



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

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

Oktober 2011

Analyse des schweizerischen Energieverbrauchs 2000 - 2010 nach Verwendungszwecken



Impressum

Auftraggeber

Bundesamt für Energie Bern

Auftragnehmer / Autoren

Prognos AG:

Almut Kirchner

Andreas Kemmler

in Zusammenarbeit mit Walter Baumgartner (Basics AG)

Infras AG:

Mario Keller

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

1	Hintergrund und Aufgabenstellung	1
2	Statistische Ausgangslage	3
2.1	Energieverbrauch 2000 bis 2010	3
2.2	Rahmenbedingungen	6
3	Gesamtaggregation	11
3.1	Bestimmung der Verwendungszwecke	11
3.1.1	Abgrenzung der Verwendungszwecke	12
3.1.2	Sektorale Abgrenzungen	13
3.1.3	Abgleich mit der Gesamtenergiestatistik (GEST)	15
3.2	Gesamtverbrauchsentwicklung nach Verwendungszwecken	17
4	Sektorale Analysen	24
4.1	Private Haushalte	24
4.1.1	Methodik und Daten	24
4.1.2	Verwendungszwecke der Privaten Haushalte	26
4.2	Dienstleistungen und Landwirtschaft	35
4.2.1	Methodik und Daten	35
4.2.2	Verwendungszwecke der Dienstleistungen und der Landwirtschaft	37
4.3	Industrie	42
4.3.1	Methodik und Daten	42
4.3.2	Verwendungszwecke der Industrie	43
4.4	Verkehr	48
4.4.1	Methodik und Daten	48
4.4.2	Verwendungszwecke des Verkehrs	50
5	Literaturverzeichnis	54

Tabellen

Tabelle 2-1:	Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern von 2000 bis 2010 (in PJ; BFE, 2011)	3
Tabelle 2-2:	Endenergieverbrauch 2000 bis 2010 nach Verbrauchssektoren, in PJ (BFE, 2011)	5
Tabelle 2-3:	Entwicklung wichtiger Bestimmungsfaktoren des Energieverbrauchs 2000 bis 2010	8
Tabelle 3-1:	Liste der bei der Gesamtaggregation berücksichtigten Verwendungszwecke sowie deren Verteilung auf die Verbrauchssektoren	12
Tabelle 3-2:	Endenergieverbrauch 2000 bis 2010 nach Verwendungszwecken, in PJ	17
Tabelle 3-3:	Brenn- und Treibstoffverbrauch inklusive Umwelt- und Solarwärme 2000 bis 2010 nach Verwendungszwecken, in PJ	19
Tabelle 3-4:	Elektrizitätsverbrauch der Jahre 2000 bis 2010 nach Verwendungszwecken, in PJ	21
Tabelle 3-5:	Aufteilung des inländischen Endenergieverbrauchs 2010 nach Verwendungszwecken und Verbrauchssektoren, in PJ	22
Tabelle 4-1:	Private Haushalte: Energieverbrauch 2000 bis 2010 nach Verwendungszwecken, in PJ, unkalibrierte Modellwerte	27
Tabelle 4-2:	Private Haushalte: Entwicklung der Energiebezugsfläche nach Heizsystemen in Mio. m ² EBF	28
Tabelle 4-3:	Private Haushalte: Endenergieverbrauch für Raumwärme nach Heizsystem und Energieträgern 2000 bis 2010, in PJ (fest installierte Systeme, unkalibrierte Modellwerte)	30
Tabelle 4-4:	Private Haushalte: Bevölkerung mit Warmwasser aufgeschlüsselt nach Anlagensystemen (in Tsd.) und die relative Verteilung in 2010	31
Tabelle 4-5:	Private Haushalte: Endenergieverbrauch für Warmwasser nach Energieträgern, in PJ; unkalibrierte Modellwerte	32
Tabelle 4-6:	Private Haushalte: Endenergieverbrauch für Kochherde, Geschirrspüler und elektrische Kochhilfen, in PJ; Modellwerte	33
Tabelle 4-7:	Private Haushalte: Entwicklung des Stromverbrauchs für übrige elektrische Haushaltsgeräte und Beleuchtung, in PJ, Modellwerte	34
Tabelle 4-8:	Zuordnungsmatrix zwischen Energieanwendungen gemäss TEP Tertiary und Verwendungszwecken gemäss Ex-Post-Analyse	37

Tabelle 4-9:	Dienstleistungssektor und Landwirtschaft: Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Verwendungszwecken, in PJ	38
Tabelle 4-10:	Dienstleistungssektor und Landwirtschaft: Entwicklung des Brennstoffverbrauchs inkl. Solar- und Umweltwärme nach Verwendungszwecken, in PJ	40
Tabelle 4-11:	Dienstleistungssektor und Landwirtschaft: Entwicklung des Elektrizitätsverbrauchs nach Verwendungszwecken, in PJ	40
Tabelle 4-12:	Industriesektor: Entwicklung des Endverbrauchs 2000 bis 2010 nach Verwendungszwecken, in PJ	44
Tabelle 4-13:	Industriesektor: Entwicklung des Brennstoffverbrauchs nach Verwendungszwecken, in PJ	46
Tabelle 4-14:	Industriesektor: Elektrizitätsverbrauch nach Verwendungszwecken, in PJ	47
Tabelle 4-15:	Verkehrssektor: Aufteilung der Verbraucher in verschiedene Gruppen	49
Tabelle 4-16:	Verkehrssektor: Energieverbrauch nach Verkehrsträgern, in PJ	50
Tabelle 4-17:	Verkehrssektor: Energieverbrauch nach Verwendungsart, in PJ	51
Tabelle 4-18:	Verkehrssektor: Endverbrauch nach Energieträgern, in PJ	52

Abbildungen

Abbildung 2-1:	Zunahme des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern zwischen 2000 und 2010, in PJ	4
Abbildung 2-2:	Veränderung des Endenergieverbrauchs zwischen 2000 und 2010 nach Sektoren, in PJ	5
Abbildung 3-1:	Relative Anteile der ausgewählten Verwendungszwecke am inländischen Endverbrauch 2010	18
Abbildung 3-2:	Prozentuale Anteile der Verwendungszwecke am Treib- und Brennstoffverbrauch (inklusive Umwelt- und Solarwärme) 2010	20
Abbildung 3-3:	Prozentuale Anteile der Verwendungszwecke am Elektrizitätsverbrauch 2010	21
Abbildung 3-4:	Prozentuale Verteilung der Energieverbräuche des Jahres 2010 für die unterschiedenen Verwendungszwecke auf die Verbrauchs-sektoren	23
Abbildung 4-1:	Private Haushalte: Aufteilung des Energieverbrauchs 2010 nach Verwendungszwecken	27
Abbildung 4-2:	Private Haushalte: Aufteilung des Raumwärmeverbrauchs 2010 nach Energieträgern (ohne Hilfsstrom, ohne mobile Zusatzheizungen)	30
Abbildung 4-3:	Private Haushalte: Aufteilung des Energieverbrauchs 2010 zur Bereitstellung von Warmwasser nach Energieträgern	32
Abbildung 4-4:	Private Haushalte: Aufteilung des Energieverbrauchs 2010 für elektrische Geräte und Beleuchtung nach Verwendungszwecken (ohne Küchengeräte und mobile Heizgeräte)	34
Abbildung 4-5:	Dienstleistungssektor und Landwirtschaft: Prozentuale Aufteilung des Energieverbrauchs 2010 nach Verwendungszwecken (alle Energieträger)	39
Abbildung 4-6:	Dienstleistungssektor und Landwirtschaft: Prozentuale Aufteilung des Elektrizitätsverbrauchs 2010 nach Verwendungszwecken	41
Abbildung 4-7:	Dienstleistungssektor und Landwirtschaft: Raumwärmeverbrauch 2000 bis 2010 nach Energieträgern (inkl. Elektrizität), in PJ	42
Abbildung 4-8:	Industriesektor: Prozentuale Anteile der Verwendungszwecke am Energieverbrauch 2010	45
Abbildung 4-9:	Industriesektor: Prozentuale Anteile der Verwendungszwecke am Brennstoffverbrauch 2010	46

Abbildung 4-10: Industriesektor: Prozentuale Anteile der Verwendungszwecke am Elektrizitätsverbrauch 2010	48
Abbildung 4-11: Verkehrssektor: Prozentuale Anteile der Verkehrsträger am Energie- verbrauch 2010	51
Abbildung 4-12: Verkehrssektor: Anteile der Energieträger am Energieverbrauch 2010	53

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 im Rahmen der Energieperspektiven für das BFE entwickelt wurden. 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 dieser Arbeit besteht in der Aufteilung des inländischen Gesamtenergieverbrauchs nach aussagefähigen Verwendungszwecken. Auf Ebene der Verbrauchssektoren werden innerhalb dieser übergeordneten Verwendungszwecke weitere Aufteilungen vorgenommen. Dies erlaubt auf möglichst disaggregierter Ebene das Zusammenwirken von Mengenkomponenten 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 2010 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 Analyse wurde durch eine Arbeitsgemeinschaft bestehend aus Prognos AG (Private Haushalte, Industrie (in Zusammenarbeit mit W. Baumgartner, ehemals Basics), Koordination),

TEP Energy GmbH (Dienstleistungen und Landwirtschaft) sowie Infrast AG (Verkehr) durchgeführt.

Der Bericht ist folgendermassen gegliedert: Einem Überblick über die Entwicklung des Endenergieverbrauchs gemäss der Gesamtenergiestatistik und der wichtigsten Einflussfaktoren im Zeitraum 2000 bis 2010 folgt die Analyse nach Verwendungszwecken, zuerst auf der aggregierten Ebene des Gesamtenergieverbrauchs, anschliessend auf und innerhalb der Ebene der Verbrauchssektoren Private Haushalte, Dienstleistungen und Landwirtschaft, Industrie und Verkehr.

2 Statistische Ausgangslage

2.1 Energieverbrauch 2000 bis 2010

Der Gesamtenergieverbrauch der Schweiz ist 2010 gegenüber dem Vorjahr um 4,4% auf den neuen Rekordwert von 911,6 PJ gestiegen (Abbildung 2-1; BFE 2011). Im Vergleich zum Jahr 2000 bedeutet dies eine Zunahme um 56,6 PJ (+6,6 %). Der Anstieg im Jahr 2010 steht in engem Zusammenhang mit der kühlen Witterung, der weiter wachsenden Bevölkerung und der nach dem Abschwung 2009 wieder anziehenden wirtschaftlichen Entwicklung. Die Gesamtveränderung verteilt sich wie folgt auf die einzelnen Energieträger und Energieträgergruppen:

Der grösste Anstieg im Zeitraum 2000 bis 2010 ist bei der Elektrizität mit einer Zunahme von 26,7 PJ (+14,2 %) zu beobachten. Gegenüber dem Vorjahr 2009 ist der Elektrizitätsverbrauch um 8,3 PJ gestiegen (+4,0 %).

Tabelle 2-1: Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern von 2000 bis 2010 (in PJ; BFE, 2011)

Energieträger	2000	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Elektrizität	188.5	198.4	202.2	206.4	208.0	206.8	211.4	207.0	215.2
Erdölbrennstoffe	216.5	226.9	224.7	225.1	216.6	188.9	198.0	190.1	199.5
Erdgas 1)	92.9	99.7	103.1	106.1	104.1	101.9	108.5	104.2	115.5
Kohle und Koks	5.9	5.9	5.7	6.3	6.4	7.5	6.7	6.3	6.4
Fernwärme	13.2	14.6	14.8	15.2	15.7	14.7	15.5	15.3	17.3
Holz	27.7	30.1	29.9	31.1	31.6	30.7	34.5	35.4	38.1
übrige erneuerbare Energien 2)	6.7	7.8	8.2	8.9	9.4	10.1	11.6	12.5	14.7
Müll / Industrieabfälle	10.4	11.1	11.0	10.9	11.0	10.6	11.1	9.5	10.0
Treibstoffe	293.2	276.3	275.1	277.1	280.8	288.7	298.0	293.1	294.7
Summe Endenergieverbrauch	855.0	871.0	874.6	887.0	883.6	859.8	895.3	873.3	911.6

1) inkl. gasförmige Treibstoffe

2) Sonne, Umweltwärme, Biogas, Biotreibstoffe

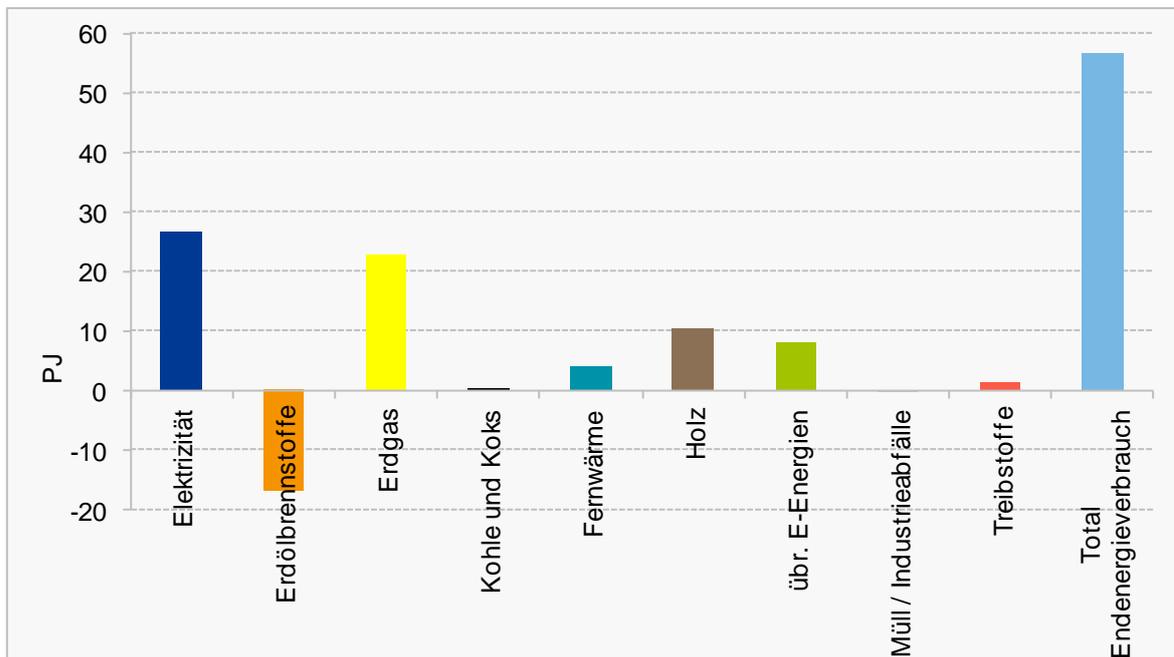
Der Verbrauch von Erdölbrennstoffen (vorwiegend Heizöl) und Erdgas wird erheblich von den jährlichen Witterungsschwankungen beeinflusst. Der Verbrauch an Erdölbrennstoffen hat im kühlen Jahr 2010 gegenüber dem Vorjahr 2009 um 9,4 PJ (+5,0 %) zugenommen. Betrachtet über die Periode 2000 bis 2010 ging der Verbrauch um 17,0 PJ (-7,8 %) zurück. Damit sind die Erdölbrennstoffe die einzige Energieträgergruppe, deren Verbrauch sich gegenüber dem Jahr 2000 spürbar verringert hat.

Die Verwendung von Erdgas wurde im Zeitraum 2000 bis 2010 um 22,7 PJ ausgeweitet (+24,4 %). Gegenüber dem Vorjahr weist Erdgas den grössten Zuwachs auf (+11,3 PJ; +10,8 %). Es wird darauf hingewiesen, dass der Verbrauch an Compressed Natural Gas (CNG), welches als Treibstoff im Verkehrssektor eingesetzt wird, in der Gesamtenergiestatik ebenfalls unter Erdgas berück-

sichtig ist. Der Verbrauch an CNG stieg im Zeitraum 2000 bis 2010 von 0 PJ auf rund 0,7 PJ.

Der Kohle- und Koksverbrauch hat sich im Zeitraum 2000 bis 2010 nicht wesentlich verändert (+0,6 PJ). Die Nutzung von Fernwärme nahm in der gleichen Periode um 4,1 PJ zu (+31,0 %). Gegenüber dem Vorjahr 2009 ist der Fernwärmeverbrauch um 1,9 PJ (+12,7 %) gestiegen.

Abbildung 2-1: Zunahme des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern zwischen 2000 und 2010, in PJ



Der Holzenergieverbrauch erhöhte sich 2010 gegenüber dem Vorjahr um 2,7 PJ (+7,7 %). Insgesamt hat sich der Holzenergieverbrauch seit dem Jahr 2000 um 10,4 PJ ausgeweitet (+37,8 %). Der Verbrauch der übrigen Erneuerbaren nahm gegenüber dem Vorjahr um 2,3 PJ zu (+18,4 %), gegenüber dem Jahr 2000 um 8,0 PJ (+119,7 %). Der energetische Einsatz von Industrieabfällen hat sich zwischen 2000 und 2010 von 10,4 PJ auf 10,0 PJ reduziert (-3,9 %).

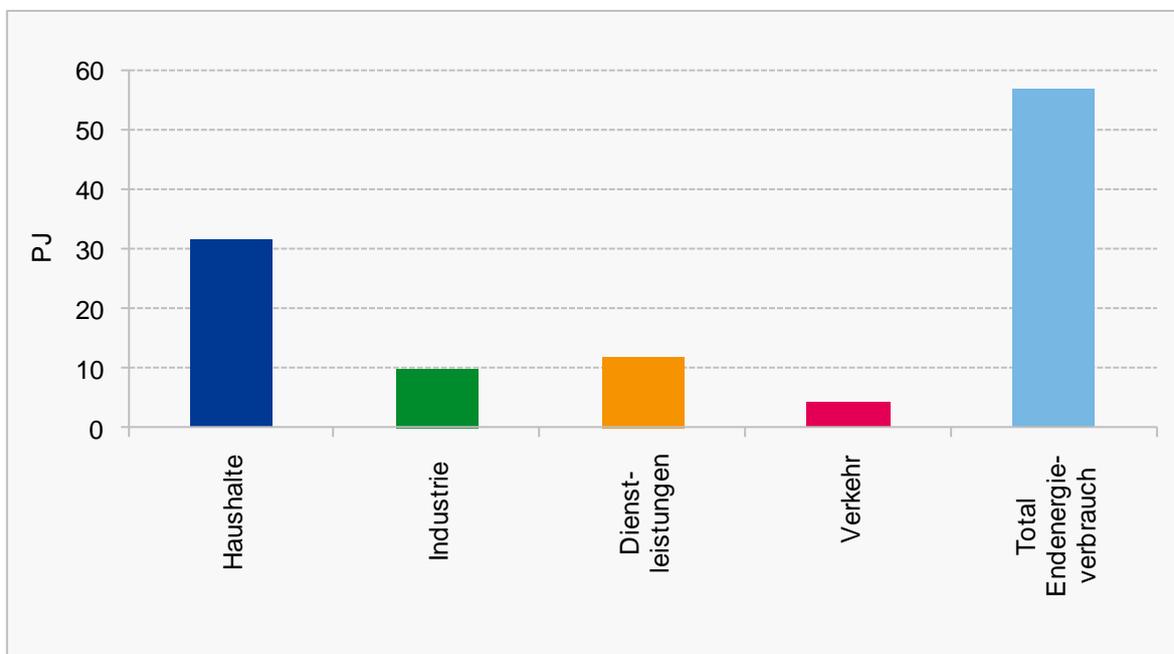
Beim Treibstoffabsatz zeigt sich im Zeitraum 2000 bis 2010 ein Anstieg um 1,5 PJ (+0,5 %; exkl. Biotreibstoffe und gasförmige Treibstoffe im Umfang von rund 0,9 PJ). Der Anstieg verlief nicht kontinuierlich. In den Jahren 2000 bis 2004 nahm der Absatz um rund 6 % ab, seit 2005 steigt er wieder an (Ausnahme 2009). Die einzelnen Treibstoffe zeigen unterschiedliche Entwicklungstrends: Der Benzinabsatz ist kontinuierlich gesunken, demgegenüber verzeichnet der Dieselaabsatz einen stetigen Anstieg. Der Absatz an Flugtreibstoffen hat sich gegenüber dem Jahr 2000 reduziert, lag im Jahr 2010 aber wieder deutlich über dem Absatz im Jahr 2004.

