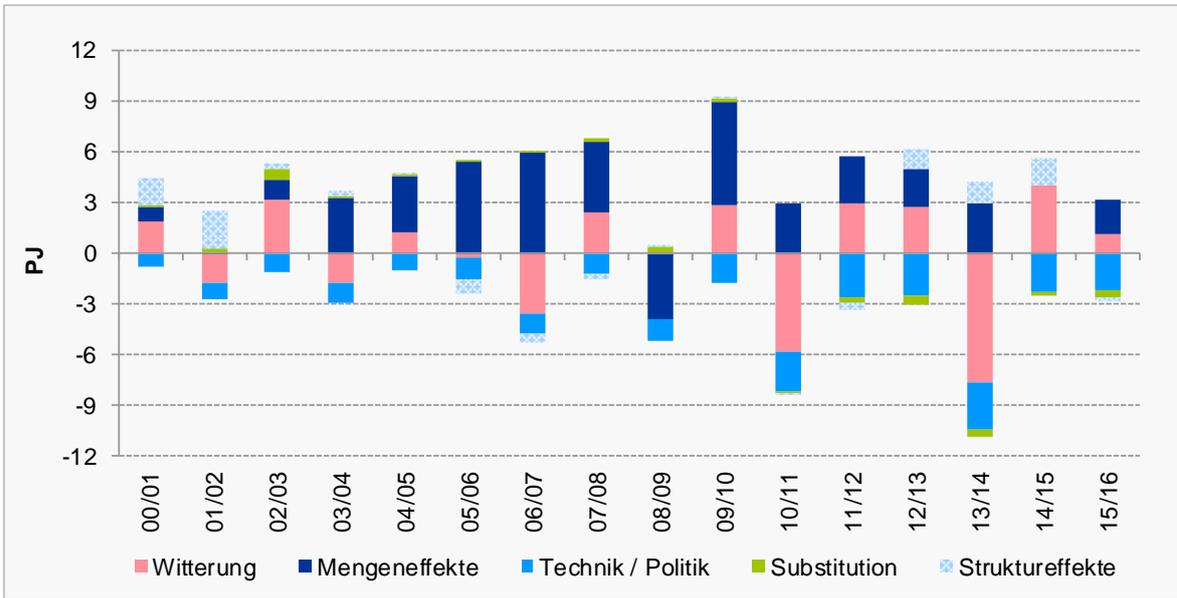
Tabelle 6-2: Veränderung des Stromverbrauchs nach Bestimmungsfaktoren und Jahren, 2000 bis 2016, in PJ

	Witterung	Mengen- effekte	Technik / Politik	Substitu- tion	Struktur- effekte	Joint- Effekte	Summe Modelle	Energie- statistik
00/01	1.8	0.9	-0.8	0.1	1.6	-0.3	3.3	5.0
01/02	-1.8	0.1	-1.0	0.2	2.3	-0.4	-0.6	1.0
02/03	3.1	1.2	-1.1	0.6	0.4	0.1	4.3	3.9
03/04	-1.7	3.3	-1.2	0.1	0.3	-0.2	0.6	3.8
04/05	1.2	3.3	-1.0	0.1	0.0	-0.2	3.5	4.2
05/06	-0.3	5.4	-1.3	0.1	-0.9	-0.3	2.8	1.6
06/07	-3.6	5.9	-1.2	0.1	-0.5	-0.3	0.6	-1.3
07/08	2.4	4.2	-1.2	0.1	-0.3	-0.1	5.1	4.7
08/09	-0.1	-3.8	-1.4	0.3	0.1	-0.2	-5.0	-4.4
09/10	2.8	6.1	-1.8	0.2	0.2	-0.1	7.5	8.3
10/11	-5.9	3.0	-2.4	0.0	-0.2	-0.1	-5.6	-4.3
11/12	3.0	2.7	-2.6	-0.4	-0.4	0.1	2.4	1.3
12/13	2.7	2.3	-2.5	-0.5	1.2	-0.4	2.8	1.3
13/14	-7.6	2.9	-2.8	-0.4	1.3	-0.3	-7.0	-6.7
14/15	4.0	0.0	-2.3	-0.2	1.6	-0.4	2.8	2.8
15/16	1.1	2.1	-2.2	-0.4	-0.2	-0.2	0.2	0.0
Δ '00 – '16	1.4	39.6	-26.7	0.0	6.6	-3.4	17.6	21.1

Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2017

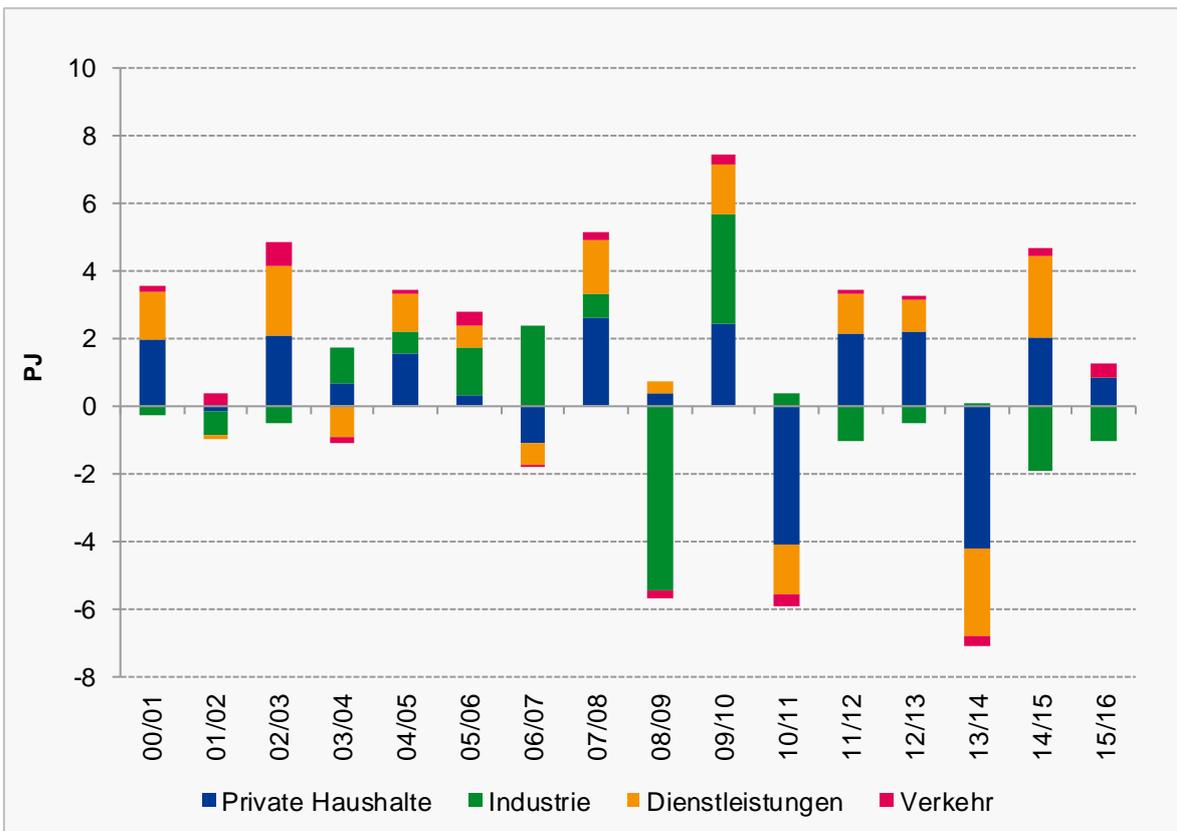
Der Verlauf der Mengeneffekte und der Struktureffekte wurde erheblich durch die Entwicklung im Industriesektor geprägt. Da sich diese beiden Effekte mehrheitlich kompensieren, sind die jährlichen Netto-Verbrauchsänderungen im Industriesektor in den meisten Jahren vergleichsweise gering (Ausnahmen: 2009 und 2010; Abbildung 6-2). Im Haushaltsektor und im Dienstleistungssektor spielt die Bereitstellung von Raumwärme (und Klimakälte) durch Strom (sowohl mit Direktheizungen als auch mit Wärmepumpen) eine viel bedeutendere Rolle als im Industriesektor. Folglich sind die Veränderungen des Stromverbrauchs in diesen Sektoren stärker von den Witterungsschwankungen beeinflusst. Diese erklären ebenfalls die grossen Verbrauchsschwankungen zwischen den einzelnen Jahren, unter anderem die starken Rückgänge in den warmen Jahren 2011 und 2014. Während im Industriesektor (-2.4 PJ) und im Dienstleistungssektor (-1.5 PJ) die Struktureffekte im Zeitraum 2000 bis 2016 insgesamt zu einer Reduktion des Stromverbrauchs führten, trugen sie bei den Haushalten zu einer Verbrauchszunahme bei (+10.5 PJ).

Abbildung 6-1: Veränderung des Stromverbrauchs nach Bestimmungsfaktoren und Jahren, 2000 bis 2016, in PJ



Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2017

Abbildung 6-2: Veränderung des Stromverbrauchs nach Sektoren und Jahren, 2000 bis 2016, in PJ



Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2017

Gegenüber dem Vorjahr 2015 hat sich der Stromverbrauch kaum verändert (Modell +0.2 PJ, GEST -0.03 PJ). Die verbrauchssteigernden Effekte durch die wachsenden Mengen und die kühlere Witterung wurden durch die gesteigerte Effizienz und in kleinerem Ausmass durch Substitution und Struktureffekte kompensiert (Tabelle 6-2). Bereinigt um den Witterungseffekt, ergibt sich gegenüber dem Vorjahr 2015 ein Verbrauchsrückgang von 1.0 PJ.

6.2 Heizöl extra-leicht

Der seit den 1990er-Jahren beobachtete, vorwiegend autonome Trend „weg vom Heizöl“ setzte sich auch in den Jahren nach 2000 fort. Das Heizöl weist in der Periode 2000 bis 2016 neben dem Benzin mit 64.8 PJ den grössten Rückgang aller Energieträger auf (GEST -64 PJ). Der kräftige Rückgang ist vorwiegend auf die Effekte Technik und Politik sowie auf Substitutionen zurückzuführen (Tabelle 6-3). Die jährlichen Effekte von Technik und Politik (u.a. energetische Gebäudesanierungen, Verbesserung der Anlagenwirkungsgrade) bewirkten in den Jahren 2000 bis 2016 eine annähernd konstante Verbrauchsreduktion; insgesamt senkten sie den Verbrauch um 36.8 PJ. Die Substitution trug ebenfalls in jedem Jahr zur Reduktion des Verbrauchs bei, insgesamt um 61.4 PJ. Substituiert wurde das Heizöl vorwiegend durch Erdgas, zunehmend aber auch durch Umweltwärme und Strom (elektrische Wärmepumpen) sowie in geringerem Masse durch Holz und Fernwärme. Die Verbrauchseinsparung wurde teilweise durch die Mengeneffekte kompensiert, welche insgesamt mit 27.4 PJ zur Steigerung des Verbrauchs beitrugen.

Tabelle 6-3: Veränderung des Heizölverbrauchs nach Bestimmungsfaktoren und Sektoren, 2016 gegenüber 2000, in PJ

	Witterung	Mengeneffekte	Technik / Politik	Substitution	Struktureffekte	Joint-Effekte	Summe Modelle
Private Haushalte	4.7	23.0	-22.0	-39.4	0.1	0.3	-33.3
Industrie	0.8	1.0	-3.8	-9.8	-0.8	-2.8	-15.4
Dienstleistungen	3.4	3.4	-11.0	-12.1	-0.6	0.8	-16.2
Verkehr	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Summe	9.0	27.4	-36.8	-61.4	-1.3	-1.7	-64.8

Quelle: Prognos, TEP, Infras 2017

Der Witterungseffekt ist wesentlich zum Verständnis der jährlichen Verbrauchsentwicklung (Tabelle 6-4 und Abbildung 6-3). Das Jahr 2016 war kühler als das Jahr 2000 (HGT +6.5 %). In der Summe der einzelnen Jahreseffekte 2000 bis 2016 hat die Witterung den

Verbrauch um 9.0 PJ erhöht. Die Struktureffekte waren von untergeordneter Bedeutung. Es zeigten sich wechselnde Vorzeichen, insgesamt reduzierten sie den Verbrauch um 1.3 PJ.

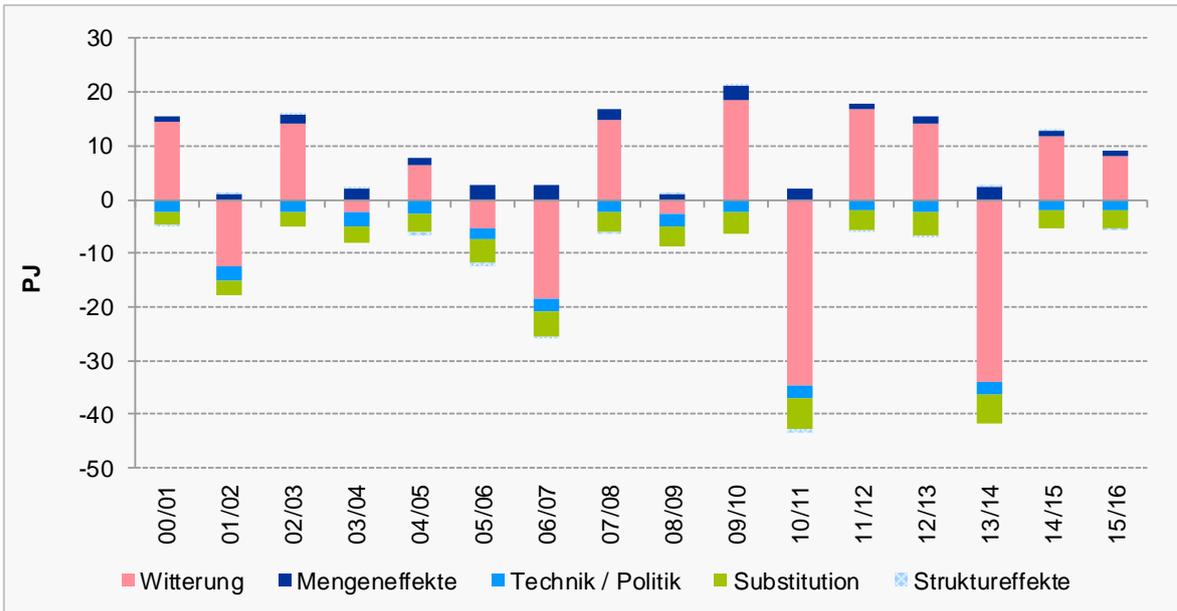
Tabelle 6-4: Veränderung des Heizölverbrauchs nach Bestimmungsfaktoren und Jahren, 2000 bis 2016, in PJ

