



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

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

Oktober 2016

Analyse des schweizerischen Energieverbrauchs 2000 - 2015 nach Verwendungszwecken



Impressum

Auftraggeber

Bundesamt für Energie Bern

Auftragnehmer / Autoren

Prognos AG:

Andreas Kemmler

Sven Kreidelmeyer

Infras AG:

Philipp Wüthrich

Mario Keller (MK Consulting)

TEP Energy GmbH:

Martin Jakob

Giacomo Catenazzi

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

Inhaltsverzeichnis

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Kurzfassung | 1 |
| Résumé | 6 |
| 1 Hintergrund und Aufgabenstellung | 12 |
| 2 Statistische Ausgangslage | 14 |
| 2.1 Energieverbrauch 2000 bis 2015 | 14 |
| 2.2 Rahmenbedingungen | 17 |
| 3 Gesamtaggregation | 23 |
| 3.1 Bestimmung der Verwendungszwecke | 23 |
| 3.1.1 Abgrenzung der Verwendungszwecke | 24 |
| 3.1.2 Sektorale Abgrenzungen | 25 |
| 3.1.3 Abgleich mit der Gesamtenergiestatistik (GEST) | 27 |
| 3.2 Gesamtverbrauchsentwicklung nach Verwendungszwecken | 29 |
| 4 Sektorale Analysen | 37 |
| 4.1 Private Haushalte | 37 |
| 4.1.1 Methodik und Daten | 37 |
| 4.1.2 Energieverbrauch nach Verwendungszwecken im Sektor Private Haushalte | 39 |
| 4.2 Dienstleistungen und Landwirtschaft | 50 |
| 4.2.1 Methodik und Daten | 50 |
| 4.2.2 Energieverbrauch nach Verwendungszwecken in den Sektoren Dienstleistungen und Landwirtschaft | 52 |
| 4.3 Industrie | 57 |
| 4.3.1 Methodik und Daten | 57 |
| 4.3.2 Energieverbrauch nach Verwendungszwecken im Industriesektor | 61 |
| 4.3.3 Branchenanteile an Verwendungszwecken | 65 |
| 4.4 Verkehr | 67 |
| 4.4.1 Methodik und Daten | 67 |
| 4.4.2 Energieverbrauch nach Verwendungszwecken im Verkehrssektor | 72 |
| 4.4.3 Sonderauswertungen zu Verkehrsmitteln, Anwendungen und Verkehrszwecken | 75 |
| 4.5 Sonderauswertungen zum Energieverbrauch in Gebäuden | 82 |
| 5 Literaturverzeichnis | 85 |

Tabellen

| | | |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabelle 2-1: | Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern von 2000 bis 2015, in PJ | 14 |
| Tabelle 2-2: | Veränderung des Endenergieverbrauchs zwischen 2000 und 2015 nach Sektoren, in PJ | 16 |
| Tabelle 2-3: | Entwicklung wichtiger Bestimmungsfaktoren des Energieverbrauchs in den Jahren 2000 bis 2015 | 19 |
| Tabelle 3-1: | Liste der bei der Gesamtaggregation berücksichtigten Verwendungszwecke sowie deren Verteilung auf die Verbrauchssektoren | 24 |
| Tabelle 3-2: | Endenergieverbrauch 2000 bis 2015 nach Verwendungszwecken, in PJ | 30 |
| Tabelle 3-3: | Brenn- und Treibstoffverbrauch inklusive Fern-, Umwelt- und Solarwärme, 2000 bis 2015 nach Verwendungszwecken, in PJ | 32 |
| Tabelle 3-4: | Elektrizitätsverbrauch der Jahre 2000 bis 2015 nach Verwendungszwecken, in PJ | 34 |
| Tabelle 3-5: | Aufteilung des inländischen Endenergieverbrauchs 2015 nach Verwendungszwecken und Verbrauchssektoren, in PJ | 35 |
| Tabelle 4-1: | Private Haushalte: Energieverbrauch 2000 bis 2015 nach Verwendungszwecken, in PJ | 40 |
| Tabelle 4-2: | Private Haushalte: Stromverbrauch 2000 bis 2015 nach Verwendungszwecken, in PJ | 41 |
| Tabelle 4-3: | Private Haushalte: Entwicklung der Energiebezugsfläche nach Heizsystemen in Mio. m ² EBF (inklusive Leerwohnungen, ohne Zweit- und Ferienwohnungen) | 43 |
| Tabelle 4-4: | Private Haushalte: Endenergieverbrauch für Raumwärme nach Heizsystemen und Energieträgern 2000 bis 2015, in PJ | 44 |
| Tabelle 4-5: | Private Haushalte: Bevölkerung mit Warmwasser, aufgeschlüsselt nach Anlagensystemen, in Tsd. | 46 |
| Tabelle 4-6: | Private Haushalte: Endenergieverbrauch für Warmwasser nach Energieträgern, in PJ | 47 |
| Tabelle 4-7: | Private Haushalte: Endenergieverbrauch für Kochherde, Geschirrspüler und elektrische Kochhilfen, in PJ | 48 |

| | | |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabelle 4-8: | Private Haushalte: Entwicklung des Stromverbrauchs für elektrische Haushaltsgeräte und Beleuchtung, in PJ | 49 |
| Tabelle 4-9: | Zuordnungsmatrix zwischen Energieanwendungen gemäss TEP Tertiary und Verwendungszwecken im Rahmen der Ex-Post-Analyse | 51 |
| Tabelle 4-10: | Dienstleistungssektor und Landwirtschaft: Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Verwendungszwecken, in PJ | 54 |
| Tabelle 4-11: | Dienstleistungssektor und Landwirtschaft: Entwicklung des Brennstoffverbrauchs (inkl. Fern-, Umwelt- und Solarwärme) nach Verwendungszwecken, in PJ | 55 |
| Tabelle 4-12: | Dienstleistungssektor und Landwirtschaft: Entwicklung des Elektrizitätsverbrauchs nach Verwendungszwecken, in PJ | 56 |
| Tabelle 4-13: | Branchenklassifikation und Anzahl der Prozesse je Branche | 57 |
| Tabelle 4-14: | Industriesektor: Entwicklung des Endenergieverbrauchs 2000 bis 2015 nach Verwendungszwecken, in PJ | 61 |
| Tabelle 4-15: | Industriesektor: Entwicklung des Brennstoffverbrauchs (inkl. Fern-, Umwelt- und Solarwärme) nach Verwendungszwecken, in PJ | 63 |
| Tabelle 4-16: | Industriesektor: Elektrizitätsverbrauch nach Verwendungszwecken, in PJ | 64 |
| Tabelle 4-17: | Industriesektor: Prozentuale Anteile der Branchen am Endenergieverbrauch 2015 nach Verwendungszwecken | 66 |
| Tabelle 4-18: | Verkehrssektor: Aufteilung der Verbraucher in verschiedene Gruppen | 67 |
| Tabelle 4-19: | Verkehrssektor: Energieverbrauch 2000 bis 2015 nach Verkehrsträgern, in PJ | 73 |
| Tabelle 4-20: | Verkehrssektor: Energieverbrauch 2000 bis 2015 nach Verwendungsart, in PJ | 74 |
| Tabelle 4-21: | Verkehrssektor: Energieverbrauch 2000 bis 2015 nach Energieträgern, in PJ | 74 |
| Tabelle 4-22: | Verkehrssektor: Energieverbrauch des Personenverkehrs nach Verkehrsmitteln und Energieträgern, 2010, 2014 und 2015, in PJ | 77 |
| Tabelle 4-23: | Verkehrssektor: Anteile des Energieverbrauchs im Personenverkehr nach Verkehrsmitteln und Energieträgern, 2010 und 2015, in Prozent | 78 |

| | | |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabelle 4-24: | Verkehrssektor: Energieverbrauch des Güterverkehrs nach Verkehrsmitteln und Energieträgern, 2010, 2014 und 2015, in PJ | 79 |
| Tabelle 4-25: | Verkehrssektor: Energieverbrauch nach Anwendungen und Energieträgern, 2010, 2014 und 2015, in PJ | 80 |
| Tabelle 4-26: | Verkehrssektor: Energieverbrauch des Personenverkehrs im Jahr 2015 nach Verkehrszwecken und Verkehrsträgern, in PJ und in Prozent (ohne Wasserverkehr) | 81 |
| Tabelle 4-27: | Energieverbrauch in Gebäuden nach Verwendungszwecken in PJ und Anteil am inländischen Endenergieverbrauch in %, 2000 bis 2015 | 82 |
| Tabelle 4-28: | Raumwärmeverbrauch in Gebäuden nach Energieträgern, 2000 bis 2015, in PJ | 83 |
| Tabelle 4-29: | Warmwasserverbrauch in Gebäuden nach Energieträgern, 2000 bis 2015, in PJ | 84 |

Abbildungen

| | | |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Abbildung 2-1: | Veränderung des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern zwischen 2000 und 2015, in PJ | 15 |
| Abbildung 2-2: | Veränderung des Endenergieverbrauchs zwischen 2000 und 2015 nach Sektoren, in PJ | 17 |
| Abbildung 3-1: | Prozentuale Anteile der ausgewählten Verwendungszwecke am inländischen Endenergieverbrauch 2015 | 31 |
| Abbildung 3-2: | Prozentuale Anteile der Verwendungszwecke am Treib- und Brennstoffverbrauch 2015 (inklusive Fern-, Umwelt- und Solarwärme) | 33 |
| Abbildung 3-3: | Prozentuale Anteile der Verwendungszwecke am Elektrizitätsverbrauch 2015 | 34 |
| Abbildung 3-4: | Prozentuale Verteilung der Energieverbräuche des Jahres 2015 für die unterschiedenen Verwendungszwecke auf die Verbrauchssektoren | 36 |
| Abbildung 4-1: | Private Haushalte: Aufteilung des Energieverbrauchs 2015 nach Verwendungszwecken | 41 |
| Abbildung 4-2: | Private Haushalte: Aufteilung des Elektrizitätsverbrauchs 2015 nach Verwendungszwecken | 42 |
| Abbildung 4-3: | Private Haushalte: Aufteilung des Raumwärmeverbrauchs 2015 nach Energieträgern (ohne Hilfsenergieverbrauch) | 45 |
| Abbildung 4-4: | Private Haushalte: Aufteilung des Energieverbrauchs 2015 zur Bereitstellung von Warmwasser nach Energieträgern, in % | 47 |
| Abbildung 4-5: | Dienstleistungssektor und Landwirtschaft: Prozentuale Aufteilung des Energieverbrauchs 2015 nach Verwendungszwecken | 54 |
| Abbildung 4-6: | Dienstleistungssektor und Landwirtschaft: Prozentuale Aufteilung des Elektrizitätsverbrauchs 2015 nach Verwendungszwecken | 56 |
| Abbildung 4-7: | Industriesektor: Prozentuale Anteile der Verwendungszwecke am Energieverbrauch 2015 | 62 |
| Abbildung 4-8: | Industriesektor: Prozentuale Anteile der Verwendungszwecke am Brennstoffverbrauch 2015 (inkl. Fern -, Umwelt- und Solarwärme) | 63 |
| Abbildung 4-9: | Industriesektor: Prozentuale Anteile der Verwendungszwecke am Elektrizitätsverbrauch 2015 | 65 |

| | | |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Abbildung 4-10: | Industriesektor: Prozentuale Anteile der Branchen am Endenergieverbrauch 2015 nach Verwendungszwecken | 66 |
| Abbildung 4-11: | Entwicklung der Treibstoffpreisdifferenzen zwischen der Schweiz und den Nachbarländern für Diesel bzw. Benzin 2001 – 2015 | 70 |
| Abbildung 4-12: | Verkehrssektor: Prozentuale Anteile der Verkehrsträger am Energieverbrauch 2015 | 73 |
| Abbildung 4-13: | Verkehrssektor: Anteile der Energieträger am Energieverbrauch 2015 | 75 |

Kurzfassung

In der Ex-Post-Analyse nach Verwendungszwecken wird der inländische Endenergieverbrauch nach aussagekräftigen Verwendungszwecken aufgeteilt. Die Aufteilung des Energieverbrauchs erfolgt mittels von Bottom-Up-Modellen. Unterschieden werden die übergeordneten Verwendungszwecke Raumwärme, Warmwasser, Prozesswärme, Beleuchtung, Klima, Lüftung und Haustechnik, Unterhaltung, Information und Kommunikation, Antriebe und Prozesse, Mobilität sowie sonstige Verwendungszwecke. Innerhalb dieser übergeordneten Verwendungszwecke werden in den Modellen weitere Aufteilungen vorgenommen. Dies erlaubt es auf disaggregierter Ebene das Zusammenwirken von Mengenkomponenten und spezifischen Verbrauchskomponenten abzubilden. Dazu werden die Bestände von Anlagen, Gebäuden, Fahrzeugen und elektrischen Geräten möglichst detailliert erfasst. Anschliessend wird mittels der Bottom-Up-Modelle eine funktionale Beziehung zu den Verbrauchsdaten der Gesamtenergiestatistik (GEST) hergestellt. Mit anderen Worten, der in der Gesamtenergiestatistik ausgewiesene Endenergieverbrauch wird modellbasiert nach Verwendungszwecken gegliedert und in Form von Zeitreihen von 2000 bis 2015 präsentiert. Die Verbrauchsangaben sind nicht exakt auf die Gesamtenergiestatistik kalibriert.

Der inländische Energieverbrauch hat gemäss den Modellrechnungen im Zeitraum 2000 bis 2015 um 9.8 PJ (-1.3 %) abgenommen (Tabelle 0-1). Der Rückgang ist hauptsächlich auf den Verwendungszweck Raumwärme zurückzuführen, der sich 29.5 PJ (-11.2 %) verringerte. Leicht abgenommen haben auch die Verbräuche für Warmwasser (-1 PJ; -2.2 %) und Prozesswärme (-2.3 PJ; -2.4 %). Bei allen anderen Verwendungszwecken hat sich der Verbrauch im Betrachtungszeitraum ausgeweitet, am stärksten bei der Mobilität (+9.2 PJ, +4.1 %) und den sonstigen Verbräuchen (+5.9 PJ; +45.5 %).

Gegenüber dem Vorjahr 2014 ist der inländische Energieverbrauch um 23.6 PJ angestiegen (+3.2 %). Ursache für diesen Anstieg ist hauptsächlich die Entwicklung bei der Raumwärme (+22.7 PJ; +10.7 %). Während der langfristige Rückgang des Raumwärmeverbrauchs auf die Effizienzentwicklung zurückzuführen ist, ist der kurzfristige Anstieg witterungsbedingt. Mit 3'075 Heizgradtagen (HGT) war die Witterung im Jahr 2015 deutlich kühler als im warmen Jahr 2014 mit 2'782 HGT (HGT +10.5 %). Der Anstieg des Verbrauchs für Klima, Lüftung und Haustechnik um 2.5 PJ hängt ebenfalls eng mit der Witterung zusammen. Einerseits verursachte die kühlere Witterung in 2015 einen höheren Hilfsenergieverbrauch für die Heizungen, andererseits war aufgrund der heissen Sommermonate auch der Kühlbedarf überdurchschnittlich hoch. Deutlich rückläufig waren im Jahr 2015 die Verbräuche für die Prozesswärme (-2.1 PJ) sowie für Antriebe und Prozesse (-1.1 PJ).

Tabelle 0-1: Endenergieverbrauch 2000 bis 2015 nach Verwendungszwecken, in PJ

| Verwendungszweck | 2000 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | Δ '00-'15 |
|----------------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Raumwärme | 263.6 | 295.2 | 227.9 | 257.0 | 282.0 | 211.4 | 234.1 | -11.2% |
| Warmwasser | 45.5 | 46.2 | 44.4 | 45.0 | 45.5 | 44.0 | 44.5 | -2.2% |
| Prozesswärme | 94.9 | 98.4 | 96.5 | 94.8 | 95.2 | 94.7 | 92.6 | -2.4% |
| Beleuchtung | 25.0 | 26.7 | 26.4 | 26.0 | 25.5 | 25.5 | 25.1 | +0.2% |
| Klima, Lüftung & Haustechnik | 17.9 | 20.4 | 19.3 | 20.2 | 21.1 | 18.8 | 21.4 | +19.3% |
| I&K, Unterhaltung | 8.5 | 10.3 | 10.1 | 10.0 | 9.9 | 10.0 | 9.8 | +14.7% |
| Antriebe, Prozesse | 68.1 | 71.8 | 71.7 | 71.3 | 71.4 | 72.3 | 71.2 | +4.6% |
| Mobilität Inland | 225.5 | 230.9 | 231.5 | 231.8 | 232.7 | 233.4 | 234.7 | +4.1% |
| Sonstige | 13.0 | 16.8 | 17.1 | 17.6 | 18.3 | 18.6 | 18.9 | +45.5% |
| Inländischer Endenergieverbrauch (ohne Pipelines) | 762.1 | 816.8 | 744.9 | 773.6 | 801.7 | 728.7 | 752.3 | -1.3% |
| Tanktourismus | 11.0 | 14.7 | 12.0 | 12.0 | 13.2 | 12.4 | 4.0 | -63.7% |
| int. Flugverkehr | 63.7 | 58.0 | 62.0 | 63.5 | 64.2 | 64.5 | 66.8 | +5.0% |
| Total Endenergieverbrauch | 836.8 | 889.5 | 818.9 | 849.1 | 879.1 | 805.6 | 823.1 | -1.6% |

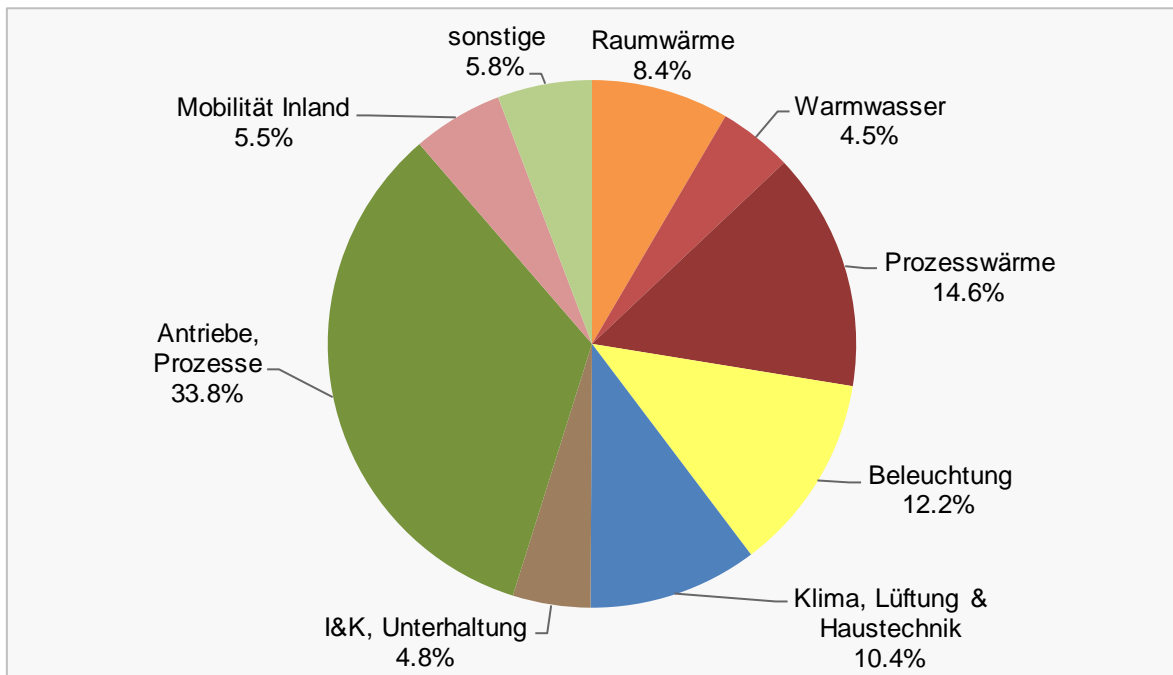
I&K: Information und Kommunikation

Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2016

Der Gesamtverbrauch wurde im Jahr 2015 dominiert durch die Verwendungszwecke Raumwärme (31.1%) und Mobilität (31.2 %). Von grösserer Bedeutung waren auch die Prozesswärme (12.3 %) sowie die Antriebe und Prozesse (9.5 %). Im Zeitraum 2000 bis 2015 ist der Anteil der Raumwärme am inländischen Endenergieverbrauch um 3.5 %-Punkte gesunken, derjenige der Mobilität ist um 1.6 %-Punkte gestiegen. Die Anteile der übrigen Verwendungszwecke haben sich im Zeitraum 2000 bis 2015 nur wenig verändert (< 1 %-Punkt).

Der Brenn- und Treibstoffverbrauch entfällt zu über 90 % auf die Raumwärme (39.7 %), Mobilität (40.9 %) und Prozesswärme (11.4 %). Der Elektrizitätsverbrauch verteilt sich gleichmässiger auf die unterschiedenen Verwendungszwecke (Abbildung 0-1). Dominiert wird der Elektrizitätsverbrauch durch die elektrischen Antriebe und Prozesse (33.8 %). Von grösserer Bedeutung sind zudem die Prozesswärme (14.6 %), die Beleuchtung (12.2 %) sowie der Bereich Klima, Lüftung und Haustechnik (10.4 %). Der Anteil der Raumwärme betrug 8.4 %. Die Anteile der übrigen Verwendungen beliefen sich auf je rund 5 %. Die mittelfristigen Verschiebungen der Anteile im Zeitraum 2000 bis 2015 sind gering.

Abbildung 0-1: Prozentuale Anteile der Verwendungszwecke am Elektrizitätsverbrauch 2015



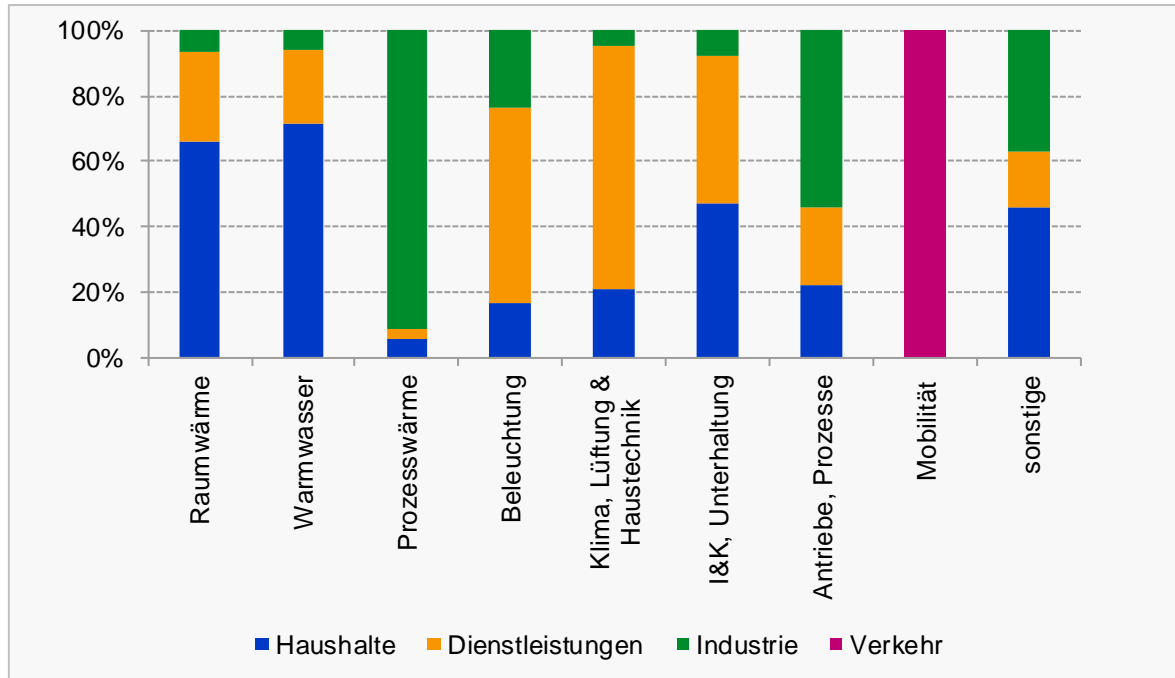
I&K: Information und Kommunikation

Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2016

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

In der Sonderauswertung zum Verkehr wird der Energieverbrauch des Verkehrssektors (Mobilität) nach Verkehrsmitteln, Anwendungen und Verkehrszwecken ausgewiesen. Für die Aufteilung des Personenverkehrs nach Verkehrszwecken wurden die Tagesdistanzen nach Verkehrszwecken aus dem „Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2010“ verwendet (BFS/ARE, 2012). Dabei wird aufgrund fehlender Datengrundlage für die Jahre 2010, 2014 und 2015 von identischen Verteilungen auf die Verkehrszwecke ausgegangen.

Abbildung 0-2: Prozentuale Verteilung der Energieverbräuche des Jahres 2015 für die unterschiedenen Verwendungszwecke auf die Verbrauchssektoren



I&K: Information und Kommunikation

Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2016

Im Jahr 2015 lag der Anteil des Personenverkehrs bei 74 % des Verkehrssektors und derjenige des Güterverkehrs bei 17.4 %. Knapp 9 % des Verbrauchs können nicht eindeutig auf die Kategorien „Personen“ und „Güter“ zugewiesen werden. Der Personenverkehr wird dominiert vom Strassenverkehr (Anteil 94.3 %; Tabelle 0-2). Fast 40 % des Energieverbrauchs des Personenverkehrs entfielen im Jahr 2015 auf den Freizeitverkehr, weitere 24.3 % auf den Arbeitsverkehr. Dem Nutzverkehr werden 13.6 % des Energieverbrauchs des Personenverkehrs zugerechnet, dem Einkaufsverkehr 13.8 %. Die Bereiche Ausbildung und "anderes" sind von untergeordneter Bedeutung.

Der Energieverbrauch in Gebäuden umfasst den Verbrauch für Raumwärme, Warmwasser, Lüftung, Klimakälte, Haustechnik und für die Beleuchtung der Gebäude. Mit einem Energieverbrauch von 322.1 PJ im Jahre 2015 hatten die Gebäude einen Anteil von 42.8 % am gesamten inländischen Energieverbrauch von 752.3 PJ. Im Zeitraum 2000 bis 2015 nahm der Energieverbrauch in Gebäuden um 7.8 % ab (Tabelle 0-3). Der Rückgang ist hauptsächlich auf die Reduktion des Raumwärmeverbrauchs zurückzuführen (-29.5 PJ; -11.2 %). Bereinigt um die Witterung haben sich im Betrachtungszeitraum der Raumwärmeverbrauch um rund 10 % und der Gesamtverbrauch in Gebäuden um 7 % verringert.

Tabelle 0-2: Verkehrssektor: Energieverbrauch des Personenverkehrs im Jahr 2015 nach Verkehrszwecken und Verkehrsträgern, in % (ohne Wasser- verkehr)

| Verkehrszweck | Strasse | Schiene | Luft | Total |
|---------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Anteil | | | | |
| Arbeit | 24.2% | 29.7% | 2.0% | 24.3% |
| Ausbildung | 2.6% | 13.2% | 0.0% | 3.1% |
| Einkauf | 14.1% | 9.5% | 5.0% | 13.8% |
| Nutzverkehr | 13.5% | 6.7% | 56.0% | 13.6% |
| Freizeit | 40.2% | 33.3% | 37.0% | 39.8% |
| Anderes | 5.4% | 7.6% | 0.0% | 5.4% |
| Total | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% |
| Anteil der Verkehrsträger | 94.3% | 4.8% | 0.9% | 100.0% |

Quelle: Infrac, Prognos 2016, basierend auf BFS/ARE, 2012

Tabelle 0-3: Energieverbrauch in Gebäuden nach Verwendungszwecken in PJ und Anteil am inländischen Endenergieverbrauch in %, 2000 bis 2015

| Jahr | Raum- wärme | Warm- wasser | Lüftung, Klima, HT | Beleuch- tung | Gebäude insge- samt | Inland Ver- brauch ins- gesamt | Anteil Ge- bäude |
|--------------------|----------------|-----------------|-----------------------|------------------|---------------------------|--------------------------------------|---------------------|
| 2000 | 263.6 | 45.5 | 16.9 | 23.3 | 349.4 | 762.1 | 45.8% |
| 2001 | 284.3 | 45.1 | 17.6 | 23.5 | 370.5 | 784.1 | 47.2% |
| 2002 | 263.9 | 45.2 | 17.1 | 23.6 | 349.8 | 760.9 | 46.0% |
| 2003 | 283.6 | 45.4 | 19.0 | 23.9 | 371.9 | 785.2 | 47.4% |
| 2004 | 279.1 | 45.4 | 17.6 | 24.2 | 366.3 | 783.0 | 46.8% |
| 2005 | 287.7 | 45.4 | 18.3 | 24.4 | 375.9 | 796.2 | 47.2% |
| 2006 | 276.9 | 45.3 | 18.6 | 24.6 | 365.4 | 790.1 | 46.2% |
| 2007 | 245.7 | 45.3 | 17.2 | 24.9 | 333.1 | 761.6 | 43.7% |
| 2008 | 270.3 | 45.7 | 18.2 | 25.1 | 359.3 | 791.0 | 45.4% |
| 2009 | 263.2 | 45.7 | 18.5 | 24.8 | 352.2 | 774.2 | 45.5% |
| 2010 | 295.2 | 46.2 | 19.3 | 25.0 | 385.8 | 816.8 | 47.2% |
| 2011 | 227.9 | 44.4 | 18.1 | 24.8 | 315.2 | 744.9 | 42.3% |
| 2012 | 257.0 | 45.0 | 19.0 | 24.4 | 345.3 | 773.6 | 44.6% |
| 2013 | 282.0 | 45.5 | 19.8 | 24.0 | 371.2 | 801.7 | 46.3% |
| 2014 | 211.4 | 44.0 | 17.4 | 23.9 | 296.8 | 728.7 | 40.7% |
| 2015 | 234.1 | 44.5 | 19.9 | 23.5 | 322.1 | 752.3 | 42.8% |
| Δ '00 – '15 | -11.2% | -2.2% | 18.0% | 0.7% | -7.8% | -1.3% | -3.0% |

HT: Haustechnik, inkl. Hilfsenergie für Anlagen

Quelle: Prognos, TEP, 2016

Résumé

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

La demande énergétique intérieure a reculé de 9.8 PJ (-1.3 %) entre 2000 et 2015 selon les modèles (Tableau 0-1). Ce recul est principalement dû à la consommation pour le chauffage des locaux, qui a diminué de 29.5 PJ (-11.2 %). Les consommations énergétiques liées à l'eau chaude et à la chaleur industrielle ont également légèrement baissé (respectivement de 1 PJ ou 2.2 % et 2.3 PJ ou 2.4 %). Pour toutes les autres applications, la consommation a progressé pendant la période d'observation, en particulier celle liée à la mobilité (+9.2 PJ, +4.1 %) et les autres consommations (+5.9 PJ, +45.5 %).

La consommation énergétique intérieure en 2015 a augmenté de 23.6 PJ (+3.2 %) par rapport à l'année précédente. La cause principale de cette hausse est l'évolution du chauffage des locaux (+22.7 PJ, +10.7 %). Contrairement au recul à long terme du chauffage des locaux du fait du développement de l'efficacité énergétique, l'augmentation à court terme s'explique par les conditions météorologiques. Avec 3'075 degrés-jours de chauffage, l'année 2015 était nettement plus froide que l'année 2014, qui était particulièrement chaude avec 2'782 degrés-jours de chauffage (+10.5 %). L'augmentation de la consommation pour la climatisation, la ventilation et les installations techniques est aussi à relier aux conditions météorologiques. D'une part, les conditions plus douces en 2015 ont entraîné une consommation supérieure d'énergie auxiliaire pour les chauffages, d'autre part les besoins de climatisation

étaient supérieurs à la moyenne du fait d'un été très chaud. Les consommations de la chaleur industrielle ainsi que des systèmes d'entraînement et processus ont été nettement en recul en 2015 (respectivement -2.1 PJ et -1.1 PJ).