Die Aufteilung des Energieverbrauchs nach Verbrauchssektoren ist in Tabelle 2-2 dargestellt. Im Zeitraum 2000 bis 2010 ist der Verbrauch in allen Sektoren angestiegen. Der grösste Anstieg zeigt sich im Haushaltssektor mit einer Zunahme von 31,6 PJ (+13,2 %). Der Anteil am Gesamtverbrauch hat sich dadurch um 1,7 %-Punkte auf 29,8 % erhöht. Am meisten Energie wird im Verkehrssektor verbraucht. Der Anteil des Verkehrssektors am Gesamtverbrauch belief sich im Jahr 2010 auf 33,7 %. Gegenüber 2000 hat der Anteil um 1,7 %-Punkte abgenommen. Im Dienstleistungssektor ist der Verbrauch um 11,9 PJ gestiegen, im Industriesektor um 10 PJ. Die Anteile dieser Sektoren am Gesamtverbrauch haben sich nicht wesentlich verändert (Dienstleistungen +0,3 %-Punkte, Industrie -0,1 %-Punkte).

Tabelle 2-2: Veränderung des Endenergieverbrauchs zwischen 2000 und 2010 nach Sektoren, in PJ

Sektoren	2000	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Anteil 2010
Haushalte	239.9	258.1	260.3	265.9	259.5	238.8	253.7	251.8	271.5	29.8%
Industrie	161.2	165.5	168.0	169.7	173.0	171.3	174.7	163.7	171.1	18.8%
Dienstleistungen	136.9	146.1	146.3	148.7	144.3	135.9	142.9	140.1	148.8	16.3%
Verkehr	302.8	287.2	285.8	288.2	292.4	300.6	310.3	305.1	307.3	33.7%
stat. Differenz inkl. Landwirtschaft	14.2	14.2	14.3	14.6	14.4	13.3	13.8	12.6	12.9	1.4%
Total Endenergieverbrauch	855.0	871.0	874.6	887.0	883.6	859.9	895.3	873.3	911.6	100.0%

Abbildung 2-2: Veränderung des Endenergieverbrauchs zwischen 2000 und 2010 nach Sektoren, in PJ



2.2 Rahmenbedingungen

Für die Analyse und das Verständnis der Energieverbrauchsveränderung 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 Mengenkomponenten (Produktion, Bevölkerung) in den Vordergrund. Folglich besteht eine Gewichtsverlagerung in der Bedeutung der einzelnen Einflussfaktoren in Abhängigkeit vom betrachteten Zeitraum. In Viele der exogenen Einflussfaktoren weisen in ihrer jährlichen Entwicklung nur geringe Veränderungsraten auf. Aber in der Summe des betrachteten Zeitintervalls 2000 bis 2010 beeinflussen sie den Energieverbrauch. Die mittlere Bevölkerung hat stetig zugenommen, durchschnittlich um rund knapp 0,9 % pro Jahr. Für den Zeitraum 2000 bis 2010 ergibt sich eine Zunahme um 9,0 %. Der Anstieg der Bevölkerung wirkt sich auf den Wohnungsbestand und auf die Energiebezugsflächen (EBF) aus. Diese beiden Grössen haben zwischen 2000 und 2010 mit 10,7 %, bzw. 10,3 % prozentual stärker zugenommen als die Wohnbevölkerung. Noch grösser war die Zunahme der Wohnfläche (+11,7 %), woraus sich eine fortschreitende Zunahme der Wohnfläche pro Kopf ableiten lässt. Die Wirtschaftsleistung, gemessen am BIP, ist in den zehn Jahren real um 17,5 % gewachsen, wobei der Zuwachs vorwiegend in den Jahren 2004 bis 2008 und im Jahr 2010 stattfand. Im Jahr 2009 sank das BIP gegenüber dem Vorjahr um 1,9 %. Im Jahr 2010 erholte sich die Wirtschaft, das BIP stieg um 2,6 %. Das reale BIP Pro-Kopf (zu Preisen des Basisjahres 2010) lag 2010 mit 69,3 Tsd CHF um 7,8 % höher als im Jahr 2000 (64,3 TSD CHF).

Tabelle 2-3 ist die Entwicklung einiger wichtiger Komponenten für die Jahre 2000 bis 2010 zusammengefasst.

- Die Witterungsbedingungen sind als Kurzfristedeterminante von herausragender Bedeutung. Im Vergleich zum langjährigen Durchschnitt der Jahre 1970 bis 1992 (mit 3588 Heizgradtagen (HGT)) war es in allen Jahren deutlich wärmer.¹ Warm war die Witterung insbesondere in den Jahren 2000 (HGT 3081) und 2007 (HGT 3101). Das Jahr 2010 war mit 3586 HGT das kühlfte Jahr im Zeitraum 2000 bis 2010. Die Anzahl der HGT lag um 9,1 % über dem Mittel der Periode und um 12,7 % über der Anzahl der HGT im Vorjahr 2009.

1 Beim Bereinigungsverfahren mit Gradtagen und Strahlung von Prognos wird der Referenzzeitraum 1984/2002 verwendet. Die durchschnittliche Anzahl HGT in diesem Referenzzeitraum beträgt 3407 HGT. Einzig das Jahr 2005 mit 3518 HGT liegt über diesem Referenzwert.

Grosse Strahlungsmengen und eine hohe Anzahl Kühlgradtage (CDD) traten im Jahre 2003 auf („Hitzesommer“).² Hingegen fiel im Jahr 2007 eine hohe Strahlungsmenge bei unterdurchschnittlicher Anzahl CDD an: der Winter und das Frühjahr waren ausserordentlich mild, der Sommer relativ kühl.

- Viele der exogenen Einflussfaktoren weisen in ihrer jährlichen Entwicklung nur geringe Veränderungsraten auf. Aber in der Summe des betrachteten Zeitintervalls 2000 bis 2010 beeinflussen sie den Energieverbrauch. Die mittlere Bevölkerung hat stetig zugenommen, durchschnittlich um rund knapp 0,9 % pro Jahr. Für den Zeitraum 2000 bis 2010 ergibt sich eine Zunahme um 9,0 %. Der Anstieg der Bevölkerung wirkt sich auf den Wohnungsbestand und auf die Energiebezugsflächen (EBF) aus. Diese beiden Grössen haben zwischen 2000 und 2010 mit 10,7 %, bzw. 10,3 % prozentual stärker zugenommen als die Wohnbevölkerung. Noch grösser war die Zunahme der Wohnfläche (+11,7 %), woraus sich eine fortschreitende Zunahme der Wohnfläche pro Kopf ableiten lässt. Die Wirtschaftsleistung, gemessen am BIP, ist in den zehn Jahren real um 17,5 % gewachsen, wobei der Zuwachs vorwiegend in den Jahren 2004 bis 2008 und im Jahr 2010 stattfand. Im Jahr 2009 sank das BIP gegenüber dem Vorjahr um 1,9 %. Im Jahr 2010 erholte sich die Wirtschaft, das BIP stieg um 2,6 %. Das reale BIP Pro-Kopf (zu Preisen des Basisjahres 2010) lag 2010 mit 69,3 Tsd CHF um 7,8 % höher als im Jahr 2000 (64,3 TSD CHF).

2 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 2000 bis 2010

	Einheit	2000	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
1. Allgemeine Bestimmungsfaktoren										
Heizgradtage (a)		3081	3357	3339	3518	3246	3101	3347	3182	3586
Cooling Degree Days (f)		115	346	116	151	202	106	124	157	153
Bevölkerung (1) (b)	Tsd	7235	7405	7454	7501	7558	7619	7711	7801	7884*
BIP real, Preise 2010 (c)	Mrd. CHF	465.0	471.5	483.4	496.2	514.2	532.9	543.0	532.7	546.2
Landesindex der Konsumentenpreise (b)	Basis 2010	91.7	93.8	94.6	95.7	96.7	97.4	99.8	99.3	100.0
Gesamtwohnungsbestand (e,f)	Tsd	3569	3660	3699	3738	3781	3825	3870	3910	3952
Energiebezugsflächen										
- insgesamt (d,f)	Mio. m ²	638.7	661.0	669.3	678.3	687.9	697.6	707.3	716.4	725.9
- Wohnungen (f)	Mio. m ²	416.5	433.8	440.9	448.2	456.1	464.1	472.0	479.2	486.7
- Dienstleistungen (d)	Mio. m ²	139.7	143.5	144.6	145.7	146.9	148.0	149.2	150.5	151.9
- Industrie (d)	Mio. m ²	82.6	83.7	83.8	84.4	85.0	85.5	86.1	86.7	87.4
Motorfahrzeugbestand insgesamt (2) (b)	Mio.	4.58	4.89	4.97	5.04	5.11	5.19	5.25	5.27	5.36
Personenwagen (b)	Mio.	3.55	3.75	3.81	3.86	3.90	3.96	3.99	4.01	4.08
2. Energiepreise										
(real, Preisbasis 2010)										
a) Konsumentenpreise (3) (b)										
Heizöl EL (3000-6000l)	CHF/100l	55.4	46.8	53.3	73.3	81.7	82.8	109.8	69.4	85.4
Elektrizität	Rp./kWh	19.8	19.1	18.7	18.1	17.1	16.8	16.8	17.9	18.8
Erdgas	Rp./kWh	6.5	7.0	6.9	7.5	9.0	9.3	10.2	9.7	9.1
Holz	CHF/Ster	45.4	46.0	46.3	47.2	50.4	52.0	52.7	52.6	52.8
Fernwärme	CHF/GJ	16.7	19.1	18.5	19.4	21.0	22.0	22.9	23.6	21.6
Benzin	CHF/l	1.53	1.40	1.48	1.60	1.70	1.72	1.79	1.52	1.64
Diesel	CHF/l	1.57	1.45	1.53	1.76	1.80	1.82	2.03	1.61	1.72
b) Produzenten-/Importpreise (4) (a)										
Heizöl EL (5)	CHF/100l	42.3	35.8	42.8	61.0	68.8	68.3	90.0	54.6	70.8
Elektrizität	Rp./kWh	18.6	18.1	17.4	16.5	16.2	15.4	14.7	15.5	15.9
Erdgas	Rp./kWh	4.4	5.0	5.0	5.5	6.4	6.8	7.5	7.3	6.5
Diesel	CHF/100l	124.6	118.6	126.5	144.4	149.6	146.8	164.6	131.6	141.3

(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 Carbura-Gebühr

* Wert geschätzt

a) Gesamtenergiestatistik

b) BFS

c) seco

d) Wüest & Partner

e) Gebäude- und Wohnungszählung

f) eigene Berechnungen

- Der Motorfahrzeugbestand und die Verkehrsleistung, für welche die Entwicklung der Wohnbevölkerung ebenfalls eine wichtige Rolle spielt, sind wichtige Treiber für die Veränderung des Treibstoffverbrauchs. Die Anzahl der Personenwagen, aber auch der Motorfahrzeuge insgesamt, nahmen während des Betrachtungszeitraums kontinuierlich zu. Trotz einer tendenziellen Abnahme der Zuwachsrates hat der Bestand an Personenwagen seit 2000 um 15 %, der Motorfahrzeugbestand um 16,9 % zugelegt. Im Zeitraum 2000 bis 2009 hat die Fahrleistung des Personenverkehrs, ausgedrückt in Personenkilometern, um 13,5% zugenommen (Werte 2010 zurzeit vom BFS)

noch nicht publiziert). Die Verkehrsleistung im Güterverkehr (in Tonnenkilometer) steigerte sich bis ins Jahr 2008 ebenfalls: im Güter-Schienenverkehr um 11 % und im Güter-Strassenverkehr um 27 %. Die Werte für das Rezessionsjahr 2009 zeigen beim Güterverkehr einen Rückgang der Verkehrsleistung. Beim Schienenverkehr fiel die Verkehrsleistung gegenüber dem Vorjahr 2008 um 13,2 %, beim Strassenverkehr um 3,1 %.

- Die realen Konsumentenpreise für die einzelnen Energieträger entwickelten sich in den Jahren 2000 bis 2010 unterschiedlich. Stark gestiegen sind die Preise für Heizöl (+54,2 %), Erdgas (+39,9 %), Fernwärme (+29,2 %) und Holz (+16,3 %). Zugenommen haben auch die Preise für Benzin (+7,2 %) und Diesel (+9,6 %). Für Konsumenten ist in der Periode 2000 bis 2010 einzig der Strom billiger geworden (-5,4 %). Seit 2009 steigt auch der Strompreis an, 2010 lag er um 5 % höher als 2009. Deutliche Preiserhöhungen gegenüber dem Vorjahr zeigten sich auch bei Heizöl (+23,1 %), Benzin (+7,6 %) und Diesel (+6,8 %). Gegenüber dem Vorjahr nur leicht gestiegen ist der Preis für Energieholz (+0,4 %). Die Preise für Erdgas (-5,7 %) und Fernwärme (-8,8 %) sind gegenüber dem Jahr 2009 gesunken. Die Preisbewegungen für Produzenten und Importeure sind in der Periode 2000 bis 2010 vergleichbar, die relativen Preisveränderungen waren indes grösser als bei den Konsumentenpreisen: Heizöl +67,6 %, Erdgas +47,2 %, Diesel +13,4 % Strom -14,5 %. Bei den Konsumentenpreisen dämpften die bestehenden höheren Abgaben und Steuern den prozentualen Preisanstieg dieser Energieträger. Gegenüber dem Vorjahr 2009 wurde nur Erdgas billiger (-11,1 %).
- 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 und Förderprogramme sowie für freiwillige Massnahmen im Rahmen von *EnergieSchweiz* oder auch für die CO₂-Zielvereinbarungen mit der Wirtschaft und Organisationen.
Das CO₂-Gesetz ist im Jahr 2000 in Kraft getreten. Die CO₂-Abgabe auf Brennstoffen wurde im Januar 2008 bei einem anfänglichen Abgabesatz von 12 Fr./t CO₂ eingeführt. Dies entspricht rund 3 Rp. pro Liter Heizöl. Seit Januar 2010 beträgt der Abgabesatz 36 Fr./t CO₂ (BAFU, 2010).
Weiter sind in Bezug auf die energiepolitischen Regelungen die Einführung des Klimarappens auf Treibstoffen (1,5 Rp. pro Liter auf Benzin- und Dieselimporten) im Oktober 2005 hervorzuheben, die zu grossen Teilen per 1. April 2008 in Kraft gesetzte neue Stromversorgungsverordnung (StromVV), die aktualisierten Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKE 2008), die im Jahr 2009 eingeführte kostendeckende Einspeisevergütung (KEV) sowie die ebenfalls im Jahr 2009

eingeführte Strommarktöffnung für Grossverbraucher.
Im Jahr 2010 wurde das Gebäudeprogramm der Stiftung Klimarappen durch das nationale „Gebäudeprogramm“ abgelöst. Gefördert werden energetische Gebäudesanierungen und der Einsatz von erneuerbaren Energien. Das Programm wird finanziert durch eine Teilzweckbindung der CO₂-Abgabe (jährlich 200 Mio. CHF) sowie durch einen Beitrag der Kantone (jährlich 100 Mio. CHF).

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.³ 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 haben, 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.

3 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	PHH	Dienstleistungen	Industrie	Verkehr
Raumwärme				
Warmwasser				
Prozesswärme				
Beleuchtung				
Klima, Lüftung & Haustechnik				
I&K, inklusive Unterhaltungsmedien				
Antriebe, Prozesse (inkl. Steuerung)				
Mobilität/ Traktionsenergie				
sonstige				

3.1.1 Abgrenzung der Verwendungszwecke

Beschrieben wird eine Aufteilung des Energieverbrauchs nach Verwendungszwecken auf Stufe des Endverbrauchs in der Abgrenzung der nationalen Energiebilanz. 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-Öfeln). Die Hilfsenergie für die Heiz- und Warmwasseranlagen (Steuerung, Pumpen) wird unter dem Verwendungszweck *Klima, Lüftung und Haustechnik* berücksichtigt. Verbräuche für elektronische Haushaltsvernetzung und Antennenverstärker werden ebenfalls unter diesem Verwendungszweck eingeordnet. *Prozesswärme* beinhaltet neben dem Wärmeverbrauch für industrielle und gewerbliche Arbeitsprozesse auch den Stromverbrauch für Küche (Kochherde, Steamer, Geschirrspüler etc.) und Wäsche (Waschen und Trocknen) in den Dienstleistungsbranchen Gastronomie, Spitäler und Schulen.

Die Trennung zwischen Unterhaltungsgeräten und Informations- und Kommunikationsgeräten ist nicht mehr möglich. Geräte wie Mobiltelefone, PCs, Note- und Netbooks 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 Peripherie, Mobiltele-

fonen, Telefonen und Funkantennen beim Verwendungszweck *I&K*, *Unterhaltung* berücksichtigt.

Der Verwendungszweck *Antriebe und Prozesse* subsumiert die Prozesse Waschen und Trocknen in Haushalten, Gefrieren und Kühlen, Arbeitshilfen, industrielle Fertigungsprozesse (mechanische Prozesse), der Betrieb von Kläranlagen sowie landwirtschaftliche Prozesse (Melkmaschinen, Förderbänder, Gewächshäuser).

Alle Verbräuche, die keinem der in Tabelle 3-1 benannten Verwendungszweck zugeordnet werden können, werden unter *sonstige* berücksichtigt. Darunter fallen beispielsweise diverse elektrische Haushaltsgeräte, Schneekanonen, die Verkehrsinfrastruktur (Bahninfrastruktur, Tunnels und weitere) und der WKK-Input in der Industrie (Anteil Wärme).

3.1.2 Sektorale Abgrenzungen

(1) Die Gliederung des Energieverbrauchs nach Verwendungszwecken verwendet die national und international üblichen Wirtschaftssektoren Haushalte, Industrie, Dienstleistungen, Landwirtschaft und 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 abzubilden.

Der Verkehrssektor ist ein Querschnittssektor, in dem hier der gesamte verkehrsbedingte Traktionsenergieverbrauch subsumiert wird, inklusive des motorisierten Individualverkehrs und des internen Werkverkehrs.⁴ Der Energieverbrauch für die Verkehrsinfrastruktur (Strassenbeleuchtung, Beleuchtung von Bahnhöfen, Tunnelbelüftung) wird hingegen dem Dienstleistungssektor zugerechnet. Ebenfalls auf den Dienstleistungssektor entfallen die Verbräuche 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.

4 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 auf Basis von Treibstoffen beim Verkehr subsumiert. Der motorisierte Individualverkehr (Privatverkehr) wird in der NOGA nicht berücksichtigt.

(2) In den amtlichen Statistiken basieren die Einteilungen der Unternehmungen und ihrer Arbeitsstätten in Branchen auf dem Betriebs- und Unternehmungsregister 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.

(3) 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 Gesamttraumwärmeverbrauch aller Wohnungen abgezogen und im Sektor Dienstleistungen ausgewiesen. Ebenfalls dem Dienstleistungssektor zugerechnet wird der Stromverbrauch der gemeinschaftlich genutzten Gebäudeinfrastruktur in Mehrfamilienhäusern (z.B. Gemeinschaftsbeleuchtung, Waschmaschinen und Tiefkühler im Keller). Die Gesamtmenge, die vom Haushaltsbereich in den Dienstleistungssektor "verschoben" wird, liegt bei rund 15 PJ, etwa die Hälfte davon ist elektrische Energie.

(4) 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 Wohnort 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.

3.1.3 Abgleich mit der Gesamtenergiestatistik (GEST)

(1) Die mit den Modellen generierten Verbrauchsschätzungen für den Raumwärme- und Warmwasserbedarf werden einer Witterungskorrektur unterzogen. Dadurch können die Modellwerte mit der amtlichen Statistik verglichen werden. 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 (Prognos, 2008, 2010). In der Regel sind die Abweichungen zwischen den jährlichen Bereinigungsfaktoren der beiden Ansätze jedoch gering. Trotz der Witterungskorrektur ergeben sich zwischen dem mit den Modellen geschätzten Verbrauch und dem Verbrauch gemäss der Gesamtenergiestatistik Differenzen. Die Gründe für die Differenzen liegen 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. Weitere Fehlerquellen liegen bei den erwähnten Abgrenzungsunschärfen, 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.

