



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

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

---

**Oktober 2012**

# **Analyse des schweizerischen Energieverbrauchs 2000 - 2011 nach Verwendungszwecken**

---



## **Impressum**

### **Auftraggeber**

Bundesamt für Energie Bern

### **Auftragnehmer / Autoren**

Prognos AG:  
Andreas Kemmler  
Alexander Piégsa  
Andrea Ley

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

<b>1</b>	<b>Hintergrund und Aufgabenstellung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Statistische Ausgangslage</b>	<b>3</b>
2.1	Energieverbrauch 2000 bis 2011	3
2.2	Rahmenbedingungen	6
<b>3</b>	<b>Gesamtaggregation</b>	<b>11</b>
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
<b>4</b>	<b>Sektorale Analysen</b>	<b>24</b>
4.1	Private Haushalte	24
4.1.1	Methodik und Daten	24
4.1.2	Energieverbrauch nach Verwendungszwecken im Sektor Privaten Haushalte	26
4.2	Dienstleistungen und Landwirtschaft	36
4.2.1	Methodik und Daten	36
4.2.2	Energieverbrauch nach Verwendungszwecken in den Sektoren Dienstleistungen und Landwirtschaft	39
4.3	Industrie	44
4.3.1	Methodik und Daten	44
4.3.2	Energieverbrauch nach Verwendungszwecken im Industriesektor	48
4.4	Verkehr	53
4.4.1	Methodik und Daten	53
4.4.2	Energieverbrauch nach Verwendungszwecken im Verkehrssektor	55
<b>5</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>59</b>

## Tabellen

Tabelle 2-1:	Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern von 2000 bis 2011, in PJ	3
Tabelle 2-2:	Veränderung des Endenergieverbrauchs zwischen 2000 und 2011 nach Sektoren, in PJ	5
Tabelle 2-3:	Entwicklung wichtiger Bestimmungsfaktoren des Energieverbrauchs in den Jahren 2000 bis 2011	7
Tabelle 3-1:	Liste der bei der Gesamttaggregation berücksichtigten Verwendungszwecke sowie deren Verteilung auf die Verbrauchssektoren	12
Tabelle 3-2:	Endenergieverbrauch 2000 bis 2011 nach Verwendungszwecken, in PJ	18
Tabelle 3-3:	Brenn- und Treibstoffverbrauch, inklusive Fern-, Umwelt- und Solarwärme, nach Verwendungszwecken, in PJ	20
Tabelle 3-4:	Elektrizitätsverbrauch der Jahre 2000 bis 2011 nach Verwendungszwecken, in PJ	22
Tabelle 3-5:	Aufteilung des inländischen Endenergieverbrauchs 2011 nach Verwendungszwecken und Verbrauchssektoren, in PJ	23
Tabelle 4-1:	Private Haushalte: Energieverbrauch 2000 bis 2011 nach Verwendungszwecken, in PJ	27
Tabelle 4-2:	Private Haushalte: Stromverbrauch 2000 bis 2011 nach Verwendungszwecken, in PJ	28
Tabelle 4-3:	Private Haushalte: Entwicklung der Energiebezugsfläche nach Heizsystemen in Mio. m <sup>2</sup> EBF (inklusive Leerwohnungen, ohne Zweit- und Ferienwohnungen)	30
Tabelle 4-4:	Private Haushalte: Endenergieverbrauch für Raumwärme nach Heizsystem und Energieträgern 2000 bis 2011, in PJ	31
Tabelle 4-5:	Private Haushalte: Bevölkerung mit Warmwasser aufgeschlüsselt nach Anlagensystemen, in Tsd.	32
Tabelle 4-6:	Private Haushalte: Endenergieverbrauch für Warmwasser nach Energieträgern, in PJ	33
Tabelle 4-7:	Private Haushalte: Endenergieverbrauch für Kochherde, Geschirrspüler und elektrische Kochhilfen, in PJ	35
Tabelle 4-8:	Private Haushalte: Entwicklung des Stromverbrauchs für elektrische Haushaltsgeräte und Beleuchtung, in PJ	35