Tableau 0-1: Consommation d'énergie finale par applications entre 2000 et 2015, en PJ

| Application | 2000 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | Δ '00-'15 |
|------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Chauffage des locaux | 263.6 | 295.2 | 227.9 | 257.0 | 282.0 | 211.4 | 234.1 | -11.2% |
| Eaus chaude | 45.5 | 46.2 | 44.4 | 45.0 | 45.5 | 44.0 | 44.5 | -2.2% |
| Chaleur industrielle | 94.9 | 98.4 | 96.5 | 94.8 | 95.2 | 94.7 | 92.6 | -2.4% |
| Eclairage | 25.0 | 26.7 | 26.4 | 26.0 | 25.5 | 25.5 | 25.1 | +0.2% |
| Climatisation, ventilation et installations techniques | 17.9 | 20.4 | 19.3 | 20.2 | 21.1 | 18.8 | 21.4 | +19.3% |
| Médias de divertissement, I&C | 8.5 | 10.3 | 10.1 | 10.0 | 9.9 | 10.0 | 9.8 | +14.7% |
| Systèmes d'entraînement, processus | 68.1 | 71.8 | 71.7 | 71.3 | 71.4 | 72.3 | 71.2 | +4.6% |
| Mobilité intérieure | 225.5 | 230.9 | 231.5 | 231.8 | 232.7 | 233.4 | 234.7 | +4.1% |
| Autres | 13.0 | 16.8 | 17.1 | 17.6 | 18.3 | 18.6 | 18.9 | +45.5% |
| Consommation intérieure d'énergie finale (hors conduites) | 762.1 | 816.8 | 744.9 | 773.6 | 801.7 | 728.7 | 752.3 | -1.3% |
| Tourisme à la pompe | 11.0 | 14.7 | 12.0 | 12.0 | 13.2 | 12.4 | 4.0 | -63.7% |
| Trafic aérien international | 63.7 | 58.0 | 62.0 | 63.5 | 64.2 | 64.5 | 66.8 | +5.0% |
| Consommation d'énergie finale totale | 836.8 | 889.5 | 818.9 | 849.1 | 879.1 | 805.6 | 823.1 | -1.6% |

I&C: Information et communication

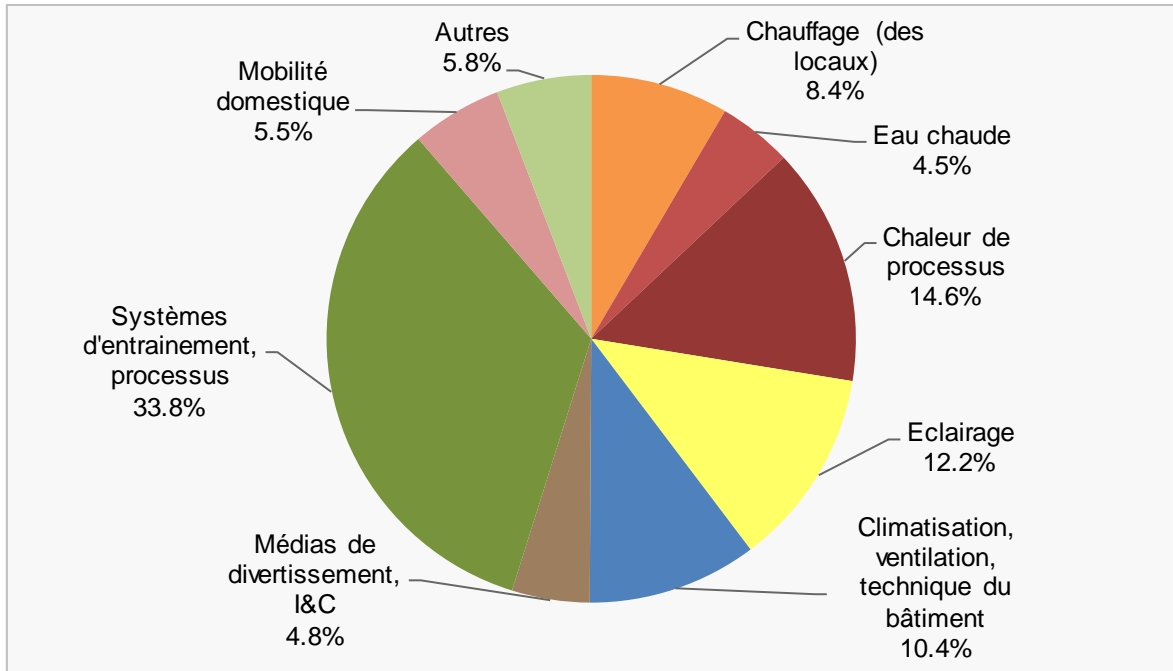
Source: Prognos, TEP, Infrac 2016

En 2015, la consommation totale a été dominée par le chauffage des locaux (31.1 %) et la mobilité (31.2 %). La chaleur industrielle (12.3 %) ainsi que les systèmes d'entraînement et les processus (9.5 %) représentent aussi une part significative de la consommation totale. Dans la période allant de 2000 à 2015, la part du chauffage des locaux dans la consommation intérieure d'énergie finale a reculé de 3.5 points de pourcentage, celle de la mobilité a augmenté de 1.6 points de pourcentage. Les parts des autres applications n'ont pas évolué de manière significative entre 2000 et 2015 (< 1 point de pourcentage).

Plus de 90 % des combustibles et carburants ont été consommés pour le chauffage des locaux (39.7 %), la mobilité (40.9 %) et la chaleur industrielle (11.4 %). La consommation électrique est répartie uniformément entre les différentes applications (Figure 0-1). Les systèmes d'entraînement électriques et les processus sont les plus gros consommateurs d'électricité (33.8 %). Suivent ensuite la chaleur industrielle (14.6 %), l'éclairage (12.2 %) ainsi que la climatisation, ventilation et installations techniques (10.4 %). La part du chauffage des locaux s'élève à 8.4 %. Les autres applications

consommant chacune environ 5 % de l'électricité. Les parts varient peu entre 2000 et 2015.

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

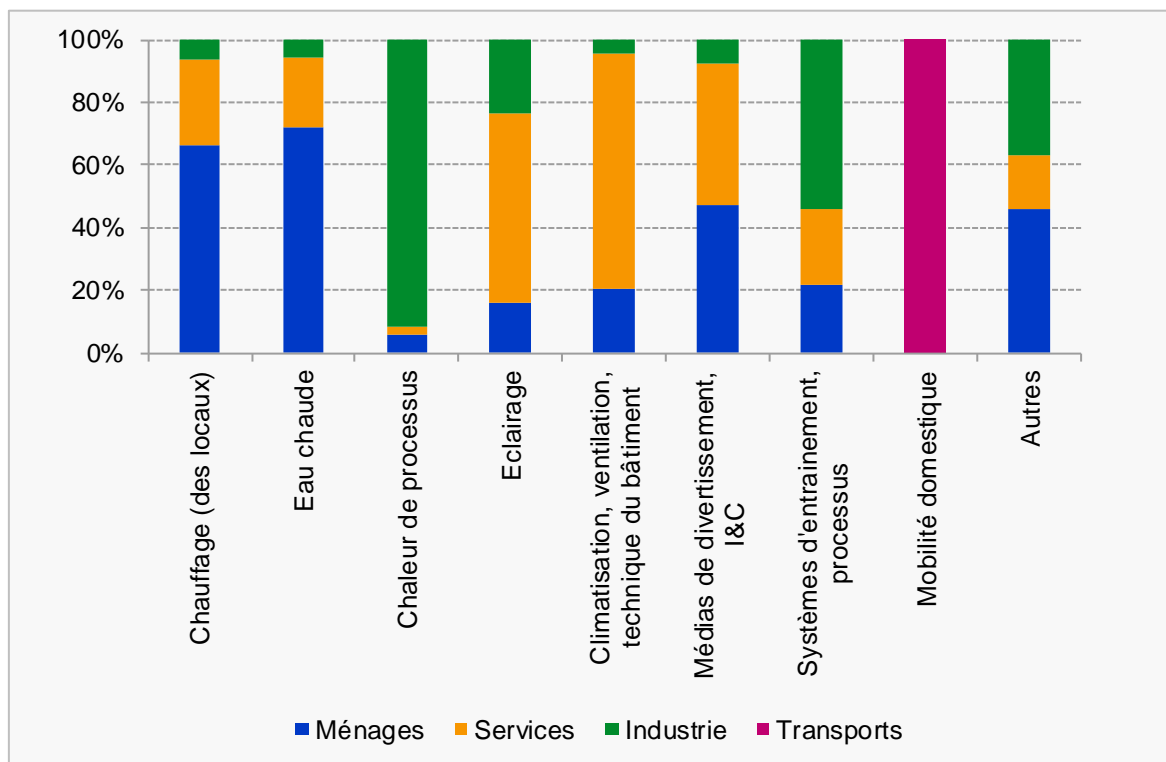


I&C: Information et communication

Source: Prognos, TEP, Infras 2016

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

Figure 0-2: Part en pourcentage des consommations énergétiques des diverses applications dans les secteurs en 2015



I&C: Information et communication

Source: Prognos, TEP, Infras 2016

Dans l'analyse spécifique du secteur des transports, la consommation énergétique du transport (mobilité) a été détaillée par moyen de transport, application et finalité du déplacement. Pour la décomposition du transport de personnes en fonction de la finalité du déplacement, les distances journalières par finalité publiées dans le « Microrecensement mobilité et transports 2010 » (OFS/ARE, 2012) ont été utilisées. En raison du manque de données pour les années 2010, 2014 et 2015, il a été supposé une répartition identique des finalités du déplacement.

En 2015, le transport des personnes représentait 74 % de la consommation dans le secteur des transports, et le trafic de marchandises 17.4 %. Presque 9 % de la consommation ne peut pas être attribuée de manière univoque aux catégories « personnes » ou « marchandises ». Le transport des personnes domine le trafic routier (94.3 % ; Tableau 0-2). Presque 40 % de la consommation énergétique du transport des personnes en 2015 est liée aux loisirs, 24.3 % au travail. La circulation des utilitaires consomme 13.6 % de l'énergie du transport des personnes, et les déplacements liés aux achats 13.8 %. Les parts des transports liés à l'éducation et aux « autres » activités sont négligeables.

Tableau 0-2: Secteur des transports: consommation énergétique du transport des personnes par finalité et mode de transport en 2015, en % (hors transport fluvial)

| | Route | Voie ferrée | Air | Total |
|-----------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Part | | | | |
| Travail | 24.2% | 29.7% | 2.0% | 24.3% |
| Education | 2.6% | 13.2% | 0.0% | 3.1% |
| Achats | 14.1% | 9.5% | 5.0% | 13.8% |
| Utilitaires | 13.5% | 6.7% | 56.0% | 13.6% |
| Loisirs | 40.2% | 33.3% | 37.0% | 39.8% |
| Autres | 5.4% | 7.6% | 0.0% | 5.4% |
| Total | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% |
| Part des modes de transport | 94.3% | 4.8% | 0.9% | 100.0% |

Source: Infras, Prognos 2016, à partir de OFS/ARE, 2012

La consommation énergétique des bâtiments englobe les consommations engendrées pour le chauffage des locaux, l'eau chaude, la ventilation, la climatisation, les installations techniques et l'éclairage des bâtiments. Avec une consommation énergétique de 322.1 PJ en 2015, les bâtiments représentaient 42.8 % de la consommation énergétique totale intérieure (752.3 PJ). Entre 2000 et 2015, la consommation énergétique des bâtiments a reculé de 7.8 %. Le recul est essentiellement dû à la réduction de la consommation pour le chauffage des locaux (-29.5 PJ ; -11.2 %). Corrigée des conditions météorologiques, la consommation pour le chauffage des locaux a diminué d'environ 10 % et la consommation totale des bâtiments de 7 % sur la période d'observation.

Tableau 0-3: Consommation énergétique dans les bâtiments en fonction des applications en PJ et part dans la consommation d'énergie finale intérieure en %, 2000 à 2015

| Année | Chauffage des locaux | Eau chaude | Vent., clim., inst. techn. | Eclairage | Total bâtiments | Consommation domestique totale | Part des bâtiments |
|--------------------|----------------------|--------------|----------------------------|-------------|-----------------|--------------------------------|--------------------|
| 2000 | 263.6 | 45.5 | 16.9 | 23.3 | 349.4 | 762.1 | 45.8% |
| 2001 | 284.3 | 45.1 | 17.6 | 23.5 | 370.5 | 784.1 | 47.2% |
| 2002 | 263.9 | 45.2 | 17.1 | 23.6 | 349.8 | 760.9 | 46.0% |
| 2003 | 283.6 | 45.4 | 19.0 | 23.9 | 371.9 | 785.2 | 47.4% |
| 2004 | 279.1 | 45.4 | 17.6 | 24.2 | 366.3 | 783.0 | 46.8% |
| 2005 | 287.7 | 45.4 | 18.3 | 24.4 | 375.9 | 796.2 | 47.2% |
| 2006 | 276.9 | 45.3 | 18.6 | 24.6 | 365.4 | 790.1 | 46.2% |
| 2007 | 245.7 | 45.3 | 17.2 | 24.9 | 333.1 | 761.6 | 43.7% |
| 2008 | 270.3 | 45.7 | 18.2 | 25.1 | 359.3 | 791.0 | 45.4% |
| 2009 | 263.2 | 45.7 | 18.5 | 24.8 | 352.2 | 774.2 | 45.5% |
| 2010 | 295.2 | 46.2 | 19.3 | 25.0 | 385.8 | 816.8 | 47.2% |
| 2011 | 227.9 | 44.4 | 18.1 | 24.8 | 315.2 | 744.9 | 42.3% |
| 2012 | 257.0 | 45.0 | 19.0 | 24.4 | 345.3 | 773.6 | 44.6% |
| 2013 | 282.0 | 45.5 | 19.8 | 24.0 | 371.2 | 801.7 | 46.3% |
| 2014 | 211.4 | 44.0 | 17.4 | 23.9 | 296.8 | 728.7 | 40.7% |
| 2015 | 234.1 | 44.5 | 19.9 | 23.5 | 322.1 | 752.3 | 42.8% |
| Δ '00 – '15 | -11.2% | -2.2% | 18.0% | 0.7% | -7.8% | -1.3% | -3.0% |

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

Source: Prognos, TEP, 2016

1 Hintergrund und Aufgabenstellung

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

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

Die Ergebnisse werden in Form von Zeitreihen von 2000 bis 2015 präsentiert und nach Energieträgern unterschieden, wo dies machbar war. Die verwendeten Bottom-up-Modelle sind grundsätzlich identisch mit den für die Energieperspektiven genutzten Modellen. An einzelnen Stellen haben die Modelle Aktualisierungen und entsprechende Neukalibrierungen erfahren, woraus sich geringfügige Abweichungen von den Ergebnissen der letzten Jahre ergeben haben.

Die Ex-Post-Analyse des schweizerischen Energieverbrauchs der Jahre 2000 bis 2015 wurde durch eine Arbeitsgemeinschaft bestehend aus Prognos AG (Private Haushalte, Industrie, Koordination), TEP Energy GmbH (Dienstleistungen und Landwirtschaft) sowie Infras AG (Verkehr) durchgeführt.

Der Bericht ist folgendermassen aufgebaut: Kapitel 2 gibt einen Überblick über die Entwicklung des Endenergieverbrauchs gemäss der Gesamtenergiestatistik und der wichtigsten Einflussfaktoren im Zeitraum 2000 bis 2015. In Kapitel 3 folgt die Analyse des Energieverbrauchs nach Verwendungszwecken auf der aggregierten Ebene des Gesamtenergieverbrauchs. Anschliessend wird in Kapitel 4 die Entwicklung des Energieverbrauchs nach Verwendungszwecken auf und innerhalb der Ebene der Verbrauchssektoren Private Haushalte, Dienstleistungen und Landwirtschaft, Industrie und Verkehr beschrieben.

2 Statistische Ausgangslage

2.1 Energieverbrauch 2000 bis 2015

Der Gesamtenergieverbrauch der Schweiz ist 2015 gegenüber dem Vorjahr um 1.5 % auf 838.4 PJ gestiegen (Tabelle 2-1). Im Vergleich zum Jahr 2000 ist der Verbrauch jedoch um 8.6 PJ gesunken (-1 %). Der Verbrauchsanstieg im Jahr 2015 steht in engem Zusammenhang mit der Witterung. Ausgedrückt in Heizgradtagen (HGT) war das Jahr 2015 mit 3'075 HGT kälter als das Vorjahr 2014 mit 2'782 HGT (+10.5 %). Entsprechend nahm die Nachfrage nach Raumwärme in 2015 gegenüber dem Vorjahr zu. Die Gesamtveränderung verteilt sich wie folgt auf die einzelnen Energieträger und Energieträgergruppen:

Der Einsatz von Elektrizität hat im Zeitraum 2000 bis 2015 um 21.2 PJ (+11.2 %) zugenommen. Gegenüber dem Vorjahr 2014 ist der Elektrizitätsverbrauch um 2.8 PJ gestiegen (+1.4 %). Der Anteil des Stromverbrauchs am Gesamtverbrauch belief sich im Jahr 2015 auf 25 % (2000: 22.3 %).

Tabelle 2-1: *Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern von 2000 bis 2015, in PJ*

| Energieträger | 2000 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | Δ '00-'15 |
|------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Elektrizität | 188.5 | 215.2 | 211.0 | 212.3 | 213.6 | 206.9 | 209.7 | +11.2% |
| Erdölbrennstoffe | 208.4 | 190.4 | 150.9 | 161.1 | 168.5 | 127.5 | 133.9 | -35.8% |
| Heizöl | 196.3 | 182.5 | 144.0 | 154.3 | 162.6 | 122.4 | 129.3 | -34.1% |
| übrige Erdölbrennstoffe ¹ | 12.2 | 7.9 | 6.9 | 6.9 | 5.9 | 5.2 | 4.6 | -61.8% |
| Erdgas ² | 93.2 | 115.9 | 104.2 | 114.3 | 120.8 | 107.1 | 112.9 | +21.2% |
| Kohle und Koks | 5.8 | 6.2 | 5.8 | 5.3 | 5.7 | 5.9 | 5.4 | -6.2% |
| Fernwärme | 13.2 | 17.2 | 15.9 | 16.9 | 17.9 | 16.3 | 18.3 | +38.8% |
| Holz | 27.8 | 38.3 | 33.4 | 36.9 | 40.5 | 34.5 | 36.9 | +32.8% |
| übrige erneuerbare Energien ³ | 6.3 | 14.3 | 14.2 | 16.3 | 17.9 | 17.5 | 20.6 | +225.1% |
| Müll / Industrieabfälle | 10.4 | 10.0 | 10.5 | 10.3 | 10.5 | 11.8 | 10.2 | -2.3% |
| Treibstoffe | 293.4 | 295.1 | 296.6 | 299.9 | 299.8 | 298.3 | 290.5 | -1.0% |
| Benzin | 169.3 | 134.7 | 129.5 | 125.0 | 119.3 | 114.5 | 106.1 | -37.4% |
| Diesel | 56.0 | 98.7 | 101.4 | 107.6 | 112.4 | 115.2 | 113.7 | +103.1% |
| Flugtreibstoffe | 68.1 | 61.6 | 65.7 | 67.3 | 68.1 | 68.6 | 70.8 | +4.0% |
| Total Endenergieverbrauch | 847.0 | 902.7 | 842.5 | 873.3 | 895.0 | 825.8 | 838.4 | -1.0% |

¹⁾ inkl. Heizöl Mittel und Schwer

Quelle: BFE 2016 a

²⁾ inkl. gasförmiger Treibstoffe

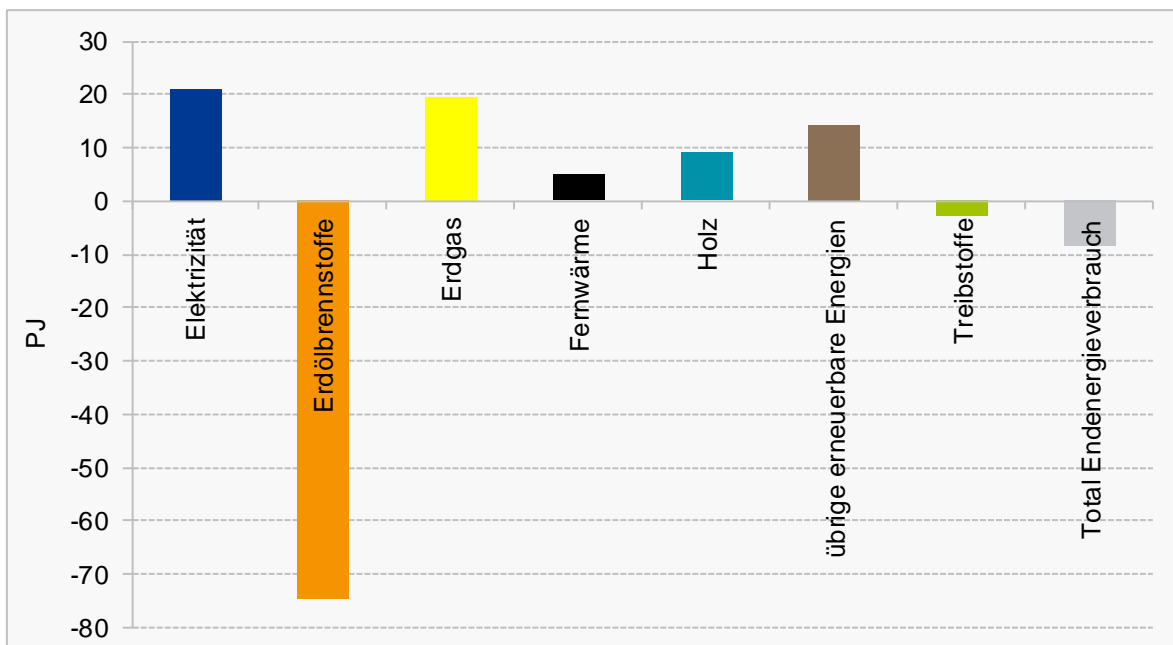
³⁾ erneuerbare Energien: Sonne, Umweltwärme, Biogas, Biotreibstoffe

Der Verbrauch von Erdölbrennstoffen (vorwiegend Heizöl) und Erdgas wird erheblich von den jährlichen Witterungsschwankungen beeinflusst. Der Verbrauch an Erdölbrennstoffen hat im Jahr 2015 gegenüber dem Vorjahr 2014 um 6.4 PJ zugenommen (+5 %). Betrachtet über den Zeitraum 2000 bis 2015 ging der Verbrauch jedoch um 74.5 PJ zurück (-35.8 %). Damit sind die Erdölbrennstoffe die einzige Energieträgergruppe, deren Verbrauch sich gegenüber dem Jahr 2000 wesentlich verringert hat.

Die Verwendung von Erdgas wurde im Zeitraum 2000 bis 2015 um 19.8 PJ ausgeweitet (+21.2 %). Gegenüber dem Vorjahr 2014 stieg der Verbrauch von Erdgas um 5.8 PJ an (+5.4 %). Es wird darauf hingewiesen, dass der Verbrauch an Compressed Natural Gas (CNG) und Flüssiggas, welche als Treibstoff im Verkehrssektor eingesetzt werden, in der Gesamtenergiestatik ebenfalls unter Erdgas berücksichtigt sind. Der Verbrauch an Gas als Treibstoff stieg im Zeitraum 2000 bis 2015 von 0.02 PJ auf rund 0.6 PJ.

Der Kohle- und Koksverbrauch hat sich im Zeitraum 2000 bis 2015 nur geringfügig verändert (-0.4 PJ; -6.2 %). Die Nutzung von Fernwärme nahm über den gesamten Betrachtungszeitraum um 5.1 PJ zu (+38.8 %). Gegenüber dem Vorjahr 2014 hat sich der Fernwärmeverbrauch um 2 PJ (12.3 %) erhöht.

Abbildung 2-1: Veränderung des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern zwischen 2000 und 2015, in PJ



Quelle: BFE 2016 a, eigene Darstellung

Der Verbrauch an Holzenergie hat sich zwischen 2000 und 2015 um 9.1 PJ ausgeweitet (+32.8%). Gegenüber dem Vorjahr 2014 nahm der Verbrauch um 2.3 PJ zu (+6.8 %). Der Verbrauch der übrigen Erneuerbaren nahm gegenüber dem Vorjahr 2014 um 17.9 % zu (gegenüber 2000: +14.3 PJ; +225 %). Der energetische Einsatz von Industrieabfällen hat sich zwischen 2000 und 2015 um 0.2 PJ verringert (-2.3 %).

Beim Absatz der konventionellen Treibstoffe zeigt sich im Zeitraum 2000 bis 2015 ein leichter Rückgang um 2.8 PJ (-1 %). Der Rückgang des Treibstoffabsatzes verlief nicht kontinuierlich. In den Jahren 2000 bis 2004 nahm der Absatz um rund 6 % ab, zwischen 2005 bis 2013 stieg er an, mit Ausnahme des Jahres 2009. Seit 2014 nimmt der Absatz wieder ab. Die einzelnen Treibstoffe zeigen unterschiedliche Entwicklungstrends: Der Benzinabsatz ist kontinuierlich gesunken, demgegenüber verzeichnete der Dieselabsatz einen stetigen Anstieg. Der Absatz an Flugtreibstoffen lag im Jahr 2015 mit 70.8 PJ um 4 % über dem Verbrauchsniveau des Jahres 2000 (+2.7 PJ). Im Jahr 2004 hatte der Absatz an Flugtreibstoffen lediglich 50.5 PJ betragen. Bei den konventionellen Treibstoffen nicht berücksichtigt sind die Biotreibstoffe und die gasförmigen Treibstoffe, welche bei dieser Betrachtung unter den übrigen erneuerbaren Energien, respektive unter Erdgas verbucht sind. Der Absatz von Biotreibstoffen und gasförmigen Treibstoffen erhöhte sich im Betrachtungszeitraum 2000 bis 2015 von 0.1 PJ auf rund 2.7 PJ.

Tabelle 2-2: Veränderung des Endenergieverbrauchs zwischen 2000 und 2015 nach Sektoren, in PJ

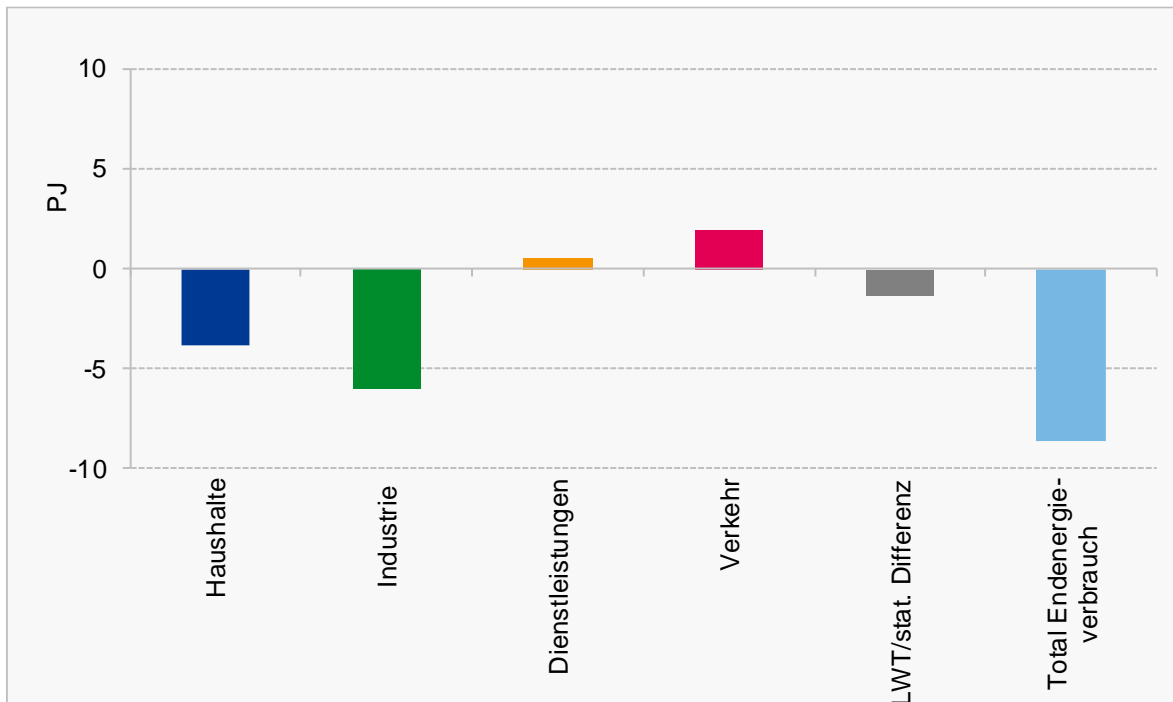
| Sektoren | 2000 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | Δ '00-'15 |
|--------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Haushalte | 236.3 | 264.9 | 225.7 | 244.3 | 258.9 | 218.9 | 232.4 | -1.6% |
| Industrie | 160.7 | 168.6 | 162.3 | 163.2 | 164.5 | 157.0 | 154.7 | -3.7% |
| Dienstleistungen | 137.6 | 151.9 | 135.5 | 143.5 | 149.8 | 130.8 | 138.2 | +0.4% |
| Verkehr | 303.3 | 308.4 | 309.6 | 313.0 | 312.7 | 311.7 | 305.3 | +0.7% |
| stat. Differenz inkl. Landwirtschaft | 9.2 | 8.9 | 9.4 | 9.3 | 9.0 | 7.4 | 7.8 | -14.7% |
| Total Endenergieverbrauch | 847.0 | 902.7 | 842.5 | 873.3 | 895.0 | 825.8 | 838.4 | -1.0% |

Quelle: BFE 2016 a

Die Aufteilung des Energieverbrauchs nach Verbrauchssektoren ist in Tabelle 2-2 dargestellt. Der Energieverbrauch der privaten Haushalte (-3.9 PJ; -1.6 %) und der Industrie (-6 PJ; -3.7%) ist über den gesamten Betrachtungszeitraum zurückgegangen. Der Verbrauch des Dienstleistungssektors nahm über den Betrachtungszeitraum 0.6 PJ (+0.4%) zu. Der Verkehrssektor verzeichnet im Betrachtungszeitraum 2000 bis 2015 einen Anstieg von 2 PJ (+0.7 %). Damit verbleibt der Verkehrssektor jener Sektor, in dem

am meisten Energie verbraucht wird.¹ Der Anteil des Verkehrssektors am Gesamtverbrauch belief sich in 2015 auf 36.4 %. Die Anteile der einzelnen Sektoren am Gesamtverbrauch haben sich seit Beginn des Betrachtungszeitraumes im Jahr 2000 nur wenig verschoben (im Betrag <1%).

Abbildung 2-2: Veränderung des Endenergieverbrauchs zwischen 2000 und 2015 nach Sektoren, in PJ



LWT: Landwirtschaft

Quelle: BFE 2016 a, eigene Darstellung

2.2 Rahmenbedingungen

Für die Analyse und das Verständnis der Veränderung des Energieverbrauchs ist die Entwicklung der Rahmenbedingungen von ausschlaggebender Bedeutung. Beispielsweise sind die Witterungsbedingungen (Wärme- und Kältenachfrage) entscheidend für das Verständnis von Energieverbrauchsschwankungen in aufeinander folgenden Jahren. In der Langfristbetrachtung verlieren die Witterungsschwankungen an Bedeutung, demgegenüber treten die Mengenkomponten (z.B. Produktion, Bevölkerung) in den Vordergrund. Viele dieser exogenen Einflussfaktoren weisen in ihrer jährlichen Entwicklung nur geringe Veränderungsraten auf. Aber in der Summe über das betrachtete Zeitintervall beeinflussen sie den Energieverbrauch. Folglich besteht eine Gewichtsverlage-

¹ Die Absätze an den internationalen Flugverkehr sind dabei mit berücksichtigt.

rung in der Bedeutung der einzelnen Einflussfaktoren in Abhängigkeit vom betrachteten Zeitraum. Die Korrelationen zwischen den verschiedenen Verwendungszwecken und Rahmendaten sind unterschiedlich. Während der Raumwärmeverbrauch beispielsweise sehr stark von der Witterung abhängt, werden der Verbrauch an Prozesswärme stark durch die Wirtschaftsentwicklung und derjenige der Elektrogeräte von der Bevölkerungsentwicklung beeinflusst. In Tabelle 2-3 ist die Entwicklung der wichtigsten Einflussfaktoren für die Jahre 2000 bis 2015 zusammengefasst.