(2) Um die Abweichungen gegenüber der Gesamtenergiestatistik zu beschränken, werden die Outputs der Modelle teilweise an die Verbrauchswerte der Gesamtenergiestatistik angepasst. Dazu werden die jährlichen sektoralen Elektrizitätsverbräuche der Modelle auf die jährlichen sektoralen Elektrizitätsverbräuche gemäss der Gesamtenergiestatistik kalibriert, die jährlichen sektoralen Verbräuche der übrigen Energieträger werden aggregiert und als Summe auf die jährlichen sektoralen Verbräuche gemäss der Gesamtenergiestatistik kalibriert. Dadurch verschwinden auf Ebene der sektoralen Endverbräuche die Differenzen gegenüber der Gesamtenergiestatistik.⁵ Das Mengengerüst entspricht damit den sektoralen Verbräuchen gemäss der Gesamtenergiestatistik. Die Struktur der jährlichen Verbräuche, beziehungsweise die Aufteilung des Verbrauchs auf die unterschiedenen Verwendungszwecke erfolgt anhand der Bottom-up-Modelle.

5 Die unkalibrierten Sektorverbräuche weichen im Mittel um rund 1 bis 2 PJ von den sektoralen Verbräuchen gemäss Gesamtenergiestatistik ab (~1 %).

In der „Modell-Welt“ wird der Energieverbrauch der Landwirtschaft zusammen mit dem Verbrauch des Dienstleistungssektors ausgewiesen. Bei der Anpassung an die Energiestatistik werden die Modellverbräuche des Dienstleistungssektors auf den Verbrauch des Dienstleistungssektors gemäss der Energiestatistik kalibriert. Anschliessend wird der geschätzte Verbrauch des Landwirtschaftssektors addiert.

(3) Durch die Ausrichtung und Kalibrierung auf die Sektorverbräuche gemäss Gesamtenergiestatistik erfassen die Modelle nicht die in der Gesamtenergiestatistik ausgewiesene „statistische Differenz“. Die „statistische Differenz“ 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 10 PJ. Da mit den Modellen der sektorale Energieverbrauch abgebildet wird, kann nicht gleichzeitig der in der Statistik ausgewiesene Gesamtenergieverbrauch präzise abgebildet werden, da dieser zusätzlich zum Verbrauch der fünf Sektoren die „statistische Differenz“ umfasst, die keinem der Verbrauchssektoren zugeteilt werden kann. Unter Berücksichtigung der statistischen Differenz ergibt sich im Jahr 2010 auf der Ebene des Gesamtenergieverbrauchs zwischen der Energiestatistik und den unkalibrierten Modellverbräuchen eine Differenz von 3,3 PJ, was einer Abweichung von rund 0,4 % entspricht.

(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 wird 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 nach. Geschätzt werden der Energieverbrauch der inländischen Verkehrsteilnehmer im Strassen- und Off-Road-Verkehr, der Energieverbrauch im schweizerischen Eisenbahnnetz und der Kerosinverbrauch für den inländischen Flugverkehr. Die Differenz zwischen Absatzprinzip gemäss Gesamtenergiestatistik und dem inländischen Verbrauch ist in den Tabellen 3-2 und 3-3 aufgeführt (unter sonstige Treibstoffe). In der Verbrauchsanalyse nach Verwendungszwecken wird nur der inländische Verbrauch berücksichtigt.

3.2 Gesamtverbrauchsentwicklung nach Verwendungszwecken

Gesamtenergie

Die Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Verwendungszwecken in den Jahren 2000 bis 2010 ist in Tabelle 3-2 zusammengefasst. Die jährlichen Verbrauchsmengen weichen um rund 10 PJ vom Gesamtverbrauch gemäss der Energiestatistik ab (Tabelle 2-1). Dies ist darauf zurückzuführen, dass der Verbrauch unter der Kategorie statistische Differenz in der Verwendungszweckanalyse nicht berücksichtigt wird.

Die sonstigen Treibstoffe entsprechen zu grossen Teilen dem Kerosinverbrauch des internationalen Flugverkehrs, der nicht dem inländischen Verbrauch zugerechnet wird. Die auf den Tanktourismus zurückzuführenden Benzin- und Dieselsabsätze sind ebenfalls bei den sonstigen Treibstoffen enthalten.

Tabelle 3-2: *Endenergieverbrauch 2000 bis 2010 nach Verwendungszwecken, in PJ*

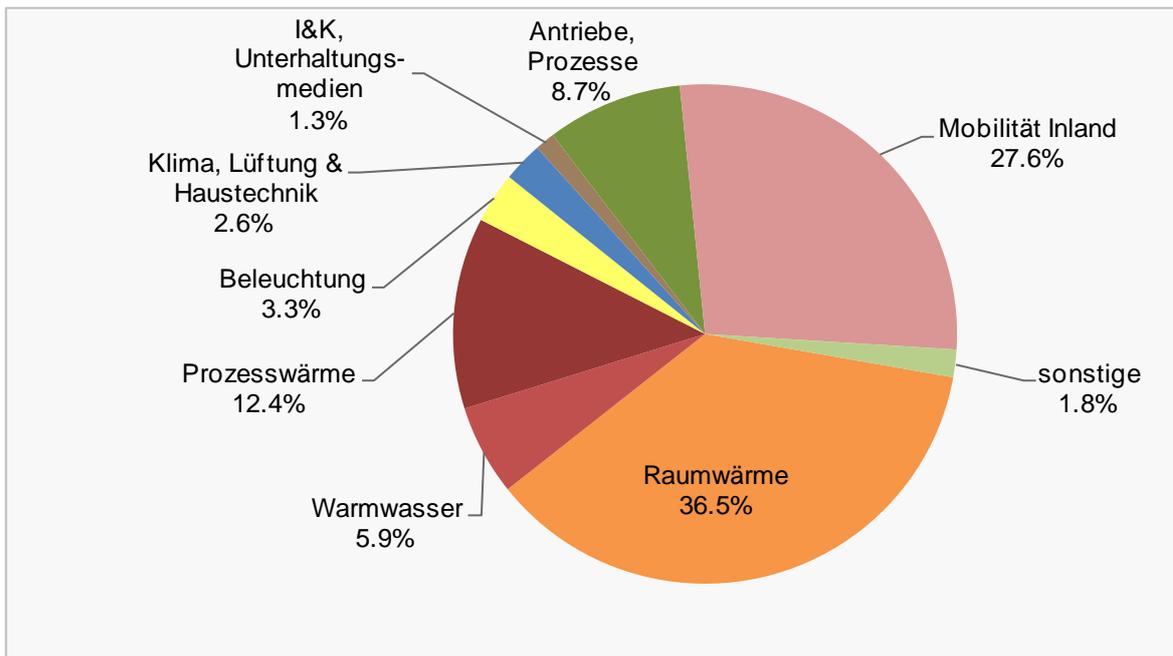
	2000	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Raumwärme	269.8	292.0	291.7	298.7	286.3	255.4	278.0	271.6	300.3
Warmwasser	47.6	47.6	48.2	48.0	47.6	47.9	47.8	47.7	48.1
Prozesswärme	94.9	98.9	100.7	101.3	105.3	104.7	105.8	99.0	101.8
Beleuchtung	25.2	25.8	26.8	27.0	27.0	27.3	27.3	26.9	26.9
Klima, Lüftung & Haustechnik	18.2	20.9	19.6	20.4	20.8	19.2	20.2	20.3	21.1
I&K, Unterhaltungsmedien	8.6	9.0	9.3	9.5	9.7	10.1	10.3	10.3	10.4
Antriebe, Prozesse	66.1	66.7	68.6	69.6	70.0	70.8	71.6	69.0	71.8
Mobilität Inland	225.8	227.0	227.1	227.4	226.9	228.2	228.1	227.0	226.7
sonstige	11.3	12.6	13.3	13.4	13.7	14.0	13.9	14.2	14.7
inländischer Endenergieverbrauch	767.5	800.4	805.3	815.4	807.2	777.7	802.9	786.1	821.8
sonstige Treibstoffe	77.2	60.3	58.8	59.9	65.5	72.2	82.1	78.0	80.5
Total Endenergieverbrauch	844.7	860.7	864.0	875.3	872.7	849.9	885.0	864.1	902.3

Der inländische Energieverbrauch ist im Zeitraum 2000 bis 2010 um 54,3 PJ (+7,1 %) auf 821,8 PJ gestiegen. Der Verbrauch hat sich bei allen unterschiedenen Verwendungszwecken ausgeweitet, am stärksten bei der Raumwärme (+30,4 PJ; +11,3 %). Der Anstieg ist in weitgehend auf die Witterung zurückzuführen. Mit 3081 HGT war das Basisjahr 2000 sehr mild, das Jahr 2010 mit 3586 HGT hingegen sehr kühl (HGT +16,4 %). Stark erhöht haben sich im Zeitraum 2000 bis 2010 auch die Verbräuche für Prozesswärme (+6,8 PJ; +7,2 %), Antriebe und Prozesse (+5,7 PJ; +8,6 %), die sonstigen Verbräuche (+3,4 PJ; +30,2 %) sowie der Verbrauch für Klima, Lüftung und Haustechnik (+2,9 PJ; +15,9 %).

Gegenüber dem Vorjahr 2009 ist inländische Verbrauch um 4,5 % gestiegen (+35,7 PJ). Der Verbrauchsanstieg steht in engem Zusammenhang mit der kühlen Witterung in 2010 und der Wirtschaftsentwicklung. Der Verbrauch für Raumwärme hat gegenüber

dem Vorjahr um 28,6 PJ (+10,5 %) zugenommen. Der Verbrauch für Prozesswärme hat sich um 2,8 PJ erhöht (+2,8 %), jener für Antriebe und Prozesse ebenfalls um 2,8 PJ (+4,0%). Die Verbräuche der übrigen Verwendungszwecke haben sich gegenüber dem Vorjahr um weniger als ein PJ verändert. Die Verbräuche für Beleuchtung und Mobilität sind leicht zurückgegangen.

Abbildung 3-1: Relative Anteile der ausgewählten Verwendungszwecke am inländischen Endverbrauch 2010



Die prozentuale Aufteilung auf die Verwendungszwecke im Jahr 2010 ist in Abbildung 3-1 beschrieben. Der Gesamtverbrauch wird dominiert von der Raumwärme (36,5 %) und der Mobilität (27,6 %). Die mittelfristigen Verschiebungen der Anteile im Zeitraum 2000 bis 2010 sind gering. Der Anteil der Mobilität ist um 1,8 %-Punkte zurückgegangen, der Anteil der Raumwärme um 1,4 %-Punkte gestiegen. Diese Zunahme steht in engem Zusammenhang mit der sehr kühlen Witterung im Jahr 2010. Die Anteile der übrigen Verwendungszwecke haben sich kaum verändert: Warmwasser -0,3 %-Punkte, Klima, Lüftung und Haustechnik +0,2 %-Punkte, Unterhaltung, I&K +0,2 %-Punkte, Antriebe und Prozesse +0,1 %-Punkte und „sonstige“ +0,3 %-Punkte. Die Anteile der Prozesswärme und der Beleuchtung entsprachen 2010 denjenigen des Jahres 2000.

Brenn- und Treibstoffe sowie Umwelt- und Solarwärme

Die Entwicklung des Brenn- und Treibstoffverbrauchs zwischen 2000 und 2010 nach Verwendungszwecken zeigt Tabelle 3-3. Als Vereinfachung wurden die Verbräuche an Solar- und Umgebungswärme bei den Brenn- und Treibstoffen subsumiert. Diese Ener-

gieträger werden noch ausschliesslich für Raumwärme und Warmwasser eingesetzt, woran ihr Anteil im Jahr 2010 rund 4 % betrug. Die Fernwärme wird hier ebenfalls den Brennstoffen zugerechnet.

Die inländische Verbrauchsmenge dieser Energieträgergruppe hat sich seit 2000 um 27,8 PJ (+4,8 %) erhöht und lag im Jahr 2010 bei 608 PJ. Die Zunahme wird dominiert durch den witterungsbedingten Anstieg für Raumwärme (+25,1 PJ; +9,9 %). Ausgeweitet haben sich auch die Verbräuche für Prozesswärme (+4,0 PJ), Warmwasser (+0,6 PJ) und Antriebe und Prozesse (+0,1 PJ). Rückläufig waren die Verbräuche für Mobilität (-0,9 PJ) und sonstige Verwendungen (-1,2 PJ). Für die Verwendungszwecke Beleuchtung, Klima, Lüftung und Haustechnik sowie für I&K werden keine Brenn- und Treibstoffe, sondern ausschliesslich Elektrizität eingesetzt.

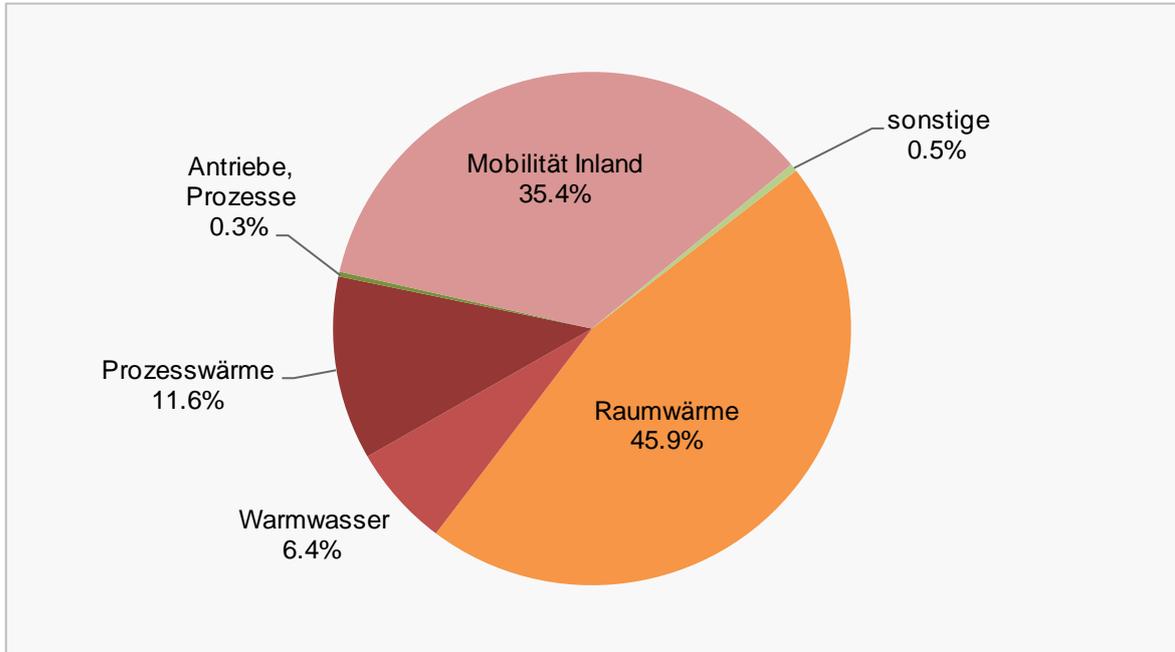
Tabelle 3-3: Brenn- und Treibstoffverbrauch inklusive Umwelt- und Solarwärme nach Verwendungszwecken, in PJ

	2000	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Raumwärme	253.7	274.1	273.2	279.2	266.9	237.7	258.3	252.5	278.8
Warmwasser	38.4	38.5	39.0	38.7	38.4	38.7	38.7	38.6	38.9
Prozesswärme	66.3	69.1	70.2	70.6	74.4	73.7	74.4	69.1	70.3
Beleuchtung	0.0	0.0	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	0.0	0.0
I&K, Unterhaltungsmedien	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Antriebe, Prozesse	1.7	1.7	1.7	1.8	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8
Mobilität Inland	216.2	216.2	216.5	216.6	216.0	217.1	216.8	215.6	215.3
sonstige	4.1	3.9	4.0	3.7	3.5	3.3	2.9	2.8	2.9
inländischer Endenergieverbrauch	580.2	603.4	604.6	610.6	601.1	572.4	593.1	580.4	608.0
sonstige Treibstoffe	77.2	60.3	58.8	59.9	65.5	72.2	82.1	78.0	80.5
Total Endenergieverbrauch	657.4	663.7	663.4	670.5	666.6	644.7	675.2	658.4	688.5

Die prozentuale Verteilung des inländischen Brenn- und Treibstoffverbrauchs (inklusive Umwelt- und Solarwärme) auf die Verwendungszwecke im Jahr 2010 ist in Abbildung 3-2 dargestellt. Wie beim Gesamtverbrauch, so entfällt auch bei dieser Energieträgergruppe der Grossteil des Verbrauchs des Jahres 2010 auf Raumwärme (45,9 %) und Mobilität (35,4 %). Für Prozesswärme wurden 11,6 % des Verbrauchs aufgewendet, für Warmwasser 6,4 %. Die Verwendungszwecke Antriebe, Prozesse und die sonstigen Verwendungen haben keine wesentliche Bedeutung, ihre Anteile sind kleiner als 1 %.

Die relativen Anteile der Verwendungszwecke am Brenn- und Treibstoffverbrauch haben sich in den Jahren 2000 bis 2010 nur geringfügig verschoben. Der Anteil der Raumwärme ist witterungsbedingt um 2,1 %-Punkte gestiegen, jener der Mobilität hat um 1,8 %-Punkte abgenommen.

Abbildung 3-2: Prozentuale Anteile der Verwendungszwecke am Treib- und Brennstoffverbrauch (inklusive Umwelt- und Solarwärme) 2010



Elektrizität

Entwicklung und Struktur des inländischen Elektrizitätsverbrauchs nach Verwendungszwecken sind in Tabelle 3-4 und Abbildung 3-3 dargestellt. Die Verwendung von Strom ist im Zeitraum 2000 bis 2010 um 26,5 PJ (+14,2 %) auf 213,8 PJ gestiegen. Die Zunahme verteilt sich auf alle unterschiedlichen Verwendungszwecke, mit Ausnahme des Bereichs Warmwasser, in dem der Verbrauch sich seit dem Jahr 2000 marginal um 0,1 PJ reduziert hat (-0,6 %). Die grössten Zunahmen zeigen sich bei Antrieben und Prozessen (5,6 PJ; +8,7 %), den sonstigen Verwendungen (+4,6 PJ; + 63,3 %) sowie witterungsbedingt bei der Raumwärme (+5,3 PJ; +33 %). Bei der Raumwärme trägt neben der Witterung die steigende Anzahl elektrischer Wärmepumpen zum Verbrauchsanstieg bei.