	Witterung	Mengen- effekte	Technik / Politik	Substitu- tion	Struktur- effekte	Joint- Effekte	Summe Modelle	Energie- statistik
00/01	14.4	1.2	-2.2	-2.5	-0.2	-0.4	10.3	16.9
01/02	-12.6	1.0	-2.6	-2.5	0.4	-0.8	-17.1	-16.3
02/03	14.1	1.7	-2.5	-2.5	0.2	1.2	12.2	11.2
03/04	-2.5	2.0	-2.6	-3.1	0.3	0.0	-5.8	-4.4
04/05	6.3	1.5	-2.6	-3.6	-0.5	0.1	1.2	1.8
05/06	-5.3	2.7	-2.3	-4.3	-0.5	0.1	-9.5	-9.7
06/07	-18.5	2.8	-2.4	-4.6	-0.2	0.0	-22.9	-24.6
07/08	14.8	2.0	-2.2	-4.0	-0.2	0.6	11.0	8.0
08/09	-2.6	1.1	-2.3	-3.9	0.0	-0.4	-8.1	-5.6
09/10	18.6	2.6	-2.4	-3.9	0.1	0.6	15.8	8.9
10/11	-34.7	2.0	-2.4	-5.8	-0.5	-0.9	-42.3	-38.5
11/12	16.9	0.8	-2.1	-3.7	-0.2	0.0	11.7	10.3
12/13	14.0	1.3	-2.2	-4.5	-0.2	-0.5	7.9	8.3
13/14	-33.9	2.2	-2.3	-5.5	0.2	-0.7	-40.0	-40.2
14/15	11.8	1.1	-1.8	-3.5	0.0	-0.2	7.3	6.9
15/16	8.0	1.2	-1.9	-3.6	0.0	-0.3	3.5	3.0
Δ '00 – '16	9.0	27.4	-36.8	-61.4	-1.3	-1.7	-64.8	-64.0

Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2017

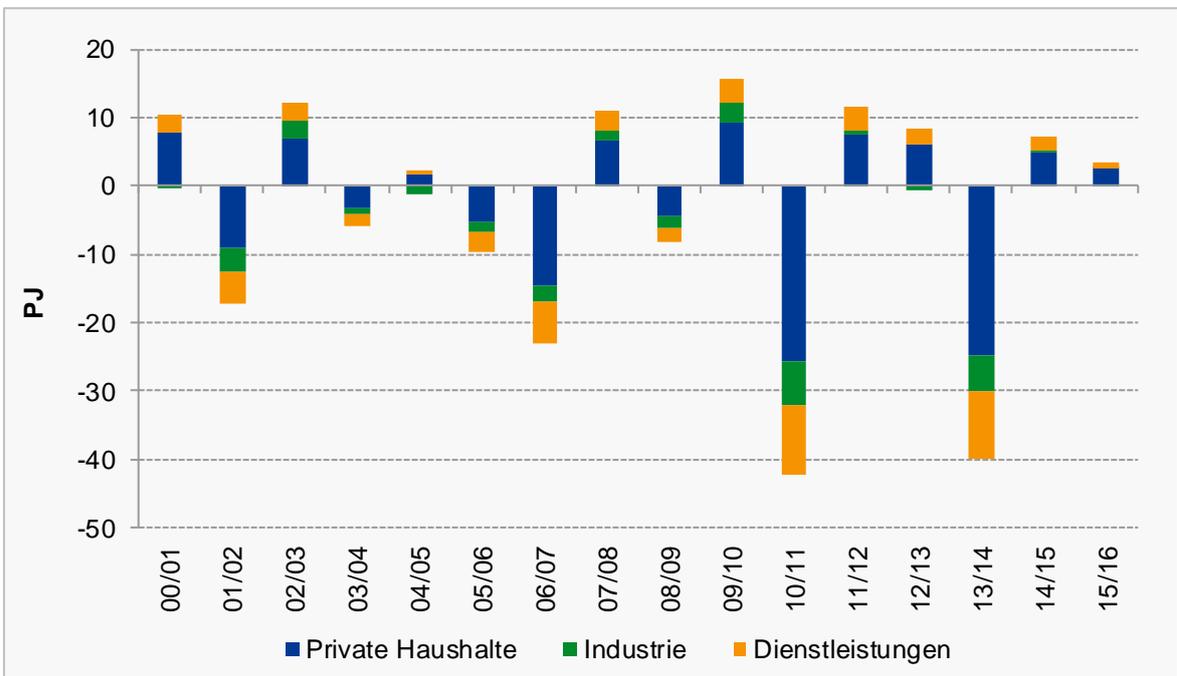
Die Aufteilung der jährlichen Verbrauchsänderungen auf die Sektoren ist in Abbildung 6-4 illustriert. Die jährlichen Effekte sind in der Regel in allen Sektoren gleichgerichtet (gleiches Vorzeichen) und stark durch die Witterung beeinflusst. Über die Hälfte der jährlichen Verbrauchsänderungen entfällt auf die Haushalte (im Mittel 61 %).

Abbildung 6-3: Veränderung des Heizölverbrauchs nach Bestimmungsfaktoren und Jahren, 2000 bis 2016, in PJ



Quelle: Prognos, TEP, Infras 2017

Abbildung 6-4: Veränderung des Heizölverbrauchs nach Sektoren und Jahren, 2000 bis 2016, in PJ



Quelle: Prognos, TEP, Infras 2017

6.3 Erdgas

Der Erdgasverbrauch lag 2016 um 24.2 PJ höher als im Jahr 2000 (gemäss GEST +23.5 PJ). In diesen Mengen nicht enthalten ist der Verbrauchsanstieg von 0.6 PJ Antriebsgasen aus dem Verkehrssektor. Den grössten Einfluss auf die Verbrauchsentwicklung übte die Substitution aus (Tabelle 6-5). Unter den Brennstoffen ist Erdgas der grosse „Substitutionsgewinner“ (+24.8 PJ). Die Substitution erfolgte vorwiegend zu Lasten des Heizöls; über 40 % der Substitutionsverluste von Heizöl seit 2000 dürfte durch Erdgas ersetzt worden sein. Damit zeigt die Entwicklung des Gasverbrauchs die „andere Seite“ des Trends weg vom Heizöl.

Die Verbrauchszunahme ist auch eng an die Bevölkerungs- und Wirtschaftsentwicklung geknüpft. Die Mengeneffekte im Haushaltssektor (+9.1 PJ), in der Industrie (+2.3 PJ) und im Dienstleistungssektor (+3.1 PJ) haben massgeblich zur gesteigerten Nutzung von Erdgas beigetragen.

Gebremst wurde der Erdgasverbrauch durch Technik- und Polikeffekte, insbesondere durch die Steigerung der Anlageneffizienz und die Verbesserung der Wärmedämmung bei Gebäudehüllen. Die damit erzielte Reduktion von 17.2 PJ liegt unter den mengen- und substitutionsbedingten Verbrauchszunahmen. In der Summe über die Jahre 2000 bis 2016 wirkten auch die Struktureffekte dämpfend auf den Verbrauch (-4.3 PJ). Von Bedeutung sind diese aber nur im Industrie- und im Dienstleistungssektor.

Tabelle 6-5: Veränderung des Erdgasverbrauchs nach Bestimmungsfaktoren und Sektoren, 2016 gegenüber 2000, in PJ

	Witterung	Mengeneffekte	Technik / Politik	Substitution	Struktureffekte	Joint-Effekte	Summe Modelle
Private Haushalte	1.5	9.1	-11.0	13.5	-0.2	-0.3	12.6
Industrie	0.5	2.3	-2.8	7.2	-3.1	3.3	7.3
Dienstleistungen	0.8	3.1	-3.5	4.0	-0.9	0.8	4.3
Verkehr	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Summe	2.8	14.4	-17.2	24.8	-4.3	3.8	24.2

Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2017

Die Witterung in 2016 erhöhte den Erdgasverbrauch gegenüber dem Ausgangsjahr 2000 um 2.8 PJ. Der Witterungseffekt ist in der Regel bei der mittel- bis längerfristigen Verbrauchsentwicklung von geringer Bedeutung, hingegen dominiert dieser Effekt bei der Betrachtung der einzelnen jährlichen Veränderungen (Tabelle 6-6 und Abbildung 6-5). Wird die Verbrauchszunahme 2000 bis 2016

in Höhe von 24.2 PJ um den Witterungseffekt bereinigt, ergibt sich ein Verbrauchszuwachs von 21.5 PJ.

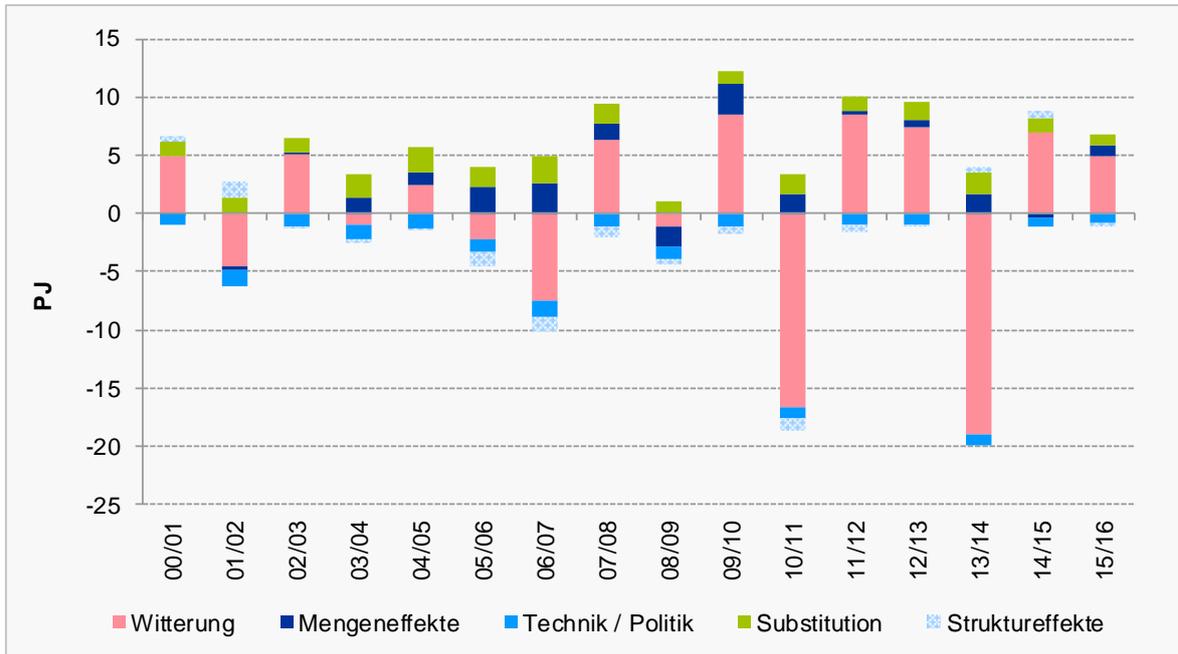
Der Substitutionseffekt belief sich im Mittel auf +1.5 PJ pro Jahr. Die jährlichen Einsparungen durch Technik und Politik waren nahezu konstant (-1.1 PJ). Die jährlichen Mengeneffekte wuchsen hingegen aufgrund der Verknüpfung mit dem Wirtschaftswachstum und der Bevölkerungsentwicklung (Energiebezugsflächen, Konsum, Industrieproduktion) bis ins Jahr 2007 deutlich an. Die nachfragedämpfende Wirkung der bis ins Jahr 2008 zunehmend steigenden Erdgaspreise scheint verhältnismässig gering gewesen zu sein. Der Rückgang des Gasverbrauchs im Jahr 2009 hängt eng mit der Konjunktorentwicklung zusammen. Im Industriesektor bewirkten die Mengeneffekte im Jahr 2009 für sich allein einen Rückgang des Erdgasverbrauchs um 2.4 PJ. Über alle Sektoren und Bestimmungsfaktoren betrachtet ergab sich in 2009 ein Rückgang um insgesamt 2.5 PJ.

Tabelle 6-6: Veränderung des Erdgasverbrauchs nach Bestimmungsfaktoren und Jahren, 2000 bis 2016, in PJ

	Witterung	Mengen- effekte	Technik / Politik	Substitu- tion	Struktur- effekte	Joint- Effekte	Summe Modelle	Energie- statistik
00/01	4.9	-0.1	-0.8	1.4	0.4	0.1	5.8	3.9
01/02	-4.5	-0.4	-1.3	1.4	1.4	0.0	-3.5	-2.2
02/03	5.1	0.1	-1.1	1.3	-0.1	0.0	5.3	5.1
03/04	-1.0	1.3	-1.3	2.0	-0.3	0.3	1.0	3.4
04/05	2.4	1.2	-1.2	2.1	-0.1	0.5	4.8	3.0
05/06	-2.2	2.2	-1.2	1.8	-1.3	0.6	0.0	-2.1
06/07	-7.5	2.6	-1.3	2.3	-1.3	0.2	-5.1	-2.4
07/08	6.3	1.5	-1.1	1.7	-1.0	0.7	8.1	6.5
08/09	-1.1	-1.7	-1.1	1.1	-0.4	0.9	-2.5	-4.5
09/10	8.5	2.6	-1.1	1.1	-0.6	0.2	10.7	11.3
10/11	-16.6	1.7	-1.0	1.7	-1.0	0.0	-15.2	-11.7
11/12	8.4	0.4	-0.9	1.2	-0.7	0.5	8.9	10.1
12/13	7.4	0.7	-1.0	1.5	-0.1	0.1	8.6	6.4
13/14	-19.0	1.6	-1.0	1.9	0.5	-0.3	-16.4	-13.6
14/15	6.9	-0.3	-0.8	1.2	0.6	0.1	7.7	5.9
15/16	4.9	0.9	-0.8	1.0	-0.3	0.1	5.8	4.3
Δ '00 – '16	2.8	14.4	-17.2	24.8	-4.3	3.8	24.2	23.5

Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2017

Abbildung 6-5: Veränderung des Erdgasverbrauchs nach Bestimmungsfaktoren, 2000 bis 2016, in PJ