- Die Witterungsbedingungen sind als Kurzfristedeterminante von herausragender Bedeutung. Im Vergleich zum langjährigen Durchschnitt der Jahre 1970 bis 1992 mit 3'588 Heizgradtagen (HGT) war es in den meisten Jahren des Zeitraums 2000 bis 2015 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 2015. Das wärmste Jahr im Betrachtungszeitraum war das Jahr 2014 mit 2'782 HGT. Mit 3'075 HGT war das Jahr 2015 zwar um 10.5% kühler als das Vorjahr, jedoch wärmer als im Mittel des Betrachtungszeitraums mit 3'231 HGT (Abweichung: -4.8%). Überdurchschnittlich warm war die Witterung auch in den Jahren 2000 (3'081 HGT), 2007 (3'101 HGT) und 2011 (2'938 HGT). Aufgrund der heissen Sommermonate lag 2015 die Zahl der Kühlgradtage (263) deutlich über dem Wert der Vorjahre. Besonders grosse Strahlungsmengen und eine hohe Anzahl CDD traten im Jahre 2003 auf („Hitzesommer“ mit 346 CDD)³.

2 Beim Bereinigungsverfahren mit Gradtagen und Strahlung von Prognos wird der Referenzzeitraum 1984/2002 verwendet. Die durchschnittliche Anzahl HGT in diesem Referenzzeitraum beträgt 3407 HGT. Im Betrachtungszeitraum 2000 bis 2015 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.

Tabelle 2-3: Entwicklung wichtiger Bestimmungsfaktoren des Energieverbrauchs in den Jahren 2000 bis 2015

| | Einheit | 2000 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|---------------------------------------|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1. Allg. Bestimmungsfaktoren | | | | | | | | |
| Heizgradtage (a) | | 3'081 | 3'586 | 2'938 | 3'281 | 3'471 | 2'782 | 3'075 |
| Cooling Degree Days (f) | | 115 | 153 | 128 | 148 | 167 | 83 | 263 |
| Bevölkerung (1) (b) | Tsd | 7'235 | 7'878 | 7'912 | 7'997 | 8'089 | 8'189 | 8'263 |
| BIP real, Preise 2015 (c) | Mrd. CHF | 494.2 | 593.2 | 604.7 | 611.5 | 622.4 | 634.2 | 639.6 |
| Landesindex der Konsumentenpreise (b) | Basis 2015 | 93.4 | 101.9 | 102.1 | 101.4 | 101.2 | 101.2 | 100.0 |
| Gesamtwohnungsbestand (e,f) | Tsd | 3'569 | 3'956 | 4'003 | 4'046 | 4'096 | 4'144 | 4'191 |
| Energiebezugsflächen | | | | | | | | |
| - insgesamt (d,f) | Mio. m ² | 639 | 725 | 735 | 744 | 754 | 763 | 771 |
| - Wohnungen (f) | Mio. m ² | 416 | 486 | 494 | 501 | 509 | 516 | 524 |
| - Dienstleistungen (d) | Mio. m ² | 140 | 152 | 153 | 155 | 156 | 157 | 158 |
| - Industrie (d) | Mio. m ² | 83 | 87 | 88 | 88 | 89 | 90 | 90 |
| Motorfahrzeugbestand (2) (b) | Mio. | 4.58 | 5.36 | 5.48 | 5.61 | 5.69 | 5.78 | 5.89 |
| Personenwagen (b) | Mio. | 3.55 | 4.08 | 4.16 | 4.25 | 4.32 | 4.38 | 4.46 |
| 2. Energiepreise | | | | | | | | |
| (real, Preisbasis 2015) | | | | | | | | |
| a) Konsumentenpreise (3) (b) | | | | | | | | |
| Heizöl EL (3000-6000l) | CHF/100l | 54.4 | 83.8 | 96.0 | 102.5 | 99.3 | 97.8 | 74.2 |
| Elektrizität | Rp./kWh | 19.7 | 18.5 | 19.4 | 18.9 | 18.7 | 18.9 | 19.8 |
| Erdgas | Rp./kWh | 6.4 | 8.9 | 9.3 | 9.9 | 9.9 | 10.2 | 9.7 |
| Holz | CHF/Ster | 44.6 | 52.0 | 54.2 | 53.8 | 55.0 | 55.3 | 52.6 |
| Fernwärme | CHF/GJ | 16.4 | 21.2 | 21.9 | 22.5 | 22.7 | 23.3 | 22.8 |
| Benzin | CHF/l | 1.50 | 1.61 | 1.70 | 1.79 | 1.75 | 1.70 | 1.49 |
| Diesel | CHF/l | 1.54 | 1.69 | 1.82 | 1.90 | 1.87 | 1.80 | 1.55 |
| b) Produzenten-/Importpreise (4) (a) | | | | | | | | |
| Heizöl EL (5) | CHF/100l | 40.3 | 67.5 | 83.5 | 90.7 | 86.8 | 81.2 | 57.9 |
| Elektrizität | Rp./kWh | 17.7 | 15.2 | 16.0 | 16.2 | 16.1 | 16.4 | 17.6 |
| Erdgas | Rp./kWh | 4.2 | 6.2 | 6.9 | 7.5 | 7.4 | 7.7 | 7.6 |
| Diesel | CHF/l | 1.19 | 1.35 | 1.61 | 1.74 | 1.65 | 1.52 | 1.08 |

(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 mittlere Bevölkerung hat stetig zugenommen, durchschnittlich um rund 0.9 % pro Jahr. Für den Zeitraum 2000 bis 2015 ergibt sich eine Zunahme um 14.2 %. Der Anstieg der Bevölkerung wirkt sich unter anderem auf den Wohnungsbestand und auf die Energiebezugsflächen (EBF) aus. Diese beiden Grössen haben zwischen 2000 und 2015 mit 17.4 %, bzw. 20.8 % prozentual stärker zugenommen als die Wohnbevölkerung. Noch grösser war die Zunahme der Wohnfläche (Energiebezugsfläche +25.8 %), woraus sich eine fortschreitende Zunahme der Wohnfläche pro Kopf ableiten lässt. Diese erhöhte sich von 57.5 m² EBF in 2000 auf 63.4 m² EBF in 2015 (+10.1 %; inkl. der Wohnflächen in Zweit- und Ferienwohnungen).
- Die Wirtschaftsleistung, gemessen am BIP, ist im Betrachtungszeitraum 2000 bis 2015 um 29.4 % gewachsen, wobei der Zuwachs vorwiegend in den Jahren 2004 bis 2008 und in den Jahren 2010 bis 2015 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 2015 um 1.7 % p.a. an (2015 +0.9 %). Das reale BIP pro Kopf (zu Preisen des Jahres 2015) lag 2015 mit 77.4 Tsd. CHF um 13.3 % höher als im Jahr 2000 (68.3 Tsd. CHF).
- Der Motorfahrzeugbestand und die Verkehrsleistung, für welche die Entwicklung der Wohnbevölkerung ebenfalls eine wichtige Rolle spielt, sind zentrale Treiber für die Veränderung des Treibstoffverbrauchs. Die Anzahl der Personenwagen, aber auch die Anzahl der Motorfahrzeuge insgesamt, nahmen während des Betrachtungszeitraums kontinuierlich zu. Im Zeitraum 2000 bis 2009 waren die Zuwachsraten tendenziell rückläufig, seit dem Jahr 2010 sind die Raten wieder angestiegen. Insgesamt hat der Bestand an Motorfahrzeugen im Zeitraum 2000 bis 2015 um 28.4 % zugenommen, was einer durchschnittlichen jährlichen Zuwachsrate von 1.7 % entspricht. Im gleichen Zeitraum hat sich der Bestand an Personenwagen um 25.7 % vergrössert (mittlere Zuwachsrate 1.5 % p.a.).
Die Zahlen zur Verkehrsleistung des Personenverkehrs wurden in den letzten Jahren vom BFS rückwirkend revidiert. Die aktuellen Zahlen basieren teilweise auf Extrapolationen. Für den Zeitraum 2000 bis 2014 zeigen sie eine Zunahme der Verkehrsleistung des Personenverkehrs um 25 %, ausgedrückt in Personenkilometern. Die Werte für das Jahr 2015 sind zurzeit noch nicht publiziert.
Die Güterverkehrsleistung des Schienenverkehrs hat gemäss den provisorischen Zahlen des BFS im Jahr 2015 leicht zugenommen und lag um 0.7 % über der Verkehrsleistung im Vorjahr (+8.9 % ggü. 2000; in Millionen Netto-Tonnenkilometern). Für die Strasse liegen die Werte bis ins Jahr 2014 vor. Gegenüber dem Jahr 2000 hat die Güterverkehrsleistung der Strasse um 29 % zugenommen (+1.7 % ggü. 2013).

- Die realen Konsumentenpreise der einzelnen Energieträger entwickelten sich in den Jahren 2000 bis 2015 unterschiedlich. So lagen die Preise für Elektrizität, Benzin und Diesel im Jahr 2015 für Konsumenten auf vergleichbarem Niveau wie im Jahr 2000. Die Preise für Benzin und Diesel stiegen im Zeitraum 2000 bis 2013 an, ab Herbst 2014 erfolgte ein deutlicher Preisrückgang (2015 gegenüber 2014: Benzin -12.4 %, Diesel -13.8 %. Der Preis für Elektrizität stieg im Jahr 2015 gegenüber 2014 um 4.7% und lag damit wieder etwa auf dem Preisniveau des Jahres 2000 (+0.6 % ggü. 2000). Stark gestiegen sind im Vergleich zu 2000 die Preise für Heizöl (+36.5 %), Erdgas (+50.7 %) und Fernwärme (+39.3 %). Zugenommen hat auch der Preis für Holz (+18 %). Gegenüber 2014 sind diese Preise jedoch gefallen: Heizöl -24.1 %, Erdgas -5 %, Holz -4.9 % und Fernwärme -2 %.
- Für Produzenten und Importeure sind die Preisbewegungen bei Heizöl (+43.8 %) und Erdgas (+80.3 %) im Betrachtungszeitraum vergleichbar mit denjenigen der Konsumentenpreise, die relativen Veränderungen waren indes grösser. Bei den Konsumentenpreisen dämpften die bestehenden höheren Abgaben und Steuern die prozentualen Änderungen der Energiepreise. Die Preise für Diesel (-9.5 %) und Elektrizität (-0.6 %) haben im Betrachtungszeitraum abgenommen.
- Die Basis für die energiepolitischen Regelungen stellen das Energiegesetz (EnG), das Elektrizitätsgesetz (EleG) sowie das CO₂-Gesetz dar. Diese Gesetze bilden die Rechtsgrundlage für gesetzliche Massnahmen, Vorschriften, Förderprogramme sowie für freiwillige Massnahmen im Rahmen von *Energie-Schweiz* oder auch für die CO₂-Zielvereinbarungen mit der Wirtschaft und Organisationen.
Die CO₂-Abgabe auf Brennstoffen wurde im Januar 2008 eingeführt, bei einem anfänglichen Abgabesatz von 12 CHF/t CO₂. Die Abgabe wurde stufenweise erhöht, per 1.1.2014 auf 60 CHF/t CO₂ (rund 16 Rp. Pro Liter Heizöl). Im Juli 2015 wurde eine weitere Erhöhung auf 84 CHF/t CO₂ per 1.1.2016 beschlossen (BAFU, 2015). Dieser Entscheid dürfte sich aber noch nicht wesentlich auf die Energieverbrauchsentwicklung bis Ende 2015 ausgewirkt gehabt.
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 getreten ist, 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 Personenkraftwagen eingeführt. Die Schweizer Importeure sind verpflichtet, die CO₂-Emissionen

der erstmals zum Verkehr in der Schweiz zugelassenen Personwagen bis 2015 im Durchschnitt auf 130 Gramm pro Kilometer zu senken. 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 2015 lagen bei rund 135 g CO₂/km. Das Gesamtflottenziel von 130 g CO₂/km für das Jahr 2015 wurde damit im Durchschnitt um 5 g CO₂/km überschritten. Die erhobenen Sanktionen belaufen sich auf insgesamt rund 12.6 Mio. Franken.

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

Im Jahr 2010 wurde das Gebäudeprogramm der Stiftung Klimarappen durch das nationale „Gebäudeprogramm“ abgelöst. Im Rahmen des „Gebäudeprogramms“ werden energetische Gebäudesanierungen und der Einsatz von erneuerbaren Energien gefördert. Das Programm wird finanziert durch eine Teilzweckbindung der CO₂-Abgabe (jährlich rund 180 Mio. CHF) sowie durch einen Beitrag der Kantone (jährlich 80 - 100 Mio. CHF). Das Parlament hat Ende 2011 entschieden, den Maximalbetrag, der dem Gebäudeprogramm aus der CO₂-Abgabe zusteht, ab 2014 auf 300 Millionen Franken zu erhöhen.

3 Gesamtagggregation

3.1 Bestimmung der Verwendungszwecke

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

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

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

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

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

I&K: Information und Kommunikation

Quelle: Prognos, TEP, Infras 2016

3.1.1 Abgrenzung der Verwendungszwecke

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

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

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

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

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

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

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

3.1.2 Sektorale Abgrenzungen

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

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

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

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

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

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

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

aller Wohnungen abgezogen und im Sektor Dienstleistungen ausgewiesen. Ebenfalls dem Dienstleistungssektor zugerechnet wird der Stromverbrauch der gemeinschaftlich genutzten Gebäudeinfrastruktur in Mehrfamilienhäusern (Pumpen und Steuerung der Heizungs- und Warmwasseranlagen, Antennenverstärker, Waschmaschinen, Tumbler und Tiefkühler in Kellern und Waschräumen). Die Gesamtmenge, die vom Haushaltsbereich in den Dienstleistungssektor "verschoben" wird, liegt im Mittel der Jahre 2000 bis 2015 bei rund 14 PJ, davon sind rund 5.5 PJ Strom.

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

In der GEST werden im Verkehrssektor jährlich rund 1 PJ Erdgas für den Betrieb von Erdgas-Pipelines ausgewiesen (2015: 0.76 PJ). Im Verkehrsmodell wird dieser Verbrauch nicht berücksichtigt. Der im Modell ausgewiesene Erdgasverbrauch entspricht dem Verbrauch „Gas übriger Verkehr“ gemäss der Energiestatistik.

3.1.3 Abgleich mit der Gesamtenergiestatistik (GEST)

Die mit den Modellen generierten Verbrauchsschätzungen für den Raumwärme- und Warmwasserbedarf werden einer Witterungskorrektur unterzogen. Für die Umrechnung der witterungsneutralen Modellwerte in witterungsabhängige Werte wurde das Korrekturverfahren auf Basis von monatlichen Gradtags- und Strahlungswerten (GT&S) verwendet (Prognos, 2003). Das GT&S-Verfahren weist eine grössere Reagibilität auf Witterungsschwankungen auf als das herkömmliche HGT-Verfahren. Aufgrund der Berücksichtigung der Solarstrahlung und der höheren Reagibilität wird das komplexere Gradtags- und Strahlungsverfahren als das bessere Korrekturverfahren betrachtet. Empirische Analysen bestätigen diese Vermutung, in den meisten der untersuchten Jahre zeigt das GT&S-Verfahren eine bessere Übereinstimmung mit dem gemessenen Verbrauch (Prognos, 2008, 2010). In Jahren mit stark von der Referenzperiode abweichender Witterung scheint das Verfahren den Einfluss der Witterung möglicherweise etwas zu überschätzen, z.B. in den Jahren 2007, 2011 und 2014. In der Regel sind die Abweichungen zwischen den jährlichen Bereinigungs-faktoren der beiden Ansätze jedoch gering.

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

Die Modelle erfassen nicht die in der Gesamtenergiestatistik ausgewiesene „statistische Differenz“. Diese wird in der Gesamtenergiestatistik zusammen mit dem Verbrauch der Landwirtschaft ausgewiesen. Der Verbrauch der Landwirtschaft ist in den Modellergebnissen berücksichtigt (im Teil Dienstleistungen). Die „statistische Differenz“ umfasst, abzüglich des Verbrauchs der Landwirtschaft, eine Energiemenge von jährlich rund 5 PJ, die keinem der Verbrauchssektoren zugeteilt werden kann. Entsprechend muss die Summe der sektoralen Energieverbräuche vom Total gemäss der Gesamtenergiestatistik um diese Summe abweichen. Unter Berücksichtigung der statistischen Differenz ergibt sich im Mittel der Jahre 2000 bis 2015 auf der Ebene des Gesamtenergieverbrauchs zwischen der Energiestatistik und den Energiemodellen eine Differenz von rund 12 PJ, was einer Abweichung von 1.5 % entspricht. Im Jahr 2015 beläuft sich die Abweichung auf 11.6 PJ (1.4 %).

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

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

3.2 Gesamtverbrauchsentwicklung nach Verwendungszwecken

Gesamtenergie

Die Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Verwendungszwecken in den Jahren 2000 bis 2015 ist in Tabelle 3-2 zusammengefasst. Es wird darauf hingewiesen, dass es sich dabei um Modellwerte handelt, die nicht auf die Gesamtenergiestatistik kalibriert sind. Die mit den Modellen geschätzten jährlichen Verbrauchsmengen weichen im Mittel um rund 1-2 % vom Gesamtverbrauch gemäss der Energiestatistik ab (vgl. Tabelle 2-1). Dies ist unter anderem darauf zurückzuführen, dass der Verbrauch unter der Kategorie statistische Differenz in der Ex-Post-Analyse des Energieverbrauchs nach Verwendungszwecken nicht berücksichtigt wird (vgl. Kapitel 3.1.3).

Die sonstigen Treibstoffe entsprechen zu grossen Teilen dem Kerosinverbrauch des internationalen Flugverkehrs, der nicht dem inländischen Verbrauch zugerechnet wird (2015: 66.8 PJ). Die auf den Tanktourismus zurückzuführenden Benzin- und Dieselabsätze sind ebenfalls bei den sonstigen Treibstoffen enthalten (2015: 4 PJ).

Tabelle 3-2: Endenergieverbrauch 2000 bis 2015 nach Verwendungszwecken, in PJ

| Verwendungszweck | 2000 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | Δ '00-'15 |
|----------------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Raumwärme | 263.6 | 295.2 | 227.9 | 257.0 | 282.0 | 211.4 | 234.1 | -11.2% |
| Warmwasser | 45.5 | 46.2 | 44.4 | 45.0 | 45.5 | 44.0 | 44.5 | -2.2% |
| Prozesswärme | 94.9 | 98.4 | 96.5 | 94.8 | 95.2 | 94.7 | 92.6 | -2.4% |
| Beleuchtung | 25.0 | 26.7 | 26.4 | 26.0 | 25.5 | 25.5 | 25.1 | +0.2% |
| Klima, Lüftung & Haustechnik | 17.9 | 20.4 | 19.3 | 20.2 | 21.1 | 18.8 | 21.4 | +19.3% |
| I&K, Unterhaltung | 8.5 | 10.3 | 10.1 | 10.0 | 9.9 | 10.0 | 9.8 | +14.7% |
| Antriebe, Prozesse | 68.1 | 71.8 | 71.7 | 71.3 | 71.4 | 72.3 | 71.2 | +4.6% |
| Mobilität Inland | 225.5 | 230.9 | 231.5 | 231.8 | 232.7 | 233.4 | 234.7 | +4.1% |
| sonstige | 13.0 | 16.8 | 17.1 | 17.6 | 18.3 | 18.6 | 18.9 | +45.5% |
| Inländischer Endenergieverbrauch (ohne Pipelines) | 762.1 | 816.8 | 744.9 | 773.6 | 801.7 | 728.7 | 752.3 | -1.3% |
| Tanktourismus | 11.0 | 14.7 | 12.0 | 12.0 | 13.2 | 12.4 | 4.0 | -63.7% |
| Int. Flugverkehr | 63.7 | 58.0 | 62.0 | 63.5 | 64.2 | 64.5 | 66.8 | +5.0% |
| Total Endenergieverbrauch | 836.8 | 889.5 | 818.9 | 849.1 | 879.1 | 805.6 | 823.1 | -1.6% |

I&K: Information und Kommunikation

Quelle: Prognos, TEP, Infras 2016

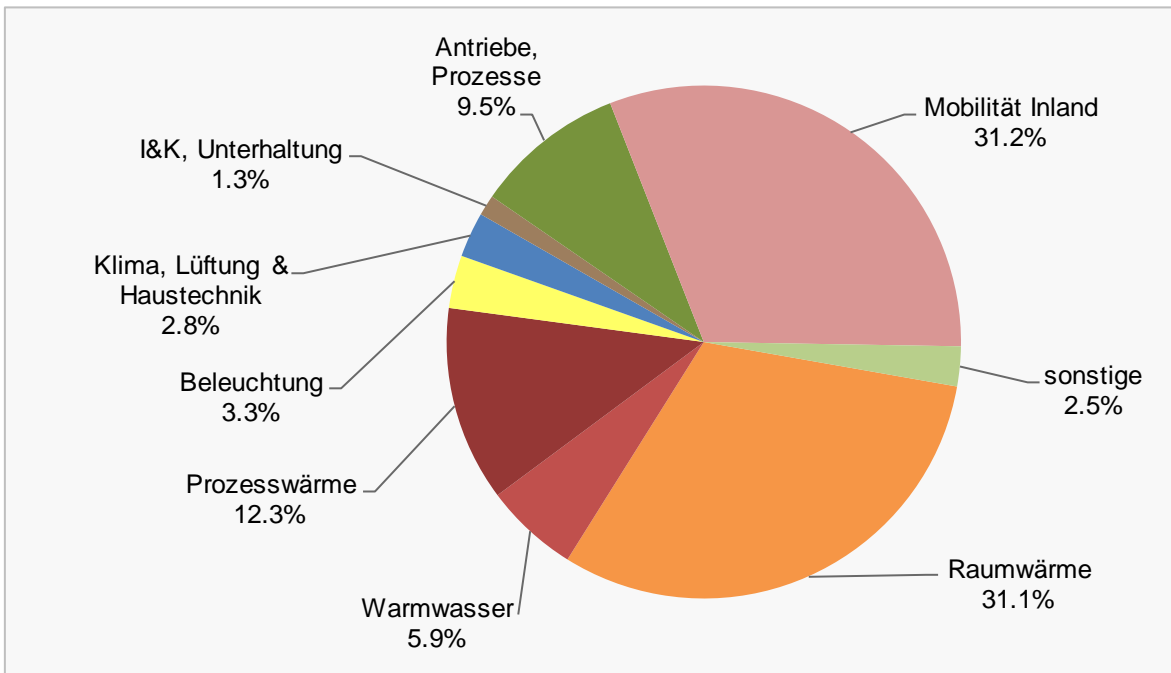
Der inländische Energieverbrauch hat gemäss den Modellrechnungen im Zeitraum 2000 bis 2015 um 9.8 PJ (-1.3 %) auf 752.3 PJ abgenommen. Der Rückgang ist hauptsächlich auf den Verwendungszweck Raumwärme zurückzuführen. Der Verbrauch für Raumwärme verringerte sich von 263.6 PJ im Jahr 2000 auf 234.1 PJ im Jahr 2015 (-29.5 PJ, -11.2 %). Leicht abgenommen haben auch die Verbräuche für Warmwasser (-1 PJ; -2.2 %) und für Prozesswärme (-2.3 PJ; -2.4 %). Bei allen anderen Verwendungszwecken hat sich der Verbrauch im Betrachtungszeitraum ausgeweitet, am stärksten bei der Mobilität (+9.2 PJ, +4.1 %) und den sonstigen Verbräuchen (+5.9 PJ; +45.5 %). Eine hohe prozentuale Zunahme zeigt sich auch beim Verwendungszweck Information, Kommunikation und Unterhaltung (+1.3 PJ; +14.7 %). Seit 2010 ist dieser Verbrauch aber wieder leicht rückläufig.

Gegenüber dem Vorjahr 2014 hat der inländische Energieverbrauch um 23.6 PJ zugenommen (+3.2 %). Der Verbrauchsanstieg ist hauptsächlich auf die Witterung zurückzuführen. Das Jahr 2015 war deutlich kälter als das Jahr 2014. Die Zahl der Heizgradtage hat sich um 10.5 % erhöht, der Verbrauch für Raumwärme hat um 22.7 PJ (+10.7 %) zugenommen. Gleichzeitig stiegen durch die kühlere Witterung auch die Verbräuche für Warmwasser (+0.6 PJ; +1.3 %) und Klima, Lüftung und Haustechnik (+2.5 PJ; +13.5%). Auch der Verbrauch für Mobilität ist weiter angestiegen und hat sich gegenüber dem Vorjahr 2014 um 1.3 PJ auf 234.7 PJ erhöht (+0.6 %).

Die prozentuale Aufteilung der Verbräuche auf die Verwendungszwecke im Jahr 2015 ist in Abbildung 3-1 beschrieben. Der Gesamtverbrauch wird dominiert durch die Verwendungszwecke

Raumwärme (31.1%) und Mobilität (31.2%). Im Zeitraum 2000 bis 2015 ist der Anteil der Raumwärme am inländischen Endenergieverbrauch um 3.5 %-Punkte gesunken, derjenige der Mobilität um 1.6 %-Punkte gestiegen. Von grösserer Bedeutung waren auch die Prozesswärme (12.3 %) sowie die Antriebe und Prozesse (9.5 %). Die Anteile der übrigen Verwendungszwecke sind vergleichsweise gering und haben sich nur wenig verändert.

Abbildung 3-1: Prozentuale Anteile der ausgewählten Verwendungszwecke am inländischen Endenergieverbrauch 2015



I&K: Information und Kommunikation

Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2016

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

Die Entwicklung des Brenn- und Treibstoffverbrauchs zwischen 2000 und 2015 nach Verwendungszwecken ist in Tabelle 3-3 dargestellt. Als Vereinfachung wurden die Verbräuche an Solar- und Umweltwärme sowie die Fernwärme bei den Brenn- und Treibstoffen subsumiert, woran ihr Anteil im Jahr 2015 rund 6 % betrug. Diese Energieträger werden noch überwiegend für Raumwärme und Warmwasser eingesetzt.

Die inländische Verbrauchsmenge dieser Energieträgergruppe hat seit 2000 um 29.1 PJ (-5.1 %) abgenommen und lag im Jahr 2015 bei 546.1 PJ. Diese Entwicklung ist hauptsächlich auf den Rückgang des Raumwärmeverbrauchs zurückzuführen (-32 PJ; -12.9 %). Der Treibstoffverbrauch für die Mobilität hat um 7.4 PJ (+3.4 %) zugenommen. Der Brennstoffverbrauch für die übrigen Verwendungszwecke hat sich nur wenig verändert. Die Verbräu-

che für Warmwasser (-1.2 PJ), Prozesswärme (-2.8 PJ) und Antriebe und Prozesse (-1.2 PJ) sind leicht zurückgegangen. Der Verbrauch der sonstigen Verwendungen (+0.8 PJ) ist leicht gestiegen. Für die Verwendungszwecke Beleuchtung, Klima, Lüftung und Haustechnik sowie für I&K und Unterhaltung werden keine Brenn- und Treibstoffe, sondern ausschliesslich Elektrizität eingesetzt.

Tabelle 3-3: Brenn- und Treibstoffverbrauch inklusive Fern-, Umwelt- und Solarwärme, 2000 bis 2015 nach Verwendungszwecken, in PJ

| Verwendungszweck | 2000 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | Δ '00-'15 |
|----------------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------------|
| Raumwärme | 248.7 | 275.0 | 211.7 | 238.7 | 261.7 | 195.7 | 216.7 | -12.9% |
| Warmwasser | 36.5 | 36.7 | 35.1 | 35.8 | 36.1 | 34.7 | 35.2 | -3.4% |
| Prozesswärme | 65.3 | 68.7 | 66.5 | 65.0 | 65.1 | 64.0 | 62.5 | -4.3% |
| Beleuchtung | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | - |
| Klima, Lüftung & Haustechnik | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | - |
| I&K, Unterhaltung | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | - |
| Antriebe, Prozesse | 2.6 | 1.4 | 1.4 | 1.4 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | -44.2% |
| Mobilität Inland | 215.9 | 219.4 | 220.4 | 220.5 | 221.3 | 222.2 | 223.3 | +3.4% |
| sonstige | 6.2 | 6.7 | 6.7 | 6.7 | 7.1 | 7.1 | 7.0 | +12.3% |
| inländischer Endenergieverbrauch (ohne Pipelines) | 575.2 | 608.0 | 541.7 | 568.1 | 592.9 | 525.2 | 546.1 | -5.1% |
| Tanktourismus | 11.0 | 14.7 | 12.0 | 12.0 | 13.2 | 12.4 | 4.0 | -63.7% |
| Int. Flugverkehr | 63.7 | 58.0 | 62.0 | 63.5 | 64.2 | 64.5 | 66.8 | +5.0% |
| Total Brenn und Treibstoffe | 649.9 | 680.6 | 615.7 | 643.6 | 670.4 | 602.1 | 616.9 | -5.1% |

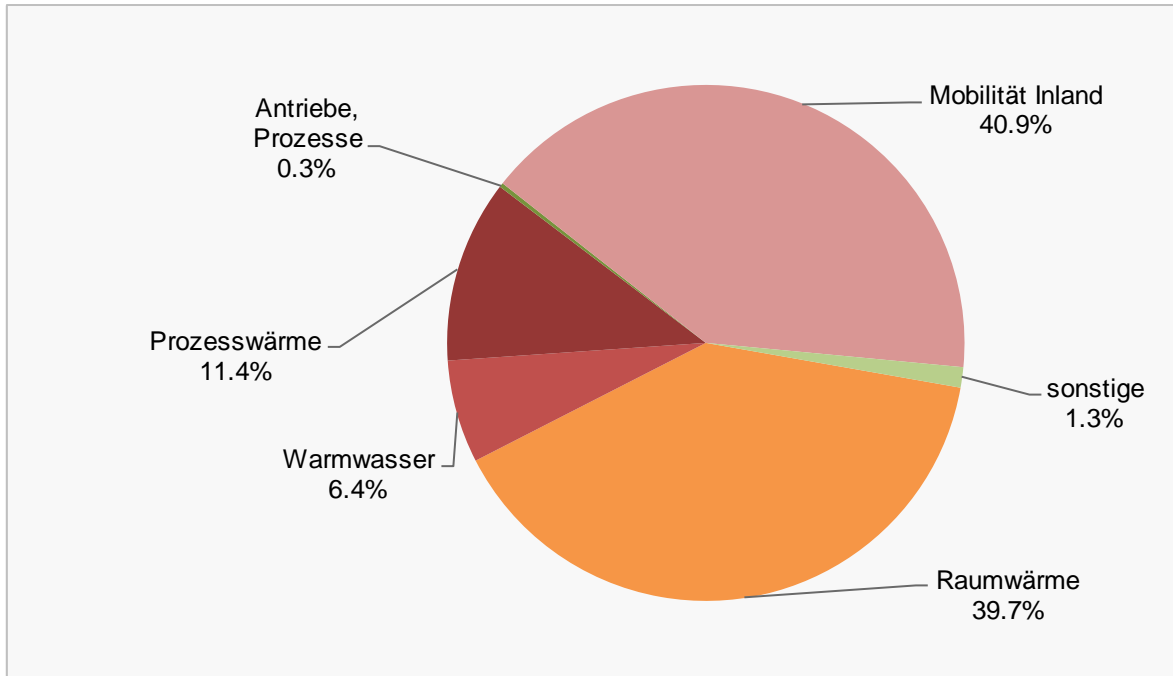
I&K: Information und Kommunikation

Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2016

Die prozentuale Verteilung des inländischen Brenn- und Treibstoffverbrauchs (inklusive Fernwärme, Umwelt- und Solarwärme) auf die Verwendungszwecke im Jahr 2015 ist in Abbildung 3-2 dargestellt. Wie beim Gesamtverbrauch entfällt auch bei dieser Energieträgergruppe der Grossteil des Verbrauchs des Jahres 2015 auf Raumwärme (39.7 %) und Mobilität (40.9 %). Für Prozesswärme wurden 11.4 % des Verbrauchs aufgewendet, für Warmwasser 6.4 %. Die Verwendungszwecke Antriebe und Prozesse sowie die sonstigen Verwendungen haben nur eine geringe Bedeutung.

Die relativen Anteile der Verwendungszwecke am inländischen Brenn- und Treibstoffverbrauch haben sich in den Jahren 2000 bis 2015 leicht verschoben: Der Anteil der Raumwärme hat sich um 3.6 %-Punkte verringert, der Anteil der inländischen Mobilität ist um 3.3 %-Punkte grösser geworden.