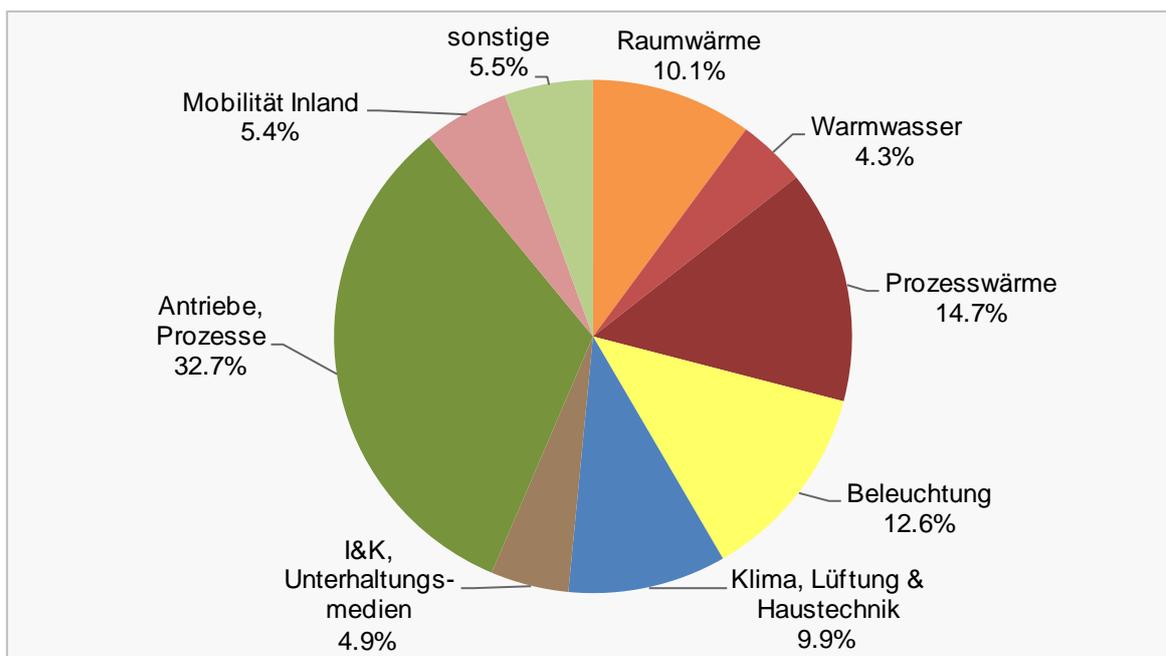
Tabelle 3-4: *Elektrizitätsverbrauch der Jahre 2000 bis 2010 nach Verwendungszwecken, in PJ*

	2000	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Raumwärme	16.2	17.9	18.5	19.5	19.3	17.8	19.7	19.2	21.5
Warmwasser	9.2	9.1	9.2	9.2	9.2	9.1	9.0	9.1	9.2
Prozesswärme	28.7	29.9	30.5	30.8	30.8	31.0	31.4	29.9	31.4
Beleuchtung	25.2	25.8	26.8	27.0	27.0	27.3	27.3	26.9	26.9
Klima, Lüftung & Haustechnik	18.2	20.9	19.6	20.4	20.8	19.2	20.2	20.3	21.1
I&K, Unterhaltungsmedien	8.6	9.0	9.3	9.5	9.7	10.1	10.3	10.3	10.4
Antriebe, Prozesse	64.4	65.0	66.8	67.8	68.2	68.9	69.7	67.2	69.9
Mobilität Inland	9.6	10.8	10.7	10.8	10.9	11.1	11.2	11.3	11.5
sonstige	7.2	8.7	9.3	9.8	10.2	10.7	11.0	11.5	11.8
Total Elektrizitätsverbrauch	187.3	197.0	200.7	204.8	206.1	205.3	209.8	205.8	213.8

Der Elektrizitätsverbrauch verteilt sich gleichmässiger auf die unterschiedenen Verwendungszwecke als der Brenn- und Treibstoffverbrauch. Im Jahr 2010 entfällt der grösste Verbrauchsanteil auf die elektrischen Antriebe und Prozesse (32,7 %), gefolgt von Prozesswärme (14,7 %), Beleuchtung (12,6 %), Raumwärme (10,1 %) sowie Klima, Lüftung und Haustechnik (9,9 %).

Die mittelfristigen Verschiebungen der Anteile im Zeitraum 2000 bis 2010 sind gering. Die grössten Zunahmen zeigen sich bei den sonstigen Verwendungen (+1,7 %-Punkte) sowie bei der Raumwärme (+1,4 %-Punkte). Die grössten Abnahmen weisen die Bereiche Antriebe und Prozesse (-1,7 %-Punkte) und die Beleuchtung (-0,9 %-Punkte) auf.

Abbildung 3-3: *Prozentuale Anteile der Verwendungszwecke am Elektrizitätsverbrauch 2010*



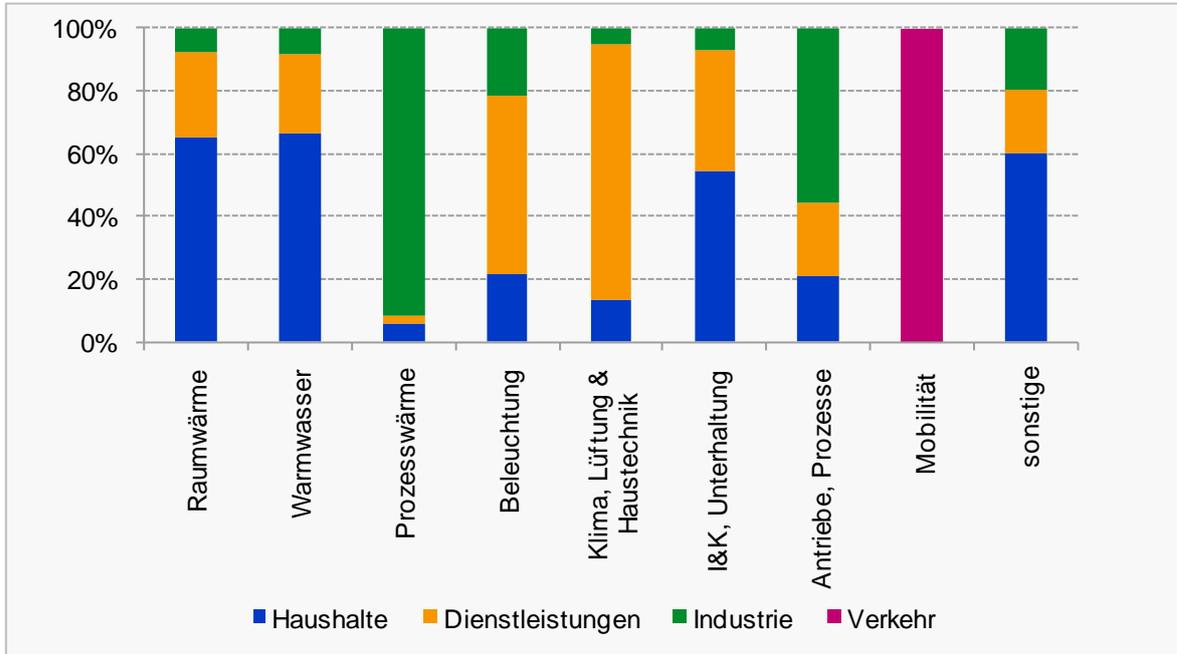
Verwendungszwecke nach Verbrauchssektoren

Die Aufteilung des Endenergieverbrauchs 2010 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, Warmwasser, Unterhaltungsgeräte und I&K 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. Die Verbräuche für Mobilität fallen definitionsgemäss fast ausschliesslich im Verkehrssektor an. Ausnahme sind hier die Verbräuche von Transportmitteln im Industriesektor, die nicht als eigentlicher Verkehr betrachtet werden können (z.B. Gabelstapler oder Förderbänder).

Tabelle 3-5: Aufteilung des inländischen Endenergieverbrauchs 2010 nach Verwendungszwecken und Verbrauchsektoren, in PJ

Verwendungszweck	Haushalte	Dienstleistungen	Industrie	Verkehr	Summe
Raumwärme	196.0	80.7	23.6	0.0	300.3
Warmwasser	32.1	12.1	4.0	0.0	48.1
Prozesswärme	5.6	3.1	93.1	0.0	101.8
Beleuchtung	5.7	15.3	5.8	0.0	26.9
Klima, Lüftung & Haustechnik	2.8	17.3	1.0	0.0	21.1
I&K, Unterhaltung	5.7	4.1	0.7	0.0	10.4
Antriebe, Prozesse	14.9	17.0	39.9	0.0	71.8
Mobilität	0.0	0.0	0.1	226.7	226.7
sonstige	8.8	3.0	2.9	0.0	14.7
Total inländischer EEV	271.5	152.5	171.1	226.7	821.8
in % des Gesamtverbrauchs	33.0%	18.6%	20.8%	27.6%	100.0%

Abbildung 3-4: Prozentuale Verteilung der Energieverbräuche des Jahres 2010 für die unterschiedenen Verwendungszwecke auf die Verbrauchssektoren



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 sind ausführlich im Bericht zu den Verwendungszwecken 2006 beschrieben (BFE, 2008), weshalb auf eine neuerliche detaillierte Darstellung der Modelle verzichtet wird.

Für die vorliegende Arbeit wurden die Inputdaten aktualisiert sowie teilweise die Modelle erweitert und 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 2010 bildet die Grundlage für die vorliegende Analyse. Beim verwendeten Bottom-up-Modell handelt es sich um ein weitgehend durchgängiges Jahresmodell. Dadurch ergeben sich die gesamten jährlichen Verbrauchsänderungen unmittelbar aus dem aktualisierten Modell.

Aktualisierte Inputdaten

In diesem Jahr lagen zum ersten Mal Angaben aus der neuen Gebäude- und Wohnungsstatistik (GWS) des BFS vor. Die Verwendung dieser Angaben führte gegenüber den früheren Veröffentlichungen beim Neubau (ab 2000) zu grösseren spezifischen Wohnflächen. Ebenfalls aus der GWS verwendet wurden Angaben zur Kopplung der Raumwärme- und Warmwassersysteme. Dies führte zu einer leichten Verschiebung bei den strombasierten Warmwassersystemen, verbunden mit einer Zunahme der Wärmepumpen und einer Abnahme der konventionellen Elektroanlagen. Die in der GWS enthaltenen Angaben zur Beheizungsstruktur wurden nur teilweise für die Bestimmung der Beheizungsstruktur der neugebauten Wohngebäude (ab 2000) berücksichtigt. Verknüpft wurden diese Angaben mit Informationen von Wüest & Partner. Die GWS weist keine Einzeljahreswerte, sondern 5-jährige Bauperioden aus. Die Angaben von Wüest & Partner differenzieren hingegen nicht nach den Wohngebäudetypen 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* (2011). Für die Absatzzahlen der Biomassekessel (Holz) wurden Angaben von Basler und Hofmann (2011) verwendet.

Die Schätzung des Stromverbrauchs von Haushalts- und Elektrogeräten basiert auf den aktuellen eae- und SWICO-Marktstatistiken mit Verkaufsdaten bis 2010.⁶ Die verwendeten Statistiken ermöglichen eine Aufteilung der Absatzmengen nach Energieeffizienz-Klassen. Die Berücksichtigung einer Erhebung des BFS zur IKT-Ausstattung der Schweizer Haushalte (BFS, 2010) führte gegenüber früheren Publikationen beim TV-Gerätebestand zu einer Verschiebung von den Haushalten in den Dienstleistungssektor.

Abgrenzung der berücksichtigten Verbräuche

An dieser Stelle wird nochmals auf die Abgrenzungsprobleme zwischen Haushalts- und Dienstleistungssektor hingewiesen. 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 die Gemeinschaftsbeleuchtung (Aussenanlagen, Garagen, Kellerräume, Waschräume), der Hilfsenergieverbrauch von Pumpen, Brennern, Gebläsen, der Verbrauch von Waschmaschinen am Gemeinschaftszähler, der Verbrauch von Antennenverstärkern sowie kleinere, im Zeitablauf abnehmende Mengen an Elektrizität für in den Kellern betriebenen Tiefkühlgeräte gezählt. Dieser Stromverbrauch für die gemeinschaftlich genutzte Gebäudeinfrastruktur in Mehrfamilienhäusern wird ebenso wie der Raumwärmeverbrauch in Zweit- und Ferienwohnungen nicht den Haushalten, sondern dem Dienstleistungssektor zugerechnet.

⁶ eae: energie-agentur-elektrogeräte; SWICO: Schweizerischen Wirtschaftsverband der Anbieter von Informations-, Kommunikations- und Organisationstechnik

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. Raumwärme ist unterteilt in *fest installierte Anlagen* und *mobile Anlagen*. Der Verwendungszweck Klima, Lüftung und Haustechnik ist gegliedert nach *Hilfsenergie Heizen*, *Klimatisierung* und *Haustechnik/Antennenverstärker*. Kochen beinhaltet *Kochherde*, *elektrische Kochhilfen* und *Geschirrspüler*. Die Energieverbräuche für die Prozesse *Waschen und Trocknen*, *Gefrieren und Kühlen* sowie *sonstige Elektrogeräte* (Staubsauger, Fön, sonstige Kleingeräte) können einzeln ausgewiesen werden. Daneben werden, wie in der Gesamttaggregation, die Verwendungszwecke *Warmwasser*, *Beleuchtung* und *Unterhaltung, I&K* unterschieden.

Wegen der Unterscheidung in zusätzliche Verwendungszwecke sowie der Aufteilung der Verwendungszwecke nach Energieträgern werden die sektoralen Detailergebnisse nicht auf die Energiestatistik kalibriert. Mit anderen Worten, im Gegensatz zu den in der Gesamttaggregation verwendeten Werten entsprechen die im Kapitel 4.1.2 ausgewiesenen Verbrauchsmengen den unkalibrierten Werten des Haushaltsmodells. Dadurch können sich kleine Differenzen bei den ausgewiesenen Verbrauchsmengen ergeben. Auf die Verbrauchsstruktur, also die Verteilung der Jahresverbräuche auf die Verwendungszwecke, hat dies keinen nennenswerten Einfluss.

4.1.2 Verwendungszwecke der Privaten Haushalte

Eine Übersicht über die Entwicklung des Energieverbrauchs der Privaten Haushalte nach Verwendungszwecken gibt Tabelle 4-1. Der Gesamtverbrauch hat gemäss dem Haushaltsmodell in den Jahren 2000 bis 2010 um 33,8 PJ zugenommen (+14,1 %; GEST +31,6 PJ; +13,2 %). Der Grossteil dieser Zunahme ist auf die Raumwärme (+27,2 PJ; +16 %) und die Elektrogeräte zurückzuführen (+3,7 PJ; +71,7 %).

Gegenüber dem Vorjahr 2009 hat sich der Gesamtverbrauch um 20,1 PJ erhöht (+8,0 %). Auch diese Zunahme ist weitgehend auf den Bereich Raumwärme zurückzuführen. Der entsprechende Verbrauch ist gegenüber 2009 um 19,2 PJ gestiegen.

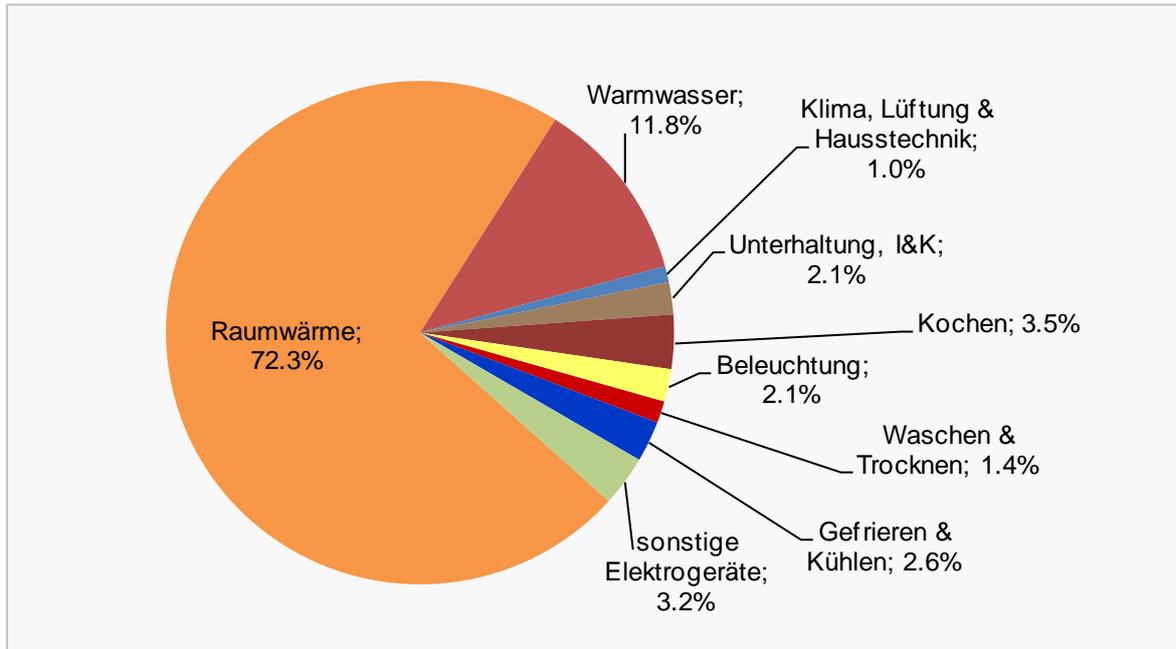
Im Jahr 2010 entfielen knapp drei Viertel des Energieverbrauchs der Haushalte auf die Raumwärme (72,3 %; Abbildung 4-1). Aufgrund der jährlichen Witterungsschwankungen zeigt dieser Verbrauch zum Teil deutliche Unterschiede zwischen den einzelnen Jahren. Grosse Bedeutung für den Sektorverbrauch besass auch die Erzeugung von Warmwasser (11,8 %). Im Gegensatz zur

Raumwärme reagiert dieser Verbrauch kaum auf Witterungsverhältnisse.

Tabelle 4-1: *Private Haushalte: Energieverbrauch 2000 bis 2010 nach Verwendungszwecken, in PJ, unkalibrierte Modellwerte*

	2000	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Raumwärme	169.9	186.4	184.3	191.2	185.8	163.8	180.9	177.9	197.1
Raumwärme festinstalliert	168.3	184.8	182.6	189.3	183.9	161.9	178.7	176.1	195.2
Heizen mobil	1.6	1.6	1.7	1.9	1.9	1.9	2.2	1.8	1.9
Warmwasser	32.0	32.1	32.0	32.0	31.9	31.6	31.9	31.9	32.2
Klima, Lüftung & Hausstechnik	2.3	2.5	2.5	2.6	2.5	2.3	2.5	2.5	2.8
Heizen Hilfsenergie	1.9	2.1	2.1	2.2	2.1	1.8	2.0	2.0	2.2
Klimatisierung	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1
Antennenverstärker, Haustechnik	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5
Unterhaltung, I&K	5.4	5.4	5.4	5.5	5.5	5.6	5.7	5.7	5.7
Kochen (inkl. Geschirrspülen)	8.9	8.9	9.0	9.0	9.1	9.2	9.3	9.4	9.5
Beleuchtung	5.6	6.0	6.1	6.2	6.1	6.0	6.0	5.9	5.7
Waschen & Trocknen	2.5	2.9	3.1	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8
Gefrieren & Kühlen	7.1	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2
sonstige Elektrogeräte	5.1	6.3	6.7	7.0	7.4	7.7	8.1	8.4	8.8
Summe Endenergieverbrauch	238.9	257.7	256.1	263.8	258.8	236.9	255.1	252.6	272.7

Abbildung 4-1: *Private Haushalte: Aufteilung des Energieverbrauchs 2010 nach Verwendungszwecken*



Auf die übrigen Verwendungszwecke entfielen vergleichsweise kleine Energiemengen, die Anteile am Sektorverbrauch waren gering: Kochen 3,5 %, Kühlen und Gefrieren 2,6 %, Waschen und Trocknen 1,4 %, Beleuchtung 2,1 %, Unterhaltung, I&K 2,1 %, sonstige Elektrogeräte 3,2 % und Klima, Lüftung Haustechnik 1,0%. Für diese Verwendungszwecke wurde jedoch ausschliesslich Energie von hoher Qualität (Elektrizität) eingesetzt.

Raumwärme

Unter dem Aspekt der Verbrauchsmenge ist der Verwendungszweck Raumwärme von herausragender Bedeutung. Im Jahr 2010 entfielen 72,3 % des Endenergieverbrauchs der Haushalte auf die Bereitstellung von Raumwärme. In Tabelle 4-2 ist die Energiebezugsfläche⁷ (EBF) der Wohngebäude nach Heizungssystemen aufgeschlüsselt. Im Jahr 2010 wurde beinahe die Hälfte der Fläche mit Heizöl beheizt (49,9 %), gefolgt von Erdgas (23,0 %).

Die beheizte Wohnfläche hat sich seit 2000 um 66,2 Mio. m² ausgeweitet, bei einer durchschnittlichen Zuwachsrate von 1,6 %/Jahr. Mit einer Zunahme von 36,5 Mio. m² (+54,2 %) ist die mit Erdgas beheizte Fläche im Zeitraum 2000 bis 2010 am stärksten gewachsen. Kräftig zugelegt haben auch die Wärmepumpen mit 27,1 Mio. m² (+189 %). Die solarthermischen Anlagen weisen mit +200 % ebenfalls ein starkes Wachstum auf, jedoch auf einem noch geringen absoluten Niveau von 0,9 Mio. m² EBF (+0,6 Mio. m²). Die mit Öl beheizte Wohnfläche ist rückläufig. Gegenüber dem Jahr 2000 ist die Fläche um knapp 9 Mio. m² zurückgegangen (-3,7 %).