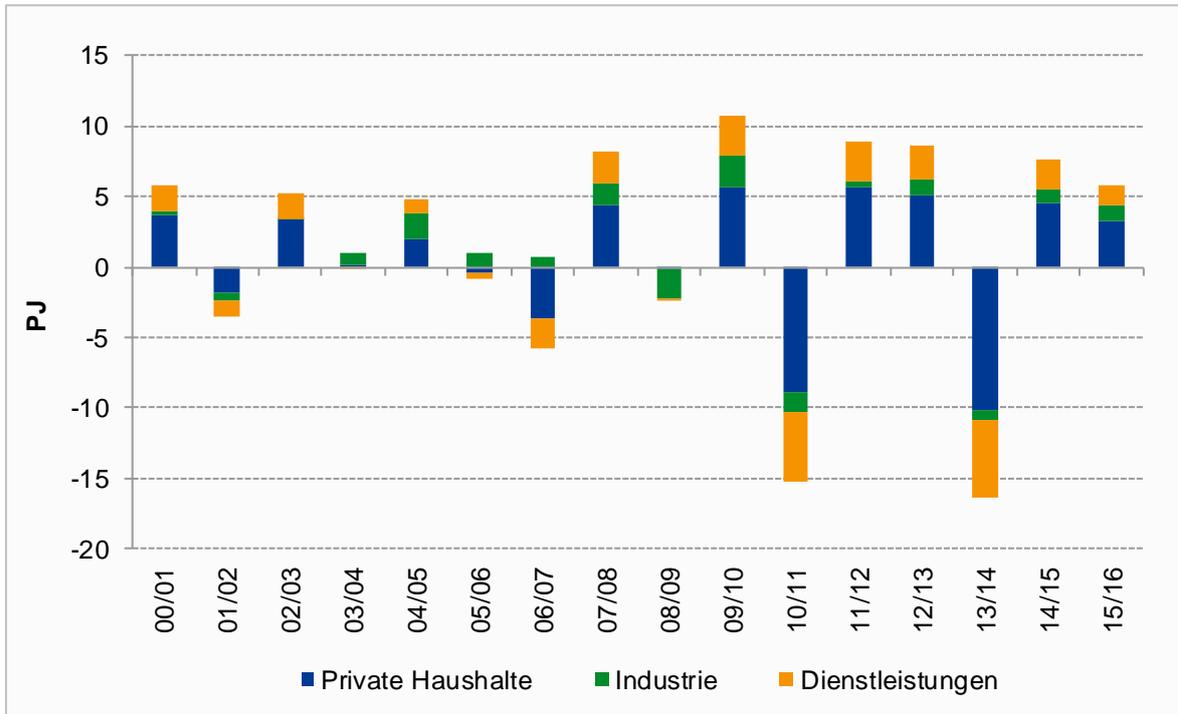
Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2017

In den meisten Jahren trug der Haushaltssektor am stärksten zu den Verbrauchsänderungen bei (insgesamt +12.6 PJ; Abbildung 6-6). Hier und im Dienstleistungssektor wird Erdgas überwiegend zur Erzeugung von Raumwärme eingesetzt. Dadurch sind die jährlichen sektoralen Verbräuche stark von der Witterung beeinflusst und es zeigen sich ausgeprägte Jahresschwankungen.

Im Industriesektor ist die Erzeugung von Prozesswärme von größerer Bedeutung als die Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser. Dadurch unterliegen die jährlichen Verbrauchsänderungen im Industriesektor stärker den konjunkturellen als den witterungsbedingten Einflüssen. Dies erklärt die Verbrauchszunahmen in den warmen Jahren 2006 und 2007. Teilweise kompensieren sich die Mengen- und Struktureffekte. Insgesamt erhöhte sich der Erdgasverbrauch im Industriesektor um 7.3 PJ.

Der Einsatz von Erdgas im Verkehrssektor ist noch unbedeutend. Entsprechend ist dessen Anteil an den Verbrauchsänderungen von Erdgas noch fast vernachlässigbar. Die geringen Mengen an CNG, die in den Jahren 2000 bis 2016 eingesetzt wurden (0.6 PJ in 2016), sind deshalb in den Angaben in Kapitel 6.3 nicht enthalten.

Abbildung 6-6: Veränderung des Erdgasverbrauchs nach Sektoren und Jahren, 2000 bis 2016, in PJ



Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2017

6.4 Holz, Biogas, Umwelt- und Solarwärme

Der Verbrauch von Holz, Biogas, Umwelt- und Solarwärme hat gemäss den Modellrechnungen in den Jahren 2000 bis 2016 um 25.0 PJ, gemäss der Gesamtenergiestatistik um 25.6 PJ zugenommen (Tabelle 6-7; ohne Biotreibstoffe). Die relativen Zunahmen, bezogen auf die Ausgangsmengen der jeweiligen Energieträger im Jahr 2000, waren hoch: Umwelt- und Solarwärme +277 %, Holz +42 % und Biogas +25 %. Wie in Kapitel 3.1 gezeigt, sind die Anteile dieser Energieträger am Endverbrauch immer noch gering. Dies gilt insbesondere für Biogas mit einem Verbrauch von rund 1.8 PJ im Jahr 2016 (0.2 % vom Gesamtverbrauch).

Der Verbrauchsanstieg erklärt sich hauptsächlich durch die Substitutionsgewinne (+21.9 PJ), vorwiegend zu Lasten des Heizöls. Der Substitutionseffekt weist im Betrachtungszeitraum eine steigende Tendenz auf (Tabelle 6-8). Die Mengeneffekte (+8.0 PJ), insbesondere durch die Zunahme der Wohnfläche im Haushaltssektor, spielten ebenfalls eine bedeutende Rolle für den Verbrauchsanstieg. Die jährlichen Mengeneffekte sind auch durch die Wirtschaftsentwicklung beeinflusst und variieren deutlich in der Höhe.

Tabelle 6-7: Veränderung des Verbrauchs an Holz, Biogas, Umwelt- und Solarwärme (ohne Biotreibstoffe) nach Bestimmungsfaktoren und Sektoren, 2016 gegenüber 2000, in PJ

	Witterung	Mengen- effekte	Technik / Politik	Substitution	Struktur- effekte	Joint- Effekte	Summe Modelle
Private Haushalte	0.9	5.6	-6.9	12.1	0.4	0.0	12.1
Industrie	0.3	0.5	0.0	6.8	-1.1	0.8	7.2
Dienstleistungen	-0.1	1.9	0.4	3.0	-0.3	0.8	5.7
Verkehr	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Summe	1.1	8.0	-6.6	21.9	-1.0	1.6	25.0

Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2017

Tabelle 6-8: Veränderung des Verbrauchs an Holz, Biogas, Umwelt- und Solarwärme (ohne Biotreibstoffe) nach Bestimmungsfaktoren und Jahren, 2000 bis 2016, in PJ

	Witterung	Mengen- effekte	Technik / Politik	Substitution	Struktur- effekte	Joint- Effekte	Summe Modelle	Energie- statistik
00/01	2.0	0.3	-0.2	0.6	0.0	0.0	2.6	2.3
01/02	-1.9	0.2	-0.3	0.8	0.1	-0.1	-1.3	-1.1
02/03	2.1	0.3	-0.3	0.5	0.0	0.2	2.9	2.4
03/04	-0.3	0.5	-0.3	0.6	0.0	0.1	0.5	0.1
04/05	1.1	0.4	-0.4	0.9	-0.1	0.2	2.1	1.8
05/06	-0.9	0.7	-0.4	1.1	-0.1	0.2	0.8	0.8
06/07	-3.5	0.8	-0.4	1.5	-0.1	0.0	-1.6	-0.5
07/08	2.9	0.6	-0.4	1.2	-0.2	0.3	4.4	4.8
08/09	-0.5	0.1	-0.4	1.6	-0.2	0.1	0.7	2.0
09/10	4.1	0.9	-0.5	1.4	-0.2	0.4	6.2	5.5
10/11	-8.3	0.8	-0.6	2.5	-0.3	-0.3	-6.1	-5.0
11/12	4.3	0.3	-0.4	1.7	-0.5	0.2	5.4	5.5
12/13	3.9	0.5	-0.5	1.9	0.5	0.1	6.5	5.2
13/14	-10.5	0.9	-0.6	2.6	-0.1	-0.3	-8.0	-6.8
14/15	3.8	0.3	-0.5	1.4	0.2	0.2	5.4	4.2
15/16	3.0	0.5	-0.4	1.4	0.0	0.2	4.6	4.4
Δ '00 – '16	1.1	8.0	-6.6	21.9	-1.0	1.6	25.0	25.6

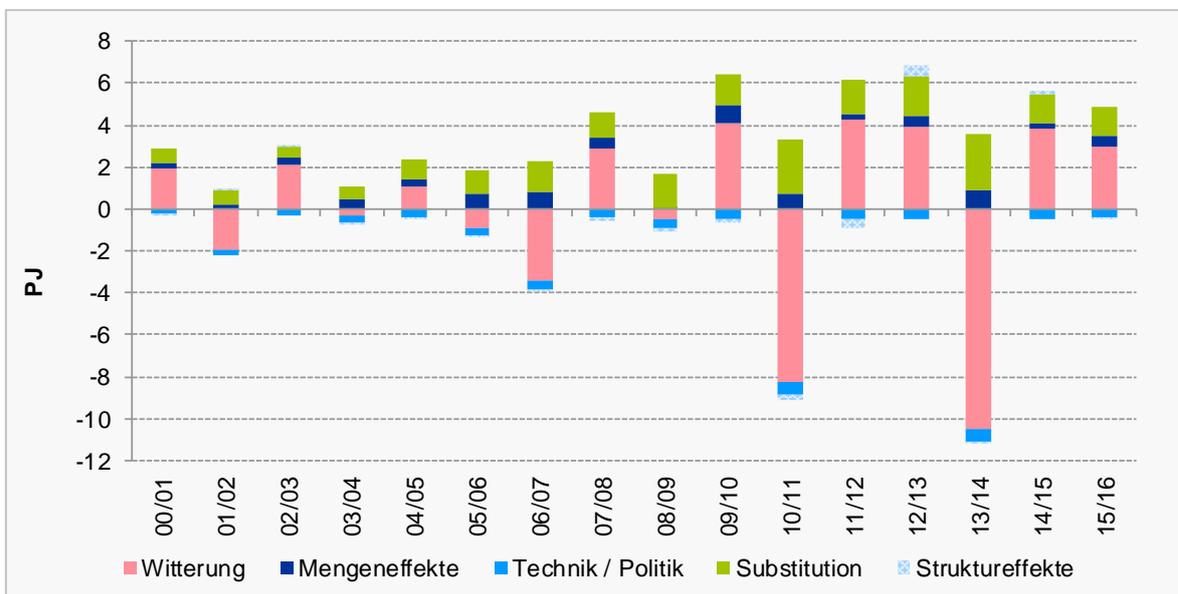
Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2017

Gebremst wurde der Zuwachs durch Technik- und Politikeffekte (-6.6 PJ), beispielsweise durch effizientere Heiz- und Warmwasseranlagen sowie durch besser gedämmte Gebäudehüllen. Die Struktureffekte hatten nur einen geringen Einfluss auf die Verbrauchsänderung. Sie dämpften in den meisten Jahren den Verbrauch, insgesamt um 1.0 PJ.

Holz, Biogas, Umwelt- und Solarwärme werden zur Erzeugung von Wärme, hauptsächlich von Raumwärme und Warmwasser, in der Industrie teilweise auch von Prozesswärme, eingesetzt. Der Verbrauch unterliegt dadurch stark dem Einfluss der Witterung (Tabelle 6-8 und Abbildung 6-7). Die witterungsbereinigten Veränderungen zeigen in allen Jahren eine Verbrauchszunahme, im Mittel um 1.5 PJ. Der witterungsbereinigte Verbrauch hat sich zwischen 2000 und 2016 um 23.9 PJ erhöht.

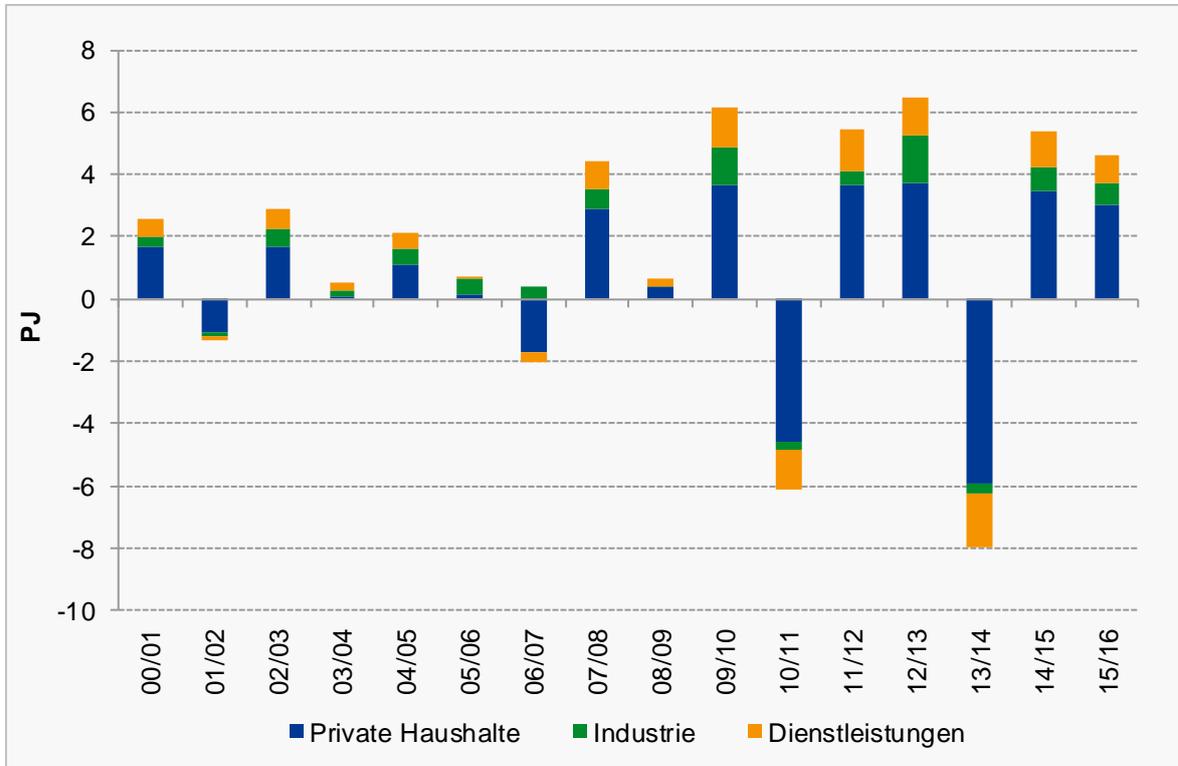
Auf den Haushaltssektor entfällt annähernd die Hälfte der Verbrauchszunahme. Auf den Industriesektor entfallen 29 % der Verbrauchszunahme und auf die Sektoren Dienstleistungen und Landwirtschaft die restlichen 23 % (Abbildung 6-8).