Abbildung 3-2: Prozentuale Anteile der Verwendungszwecke am Treib- und Brennstoffverbrauch 2015 (inklusive Fern-, Umwelt- und Solarwärme)



Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2016

Elektrizität

Die Entwicklung und Struktur des inländischen Elektrizitätsverbrauchs nach Verwendungszwecken sind in Tabelle 3-4 und Abbildung 3-3 dargestellt. Die Verwendung von Strom ist gemäss den Modellrechnungen im Zeitraum 2000 bis 2015 um 19.3 PJ (+10.3 %) auf 206.2 PJ gestiegen. Die Zunahme verteilt sich auf alle unterschiedlichen Verwendungszwecke. Die grössten Zunahmen zeigen sich bei Antrieben und Prozessen (+4.3 PJ; +6.6 %) und bei den sonstigen Verwendungen (+5.1 PJ; +76 %). Deutlich zugenommen hat auch der Raumwärmeverbrauch, von 14.9 PJ in 2000 auf 17.4 PJ in 2015.

Der Elektrizitätsverbrauch verteilt sich gleichmässiger auf die unterschiedlichen Verwendungszwecke als der Brenn- und Treibstoffverbrauch. Dominiert wird der Verbrauch durch die elektrischen Antriebe und Prozesse (33.8 %). Von grösster Bedeutung sind zudem die Prozesswärme (14.6 %), die Beleuchtung (12.2 %) sowie der Bereich Klima, Lüftung und Haustechnik (10.4 %). Der Anteil der Raumwärme betrug 8.4 % (Vorjahr 7.7 %). Die Anteile der übrigen Verwendungen beliefen sich auf je rund 5 %.

Die mittelfristigen Verschiebungen der Anteile im Zeitraum 2000 bis 2015 sind gering. Der Anteil der Prozesswärme, der Beleuch-

tung und der Antriebe und Prozesse haben jeweils um 1.2% abgenommen. Der Anteil der sonstigen Verwendungszwecke nahm hingegen um 2.2% zu.

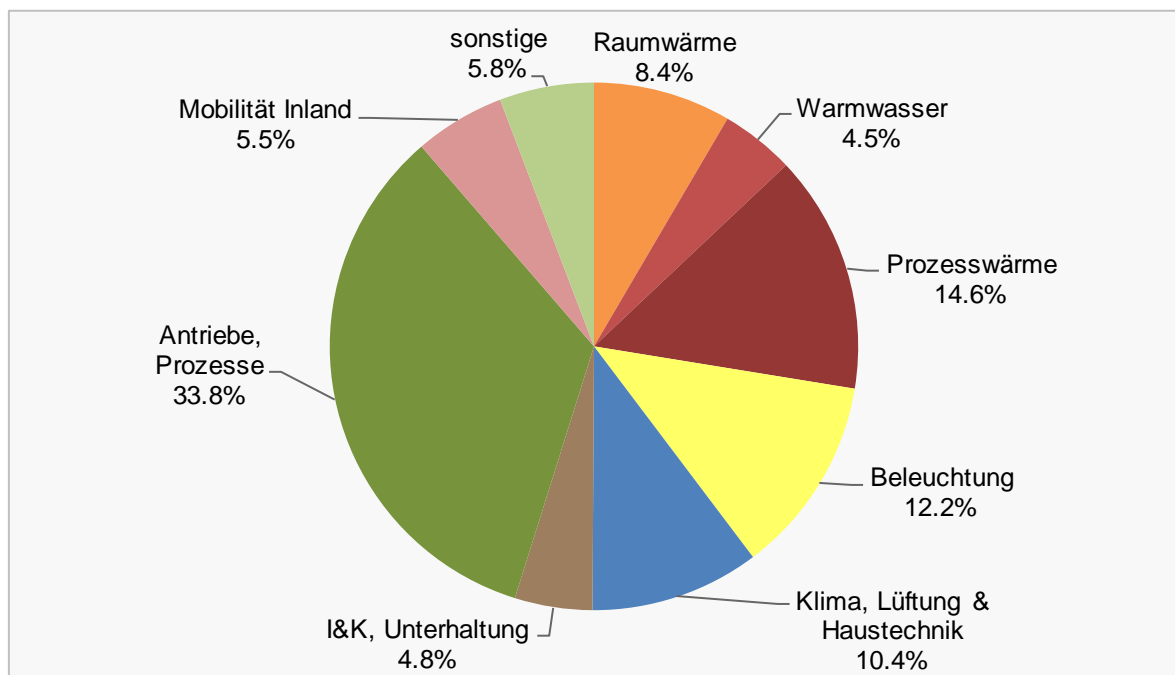
Tabelle 3-4: *Elektrizitätsverbrauch der Jahre 2000 bis 2015 nach Verwendungszwecken, in PJ*

| Verwendungszweck | 2000 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | Δ '00-'15 |
|-------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| Raumwärme | 14.9 | 20.2 | 16.2 | 18.3 | 20.3 | 15.8 | 17.4 | +16.7% |
| Warmwasser | 9.1 | 9.5 | 9.3 | 9.3 | 9.4 | 9.2 | 9.3 | +2.7% |
| Prozesswärme | 29.6 | 29.7 | 30.1 | 29.7 | 30.1 | 30.7 | 30.1 | +1.8% |
| Beleuchtung | 25.0 | 26.7 | 26.4 | 26.0 | 25.5 | 25.5 | 25.1 | +0.2% |
| Klima, Lüftung & Haustechnik | 17.9 | 20.4 | 19.3 | 20.2 | 21.1 | 18.8 | 21.4 | +19.3% |
| I&K, Unterhaltung | 8.5 | 10.3 | 10.1 | 10.0 | 9.9 | 10.0 | 9.8 | +14.7% |
| Antriebe, Prozesse | 65.5 | 70.4 | 70.3 | 69.9 | 69.9 | 70.8 | 69.8 | +6.6% |
| Mobilität Inland | 9.6 | 11.5 | 11.1 | 11.3 | 11.4 | 11.2 | 11.4 | +19.2% |
| sonstige | 6.8 | 10.1 | 10.4 | 10.9 | 11.2 | 11.6 | 11.9 | +75.8% |
| Total Elektrizitätsverbrauch | 186.9 | 208.8 | 203.2 | 205.5 | 208.8 | 203.6 | 206.2 | +10.3% |

I&K: Information und Kommunikation

Quelle: Prognos, TEP, Infras 2016

Abbildung 3-3: *Prozentuale Anteile der Verwendungszwecke am Elektrizitätsverbrauch 2015*



I&K: Information und Kommunikation

Quelle: Prognos, TEP, Infras 2016

Verwendungszwecke nach Verbrauchssektoren

Die Aufteilung des Endenergieverbrauchs 2015 nach Verwendungszwecken und Verbrauchssektoren ist in Tabelle 3-5 dargestellt. Die entsprechende prozentuale Aufteilung nach Verbrauchssektoren ist in Abbildung 3-4 illustriert. Die Verbräuche für Raumwärme und Warmwasser fallen vorwiegend im Haushaltssektor an. Die Verbräuche für Prozesswärme, Antriebe und Prozesse (mechanische Prozesse) werden durch den Industriesektor dominiert, während die Verbräuche für Beleuchtung, Klima, Lüftung und Haustechnik durch den Dienstleistungssektor bestimmt werden. Der Verwendungszweck Unterhaltung, I&K wird etwa zu gleichen Teilen durch die Haushalte und den Dienstleistungssektor bestimmt. Im Haushaltssektor nimmt der Verbrauch tendenziell ab, im Dienstleistungssektor steigt er an. Der Verbrauch für die Mobilität fällt definitionsgemäss ausschliesslich im Verkehrssektor an. Mitberücksichtigt ist dabei der Verbrauch von Transportmitteln im Industriesektor, die nicht als eigentlicher Verkehr betrachtet werden können (z.B. Gabelstapler und Förderbänder).

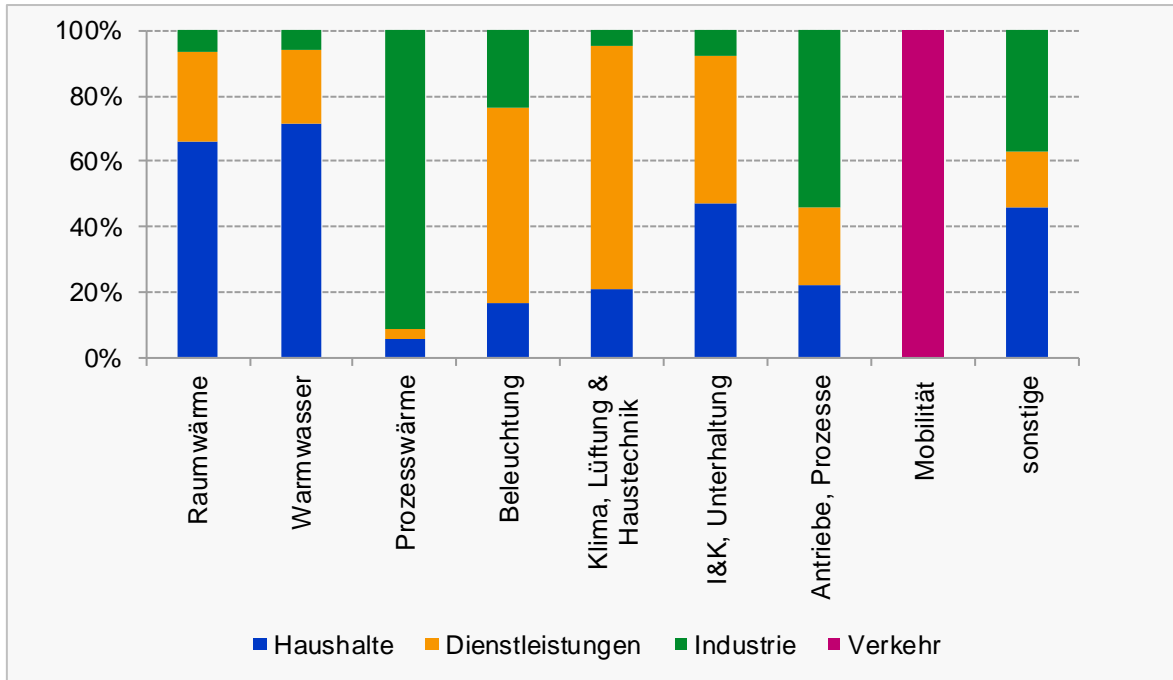
Tabelle 3-5: Aufteilung des inländischen Endenergieverbrauchs 2015 nach Verwendungszwecken und Verbrauchssektoren, in PJ

| Verwendungszweck | Haushalte | Dienstleistungen | Industrie | Verkehr | Summe |
|-----------------------------------------|--------------|------------------|--------------|--------------|--------------|
| Raumwärme | 154.4 | 64.3 | 15.4 | 0.0 | 234.1 |
| Warmwasser | 31.9 | 10.0 | 2.6 | 0.0 | 44.5 |
| Prozesswärme | 5.4 | 2.3 | 84.9 | 0.0 | 92.6 |
| Beleuchtung | 4.1 | 15.0 | 6.0 | 0.0 | 25.1 |
| Klima, Lüftung & Haustechnik | 4.4 | 16.0 | 1.0 | 0.0 | 21.4 |
| I&K, Unterhaltung | 4.6 | 4.4 | 0.8 | 0.0 | 9.8 |
| Antriebe, Prozesse | 15.6 | 17.2 | 38.5 | 0.0 | 71.2 |
| Mobilität | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 234.7 | 234.7 |
| sonstige | 8.6 | 3.3 | 7.0 | 0.0 | 18.9 |
| inländischer Endenergieverbrauch | 229.1 | 132.5 | 156.0 | 234.7 | 752.3 |
| in % des Gesamtverbrauchs | 30.5% | 17.6% | 20.7% | 31.2% | 100.0% |

I&K: Information und Kommunikation

Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2016

Abbildung 3-4: Prozentuale Verteilung der Energieverbräuche des Jahres 2015 für die unterschiedenen Verwendungszwecke auf die Verbrauchssektoren



I&K: Information und Kommunikation

Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2016

4 Sektorale Analysen

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

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

4.1 Private Haushalte

4.1.1 Methodik und Daten

Die Modellierung des Energieverbrauchs der Privaten Haushalte der Jahre 2000 bis 2015 bildet die Grundlage für die vorliegende Analyse. Beim verwendeten Bottom-up-Modell handelt es sich um ein durchgängiges Jahresmodell. Dadurch ergeben sich die gesamten jährlichen Verbrauchsänderungen unmittelbar aus dem aktualisierten Modell.

Aktualisierte Inputdaten

Aufdatiert wurden die Informationen zur Bevölkerungs- und Haushaltsentwicklung (BFS, 2015 a, b und 2016 a). Aktualisiert wurden auch die Zahlen der neu erstellten Wohnungen nach Gebäudetyp (BFS, 2015 c und 2015 d) sowie die Angaben aus der Gebäude- und Wohnungsstatistik (GWS) zur mittleren Wohnfläche bei Neubauten (BFS, 2015 e). Die in der GWS enthaltenen Angaben zur Beheizungsstruktur wurden nur teilweise für die Bestimmung der Beheizungsstruktur der neugebauten Wohnungen berücksichtigt (BFS, 2016 b). Verknüpft wurden diese Angaben mit Informationen von Wüest & Partner (2014). Die GWS weist keine Einzeljahreswerte, sondern 5-jährige Bauperioden aus. Die Angaben von

Wüest & Partner differenzieren hingegen nicht nach den Wohng Gebäudetypen Ein-, Zwei- und Mehrfamilienhäusern. Folglich bieten beide Quellen einen gewissen Interpretationsspielraum.

Die Beheizungsstruktur im Gebäudebestand (bis Gebäudealter 2000) basiert auf der Gebäude- und Wohnungszählung 2000. Als wichtige Informationsquelle zur Fortschreibung der Energieträgerstruktur im Gebäudebestand dienen die aktuellen Absatzzahlen von Heizanlagen nach Grössenklassen von *GebäudeKlima-Schweiz* (2016). Die Wärmepumpenstatistik (BFE, 2016 b) und Angaben des Wärmepumpen Testzentrums in Buchs (WPZ, 2015) zu den Leistungszahlen von Neuanlagen wurden verwendet um die Entwicklung der Jahresarbeitszahlen bei den kleinen Wärmepumpen fortzuschreiben.

Die Berechnung des Stromverbrauchs von Haushalts- und Elektrogeräten basiert auf einer Auswertung von FEA- und Swico-Marktstatistiken mit Verkaufsdaten bis 2015.⁶ Die verwendeten Statistiken ermöglichen eine Aufteilung der Absatzmengen nach Energieeffizienzklassen.

Abgrenzung der berücksichtigten Verbräuche

An dieser Stelle wird nochmals auf die Abgrenzungsprobleme zwischen Haushalts- und Dienstleistungssektor hingewiesen (vgl. 3.1.2). Abgrenzungsprobleme betreffen in diesem Zusammenhang zum einen den Energieverbrauch der Zweit- und Ferienwohnungen und zum anderen den Elektrizitätsverbrauch von Haushaltsgeräten und Einrichtungen in Mehrfamilienhäusern, die über Gemeinschaftszähler erfasst werden und die kostenseitig im Allgemeinen auf die betroffenen Haushalte verteilt werden. Methodisch sind die Zweitwohnungen den Privaten Haushalten, die gewerblich vermieteten Ferienwohnungen dem Dienstleistungssektor zuzurechnen. Da die Ferienwohnungen zahlenmässig wahrscheinlich deutlich überwiegen, werden die im Haushaltsmodell ermittelten Energieverbräuche der Zweit- und Ferienwohnungen vom modellmässig ermittelten Gesamtraumwärmeverbrauch aller Wohnungen abgezogen und im Dienstleistungssektor ausgewiesen. Zum Stromverbrauch der gemeinschaftlich genutzten Gebäudeinfrastruktur in Mehrfamilienhäusern werden folgende Verbräuche gezählt:

- der Hilfsenergieverbrauch von Heizungs- und Warmwasseranlagen, unter anderem für Pumpen, Steuerung, Brenner und Gebläse,
- der Verbrauch von Lüftungsanlagen,
- der Verbrauch von Antennenverstärkern sowie

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

- der Verbrauch von Waschmaschinen, Tumblern und Tiefkühlgeräten, die über einen Gemeinschaftszähler betrieben werden.

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

Ausgewiesene Verwendungszwecke

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

4.1.2 Energieverbrauch nach Verwendungszwecken im Sektor Private Haushalte

Die Entwicklung des Energieverbrauchs der Privaten Haushalte nach Verwendungszwecken ist in Tabelle 4-1 beschrieben. Der Gesamtverbrauch hat gemäss dem Haushaltsmodell in den Jahren 2000 bis 2015 um 8.6 PJ abgenommen (-3.6 %; gemäss Energiestatistik -3.9 PJ; -1.6 %). Der Rückgang ist hauptsächlich auf die Verringerung des Verbrauchs für Raumwärme (-13.1 PJ; -7.8 %) zurückzuführen. Ebenfalls deutlich verringert hat sich der Verbrauch für die Beleuchtung (-1.7 PJ). Deutlich gestiegen sind hingegen die Verbräuche für Waschen und Trocknen (+2.4 PJ; +93 %) und für die sonstigen Elektrogeräte (+4 PJ; +87 %). Die Verbräuche der übrigen Verwendungszwecke haben sich im Betrachtungszeitraum um rund 0.5-1 PJ verändert.

Gegenüber dem Vorjahr 2014 ist der Energieverbrauch im Sektor Private Haushalte um 15 PJ angestiegen (+7 %). Der Rückgang steht in engem Zusammenhang mit dem Verlauf der Witterung in den Jahren 2014 und 2015 und der damit verbundenen Entwicklung des Raumwärmebedarfs. Die Witterung war in 2015 mit 3'075

HGT deutlich kühler als im Jahr 2014 mit 2'782 HGT (HGT +10.5 %; Witterungskorrekturfaktor GT&S: +11.6 %). Der Raumwärmeverbrauch nahm 2015 gegenüber dem Vorjahr um 14.7 PJ zu (+10.5 %).

Im Jahr 2015 entfielen gut zwei Drittel des Energieverbrauchs der Haushalte auf die Raumwärme (67.4 %; Abbildung 4-1). Grosse Bedeutung für den Sektorverbrauch besass auch die Erzeugung von Warmwasser (13.9 %). Im Gegensatz zur Raumwärme reagiert der Warmwasserverbrauch nur wenig auf die Witterungsverhältnisse. Auf die übrigen Verwendungszwecke entfielen vergleichsweise kleine Energiemengen, die Anteile am Sektorverbrauch waren gering: Kochen inkl. Geschirrspülen 4.2 %, sonstige Elektrogeräte 3.8 %, Kühlen und Gefrieren 2.8 %, Beleuchtung 1.8 %, Unterhaltung, I&K 2.0 %, Waschen und Trocknen 2.2 % sowie Klima, Lüftung und Haustechnik 1.9 %. Für diese Verwendungszwecke wurde jedoch fast ausschliesslich Energie von hoher Qualität (Elektrizität) eingesetzt.

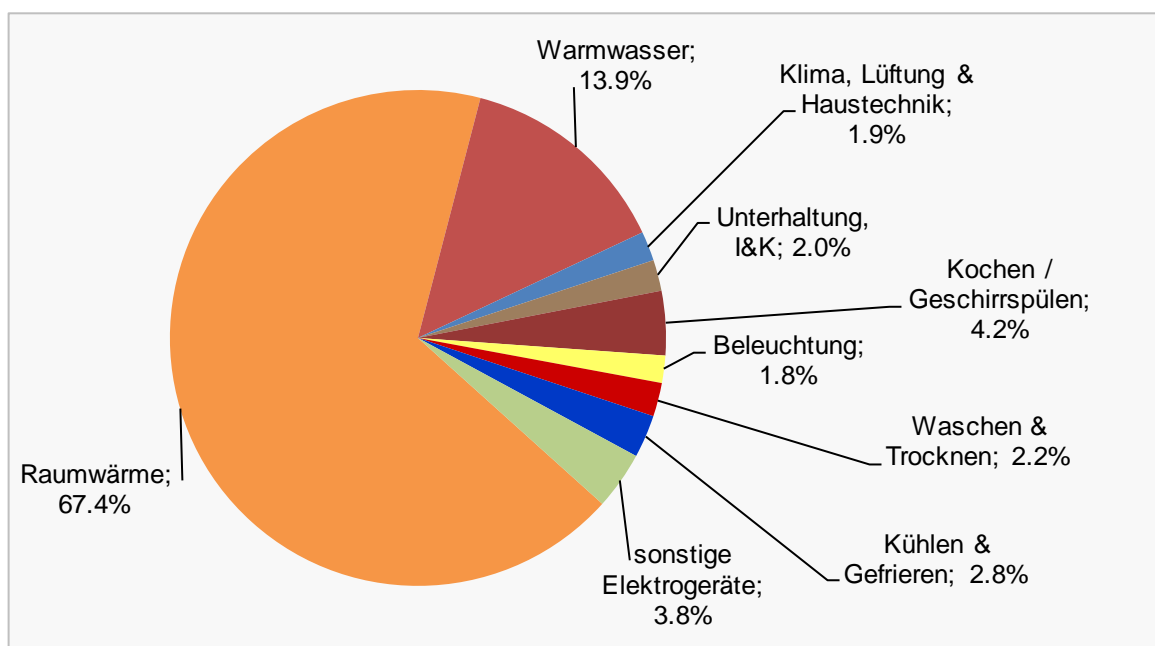
Tabelle 4-1: Private Haushalte: Energieverbrauch 2000 bis 2015 nach Verwendungszwecken, in PJ

| Verwendungszweck | 2000 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | Δ '00-'15 |
|----------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Raumwärme | 167.5 | 192.2 | 149.0 | 168.1 | 185.5 | 139.7 | 154.4 | -7.8% |
| Raumwärme festinst. | 166.0 | 190.8 | 147.7 | 166.8 | 184.2 | 138.6 | 153.3 | -7.7% |
| Heizen mobil | 1.5 | 1.4 | 1.2 | 1.3 | 1.3 | 1.1 | 1.1 | -28.4% |
| Warmwasser | 32.3 | 32.2 | 31.6 | 31.9 | 32.2 | 31.7 | 31.9 | -1.2% |
| Klima, Lüftung, HT | 3.6 | 4.4 | 3.8 | 4.2 | 4.7 | 3.9 | 4.4 | +21.9% |
| Heizen Hilfsenergie | 2.4 | 2.8 | 2.2 | 2.5 | 2.8 | 2.1 | 2.4 | -2.3% |
| Klimatisierung | 0.8 | 1.0 | 1.0 | 1.1 | 1.1 | 1.0 | 1.2 | +63.0% |
| übrige Haustechnik | 0.4 | 0.6 | 0.6 | 0.7 | 0.7 | 0.8 | 0.8 | +84.1% |
| Unterhaltung, I&K | 5.4 | 5.5 | 5.3 | 5.1 | 5.0 | 4.8 | 4.6 | -13.2% |
| Kochen / Geschirrspülen | 8.8 | 9.3 | 9.3 | 9.3 | 9.4 | 9.5 | 9.6 | +8.8% |
| Beleuchtung | 5.7 | 5.7 | 5.4 | 5.1 | 4.9 | 4.5 | 4.1 | -28.9% |
| Waschen & Trocknen | 2.6 | 4.9 | 5.0 | 5.1 | 5.1 | 5.1 | 5.0 | +93.1% |
| Kühlen & Gefrieren | 7.1 | 6.9 | 6.8 | 6.7 | 6.6 | 6.5 | 6.4 | -10.1% |
| sonstige Elektrogeräte | 4.6 | 7.1 | 7.3 | 7.7 | 8.0 | 8.3 | 8.6 | +86.8% |
| Total Endenergieverbrauch | 237.7 | 268.2 | 223.4 | 243.4 | 261.3 | 214.2 | 229.1 | -3.6% |

HT: Haustechnik, I&K: Information und Kommunikation

Quelle: Prognos 2016

Abbildung 4-1: Private Haushalte: Aufteilung des Energieverbrauchs 2015 nach Verwendungszwecken



I&K: Information und Kommunikation

Quelle: Prognos 2016

Die Entwicklung des Stromverbrauchs der Privaten Haushalte nach Verwendungszwecken ist in Tabelle 4-2 dargestellt. Die Verwendung von Elektrizität hat gemäss dem Haushaltsmodell in den Jahren 2000 bis 2015 um 6.9 PJ zugenommen (+12 %; gemäss Energiestatistik +10.9 PJ; +19.3 %). Der Verbrauchsanstieg ist zu grossen Teilen auf die Verwendungszwecke sonstige Elektrogeräte (+4 PJ; +87 %) und Antriebe und Prozesse (+2.6 PJ; +20.2 %; inkl. Waschen, Trocknen, Kühlen, Gefrieren, Geschirrspüler, elektrische Kochhilfen) zurückzuführen. Die Aufteilung des Stromverbrauchs des Jahres 2015 nach Verwendungszwecken ist in Abbildung 4-2 dargestellt.

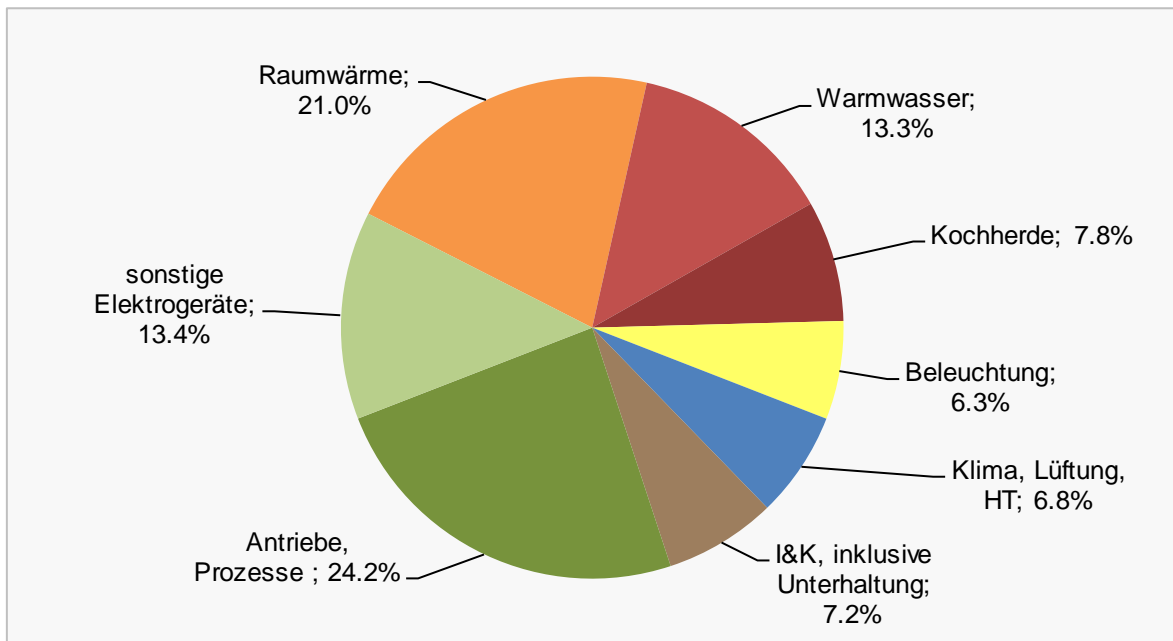
Tabelle 4-2: Private Haushalte: Stromverbrauch 2000 bis 2015 nach Verwendungszwecken, in PJ

| Verwendungszweck | 2000 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | Δ '00-'15 |
|-----------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|
| Raumwärme | 12.1 | 15.9 | 12.8 | 14.3 | 15.8 | 12.3 | 13.5 | +11.3% |
| Warmwasser | 8.3 | 8.8 | 8.5 | 8.5 | 8.6 | 8.5 | 8.6 | +2.7% |
| Kochherde | 4.8 | 4.9 | 4.9 | 4.9 | 4.9 | 5.0 | 5.0 | +5.1% |
| Beleuchtung | 5.7 | 5.7 | 5.4 | 5.1 | 4.9 | 4.5 | 4.1 | -28.9% |
| Klima, Lüftung, HT | 3.6 | 4.4 | 3.8 | 4.2 | 4.7 | 3.9 | 4.4 | +21.9% |
| I&K, inklusive Unterhaltung | 5.4 | 5.5 | 5.3 | 5.1 | 5.0 | 4.8 | 4.6 | -13.2% |
| Antriebe, Prozesse | 12.9 | 15.7 | 15.7 | 15.8 | 15.7 | 15.7 | 15.6 | +20.2% |
| sonstige Elektrogeräte | 4.6 | 7.1 | 7.3 | 7.7 | 8.0 | 8.3 | 8.6 | +86.8% |
| Elektrizitätsverbrauch insgesamt | 57.5 | 67.9 | 63.7 | 65.7 | 67.6 | 63.0 | 64.4 | +12.0% |

HT: Haustechnik, I&K: Information und Kommunikation

Quelle: Prognos 2016

Abbildung 4-2: Private Haushalte: Aufteilung des Elektrizitätsverbrauchs 2015 nach Verwendungszwecken



HT: Haustechnik, I&K: Information und Kommunikation

Quelle: Prognos 2016

Raumwärme

Unter dem Aspekt der Verbrauchsmenge ist im Sektor Private Haushalte der Verwendungszweck Raumwärme von herausragender Bedeutung. Im Jahr 2015 entfielen 67.4 % des Endenergieverbrauchs der Haushalte auf die Bereitstellung von Raumwärme (2014: 65.3 %). Dabei ist der Hilfsenergieverbrauch für den Betrieb der Anlagen und die Wärmeverteilung nicht eingeschlossen.

Im Zeitraum 2000 bis 2015 wurde die beheizte Wohnfläche um 89.5 Mio. m² EBF ausgeweitet (+23.2 %), was einer durchschnittlichen Zuwachsrate von 1.4 % p.a. entspricht.⁷ Nicht berücksichtigt sind dabei die Flächen in Zweit- und Ferienwohnungen.

In Tabelle 4-3 ist die Entwicklung der Energiebezugsfläche (EBF) der dauernd bewohnten Wohngebäude und der leer stehenden Wohngebäude nach Heizungssystemen aufgeschlüsselt. Die mit Erdgas (+49.6 Mio. m² EBF) und elektrischen Wärmepumpen (+54 Mio. m² EBF) beheizten Flächen sind im Zeitraum 2000 bis 2015 am stärksten gewachsen. Im Jahr 2015 wurde ein Viertel der Wohnfläche mit Erdgas beheizt (25.5 %). Die solarthermischen Anlagen weisen ebenfalls ein starkes prozentuales Wachstum auf,

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

jedoch auf einem noch sehr geringen absoluten Niveau von etwa 1.4 Mio. m² EBF (+1.1 Mio. m² EBF ggü. 2000).

Die mit Heizöl beheizte Wohnfläche ist rückläufig, gegenüber dem Jahr 2000 ist die Fläche um knapp 29.2 Mio. m² zurückgegangen (-12.8 %). Heizöl bleibt jedoch der wichtigste Energieträger zur Bereitstellung der Raumwärme. Im Jahr 2015 wurde 42 % der Fläche mit Heizöl beheizt (2000: 59 %).

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

| Heizsystem | 2000 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | Anteil 2015 |
|--------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Heizöl | 228.8 | 219.8 | 215.8 | 211.1 | 207.6 | 204.1 | 199.6 | 42.0% |
| Erdgas | 71.5 | 103.8 | 107.2 | 111.0 | 114.4 | 117.6 | 121.1 | 25.5% |
| el. Widerstandsheizungen | 26.3 | 24.7 | 24.2 | 23.7 | 23.3 | 22.9 | 22.5 | 4.7% |
| Holz | 32.6 | 37.1 | 38.0 | 38.6 | 39.4 | 40.2 | 41.0 | 8.6% |
| Kohle | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.7 | 0.6 | 0.6 | 0.1% |
| Fernwärme | 11.5 | 16.5 | 17.4 | 18.0 | 19.0 | 20.0 | 21.2 | 4.5% |
| Wärmepumpen | 13.8 | 40.0 | 45.5 | 50.5 | 56.2 | 61.8 | 67.8 | 14.3% |
| Solar | 0.3 | 0.9 | 1.0 | 1.1 | 1.2 | 1.3 | 1.4 | 0.3% |
| Summe beheizt | 385.6 | 443.7 | 449.9 | 454.7 | 461.9 | 468.6 | 475.1 | 100 % |

Quelle: eigene Fortschreibung der Volkszählung 2000

Der durchschnittliche Heizwärmebedarf je m² EBF ist zwischen 2000 und 2015 um ca. 16 % auf 88 kWh/m² und Jahr gesunken. Der durchschnittliche Nutzungsgrad der Heizsysteme hat sich im Betrachtungszeitraum um 7.4 %-Punkte auf 86.9 % erhöht. Überdurchschnittliche Effizienzsteigerungen zeigen sich bei den Heizsystemen mit dem stärksten Wachstum, den Wärmepumpen und den Gaszentralheizungen (Brennwertsysteme).