Tabelle 4-2: Private Haushalte: Entwicklung der Energiebezugsfläche nach Heizsystemen in Mio. m² EBF (inklusive Leerwohnungen, ohne Ferienwohnungen). Quelle: eigene Fortschreibung der Volkszählung 2000

	2000	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Anteil 2010
Heizöl	233.7	237.3	237.7	237.3	235.8	233.4	230.7	228.0	225.2	49.9%
Erdgas	67.4	76.8	80.3	84.2	88.5	92.7	96.9	100.5	104.0	23.0%
El. Widerstandsheizungen	25.5	25.1	25.2	24.9	24.7	24.5	24.4	24.2	24.0	5.3%
Holz	31.6	32.4	32.8	33.3	33.9	34.7	35.7	36.6	37.2	8.2%
Kohle	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.2%
Fernwärme	11.4	12.3	12.8	13.4	14.1	14.9	15.8	16.6	17.6	3.9%
Wärmepumpen	14.3	17.6	19.4	21.6	25.0	28.9	33.1	37.1	41.5	9.2%
Solar	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6	0.6	0.7	0.8	0.9	0.2%
Summe beheizt	385.0	402.7	409.3	416.1	423.4	430.8	438.1	444.7	451.2	100.0%

Der durchschnittliche Heizwärmebedarf pro EBF ist seit 2000 um 10,4 % auf 349 MJ/m² und Jahr gesunken. Zwischen den verschiedenen Heizungssystemen zeigen sich deutliche Unterschiede. Aufgrund der höheren jährlichen Vollbenutzungsstunden ist im Allgemeinen der Bedarf bei Zentralheizungssystemen höher als bei Einzelsystemen.

Der durchschnittliche Nutzungsgrad der Heizsysteme hat sich zwischen 2000 und 2010 um 7,1 %-Punkte erhöht. Überdurchschnitt-

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).

liche Effizienzsteigerungen zeigen sich bei den Heizsystemen mit dem stärksten Wachstum, den Wärmepumpen und den Gaszentralheizungen (Brennwertsysteme).

Die Entwicklung des Endenergieverbrauchs für Raumwärme in fest installierten Anlagen ist in Tabelle 4-3 abgebildet. Im Jahr 2010 lag der Verbrauch für Raumwärme 26,9 PJ über dem Verbrauch im Jahre 2000 (+16 %). Diese Entwicklung ist stark durch die Witterung beeinflusst. Das Jahr 2000 war mit 3081 HGT sehr mild, das Jahr 2010 mit 3586 HGT hingegen sehr kühl (HGT +16,4 %). Die Modellverbräuche ohne Witterungseinfluss zeigen für den gleichen Zeitraum eine Verbrauchsreduktion von 1,6 PJ.

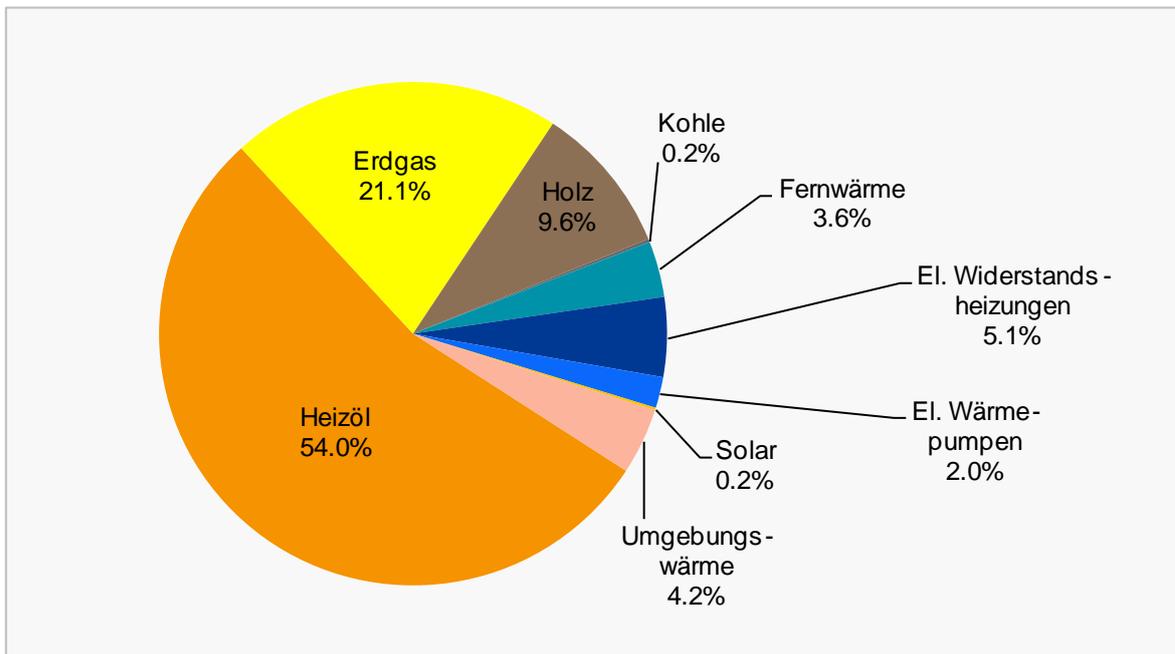
Tabelle 4-3 verdeutlicht die anhaltende Dominanz der fossilen Energieträger bei der Bereitstellung der Raumwärme. Der Anteil von Heizöl, Erdgas und Kohle lag im Jahr 2010 bei 75,3 %. Der Anteil der Erneuerbaren (Holz, Solar, Umgebungswärme) ist im Zeitraum 2000 bis 2010 um 3 % gestiegen und betrug 2010 rund 14 %. Kaum verändert hat sich der Anteil der elektrischen Widerstandsheizungen, der 2010 immer noch bei rund 5 % lag.

Die beschriebene Aufteilung des Energieverbrauchs für Raumwärme nach Energieträgern berücksichtigt lediglich den Verbrauch fest installierter Heizsysteme. Der Verbrauch der mobilen Kleinheizgeräte (Elektro-Öfelis), die ebenfalls dem Verwendungszweck Raumwärme zugerechnet werden, hat sich im Zeitraum 2000 bis 2010 nicht wesentlich verändert. Der Verbrauch schwankte in Abhängigkeit der Witterung zwischen 1,5 und 2 PJ (vgl. Tabelle 4-1). Der Hilfsenergieverbrauch für den Betrieb der Heizanlagen belief sich auf jährlich rund 2 PJ_{el} (ohne Verbrauch in Mehrfamilienhäusern). Dieser Verbrauch wird hier nicht der Raumwärme, sondern dem Bereich Klima, Lüftung Haustechnik zugerechnet.

Tabelle 4-3: *Private Haushalte: Endenergieverbrauch für Raumwärme nach Heizsystem und Energieträgern 2000 bis 2010, in PJ (fest installierte Systeme, unkalibrierte Modellwerte)*

	2000	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Heizöl	107.2	114.8	112.0	114.6	109.1	93.6	101.1	98.1	105.4
Erdgas	27.7	32.6	32.8	35.0	34.8	31.5	35.7	35.7	41.2
El. Widerstandsheizungen	8.7	9.5	9.6	9.8	9.6	8.6	9.4	9.1	10.0
Holz	15.6	16.7	16.6	17.1	16.9	15.3	16.9	16.8	18.7
Kohle	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4
Fernwärme	4.4	5.1	5.2	5.5	5.5	5.1	5.8	5.9	7.0
Elektr. Wärmepumpen	1.5	1.8	2.0	2.2	2.5	2.4	3.0	3.2	3.9
Umgebungswärme	2.8	3.7	3.9	4.5	5.0	4.9	6.2	6.7	8.3
Solar	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3
Summe beheizt	168.3	184.8	182.6	189.3	183.9	161.9	178.7	176.1	195.2

Abbildung 4-2: *Private Haushalte: Aufteilung des Raumwärmeverbrauchs 2010 nach Energieträgern (ohne Hilfsstrom, ohne mobile Zusatzheizungen)*



Warmwasser

Im Jahr 2010 wurden 11,8 % 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 der Strom eine grosse Bedeutung. Rund 32,2 %

der Bevölkerung bezogen ihr Warmwasser von strombasierten Systemen (inkl. Wärmepumpen; Tabelle 4-4).

Die relativen Anteile haben sich im Zeitraum 2000 bis 2010 teilweise deutlich verschoben. Abgenommen hat der Anteil von Heizöl (-7,5 %-Punkte) und Strom konventionell (-3,6 %-Punkte). Am meisten zulegen konnten Erdgas (+5,0 %-Punkte), Wärmepumpen (+2,8 %-Punkte) und Solarthermie (+2,1 %-Punkte). Die Anzahl der Einwohner, die ihr Warmwasser mittels Solaranlagen erzeugten, hat sich beinahe verfünffacht. Der Gesamtanteil lag im Jahr 2010 aber erst bei 2,7 %.

Tabelle 4-4: Private Haushalte: Bevölkerung mit Warmwasser aufgeschlüsselt nach Anlagensystemen (in Tsd.) und die relative Verteilung in 2010. Quelle: eigene Fortschreibung der Volkszählung 2000

	2000	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Anteil 2010
Heizöl	3'206	3'207	3'188	3'158	3'117	3'065	3'022	2'967	2'913	38.1%
Erdgas	1'084	1'208	1'249	1'296	1'350	1'405	1'465	1'510	1'556	20.4%
Holz	166	169	172	174	179	184	190	198	206	2.7%
Fernwärme	213	224	229	236	245	256	269	280	295	3.9%
El. Ohm'sche Anlagen	2'143	2'096	2'090	2'074	2'065	2'051	2'050	2'058	2'057	26.9%
El. Wärmepumpen	175	202	216	234	262	294	330	366	404	5.3%
Solar	41	75	88	100	113	130	152	177	206	2.7%
Summe	7'028	7'181	7'232	7'273	7'330	7'385	7'479	7'556	7'637	100.0%

Der durchschnittliche Warmwasserverbrauch pro Kopf variiert zwischen Zentralsystemen und Einzelsystemen. Bei Zentralsystemen beläuft sich der durchschnittliche Tagesverbrauch gemäss Erfahrungswerten aus Deutschland auf 45-50 Liter pro Kopf.⁸ 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 Kopf 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 und die elektrischen Anlagen. Der durchschnittliche Nutzungsgrad ist von 57,5 % im Jahr 2000 auf 65,2 % im Jahr 2010 gestiegen.

Die Entwicklung des Endenergieverbrauchs für Warmwasser im Haushaltssektor ist in Tabelle 4-5 zusammengefasst. Der Gesamtverbrauch ist zwischen 2000 und 2010 um 0,2 PJ auf 32,2 PJ gestiegen (+0,5 %). Der Effizienzgewinn durch die Verbesserung des mittleren Nutzungsgrads wurde durch den gestiegenen Warmwasserverbrauch (Bevölkerungswachstum) weitgehend kompensiert.

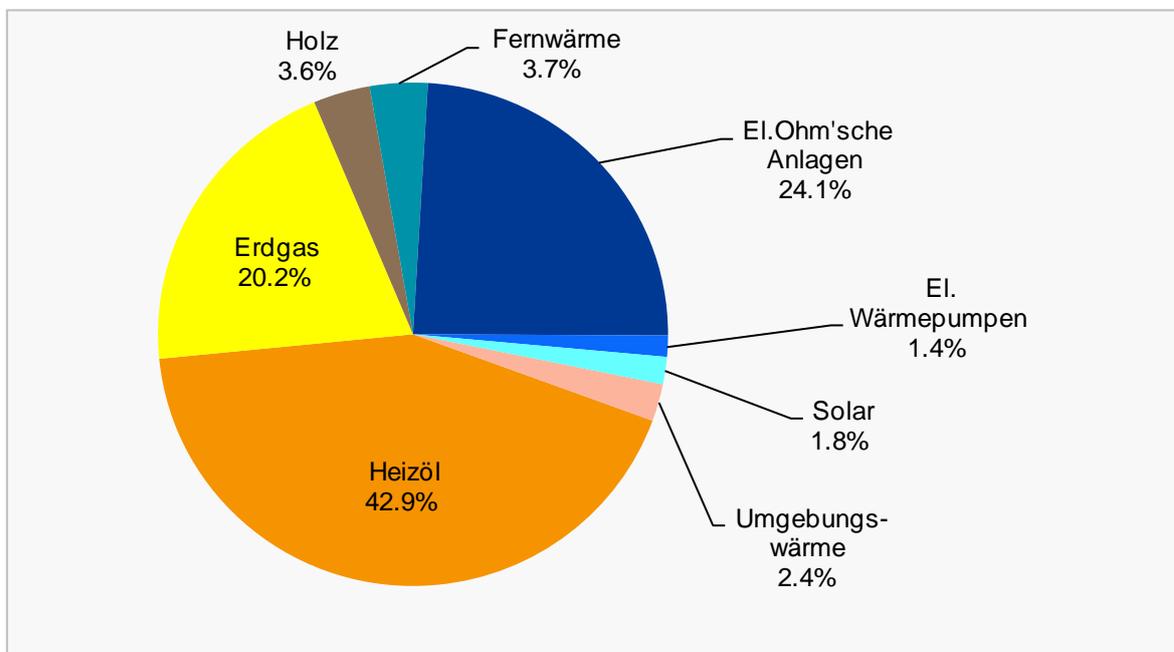
8 Angenommen ist eine Erwärmung des Wassers von 15°C auf 55°C.

Im Jahr 2010 wurden rund 43 % des Verbrauchs durch ölbeheizte Anlagen verursacht (2000: 51,1 %). Insgesamt waren 63,1 % des Verbrauchs den fossilen Energieträgern Öl und Erdgas zuzurechnen (Abbildung 4-3). Der Anteil der erneuerbaren Energieträger (Holz, Solar, Umgebungswärme) betrug 7,7 %, der Rest entfiel vorwiegend auf Strom (25,5 %; inkl. Strom der elektrische Wärmepumpen).

Tabelle 4-5: Private Haushalte: Endenergieverbrauch für Warmwasser nach Energieträgern, in PJ; unkalibrierte Modellwerte

	2000	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Heizöl	16.4	16.0	15.7	15.5	15.1	14.7	14.4	14.1	13.8
Erdgas	5.0	5.4	5.5	5.7	5.8	6.0	6.2	6.3	6.5
Holz	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.2
Fernwärme	0.9	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.2
El. Ohm'sche Anlagen	8.1	8.0	7.9	7.9	7.8	7.7	7.7	7.7	7.8
El. Wärmepumpen	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4
Solar	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6
Umgebungswärme	0.3	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.7	0.8
insgesamt	32.0	32.1	32.0	32.0	31.9	31.6	31.9	31.9	32.2

Abbildung 4-3: Private Haushalte: Aufteilung des Energieverbrauchs 2010 zur Bereitstellung von Warmwasser nach Energieträgern



Kochen

Dem Verwendungszweck Kochen werden neben dem Energieverbrauch für Kochherde (inklusive Steamer) auch der Stromverbrauch der elektrischen Kochhilfen (Dunstabzugshauben, Tee- und Kaffeemaschinen, Toaster, Friteusen, Mikrowellen, Grill sowie übrige Kleinstgeräte) und der Verbrauch der Geschirrspülgeräte zugerechnet. Der Gesamtverbrauch hat sich im Zeitraum 2000 bis 2010 geringfügig ausgeweitet (+0,6 PJ; +6,5 %). Dieser Zuwachs ist weitgehend auf den Mehrverbrauch bei den elektrischen Kochhilfen zurückzuführen (+0,6 PJ; +45,4 %). Hingegen hat sich der Verbrauch von Kochherden und Geschirrspülern trotz der Bevölkerungszunahme nicht wesentlich verändert.

Tabelle 4-6: Private Haushalte: Endenergieverbrauch für Kochherde, Geschirrspüler und elektrische Kochhilfen, in PJ; Modellwerte

Kochen / Geschirrspülen	2000	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Anteil 2010
Erdgas	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	3.9%
Holz	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	1.5%
Elektrizität	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	8.7	8.8	9.0	94.5%
dar. Elektroherd	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	5.0	5.0	5.1	5.1	53.5%
elektrische Kochhilfen	1.4	1.5	1.6	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	21.7%
Geschirrspüler	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	19.3%
insgesamt	8.9	8.9	9.0	9.0	9.1	9.2	9.3	9.4	9.5	100.0%

Übrige elektrische Geräte und Beleuchtung

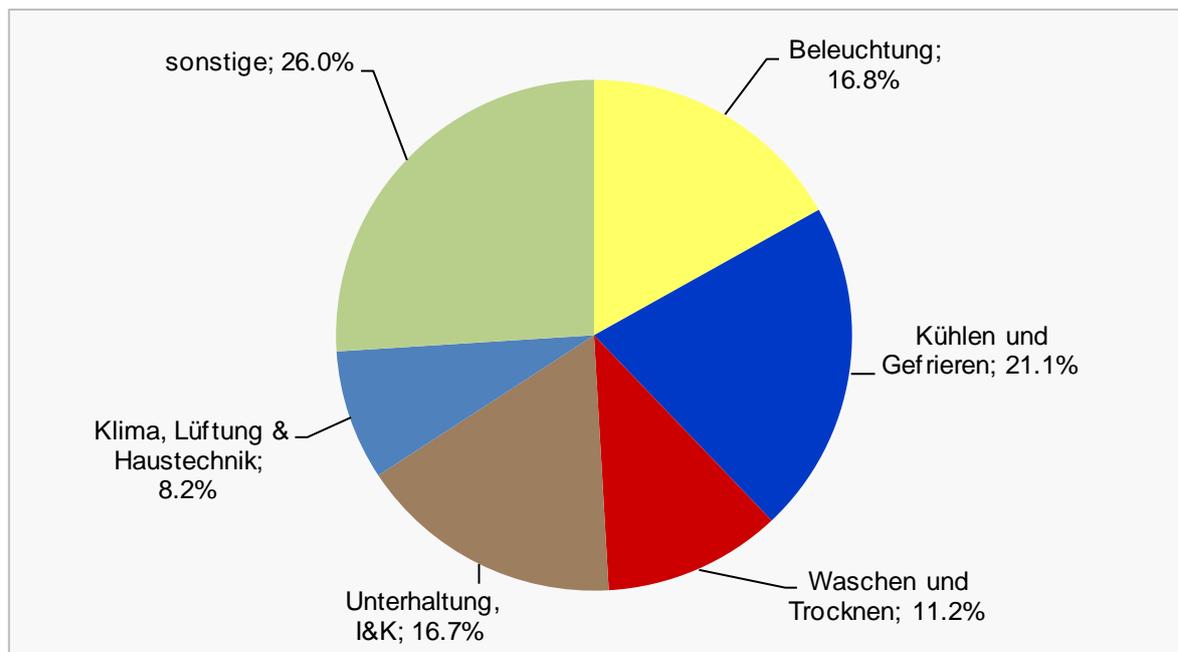
Die Verbrauchsentwicklung der elektrischen Haushaltsgeräte und der Beleuchtung ist in Tabelle 4-7 dargestellt. Zwischen 2000 und 2010 hat sich der Verbrauch um 5,9 PJ (+20,9 %) erhöht. Eine Zunahme ist bei allen Verwendungszwecken zu beobachten. Am stärksten gewachsen sind die sonstigen Verwendungen (+3,7 PJ; +71,7 %) sowie Waschen und Trocknen (+1,2 PJ; +48,7 %). Geringe Zunahmen zeigen sich in den Bereichen Beleuchtung, I&K und Unterhaltung sowie Klima, Lüftung und Haustechnik (inkl. Hilfsenergie Heizen). Der Zuwachs des Verbrauchs für Beleuchtung (+0,1 PJ; +2,4 %) hängt eng mit dem Bevölkerungswachstum und der Gesamtwohnfläche zusammen. Seit 2005 ist der Verbrauch für die Beleuchtung leicht rückläufig, was unter anderem auf den verstärkten Einsatz von Energiesparlampen zurückzuführen ist (-7,2 % ggü. 2005). Im Segment I&K und Unterhaltung ist der Verbrauchsanstieg auf die Gerätegruppen TV und Mobil- und Schnurlostelefone zurückzuführen, während der Verbrauch für Computer (inkl. Peripherie) abnahm. Keine wesentliche Veränderung zeigt der Verbrauch für Kühlen und Gefrieren (+0,3 %).