Abbildung 6-7: Veränderung des Verbrauchs an Holz, Biogas, Umwelt- und Solarwärme (ohne Biotreibstoffe) nach Bestimmungsfaktoren und Jahren, 2000 bis 2016, in PJ



Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2017

Abbildung 6-8: Veränderung des Verbrauchs an Holz, Biogas, Umwelt- und Solarwärme (ohne Biotreibstoffe) nach Sektoren und Jahren, 2000 bis 2016, in PJ



Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2017

6.5 Treibstoffe

Bei der Beurteilung der Entwicklung des Treibstoffverbrauchs gilt es zu berücksichtigen, dass die Energiestatistik grundsätzlich Absatzwerte und keine Verbrauchswerte ausweist. Bis zur Ex-Post-Analyse 2011 wurde die Differenz zwischen Absatz und (modelliertem) Verbrauch als „Tanktourismus“ oder als Konsequenz der Anwendung des Territorialprinzips bei den Flugtreibstoffen interpretiert. Seit der Ausgabe 2012 wird der Tanktourismus als eigenständiger Bereich wie ein Verbrauchersegment modelliert. Da die modellierten Werte die Realwerte nie exakt treffen, ergibt sich seither zwischen Inlandverbrauch, Tanktourismus (und int. Flugverkehr) und Absatz jeweils eine geringe Differenz, die als "statistische Differenz" betrachtet werden kann. Des Weiteren wird hier der Verbrauch der Treibstoffe, wie auch in der Energiestatistik, ausschliesslich dem Verkehrssektor zugerechnet. Eine Gliederung des Treibstoffverbrauchs nach Wirtschaftssektoren entfällt daher.

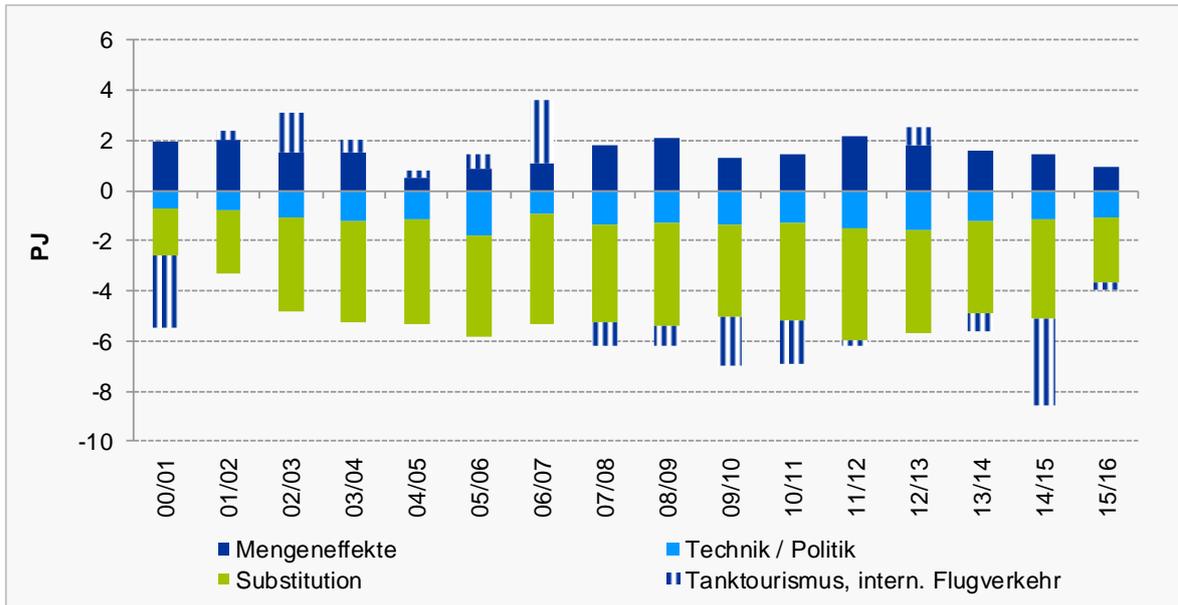
Im Zeitraum 2000 bis 2016 ist der Gesamtabsatz an Treibstoffen, inklusive der biogenen und gasförmigen Treibstoffe, gemäss GEST um 2.5 PJ gestiegen. Der inländische Verbrauch an Treibstoffen ist gemäss dem Verkehrsmodell um 7.7 PJ gewachsen (ohne Elektrizität). Für den Tanktourismus und den internationalen

Flugverkehr weist das Modell einen Rückgang um 1.0 PJ aus (für Benzin und Diesel eine Reduktion um -7.3 PJ, für Kerosin eine Zunahme um 6.3 PJ). In der Differenz zwischen Absatzveränderung gemäss Modell und Absatzveränderung gemäss Energiestatistik schlägt sich vor allem die grosse Unsicherheit über den Split zwischen inländischer Nachfrage und Tanktourismus zu Beginn der Beobachtungsperiode nieder, d.h. im Zeitraum 2000/2001. Die CEPE-Tanktourismus-Studie (CEPE, Infracore, 2010) umfasst Angaben zum Tanktourismus erst ab 2001; zudem fiel die Einführung des Euro in diesen Zeitraum, was die Perzeption der Preisdifferenzen schwieriger und damit die Abschätzung der Wirkungen auf den Tanktourismus unsicherer macht. Eine weitere Unsicherheit rührt vom Umstand her, dass Benzin über die ganze Beobachtungsperiode in der Schweiz (mit Ausnahme von Österreich und seit 2015 auch Frankreich) immer günstiger war als im grenznahen Ausland. Dadurch lässt sich anhand der Analyse der Absatzentwicklung an Tankstellen entlang der Grenze im Vergleich zu Tankstellen in grösserer Distanz zur Grenze die relative Entwicklung des Tanktourismus grob einschätzen. Das absolute Niveau bleibt eine unsichere Grösse. Die Entwicklungen der einzelnen Treibstoffe unterschieden sich deutlich.

6.5.1 Benzin

Der Benzinabsatz hat gemäss dem Verkehrsmodell um 61.1 PJ (-37 %) abgenommen (GEST: -66.6 PJ). Der Rückgang ist hauptsächlich auf die Substitution, welche fast ausschliesslich durch Diesel erfolgte, zurückzuführen (-59.2 PJ; Tabelle 6-9 und Abbildung 6-9). Gleichzeitig ist der Rückgang auch technologischen Verbesserungen und politischen Massnahmen zuzuschreiben (-19.4 PJ). Hingegen hat die Fahrleistung des Flottenbestandes weiter zugenommen und führte zu einem Mengeneffekt von +24.3 PJ. Damit liegen die Effekte von Technik und Politik unter dem Zuwachs der Mengeneffekte. Der Tanktourismus war rückläufig (-6.5 PJ ggü. 2000), insgesamt aber immer noch positiv, d.h. der Absatz war auch in 2016 höher als der Inlandverbrauch (um 8 PJ). Bereinigt um den Tanktourismus verringerte sich im Zeitraum 2000 bis 2016 der Verbrauch im Inland um 54.7 PJ.

Abbildung 6-9: Veränderung des Benzinabsatzes nach Bestimmungsfaktoren und Jahren, 2000 bis 2016, in PJ



Quelle: Prognos, TEP, Infras 2017

Tabelle 6-9: Veränderung des Benzinabsatzes nach Bestimmungsfaktoren und Jahren, 2000 bis 2016, in PJ

	Mengen- effekte	Technik / Politik	Substitution	Tank- tourismus	Joint- Effekte	Summe Modelle	Energie- statistik
00/01	1.9	-0.7	-1.9	-2.9	0.0	-3.6	-4.7
01/02	2.0	-0.8	-2.5	0.4	0.0	-1.0	-3.3
02/03	1.5	-1.1	-3.7	1.6	0.0	-1.7	-0.8
03/04	1.6	-1.2	-4.0	0.5	0.0	-3.2	-2.9
04/05	0.6	-1.2	-4.1	0.2	0.0	-4.5	-4.8
05/06	0.8	-1.8	-4.0	0.6	0.0	-4.3	-4.7
06/07	1.1	-0.9	-4.4	2.5	0.0	-1.7	-1.4
07/08	1.8	-1.4	-3.9	-1.0	0.0	-4.4	-3.2
08/09	2.1	-1.2	-4.2	-0.8	-0.1	-4.1	-3.9
09/10	1.3	-1.4	-3.6	-2.0	0.0	-5.7	-5.0
10/11	1.5	-1.3	-3.9	-1.7	0.0	-5.5	-5.2
11/12	2.2	-1.5	-4.5	-0.2	-0.1	-4.0	-4.5
12/13	1.8	-1.5	-4.2	0.7	0.0	-3.2	-5.7
13/14	1.6	-1.2	-3.7	-0.7	0.0	-4.0	-4.8
14/15	1.5	-1.1	-4.0	-3.5	0.0	-7.2	-8.4
15/16	0.9	-1.1	-2.6	-0.3	0.0	-3.0	-3.3
Δ '00 – '16	24.3	-19.4	-59.2	-6.5	-0.4	-61.1	-66.6

Quelle: Prognos, TEP, Infras 2017

6.5.2 Diesel

Im Gegensatz zum Benzin hat der Dieselabsatz zwischen 2000 und 2016 um 58.9 PJ zugenommen (+103 %; Tabelle 6-10 und Abbildung 6-10). Seit 2014 liegt der Dieselabsatz über dem Benzinabsatz. Hauptursache für den zunehmenden Dieselabsatz waren die Substitutionsgewinne zu Lasten des Benzins (+54.7 PJ). Zugenommen hat aber auch die Fahrleistung der Flotte (Mengeneffekte +12.1 PJ). Die Mengeneffekte sind im Zeitraum 2000 bis 2016 sichtbar angewachsen. Gedämpft wurde der Dieserverbrauch durch die Faktoren Technik und Politik (-6.9 PJ). Im Vergleich zum Benzin (-19.4 PJ) sind diese Effekte deutlich geringer.

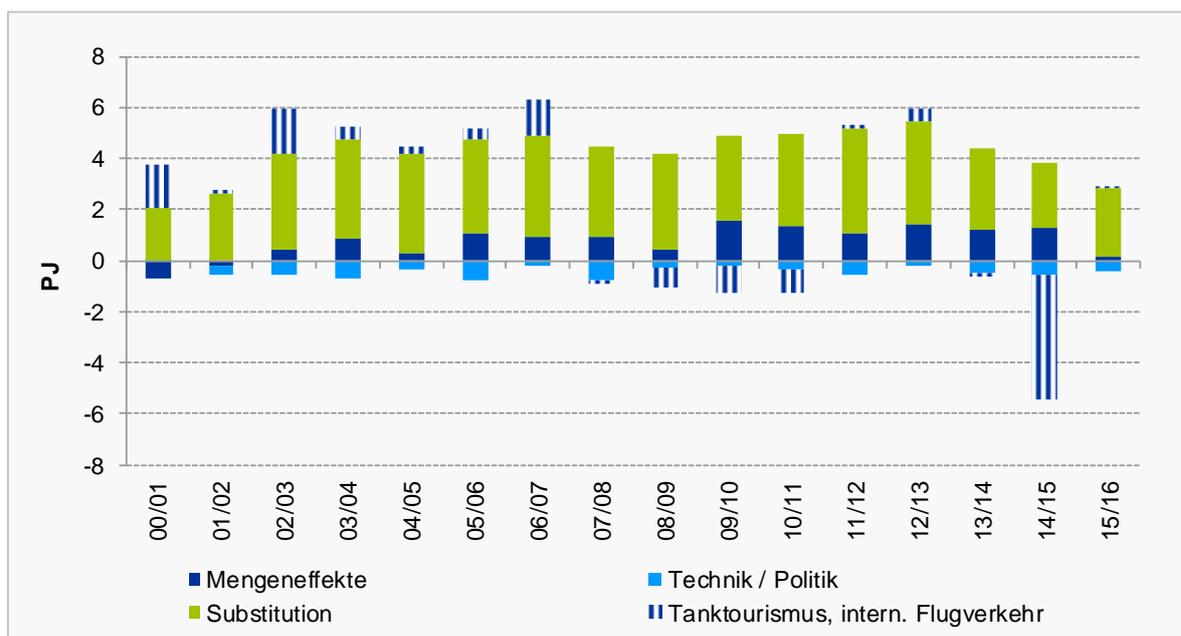
Der Tanktourismus ging insgesamt um -0.8 PJ zurück. Allein zwischen den Jahren 2015 und 2014 verringerte sich der Tanktourismus um 4.9 PJ. Dies hängt stark mit der Wechselkursentwicklung des Schweizer Frankens zum Euro zusammen. Bei der Interpretation des Tanktourismus muss beachtet werden, dass sich die Preisrelation zum grenznahen Ausland bei Diesel anders verhielt als bei Benzin. Im Gegensatz zum Benzin war im Jahr 2000 der Dieselpreis im Ausland tiefer als im Inland. Infolgedessen lag der inländische Dieserverbrauch 3.5 PJ über dem inländischen Absatz. Die Dieselpreisrelation gegenüber dem Ausland, insbesondere gegenüber Deutschland, hat sich seit 2000 verschoben und bis 2003 haben sich die Preisniveaus angeglichen, wodurch die Nettomenge des Dieseltanktourismus gegen Null strebte. In den Jahren 2004 bis 2010 war der Dieselpreis in der Schweiz tiefer als im grenznahen Ausland und es tankten vermehrt Ausländer in der Schweiz. Der Dieselabsatz liegt deshalb in diesen Jahren über dem Inlandverbrauch. Zwischen 2010 bis 2014 lag der Preis im Inland in etwa auf dem Preisniveau im grenznahen Ausland und der Inlandverbrauch entsprach annähernd dem Inlandverbrauch. Insbesondere aufgrund der Wechselkursentwicklung hat sich das Verhältnis seit 2015 wieder gedreht: Die im Inland abgesetzte Menge war um 4.3 PJ geringer als der Inlandverbrauch. Im Jahr 2016 dürfte sich das Ausmass des Tanktourismus nicht wesentlich verändert haben. Der ausgewiesene Rückgang des Tanktourismus im Zeitraum 2000 bis 2016 um 0.8 PJ steht demnach für eine Zunahme des Tanktourismus von Schweizer Verbrauchern im grenznahen Ausland.