Die Entwicklung des Endenergieverbrauchs für Raumwärme in Wohngebäuden (ohne Zweit- und Ferienwohnungen) ist in Tabelle 4-4 abgebildet. Im Jahr 2015 lag der Verbrauch für Raumwärme 13.1 PJ unter dem Verbrauch im Jahre 2000 (-7.8 %). Ohne Witterungseinfluss ergibt sich für den gleichen Zeitraum eine Verbrauchsreduktion von -9.7 PJ (-5.3 %). Bezogen auf den Zeitraum 2000 bis 2015 entspricht dies einer mittleren Reduktionsrate von 0.4 % p.a..

Tabelle 4-4 verdeutlicht die anhaltende Dominanz der fossilen Energieträger. Der Anteil von Heizöl, Erdgas und Kohle am Raumwärmeverbrauch lag im Jahr 2015 bei 70.2 % (2000: 78.6 %). Der Anteil der Erneuerbaren (Holz, Solar, Umweltwärme) ist im Zeitraum 2000 bis 2015 um 5.4 %-Punkte gestiegen und lag 2015 bei 16.9 %. Kaum verändert hat sich der Verbrauchsanteil der elektrischen Widerstandsheizungen, dieser lag 2015 immer noch bei

rund 6 %. Darin berücksichtigt ist der Verbrauchsanteil der mobilen Kleinheizgeräte (Elektro-Öfelis). Der Verbrauch dieser mobilen Kleinheizgeräte belief sich im Zeitraum 2000 bis 2015, in Abhängigkeit von der Witterung, auf rund 1.5 PJ (vgl. Tabelle 4-1). Der abgebildete Holzenergieverbrauch beinhaltet auch den Verbrauch an Kaminholz, der auf jährlich rund 1 PJ geschätzt wird.⁸ Der Hilfsenergieverbrauch für den Betrieb der Heizanlagen belief sich auf jährlich rund 2.5 PJ_{el} (ohne Hilfsenergieverbrauch in Mehrfamilienhäusern). Dieser Verbrauch wird dem Bereich Klima, Lüftung und Haustechnik zugerechnet.

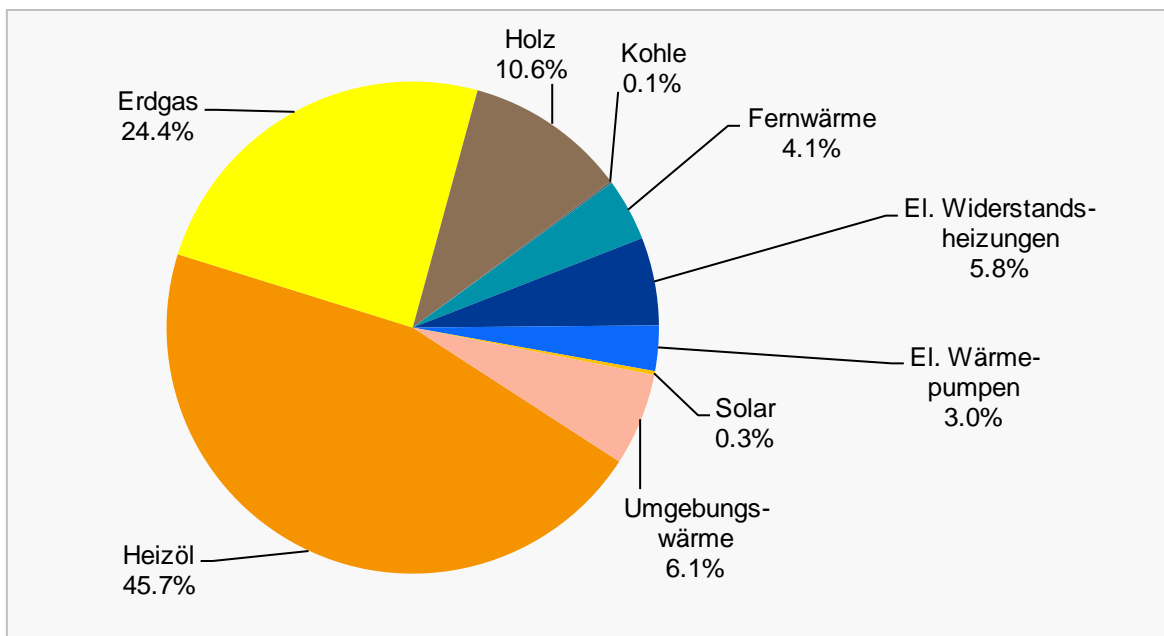
Tabelle 4-4: Private Haushalte: Endenergieverbrauch für Raumwärme nach Heizsystemen und Energieträgern 2000 bis 2015, in PJ

| Heizsystem / Energieträger | 2000 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | Δ '00-'15 |
|----------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Heizöl | 101.2 | 100.5 | 75.5 | 83.3 | 89.8 | 65.6 | 70.5 | -30.3% |
| Erdgas | 30.1 | 41.8 | 33.0 | 38.5 | 43.4 | 33.2 | 37.7 | +25.4% |
| el. Widerstandsheizungen | 10.6 | 12.0 | 9.5 | 10.2 | 11.0 | 8.4 | 8.9 | -16.2% |
| Holz | 16.4 | 19.0 | 15.4 | 17.2 | 19.0 | 14.9 | 16.4 | -0.3% |
| Kohle | 0.4 | 0.4 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | -43.9% |
| Fernwärme | 4.5 | 6.6 | 5.3 | 6.1 | 7.1 | 5.5 | 6.3 | +41.8% |
| elektr. Wärmepumpen* | 1.5 | 3.9 | 3.3 | 4.1 | 4.8 | 3.9 | 4.6 | +206.2% |
| Umgebungswärme | 2.8 | 7.6 | 6.5 | 8.0 | 9.7 | 7.8 | 9.4 | +239.4% |
| Solar | 0.1 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 0.3 | 0.4 | +244.7% |
| Summe | 167.5 | 192.2 | 149.0 | 168.1 | 185.5 | 139.7 | 154.4 | -7.8% |
| Summe witterungsbereinigt | 183.3 | 179.0 | 177.9 | 176.2 | 175.4 | 174.5 | 173.6 | -5.3% |

* nur Elektrizitätsverbrauch, die genutzte Umweltwärme ist unter Umgebungswärme berücksichtigt Quelle: Prognos 2016

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

Abbildung 4-3: Private Haushalte: Aufteilung des Raumwärmeverbrauchs 2015 nach Energieträgern (ohne Hilfsenergieverbrauch)



Quelle: Prognos 2016

Warmwasser

Im Jahr 2015 wurden 13.9 % des Endenergieverbrauchs der Haushalte für die Bereitstellung von Warmwasser aufgewendet. Dadurch ist Warmwasser nach der Raumwärme mengenmässig der zweitwichtigste Verwendungszweck im Haushaltssektor. Das Warmwasser wurde überwiegend von Zentralsystemen bereitgestellt. Bei der Erzeugung von Warmwasser besitzt neben Heizöl und Erdgas auch Strom eine grosse Bedeutung: 35 % der Bevölkerung bezogen in 2015 ihr Warmwasser von strombasierten Systemen (inkl. Wärmepumpen; Tabelle 4-5).

Die relativen Anteile der Anlagentypen an der Erzeugung von Warmwasser haben sich im Zeitraum 2000 bis 2015 teilweise deutlich verschoben. Abgenommen haben die Anteile von Heizöl (-15 %-Punkte) und von den elektrischen Widerstandsanlagen (Ohm'sche Anlagen, -4.2%-Punkte). Gestiegen sind die Anteile von Erdgas (+7.1 %-Punkte), elektrischen Wärmepumpen (+6.2 %-Punkte) und Solarthermie (+5.1 %-Punkte). Die Anzahl der Einwohner, die ihr Warmwasser mittels Solaranlagen erzeugten, hat im Betrachtungszeitraum um den Faktor 11 zugenommen. Der Gesamtanteil lag im Jahr 2015 aber erst bei 5.7 %. Nicht wesentlich verändert haben sich die Anteile von Holz und Fernwärme.

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

| Anlagensystem | 2000 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | Anteil 2015 |
|----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| Heizöl | 3'206 | 2'777 | 2'702 | 2'657 | 2'595 | 2'538 | 2'463 | 30.6% |
| Erdgas | 1'084 | 1'575 | 1'611 | 1'679 | 1'723 | 1'766 | 1'807 | 22.5% |
| Holz | 166 | 207 | 206 | 204 | 205 | 206 | 207 | 2.6% |
| Fernwärme | 213 | 231 | 240 | 251 | 263 | 277 | 292 | 3.6% |
| el. Ohm'sche Anlagen | 2'143 | 2'193 | 2'159 | 2'118 | 2'121 | 2'115 | 2'110 | 26.3% |
| el. Wärmepumpen | 175 | 410 | 465 | 518 | 579 | 639 | 702 | 8.7% |
| Solar | 41 | 254 | 300 | 342 | 378 | 419 | 458 | 5.7% |
| Summe | 7'028 | 7'648 | 7'684 | 7'770 | 7'864 | 7'962 | 8'038 | 100.0% |

Quelle: eigene Fortschreibung der Volkszählung 2000

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

Die Nutzungsgrade der Warmwasseranlagen konnten bei allen Systemen gesteigert werden, insbesondere bei den zentralen Erdgasanlagen, aber auch bei den Öl- und Holzanlagen. Wärmepumpen weisen die höchsten Nutzungsgrade auf. Überdurchschnittliche Wirkungsgrade besitzen auch die solarthermischen (per Definition 100 %) und die elektrischen Widerstandsanlagen. Der durchschnittliche Nutzungsgrad ist von 65 % im Jahr 2000 auf 74 % im Jahr 2014 gestiegen.¹⁰

Die Entwicklung des Endenergieverbrauchs für Warmwasser im Haushaltssektor ist in Tabelle 4-6 zusammengefasst. Der Gesamtverbrauch ist zwischen 2000 und 2015 um 0.4 PJ auf 31.9 PJ gesunken (-1.2 %). Der Effizienzgewinn durch die Verbesserung des mittleren Nutzungsgrads wurde durch den gestiegenen Warmwasserverbrauch (Bevölkerungswachstum, Komfort) weitgehend kompensiert.

Im Jahr 2015 wurden noch rund 35 % des Verbrauchs durch ölbeheizte Anlagen verursacht (2000: 51 %). Insgesamt waren 58 % des Verbrauchs den fossilen Energieträgern Öl und Erdgas zuzurechnen (Abbildung 4-4). Der Anteil der erneuerbaren Energieträger (Holz, Solar, Umweltwärme) betrug 11.5 %, der Rest entfiel

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

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

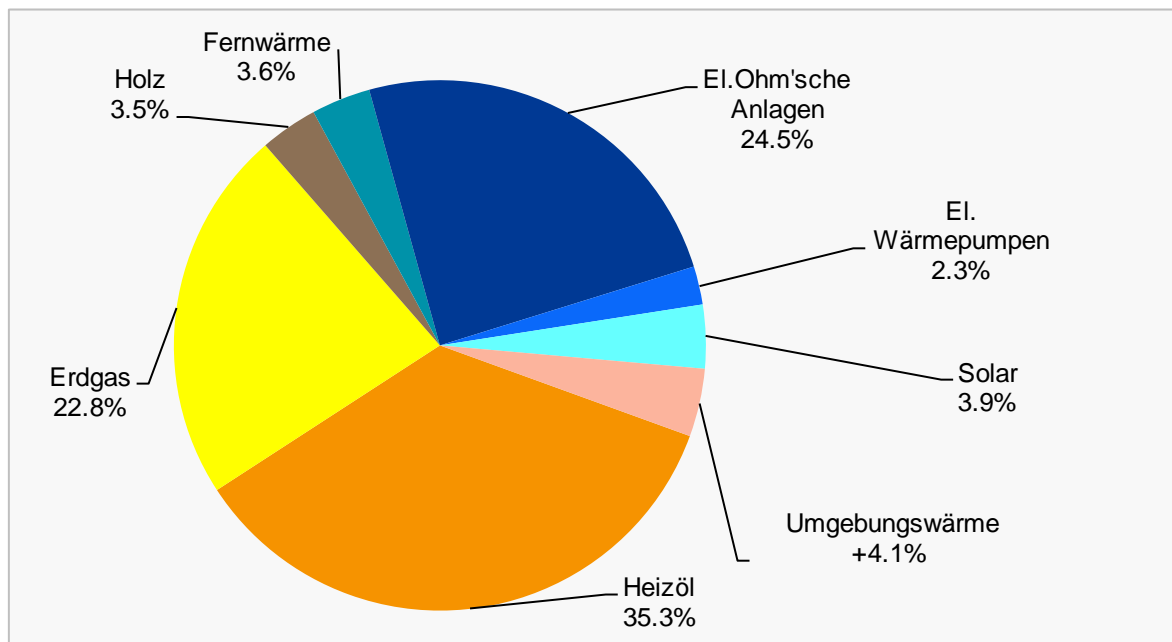
vorwiegend auf Strom (26.8 %; inkl. Strom der elektrischen Wärmepumpen).

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

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

Quelle: Prognos 2016

Abbildung 4-4: Private Haushalte: Aufteilung des Energieverbrauchs 2015 zur Bereitstellung von Warmwasser nach Energieträgern, in %



Quelle: Prognos 2016

Kochen

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

brauch der Geschirrspülgeräte zugerechnet. Der Gesamtverbrauch dieser Gerätekategorie hat sich im Zeitraum 2000 bis 2015 um 0.8 PJ ausgeweitet (+8.8 %). Dieser Zuwachs ist weitgehend auf den Mehrverbrauch bei den elektrischen Kochhilfen zurückzuführen (+0.7 PJ; +50.1 %). Der Verbrauch von elektrischen Kochherden (+0.2 PJ, +5.1 %) und Geschirrspülern (+0.2 PJ, +11.2 %) hat trotz der erheblichen Bevölkerungszunahme nur geringfügig zugenommen.

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

| Kochen/Geschirrspülen | 2000 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | Δ '00 – '15 |
|-----------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------|
| Erdgas | 0.6 | 0.4 | 0.4 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | -48.0% |
| Holz | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | -44.2% |
| Elektrizität | 8.0 | 8.7 | 8.8 | 8.9 | 9.0 | 9.1 | 9.2 | +14.4% |
| dar. Elektroherd | 4.8 | 4.9 | 4.9 | 4.9 | 4.9 | 5.0 | 5.0 | +5.1% |
| elektr. Kochhilfen | 1.4 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.1 | 2.1 | 2.1 | +50.1% |
| Geschirrspüler | 1.8 | 1.9 | 1.9 | 1.9 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | +11.2% |
| Summe | 8.8 | 9.3 | 9.3 | 9.3 | 9.4 | 9.5 | 9.6 | +8.8% |

Quelle: Prognos 2016

Übrige elektrische Geräte und Beleuchtung

Die Verbrauchsentwicklung der übrigen elektrischen Haushaltsgeräte und der Beleuchtung ist in Tabelle 4-8 dargestellt. Zwischen 2000 und 2015 hat sich der Verbrauch dieser Gerätegruppen um 4.1 PJ (+14.2 %) erhöht. Die Entwicklung in den verschiedenen Gerätegruppen ist unterschiedlich:

- Der Verbrauch der Beleuchtung ist im Zeitraum 2000 bis 2005 angestiegen. Durch den Einsatz von Energiesparlampen und LED-Lampen sowie das Verbot ineffizienter Glühlampen konnte der Verbrauch nach 2006 kontinuierlich gesenkt werden. 2015 lag der Verbrauch 28.9 % unter dem Niveau des Jahres 2000 (-1.7 PJ).
- Die Verbräuche für Kühl- und Gefriergeräte sowie für Information, Kommunikation und Unterhaltung haben sich im Betrachtungszeitraum ebenfalls verringert. In 2015 lag der Verbrauch für Kühl- und Gefriergeräte 10.2 % unter dem Verbrauch des Jahres 2000 (-0.7 PJ). Der Verbrauch für Information, Kommunikation und Unterhaltung hat sich zwischen 2000 und 2015 um 13.2 % reduziert (-0.7 PJ).

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

| Verwendungszweck | 2000 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | Δ '00 – '15 |
|------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|
| Beleuchtung | 5.7 | 5.7 | 5.4 | 5.1 | 4.9 | 4.5 | 4.1 | -28.9% |
| Kühlen und Gefrieren | 7.1 | 6.9 | 6.8 | 6.7 | 6.6 | 6.5 | 6.4 | -10.2% |
| Waschen und Trocknen | 2.6 | 4.9 | 5.0 | 5.1 | 5.1 | 5.1 | 5.0 | +93.1% |
| Unterhaltung, I&K | 5.4 | 5.5 | 5.3 | 5.1 | 5.0 | 4.8 | 4.6 | -13.2% |
| Klima, Lüftung, HT | 3.6 | 4.4 | 3.8 | 4.2 | 4.7 | 3.9 | 4.4 | +21.9% |
| sonstige Elektrogeräte | 4.6 | 7.1 | 7.3 | 7.7 | 8.0 | 8.3 | 8.6 | +86.8% |
| Summe | 29.0 | 34.5 | 33.6 | 34.0 | 34.2 | 33.2 | 33.2 | +14.2% |

HT: Haustechnik, I&K: Information und Kommunikation

Quelle: Prognos 2016

- Der Verbrauch für das Waschen und Trocknen ist um 2.4 PJ auf 5 PJ gestiegen (+93.1 %). Die Zunahme ist auf das Bevölkerungswachstum und die zunehmende Haushaltsausstattung mit Wäschetrocknern (Tumbler) zurückzuführen. Eine weitere Ursache für den Verbrauchsanstieg bilden strukturelle Veränderungen in den Mehrfamilienhäusern. In Mehrfamilienhäusern werden die Geräte zunehmend in den privaten Wohnungen oder über wohnungseigene Stromzähler betrieben. Dadurch werden Verbräuche, die früher als Gemeinschaftsverbräuche im Dienstleistungssektor verbucht wurden, zunehmend im Sektor Private Haushalte bilanziert. Wird der Gesamtverbrauch für das Waschen und Trocknen betrachtet, d.h. inklusive des Verbrauchs der gemeinschaftlich genutzten Geräte in Mehrfamilienhäusern, zeigt sich im Betrachtungszeitraum eine Erhöhung des Energieverbrauchs von 4.8 PJ auf 5.8 PJ (+20 %). Aufgrund der effizienten Neugeräte hat der Verbrauch im Jahr 2015 gegenüber dem Vorjahr leicht abgenommen.
- Der Verbrauch für Klima, Lüftung und Haustechnik weist eine steigende Tendenz auf. 2015 lag der Verbrauch 21.9 % über dem Verbrauch des Jahres 2000. Aufgrund der Witterungsabhängigkeit des Hilfsenergieverbrauchs für Heizungen ergibt sich in 2015 gegenüber dem Vorjahr mit geringerer Zahl an HGT ein höherer Verbrauch. Da die Sommermonate Juli und August 2015 vergleichsweise heiss waren, ergab sich zudem auch eine gesteigerte Nachfrage nach Klimakälte. Insgesamt erhöhte sich der Verbrauch für Klima, Lüftung und Haustechnik gegenüber dem Vorjahr um 0.5 PJ; (+12.2 %).
- Am stärksten gewachsen ist der Verbrauch der sonstigen Elektrogeräte. Der Verbrauch dieser Gerätegruppe hat sich zwischen 2000 und 2015 von 4.6 PJ auf 8.6 PJ erhöht (+86.8 %).

4.2 Dienstleistungen und Landwirtschaft

4.2.1 Methodik und Daten

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

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

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

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

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

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

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

IKT: Informations- und Kommunikationstechnik, WP: Wärmepumpen

Quelle: TEP Energy 2016

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

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

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

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

Die energiestatistische Grundlage für die Kalibrierung des Modells bilden die aktuellen Daten der Gesamtenergiestatistik (BFE, 2016 a) und der Elektrizitätsstatistik (BFE, 2016 e). Eine weitere wichtige Quelle stellt die Erhebung des Energieverbrauchs in der Industrie und im Dienstleistungssektor (BFE, 2016 c) dar. Die Modelleingangsdaten und -parameter werden an beide Datengrundlagen derart angepasst, so dass das Niveau sowie die Trends im Mittel übereinstimmen, ohne jedoch die einzelnen Jahreswerte auf die Energiestatistiken zu kalibrieren. Dieser Ansatz wird u.a. mit den Unsicherheiten der Grundlagen in Bezug auf Jahr-zu-Jahr-Veränderungen begründet.

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

4.2.2 Energieverbrauch nach Verwendungszwecken in den Sektoren Dienstleistungen und Landwirtschaft

Gesamtenergie

Die Entwicklung des Energieverbrauchs nach Verwendungszwecken in den Sektoren Dienstleistungen und Landwirtschaft ist in Tabelle 4-10 beschrieben. Basierend auf den Modellrechnungen liegt der Gesamtverbrauch des Dienstleistungssektors im Jahr

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

2015 fast auf dem gleichen Niveau wie im Jahr 2000. Gemäss der Energiestatistik stieg der Verbrauch im Dienstleistungssektor leicht an (+0.6 PJ; +0.4%). Deutlich verringert hat sich über den Zeitraum 2000 bis 2015 der Verbrauch für Raumwärme (-7.9 PJ bzw. -10.9 %). Der Warmwasserverbrauch hat sich nicht wesentlich verändert (-0.2 PJ). Die Verbräuche der übrigen Verwendungszwecke sind angestiegen. Am meisten zugenommen hat der Verbrauch für Information und Kommunikation (+1.8 PJ) und für Klima, Lüftung und Haustechnik (+2.8 PJ). Diese Zunahme ist unter anderem auf die warmen Sommermonate in 2015 zurückzuführen.

Gegenüber dem Vorjahr 2014 hat der Gesamtverbrauch der Sektoren Dienstleistungen und Landwirtschaft gemäss den Modellrechnungen um 8 PJ (+6.4 %) zugenommen. Die Abnahme hängt eng mit dem Verlauf der Witterung und dem davon abhängigen Verbrauch für Raumwärme zusammen. Das Jahr 2014 war mit 2'782 HGT deutlich wärmer als das Jahr 2015 mit 3'075 HGT. Der Raumwärmeverbrauch stieg 2015 gegenüber dem Vorjahr um 6 PJ (+10.4 %). Der Verbrauch für Klima, Lüftung, Haustechnik, welcher ebenfalls von der Witterung beeinflusst wird (Hilfsenergieverbrauch), erhöhte sich um 2.1 PJ (+14.8 %).

Im Jahr 2015 entfielen 48.5 % des Energieverbrauchs der Sektoren Dienstleistungen und Landwirtschaft auf die Bereitstellung der Raumwärme (Abbildung 4-5). Im wärmeren Vorjahr 2014 hatte der Anteil 46.8 % betragen. Von grösserer Bedeutung für den Verbrauch waren in 2015 auch die Verwendungszwecke Klima, Lüftung und Haustechnik (12.1 %), Antriebe und Prozesse (13 %), die Beleuchtung (11.3 %) und Warmwasser (7.6 %).

Im Vergleich zu 2000 haben sich innerhalb des Energieverbrauchs des Dienstleistungs- und Landwirtschaftssektors vor allen der Anteil der Verwendungszwecke Raumwärme (-5.9 %-Punkte) und Klima, Lüftung und Haustechnik (+2.1 %-Punkte) verschoben. Der Anstieg der Klimakälte ist dabei vor allen durch den heissen Sommer in 2015 zu erklären (263 CDD in 2015 gegenüber 115 CDD in 2000, respektive 83 in 2014). Der Verbrauchsanteil der Informations-, Kommunikations-, und Unterhaltungsanwendungen am Sektorverbrauch hat um 1.3 %-Punkte zugenommen. Die Anteile der übrigen Verwendungszwecke haben sich je um weniger als 1 %-Punkt erhöht.

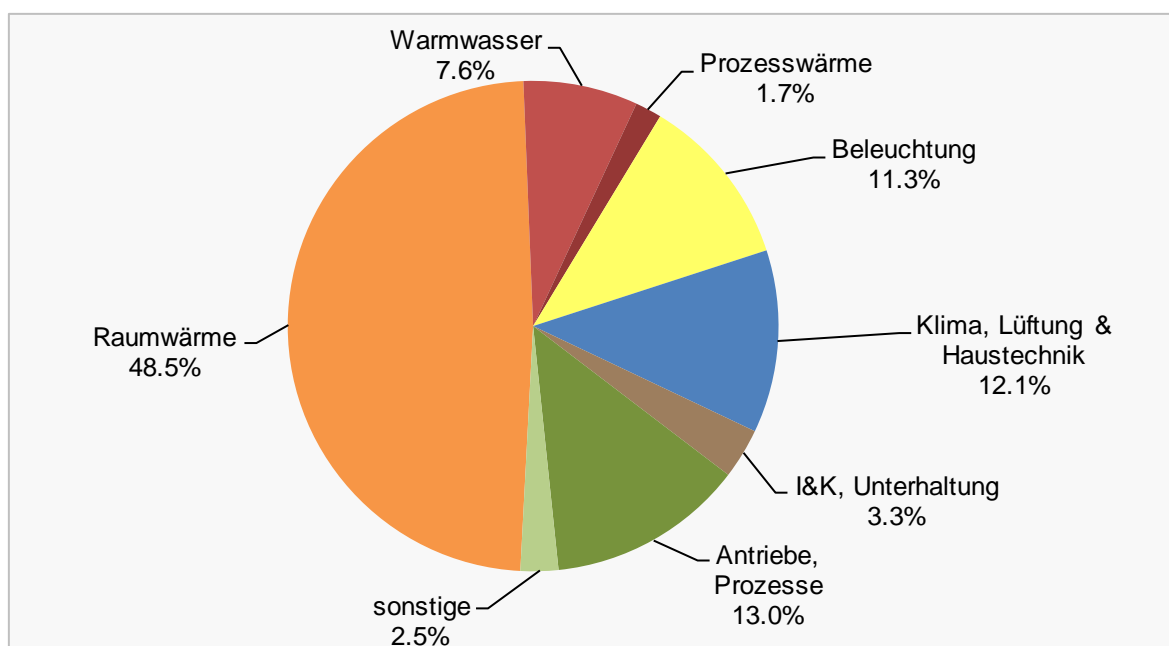
Tabelle 4-10: Dienstleistungssektor und Landwirtschaft: Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Verwendungszwecken, in PJ

| Verwendungszweck | 2000 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | Δ '00 – '15 |
|----------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Raumwärme | 72.2 | 80.0 | 62.2 | 70.8 | 77.4 | 58.3 | 64.3 | -10.9% |
| Warmwasser | 10.2 | 10.1 | 10.0 | 10.1 | 10.1 | 10.0 | 10.0 | -1.7% |
| Prozesswärme | 2.2 | 2.5 | 2.4 | 2.3 | 2.3 | 2.4 | 2.3 | +7.2% |
| Beleuchtung | 13.9 | 14.8 | 14.9 | 14.9 | 15.0 | 15.0 | 15.0 | +7.8% |
| Klima, Lüftung, HT | 13.1 | 15.0 | 14.4 | 15.0 | 15.5 | 13.9 | 16.0 | +21.4% |
| I&K, Unterhaltung | 2.6 | 4.0 | 4.0 | 4.1 | 4.1 | 4.4 | 4.4 | +67.9% |
| Antriebe, Prozesse | 16.1 | 16.6 | 16.4 | 16.4 | 16.4 | 17.3 | 17.2 | +6.6% |
| sonstige | 2.2 | 3.0 | 3.1 | 3.1 | 3.2 | 3.2 | 3.3 | +52.5% |
| Total Endenergieverbrauch | 132.5 | 145.9 | 127.4 | 136.7 | 144.0 | 124.5 | 132.5 | -0.0% |

HT: Haustechnik, I&K: Information und Kommunikation

Quelle: TEP Energy 2016

Abbildung 4-5: Dienstleistungssektor und Landwirtschaft: Prozentuale Aufteilung des Energieverbrauchs 2015 nach Verwendungszwecken



I&K: Information und Kommunikation

Quelle: TEP Energy 2016

Brennstoffe, Fernwärme, Umwelt- und Solarwärme

Brennstoffe, Fernwärme, Umwelt- und Solarwärme werden im Dienstleistungs- und im Landwirtschaftssektor ausschliesslich für Raumwärme und Warmwasser eingesetzt.¹³ Der Grossteil des „Brennstoffverbrauchs“ entfiel im Jahr 2015 auf die Raumwärme (86.7 %), der Rest auf die Bereitstellung von Warmwasser

13 Der Brennstoffverbrauch für Prozesswärme, z.B. der Gasverbrauch für Kochen, Wäschetrocknen, Sterilisieren in Spitätern, wurde nicht explizit modelliert. Er ist teilweise unter Warmwasser subsummiert. Der Anteil von Fernwärme, Solar- und Umweltwärme an den „Brennstoffen“ betrug in 2015 rund 9 %.

(13.3 %; Tabelle 4-11). Der Gesamtverbrauch dieser Energieträgergruppe hat sich im Zeitraum 2000 bis 2015 um 9.1 PJ verringert (-11.5 %). Der Rückgang ist zum grössten Teil auf die Entwicklung bei der Raumwärme zurückzuführen (-8.9 PJ; -12.8 %). Bereinigt um den Effekt der Witterung zeigt sich im Zeitraum 2000 bis 2015 bei der Raumwärme ein Rückgang von rund 9 PJ (-11 %).

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

| Verwendungszweck | 2000 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | Δ '00 – '15 |
|----------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|
| Raumwärme | 69.5 | 76.0 | 58.9 | 67.0 | 73.2 | 55.0 | 60.6 | -12.8% |
| Warmwasser | 9.5 | 9.4 | 9.3 | 9.3 | 9.4 | 9.3 | 9.3 | -2.0% |
| Total Brennstoffverbrauch | 79.0 | 85.4 | 68.2 | 76.3 | 82.6 | 64.2 | 69.9 | -11.5% |

Quelle: TEP Energy 2016

Elektrizität

Der Stromverbrauch in den Sektoren Dienstleistungen und Landwirtschaft ist zwischen 2000 und 2015 um 9.1 PJ angewachsen (+16.9 %; Tabelle 4-12). Auch der Anteil der Elektrizität am Sektorverbrauch weist eine steigende Tendenz auf, nach 40.4 % im Jahr 2000 lag er 2015 bei 47.2 %. Der Stromeinsatz hat bei allen Verwendungszwecken zugenommen, absolut gesehen am stärksten bei Klima, Lüftung und Haustechnik (+2.8 PJ) und Information, Kommunikation und Unterhaltung (+1.8 PJ). Auch prozentual nahm der Verbrauch dieser Verwendungszwecke stark zu, dies zusammen mit dem Stromverbrauch für Raumwärme (v.a. zu begründen durch den Anstieg von Wärmepumpen) sowie für sonstige Verwendungszwecke. Diese beiden letztgenannten Verwendungszwecke haben mit Anteilen von unter 6 % jedoch im Dienstleistungssektor eine vergleichsweise geringe Bedeutung.

Die prozentuale Aufteilung des Elektrizitätsverbrauchs des Jahres 2015 im Dienstleistungssektor und der Landwirtschaft auf die unterschiedlichen Verwendungszwecke ist aus Abbildung 4-6 ersichtlich. Am meisten Strom wurde für Antriebe und Prozesse (27.5 %), für Klima, Lüftung und Haustechnik (25.5 %) und für die Beleuchtung (24.0 %) aufgewendet. Die Verbrauchsanteile der übrigen Verwendungszwecke waren vergleichsweise gering.

Die relative Bedeutung der einzelnen Verwendungszwecke hat sich seit 2000 leicht verändert. Am meisten zugenommen hat der Anteil von Information und Kommunikation (+2.1 %-Punkte). Am stärksten abgenommen hat der Anteil der Antriebe und Prozesse (-2.7 %-Punkte). Dies ist unter anderen zu begründen durch den

im Vergleich zu den anderen Verwendungszwecken geringeren Verbrauchsanstieg (+6.6 %, Sektordurchschnitt +16.9 %).