Tabelle 4-7: *Private Haushalte: Entwicklung des Stromverbrauchs für übrige elektrische Haushaltsgeräte und Beleuchtung, in PJ, Modellwerte*

	2000	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Anteil 2010
Beleuchtung	5.6	6.0	6.1	6.2	6.1	6.0	6.0	5.9	5.7	16.8%
Kühlen und Gefrieren	7.1	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	21.1%
Waschen und Trocknen	2.5	2.9	3.1	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	11.2%
Unterhaltung, I&K	5.4	5.4	5.4	5.5	5.5	5.6	5.7	5.7	5.7	16.7%
Klima, Lüftung & Haustechnik	2.3	2.5	2.5	2.6	2.5	2.3	2.5	2.5	2.8	8.2%
sonstige	5.1	6.3	6.7	7.0	7.4	7.7	8.1	8.4	8.8	26.0%
Summe Elektrogeräte	28.1	30.3	30.8	31.7	32.0	32.3	33.1	33.4	33.9	100.0%

Die relative Bedeutung der unterschiedenen Verwendungszwecke im Bereich übrige elektrische Geräte und Beleuchtung illustriert Abbildung 4-4. Die grössten Anteile weisen die sonstigen Verwendungen (26,0 %), Kühlen und Gefrieren (21,1 %), die Beleuchtung (16,8 %) und die I&K- und Unterhaltungsgeräte (16,7 %) auf. Die Bedeutung von Waschen und Trocknen (+2,1 %-Punkte), Klima, Lüftung und Haustechnik (+0,1 %-Punkte) und die sonstigen Verwendungen (+7,7 %-Punkte) haben im Zeitraum 2000 bis 2010 zugenommen, während die Bedeutung der Beleuchtung (-3,0 %-Punkte), von Kühlen und Gefrieren (-4,3 %-Punkte) sowie von I&K und Unterhaltung (-2,5 %-Punkte) abgenommen hat.

Abbildung 4-4: *Private Haushalte: Aufteilung des Energieverbrauchs 2010 für elektrische Geräte und Beleuchtung nach Verwendungszwecken (ohne Küchengeräte und mobile Heizgeräte)*



4.2 Dienstleistungen und Landwirtschaft

4.2.1 Methodik und Daten

In den Sektoren Dienstleistungen und Landwirtschaft erfolgt die Berechnung des Energieverbrauchs zum ersten Mal mit dem sich in Entwicklung befindenden Modell TEP Tertiary, wobei einige vorgelagerte Berechnungen mit SERVE10 durchgeführt wurden.

Das neue 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 2006a) sowie an den Standardnutzungsbedingungen SIA 2024 (SIA 2006b). Dies erlaubt eine bessere Trennung zwischen den Bereichen Antriebe, Prozesswärme und Klima, Lüftung und übrige Gebäudetechnik. Weitere spezifische Energieanwendungen, namentlich diejenigen ausserhalb des Gebäudebereichs (z.B. Verkehrsinfrastruktur), wurden gemäss Erfordernis ins Modell eingeführt. Das Modell deckt auch die Gebäude des Verkehrssektors und den Sektor Landwirtschaft ab. Für den vorliegenden Bericht der Ex-Post-Analyse nach Verwendungszwecken wurde eine Zuordnungsmatrix zwischen Energieanwendungen gemäss TEP Tertiary und Verwendungszwecken gemäss Ex-post Analyse definiert (Tabelle 4-8).

Für die Modellrechnungen werden für alle Jahre die Rahmendaten Energiebezugsflächen, BIP, sektorale Wertschöpfungen, Energiepreise und die Energieverbrauchsstatistik für Industrie und Dienstleistungen aktualisiert. Die Anpassung an die aktuelle Witterung erfolgt in einem späteren Arbeitsschritt individuell für die einzelnen Verwendungszwecke.

Der mit dem TEP Tertiary Model bestimmte Wärmeenergie- und Stromverbrauch wird anschliessend auf die Verwendungszwecke aufgeteilt. Für die Wärmeenergie erfolgt die Aufteilung auf Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme.⁹ Beim Stromverbrauch werden die Verwendungszwecke nach der SIA Empfehlung 380/4 berücksichtigt. In einem weiteren Schritt werden die Verbräuche so zusammengezogen, dass sie den vorgegebenen Verwendungszwecken der Gesamttaggregation entsprechen.

9 Die Prozesswärme kann beim derzeitigen Stand der Modellentwicklung (Sommer 2011) nur für Stromanwendungen für die Bereiche Küche und Waschen in den Branchen Gastronomie, Gesundheitswesen und Schulen ausgewiesen werden.

Für die Brennstoffe wird angenommen, dass der gesamte Verbrauch innerhalb der Gebäude anfällt. Der Strom, der ausserhalb der Gebäude genutzt wird, wird mit ad-hoc Ansätzen für die einzelnen Anwendungen bestimmt. In den Langfristperspektiven wurde für diesen Teil des Energieverbrauchs für das Ausgangsjahr 1990 insgesamt ein Verbrauch von 4,5 PJ im Dienstleistungssektor und von 2 PJ im Landwirtschaftssektor angenommen. Die zeitliche Entwicklung dieser Verbrauchssegmente erfolgte proportional zur Entwicklung des Stromverbrauchs im Dienstleistungs-, respektive im Landwirtschaftssektor. Bei diesen Rechnungen werden die Öffentliche Beleuchtung, die Infrastruktur von Bahnen, Strassentunnels 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 Haushalten 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“. Der Verbrauch in Ferienwohnungen wird ebenfalls dem Dienstleistungssektor zugeschlagen. Diese Verbräuche werden im Modell Private Haushalte berechnet und anschliessend an den Bereich Dienstleistungen übergeben. Mit diesem Vorgehen wird versucht, möglichst die Abgrenzung zu treffen, die in der Gesamtenergie- und Elektrizitätsstatistik angewendet wird.

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

Tabelle 4-8: Zuordnungsmatrix zwischen Energieanwendungen gemäss TEP Tertiary und Verwendungszwecken gemäss 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.)		■	■					

4.2.2 Verwendungszwecke der Dienstleistungen und der Landwirtschaft

Gesamtenergie

Die Entwicklung des Energieverbrauchs der Jahre 2000 bis 2010 in den Sektoren Dienstleistungen und Landwirtschaft ist in Tabelle 4-9 nach Verwendungszwecken beschrieben. Im Zeitraum 2000 bis 2010 hat sich der Gesamtverbrauch um 11,7 PJ (+8,3 %) erhöht. Der Anstieg ist hauptsächlich auf die Zunahme der Verwendung für Raumwärme (+3,7 PJ; 4,7 %), Klima, Lüftung und Haus-technik (+2,6 PJ; +17,6 %), Antriebe und Prozesse (+1,9 PJ; +12,5 %), I&K und Unterhaltung (+1,5 PJ; +56,3 %) sowie die Be-

leuchtung (+1,4 PJ; +10,0 %) zurückzuführen. Geringfügig zugenommen hat der Verbrauch auch in den Bereichen Prozesswärme (+0,4 PJ) und bei den sonstigen Verbräuchen (+0,9 PJ), während der Verbrauch für Warmwasser gesunken ist (-0,6 PJ; -4,4 %).

Gegenüber dem Vorjahr 2009 hat der Gesamtverbrauch um 8,8 PJ (+6,1 %) zugenommen. Diese Zunahme hängt eng mit der kühlen Witterung im Jahr 2010 und den damit gestiegenen Verbräuchen für Raumwärme (+7,9 PJ ggü. 2009) und Klima, Lüftung, Haustechnik (+0,5 PJ ggü. 2009) zusammen.

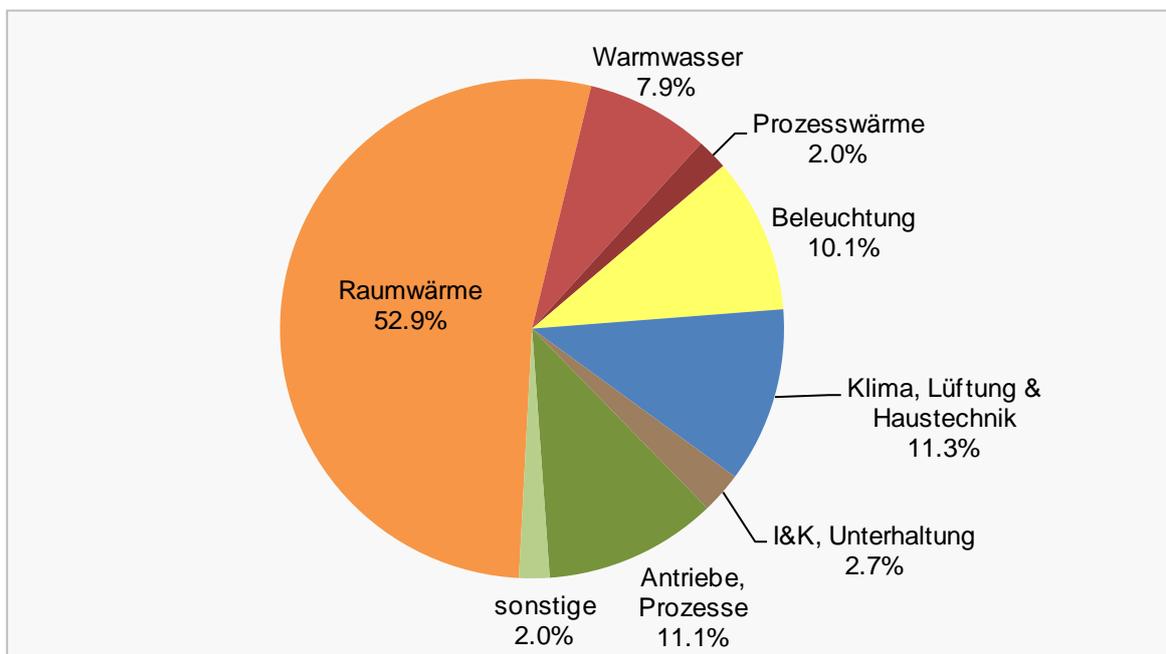
Tabelle 4-9: Dienstleistungssektor und Landwirtschaft: Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Verwendungszwecken, in PJ

	2000	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Raumwärme	77.1	82.6	81.8	83.3	78.4	69.6	75.4	72.8	80.7
Warmwasser	12.6	12.5	12.6	12.5	12.2	12.3	12.2	12.1	12.1
Prozesswärme	2.7	2.7	2.8	2.8	2.8	3.0	3.1	3.0	3.1
Beleuchtung	13.9	14.3	15.0	15.1	15.1	15.3	15.4	15.2	15.3
Klima, Lüftung & Haustechnik	14.7	17.2	16.0	16.7	17.1	15.8	16.6	16.8	17.3
I&K, Unterhaltungsmedien	2.6	2.9	3.2	3.3	3.4	3.7	3.9	3.9	4.1
Antriebe, Prozesse	15.1	15.4	16.2	16.3	16.3	16.9	17.2	16.8	17.0
sonstige	2.1	2.3	2.5	2.6	2.7	2.9	2.9	3.0	3.0
Total Endenergieverbrauch	140.8	149.9	150.0	152.4	147.9	139.5	146.6	143.7	152.5

Im Jahr 2010 entfiel etwas mehr als die Hälfte des Energieverbrauchs der Sektoren Dienstleistungen und Landwirtschaft auf die Bereitstellung der Raumwärme (52,9 %; Abbildung 4-5). Von größerer Bedeutung waren auch die Verwendungszwecke Klima, Lüftung und Haustechnik (11,3 %), Antriebe und Prozesse (11,1 %) und die Beleuchtung (10,1 %).

Die relativen Anteile der Verwendungszwecke am Verbrauch der Sektoren Dienstleistungen und Landwirtschaft haben sich zwischen 2000 und 2010 nur leicht verschoben: Raumwärme -1,8 %-Punkte, Warmwasser -1,1 %-Punkte, Klima, Lüftung und Haustechnik +0,9 %-Punkte, I&K, Unterhaltung +0,8 %-Punkte. Die Anteile der übrigen Verwendungszwecke haben sich zwischen 2000 und 2010 um deutlich weniger als 1 %-Punkt verändert.

Abbildung 4-5: Dienstleistungssektor und Landwirtschaft: Prozentuale Aufteilung des Energieverbrauchs 2010 nach Verwendungszwecken (alle Energieträger)



Brennstoffe, Umwelt- und Solarwärme

Brennstoffe, Umwelt- und Solarwärme werden im Dienstleistungs- und im Landwirtschaftssektor ausschliesslich für Raumwärme und Warmwasser eingesetzt.¹⁰ Der Grossteil des Brennstoffverbrauchs entfiel dabei auf die Raumwärme (87,1 %), der Rest auf die Bereitstellung von Warmwasser (12,9 %; Tabelle 4-10).

Der Gesamtverbrauch dieser Energieträgergruppe hat sich im Zeitraum 2000 bis 2010 um 1,8 PJ ausgeweitet (+2,1 %). Der Raumwärmeverbrauch ist witterungsbedingt um rund 2,4 PJ gestiegen, der Warmwasserverbrauch war rückläufig (-0,7 PJ; -5,5 %).

10 Die Prozesswärme ist beim derzeitigen Stand der Modellentwicklung (Sommer 2011) noch unter Warmwasser subsummiert. Der Anteil der Solar- und Umweltwärme an den "Brennstoffen" beträgt knapp 2 %.

Tabelle 4-10: Dienstleistungssektor und Landwirtschaft: Entwicklung des Brennstoffverbrauchs inkl. Solar- und Umweltwärme nach Verwendungszwecken, in PJ

	2000	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Anteil 2010
Raumwärme	72.9	77.9	76.9	78.2	73.5	65.1	70.5	68.1	75.3	87.1%
Warmwasser	11.8	11.6	11.7	11.6	11.3	11.4	11.2	11.2	11.1	12.9%
insgesamt	84.7	89.6	88.6	89.8	84.8	76.5	81.7	79.3	86.5	100.0%

Elektrizität

Der Stromverbrauch in den Sektoren Dienstleistungen und Landwirtschaft ist zwischen 2000 und 2010 um 9,9 PJ angewachsen (+17,7 %; Tabelle 4-11). Der Anteil der Elektrizität am Sektorverbrauch ist von 40 % auf 43 % gestiegen (2009: 45 %). Der Anstieg wurde hauptsächlich durch den Verbrauchsanstieg für Klima, Lüftung und Haustechnik verursacht (+2,6 PJ; +17,6 %). Die Verbräuche für Prozesse und Antriebe (+1,9 PJ; +12,5 %), Unterhaltung, I&K (1,5 PJ; 56,3 %) und Beleuchtung (+1,4 PJ; +10,0 %) haben sich ebenfalls deutlich erhöht. Bei der stromgenerierten Raumwärme zeigte sich ein Anstieg um 1,2 PJ (+29,0 %). Dieser ist auf die Witterung, aber auch auf den vermehrten Einsatz von elektrischen Wärmepumpen zurückzuführen.

Tabelle 4-11: Dienstleistungssektor und Landwirtschaft: Entwicklung des Elektrizitätsverbrauchs nach Verwendungszwecken, in PJ

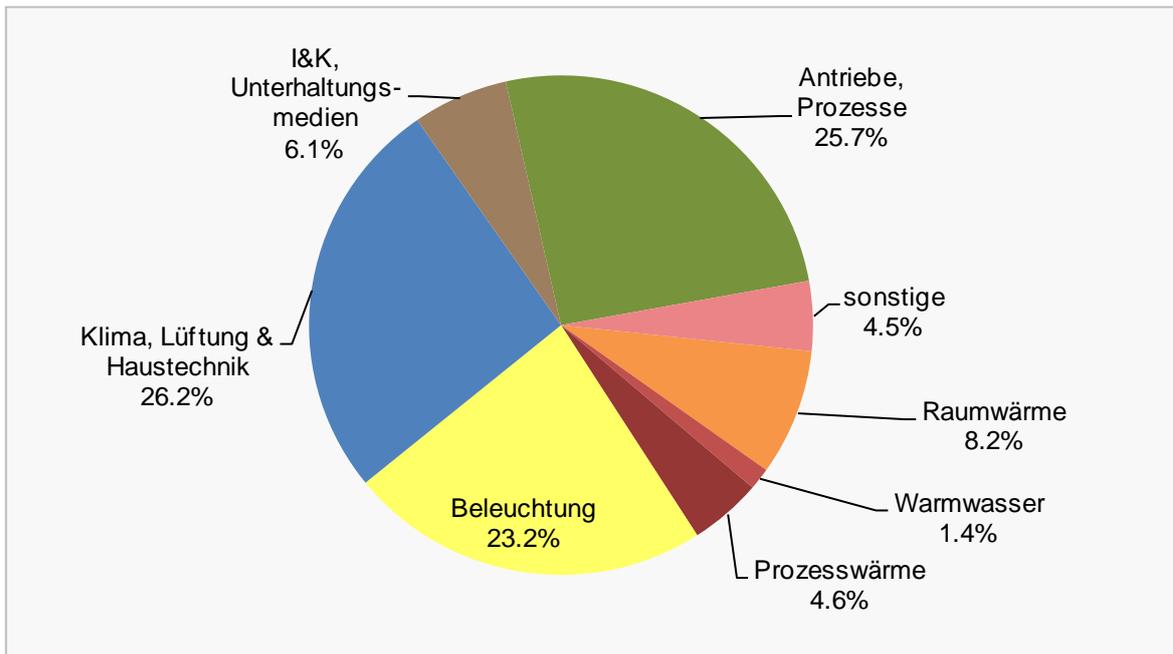
	2000	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Raumwärme	4.2	4.7	4.8	5.0	4.9	4.4	4.9	4.8	5.4
Warmwasser	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
Prozesswärme	2.7	2.7	2.8	2.8	2.8	3.0	3.1	3.0	3.1
Beleuchtung	13.9	14.3	15.0	15.1	15.1	15.3	15.4	15.2	15.3
Klima, Lüftung & Haustechnik	14.7	17.2	16.0	16.7	17.1	15.8	16.6	16.8	17.3
I&K, Unterhaltungsmedien	2.6	2.9	3.2	3.3	3.4	3.7	3.9	3.9	4.1
Antriebe, Prozesse	15.1	15.4	16.2	16.3	16.3	16.9	17.2	16.8	17.0
sonstige	2.1	2.3	2.5	2.6	2.7	2.9	2.9	3.0	3.0
insgesamt	56.1	60.4	61.4	62.6	63.1	63.0	64.9	64.4	66.0

Die prozentuale Aufteilung des Elektrizitätsverbrauchs des Jahres 2010 im Dienstleistungssektor und der Landwirtschaft ist aus Abbildung 4-6 ersichtlich. Am meisten Strom wurde für Klima, Lüftung und Haustechnik (26,2 %), Antriebe und Prozesse (25,7 %) und die Beleuchtung (23,2 %) aufgewendet. Mittlere Bedeutung haben die Verwendungszwecke I&K und Unterhaltung (6,1 %) sowie Raumwärme (8,2 %), während der Verbrauch für Prozesswärme (4,6 %), sonstige Verwendungen (4,5 %) und Warmwasser (1,4 %) geringe Bedeutung besaßen.

Die Bedeutung der einzelnen Verwendungszwecke hat sich seit 2000 leicht verändert. Die Anteile von Unterhaltung, I&K (+1,5 %-

Punkte), der sonstigen Verwendungen (+0,8 %-Punkte) und der Raumwärme (+0,7 %-Punkte) sind gestiegen, die Anteile der Beleuchtung (-1,6 %-Punkte) sowie der Antriebe und Prozesse (-1,2 %-Punkte) gesunken. Die Anteile der übrigen Verwendungszwecke haben sich nicht wesentlich verändert.