Tabelle 6-10: Veränderung des Dieselsabsatzes nach Bestimmungsfaktoren und Jahren, 2000 bis 2016, in PJ

	Mengen- effekte	Technik / Politik	Substitution	Tank- tourismus	Joint- Effekte	Summe Modelle	Energie- statistik
00/01	-0.7	0.0	2.0	1.8	-0.1	3.0	1.0
01/02	-0.2	-0.4	2.6	0.1	0.0	2.2	2.0
02/03	0.4	-0.6	3.8	1.7	-0.1	5.3	3.6
03/04	0.8	-0.7	3.9	0.5	-0.1	4.5	4.6
04/05	0.3	-0.4	3.9	0.3	-0.1	4.0	6.2
05/06	1.1	-0.8	3.7	0.4	-0.1	4.4	6.0
06/07	1.0	-0.2	3.9	1.4	0.0	6.1	5.9
07/08	0.9	-0.8	3.5	-0.2	0.0	3.5	8.3
08/09	0.4	-0.3	3.8	-0.8	0.0	3.2	1.4
09/10	1.6	-0.2	3.3	-1.0	0.0	3.6	3.7
10/11	1.4	-0.3	3.6	-0.9	0.0	3.7	2.7
11/12	1.1	-0.6	4.1	0.2	0.0	4.8	6.2
12/13	1.4	-0.2	4.1	0.5	0.1	5.8	4.9
13/14	1.2	-0.5	3.2	-0.1	0.0	3.8	2.8
14/15	1.3	-0.6	2.6	-4.9	0.0	-1.6	-1.6
15/16	0.2	-0.4	2.7	0.0	0.0	2.4	1.2
Δ '00 – '16	12.1	-6.9	54.7	-0.8	-0.2	58.9	58.9

Quelle: Prognos, TEP, Infras 2017

Abbildung 6-10: Veränderung des Dieselsabsatzes nach Bestimmungsfaktoren und Jahren, 2000 bis 2016, in PJ



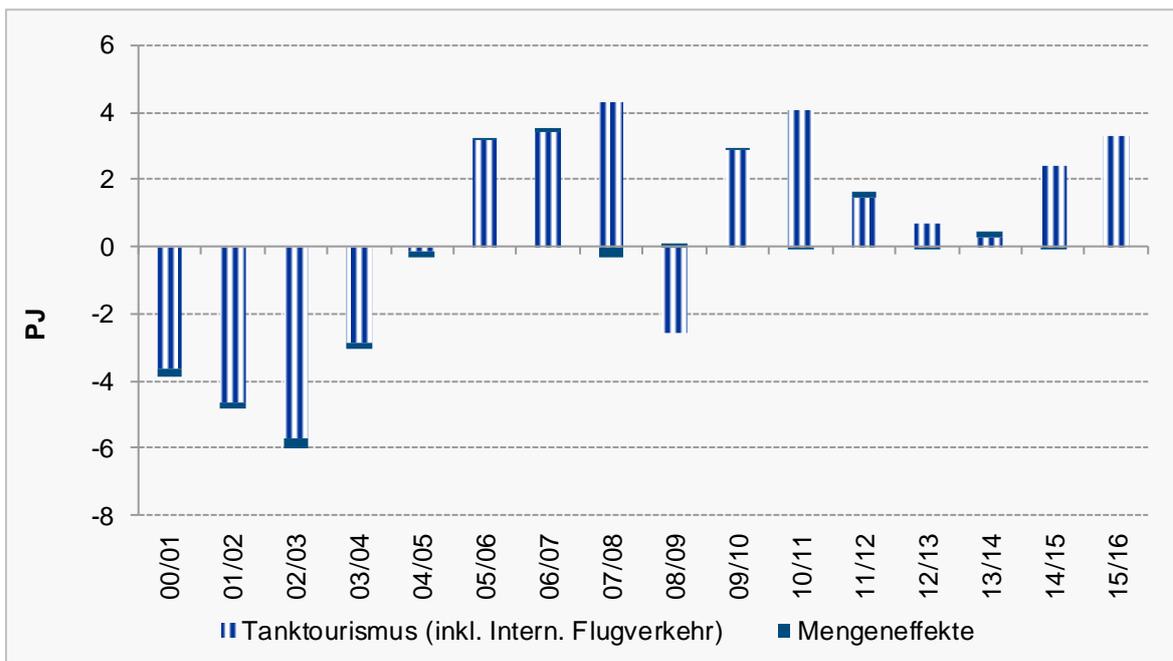
Quelle: Prognos, TEP, Infras 2017

6.5.3 Flugtreibstoffe (Kerosin)

Im Jahr 2016 wurden 5.4 PJ mehr Flugtreibstoffe (Kerosin) abgesetzt als im Jahr 2000 (gemäss GEST +6.1 PJ ggü. 2000). Der Inlandverbrauch, auf welchen lediglich rund 5 % des Kerosinabsatzes entfallen, hat sich zwischen 2000 und 2004 von 4.4 PJ auf 3.5 PJ verringert. Seitdem hat sich der Verbrauch nur unwesentlich verändert. 2016 lag er bei 3.5 PJ (-0.9 PJ ggü. 2000; -20 %). Der Inlandverbrauch setzt sich zu etwa gleichen Teilen aus „zivilem“ und „militärischem“ Verbrauch zusammen. Der Rückgang wird den Mengeneffekten zugeschrieben (Tabelle 6-11 und Abbildung 6-11).

Bei der Entwicklung des internationalen Flugverkehrsaufkommens spielten der Rückgang im Gefolge der Terroranschläge im Jahr 2001, die Turbulenzen der Swiss(air) und die Wirtschaftskrise 2009 eine wesentliche Rolle. Entsprechend entfällt der Absatzrückgang fast ausschliesslich auf die Jahre 2000 bis 2005 und das Wirtschaftskrisenjahr 2009. Ab 2006 haben das internationale Flugverkehrsaufkommen und damit auch der Kerosinabsatz wieder zugenommen. Ursächlich für die Ausweitung in diesen Jahren waren unter anderem die Neustrukturierung des internationalen Kurz- und Mittelstrecken-Verkehrs mit Billigfliegern, an dem die Schweizer Flughäfen ebenfalls beteiligt sind. Im Jahr 2016 lag der Absatz an den internationalen Flugverkehr um 6.3 PJ über dem Absatz in 2000.

Abbildung 6-11: Veränderung des Absatzes von Flugtreibstoffen nach Bestimmungsfaktoren und Jahren, 2000 bis 2016, in PJ



Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2017

Tabelle 6-11: Veränderung des Absatzes von Flugtreibstoffen nach Bestimmungsfaktoren und Jahren, 2000 bis 2016, in PJ

	Mergen- effekte	Technik / Politik	Substitution	internationaler Flugverkehr	Joint-Effekte	Summe Modelle	Energie- statistik
00/01	-0.3	0.0	0.0	-3.6	0.0	-3.9	-3.8
01/02	-0.2	0.0	0.0	-4.7	0.0	-4.9	-4.8
02/03	-0.3	0.0	0.0	-5.7	0.0	-6.0	-6.0
03/04	-0.1	0.0	0.0	-2.9	0.0	-3.0	-3.0
04/05	-0.1	0.0	0.0	-0.2	0.0	-0.3	0.7
05/06	0.0	0.0	0.0	3.2	0.0	3.2	2.5
06/07	0.1	0.0	0.0	3.4	0.0	3.5	3.6
07/08	-0.3	0.0	0.0	4.3	0.0	4.0	4.0
08/09	0.1	0.0	0.0	-2.6	0.0	-2.5	-2.5
09/10	0.1	0.0	0.0	2.9	0.0	2.9	3.0
10/11	-0.1	0.0	0.0	4.1	0.0	4.0	4.1
11/12	0.2	0.0	0.0	1.5	0.0	1.6	1.6
12/13	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.7	0.8
13/14	0.2	0.0	0.0	0.3	0.0	0.5	0.5
14/15	-0.1	0.0	0.0	2.4	0.0	2.3	2.3
15/16	0.0	0.0	0.0	3.3	0.0	3.3	3.4
Δ '00 – '16	-0.9	0.0	0.0	6.3	0.0	5.4	6.1

Quelle: Prognos, TEP, Infras 2017

7 Anhang

Tabelle 7-1: Veränderungen des Endenergieverbrauchs 2016 gegenüber 2000 nach Bestimmungsfaktoren, „Direktvergleich“ 2016 ggü. 2000, in PJ

Einflussfaktor / Energieträger	Witterung	Mengen- effekte	Technik / Politik	Substitution	Struktur- effekte	Tanktourismus / Int. Flugverkehr	Joint-Effekte / Nichtlinearitäten	Summe Modelle	Energie- statistik
Elektrizität	1.4	40.5	-21.6	1.8	3.0	0.0	-7.6	17.6	21.1
Heizöl	9.2	32.5	-38.4	-68.4	-1.8	0.0	1.9	-64.8	-64.0
H M+S	0.1	0.2	-0.8	-1.7	-0.2	0.0	-4.0	-6.4	-5.6
Erdgas	2.7	13.4	-14.3	28.1	-3.5	0.0	-2.1	24.2	23.5
Kohle	0.0	0.5	-0.3	-1.4	0.7	0.0	-1.0	-1.4	-1.0
übrige fossile BS ¹⁾	0.1	0.2	-0.8	-1.6	-0.2	0.0	1.4	-0.9	-1.7
Fernwärme	0.4	2.0	-0.5	4.4	-1.7	0.0	0.5	5.2	6.4
Holz	0.8	5.7	-2.8	7.9	-0.3	0.0	-0.9	10.4	11.8
Biogas ²⁾	0.0	0.3	0.0	0.6	-0.1	0.0	0.1	0.8	0.4
Müll/ Industrieabfälle	0.0	0.7	-0.7	-0.7	1.2	0.0	-0.7	-0.2	0.4
Umweltwärme ³⁾	0.1	1.3	-1.3	16.6	-0.3	0.0	-2.6	13.8	13.5
Benzin	0.0	33.1	-22.0	-57.9	0.0	-6.5	-7.9	-61.1	-66.6
Diesel	0.0	6.5	-3.3	57.8	0.0	-0.8	-1.3	58.9	58.9
Flugtreibstoffe	0.0	-0.9	0.0	0.0	0.0	6.3	0.0	5.4	6.1
biogene TS	0.0	0.3	0.0	1.8	0.0	0.0	1.1	3.2	3.5
übrige fossile TS ⁴⁾	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.3	0.6
Summe	14.9	136.3	-106.7	-12.6	-3.4	-1.0	-22.8	4.8	7.3

¹⁾ inklusive Petrolkoks, Propan, Butan, Flüssiggas

Quelle: Prognos, TEP, Infras 2017

²⁾ Biogas, Klärgas

³⁾ inklusive Solarwärme

⁴⁾ Erdgas CNG, Flüssiggas, (Ethanol, Methanol); Erdgas und Flüssiggas im Verkehrssektor werden hier ausgewiesen
BS: Brennstoffe, TS: Treibstoffe

In der GEST wird die Kategorie übrige erneuerbare Energien ausgewiesen. Diese Kategorie umfasst Biotreibstoffe, Biogas, Umweltwärme und Sonnenenergie.

Tabelle 7-2: Veränderungen des Endenergieverbrauchs 2001 gegenüber 2000 nach Bestimmungsfaktoren, in PJ

Einflussfaktor / Energieträger	Witterung	Mengen- effekte	Technik / Politik	Substitution	Struktur- effekte	Tanktourismus / Int. Flugverkehr	Joint-Effekte / Nichtlinearitäten	Summe Modelle	Energie- statistik
Elektrizität	1.8	0.9	-0.8	0.1	1.6	0.0	-0.3	3.3	5.0
Heizöl	14.4	1.2	-2.2	-2.5	-0.2	0.0	-0.4	10.3	16.9
H M+S	0.3	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	0.0	0.0	0.0	2.0
Erdgas	4.9	-0.1	-0.8	1.4	0.4	0.0	0.1	5.8	3.9
Kohle	0.1	-0.1	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.1	0.3
übrige fossile BS ¹⁾	0.2	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.4	-0.4	-0.5
Fernwärme	0.8	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	1.0	0.7
Holz	1.6	0.2	-0.2	0.3	0.0	0.0	-0.1	1.8	1.9
Biogas ²⁾	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Müll/ Industrieabfälle	0.0	-0.2	-0.1	0.0	0.5	0.0	0.0	0.2	0.0
Umweltwärme ³⁾	0.3	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.1	0.7	0.4
Benzin	0.0	1.9	-0.7	-1.9	0.0	-2.9	0.0	-3.6	-4.7
Diesel	0.0	-0.7	0.0	2.0	0.0	1.8	-0.1	3.0	1.0
Flugtreibstoffe	0.0	-0.3	0.0	0.0	0.0	-3.6	0.0	-3.9	-3.8
biogene TS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
übrige fossile TS ⁴⁾	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Summe	24.5	2.6	-5.0	-0.3	2.5	-4.8	-1.3	18.3	22.9

¹⁾ inklusive Petrolkoks, Propan, Butan, Flüssiggas

Quelle: Prognos, TEP, Infras 2017

²⁾ Biogas, Klärgas

³⁾ inklusive Solarwärme

⁴⁾ Erdgas CNG, Flüssiggas, (Ethanol, Methanol); Erdgas und Flüssiggas im Verkehrssektor werden hier ausgewiesen
BS: Brennstoffe, TS: Treibstoffe

Tabelle 7-3: Veränderungen des Endenergieverbrauchs 2002 gegenüber 2001 nach Bestimmungsfaktoren, in PJ

Einflussfaktor / Energieträger	Witterung	Mengen- effekte	Technik / Politik	Substitution	Struktur- effekte	Tanktourismus / Int. Flugverkehr	Joint-Effekte / Nichtlinearitäten	Summe Modelle	Energie- statistik
Elektrizität	-1.8	0.1	-1.0	0.2	2.3	0.0	-0.4	-0.6	1.0
Heizöl	-12.6	1.0	-2.6	-2.5	0.4	0.0	-0.8	-17.1	-16.3
H M+S	-0.3	-0.2	-0.1	-0.1	0.1	0.0	-0.7	-1.3	-3.1
Erdgas	-4.5	-0.4	-1.3	1.4	1.4	0.0	0.0	-3.5	-2.2
Kohle	0.0	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	-0.3	-0.5
übrige fossile BS ¹⁾	-0.3	-0.1	-0.1	-0.1	0.0	0.0	1.1	0.7	0.9
Fernwärme	-0.8	-0.1	-0.1	0.1	0.3	0.0	0.0	-0.6	0.1
Holz	-1.6	0.1	-0.2	0.4	0.1	0.0	-0.1	-1.3	-1.2
Biogas ²⁾	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Müll/ Industrieabfälle	0.0	-0.3	-0.1	0.0	0.7	0.0	0.0	0.2	-0.3
Umweltwärme ³⁾	-0.3	0.1	-0.1	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
Benzin	0.0	2.0	-0.8	-2.5	0.0	0.4	0.0	-1.0	-3.3
Diesel	0.0	-0.2	-0.4	2.6	0.0	0.1	0.0	2.2	2.0
Flugtreibstoffe	0.0	-0.2	0.0	0.0	0.0	-4.7	0.0	-4.9	-4.8
biogene TS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
übrige fossile TS ⁴⁾	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Summe	-22.2	1.5	-6.7	-0.2	5.2	-4.2	-1.1	-27.6	-27.4