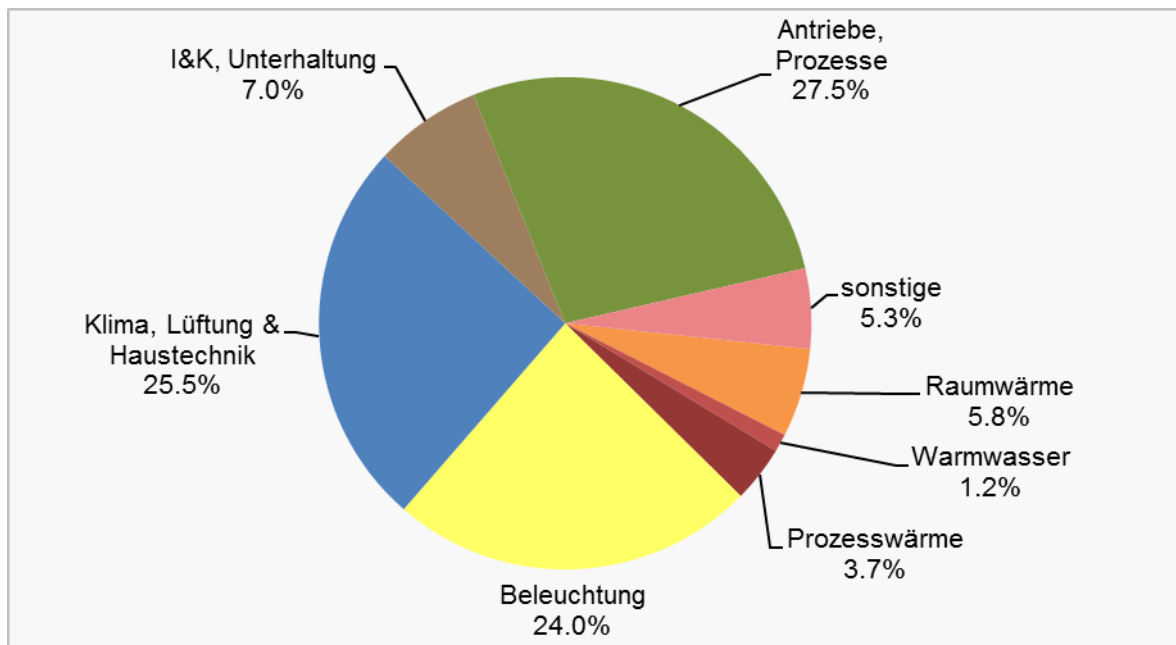
Tabelle 4-12: Dienstleistungssektor und Landwirtschaft: Entwicklung des Elektrizitätsverbrauchs nach Verwendungszwecken, in PJ

| Verwendungszweck | 2000 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | Δ '00 – '15 |
|-----------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|
| Raumwärme | 2.6 | 4.0 | 3.2 | 3.8 | 4.2 | 3.3 | 3.6 | +38.7% |
| Warmwasser | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | +1.9% |
| Prozesswärme | 2.2 | 2.5 | 2.4 | 2.3 | 2.3 | 2.4 | 2.3 | +7.2% |
| Beleuchtung | 13.9 | 14.8 | 14.9 | 14.9 | 15.0 | 15.0 | 15.0 | +7.8% |
| Klima, Lüftung, HT | 13.1 | 15.0 | 14.4 | 15.0 | 15.5 | 13.9 | 16.0 | +21.4% |
| I&K, Unterhaltung | 2.6 | 4.0 | 4.0 | 4.1 | 4.1 | 4.4 | 4.4 | +67.9% |
| Antriebe, Prozesse | 16.1 | 16.6 | 16.4 | 16.4 | 16.4 | 17.3 | 17.2 | +6.6% |
| Sonstige Verwendungszwecke | 2.2 | 3.0 | 3.1 | 3.1 | 3.2 | 3.2 | 3.3 | +52.5% |
| Elektrizitätsverbrauch insgesamt | 53.5 | 60.5 | 59.2 | 60.3 | 61.4 | 60.3 | 62.6 | +16.9% |

HT: Haustechnik, I&K: Information und Kommunikation

Quelle: TEP Energy 2016

Abbildung 4-6: Dienstleistungssektor und Landwirtschaft: Prozentuale Aufteilung des Elektrizitätsverbrauchs 2015 nach Verwendungszwecken



I&K: Information und Kommunikation

Quelle: TEP Energy 2016

4.3 Industrie

4.3.1 Methodik und Daten

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

Insgesamt unterscheidet das Bottom-up-Modell rund 160 Produktionsprozesse, darunter z.B. das Kochen und Blanchieren in der Nahrungsmittelproduktion, Klinkerbrennen in der Zementindustrie und Pressen von Profilen, Rohren, Stangen in der Metallindustrie, sowie etwa 60 Haustechnikprozesse, die die energetischen Aufwendungen für Raumheizung, Beleuchtung etc. in den unterschiedenen Branchen beschreiben. Die gesamthaft für die Industrie unterschiedenen Prozesse werden 12 Branchen zugeordnet (siehe Tabelle 4-13).

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

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

Quelle: Prognos 2016

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

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

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

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

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

Die spezifischen Energieverbräuche der einzelnen Prozessschritte werden über einen Kohortenalgorithmus ermittelt. Die Geschwindigkeit, mit der sie sich verändern, hängt im Wesentlichen von Technologieentwicklungen und autonomen Entwicklungstrends der Branche ab. Auch die hergestellten Mengen beeinflussen die Entwicklung der spezifischen Energieverbräuche. Je mehr produziert wird, desto stärker erhöht sich zunächst die Auslastung der bestehenden Anlagen. Dadurch verringert sich in der Regel der auf die Produktion bezogene spezifische Verbrauch. Kann die Auslastung

nicht weiter gesteigert werden, wird der Anlagenpark durch neue (modernere und dadurch zumeist energetisch bessere) Einheiten erweitert, wobei der Zubau technischen und wirtschaftlichen Kriterien unterliegt. Bei Erreichen ihrer individuellen wirtschaftlichen Nutzungsdauer (und nicht früher) werden Altanlagen stillgelegt. Aufgrund dieser Zusammenhänge verändert sich der spezifische Energieverbrauch des Anlagenparks nur allmählich. Zusätzlich werden in beschränktem Umfang Substitutionseffekte abgebildet.

Abgrenzung, Bilanzierung, Unterschiede

Die hergestellten Produktionsmengen werden insgesamt zwölf Branchen zugeordnet, deren Klassifikation auf energetischen und pragmatischen Überlegungen beruht. Sie orientiert sich in den Abgrenzungen an den offiziellen Branchenstrukturen des BFS, der sogenannten NOGA-Systematik.¹⁴ Damit ist die modellseitige Branchenstruktur inhaltlich weitgehend mit derjenigen der Industriestatistik (BFE, 2016 c) identisch und es ist gewährleistet, dass grosse, homogen produzierende Verbraucher möglichst in einer Branche zusammengefasst werden. Das Industriemodell deckt die NOGA 2008-Klassen 05 bis 43 ab und ist damit klar vom Dienstleistungsmodell abgegrenzt.

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

Daten, Eichung, Konsistenz

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

14 NOGA-Nomenklatur in der Version von 2008.

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

Die physischen Produktionsmengen stammen, wo möglich, direkt von den verschiedenen Branchenverbänden. Da jedoch für die meisten Branchen geeignete Angaben zur Produktionsmenge fehlen, müssen diese anhand der anderen, zuvor genannten branchenspezifischen Rahmendaten in einem Zwischenschritt abgeschätzt werden – meist werden hierfür die nichtphysischen Produktionsindizes vom Bundesamt für Statistik gewählt (BFS, 2016 c). Analoges gilt für die Energiebezugsfläche, welche von Wüest & Partner für die Industrie nur gesamthaft ausgewiesen wird (Wüest & Partner, 2016). Die grundlegende Verteilung auf die einzelnen Branchen wurde in BFE (2015) berechnet und dient als wichtige Grundlage zur Revision der Energiebezugsflächen nach Branchen (s.u.). Beide Resultate stellen eigenständige, intermediäre Modellergebnisse dar.

Die energetische Ausgangslage bilden die aktuellen Daten der Gesamtenergiestatistik (BFE, 2016 a). Eine weitere wichtige Quelle stellt der Energieverbrauch in der Industrie und im Dienstleistungssektor (BFE, 2016 c) dar. Das Industriemodell wird an beide derart angepasst, dass absolute Grössen sowie Tendenzen im Mittel übereinstimmen, ohne die einzelnen Jahreswerte auf die Energiestatistik zu kalibrieren.

Zwischen den unterschiedlichen verwendeten Statistiken und weiteren Datenquellen zur Abbildung der Grundlagendaten (wie Mengengrössen und spezifische Verbräuche der Prozesse) sowie der verschiedenen Statistiken zu den integralen Energieverbräuchen nach Energieträgern und Branchen, die jeweils im Detail mit unterschiedlichen Abgrenzungen, Erhebungsmethoden und Hochrechnungen operieren, lässt sich auch mithilfe von Ausgleichsrechnungen und Modellierungen keine vollständige Konsistenz herstellen. Ergänzend zu den Statistiken des BFE und des BFS existieren einige brancheninterne Energiestatistiken, die wichtige Detailinformationen liefern, jedoch zusätzliche statistische Unsicherheiten und Zuordnungsprobleme generieren. Aus diesem Grund kann die Energieverbrauchsstatistik nicht in allen Details exakt reproduziert werden, wird aber gesamthaft möglichst genau abgebildet.

Energiebezugsflächen

Das Industriemodell führt in seiner Datenbank branchenscharfe Energiebezugsflächen, aufgeteilt nach Produktionshallen und Büroräume. An beiden Grössen bemisst sich der Endenergieverbrauch für die Haustechnik, darunter Raumwärme, Licht und IKT-

Geräte. Die Nutzung der Haustechnik besitzt mit durchschnittlich 20 % des Endenergieverbrauchs der Industrie eine relevante Grössenordnung.

Auf Basis einer Erhebung bei Industrie- und Dienstleistungsbetrieben (BFE, 2014, 2015 c) stehen umfangreiche Informationen zu den gesamten Energiebezugsflächen von insgesamt zwölf Industriebranchen der Jahre 1999 bis 2013 zur Verfügung. Die Energiebezugsflächen konnten anhand der Korrelation zu den Vollzeitbeschäftigten auf die Stichjahre 2014 und 2015 erweitert und basierend auf der bestehenden EBF-Struktur auf die notwendigen Unterbranchen des Industriemodells aufgeteilt werden.

4.3.2 Energieverbrauch nach Verwendungszwecken im Industriesektor

Gesamtenergie

Der Energieverbrauch nach Verwendungszwecken der Jahre 2000 bis 2015 im Industriesektor ist in Tabelle 4-14 dargestellt. Der Verbrauch wurde erheblich durch die Wirtschaftsentwicklung beeinflusst. In 2015 lag der Verbrauch mit 156 PJ nahezu auf dem gleichen Verbrauchsniveau wie im Vorjahr (-0.6 PJ; -0.4 % ggü. 2014). Gegenüber dem Jahr 2000 hat sich der Verbrauch um 10.3 PJ verringert (-6.2 %). Zum Vergleich: Gemäss der Energiestatistik hat der Energieverbrauch des Industriesektors im Betrachtungszeitraum 2000 bis 2015 um 6 PJ abgenommen (-3.7 %).

Tabelle 4-14: Industriesektor: Entwicklung des Endenergieverbrauchs 2000 bis 2015 nach Verwendungszwecken, in PJ

| Verwendungszweck | 2000 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | Δ '00 – '15 |
|----------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Raumwärme | 23.9 | 23.0 | 16.7 | 18.1 | 19.1 | 13.4 | 15.4 | -35.6% |
| Warmwasser | 3.0 | 3.9 | 2.8 | 3.1 | 3.2 | 2.3 | 2.6 | -14.1% |
| Prozesswärme | 87.2 | 90.6 | 88.8 | 87.0 | 87.5 | 86.9 | 84.9 | -2.6% |
| Beleuchtung | 5.3 | 6.2 | 6.2 | 5.9 | 5.7 | 6.0 | 6.0 | +12.0% |
| Klima, Lüftung, HT | 1.2 | 1.1 | 1.1 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | -12.3% |
| I&K, Unterhaltung | 0.6 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.7 | 0.8 | 0.8 | +32.0% |
| Antriebe, Prozesse | 39.0 | 39.5 | 39.5 | 39.2 | 39.3 | 39.3 | 38.5 | -1.3% |
| sonstige | 6.2 | 6.7 | 6.7 | 6.7 | 7.1 | 7.1 | 7.0 | +12.3% |
| Total Endenergieverbrauch | 166.4 | 171.8 | 162.6 | 161.8 | 163.7 | 156.7 | 156.0 | -6.2% |

HT: Haustechnik, I&K: Information und Kommunikation

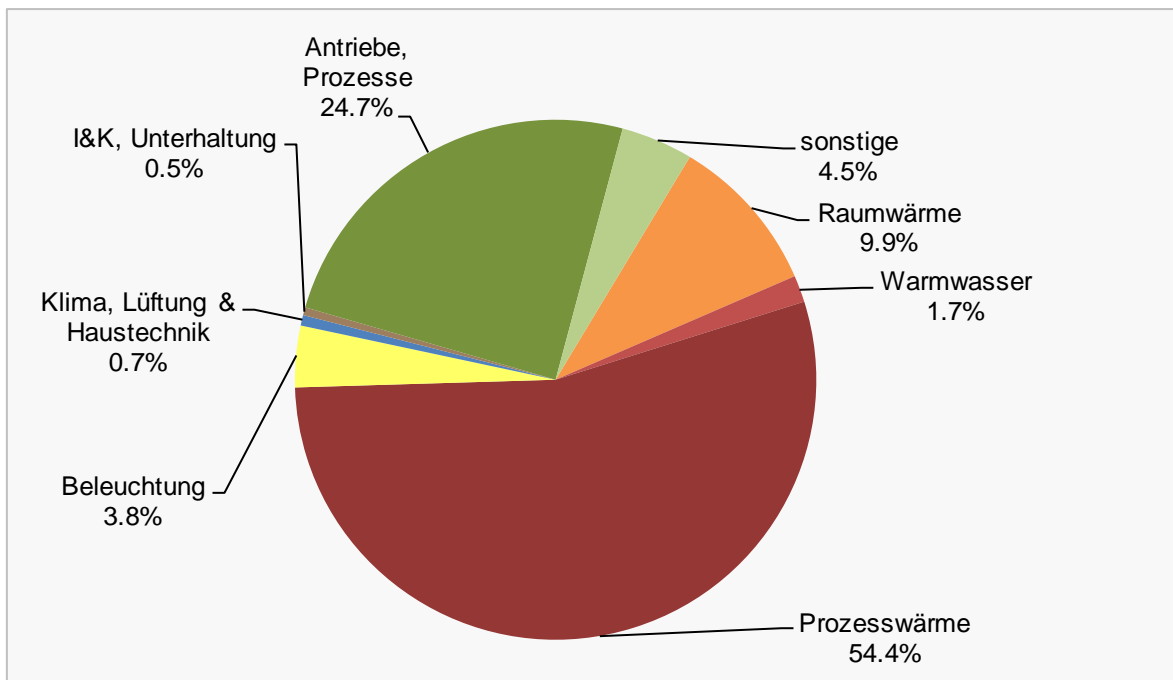
Quelle: Prognos 2016

Der Verbrauch der Verwendungszwecke hat sich im Zeitverlauf 2000 bis 2015 unterschiedlich entwickelt. Am grössten war die Veränderung bei der Raumwärme. Der Raumwärmeverbrauch hat gegenüber dem Jahr 2000 um 8.5 PJ abgenommen (-35.6 %). Leicht rückläufig waren auch die Verbräuche von Warmwasser

(-0.4 PJ), Prozesswärme (-2.3 PJ), Antriebe und Prozesse (-0.5 PJ) sowie Klima, Lüftung und Haustechnik (-0.1 PJ). Bei den übrigen Verwendungszwecken ist der Verbrauch leicht angestiegen.

Im Jahr 2015 wurden über drei Viertel des Verbrauchs für Prozesswärme (54.4 %) und Antriebe und Prozesse (24.7 %) aufgewendet (Abbildung 4-7). Die Raumwärme hatte mit einem Anteil von 9.9 % ebenfalls noch eine gewisse Bedeutung (2014: 8.6 %). Die übrigen unterschiedenen Verwendungszwecke waren von untergeordneter Bedeutung. Die Anteile dieser Verwendungszwecke betragen in der Summe rund 11 %.

Abbildung 4-7: *Industriesektor: Prozentuale Anteile der Verwendungszwecke am Energieverbrauch 2015*



I&K: Information und Kommunikation

Quelle: Prognos 2016

Brennstoffe, Fernwärme, Umwelt- und Solarwärme

Der Anteil von Brennstoffen (inkl. Fernwärme, Umwelt- und Solarwärme) am Sektor-Gesamtverbrauch belief sich 2015 auf 56.5 % (2000: 60.1 %). Der absolute Verbrauch dieser Energieträgergruppe ist gegenüber dem Jahr 2000 um 11.9 PJ (-11.9 %) gesunken (Tabelle 4-15).¹⁵ Der Rückgang ist hauptsächlich der Entwicklung der Raumwärme (-8.6. PJ; 36.2 %) zuzuschreiben. Analog zum Gesamtverbrauch wurde die Entwicklung dieser Energieträgergruppe stark durch den Wirtschaftsverlauf beeinflusst. Im Jahr 2015 erhöhte sich der Brennstoffeinsatz gegenüber 2014 um

¹⁵ Der Anteil des Verbrauchs an Fernwärme, Solar- und Umweltwärme am „Brennstoffverbrauch“ belief sich im Jahr 2015 auf rund 9 %.

0.7 PJ (+0.8 %). Dies ist im Wesentlichen auf die kühlere Witterung im Jahr 2015 (Raumwärme +1.9 PJ) zurückzuführen. Demgegenüber stand ein Rückgang bei der Prozesswärme von -1.5 PJ.

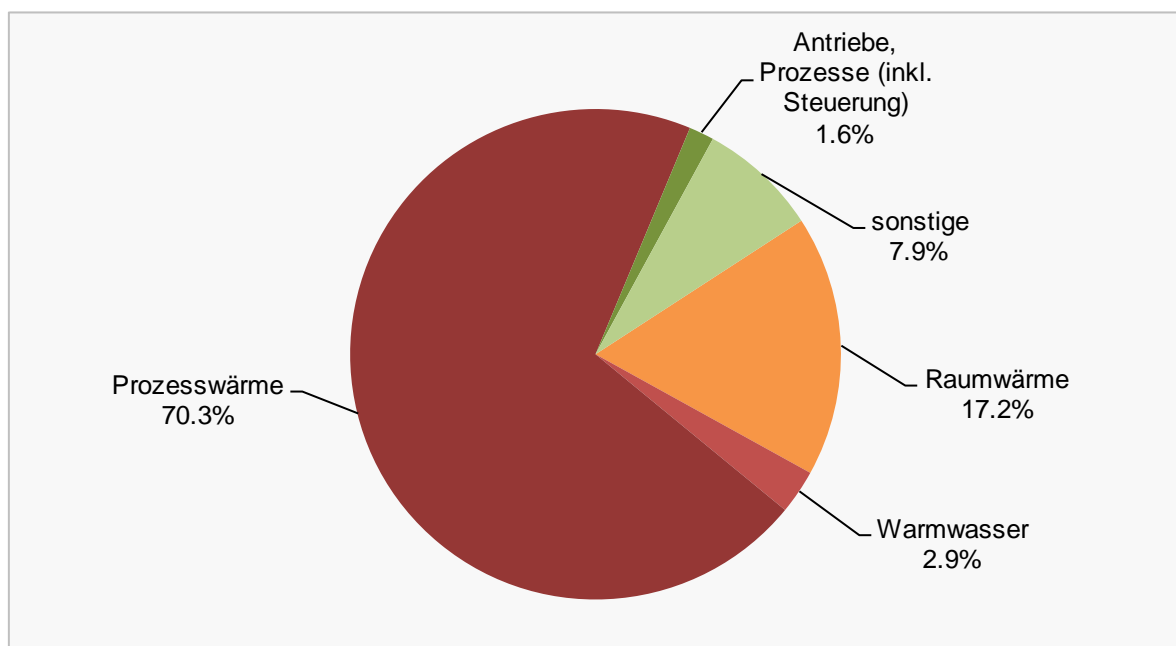
Die sonstigen Verbräuche setzen sich unter anderem aus dem Energieverbrauch für Elektrolyseprozesse und für die Reduktion negativer Umweltauswirkungen (Einsatz nachgeschalteter Umwelttechnologien, z.B. Filtertechnologien zur Emissionsreduktion) zusammen. Dieser Verbrauch hat sich im Zeitraum 2000 bis 2015 um rund 0.8 PJ erhöht (+12.3 %).

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

| Verwendungszweck | 2000 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | Δ '00 – '15 |
|----------------------------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|
| Raumwärme | 23.8 | 22.7 | 16.5 | 17.9 | 18.8 | 13.3 | 15.2 | -36.2% |
| Warmwasser | 3.0 | 3.9 | 2.8 | 3.0 | 3.2 | 2.2 | 2.6 | -14.4% |
| Prozesswärme | 64.5 | 68.2 | 66.0 | 64.6 | 64.7 | 63.6 | 62.1 | -3.8% |
| Antriebe, Prozesse | 2.6 | 1.4 | 1.4 | 1.4 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | -44.2% |
| sonstige | 6.2 | 6.7 | 6.7 | 6.7 | 7.1 | 7.1 | 7.0 | +12.3% |
| Total Endenergieverbrauch | 100.1 | 103.0 | 93.3 | 93.6 | 95.3 | 87.6 | 88.2 | -11.9% |

Quelle: Prognos 2016

Abbildung 4-8: Industriesektor: Prozentuale Anteile der Verwendungszwecke am Brennstoffverbrauch 2015 (inkl. Fern -, Umwelt- und Solarwärme)



Quelle: Prognos 2016

Die relativen Anteile der Verwendungszwecke am Brennstoffverbrauch des Jahres 2015 sind in Abbildung 4-8 dargestellt. Rund 70 % der Brennstoffe wurde für die Erzeugung von Prozesswärme aufgewendet. Der Anteil der Raumwärme belief sich auf 17.2 % (2014: 15.1 %). Die Bedeutung der übrigen Verwendungszwecke am Brennstoffverbrauch war vergleichsweise gering. Gegenüber dem Jahr 2000 haben sich die Anteile etwas verschoben. Stark gestiegen ist der Anteil der Prozesswärme (+5.9 %-Punkte), der Anteil der Raumwärme ging um 6.6 %-Punkte zurück.

Elektrizität

Der Elektrizitätsverbrauch des Industriesektors lag im Jahr 2015 um 1.6 PJ (+2.3 %) über dem Verbrauch des Jahres 2000 (Tabelle 4-16). Dabei ist der industriell generierte WKK-Strom, welcher durch die Produzenten selbst verbraucht wird, beim ausgewiesenen Stromverbrauch mitberücksichtigt. Der ausgewiesene Stromverbrauch bildet folglich den effektiven Stromverbrauch des Sektors ab. Ursächlich für die Verbrauchszunahme waren insbesondere die gestiegenen Verbräuche für Antriebe und Prozesse (+0.6 PJ; +1.7 %) und Beleuchtung (+0.6 PJ; +12 %). Gemäss dem Industriemodell sank im Jahr 2015 der Stromverbrauch gegenüber 2014 leicht (-1.3 PJ; -1.9 %), gemäss Gesamtenergiestatistik ging der Verbrauch um 0.2 % zurück.

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

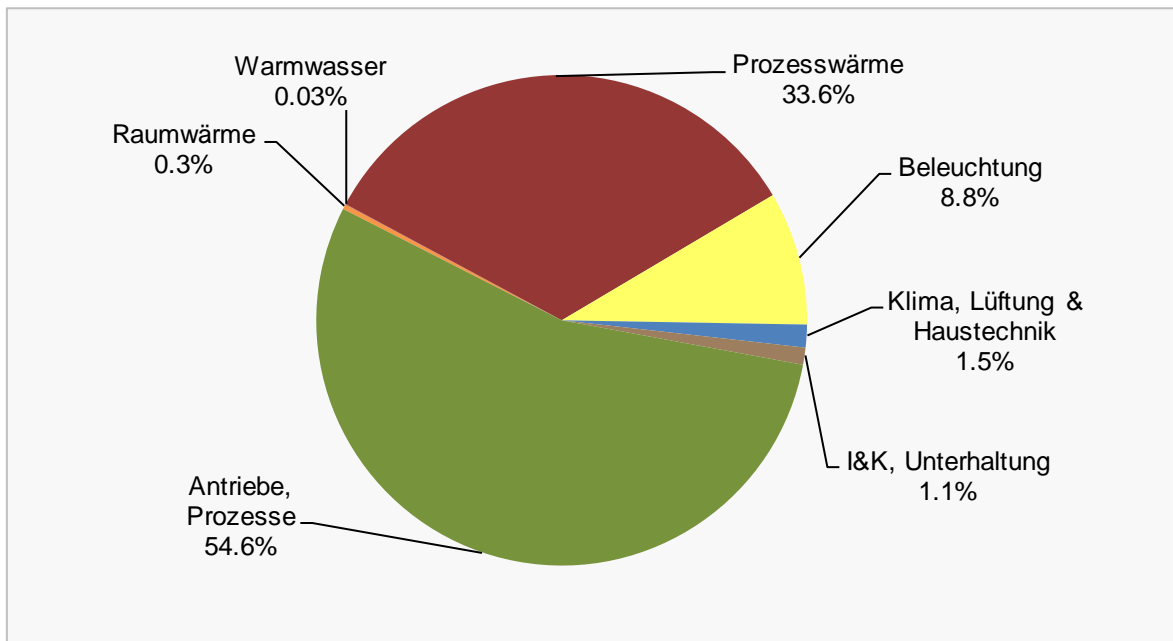
| Verwendungszweck | 2000 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | Δ '00 – '15 |
|-----------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| Raumwärme | 0.1 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | +79.8% |
| Warmwasser | 0.02 | 0.03 | 0.02 | 0.02 | 0.03 | 0.02 | 0.02 | +49.2% |
| Prozesswärme | 22.7 | 22.4 | 22.8 | 22.5 | 22.8 | 23.3 | 22.8 | +0.6% |
| Beleuchtung | 5.3 | 6.2 | 6.2 | 5.9 | 5.7 | 6.0 | 6.0 | +12.0% |
| Klima, Lüftung, HT | 1.2 | 1.1 | 1.1 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | -12.3% |
| I&K, Unterhaltung | 0.6 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.7 | 0.8 | 0.8 | +32.0% |
| Antriebe, Prozesse | 36.4 | 38.1 | 38.2 | 37.8 | 37.8 | 37.9 | 37.0 | +1.7% |
| Elektrizitätsverbrauch insgesamt | 66.3 | 68.9 | 69.2 | 68.2 | 68.3 | 69.1 | 67.8 | +2.3% |

HT: Haustechnik, I&K: Information und Kommunikation

Quelle: Prognos 2016

Die Prozesswärme besass auch beim Elektrizitätsverbrauch eine grosse Bedeutung. Im Jahr 2015 wurden 33.6 % des Stromverbrauchs des Industriesektors für die Bereitstellung von Prozesswärme eingesetzt (Abbildung 4-9). Die grösste Bedeutung am Elektrizitätsverbrauch hatte der Verwendungszweck Antriebe und Prozesse inklusive Steuerung, mit einem Verbrauchsanteil im Jahr 2015 von 54.6 % (2000: 54.9 %). Der Anteil für die Beleuchtung belief sich 2015 auf 8.8 % (2000: 8 %). Die Bedeutung der übrigen Verwendungszwecke war gering, ihre Anteile am Stromverbrauch waren jeweils kleiner als 2 %.

Abbildung 4-9: Industriesektor: Prozentuale Anteile der Verwendungszwecke am Elektrizitätsverbrauch 2015



I&K: Information und Kommunikation

Quelle: Prognos 2016

4.3.3 Branchenanteile an Verwendungszwecken

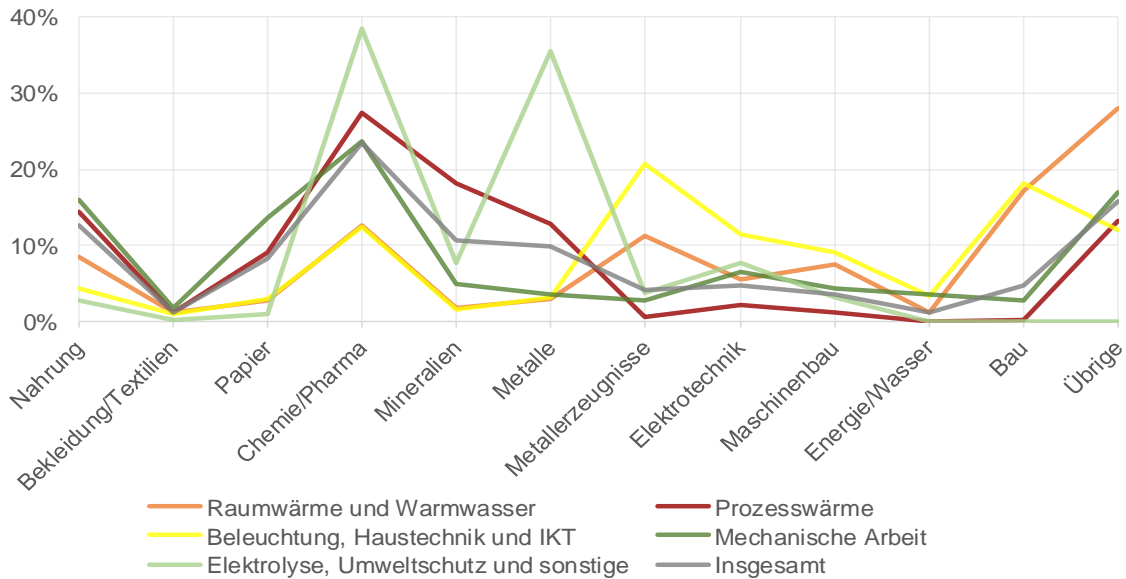
Die Aufteilung des Energieverbrauchs des Industriesektors im Jahr 2015 auf die einzelnen Verwendungszwecke und Branchen ist in Abbildung 4-10 und Tabelle 4-17 dargestellt. Die Abbildung 4-11 gibt an, welche Anteile die Branchen am Verbrauch für die einzelnen Verwendungszwecke haben. Aufgrund der zusätzlichen Unterteilung nach der Dimension "Branchen" sinkt die Aussagegenauigkeit bei den Verwendungszwecken, weshalb einige Verwendungszwecke zusammengelegt werden mussten. Dies sind Raumwärme und Warmwasser sowie Beleuchtung, Haustechnik und IKT.

Hohe Anteile am Endenergieverbrauch des Industriesektors hatten im Jahr 2015 die energieintensiveren Branchen Nahrung, Papier, Chemie/Pharma, Mineralien, Metalle sowie Übrige, welche insgesamt 95 % der Prozesswärme und 78 % der Mechanischen Arbeit nachfragten (bzw. rund 80 % des gesamten industriellen Endenergieverbrauchs).