Tabelle 4-9:	Zuordnungsmatrix zwischen Energieanwendungen gemäss TEP Tertiary und Verwendungszwecken gemäss Ex-Post-Analyse	37
Tabelle 4-10:	Dienstleistungssektor und Landwirtschaft: Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Verwendungszwecken, in PJ	40
Tabelle 4-11:	Dienstleistungssektor und Landwirtschaft: Entwicklung des Brennstoffverbrauchs (inkl. Fern-, Umwelt- und Solarwärme) nach Verwendungszwecken, in PJ	41
Tabelle 4-12:	Dienstleistungssektor und Landwirtschaft: Entwicklung des Elektrizitätsverbrauchs nach Verwendungszwecken, in PJ	42
Tabelle 4-13:	Industriesektor: Entwicklung des Endenergieverbrauchs 2000 bis 2011 nach Verwendungszwecken, in PJ	49
Tabelle 4-14:	Industriesektor: Entwicklung des Brennstoffverbrauchs (inkl. Fern-, Umwelt- und Solarwärme) nach Verwendungszwecken, in PJ	50
Tabelle 4-15:	Industriesektor: Elektrizitätsverbrauch nach Verwendungszwecken, in PJ	52
Tabelle 4-16:	Verkehrssektor: Aufteilung der Verbraucher in verschiedene Gruppen	53
Tabelle 4-17:	Verkehrssektor: Energieverbrauch 2000 bis 2011 nach Verkehrsträgern, in PJ	56
Tabelle 4-18:	Verkehrssektor: Energieverbrauch 2000 bis 2011 nach Verwendungsart, in PJ	57
Tabelle 4-19:	Verkehrssektor: Endverbrauch 2000 bis 2011 nach Energieträgern, in PJ	58

## Abbildungen

Abbildung 2-1:	Veränderung des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern zwischen 2000 und 2011, in PJ	4
Abbildung 2-2:	Veränderung des Endenergieverbrauchs zwischen 2000 und 2011 nach Sektoren, in PJ	6
Abbildung 3-1:	Prozentuale Anteile der ausgewählten Verwendungszwecke am inländischen Endenergieverbrauch 2011	19
Abbildung 3-2:	Prozentuale Anteile der Verwendungszwecke am Treib- und Brennstoffverbrauch 2011 (inklusive Fern-, Umwelt- und Solarwärme)	21

Abbildung 3-3:	Prozentuale Anteile der Verwendungszwecke am Elektrizitätsverbrauch 2011	22
Abbildung 3-4:	Prozentuale Verteilung der Energieverbräuche des Jahres 2011 für die unterschiedenen Verwendungszwecke auf die Verbrauchssektoren	23
Abbildung 4-1:	Private Haushalte: Aufteilung des Energieverbrauchs 2011 nach Verwendungszwecken	27
Abbildung 4-2:	Private Haushalte: Aufteilung des Stromverbrauchs 2011 nach Verwendungszwecken	28
Abbildung 4-3:	Private Haushalte: Aufteilung des Raumwärmeverbrauchs 2011 nach Energieträgern (ohne Hilfsenergieverbrauch)	31
Abbildung 4-4:	Private Haushalte: Aufteilung des Energieverbrauchs 2011 zur Bereitstellung von Warmwasser nach Energieträgern, in %	34
Abbildung 4-5:	Dienstleistungssektor und Landwirtschaft: Prozentuale Aufteilung des Energieverbrauchs 2011 nach Verwendungszwecken (alle Energieträger)	40
Abbildung 4-6:	Dienstleistungssektor und Landwirtschaft: Prozentuale Aufteilung des Elektrizitätsverbrauchs 2010 nach Verwendungszwecken	43
Abbildung 4-7:	Dienstleistungssektor und Landwirtschaft: Raumwärmeverbrauch 2000 bis 2011 nach Energieträgern, in PJ	44
Abbildung 4-8:	Branchenklassifikation und Anzahl der Prozesse je Branche	45
Abbildung 4-9:	Industriesektor: Prozentuale Anteile der Verwendungszwecke am Energieverbrauch 2011	49
Abbildung 4-10:	Industriesektor: Prozentuale Anteile der Verwendungszwecke am Brennstoffverbrauch 2011 (inkl. Fern-, Umwelt- und Solarwärme)	51
Abbildung 4-11:	Industriesektor: Prozentuale Anteile der Verwendungszwecke am Elektrizitätsverbrauch 2011	52
Abbildung 4-12:	Verkehrssektor: Prozentuale Anteile der Verkehrsträger am Energieverbrauch 2011	56
Abbildung 4-13:	Verkehrssektor: Anteile der Energieträger am Energieverbrauch 2011	58