¹⁾ inklusive Petrolkoks, Propan, Butan, Flüssiggas

Quelle: Prognos, TEP, Infras 2017

²⁾ Biogas, Klärgas

³⁾ inklusive Solarwärme

⁴⁾ Erdgas CNG, Flüssiggas, (Ethanol, Methanol); Erdgas und Flüssiggas im Verkehrssektor werden hier ausgewiesen
BS: Brennstoffe, TS: Treibstoffe

Tabelle 7-4: Veränderungen des Endenergieverbrauchs 2003 gegenüber 2002 nach Bestimmungsfaktoren, in PJ

Einflussfaktor / Energieträger	Witterung	Mengen- effekte	Technik / Politik	Substitution	Struktur- effekte	Tanktourismus / Int. Flugverkehr	Joint-Effekte / Nichtlinearitäten	Summe Modelle	Energie- statistik
Elektrizität	3.1	1.2	-1.1	0.6	0.4	0.0	0.1	4.3	3.9
Heizöl	14.1	1.7	-2.5	-2.5	0.2	0.0	1.2	12.2	11.2
H M+S	0.4	0.0	-0.1	-0.1	0.0	0.0	-0.1	0.2	0.3
Erdgas	5.1	0.1	-1.1	1.3	-0.1	0.0	0.0	5.3	5.1
Kohle	0.1	-0.1	0.0	-0.1	-0.1	0.0	0.0	-0.2	0.2
übrige fossile BS ¹⁾	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.2	-1.0	-1.3
Fernwärme	0.9	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	1.1	0.6
Holz	1.7	0.3	-0.2	0.1	0.0	0.0	0.1	1.9	1.9
Biogas ²⁾	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
Müll/ Industrieabfälle	0.1	-0.2	0.0	-0.2	-0.4	0.0	0.0	-0.8	0.9
Umweltwärme ³⁾	0.4	0.0	-0.1	0.4	0.0	0.0	0.1	0.9	0.5
Benzin	0.0	1.5	-1.1	-3.7	0.0	1.6	0.0	-1.7	-0.8
Diesel	0.0	0.4	-0.6	3.8	0.0	1.7	-0.1	5.3	3.6
Flugtreibstoffe	0.0	-0.3	0.0	0.0	0.0	-5.7	0.0	-6.0	-6.0
biogene TS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
übrige fossile TS ⁴⁾	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Summe	26.0	4.8	-6.9	-0.4	0.1	-2.4	0.2	21.4	20.1

¹⁾ inklusive Petrolkoks, Propan, Butan, Flüssiggas

Quelle: Prognos, TEP, Infras 2017

²⁾ Biogas, Klärgas

³⁾ inklusive Solarwärme

⁴⁾ Erdgas CNG, Flüssiggas, (Ethanol, Methanol); Erdgas und Flüssiggas im Verkehrssektor werden hier ausgewiesen
BS: Brennstoffe, TS: Treibstoffe

Tabelle 7-5: Veränderungen des Endenergieverbrauchs 2004 gegenüber 2003 nach Bestimmungsfaktoren, in PJ

Einflussfaktor / Energieträger	Witterung	Mengen- effekte	Technik / Politik	Substitution	Struktur- effekte	Tanktourismus / Int. Flugverkehr	Joint-Effekte / Nichtlinearitäten	Summe Modelle	Energie- statistik
Elektrizität	-1.7	3.3	-1.2	0.1	0.3	0.0	-0.2	0.6	3.8
Heizöl	-2.5	2.0	-2.6	-3.1	0.3	0.0	0.0	-5.8	-4.4
H M+S	-0.1	0.1	-0.1	-0.1	0.1	0.0	-0.4	-0.6	1.0
Erdgas	-1.0	1.3	-1.3	2.0	-0.3	0.0	0.3	1.0	3.4
Kohle	0.0	0.2	0.0	-0.1	0.3	0.0	0.0	0.3	-0.3
übrige fossile BS ¹⁾	-0.1	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.6	0.5	0.4
Fernwärme	-0.2	0.2	-0.1	0.1	-0.2	0.0	0.0	-0.2	0.2
Holz	-0.3	0.4	-0.2	0.2	0.0	0.0	0.1	0.2	-0.2
Biogas ²⁾	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Müll/ Industrieabfälle	0.0	0.3	-0.1	0.0	0.4	0.0	0.0	0.7	-0.1
Umweltwärme ³⁾	-0.1	0.1	-0.1	0.5	0.0	0.0	0.0	0.3	0.3
Benzin	0.0	1.6	-1.2	-4.0	0.0	0.5	0.0	-3.2	-2.9
Diesel	0.0	0.8	-0.7	3.9	0.0	0.5	-0.1	4.5	4.6
Flugtreibstoffe	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	-2.9	0.0	-3.0	-3.0
biogene TS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
übrige fossile TS ⁴⁾	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Summe	-5.9	10.2	-7.6	-0.6	0.9	-1.9	0.3	-4.6	3.0

¹⁾ inklusive Petrolkoks, Propan, Butan, Flüssiggas

Quelle: Prognos, TEP, Infras 2017

²⁾ Biogas, Klärgas

³⁾ inklusive Solarwärme

⁴⁾ Erdgas CNG, Flüssiggas, (Ethanol, Methanol); Erdgas und Flüssiggas im Verkehrssektor werden hier ausgewiesen
BS: Brennstoffe, TS: Treibstoffe

Tabelle 7-6: Veränderungen des Endenergieverbrauchs 2005 gegenüber 2004 nach Bestimmungsfaktoren, in PJ

Einflussfaktor / Energieträger	Witterung	Mengen- effekte	Technik / Politik	Substitution	Struktur- effekte	Tanktourismus / Int. Flugverkehr	Joint-Effekte / Nichtlinearitäten	Summe Modelle	Energie- statistik
Elektrizität	1.2	3.3	-1.0	0.1	0.0	0.0	-0.2	3.5	4.2
Heizöl	6.3	1.5	-2.6	-3.6	-0.5	0.0	0.1	1.2	1.8
H M+S	0.1	0.0	-0.1	-0.2	-0.1	0.0	-0.1	-0.3	-1.3
Erdgas	2.4	1.2	-1.2	2.1	-0.1	0.0	0.5	4.8	3.0
Kohle	0.0	0.2	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.6
übrige fossile BS ¹⁾	0.1	0.0	0.0	-0.1	-0.1	0.0	0.1	-0.1	-0.3
Fernwärme	0.4	0.1	-0.1	0.2	-0.1	0.0	0.0	0.6	0.5
Holz	0.8	0.3	-0.2	0.3	-0.1	0.0	0.1	1.2	1.2
Biogas ²⁾	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
Müll/ Industrieabfälle	0.0	0.3	-0.1	0.0	0.3	0.0	0.0	0.5	-0.1
Umweltwärme ³⁾	0.2	0.1	-0.1	0.6	0.0	0.0	0.1	0.8	0.6
Benzin	0.0	0.6	-1.2	-4.1	0.0	0.2	0.0	-4.5	-4.8
Diesel	0.0	0.3	-0.4	3.9	0.0	0.3	-0.1	4.0	6.2
Flugtreibstoffe	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	-0.2	0.0	-0.3	0.7
biogene TS	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1
übrige fossile TS ⁴⁾	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
Summe	11.7	7.6	-7.0	-0.7	-0.7	0.3	0.5	11.8	12.5

¹⁾ inklusive Petrolkoks, Propan, Butan, Flüssiggas

Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2017

²⁾ Biogas, Klärgas

³⁾ inklusive Solarwärme

⁴⁾ Erdgas CNG, Flüssiggas, (Ethanol, Methanol); Erdgas und Flüssiggas im Verkehrssektor werden hier ausgewiesen
BS: Brennstoffe, TS: Treibstoffe

Tabelle 7-7: Veränderungen des Endenergieverbrauchs 2006 gegenüber 2005 nach Bestimmungsfaktoren, in PJ

Einflussfaktor / Energieträger	Witterung	Mengen- effekte	Technik / Politik	Substitution	Struktur- effekte	Tanktourismus / Int. Flugverkehr	Joint-Effekte / Nichtlinearitäten	Summe Modelle	Energie- statistik
Elektrizität	-0.3	5.4	-1.3	0.1	-0.9	0.0	-0.3	2.8	1.6
Heizöl	-5.3	2.7	-2.3	-4.3	-0.5	0.0	0.1	-9.5	-9.7
H M+S	-0.1	0.1	0.0	-0.1	-0.1	0.0	-0.5	-0.7	0.8
Erdgas	-2.2	2.2	-1.2	1.8	-1.3	0.0	0.6	0.0	-2.1
Kohle	0.0	0.3	0.0	-0.1	-0.2	0.0	0.0	-0.1	0.5
übrige fossile BS ¹⁾	-0.1	0.1	0.0	-0.2	-0.1	0.0	0.7	0.4	0.9
Fernwärme	-0.4	0.3	-0.1	0.5	-0.3	0.0	0.3	0.4	0.5
Holz	-0.7	0.6	-0.2	0.2	0.0	0.0	0.2	0.1	0.4
Biogas ²⁾	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
Müll/ Industrieabfälle	0.0	0.5	-0.1	-0.1	-0.5	0.0	0.0	-0.1	0.1
Umweltwärme ³⁾	-0.2	0.1	-0.1	0.8	0.0	0.0	0.1	0.6	0.3
Benzin	0.0	0.8	-1.8	-4.0	0.0	0.6	0.0	-4.3	-4.7
Diesel	0.0	1.1	-0.8	3.7	0.0	0.4	-0.1	4.4	6.0
Flugtreibstoffe	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2	0.0	3.2	2.5
biogene TS	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1
übrige fossile TS ⁴⁾	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Summe	-9.2	14.5	-7.9	-1.4	-3.8	4.2	1.0	-2.7	-2.7

¹⁾ inklusive Petrolkoks, Propan, Butan, Flüssiggas

Quelle: Prognos, TEP, Infras 2017

²⁾ Biogas, Klärgas

³⁾ inklusive Solarwärme

⁴⁾ Erdgas CNG, Flüssiggas, (Ethanol, Methanol); Erdgas und Flüssiggas im Verkehrssektor werden hier ausgewiesen
BS: Brennstoffe, TS: Treibstoffe

Tabelle 7-8: Veränderungen des Endenergieverbrauchs 2007 gegenüber 2006 nach Bestimmungsfaktoren, in PJ

Einflussfaktor / Energieträger	Witterung	Mengen- effekte	Technik / Politik	Substitution	Struktur- effekte	Tanktourismus / Int. Flugverkehr	Joint-Effekte / Nichtlinearitäten	Summe Modelle	Energie- statistik
Elektrizität	-3.6	5.9	-1.2	0.1	-0.5	0.0	-0.3	0.6	-1.3
Heizöl	-18.5	2.8	-2.4	-4.6	-0.2	0.0	0.0	-22.9	-24.6
H M+S	-0.3	0.2	-0.1	-0.2	0.0	0.0	0.7	0.3	-1.7
Erdgas	-7.5	2.6	-1.3	2.3	-1.3	0.0	0.2	-5.1	-2.4
Kohle	-0.1	0.3	0.0	-0.1	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.8
übrige fossile BS ¹⁾	-0.2	0.1	0.0	-0.2	0.0	0.0	-0.2	-0.5	-0.8
Fernwärme	-1.3	0.4	-0.1	0.3	-0.3	0.0	0.0	-0.9	-1.1
Holz	-2.6	0.6	-0.3	0.5	0.0	0.0	0.1	-1.7	-1.2
Biogas ²⁾	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Müll/ Industrieabfälle	0.0	0.6	0.0	-0.1	-0.6	0.0	0.0	-0.1	-0.4
Umweltwärme ³⁾	-0.8	0.2	-0.2	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6
Benzin	0.0	1.1	-0.9	-4.4	0.0	2.5	0.0	-1.7	-1.4
Diesel	0.0	1.0	-0.2	3.9	0.0	1.4	0.0	6.1	5.9
Flugtreibstoffe	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	3.4	0.0	3.5	3.6
biogene TS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1
übrige fossile TS ⁴⁾	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2
Summe	-35.0	16.1	-6.7	-1.4	-3.0	7.3	0.5	-22.1	-23.5

¹⁾ inklusive Petrolkoks, Propan, Butan, Flüssiggas

Quelle: Prognos, TEP, Infras 2017

²⁾ Biogas, Klärgas

³⁾ inklusive Solarwärme

⁴⁾ Erdgas CNG, Flüssiggas, (Ethanol, Methanol); Erdgas und Flüssiggas im Verkehrssektor werden hier ausgewiesen
BS: Brennstoffe, TS: Treibstoffe

Tabelle 7-9: Veränderungen des Endenergieverbrauchs 2008 gegenüber 2007 nach Bestimmungsfaktoren, in PJ

Einflussfaktor / Energieträger	Witterung	Mengen- effekte	Technik / Politik	Substitution	Struktur- effekte	Tanktourismus / Int. Flugverkehr	Joint-Effekte / Nichtlinearitäten	Summe Modelle	Energie- statistik
Elektrizität	2.4	4.2	-1.2	0.1	-0.3	0.0	-0.1	5.1	4.7
Heizöl	14.8	2.0	-2.2	-4.0	-0.2	0.0	0.6	11.0	8.0
H M+S	0.2	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	-0.4	-0.3	0.0
Erdgas	6.3	1.5	-1.1	1.7	-1.0	0.0	0.7	8.1	6.5
Kohle	0.1	0.1	0.0	-0.1	-0.1	0.0	0.0	0.0	-0.7
übrige fossile BS ¹⁾	0.2	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	-0.3	-0.2	-0.5
Fernwärme	1.1	0.2	-0.1	0.2	-0.4	0.0	0.1	1.2	0.8
Holz	2.1	0.4	-0.2	0.3	-0.1	0.0	0.2	2.7	3.4
Biogas ²⁾	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
Müll/ Industrieabfälle	0.0	0.2	0.0	-0.1	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.5
Umweltwärme ³⁾	0.7	0.1	-0.2	0.9	-0.1	0.0	0.1	1.7	1.4
Benzin	0.0	1.8	-1.4	-3.9	0.0	-1.0	0.0	-4.4	-3.2
Diesel	0.0	0.9	-0.8	3.5	0.0	-0.2	0.0	3.5	8.3
Flugtreibstoffe	0.0	-0.3	0.0	0.0	0.0	4.3	0.0	4.0	4.0
biogene TS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
übrige fossile TS ⁴⁾	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2
Summe	28.0	11.3	-7.2	-1.2	-2.3	3.2	0.8	32.5	33.4