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

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

Abbildung 4-10: Industriesektor: Prozentuale Anteile der Branchen am Endenergieverbrauch 2015 nach Verwendungszwecken



IKT: Informations- und Kommunikationstechnologie

Quelle: Prognos 2016

Tabelle 4-17: Industriesektor: Prozentuale Anteile der Branchen am Endenergieverbrauch 2015 nach Verwendungszwecken

| Branchen | Raumwärme und Warmwasser | Prozesswärme | Beleuchtung, Haustechnik und IKT | Mechanische Arbeit | Elektrolyse, Umweltschutz und sonstige | Insgesamt |
|----------------------|--------------------------|--------------|----------------------------------|--------------------|----------------------------------------|-------------|
| Nahrung | 8% | 14% | 4% | 16% | 3% | 13% |
| Bekleidung/Textilien | 1% | 1% | 1% | 2% | 0% | 1% |
| Papier | 3% | 9% | 3% | 14% | 1% | 8% |
| Chemie/Pharma | 13% | 27% | 12% | 24% | 39% | 23% |
| Mineralien | 2% | 18% | 2% | 5% | 8% | 11% |
| Metalle | 3% | 13% | 3% | 3% | 36% | 10% |
| Metallerzeugnisse | 11% | 1% | 21% | 3% | 4% | 4% |
| Elektrotechnik | 5% | 2% | 11% | 6% | 8% | 5% |
| Maschinenbau | 8% | 1% | 9% | 4% | 3% | 3% |
| Energie/Wasser | 1% | 0% | 3% | 3% | 0% | 1% |
| Bau | 17% | 0% | 18% | 3% | 0% | 5% |
| Übrige | 28% | 13% | 12% | 17% | 0% | 16% |
| Summe | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% |

I&K: Information und Kommunikation

Quelle: Prognos 2016

4.4 Verkehr

4.4.1 Methodik und Daten

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

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

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

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

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

Quelle: Infrac 2016

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

- Strassenverkehr,
- Schienenverkehr,

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

- Non-Road und
- Flugverkehr.

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

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

Der Flugverkehr ist in dem Sinne speziell, als er im Unterschied zum Landverkehr nur zu einem sehr geringen Teil mit dem Territorium Schweiz überlappt. Jede Aussage über den Energieverbrauch des Flugverkehrs muss sich deshalb mit Allokationsprinzipien und Bezugsgrössen auseinandersetzen. Im Kontext des CO₂-Gesetzes, aber auch im Rahmen internationaler Konventionen wie dem Kyoto-Protokoll spielt nur der nationale Flugverkehr eine Rolle, der internationale Flugverkehr bleibt (vorerst) ausgeklammert. Der nationale Verkehr macht aber lediglich ca. 5-6 % des Kerosinabsatzes aus. Wie in den bisherigen Arbeiten wurde dazu keine eigentliche Modellierung des Flugverkehrs unternommen, zumal das BAZL über das entsprechende Instrumentarium verfügt. Deshalb wurden gestützt auf Angaben des BAZL die Daten des nationalen Flugverkehrs (Zivil und Militär) übernommen.

Mit der Ex-Post-Analyse 2012 wurden methodische Änderungen eingeführt, welche das Niveau und auch das jährliche Wachstum des Energieverbrauchs im Verkehr gegenüber früheren Angaben (namentlich auch gegenüber der Ex-Post-Analyse 2011) verändern. Diese gelten im Wesentlichen auch für die vorliegende Ex-Post-Analyse 2015 bzw. wurden entsprechend weitergeführt:

- Tanktourismus: In der letzten Ex-Post-Analyse bis 2014 ist der Tanktourismus grundlegend überarbeitet worden, u.a. mit der Hilfe neuer Tankstellenabsatzdaten bis 2014, was gegenüber den früheren Ex-Post-Analysen zu einer Anhebung des Tanktourismus-Niveaus führte¹⁷. Für das aktuelle Ex-Post-Jahr 2015 ist die Entwicklung der Preisdifferenzen im Vergleich zum Ausland relevant. Mitte Januar 2015 hat die Schweizerische Nationalbank den Mindestkurs von 1.20 CHF / Euro aufgegeben. Dadurch wurde der Franken im Vergleich zum Euro markant aufgewertet – mit entsprechenden Auswirkungen auf die

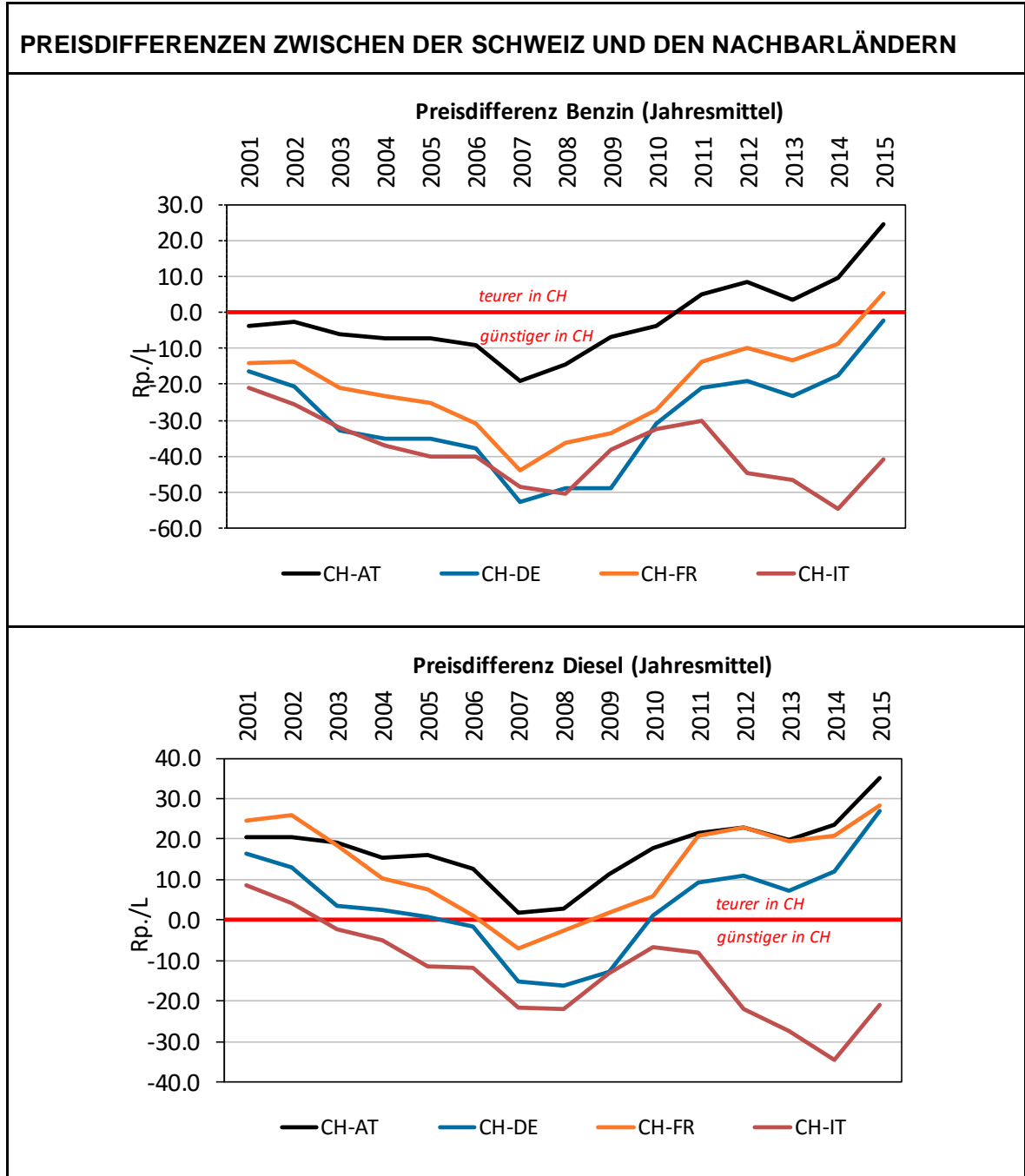
¹⁷ Bis zur Ex-Post-Analyse 2011 wurde die Differenz zwischen Absatz und (modelliertem) Verbrauch als „Tanktourismus“ interpretiert. Seit der Ausgabe 2012 wird der Tanktourismus als eigenständiger Bereich wie ein Verbrauchersegment modelliert. Im Rahmen der Ex-Post-Analyse 2014 wurde der Ansatz nochmals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

Treibstoffpreis-Differenzen zwischen der Schweiz und den Nachbarländern. Im Verlauf des Jahres 2015 hat sich der Kurs allerdings wieder etwas erholt und lag ab Mitte Jahr zwischen 1.05 und 1.08 CHF/Euro. So entfiel praktisch der Preisvorteil beim Benzin auf Schweizer Seite (ausgenommen gegenüber Italien), und beim Diesel wurde der «Preisnachteil» noch deutlich grösser (vgl. Abbildung 4-11). In der Folge ging der Tanktourismus beim Benzin markant zurück und bei Diesel wurde dieser noch verstärkt negativ, d.h. es wurde noch mehr Diesel auf diesem Weg «importiert». Mit Hilfe des folgenden Ansatzes kann die Grössenordnung dieser Veränderung abgeschätzt werden:

- Der längerfristige Trend des Treibstoffabsatzes (einschliesslich Biotreibstoffe) zeigte bisher eine konstante Abnahme bei Benzin von 3.7 %/a (Ø 2008-2014) und gleichzeitig eine konstante Zunahme bei Diesel von 3.5 %/a (Ø 2008-2014). Diese unterschiedliche Entwicklung bei Benzin und Diesel ist hauptsächlich auf die strukturelle Verschiebung im PW-Fahrzeugpark zurückzuführen.
- Die Veränderung des Absatzes 2014/2015 betrug bei Benzin -6.7 % und bei Diesel -0.7 % (einschliesslich Biotreibstoffe¹⁸). Die Differenz zwischen Trend und effektiver Entwicklung im letzten Jahr beträgt somit bei Benzin rund 3.0 % und bei Diesel 4.2 %. Diese Differenz ist hauptsächlich auf die Preisveränderungen gegenüber dem Ausland zurückzuführen, da dies der wichtigste Faktor war, der sich gegenüber der Trendentwicklung markant geändert hat. So lässt sich die Grössenordnung der Veränderung im Tanktourismus ableiten, was eine Reduktion um total 247 Mio. l Treibstoff bedeutet (Benzin -109.3 Mio. l, Diesel -137.5 Mio. l).

¹⁸ Waren flüssige Biotreibstoffe bisher mengenmässig fast vernachlässigbar, hat sich deren Anteil im Jahr 2015 nennenswert erhöht:
2013: total 16 Mio. l (Bioethanol: 4 Mio. l, Biodiesel 12 Mio. l)
2014: total 29 Mio. l (Bioethanol: 8 Mio. l, Biodiesel 21 Mio. l)
2015: total 73 Mio. l (Bioethanol: 28 Mio. l, Biodiesel 45 Mio. l)

Abbildung 4-11: Entwicklung der Treibstoffpreisdifferenzen zwischen der Schweiz und den Nachbarländern für Diesel bzw. Benzin 2001 – 2015¹⁹



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

- Eine von der Erdölvereinigung beauftragte Studie zum Tanktourismus (MK Consulting 2015), welche die Entwicklung des Tankstellen-Absatzes entlang der Landesgrenze analysierte, kam auf die praktisch gleiche Grössenordnung der Veränderung des Tanktourismus (243 Mio. l), allerdings mit einem etwas andern Split zwischen Benzin und Diesel (Benzin rund -200 Mio. l, Diesel -42 Mio. l). Bei dieser Untersuchung sind allerdings einige Unsicherheitsfaktoren in Betracht zu ziehen (z.B. beschränkte Datenlage im Tessin aufgrund struktureller Änderungen bei den Tankstellen, Unsicherheiten der Wirkung spezieller Rabattsysteme für Einwohner in Grenznähe in Norditalien, Fragezeichen bei Preisangaben insbesondere im Tessin etc.).
- Für die Ex-Post-Analyse 2015 werden deshalb die oben erwähnten Veränderungen gegenüber dem Vorjahr 2014 dem Tanktourismus zugewiesen (Benzin -109.3 Mio. l, Diesel -137.5 Mio. l).
- Non-Road-Sektor: Die Nachfrage im Non-Road-Sektor (namentlich Baumaschinen) beruht auf den letztjährig aktualisierten Grundlagen aus BAFU (2015).
- Die Entwicklung des spezifischen Verbrauchs der Fahrzeuge ist, neben der Fahrleistungsentwicklung, ein Kernelement bei der Modellierung des Energieverbrauchs im Verkehrssektor. Für die Personenwagen, dem Segment mit dem grössten Anteil an der im Verkehr verbrauchten Energie, basiert die Einschätzung von deren Entwicklung auf Angaben zur Entwicklung des Normverbrauchs der Neufahrzeuge im Typenprüfzyklus NEFZ (Neuer europäischer Fahrzyklus), wie er mittlerweile jährlich vom BFE ermittelt wird (früher durch auto-schweiz). Für das Jahr 2015 wurden die entsprechenden Auswertungen durch das BFE durchgeführt (BFE, 2016 d). Demnach wurden die neuen Benzinfahrzeuge gegenüber dem Vorjahr um 4.2% und die Diesel-Neufahrzeuge im Norm-Zyklus um 4.3% effizienter²⁰. Der effektive Verbrauch auf der Strasse ist allerdings höher, weil der Normzyklus kein reales Fahrverhalten abbildet und unter Laborbedingungen gefahren wird (z.B. optimierte Teststreifen, keine Längsneigungen, etc.), insbesondere sind auch zusätzliche Verbraucher wie Klimaanlage darin nicht eingeschlossen. Europäische Studien (z.B. JRC, 2011; ICCT, 2015) setzen den „Real World“-Verbrauch um bis zu 40% höher an. Zudem steigt diese prozentuale Differenz über die Jahre mit absinkendem Verbrauch im Normzyklus an. In der

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

hier verwendeten Modellierung werden einzelne Faktoren (Klimaanlagen, Fahrverhalten) separat berücksichtigt. In der Summe resultieren für den realen spezifischen Verbrauch dadurch höhere Werte. Im vorliegenden Kontext interessiert vor allem die relative Entwicklung des Verbrauchs der Neuwagen. Bereits für die Ex-Post-Analyse 2011 wurde berücksichtigt, dass der Realverbrauch nicht genau der NEFZ-Absenkung folgt. Damals wurde in Anlehnung an JRC (2011) angenommen, dass die Differenz mit abnehmendem Zielwert grösser wird; konkret wurden rund 80% der Absenkung als real unterstellt. Aufgrund von Hinweisen aus den aktuellen Untersuchungen von ICCT (ICCT 2015) wird davon ausgegangen, dass sich im Realverbrauch der neuen Personenwagen kaum noch eine Absenkung zeigt.

4.4.2 Energieverbrauch nach Verwendungszwecken im Verkehrssektor

Im Zeitraum 2000 bis 2015 resultiert im Verkehrssektor gemäss dem Verkehrsmodell eine Zunahme des Inlandverbrauchs um 9.2 PJ (+4.1 %) auf 234.7 PJ. Die Entwicklungen bei den Verkehrsträgern sind unterschiedlich (Tabelle 4-19).

- Der Verbrauch des inländischen Luftverkehrs hat sich gegenüber dem Jahr 2000 um 0.8 PJ reduziert (-18.7 %). Seit dem Jahr 2005 hat sich das Verbrauchsniveau nur noch wenig verändert.
- Der Verbrauch des Schienenverkehrs ist von 9.7 PJ im Jahr 2000 auf 11.4 PJ im Jahr 2015 angestiegen (+16.8 %). Seit dem Jahr 2006 ist das Verbrauchsniveau annähernd unverändert, bedingt durch eine leicht rückläufige Entwicklung des spezifischen Verbrauchs bei den Bahnen bei gleichzeitigem Wachstum der Fahrleistung.
- Beim Strassenverkehr ist der Verbrauch im Zeitraum 2000 bis 2015 um 7.5 PJ auf 203.1 PJ angestiegen (+3.9 %). Gegenüber dem Vorjahr hat sich der Verbrauch um 1.1 PJ (+0.5 %) erhöht.
- Der Energieverbrauch für den Wasserverkehr ist gering, er hat sich im Betrachtungszeitraum nicht wesentlich verändert. Der Energieverbrauch des „übrigen Verkehrs“ ist um 0.8 PJ gestiegen (+5.8 % ggü. 2000).

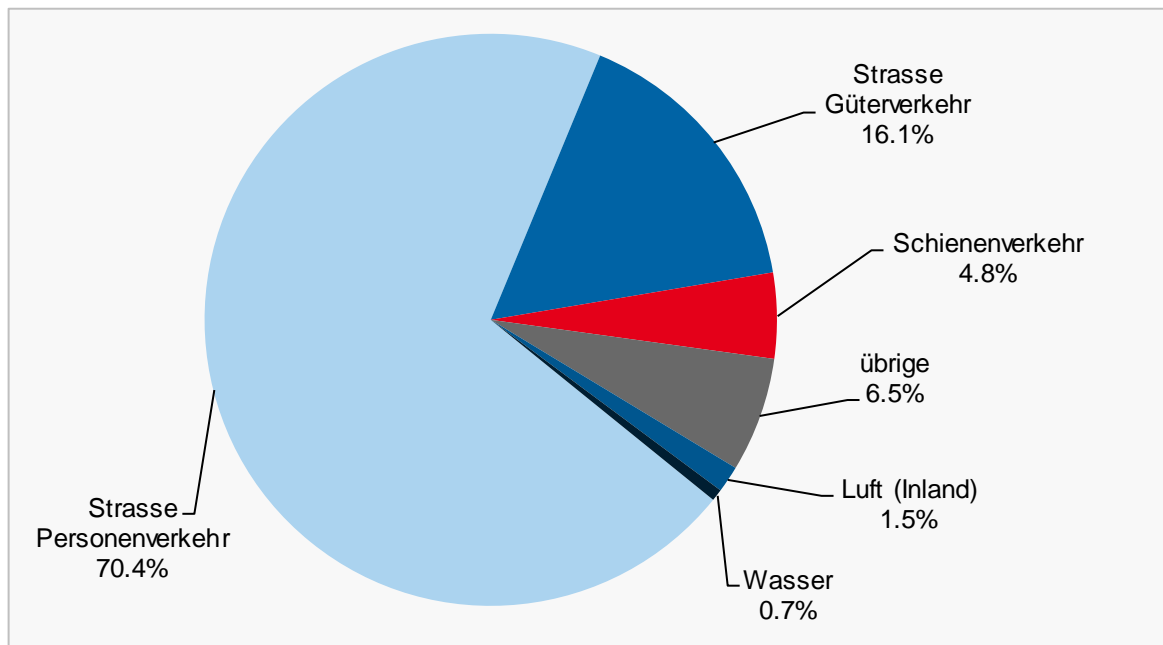
Tabelle 4-19: Verkehrssektor: Energieverbrauch 2000 bis 2015 nach Verkehrsträgern, in PJ

| Verkehrsträger | 2000 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | Δ '00 – '15 |
|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Luft (Inland) | 4.4 | 3.3 | 3.2 | 3.4 | 3.4 | 3.5 | 3.5 | -18.7% |
| Schiene | 9.7 | 11.5 | 11.1 | 11.2 | 11.4 | 11.1 | 11.4 | +16.8% |
| Strasse | 195.5 | 199.4 | 200.4 | 200.4 | 201.2 | 202.0 | 203.1 | +3.9% |
| Wasser | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 1.6 | -0.1% |
| übrige | 14.4 | 15.2 | 15.2 | 15.2 | 15.2 | 15.2 | 15.2 | +5.8% |
| Summe | 225.5 | 230.9 | 231.5 | 231.8 | 232.7 | 233.4 | 234.7 | +4.1% |

Quelle: Infras 2016

Die prozentuale Aufteilung des Energieverbrauchs des Verkehrssektors nach Verkehrsträgern ist in Abbildung 4-12 beschrieben. Im Jahr 2015 entfiel der Grossteil auf den Strassenverkehr. Der Strassen-Personenverkehr (70.4 %) und der Strassen-Güterverkehr (16.1 %) verursachten zusammen 86.5 % des Energieverbrauchs des Verkehrssektors. Auf den Schienenverkehr entfielen 4.8 %, auf den inländischen Flugverkehr 1.5 % und auf den Non-Road-Bereich 6.5 % des Verbrauchs. Die Schifffahrt war mit einem Verbrauchsanteil von 0.7 % von geringer Bedeutung.

Abbildung 4-12: Verkehrssektor: Prozentuale Anteile der Verkehrsträger am Energieverbrauch 2015



Quelle: Infras 2016

Eine weitere Unterscheidung des Energieverbrauchs des Verkehrssektors kann hinsichtlich der Differenzierung zwischen Güter- und Personenverkehr vorgenommen werden (Tabelle 4-20). Der Personenverkehr wies einen deutlich grösseren Verbrauchsanteil auf als der Güterverkehr. Im Jahr 2015 lag der Anteil des Perso-

nenverkehrs bei 74 % (2000: 74.7 %) und derjenige des Güterverkehrs bei 17.4 % (2000: 16.3 %). Knapp 9 % des Verbrauchs können nicht eindeutig auf die Kategorien „Personen“ und „Güter“ zugewiesen werden. Dies betrifft vor allem den Verbrauch des Non-Road-Sektors.

Tabelle 4-20: Verkehrssektor: Energieverbrauch 2000 bis 2015 nach Verwendungsart, in PJ

| Verwendungsart | 2000 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | Δ '00 – '15 |
|-----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Güter | 36.8 | 38.7 | 39.5 | 39.6 | 40.1 | 40.3 | 40.7 | +10.6% |
| Personen | 168.4 | 172.1 | 172.0 | 172.0 | 172.5 | 172.8 | 173.7 | +3.1% |
| undifferenziert | 20.3 | 20.0 | 20.0 | 20.2 | 20.1 | 20.3 | 20.3 | +0.1% |
| Summe | 225.5 | 230.9 | 231.5 | 231.8 | 232.7 | 233.4 | 234.7 | +4.1% |

Quelle: Infras 2016

Im Zeitraum 2000 bis 2015 hat sich der Verbrauch des Personenverkehrs um 5.3 PJ auf 173.7 PJ erhöht (+3.1 %). Der Grossteil der Verbrauchszunahme entfällt auf die Jahre bis 2008. Seit 2008 hat sich der Verbrauch des Personenverkehrs nur noch um 1.2 PJ erhöht. Der Güterverkehr ist gekoppelt an die wirtschaftliche Entwicklung. Im Jahr 2015 lag der Verbrauch des Güterverkehrs um 3.9 PJ über dem Verbrauch im Jahr 2000 (+10.6 %). Der inländische Energieverbrauch des Verkehrssektors nach Energieträgern ist in Tabelle 4-21 abgebildet. Benzin und Diesel sind die wichtigsten Energieträger. Auf diese beiden Energieträger entfielen im Jahr 2015 rund 92.5 % des sektoralen Energieverbrauchs (Abbildung 4-13). Strom hat einen Anteil von 4.9 %. Der geringe Kerosinverbrauch ist darauf zurückzuführen, dass lediglich der inländische Flugverkehr berücksichtigt wird. Die übrigen fossilen Treibstoffe beinhalten den Gasverbrauch (CNG, LPG)²¹, dessen Anteil mit 0.2 % sehr gering ist. Dasselbe gilt für die biogenen Treibstoffe, welche rund 1 % ausmachen (hauptsächlich beige-mischer Biodiesel).

Tabelle 4-21: Verkehrssektor: Energieverbrauch 2000 bis 2015 nach Energieträgern, in PJ

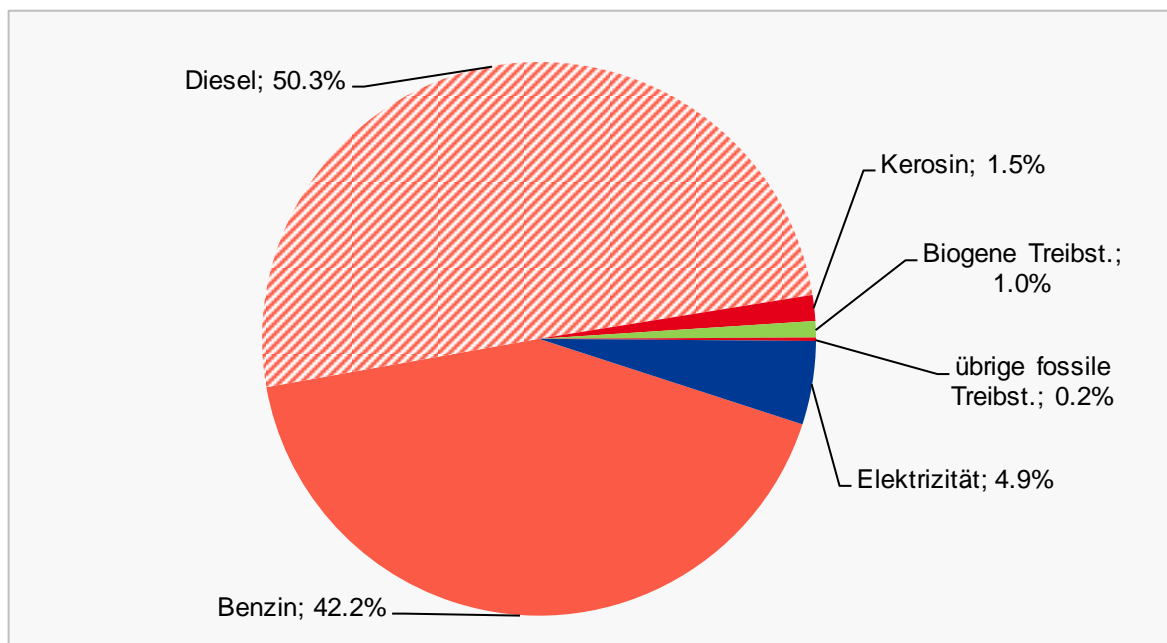
| Energieträger | 2000 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | Δ '00 – '15 |
|----------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Benzin | 150.2 | 118.1 | 114.4 | 109.9 | 105.6 | 102.3 | 99.0 | -34.1% |
| Diesel | 60.9 | 96.8 | 101.4 | 105.9 | 111.0 | 114.7 | 117.9 | +93.6% |
| Kerosin | 4.4 | 3.3 | 3.2 | 3.4 | 3.4 | 3.5 | 3.5 | -18.7% |
| biogene Treibstoffe | 0.2 | 0.5 | 0.6 | 0.6 | 0.7 | 1.0 | 2.2 | +1049% |
| übrige fossile Treibstoffe | 0.3 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | +108% |
| Elektrizität | 9.6 | 11.5 | 11.1 | 11.3 | 11.4 | 11.2 | 11.4 | +19.2% |
| Summe | 225.5 | 230.9 | 231.5 | 231.8 | 232.7 | 233.4 | 234.7 | +4.1% |

Quelle: Infras 2016

21 CNG: Compressed Natural Gas: 0.17%; LPG (Liquified Petroleum Gas, Flüssiggas): 0.04%.

Im Zeitraum 2000 bis 2015 zeigt sich eine starke Verlagerung des Benzinverbrauchs in Richtung Dieserverbrauch. Der Benzinverbrauch hat zwischen 2000 und 2015 um 51.2 PJ abgenommen (-34.1 %), während sich der Dieserverbrauch um 57.0 PJ ausgeweitet hat (+93.6 %). Der inländische Kerosinverbrauch (Flugverkehr) ist um 0.8 PJ gesunken. Der Treibstoffverbrauch insgesamt (inkl. biogene und gasförmige Treibstoffe, exkl. Elektrizität) hat im Betrachtungszeitraum um 7.4 PJ (+3.4 %) zugenommen. Der Stromverbrauch des Verkehrssektors lag in 2015 um 1.8 PJ (+19.2 %) über dem Verbrauch im Jahr 2000. Die Zunahme entspricht im Wesentlichen der Verbrauchszunahme im Bereich Schienenverkehr, welcher im Betrachtungszeitraum um 1.6 PJ angestiegen ist.

Abbildung 4-13: Verkehrssektor: Anteile der Energieträger am Energieverbrauch 2015



Quelle: Infrac 2016

4.4.3 Sonderauswertungen zu Verkehrsmitteln, Anwendungen und Verkehrszwecken

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

- Die Aufteilung nach Verkehrsmitteln und Anwendungen ist explizit in den Bottom-up-Modellierungen des Energieverbrauchs enthalten (vgl. Kapitel 4.1.1).

- Für den Flugverkehr wurde ausschliesslich die nationale Zivilluftfahrt berücksichtigt (d.h. ohne Verbrauch des Militärs). Der Anteil des Personenverkehrs im Flugverkehr wurde auf 80 % geschätzt, derjenige des Güterverkehrs auf 20 %. 4.4 % des Personenflugverkehrs wurden dem Motorisierten Individualverkehr (MIV) zugewiesen (private Luftfahrt), 95.6 % dem Öffentlichen Verkehr (ÖV). Die Anteile der geschäftlichen Nutzung und der Ferien am Passagieraufkommen betragen gemäss Interplan (2005) 37% respektive 40%. Die restlichen 23% sind sonstige private Nutzungen und wurden gemäss der Schätzung in Metron 2012 auf die Zwecke Pendler (2%), Freizeit (16%) und Einkauf (5%) verteilt. Diese Anteile wurden über die drei ausgewerteten Jahre (2010, 2014, 2015) hinweg unverändert belassen.
- Der abgebildete Verbrauch berücksichtigt den Energieverbrauch des Strassen- und Schienenverkehrs gemäss Tabelle 4-19 sowie den Verbrauch der nationalen Zivilluftfahrt. Der Wasserverkehr, der „übrige Verkehr“ und der Luftverkehr des Militärs werden nicht betrachtet. Diese Abgrenzung erklärt die Unterschiede beim Energieverbrauch gegenüber den Analysen in Kapitel 4.4.2.
- Der Dieserverbrauch des Schienenverkehrs (Rangierbetrieb) wurde vollständig dem Güterverkehr zugerechnet.
- Für die Aufteilung des Personenverkehrs nach Verkehrszwecken wurden die Tagesdistanzen nach Verkehrszwecken aus dem „Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2010“ verwendet (BFS/ARE, 2012)²². Bei dieser Erhebung wird der Weg „nach Hause“ jeweils dem Zweck des Weges zugeordnet, für den am Zielort am meisten Zeit aufgewendet wurde. Als „Nutzverkehr“ werden geschäftliche Tätigkeiten, Dienst-, Service- und Begleitfahrten bezeichnet. Aufgrund fehlender Datengrundlage wird für die Jahre 2010, 2014 und 2015 von identischen Verteilungen auf die Verkehrszwecke ausgegangen. Ein Up-Date des Mikrozensus Mobilität und Verkehr läuft seit Januar 2015, die Resultate dieser Erhebung werden voraussichtlich für 2017 erwartet.

Der aus diesen Datengrundlagen und Annahmen resultierende Energieverbrauch des Personenverkehrs nach Verkehrsmitteln und Energieträgern ist in Tabelle 4-22 (in PJ) und in Tabelle 4-23 (in %) dargestellt. Der Verbrauch setzt sich zusammen aus dem Personenverkehr gemäss Tabelle 4-20 und dem Anteil des Personenverkehrs an der nationalen Zivilluftfahrt (80 %). Mit einem An-

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

teil von 89.7 % dominierten die Personenwagen den Personenverkehr im Jahr 2015. Auf die Bahn entfielen 4.4 % des Energieverbrauchs des Personenverkehrs, auf Busse 3.1 %. Der geringe Anteil des Flugverkehrs (0.9 %) ist darauf zurückzuführen, dass der internationale Flugverkehr nicht berücksichtigt ist.