# 1 Hintergrund und Aufgabenstellung

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

Die Zielsetzung 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 Mengenkomponten und spezifischen Verbrauchskomponenten sichtbar werden zu lassen. Dazu werden die Bestände von Anlagen, Gebäuden, Fahrzeugen, elektrischen Geräten sowie die industriellen Produktionsprozesse möglichst detailliert erfasst. Anschliessend wird mittels der sektoralen Bottom-up-Modelle eine funktionale Beziehung zu den Verbrauchsdaten der Gesamtenergiestatistik (GEST) hergestellt. Mit anderen Worten, der in der Gesamtenergiestatistik ausgewiesene Endenergieverbrauch wird modellbasiert nach Verwendungszwecken gegliedert.

Die Ergebnisse werden in Form von Zeitreihen von 2000 bis 2011 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. Hervorzuheben sind insbesondere die Änderungen am In-

dustriemodell. Das Industriemodell, welches ursprünglich von Basics entwickelt und in den vergangenen Jahren zur Ex-Post-Analyse verwendet wurde, wurde grundlegend überarbeitet und in wichtigen Branchen mit aktualisierten und stärker disaggregierten Daten ausgestattet. Die Ergebnisse des Industriesektors der vorliegenden Ausgabe der Ex-Post-Analyse basieren zum ersten Mal auf dem neuen Industriemodell der Prognos.

Die Ex-Post-Analyse des schweizerischen Energieverbrauchs der Jahre 2000 bis 2011 wurde durch eine Arbeitsgemeinschaft bestehend aus Prognos AG (Private Haushalte, Industrie, Koordination), TEP Energy GmbH (Dienstleistungen und Landwirtschaft) sowie Infras AG (Verkehr) durchgeführt.

Der Bericht ist folgendermassen aufgebaut: Einem Überblick über die Entwicklung des Endenergieverbrauchs gemäss der Gesamtenergiestatistik und der wichtigsten Einflussfaktoren im Zeitraum 2000 bis 2011 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 2011

Der Gesamtenergieverbrauch der Schweiz ist 2011 gegenüber dem Vorjahr um 6.5 % auf 852.3 PJ gesunken (Tabelle 2-1). Im Vergleich zum Jahr 2000 bedeutet dies eine Reduktion um 2.6 PJ (-0.3 %). Der starke Verbrauchrückgang im Jahr 2011 steht in engem Zusammenhang mit der Witterung. Ausgedrückt in Heizgradtagen (HGT) war das Jahr 2010 mit 3'586 HGT das kälteste Jahr und das Jahr 2011 mit 2'938 HGT das wärmste Jahr im Zeitraum 2000 bis 2011. Entsprechend ging die Nachfrage nach Raumwärme in 2011 gegenüber dem Vorjahr deutlich zurück. Die Gesamtveränderung verteilt sich wie folgt auf die einzelnen Energieträger und Energieträgergruppen:

Der grösste Anstieg im Zeitraum 2000 bis 2011 ist bei der Elektrizität mit einer Zunahme von 22.4 PJ (+11.9 %) zu beobachten. Gegenüber dem Vorjahr 2010 hat sich der Elektrizitätsverbrauch um 4.3 PJ verringert (-2.0 %). Im Jahr 2011 entfiel rund ein Viertel des Energieverbrauchs auf den Stromverbrauch (Anteil 24.8 %).