¹⁾ inklusive Petrolkoks, Propan, Butan, Flüssiggas

Quelle: Prognos, TEP, Infras 2017

²⁾ Biogas, Klärgas

³⁾ inklusive Solarwärme

⁴⁾ Erdgas CNG, Flüssiggas, (Ethanol, Methanol); Erdgas und Flüssiggas im Verkehrssektor werden hier ausgewiesen
BS: Brennstoffe, TS: Treibstoffe

Tabelle 7-10: Veränderungen des Endenergieverbrauchs 2009 gegenüber 2008 nach Bestimmungsfaktoren, in PJ

Einflussfaktor / Energieträger	Witterung	Mengen- effekte	Technik / Politik	Substitution	Struktur- effekte	Tanktourismus / Int. Flugverkehr	Joint-Effekte / Nichtlinearitäten	Summe Modelle	Energie- statistik
Elektrizität	-0.1	-3.8	-1.4	0.3	0.1	0.0	-0.2	-5.0	-4.4
Heizöl	-2.6	1.1	-2.3	-3.9	0.0	0.0	-0.4	-8.1	-5.6
H M+S	0.0	-0.1	0.0	-0.1	0.0	0.0	-0.9	-1.0	-1.0
Erdgas	-1.1	-1.7	-1.1	1.1	-0.4	0.0	0.9	-2.5	-4.5
Kohle	0.0	-0.5	0.0	0.0	0.4	0.0	-0.1	-0.3	-0.4
übrige fossile BS ¹⁾	0.0	-0.1	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.6	0.4	0.4
Fernwärme	-0.2	-0.2	-0.1	0.1	-0.4	0.0	0.3	-0.5	-0.2
Holz	-0.4	0.0	-0.2	0.8	-0.1	0.0	0.0	0.1	1.1
Biogas ²⁾	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Müll/ Industrieabfälle	0.0	-1.0	0.0	0.0	0.8	0.0	-0.1	-0.3	-1.6
Umweltwärme ³⁾	-0.2	0.1	-0.2	0.9	-0.1	0.0	0.0	0.6	1.0
Benzin	0.0	2.1	-1.2	-4.2	0.0	-0.8	-0.1	-4.1	-3.9
Diesel	0.0	0.4	-0.3	3.8	0.0	-0.8	0.0	3.2	1.4
Flugtreibstoffe	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	-2.6	0.0	-2.5	-2.5
biogene TS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	-0.1
übrige fossile TS ⁴⁾	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1
Summe	-4.5	-3.6	-6.9	-1.2	0.3	-4.1	0.2	-19.9	-20.2

¹⁾ inklusive Petrolkoks, Propan, Butan, Flüssiggas

Quelle: Prognos, TEP, Infras 2017

²⁾ Biogas, Klärgas

³⁾ inklusive Solarwärme

⁴⁾ Erdgas CNG, Flüssiggas, (Ethanol, Methanol); Erdgas und Flüssiggas im Verkehrssektor werden hier ausgewiesen
BS: Brennstoffe, TS: Treibstoffe

Tabelle 7-11: Veränderungen des Endenergieverbrauchs 2010 gegenüber 2009 nach Bestimmungsfaktoren, in PJ

Einflussfaktor / Energieträger	Witterung	Mengen- effekte	Technik / Politik	Substitution	Struktur- effekte	Tanktourismus / Int. Flugverkehr	Joint-Effekte / Nichtlinearitäten	Summe Modelle	Energie- statistik
Elektrizität	2.8	6.1	-1.8	0.2	0.2	0.0	-0.1	7.5	8.3
Heizöl	18.6	2.6	-2.4	-3.9	0.1	0.0	0.6	15.8	8.9
H M+S	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.4	-0.2	-0.5
Erdgas	8.5	2.6	-1.1	1.1	-0.6	0.0	0.2	10.7	11.3
Kohle	0.1	0.3	0.0	-0.1	0.1	0.0	0.0	0.3	0.0
übrige fossile BS ¹⁾	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.4	0.0	-0.1
Fernwärme	1.5	0.4	-0.1	0.3	-0.2	0.0	0.1	1.9	1.9
Holz	2.9	0.7	-0.2	0.2	-0.1	0.0	0.2	3.7	3.3
Biogas ²⁾	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.2	0.1
Müll/ Industrieabfälle	0.0	0.6	-0.1	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.5	0.5
Umweltwärme ³⁾	1.2	0.2	-0.3	1.1	0.0	0.0	0.2	2.3	2.1
Benzin	0.0	1.3	-1.4	-3.6	0.0	-2.0	0.0	-5.7	-5.0
Diesel	0.0	1.6	-0.2	3.3	0.0	-1.0	0.0	3.6	3.7
Flugtreibstoffe	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	2.9	0.0	2.9	3.0
biogene TS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1
übrige fossile TS ⁴⁾	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1
Summe	35.9	16.8	-7.6	-1.4	-0.6	-0.1	0.5	43.6	37.6

¹⁾ inklusive Petrolkoks, Propan, Butan, Flüssiggas

Quelle: Prognos, TEP, Infras 2017

²⁾ Biogas, Klärgas

³⁾ inklusive Solarwärme

⁴⁾ Erdgas CNG, Flüssiggas, (Ethanol, Methanol); Erdgas und Flüssiggas im Verkehrssektor werden hier ausgewiesen

BS: Brennstoffe, TS: Treibstoffe

Tabelle 7-12: Veränderungen des Endenergieverbrauchs 2011 gegenüber 2010 nach Bestimmungsfaktoren, in PJ

Einflussfaktor / Energieträger	Witterung	Mengen- effekte	Technik / Politik	Substitution	Struktur- effekte	Tanktourismus / Int. Flugverkehr	Joint-Effekte / Nichtlinearitäten	Summe Modelle	Energie- statistik
Elektrizität	-5.9	3.0	-2.4	0.0	-0.2	0.0	-0.1	-5.6	-4.3
Heizöl	-34.7	2.0	-2.4	-5.8	-0.5	0.0	-0.9	-42.3	-38.5
H M+S	-0.4	0.0	0.0	-0.2	-0.1	0.0	0.2	-0.4	-0.8
Erdgas	-16.6	1.7	-1.0	1.7	-1.0	0.0	0.0	-15.2	-11.7
Kohle	-0.1	0.2	0.0	-0.1	0.0	0.0	-0.1	-0.2	-0.5
übrige fossile BS ¹⁾	-0.6	0.1	-0.1	-0.3	-0.1	0.0	0.8	-0.2	-0.3
Fernwärme	-2.9	0.3	0.0	0.5	-0.5	0.0	0.0	-2.7	-1.4
Holz	-5.8	0.5	-0.2	1.2	-0.2	0.0	-0.2	-4.6	-4.9
Biogas ²⁾	-0.1	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	-0.1	0.1
Müll/ Industrieabfälle	-0.1	0.3	0.0	-0.1	-0.2	0.0	0.0	-0.1	0.5
Umweltwärme ³⁾	-2.4	0.2	-0.3	1.3	-0.1	0.0	-0.1	-1.5	-0.2
Benzin	0.0	1.5	-1.3	-3.9	0.0	-1.7	0.0	-5.5	-5.2
Diesel	0.0	1.4	-0.3	3.6	0.0	-0.9	0.0	3.7	2.7
Flugtreibstoffe	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	4.1	0.0	4.0	4.1
biogene TS	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
übrige fossile TS ⁴⁾	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0
Summe	-69.6	11.0	-8.1	-2.0	-2.9	1.4	-0.5	-70.7	-60.4

¹⁾ inklusive Petrolkoks, Propan, Butan, Flüssiggas

Quelle: Prognos, TEP, Infras 2017

²⁾ Biogas, Klärgas

³⁾ inklusive Solarwärme

⁴⁾ Erdgas CNG, Flüssiggas, (Ethanol, Methanol); Erdgas und Flüssiggas im Verkehrssektor werden hier ausgewiesen

BS: Brennstoffe, TS: Treibstoffe

Tabelle 7-13: Veränderungen des Endenergieverbrauchs 2012 gegenüber 2011 nach Bestimmungsfaktoren, in PJ

Einflussfaktor / Energieträger	Witterung	Mengen- effekte	Technik / Politik	Substitution	Struktur- effekte	Tanktourismus / Int. Flugverkehr	Joint-Effekte / Nichtlinearitäten	Summe Modelle	Energie- statistik
Elektrizität	3.0	2.7	-2.6	-0.4	-0.4	0.0	0.1	2.4	1.3
Heizöl	16.9	0.8	-2.1	-3.7	-0.2	0.0	0.0	11.7	10.3
H M+S	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.5	-0.5	0.0
Erdgas	8.4	0.4	-0.9	1.2	-0.7	0.0	0.5	8.9	10.1
Kohle	0.1	0.0	0.0	-0.1	-0.2	0.0	-0.1	-0.5	-0.6
übrige fossile BS ¹⁾	0.3	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0
Fernwärme	1.5	0.0	0.0	0.2	-0.3	0.0	0.2	1.6	1.0
Holz	2.9	0.1	-0.2	0.6	-0.4	0.0	0.0	3.0	3.4
Biogas ²⁾	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1
Müll/ Industrieabfälle	0.0	0.0	0.0	-0.1	-0.2	0.0	-0.1	-0.3	-0.2
Umweltwärme ³⁾	1.3	0.1	-0.3	1.0	-0.1	0.0	0.2	2.3	2.0
Benzin	0.0	2.2	-1.5	-4.5	0.0	-0.2	-0.1	-4.0	-4.5
Diesel	0.0	1.1	-0.6	4.1	0.0	0.2	0.0	4.8	6.2
Flugtreibstoffe	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0	1.6	1.6
biogene TS	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1
übrige fossile TS ⁴⁾	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Summe	34.5	7.6	-8.3	-1.6	-2.5	1.4	0.0	31.2	30.8

¹⁾ inklusive Petrolkoks, Propan, Butan, Flüssiggas

Quelle: Prognos, TEP, Infras 2017

²⁾ Biogas, Klärgas

³⁾ inklusive Solarwärme

⁴⁾ Erdgas CNG, Flüssiggas, (Ethanol, Methanol); Erdgas und Flüssiggas im Verkehrssektor werden hier ausgewiesen
BS: Brennstoffe, TS: Treibstoffe

Tabelle 7-14: Veränderungen des Endenergieverbrauchs 2013 gegenüber 2012 nach Bestimmungsfaktoren, in PJ

Einflussfaktor / Energieträger	Witterung	Mengen- effekte	Technik / Politik	Substitution	Struktur- effekte	Tanktourismus / Int. Flugverkehr	Joint-Effekte / Nichtlinearitäten	Summe Modelle	Energie- statistik
Elektrizität	2.7	2.3	-2.5	-0.5	1.2	0.0	-0.4	2.8	1.3
Heizöl	14.0	1.3	-2.2	-4.5	-0.2	0.0	-0.5	7.9	8.3
H M+S	0.1	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	-0.2	-0.2	-0.6
Erdgas	7.4	0.7	-1.0	1.5	-0.1	0.0	0.1	8.6	6.4
Kohle	0.1	0.0	0.0	-0.1	0.3	0.0	-0.1	0.1	0.4
übrige fossile BS ¹⁾	0.2	-0.1	0.0	-0.1	0.0	0.0	-0.2	-0.3	-0.3
Fernwärme	1.3	0.1	-0.1	0.5	-0.1	0.0	0.0	1.8	1.0
Holz	2.6	0.3	-0.2	0.4	0.6	0.0	0.1	3.7	3.6
Biogas ²⁾	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0
Müll/ Industrieabfälle	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.2	0.1
Umweltwärme ³⁾	1.3	0.2	-0.3	1.4	0.0	0.0	0.0	2.6	1.6
Benzin	0.0	1.8	-1.5	-4.2	0.0	0.7	0.0	-3.2	-5.7
Diesel	0.0	1.4	-0.2	4.1	0.0	0.5	0.1	5.8	4.9
Flugtreibstoffe	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.7	0.8
biogene TS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
übrige fossile TS ⁴⁾	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Summe	29.7	7.9	-8.2	-1.5	1.8	1.9	-1.1	30.6	21.7

¹⁾ inklusive Petrolkoks, Propan, Butan, Flüssiggas

Quelle: Prognos, TEP, Infras 2017

²⁾ Biogas, Klärgas

³⁾ inklusive Solarwärme

⁴⁾ Erdgas CNG, Flüssiggas, (Ethanol, Methanol); Erdgas und Flüssiggas im Verkehrssektor werden hier ausgewiesen

BS: Brennstoffe, TS: Treibstoffe

Tabelle 7-15: Veränderungen des Endenergieverbrauchs 2014 gegenüber 2013 nach Bestimmungsfaktoren, in PJ

Einflussfaktor / Energieträger	Witterung	Mengen- effekte	Technik / Politik	Substitution	Struktur- effekte	Tanktourismus / Int. Flugverkehr	Joint-Effekte / Nichtlinearitäten	Summe Modelle	Energie- statistik
Elektrizität	-7.6	2.9	-2.8	-0.4	1.3	0.0	-0.3	-7.0	-6.7
Heizöl	-33.9	2.2	-2.3	-5.5	0.2	0.0	-0.7	-40.0	-40.2
H M+S	-0.2	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	-0.3	-0.6	-0.5
Erdgas	-19.0	1.6	-1.0	1.9	0.5	0.0	-0.3	-16.4	-13.6
Kohle	-0.1	0.1	0.0	-0.1	0.1	0.0	-0.1	-0.2	0.1
übrige fossile BS ¹⁾	-0.6	0.1	0.0	-0.4	0.1	0.0	0.6	-0.3	-0.3
Fernwärme	-3.5	0.3	-0.1	0.7	0.0	0.0	-0.1	-2.7	-1.6
Holz	-6.9	0.6	-0.2	1.4	-0.1	0.0	-0.2	-5.5	-6.0
Biogas ²⁾	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0
Müll/ Industrieabfälle	-0.1	0.1	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	-0.2	1.4
Umweltwärme ³⁾	-3.4	0.2	-0.4	1.2	0.0	0.0	-0.1	-2.4	-0.8
Benzin	0.0	1.6	-1.2	-3.7	0.0	-0.7	0.0	-4.0	-4.8
Diesel	0.0	1.2	-0.5	3.2	0.0	-0.1	0.0	3.8	2.8
Flugtreibstoffe	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.5	0.5
biogene TS	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.4	0.4
übrige fossile TS ⁴⁾	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Summe	-75.6	11.3	-8.6	-1.6	2.0	-0.6	-1.6	-74.6	-69.2