Tabelle 4-22: Verkehrssektor: Energieverbrauch des Personenverkehrs nach Verkehrsmitteln und Energieträgern, 2010, 2014 und 2015, in PJ

| Energieträger, in PJ | Personenwagen | Motorrad, Mofas | Bahn | Tram | Bus | Trolley-Bus | Flugzeug | Total Personenverkehr |
|-----------------------------|----------------------|------------------------|-------------|-------------|------------|--------------------|-----------------|------------------------------|
| 2010 | | | | | | | | |
| Benzin | 111.4 | 2.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 113.7 |
| Diesel | 44.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.8 | 0.0 | 0.0 | 49.0 |
| Strom | <0.1 | <0.1 | 7.8 | 0.7 | 0.0 | 0.4 | 0.0 | 8.9 |
| andere fossile TS | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.3 |
| erneuerbare TS (flüssig) | 0.2 | <0.1 | 0.0 | 0.0 | <0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.2 |
| erneuerbare TS (gasförmig) | <0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | <0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.1 |
| Flugtreibstoffe | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.4 | 1.4 |
| Total | 156.0 | 2.3 | 7.8 | 0.7 | 5.0 | 0.4 | 1.4 | 173.4 |
| 2014 | | | | | | | | |
| Benzin | 96.3 | 2.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 98.7 |
| Diesel | 59.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 5.1 | 0.0 | 0.0 | 64.6 |
| Strom | <0.1 | <0.1 | 7.6 | 0.7 | <0.1 | 0.3 | 0.0 | 8.6 |
| andere fossile TS | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.3 |
| erneuerbare TS (flüssig) | 0.5 | <0.1 | 0.0 | 0.0 | <0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.6 |
| erneuerbare TS (gasförmig) | <0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | <0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.1 |
| Flugtreibstoffe | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.5 | 1.5 |
| Total | 156.5 | 2.4 | 7.6 | 0.7 | 5.3 | 0.3 | 1.5 | 174.3 |
| 2015 | | | | | | | | |
| Benzin | 93.1 | 2.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 95.5 |
| Diesel | 62.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 5.1 | 0.0 | 0.0 | 67.6 |
| Strom | <0.1 | <0.1 | 7.7 | 0.7 | <0.1 | 0.3 | 0.0 | 8.8 |
| andere fossile TS | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.2 |
| erneuerbare TS (flüssig) | 1.4 | <0.1 | 0.0 | 0.0 | <0.1 | 0.0 | 0.0 | 1.4 |
| erneuerbare TS (gasförmig) | <0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | <0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.1 |
| Flugtreibstoffe | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.5 | 1.5 |
| Total | 157.1 | 2.5 | 7.7 | 0.7 | 5.4 | 0.3 | 1.5 | 175.2 |

TS: Treibstoffe

Quelle: Infrac, Prognos 2016, basierend auf BFS/ARE, 2012

Tabelle 4-23: Verkehrssektor: Anteile des Energieverbrauchs im Personenverkehr nach Verkehrsmitteln und Energieträgern, 2010 und 2015, in Prozent

| Energieträger, in Prozent | Personenwagen | Motorrad, Mofas | Bahn | Tram | Bus | Trolley-Bus | Flugzeug | Total Personenverkehr |
|----------------------------------|----------------------|------------------------|-------------|-------------|-------------|--------------------|-----------------|------------------------------|
| 2010 | | | | | | | | |
| Benzin | 64.2% | 1.3% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 65.6% |
| Diesel | 25.5% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 2.8% | 0.0% | 0.0% | 28.2% |
| Strom | <0.1% | 0.0% | 4.5% | 0.4% | 0.0% | 0.2% | 0.0% | 5.1% |
| andere fossile TS | 0.1% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.1% | 0.0% | 0.0% | 0.1% |
| erneuerbare TS (flüssig) | 0.1% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | <0.1% | 0.0% | 0.0% | 0.1% |
| erneuerbare TS (gasförmig) | <0.1% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | <0.1% | 0.0% | 0.0% | <0.1% |
| Flugtreibstoffe | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.8% | 0.8% |
| Total | 89.9% | 1.3% | 4.5% | 0.4% | 2.9% | 0.2% | 0.8% | 100.0% |
| 2015 | | | | | | | | |
| Benzin | 53.1% | 1.4% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 54.5% |
| Diesel | 35.6% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 2.9% | 0.0% | 0.0% | 38.6% |
| Strom | <0.1% | <0.1% | 4.4% | 0.4% | <0.1% | 0.2% | 0.0% | 5.0% |
| andere fossile TS | 0.1% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.1% | 0.0% | 0.0% | 0.1% |
| erneuerbare TS (flüssig) | 0.8% | <0.1% | 0.0% | 0.0% | <0.1% | 0.0% | 0.0% | 0.8% |
| erneuerbare TS (gasförmig) | <0.1% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | <0.1% | 0.0% | 0.0% | <0.1% |
| Flugtreibstoffe | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.9% | 0.9% |
| Total | 89.7% | 1.4% | 4.4% | 0.4% | 3.1% | 0.2% | 0.9% | 100.0% |

TS: Treibstoffe

Quelle: Infrac, Prognos 2016, basierend auf BFS/ARE, 2012

Bei den Energieträgern zeigt sich die bereits erwähnte Verschiebung von Benzin in Richtung Diesel (vgl. Tabelle 4-21). Mit einem Anteil von 54.5 % in 2015 bleibt Benzin der wichtigste Energieträger für den Personenverkehr (Diesel: 38.6 %).

Die Aufteilung des Güterverkehrs nach Verkehrsmitteln und Energieträgern ist in Tabelle 4-24 beschrieben. Der Gesamtverbrauch entspricht dem Güterverkehr gemäss Tabelle 4-20 zuzüglich des abgeschätzten Anteils des Güterverkehrs an der nationalen Zivilluftfahrt (20 %). Im Jahr 2015 entfielen 58.3 % des Energieverbrauchs auf die Lastwagen, 33.6 % auf die Lieferwagen und 7.2 % auf den Bahnverkehr. Die Bedeutung des inländischen Flugverkehrs ist gering (0.9 %). Gegenüber dem Jahr 2010 haben die Anteile der Lastwagen (-2.4 %-Punkte) und der Bahn (-0.6 %-Punkte) leicht abgenommen; gestiegen ist der Anteil der Lieferwagen (+2.9 %-Punkte).

Tabelle 4-24: Verkehrssektor: Energieverbrauch des Güterverkehrs nach Verkehrsmitteln und Energieträgern, 2010, 2014 und 2015, in PJ

| Energieträger, in PJ | Lieferwagen | Lastwagen | Bahn | Flugzeug | Total Güterverkehr |
|--------------------------|-------------|-------------|------------|------------|--------------------|
| 2010 | | | | | |
| Benzin | 2.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.5 |
| Diesel | 9.4 | 23.6 | 0.5 | 0.0 | 33.5 |
| Strom | <0.1 | 0.0 | 2.5 | 0.0 | 2.5 |
| andere fossile TS | <0.1 | <0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| erneuerbare TS (flüssig) | <0.1 | <0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| erneuerbare TS (gasf.) | <0.1 | <0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Flugtreibstoffe | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 0.3 |
| Total | 12.0 | 23.7 | 3.0 | 0.3 | 39.1 |
| 2014 | | | | | |
| Benzin | 1.9 | <0.1 | 0.0 | 0.0 | 1.9 |
| Diesel | 11.5 | 23.8 | 0.4 | 0.0 | 35.7 |
| Strom | <0.1 | <0.1 | 2.5 | 0.0 | 2.5 |
| andere fossile TS | <0.1 | <0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.1 |
| erneuerbare TS (flüssig) | <0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.2 |
| erneuerbare TS (gasf.) | <0.1 | <0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Flugtreibstoffe | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.4 | 0.4 |
| Total | 13.5 | 24.0 | 2.9 | 0.4 | 40.7 |
| 2015 | | | | | |
| Benzin | 1.8 | <0.1 | 0.0 | 0.0 | 1.8 |
| Diesel | 11.9 | 23.6 | 0.4 | 0.0 | 35.9 |
| Strom | <0.1 | <0.1 | 2.5 | 0.0 | 2.6 |
| andere fossile TS | <0.1 | <0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.1 |
| erneuerbare TS (flüssig) | 0.2 | 0.3 | 0.0 | 0.0 | 0.5 |
| erneuerbare TS (gasf.) | <0.1 | <0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Flugtreibstoffe | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.4 | 0.4 |
| Total | 13.8 | 24.0 | 2.9 | 0.4 | 41.1 |

TS: Treibstoffe

Quelle: Infrac, Prognos 2016, basierend auf BFS/ARE, 2012

Im Gegensatz zum Personenverkehr wird der Energieverbrauch des Güterverkehrs durch den Dieserverbrauch bestimmt (87.2 %). Der Benzinverbrauch (Anteil 4.3 %) ist fast ausschliesslich auf die Lieferwagen zurückzuführen.

Der Energieverbrauch nach Verkehrsanwendung und Energieträgern ist in Tabelle 4-25 aufgeschlüsselt. Im Jahr 2015 entfielen auf den Motorisierten Individualverkehr (MIV) 69.9 % des Energieverbrauchs und auf den Güterverkehr (GV) 19.0 %. Der Anteil des Öffentlichen Verkehrs (ÖV) am Energieverbrauch betrug 7.2 %, während 3.9 % des Verkehrs nicht eindeutig auf eine der Kategorien zugeteilt werden können.

Tabelle 4-25: Verkehrssektor: Energieverbrauch nach Anwendungen und Energieträgern, 2010, 2014 und 2015, in PJ

| Energieträger, in PJ | MIV | ÖV | GV | nicht zuweisbar | Total |
|--------------------------------------|--------------|-------------|-------------|-----------------|--------------|
| 2010 | | | | | |
| Benzin – Strasse | 107.7 | 0.0 | 2.5 | 6.0 | 116.2 |
| Diesel – Strasse | 41.8 | 4.8 | 33.0 | 2.3 | 82.0 |
| Diesel – Schiene | 0.0 | 0.0 | 0.5 | 0.0 | 0.5 |
| andere fossile TS - Strasse | 0.1 | 0.1 | <0.1 | <0.1 | 0.3 |
| erneuerbare TS (flüssig) – Strasse | 0.2 | <0.1 | 0.1 | <0.1 | 0.4 |
| erneuerbare TS (gasförmig) – Strasse | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 0.1 |
| Strom – Strasse | <0.1 | 0.4 | <0.1 | <0.1 | 0.4 |
| Strom – Schiene | 0.0 | 8.5 | 2.5 | 0.0 | 11.0 |
| Flugtreibstoffe – Luft | <0.1 | 1.3 | 0.3 | 0.0 | 1.7 |
| Total | 150.0 | 15.1 | 39.1 | 8.4 | 212.5 |
| 2014 | | | | | |
| Benzin – Strasse | 93.5 | 0.0 | 1.9 | 5.2 | 100.6 |
| Diesel – Strasse | 56.4 | 5.1 | 35.3 | 3.1 | 99.9 |
| Diesel – Schiene | 0.0 | 0.0 | 0.4 | 0.0 | 0.4 |
| andere fossile TS - Strasse | 0.1 | 0.1 | <0.1 | <0.1 | 0.3 |
| erneuerbare TS (flüssig) - Strasse | 0.5 | <0.1 | 0.2 | <0.1 | 0.8 |
| erneuerbare TS (gasförmig) - Strasse | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 0.1 |
| Strom - Strasse | <0.1 | 0.3 | <0.1 | <0.1 | 0.4 |
| Strom - Schiene | 0.0 | 8.3 | 2.5 | 0.0 | 10.7 |
| Flugtreibstoffe - Luft | <0.1 | 1.5 | 0.4 | 0.0 | 1.9 |
| Total | 150.6 | 15.3 | 40.7 | 8.4 | 215.0 |
| 2015 | | | | | |
| Benzin - Strasse | 90.5 | 0.0 | 1.8 | 5.0 | 97.3 |
| Diesel - Strasse | 59.2 | 5.1 | 35.5 | 3.3 | 103.1 |
| Diesel - Schiene | 0.0 | 0.0 | 0.4 | 0.0 | 0.4 |
| andere fossile TS - Strasse | 0.1 | 0.1 | <0.1 | <0.1 | 0.3 |
| erneuerbare TS (flüssig) - Strasse | 1.3 | <0.1 | 0.5 | <0.1 | 1.9 |
| erneuerbare TS (gasförmig) - Strasse | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 0.1 |
| Strom - Strasse | <0.1 | 0.3 | <0.1 | <0.1 | 0.4 |
| Strom - Schiene | 0.0 | 8.4 | 2.5 | 0.0 | 11.0 |
| Flugtreibstoffe - Luft | <0.1 | 1.5 | 0.4 | 0.0 | 1.9 |
| Total | 151.2 | 15.6 | 41.1 | 8.4 | 216.3 |

TS: Treibstoffe

Quelle: Infrac, Prognos 2015, basierend auf BFS/ARE, 2012

Eine geringe Menge an Diesel wird im Schienenverkehr für Rangierloks eingesetzt (im Jahr 2015 0.4 PJ). Der Einsatz von Elektrizität für den Strassenverkehr ist ebenfalls (noch) gering (0.4 PJ; primär für den Betrieb von Trolleybussen). Im Zeitraum 2010 bis 2015 hat der Verbrauch bei allen Anwendungen zugenommen: MIV +1.2 PJ (+0.8 %), Güterverkehr +2.0 PJ (+5.2 %) und der Öffentliche Verkehr um +0.5 PJ (+3 %).

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

Tabelle 4-26: Verkehrssektor: Energieverbrauch des Personenverkehrs im Jahr 2015 nach Verkehrszwecken und Verkehrsträgern, in PJ und in Prozent (ohne Wasserverkehr)

| Verkehrszwecke | Strasse | Schiene | Luft | Total |
|---------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| in PJ | | | | |
| Arbeit | 40.0 | 2.5 | 0.0 | 42.6 |
| Ausbildung | 4.3 | 1.1 | 0.0 | 5.4 |
| Einkauf | 23.2 | 0.8 | 0.1 | 24.1 |
| Nutzverkehr | 22.4 | 0.6 | 0.9 | 23.8 |
| Freizeit | 66.4 | 2.8 | 0.6 | 69.8 |
| Anderes | 8.9 | 0.6 | 0.0 | 9.5 |
| Total | 165.3 | 8.4 | 1.5 | 175.2 |
| Anteil in % | | | | |
| Arbeit | 24.2% | 29.7% | 2.0% | 24.3% |
| Ausbildung | 2.6% | 13.2% | 0.0% | 3.1% |
| Einkauf | 14.1% | 9.5% | 5.0% | 13.8% |
| Nutzverkehr | 13.5% | 6.7% | 56.0% | 13.6% |
| Freizeit | 40.2% | 33.3% | 37.0% | 39.8% |
| Anderes | 5.4% | 7.6% | 0.0% | 5.4% |
| Total | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% |
| Anteil der Verkehrsträger | 94.3% | 4.8% | 0.9% | 100.0% |

Quelle: Infras, Prognos 2016, basierend auf BFS/ARE, 2012

4.5 Sonderauswertungen zum Energieverbrauch in Gebäuden

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

Der Energieverbrauch in Gebäuden hat im Zeitraum 2000 bis 2015 um 7.8 % abgenommen (Tabelle 4-27). Der Rückgang ist hauptsächlich auf die Reduktion des Raumwärmeverbrauchs zurückzuführen (-29.5 PJ; -11.2 %). Bereinigt um die Witterung haben sich im Betrachtungszeitraum der Raumwärmeverbrauch um rund 10 % und der Gesamtverbrauch in Gebäuden um 7 % verringert.

Tabelle 4-27: Energieverbrauch in Gebäuden nach Verwendungszwecken in PJ und Anteil am inländischen Endenergieverbrauch in %, 2000 bis 2015

| Jahr | Raumwärme | Warmwasser | Lüftung, Klima, HT | Beleuchtung | Gebäude insgesamt | Inland Verbrauch insgesamt | Anteil Gebäude |
|--------------------|---------------|--------------|--------------------|-------------|-------------------|----------------------------|----------------|
| 2000 | 263.6 | 45.5 | 16.9 | 23.3 | 349.4 | 762.1 | 45.8% |
| 2001 | 284.3 | 45.1 | 17.6 | 23.5 | 370.5 | 784.1 | 47.2% |
| 2002 | 263.9 | 45.2 | 17.1 | 23.6 | 349.8 | 760.9 | 46.0% |
| 2003 | 283.6 | 45.4 | 19.0 | 23.9 | 371.9 | 785.2 | 47.4% |
| 2004 | 279.1 | 45.4 | 17.6 | 24.2 | 366.3 | 783.0 | 46.8% |
| 2005 | 287.7 | 45.4 | 18.3 | 24.4 | 375.9 | 796.2 | 47.2% |
| 2006 | 276.9 | 45.3 | 18.6 | 24.6 | 365.4 | 790.1 | 46.2% |
| 2007 | 245.7 | 45.3 | 17.2 | 24.9 | 333.1 | 761.6 | 43.7% |
| 2008 | 270.3 | 45.7 | 18.2 | 25.1 | 359.3 | 791.0 | 45.4% |
| 2009 | 263.2 | 45.7 | 18.5 | 24.8 | 352.2 | 774.2 | 45.5% |
| 2010 | 295.2 | 46.2 | 19.3 | 25.0 | 385.8 | 816.8 | 47.2% |
| 2011 | 227.9 | 44.4 | 18.1 | 24.8 | 315.2 | 744.9 | 42.3% |
| 2012 | 257.0 | 45.0 | 19.0 | 24.4 | 345.3 | 773.6 | 44.6% |
| 2013 | 282.0 | 45.5 | 19.8 | 24.0 | 371.2 | 801.7 | 46.3% |
| 2014 | 211.4 | 44.0 | 17.4 | 23.9 | 296.8 | 728.7 | 40.7% |
| 2015 | 234.1 | 44.5 | 19.9 | 23.5 | 322.1 | 752.3 | 42.8% |
| Δ '00 – '15 | -11.2% | -2.2% | 18.0% | 0.7% | -7.8% | -1.3% | -3.0% |

HT: Haustechnik, inkl. Hilfsenergie für Anlagen

Quelle: Prognos, TEP, 2016

Der Warmwasserverbrauch hat sich im Betrachtungszeitraum nicht wesentlich verändert. Der Rückgang um 2.2 % ist hauptsächlich auf Effizienzgewinnen zurückzuführen. Der Verbrauch für Klima, Lüftung und Haustechnik weist eine steigende Tendenz auf und lag in 2015 um 18% über dem Verbrauch des Jahres 2000. Hierfür sind auch die heissen Sommermonate Juli und August verantwortlich, die die Nachfrage nach Klimakälte in 2015 deutlich ansteigen liessen. Der Verbrauch für die Beleuchtung in Gebäuden erreichte in 2008 mit rund 25 PJ ein Maximum. In 2015 lag der Verbrauch bei 23.5 PJ.

Mit einem Energieverbrauch von 322.1 PJ im Jahre 2015 hatten die Gebäude einen Anteil von 42.8 % am gesamten inländischen Energieverbrauch von 752.3 PJ. In den kühleren Vorjahren war der Anteil höher; im Mittel der Jahre 2000 bis 2015 lag er bei rund 45 %. Werden der Tanktourismus und der internationale Flugverkehr wie in der Gesamtenergiestatistik mitberücksichtigt, beträgt der Anteil der Gebäude im Jahr 2015 39.1 % des gesamten Endenergieverbrauchs.

Der Gesamtverbrauch in Gebäuden wird dominiert durch den Raumwärmeverbrauch. Im Mittel der Jahre 2000 bis 2015 lag der Anteil der Raumwärme bei 75 % des Energieverbrauchs in Gebäuden (2015: 72.7 %). Der Verbrauch für Raumwärme nach Energieträgern ist in Tabelle 4-28 dargestellt. Heizöl war der wichtigste Energieträger zur Erzeugung von Raumwärme. Der Verbrauch ist jedoch im Zeitraum 2000 bis 2015 deutlich zurückgegangen (-52.8 PJ), der Anteil am Raumwärmeverbrauch verringerte sich von 60 % in 2000 auf 45 % in 2015. Erdgas ist der zweitwichtigste Energieträger zur Bereitstellung von Raumwärme. Im Betrachtungszeitraum hat der Verbrauch um knapp 10 PJ zugenommen.

Tabelle 4-28: Raumwärmeverbrauch in Gebäuden nach Energieträgern, 2000 bis 2015, in PJ

| Energieträger | 2000 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | Δ '00-'15 |
|-------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| Heizöl | 157.3 | 150.9 | 112.5 | 124.5 | 133.4 | 96.8 | 104.4 | -33.6% |
| Erdgas | 52.2 | 70.7 | 55.4 | 64.2 | 71.8 | 54.6 | 61.9 | +18.5% |
| Elektrizität | 14.9 | 20.2 | 16.2 | 18.3 | 20.3 | 15.8 | 17.4 | +16.7% |
| Holz | 21.7 | 27.5 | 22.6 | 25.3 | 28.1 | 22.2 | 24.7 | +13.5% |
| Kohle | 0.5 | 0.6 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.3 | 0.3 | -44.2% |
| Fernwärme | 8.7 | 12.0 | 9.5 | 11.0 | 12.5 | 9.6 | 11.0 | +27.1% |
| Umgebungswärme / Solarthermie | 3.8 | 10.6 | 8.9 | 11.0 | 13.2 | 10.6 | 12.7 | +234.0% |
| sonstige | 4.4 | 2.9 | 2.2 | 2.3 | 2.2 | 1.6 | 1.6 | -63.4% |
| insgesamt | 263.6 | 295.2 | 227.9 | 257.0 | 282.0 | 211.4 | 234.1 | -11.2% |

Quelle: Prognos, TEP, 2016

Der Stromverbrauch zur Erzeugung von Raumwärme lag in Abhängigkeit der jährlichen Witterung zwischen 15-20 PJ. Bereinigt um den Witterungseinfluss hat der Verbrauch im Betrachtungszeitraum um 3 PJ zugenommen. Dies ist hauptsächlich auf den verstärkten Einsatz von elektrischen WP zurückzuführen. Deutlich zugenommen hat auch der Einsatz erneuerbarer Energien (Holz, Umgebungswärme inkl. Solarthermie). Der Verbrauch der Erneuerbaren hat sich um 46.4 % auf knapp 37.4 PJ erhöht. Bereinigt um die Witterung ergibt sich ein Anstieg um rund 14 PJ, was fast einer Verdopplung des Verbrauchs entspricht.

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

Der Verbrauch für Warmwasser nach Energieträgern ist in Tabelle 4-29 beschrieben. Der Warmwasserverbrauch wird dominiert von Heizöl, Erdgas und Strom. Der Anteil von Heizöl hat am Gesamtverbrauch für Warmwasser ist von 54 % auf 40.4 % zurückgegangen. Heizöl war aber auch in 2015 der bedeutendste Energieträger für die Bereitstellung von Warmwasser. Der Verbrauch von Erdgas ist Betrachtungszeitraum deutlich angestiegen (+34 %), moderat zugenommen hat der Verbrauch von Strom (+2.7 %). Substitutionsgewinner war zudem die Umgebungswärme (Solarthermie und mittels WP genutzte Umweltwärme); der Anteil am Gesamtverbrauch für Warmwasser hat sich auf 6 % erhöht (2000: 1 %). Die Anteile der übrigen Energieträger haben sich nicht wesentlich verändert.

Tabelle 4-29: Warmwasserverbrauch in Gebäuden nach Energieträgern, 2000 bis 2015, in PJ

| Energieträger | 2000 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | Δ '00-'15 |
|-------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------------|
| Heizöl | 24.8 | 21.2 | 19.8 | 19.7 | 19.4 | 18.3 | 18.0 | -27.3% |
| Erdgas | 7.5 | 9.6 | 9.4 | 9.8 | 10.0 | 9.8 | 10.1 | +34.0% |
| Elektrizität | 9.1 | 9.5 | 9.3 | 9.3 | 9.4 | 9.2 | 9.3 | +2.7% |
| Holz | 1.3 | 1.8 | 1.7 | 1.7 | 1.8 | 1.7 | 1.7 | +36.8% |
| Fernwärme | 1.7 | 1.9 | 1.9 | 1.9 | 2.0 | 2.0 | 2.1 | +22.6% |
| Umgebungswärme / Solarthermie | 0.5 | 1.6 | 1.8 | 2.0 | 2.3 | 2.5 | 2.8 | +496% |
| sonstige | 0.7 | 0.7 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.5 | 0.5 | -25.3% |
| insgesamt | 45.5 | 46.2 | 44.4 | 45.0 | 45.5 | 44.0 | 44.5 | -2.2% |

Quelle: Prognos, TEP, 2016

5 Literaturverzeichnis

- auto-schweiz (2013). 17. Berichterstattung im Rahmen der Energieverordnung über die Absenkung des spezifischen Treibstoff-Normverbrauchs von Personenwagen – Jahr 2012, im Auftrag des UVEK, 2013
- BAFU (2008). Treibstoffverbrauch und Schadstoffemissionen des Offroad-Sektors (1980-2020), ausgeführt von INFRAS im Auftrag des BAFU, UW-0828,2008
- BAFU (2015). Treibstoffverbrauch und Schadstoffemissionen des Non-Road-Sektors (1990-2035), ausgeführt von INFRAS im Auftrag des BAFU (noch unveröffentlicht)
- BAFU (2016). Erhebung der CO₂-Abgabe:
<http://www.bafu.admin.ch/klima/13877/14510/14748/index.html?lang=de>
- BFE (2008). Analyse des schweizerischen Energieverbrauchs 2000 - 2006 nach Verwendungszwecken. Autoren: Prognos, Basics, Infras und CEPE. Im Auftrag des Bundesamtes für Energie (BFE), Bern
- BFE (2011). Schweizerische Gesamtenergiestatistik 2010. Bundesamt für Energie (BFE), Bern
- BFE (2013). Analyse des schweizerischen Energieverbrauchs 2000 - 2012 nach Verwendungszwecken. Autoren: Prognos, Basics, Infras und CEPE. Im Auftrag des Bundesamtes für Energie (BFE), Bern
- BFE (2015). Bruttogeschossflächen in der Industrie und im Dienstleistungssektor 1999 - 2013 – Statistische Auswertung der Industrie- und Dienstleistungserhebung des BFE, unveröffentlicht
- BFE (2016 a). Schweizerische Gesamtenergiestatistik 2015. Bundesamt für Energie (BFE), Bern
- BFE (2016 b). Elektrowärmepumpen-Statistikmodell (Excel-Tool) Bundesamt für Energie (BFE), Bern
- BFE (2016 c). Energieverbrauch in der Industrie und im Dienstleistungssektor. Resultate 2015. Bundesamt für Energie BFE, Bern
- BFE (2016 d): Energieverbrauch und Energieeffizienz der neuen Personenwagen 2015. 20. Berichterstattung im Rahmen der Energieverordnung, 16.Juni 2016
- BFE (2016 e). Schweizerische Elektrizitätsstatistik 2015. Bundesamt für Energie (BFE), Bern
- BFS (2015 a). Privathaushalte nach Kanton und Haushaltsgrösse, am 31. Dezember 2014. Tabelle cc-d-01.05.01.11. Bundesamt für Statistik (BFS), Neuenburg
- BFS (2015 b). Ständige Wohnbevölkerung in Privathaushalten nach Kanton und Haushaltsgrösse, am 31. Dezember 2014. Tabelle cc-d-01.05.02.11. Bundesamt für Statistik (BFS), Neuenburg

- BFS (2015 c). Neu erstellte Gebäude mit Wohnungen, neu erstellte Wohnungen nach Kategorie der Gebäude; Entwicklung. Tabelle T 9.4.3.1.1. Bundesamt für Statistik (BFS), Neuenburg
- BFS (2015 d). Neu erstellte Wohnungen nach Anzahl der Zimmer sowie nach Kategorie und Typ der Gebäude. Tabelle T 9.4.3.2.2. Bundesamt für Statistik (BFS), Neuenburg
- BFS (2015 e). Durchschnittliche Wohnfläche pro Wohnung nach Zimmerzahl und Bauperiode. GWS - Gebäude- und Wohnungsstatistik. Bundesamt für Statistik (BFS), Neuenburg
- BFS (2016 a). Ständige Wohnbevölkerung nach Geschlecht und Alter, am Ende des Jahres. Tabelle cc-d-1.2.1.2.13.2. Bundesamt für Statistik (BFS), Neuenburg
- BFS (2016 b). Gebäude nach Kanton, Gebäudekategorie, Energieträger der Heizung, Bauperiode und Jahr. Eigene Auswertung des GWS - Gebäude- und Wohnungsstatistik. Bundesamt für Statistik (BFS), Neuenburg
- BFS (2016 c). Zeitreihen: Entwicklung der Quartalsindizes nach Wirtschaftszweige – 1996/I bis 2016. Excel Arbeitsblätter. Bundesamt für Statistik (BFS), Neuenburg
- BFS/ARE (2012). Mobilität in der Schweiz – Ergebnisse des Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2010, Neuchâtel und Bern 2012
- CEPE/INFRAS (2010). Tanktourismus, Studie im Rahmen der Energiewirtschaftlichen Grundlagen, ausgeführt von CEPE/INFRAS im Auftrag des BFE, BUWAL und Erdölvereinigung, Mai 2010
- Fleiter T., Hirzel S., Jakob M., Barth J., Quandt L., Reitze F., Toro F., Wietschel M. (2010). Electricity demand in the European service sector: A detailed bottom-up estimate by sector and by end-use. In: Improving Energy Efficiency in Commercial Buildings Conference 2010 (IEECB'10), Frankfurt, 13 -14 April 2010
- GebäudeKlima Schweiz (2016). Absatzstatistiken 2002 bis 2015. Produktsegmente Öl, Gas, Holz, Wärmepumpen, Solar und Wassererwärmer
- ICCT (2015). Real-world fuel consumption of popular European passenger car models, Working paper 2015-8, Dezember 2015.
- INFRAS (2007). Der Energieverbrauch des Sektors Verkehr 1990-2035. im Auftrag des BFE, Januar 2007
- INFRAS (2013). Abschätzung der künftigen Entwicklung von Treibstoffabsatz und Mineralölsteuereinnahmen, im Auftrag des ASTRA, 20. Feb. 2013.
- Intraplan (2005). Entwicklung des Luftverkehrs in der Schweiz bis 2030, Intraplan Consult GmbH, 2005
- Jakob M., Gross N. (2010). Energieperspektiven in den Sektoren Dienstleistungen und Landwirtschaft – Konzeptionelle Weiterentwicklung der Energienachfragemodellierung. TEP Energy i.A. Bundesamt für Energie (BFE), Bern, Mai (Entwurf)

- Jakob M., Sunarjo B. Martius G. (2013) Thermischer Energiebedarf in Zürich-Altstetten. Ist-Zustand (2010) und Entwicklungsszenarien bis 2050. i. A. des Departements der Industriellen Betriebe, Zürich, September
- Jakob et al. (2016). Potenzialabschätzung von Massnahmen im Bereich der Gebäudetechnik – Grundlagen für ein Potenzial- und Massnahmenkonzept der Gebäudetechnik zur Reduktion von Endenergie, Primärenergie und Treibhausgasemissionen. TEP Energy i.A. Energie-Schweiz, Bundesamt für Energie BFE, Bern.
- JRC (2011). Parameterisation of fuel consumption and CO₂ emissions of passenger cars and light commercial vehicles for modelling purposes; Authors: G. Mellios, S. Hausberger, M. Keller, C. Samaras, L. Ntziachristos; JRC Editors: P. Dilara, G. Fontaras, Joint Research Centre – Institute for Energy and Transport (IET), Ispra
- Keller (2015). Tanktourismus und Eurokurs, Studie im Auftrag der Erdöl-Vereinigung/Union Pétrolière, Dezember 2015.
- Metron (2012). Gesamtschweizerischer Energieverbrauch der Mobilität – Sonderauswertung für das Bundesamt für Energie, 2012
- Prognos (2003). Einfluss von Temperatur- und Globalstrahlungsschwankungen auf den Energieverbrauch der Gebäude. P. Hofer, Prognos AG Basel, im Auftrag des Bundesamtes für Energie BFE, Bern
- Prognos (2008). Temperatur- und Strahlungsabhängigkeit des Energieverbrauchs im Wärmemarkt. Empirische Analysen von Einspeisemengen leitungsgebundener Energieträger. Im Auftrag des Bundesamtes für Energie BFE, Bern
- Prognos (2010). Temperatur- und Strahlungsabhängigkeit des Energieverbrauchs im Wärmemarkt II. Empirische Analysen von täglichen Gas-Einspeisemengen im Versorgungsgebiet der ewl. Im Auftrag des Bundesamtes für Energie BFE, Bern
- Prognos (2012). Energieperspektiven 2050. Energienachfrage und Elektrizitätsangebot in der Schweiz 2000 – 2050. Im Auftrag des Bundesamtes für Energie BFE, Bern
- SIA (2006 a). SIA Empfehlung 380/4.2006. Elektrische Energie im Hochbau, Ausgabe 2006. SIA, Zürich
- SIA (2009). SIA 380/1 Thermische Energie im Hochbau, Ausgabe 2009. SIA, Zürich
- SIA (2015). SIA Merkblatt 2024. Raumnutzungsdaten für Energie- und Gebäudetechnik. SIA, Zürich
- Wüest & Partner (2014). Heizsysteme: Marktanteile im Neubau Wohnen (ohne Umbau). Baublatt Info-Dienst Wüest & Partner. Stand 31.12.2013
- Wüest & Partner (2016). Gebäudebestandsentwicklung 1990-2015. Energiebezugsflächen. Excel-Datei

WPZ (2015). Prüfergebnisse von Luft/Wasser-Wärmepumpen Sole/Wasser- und Wasser/Wasser-Wärmepumpen. Wärmepumpen Testzentrum, Interstaatliche Hochschule für Technik, Buchs (NTB)