Abbildung 4-6: Dienstleistungssektor und Landwirtschaft: Prozentuale Aufteilung des Elektrizitätsverbrauchs 2010 nach Verwendungszwecken

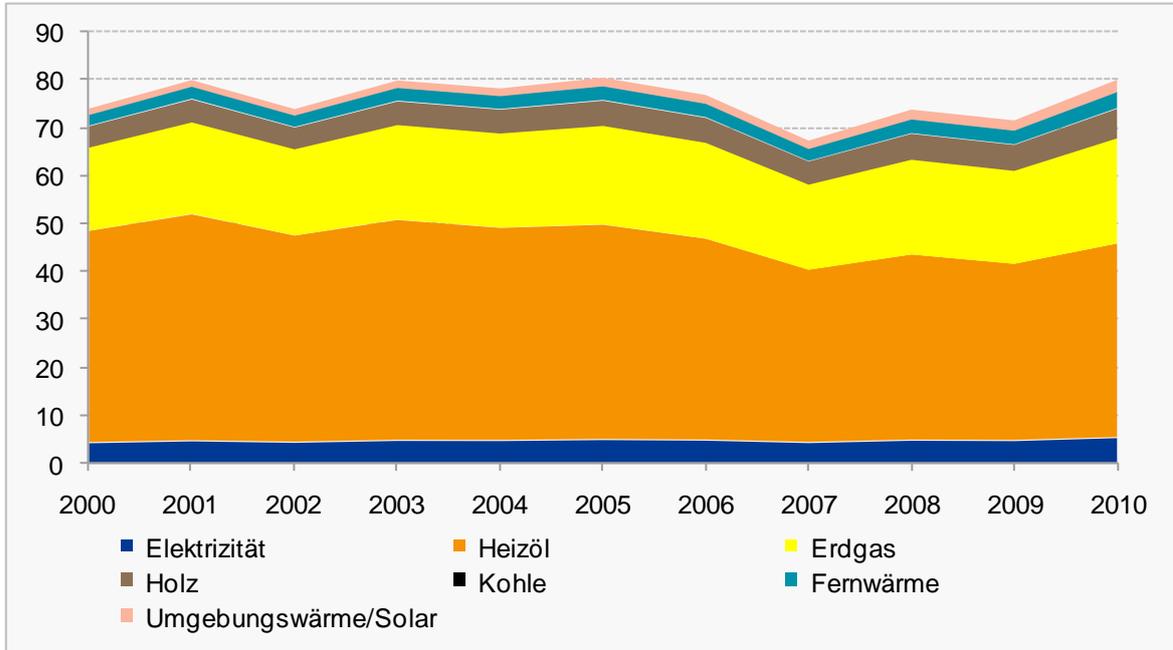


Energieträgerstruktur von Raumwärme und Warmwasser

Die Entwicklung des Raumwärmeverbrauchs nach Energieträgern (inkl. Elektrizität) ist in Abbildung 4-7 dargestellt. Der Raumwärmeverbrauch wurde dominiert vom Energieträger Heizöl. Der Anteil war jedoch rückläufig, von 59,9 % im Jahr 2000 auf 50,8 % im Jahr 2010. Am stärksten gestiegen ist der Anteil von Erdgas, von 23,4 % auf 27,4 %. Die Anteile der übrigen Energieträger sind ebenfalls gestiegen, mit weniger als 10 % blieben sie jedoch noch vergleichsweise unbedeutend.

Entwicklung und Energieträgerstruktur des Warmwasserverbrauchs unterschieden sich nicht wesentlich vom Raumwärmeverbrauch. Auch der Warmwasserverbrauch wurde, bei abnehmender Tendenz, vom Energieträger Heizöl dominiert. Der Heizölanteil ist von 61,7 % in 2000 auf 53,9 % in 2010 gesunken. Der Anteil von Erdgas hat sich um 3,2 %-Punkte auf 26 % erhöht. Im Gegensatz zum Haushaltssektor hatte im Dienstleistungssektor die Elektrizität mit einem Anteil von rund 7,5 % nur eine geringe Bedeutung bei der Bereitstellung von Warmwasser (Haushalte 2010: 25,5 %).

Abbildung 4-7: Dienstleistungssektor und Landwirtschaft: Raumwärmeverbrauch 2000 bis 2010 nach Energieträgern (inkl. Elektrizität), in PJ



4.3 Industrie

4.3.1 Methodik und Daten

Die Basis für die Modellierung des Energieverbrauches nach Verwendungszwecken im Industriesektor stellt das Industriemodell dar, wie es für die im Jahre 2007 abgeschlossenen Energieperspektivarbeiten des Bundes verwendet wurde. Dieses Modell wurde ergänzt und mit den neuesten Inputdaten aktualisiert. Gesamthaft werden in diesem Bottom-up-Modell für den industriellen Energieverbrauch 143 Produktions-Prozesse unterschieden. Zu diesen Produktionsprozessen kommen weitere 64 Prozesse, welche die energetischen Aufwendungen für Raumheizung, Warmwasser, Büroelektronik usw. beschreiben. Jeder dieser Prozesse wird mengenmässig über einen so genannten "Hochrechnungsfaktor" und energetisch über einen spezifischen Verbrauchsfaktor beschrieben. Die produktionsbezogenen physischen Hochrechnungsfaktoren stammen direkt von den jeweiligen Branchenverbänden, die nichtphysischen Produktionsindizes vom Bundesamt für Statistik (zum Teil mit Umrechnungen von Prognos / Basics). Der Input für das Total der Energiebezugsflächen wird von Wüest & Partner geliefert, wobei die Differenzierung nach Branchen durch Prognos / Basics erfolgt.

Die gesamthaft für die Industrie unterschiedenen 207 Prozesse werden 16 Branchen zugeordnet. Diese Branchen wurden aufgrund von energetischen und modelltechnischen Überlegungen definiert und orientieren sich in den Details der wechselseitigen Abgrenzungen an den offiziellen Branchenstrukturen des BFS (der so genannten NOGA-Systematik). Letzteres bedeutet, dass die modellmässige Struktur der Industrie inhaltlich weitgehend mit der Industriestatistik (BFE, 2010) kongruent ist. In quantitativer Hinsicht können aber Unterschiede auftreten, indem im Modell Definition und energetische Zuordnung einzelner Prozesse zu bestimmten Branchen sich auch von Branchen- und anderweitigen Informationen leiten lassen, die nur bedingt mit der auf Arbeitsstätten basierenden Industriestatistik zusammenpassen müssen.¹¹ Deshalb werden zwar die Resultate der Industriestatistik zur Plausibilisierung der Modellresultate herangezogen, es wird aber zur Zeit nicht auf diese kalibriert.¹²

In älteren Ausgaben der Gesamtenergiestatistik wurde der Brennstoff-Input für die industriellen WKK-Anlagen teilweise im Industriesektor verbucht. Seit der Energiestatistik 2010 wird der gesamte Energieinput für WKK-Anlagen dem Umwandlungssektor zugerechnet. Daraus erklärt sich das gegenüber früheren Publikationen um rund 2-3 PJ tiefere Verbrauchsniveau im Industriesektor. Im Industriemodell ist der Input für WKK-Anlagen beim Verwendungszweck „sonstige Verbräuche“ subsumiert. Damit der Sektorverbrauch mit der Gesamtenergiestatistik vergleichbar ist, wurden jene Input-Anteile, die der Stromproduktion zuzurechnen sind, nicht berücksichtigt.

4.3.2 Verwendungszwecke der Industrie

Gesamtenergie

Die Entwicklung des Energieverbrauchs nach Verwendungszwecken der Jahre 2000 bis 2010 im Industriesektor ist in Tabelle 4-12 dargestellt. Der Gesamtverbrauch des Industriesektors hat sich im Zeitraum 2000 bis 2010 um 10,0 PJ (+6,2 %) ausgeweitet. Die Verbrauchszunahme war zu grossen Teilen durch die Zunahme des Verbrauchs für Prozesswärme verursacht (+6,5 PJ ggü. 2000). Grössere Zunahmen zeigten sich auch bei den Antrieben und Prozessen (+1,9 PJ; +5,1 %), der Raumwärme (+1,4 PJ; +6,4 %) und beim Warmwasser (+1,2 PJ; +42,1 %).

11 Mit andern Worten: Die statistische Zuordnung von Arbeitsstätten bzw. von Energieverbräuchen zu einer bestimmten NOGA-Nummer kann sich von der inhaltlichen Zuordnung einer bestimmten Energieverbrauchsinformation zu einer NOGA-Nummer unterscheiden.

12 Mit gewissen Differenzüberlegungen (was wird wo dazu genommen bzw. ausgeklammert) könnte man dies aber für die meisten der von Prognos / Basics unterschiedenen Branchen tun.

Der Verbrauch wurde erheblich durch die Wirtschaftsentwicklung beeinflusst. Nach dem starken Einbruch im Jahr 2009 (-10,9 PJ ggü. 2008) ist der Energieverbrauch im Jahr 2010 wieder kräftig angestiegen (+7,4 PJ ggü. 2009). Der Verbrauchsanstieg gegenüber dem Vorjahr 2009 erstreckte sich über alle Verwendungszwecke, mit Ausnahme der Beleuchtung. Die grössten Zuwächse zeigten sich bei der Prozesswärme (+2,7 PJ; +3,0 %) und bei den Antrieben und Prozessen (+2,5 PJ; +6,5 %). Der Anstieg bei der Raumwärme um +1,9 PJ (+8,9 %) ist hauptsächlich auf die kühle Witterung im Jahr 2010 zurückzuführen.

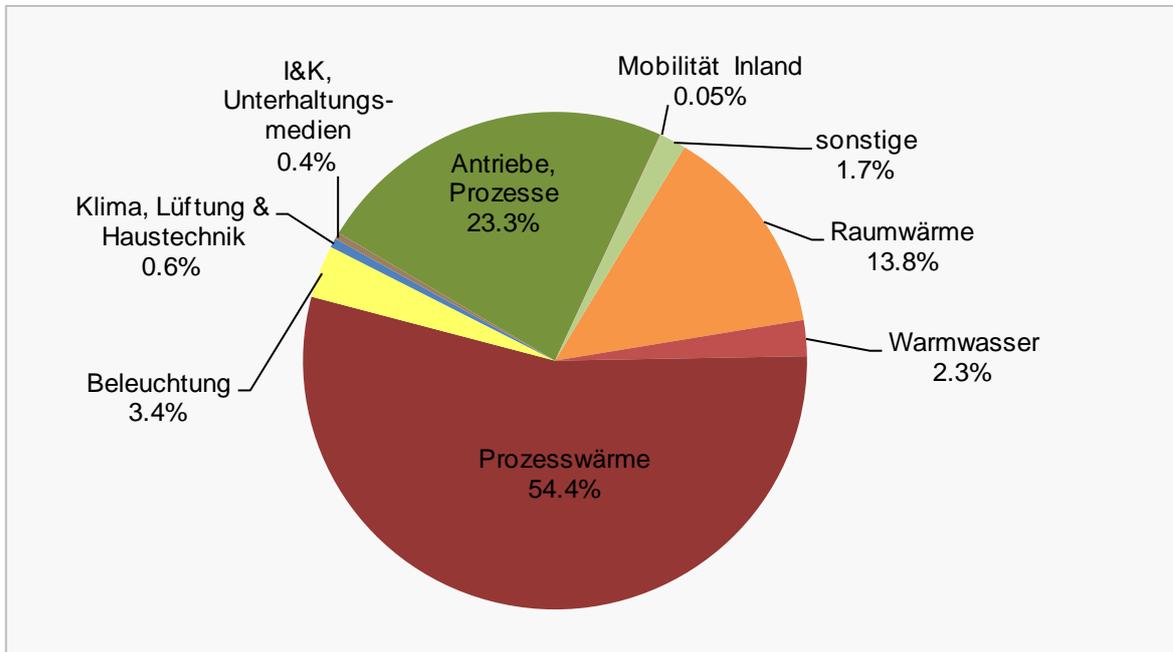
Tabelle 4-12: Industriesektor: Entwicklung des Endverbrauchs 2000 bis 2010 nach Verwendungszwecken, in PJ

	2000	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Raumwärme	22.2	22.9	22.6	23.3	22.2	21.2	23.0	21.6	23.6
Warmwasser	2.8	3.0	3.2	3.3	3.4	3.7	3.9	3.8	4.0
Prozesswärme	86.6	90.7	92.2	92.8	96.8	96.0	97.1	90.4	93.1
Beleuchtung	5.7	5.5	5.6	5.6	5.7	5.9	5.9	5.9	5.8
Klima, Lüftung & Haustechnik	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0
I&K, Unterhaltungsmedien	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
Antriebe, Prozesse	38.0	37.7	38.5	39.1	39.4	39.3	39.9	37.5	39.9
Mobilität Inland	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
sonstige	4.1	3.9	4.0	3.7	3.5	3.3	2.9	2.8	2.9
Total Endenergieverbrauch	161.2	165.5	168.0	169.7	173.0	171.3	174.7	163.7	171.1

Im Jahr 2010 wurden mehr als drei Viertel des Verbrauchs für Prozesswärme (54,4 %) sowie Antriebe und Prozesse (23,3 %) aufgewendet. Die Raumwärme hatte mit einem Anteil von 13,8 % ebenfalls noch eine gewisse Bedeutung (Abbildung 4-8). Warmwasser, Beleuchtung, I&K, Mobilität (Elektro-“Werkverkehr“¹³), Klima, Lüftung und Haustechnik sowie die sonstige Verwendungen waren von untergeordneter Bedeutung. Die Anteile dieser Verwendungszwecke betragen zusammen weniger als 9 %.

13 Dieser Verbrauch setzt sich aus elektrischen Gabelstaplern, Förderbändern usw. zusammen, und wird nicht als eigentlicher Verkehr betrachtet. Der Werkverkehr von Transport- und Lastwagen wird beim Verkehr berücksichtigt.

Abbildung 4-8: Industriesektor: Prozentuale Anteile der Verwendungszwecke am Energieverbrauch 2010



Brennstoffe, Umwelt- und Solarwärme

Der Anteil von Brennstoffen sowie Umwelt- und Solarwärme am Sektor-Gesamtverbrauch belief sich 2010 auf rund 60 % und hat sich im Zeitraum 2000 bis 2010 nicht wesentlich verändert. Der absolute Verbrauch dieser Energieträgergruppe ist seit dem Jahr 2000 um 5,7 PJ (+5,9 %) gestiegen (Tabelle 4-13).¹⁴ Die Zunahme ist weitgehend auf den höheren Verbrauch für Prozesswärme zurückzuführen (+4,3 PJ; +6,6 %). Die sonstigen Verbräuche setzen sich überwiegend aus den Inputs für WKK-Prozesse zusammen (Anteil Wärme). Dieser Verbrauch hat sich im Zeitraum 2000 bis 2010 um 1,2 PJ reduziert (-29 %).

Analog zum Gesamtverbrauch ist die Entwicklung dieser Energieträgergruppe stark durch den Wirtschaftsverlauf, insbesondere durch die Krise 2008/2009 beeinflusst worden. Im Zeitraum 2000 bis 2008 war ein deutlicher Verbrauchsanstieg zu beobachten (+9,2 PJ ggü. 2000). Im Jahr 2009 ging der Brennstoffeinsatz um 7,1 PJ zurück (-6,7 %). Mit der anziehenden Konjunktur im Jahr 2010 sowie der kühlen Witterung stieg der Brennstoffverbrauch; gegenüber dem Vorjahr 2009 um 3,6 PJ (+3,6 %). Am stärksten erhöht hat sich der Brennstoffeinsatz für Raumwärme (+1,9 PJ; +9 %) und für Prozesswärme (+1,3 PJ; +1,9%).

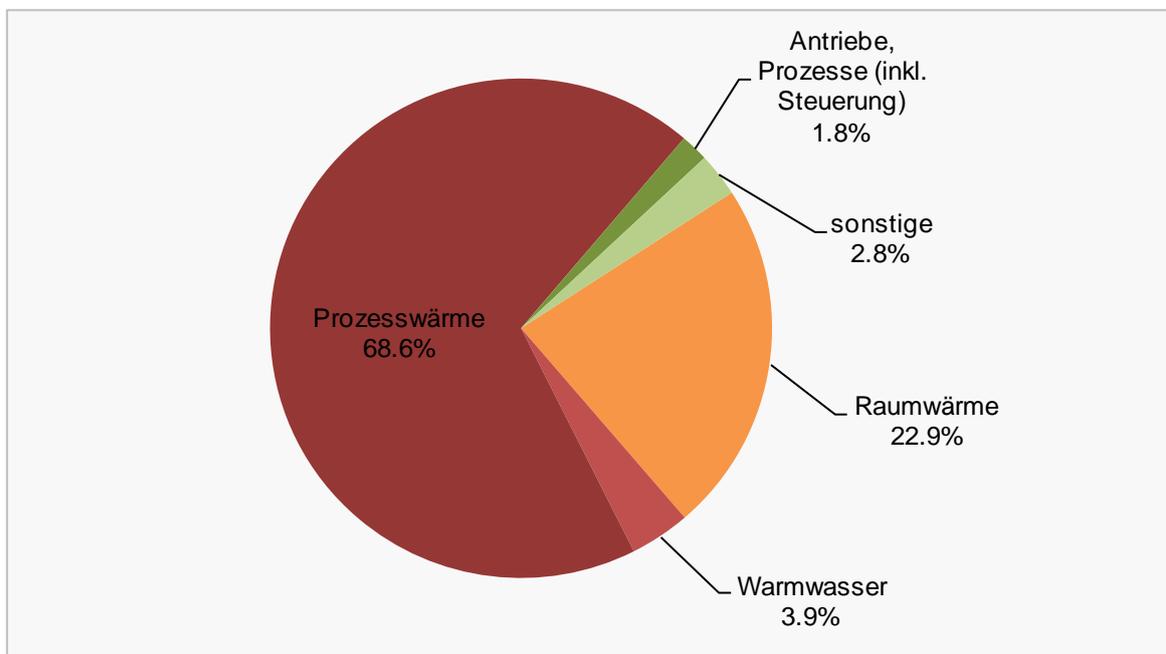
¹⁴ Solar- und Umweltwärme sind bei Raumwärme und Warmwasser dazu gerechnet, ihr Anteil ist gering (< 1%).

Tabelle 4-13: *Industriesektor: Entwicklung des Brennstoffverbrauchs nach Verwendungszwecken, in PJ*

	2000	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Raumwärme	22.0	22.7	22.5	23.1	22.0	20.9	22.8	21.4	23.3
Warmwasser	2.8	3.0	3.2	3.3	3.4	3.7	3.8	3.8	3.9
Prozesswärme	65.5	68.4	69.5	69.9	73.8	73.1	73.8	68.5	69.8
Antriebe, Prozesse	1.7	1.7	1.7	1.8	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8
sonstige	4.1	3.9	4.0	3.7	3.5	3.3	2.9	2.8	2.9
insgesamt	96.1	99.6	100.9	101.7	104.6	102.9	105.3	98.2	101.7

Die relativen Anteile der Verwendungszwecke am Brennstoffverbrauch im Jahr 2010 sind in Abbildung 4-9 dargestellt. Mehr als zwei Drittel der Energie fließen in die Erzeugung von Prozesswärme (68,6 %) und mehr als ein Fünftel in die Bereitstellung von Raumwärme (22,9 %). Die Bedeutung der übrigen Verwendungszwecke am Brennstoffverbrauch (inkl. Solar- und Umweltwärme) war gering. Gegenüber dem Jahr 2000 haben sich die Anteile nur leicht verändert: sonstige Verwendungen -1,4 %-Punkte, Warmwasser +1,0 %-Punkte, Prozesswärme +0,5-Punkte. Die Anteile von Raumwärme, Antrieben und Prozessen haben sich nicht verändert.

Abbildung 4-9: *Industriesektor: Prozentuale Anteile der Verwendungszwecke am Brennstoffverbrauch 2010*



Elektrizität

Der Elektrizitätsverbrauch des Industriesektors lag im Jahr 2010 um 4,3 PJ (+6,6 %) über dem Verbrauch im Jahr 2000 (Tabelle 4-14). Dabei ist der industriell generierte WKK-Strom beim aus-

gewiesenen Stromverbrauch als Endverbrauch mitberücksichtigt. Folglich bildet dieser den effektiven Verbrauch des Sektors ab. Ursächlich für die Verbrauchszunahme waren vor allem die gestiegenen Verbräuche für Prozesswärme (+2,2 PJ; +10,4 %) sowie Antriebe und Prozesse (+1,8 PJ; +5,0 %).