¹⁾ inklusive Petrolkoks, Propan, Butan, Flüssiggas

Quelle: Prognos, TEP, Infras 2017

²⁾ Biogas, Klärgas

³⁾ inklusive Solarwärme

⁴⁾ Erdgas CNG, Flüssiggas, (Ethanol, Methanol); Erdgas und Flüssiggas im Verkehrssektor werden hier ausgewiesen
BS: Brennstoffe, TS: Treibstoffe

Tabelle 7-16: Veränderungen des Endenergieverbrauchs 2015 gegenüber 2014 nach Bestimmungsfaktoren, in PJ

Einflussfaktor / Energieträger	Witterung	Mengen- effekte	Technik / Politik	Substitution	Struktur- effekte	Tanktourismus / Int. Flugverkehr	Joint-Effekte / Nichtlinearitäten	Summe Modelle	Energie- statistik
Elektrizität	4.0	0.0	-2.3	-0.2	1.6	0.0	-0.4	2.8	2.8
Heizöl	11.8	1.1	-1.8	-3.5	0.0	0.0	-0.2	7.3	6.9
H M+S	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.2	-0.1	-0.1
Erdgas	6.9	-0.3	-0.8	1.2	0.6	0.0	0.1	7.7	5.9
Kohle	0.0	-0.2	0.0	-0.2	-0.2	0.0	-0.1	-0.7	-0.5
übrige fossile BS ¹⁾	0.2	-0.1	0.0	-0.1	0.0	0.0	-0.3	-0.2	-0.4
Fernwärme	1.3	0.0	0.0	0.3	0.2	0.0	0.0	1.8	2.2
Holz	2.5	0.1	-0.2	0.3	0.1	0.0	0.0	2.8	2.3
Biogas ²⁾	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
Müll/ Industrieabfälle	0.0	-0.4	0.0	-0.1	-0.1	0.0	-0.1	-0.7	-1.7
Umweltwärme ³⁾	1.3	0.2	-0.3	1.1	0.0	0.0	0.2	2.4	1.9
Benzin	0.0	1.5	-1.1	-4.0	0.0	-3.5	0.0	-7.2	-8.4
Diesel	0.0	1.3	-0.6	2.6	0.0	-4.9	0.0	-1.6	-1.6
Flugtreibstoffe	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	2.4	0.0	2.3	2.3
biogene TS	0.0	0.1	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	1.3	1.2
übrige fossile TS ⁴⁾	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Summe	28.2	3.2	-7.3	-1.3	2.3	-5.9	-1.0	18.1	12.7

¹⁾ inklusive Petrolkoks, Propan, Butan, Flüssiggas

Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2017

²⁾ Biogas, Klärgas

³⁾ inklusive Solarwärme

⁴⁾ Erdgas CNG, Flüssiggas, (Ethanol, Methanol); Erdgas und Flüssiggas im Verkehrssektor werden hier ausgewiesen
BS: Brennstoffe, TS: Treibstoffe

Tabelle 7-17: Veränderungen des Endenergieverbrauchs 2016 gegenüber 2015 nach Bestimmungsfaktoren, in PJ

Einflussfaktor / Energieträger	Witterung	Mengen- effekte	Technik / Politik	Substitution	Struktur- effekte	Tanktourismus / Int. Flugverkehr	Joint-Effekte / Nichtlinearitäten	Summe Modelle	Energie- statistik
Elektrizität	1.1	2.1	-2.2	-0.4	-0.2	0.0	-0.2	0.2	0.0
Heizöl	8.0	1.2	-1.9	-3.6	0.0	0.0	-0.3	3.5	3.0
H M+S	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.6	-0.5	-0.1
Erdgas	4.9	0.9	-0.8	1.0	-0.3	0.0	0.1	5.8	4.3
Kohle	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	-0.4
übrige fossile BS ¹⁾	0.2	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.3	0.3	0.4
Fernwärme	0.9	0.1	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	1.4	1.2
Holz	1.9	0.3	-0.2	0.3	0.0	0.0	0.1	2.3	2.8
Biogas ²⁾	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
Müll/ Industrieabfälle	0.0	0.1	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.2	0.6
Umweltwärme ³⁾	1.0	0.2	-0.2	1.1	0.0	0.0	0.1	2.2	1.6
Benzin	0.0	0.9	-1.1	-2.6	0.0	-0.3	0.0	-3.0	-3.3
Diesel	0.0	0.2	-0.4	2.7	0.0	0.0	0.0	2.4	1.2
Flugtreibstoffe	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.3	0.0	3.3	3.4
biogene TS	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	1.1	1.5
übrige fossile TS ⁴⁾	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0
Summe	18.2	6.2	-6.8	-1.5	-0.2	3.1	0.6	19.4	16.1

¹⁾ inklusive Petrolkoks, Propan, Butan, Flüssiggas

Quelle: Prognos, TEP, Infras 2017

²⁾ Biogas, Klärgas

³⁾ inklusive Solarwärme

⁴⁾ Erdgas CNG, Flüssiggas, (Ethanol, Methanol); Erdgas und Flüssiggas im Verkehrssektor werden hier ausgewiesen
BS: Brennstoffe, TS: Treibstoffe

Tabelle 7-18: Haushaltssektor: Veränderungen des Endenergieverbrauchs 2016 gegenüber 2000 nach Bestimmungsfaktoren, in PJ

Einflussfaktor / Energieträger	Witterung	Mengeneffekte	Technik / Politik	Substitution	Struktur- effekte	Tanktourismus / Int. Flugverkehr	Joint-Effekte / Nichtlinearitäten	Summe Modelle
Elektrizität	0.6	18.5	-19.0	-0.3	10.5	0.0	-0.7	9.6
Heizöl	4.7	23.0	-22.0	-39.4	0.1	0.0	0.3	-33.3
H M+S	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Erdgas	1.5	9.1	-11.0	13.5	-0.2	0.0	-0.3	12.6
Kohle	0.0	0.1	-0.1	-0.2	0.0	0.0	0.0	-0.2
übrige fossile BS ¹⁾	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Fernwärme	0.2	1.4	-1.3	2.6	-0.1	0.0	-0.1	2.8
Holz	0.7	4.0	-3.9	0.7	0.3	0.0	-0.4	1.4
Biogas ²⁾	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Müll/ Industrieabfälle	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Umweltwärme ³⁾	0.2	1.5	-3.0	11.5	0.1	0.0	0.4	10.8
Benzin	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Diesel	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Flugtreibstoffe	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
biogene TS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
übrige fossile TS ⁴⁾	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Summe	8.0	57.6	-60.3	-11.7	10.7	0.0	-0.8	3.6

¹⁾ inklusive Petrolkoks, Propan, Butan, Flüssiggas

Quelle: Prognos, TEP, Infras 2017

²⁾ Biogas, Klärgas

³⁾ inklusive Solarwärme

⁴⁾ Erdgas CNG, Flüssiggas, (Ethanol, Methanol); Erdgas und Flüssiggas im Verkehrssektor werden hier ausgewiesen
BS: Brennstoffe, TS: Treibstoffe

Tabelle 7-19: *Industriesektor: Veränderungen des Endenergieverbrauchs 2016 gegenüber 2000 nach Bestimmungsfaktoren, in PJ*

Einflussfaktor / Energieträger	Witterung	Mengen- effekte	Technik / Politik	Substitution	Struktur- effekte	Tanktourismus / Int. Flugverkehr	Joint-Effekte / Nichtlinearitäten	Summe Modelle
Elektrizität	0.1	4.3	-2.7	-0.4	-2.4	0.0	-0.5	-1.6
Heizöl	0.8	1.0	-3.8	-9.8	-0.8	0.0	-2.8	-15.4
H M+S	0.1	0.1	-0.6	-1.4	-0.2	0.0	-4.4	-6.4
Erdgas	0.5	2.3	-2.8	7.2	-3.1	0.0	3.3	7.3
Kohle	0.0	0.4	-0.2	-1.3	0.5	0.0	-0.7	-1.3
übrige fossile BS ¹⁾	-0.2	0.2	-0.6	-1.8	-0.1	0.0	1.7	-0.9
Fernwärme	0.2	0.4	0.2	1.6	-2.0	0.0	0.9	1.3
Holz	0.3	0.4	0.0	5.5	-0.6	0.0	0.4	5.9
Biogas ²⁾	0.0	0.0	0.0	0.4	-0.2	0.0	0.1	0.4
Müll/ Industrieabfälle	0.0	0.9	-0.8	-0.8	0.9	0.0	-0.4	-0.2
Umweltwärme ³⁾	0.0	0.0	0.0	0.9	-0.3	0.0	0.3	0.9
Benzin	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Diesel	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Flugtreibstoffe	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
biogene TS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
übrige fossile TS ⁴⁾	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Summe	1.8	10.0	-11.3	0.0	-8.3	0.0	-2.1	-9.9

¹⁾ inklusive Petrolkoks, Propan, Butan, Flüssiggas

Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2017

²⁾ Biogas, Klärgas

³⁾ inklusive Solarwärme

⁴⁾ Erdgas CNG, Flüssiggas, (Ethanol, Methanol); Erdgas und Flüssiggas im Verkehrssektor werden hier ausgewiesen

BS: Brennstoffe, TS: Treibstoffe

Tabelle 7-20: Dienstleistungssektor: Veränderungen des Endenergieverbrauchs 2016 gegenüber 2000 nach Bestimmungsfaktoren, in PJ

Einflussfaktor / Energieträger	Witterung	Mengen- effekte	Technik / Politik	Substitution	Struktur- effekte	Tanktourismus / Int. Flugverkehr	Joint-Effekte / Nichtlinearitäten	Summe Modelle
Elektrizität	0.7	14.6	-5.1	0.8	-1.5	0.0	-2.3	7.3
Heizöl	3.4	3.4	-11.0	-12.1	-0.6	0.0	0.8	-16.2
H M+S	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Erdgas	0.8	3.1	-3.5	4.0	-0.9	0.0	0.8	4.3
Kohle	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
übrige fossile BS ¹⁾	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Fernwärme	0.1	0.4	0.2	0.3	-0.1	0.0	0.1	1.1
Holz	0.0	1.0	0.6	1.1	-0.1	0.0	0.5	3.2
Biogas ²⁾	0.0	0.3	0.0	0.1	-0.1	0.0	0.0	0.4
Müll/ Industrieabfälle	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Umweltwärme ³⁾	0.0	0.6	-0.2	1.7	-0.2	0.0	0.3	2.1
Benzin	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Diesel	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Flugtreibstoffe	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
biogene TS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
übrige fossile TS ⁴⁾	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Summe	5.0	23.5	-19.1	-4.0	-3.4	0.0	0.3	2.2

¹⁾ inklusive Petrolkoks, Propan, Butan, Flüssiggas

Quelle: Prognos, TEP, Infras 2017

²⁾ Biogas, Klärgas

³⁾ inklusive Solarwärme

⁴⁾ Erdgas CNG, Flüssiggas, (Ethanol, Methanol); Erdgas und Flüssiggas im Verkehrssektor werden hier ausgewiesen
BS: Brennstoffe, TS: Treibstoffe

Tabelle 7-21: Verkehrssektor: Veränderungen des Endenergieverbrauchs 2016 gegenüber 2000 nach Bestimmungsfaktoren, in PJ

Einflussfaktor / Energieträger	Witterung	Mengen- effekte	Technik / Politik	Substitution	Struktur- effekte	Tanktourismus / Int. Flugverkehr	Joint-Effekte / Nichtlinearitäten	Summe Modelle
Elektrizität	0.0	2.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2
Heizöl	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
H M+S	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Erdgas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Kohle	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
übrige fossile BS ¹⁾	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Fernwärme	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Holz	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Biogas ²⁾	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Müll/ Industrieabfälle	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Umweltwärme ³⁾	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Benzin	0.0	24.3	-19.4	-59.2	0.0	-6.5	-0.4	-61.1
Diesel	0.0	12.1	-6.9	54.7	0.0	-0.8	-0.2	58.9
Flugtreibstoffe	0.0	-0.9	0.0	0.0	0.0	6.3	0.0	5.4
biogene TS	0.0	0.4	0.0	1.8	0.0	0.0	1.0	3.2
übrige fossile TS ⁴⁾	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.3
Summe	0.0	37.9	-26.1	-2.6	0.0	-1.0	0.8	8.9

¹⁾ inklusive Petrolkoks, Propan, Butan, Flüssiggas

Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2017

²⁾ Biogas, Klärgas

³⁾ inklusive Solarwärme

⁴⁾ Erdgas CNG, Flüssiggas, (Ethanol, Methanol); Erdgas und Flüssiggas im Verkehrssektor werden hier ausgewiesen
BS: Brennstoffe, TS: Treibstoffe

8 Literaturverzeichnis

CEPE/INFRAS (2010). Tanktourismus. Studie im Rahmen der Energiewirtschaftlichen Grundlagen, ausgeführt von CEPE/INFRAS im Auftrag des BFE, BUWAL und Erdölvereinigung. Mai 2010

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, Infras und CEPE, im Auftrag Bundesamts für Energie (BFE), Bern

BFE (2015). Analyse des schweizerischen Energieverbrauchs 2000 - 2014 nach Verwendungszwecken. Autoren: Prognos, Infras und TEP Energy GmbH, im Auftrag des Bundesamts für Energie (BFE), Bern

BFE (2017 a). Analyse des schweizerischen Energieverbrauchs 2000 - 2016 nach Verwendungszwecken. Autoren: Prognos, Infras und TEP Energy GmbH, im Auftrag des Bundesamts für Energie (BFE), Bern

BFE (2017 b). Schweizerische Gesamtenergiestatistik 2016. Bundesamt für Energie (BFE), Bern

BFE (2017 c). 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>

INFRAS / MKConsulting 2014. Tanktourismus – Aktualisierung 2013. Schlussbericht. Im Auftrag des Bundesamts für Energie (BFE), Bern, April 2014

seco (2017). Bruttoinlandprodukt – Quartalsschätzungen, Daten. Excel-Tabellen. Staatssekretariat für Wirtschaft SECO, Bern

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