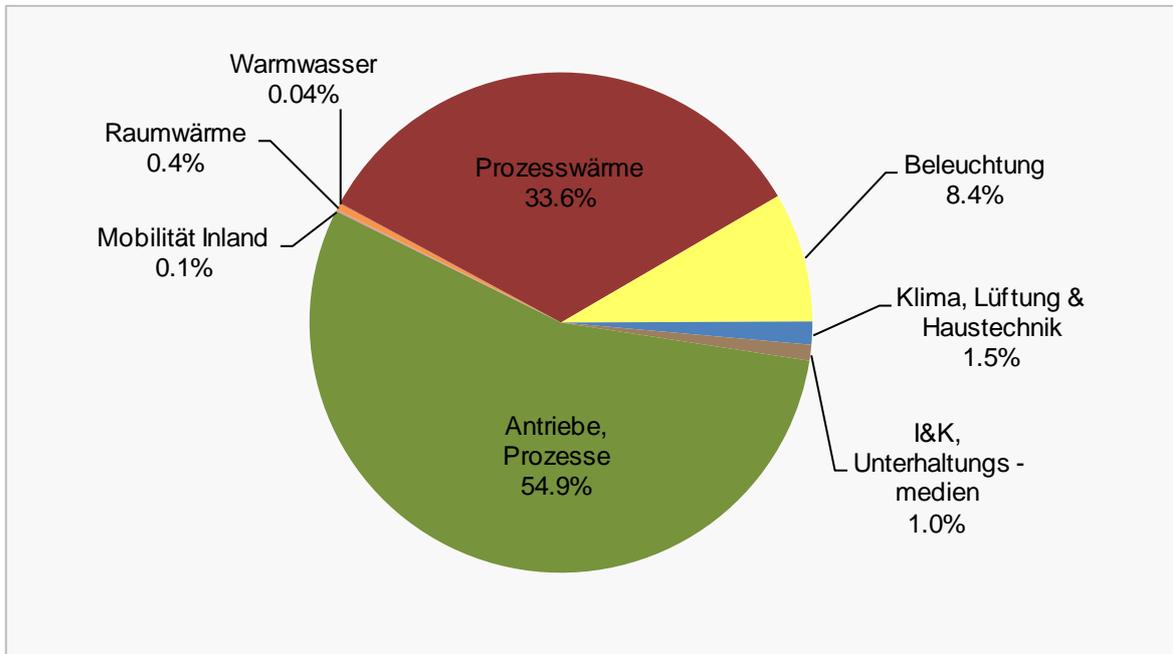
Auch der Stromverbrauch ist spürbar durch die Wirtschaftskrise 2008/2009 beeinflusst. Im Zeitraum 2000 bis 2008 zeigt sich eine Verbrauchszunahme von 4,3 PJ (+6,7 %). Im Jahr 2009 verringerte sich die Nutzung von Strom um 3,9 PJ (-5,6 %). Zusammen mit der wirtschaftlichen Erholung im Jahr 2010 stieg auch die Verwendung von Strom wieder an (+3,8 PJ; +5,8 % ggü. 2009). Die stärksten Zunahmen gegenüber dem Vorjahr sind in den Bereichen Prozesswärme (+1,4 PJ; +6,6 %) und Antriebe und Prozesse (+2,4 PJ; +6,7 %) zu beobachten.

Tabelle 4-14: Industriesektor: Elektrizitätsverbrauch nach Verwendungszwecken, in PJ

	2000	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Raumwärme	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3
Warmwasser	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Prozesswärme	21.1	22.3	22.7	23.0	23.0	22.9	23.3	21.9	23.3
Beleuchtung	5.7	5.5	5.6	5.6	5.7	5.9	5.9	5.9	5.8
Klima, Lüftung & Haustechnik	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0
I&K, Unterhaltungsmedien	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
Antriebe, Prozesse	36.3	36.0	36.8	37.4	37.6	37.5	38.0	35.7	38.1
Mobilität Inland	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
insgesamt	65.1	65.9	67.1	68.0	68.4	68.4	69.4	65.6	69.4

Die Prozesswärme besass auch beim Elektrizitätsverbrauch eine grosse Bedeutung. Im Jahr 2010 wurden 33,6 % des Stromverbrauchs des Industriesektors für die Bereitstellung von Prozesswärme eingesetzt (Abbildung 4-10). Die grösste Bedeutung am Elektrizitätsverbrauch hatte der Verwendungszweck Antriebe und Prozesse inklusive Steuerung. Der Verbrauchsanteil dieses Verwendungszweckes lag im Jahr 2010 bei 54,9 % (2000: 55,8 %). Der Anteil für die Beleuchtung belief sich auf 8,4 %. Die Bedeutung der übrigen Verwendungszwecke war gering, ihre Anteile am Stromverbrauch waren kleiner als 2 %.

Abbildung 4-10: Industriesektor: Prozentuale Anteile der Verwendungszwecke am Elektrizitätsverbrauch 2010



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, Off-Road als an sich sachfremder, aber doch „verkehrsnahe“ 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 / Off-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-/ Regio-

nalverkehr). Die nachstehende Tabelle zeigt diese Kategorisierung.

Tabelle 4-15: Verkehrssektor: Aufteilung der Verbraucher in verschiedene Gruppen

Verbrauchsklassen		
On-Road (Strassenverkehr)	Off-Road / Verkehr	Off-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)	<i>Fossile Treibstoffe:</i> - Land-, Forstwirtschaft - Baumaschinen - Industrie - Militär - Mobile Geräte (Gartenpflege etc.)
	<i>Elektrizität:</i> - Schienenverkehr - (Güter-, Personenverkehr)	

Bei der Modellierung werden vier Bereiche unterschieden, die als Bottom-up-Modelle charakterisiert werden können: Strassenverkehr, Schienenverkehr, Off-Road und Flugverkehr.¹⁵

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

Der Flugverkehr ist in dem Sinne speziell, als er im Unterschied zum Landverkehr nur zum geringsten 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. 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.

¹⁵ Eine ausführlichere Beschreibung der Modelle findet sich in INFRAS 2007, Kap. 2.4.2. oder BFE 2008.

4.4.2 Verwendungszwecke des Verkehrs

Im Zeitraum 2000 bis 2010 resultiert im Verkehrssektor eine Zunahme des Inlandverbrauchs um 1,0 PJ (+0,4 %). Die Entwicklungen bei den Verkehrsträgern sind unterschiedlich (Tabelle 4-16).

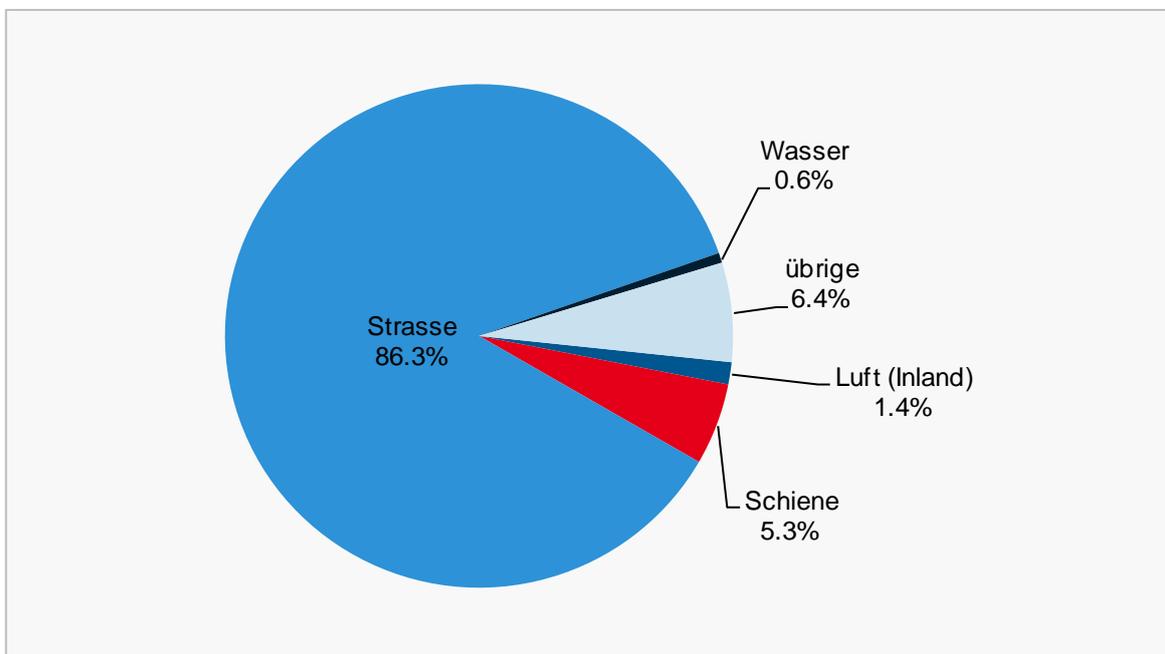
- Der Verbrauch des inländischen Luftverkehrs hat sich gegenüber dem Jahr 2000 um 1,1 PJ reduziert (-25,5 %). Seit dem Jahr 2005 hat sich das Verbrauchsniveau nur noch unwesentlich verändert.
- Der Verbrauch des Schienenverkehrs ist von 10 PJ im Jahr 2000 auf 11,9 PJ im Jahr 2010 angestiegen (+19,5 %).
- Der Verbrauch des Strassenverkehrs ist im Zeitraum 2000 bis 2008 angestiegen, seit dem Jahr 2009 ist er rückläufig. Im Jahr 2010 lag der Verbrauch bei 195,7 PJ und damit wieder auf dem Niveau des Jahres 2000.
- Der Energieverbrauch für den Verkehr auf dem Wasser (+0,04 PJ) und für den „übrigen Verkehr“ (+0,2 PJ) hat sich nicht wesentlich verändert.

Tabelle 4-16: Verkehrssektor: Energieverbrauch nach Verkehrsträgern, in PJ

	2000	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Luft (Inland)	4.3	3.6	3.5	3.3	3.3	3.5	3.1	3.2	3.2
Schiene	10.0	11.2	11.1	11.2	11.4	11.5	11.6	11.8	11.9
Strasse	195.7	196.3	196.7	197.0	196.3	197.3	197.3	196.0	195.7
Wasser	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
übrige	14.3	14.4	14.4	14.5	14.5	14.4	14.4	14.4	14.4
Summe	225.7	226.9	227.0	227.4	226.8	228.1	228.0	226.9	226.7

Die Aufteilung des Energieverbrauchs des Verkehrssektors nach Verkehrsträgern ist in Abbildung 4-11 beschrieben. Im Jahr 2010 entfiel der Grossteil auf den Strassenverkehr, welcher 86,3 % des Verbrauchs verursachte. Auf den Schienenverkehr entfielen 5,3 %, auf den inländischen Flugverkehr 1,4 % und auf den übrigen Verkehr 6,4 % des Verbrauchs. Die Schifffahrt war mit einem Verbrauchsanteil von 0,6 % von geringer Bedeutung.

Abbildung 4-11: Verkehrssektor: Prozentuale Anteile der Verkehrsträger am Energieverbrauch 2010



Eine weitere Unterscheidung des Energieverbrauchs des Verkehrssektors kann hinsichtlich der Differenzierung zwischen Güter- und Personenverkehr vorgenommen werden (Tabelle 4-17). Der Personenverkehr wies einen deutlich grösseren Verbrauchsanteil auf als der Güterverkehr. Im Jahr 2010 belief sich der Anteil des Personenverkehrs auf 74,3 %, derjenige des Güterverkehrs auf 17,1 %. Im Zeitraum 2000 bis 2010 hat sich der Personenverkehr nur wenig verändert, gegenüber dem Jahr 2000 ist der Verbrauch 0,4 PJ zurückgegangen (-0,2 %). Der Güterverkehr ist gekoppelt an die wirtschaftliche Entwicklung. Daraus erklärt sich unter anderem der Rückgang im Jahr 2009. Im Jahr 2010 lag der Verbrauch des Güterverkehrs um 2,2 PJ über dem Verbrauch im Jahr 2000 (+6,1 %; ggü. 2009 +2,5 %). Etwa 9 % des Verbrauchs können nicht eindeutig auf die Kategorien „Personen“ und „Güter“ zugewiesen werden. Dies betrifft vor allem den Verbrauch des Off-Road-Sektors.

Tabelle 4-17: Verkehrssektor: Energieverbrauch nach Verwendungsart, in PJ

	2000	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Anteil 2010
Güter	36.5	36.2	36.5	37.3	37.9	38.3	38.3	37.8	38.7	17.1%
Personen	168.7	170.8	170.7	170.4	169.2	170.0	170.1	169.5	168.3	74.3%
undifferenziert	20.5	19.9	19.8	19.7	19.7	19.8	19.5	19.6	19.6	8.7%
Summe	225.7	226.9	227.0	227.4	226.8	228.1	228.0	226.9	226.7	100.0%

Aufgrund der Verbrauchszunahme des Güterverkehrs im Zeitraum 2000 bis 2010 hat sich eine leichte Anteilsverschiebung ergeben: der Anteil des Güterverkehrs am Sektorverbrauch hat sich um

0,9 %-Punkte erhöht, jener des Personenverkehrs um 0,5 %-Punkte reduziert. Der Anteil des „undefinierten“ Verkehrs hat um 0,4 %-Punkte abgenommen.

Der Energieverbrauch des Verkehrssektors nach Energieträgern ist in Tabelle 4-18 abgebildet. Benzin, gefolgt von Diesel sind die wichtigsten Energieträger. Auf diese beiden Energieträger entfielen rund 93 % des sektoralen Energieverbrauchs (Abbildung 4-12). Der geringe Kerosinverbrauch ist darauf zurückzuführen, dass lediglich der inländische Flugverkehr berücksichtigt wird. Der Gas-Verbrauch (CNG¹⁶) kommt hauptsächlich von der Industrie (unter Off-Road) und ist noch marginal. Das gilt auch für den Gas-Absatz im Strassenverkehr.

Im Zeitraum 2000 bis 2010 zeigt sich eine starke Verlagerung des Benzinverbrauchs in Richtung Dieserverbrauch. Der Benzinverbrauch hat zwischen 2000 und 2010 um 30,4 PJ abgenommen (-19,9 %), während sich der Dieserverbrauch um 30,0 PJ ausgeweitet hat (+50,8 %). Der Treibstoffverbrauch für den Strassenverkehr insgesamt (inkl. Biogene und gasförmige Treibstoffe) hat um 0,2 PJ (+0,1 %) zugenommen. In der gleichen Periode wurde der Gesamtfahrzeugbestand um 16,9 % ausgeweitet (vgl. Tabelle 2-3).

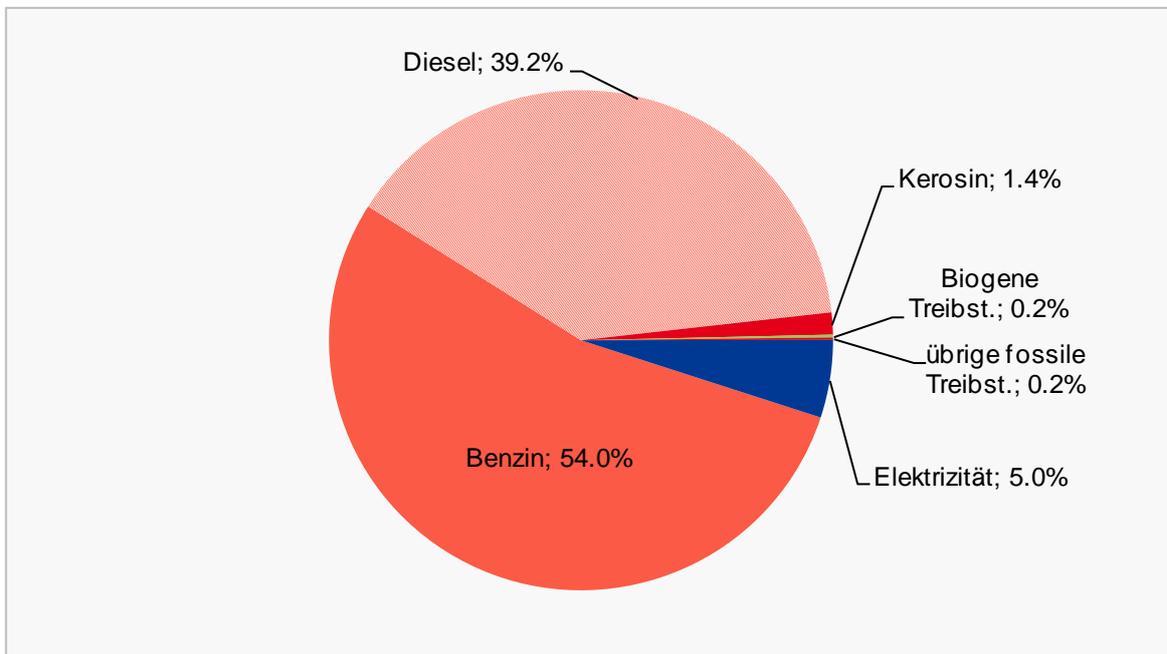
Der inländische Kerosinverbrauch (Flugverkehr) ist von 4,3 PJ in 2000 auf 3,2 PJ in 2010 gesunken (-1,1 PJ; -25,5 %). Der Stromverbrauch lag in 2010 um 1,9 PJ (+19,8 %) über dem Verbrauch in 2000. Diese Menge entspricht annähernd der Verbrauchszunahme im Bereich Schienenverkehr.

Tabelle 4-18: Verkehrssektor: Endverbrauch nach Energieträgern, in PJ

	2000	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Benzin	152.8	147.6	144.4	141.2	136.8	133.5	130.5	126.6	122.4
Diesel	59.0	64.9	68.5	72.0	75.6	79.7	82.6	85.3	88.9
Kerosin	4.3	3.6	3.5	3.3	3.3	3.5	3.1	3.2	3.2
Biogene Treibst.	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.4	0.3	0.4
übrige fossile Treibst.	-	-	-	-	-	0.1	0.2	0.3	0.4
Elektrizität	9.5	10.7	10.6	10.7	10.9	11.0	11.1	11.3	11.4
Summe	225.7	226.9	227.0	227.4	226.8	228.1	228.0	226.9	226.7

16 CNG: Compressed Natural Gas.

Abbildung 4-12: Verkehrssektor: Anteile der Energieträger am Energieverbrauch 2010



5 Literaturverzeichnis

- BAFU (2011). Erhebung der CO₂-Abgabe: <http://www.bafu.admin.ch/co2-abgabe/05179/05314/index.html?lang=de>
- Basler und Hofmann AG (2011) Vorabauszüge aus: Schweizerische Holzenergiestatistik. Erhebung für das Jahr 2010. Im Auftrag des Bundesamtes für Energie (BFE), Bern
- BFE (2008). Analyse des schweizerischen Energieverbrauchs 2000 - 2006 nach Verwendungszwecken. Autoren: Prognos, Basics, Infrac und CEPE. Im Auftrag des Bundesamtes für Energie (BFE), Bern
- BFE (2010). Energieverbrauch in der Industrie und im Dienstleistungssektor. Resultate 2009. Bundesamt für Energie BFE, Bern
- BFE (2011). Schweizerische Gesamtenergiestatistik 2010. Bundesamt für Energie (BFE), Bern
- BFS (2010). IKT-Ausstattung der Haushalte. Bundesamt für Statistik (BFS), Neuenburg
- BFS (2011). GWS - Gebäude- und Wohnungsstatistik 2009. Bundesamt für Statistik (BFS), Neuenburg
- 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 (2011). Absatzstatistiken 2002 bis 2010. Produktsegmente Oel, Gas, Wärmepumpen, Wassererwärmer
- INFRAS (2007). Der Energieverbrauch des Sektors Verkehr 1990-2035. im Auftrag BFE, Januar 2007
- 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)
- 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

SIA (2006a). SIA Merkblatt 2024. Standard-Nutzungsbedingungen für die Energie- und Gebäudetechnik. SIA, Zürich

SIA (2006b). SIA Empfehlung 380/4.2006. Elektrische Energie im Hochbau, Ausgabe 2006. SIA, Zürich

SIA (2009). SIA Norm 380/1 - Thermische Energie im Hochbau. SIA, Zürich