*Tabelle 2-1: Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern von 2000 bis 2011, in PJ*

Energieträger	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Δ '00 – '11
Elektrizität	188.5	206.4	208.0	206.8	211.4	207.0	215.2	211.0	+11.9%
Erdölbrennstoffe	216.5	225.1	216.6	188.9	198.0	190.1	199.5	159.4	-26.4%
Erdgas <sup>1)</sup>	92.9	106.1	104.1	101.9	108.5	104.2	115.5	103.7	+11.7%
Kohle und Koks	5.9	6.3	6.4	7.5	6.7	6.3	6.4	6.0	+2.4%
Fernwärme	13.2	15.2	15.7	14.7	15.5	15.3	17.2	15.9	+20.3%
Holz	27.7	31.1	31.6	30.7	34.5	35.4	38.0	33.7	+21.8%
übrige EE <sup>2)</sup>	6.7	8.9	9.4	10.1	11.6	12.5	14.7	14.6	+118.1%
Müll / Industrieabfälle	10.4	10.9	11.0	10.6	11.1	9.5	10.0	10.1	-3.4%
Treibstoffe	293.2	277.1	280.8	288.7	298.0	293.1	294.7	298.1	+1.6%
Total Endenergieverbrauch	855.0	887.0	883.6	859.8	895.3	873.2	911.4	852.3	-0.3%

<sup>1)</sup> inkl. gasförmige Treibstoffe

Quelle: BFE 2012

<sup>2)</sup> erneuerbare Energien: Sonne, Umweltwärme, Biogas, Biotreibstoffe

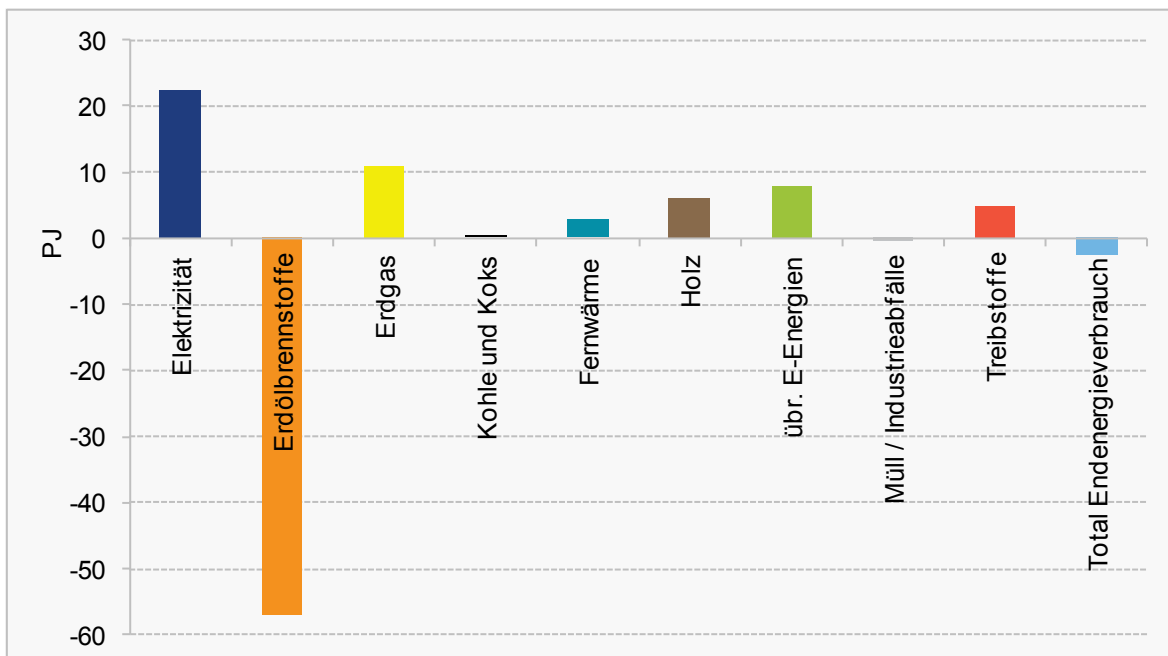
Der Verbrauch von Erdölbrennstoffen (vorwiegend Heizöl) und Erdgas wird erheblich von den jährlichen Witterungsschwankungen beeinflusst. Der Verbrauch an Erdölbrennstoffen hat im milden Jahr 2011 gegenüber dem kühlen Vorjahr um 40.1 PJ abgenommen (-20.1 %). Betrachtet über den Zeitraum 2000 bis 2011 ging der Verbrauch um 57.1 PJ zurück (-26.4 %). Damit sind die Erdölbrennstoffe die einzige Energieträgergruppe, deren Verbrauch sich gegenüber dem Jahr 2000 wesentlich verringert hat.

Die Verwendung von Erdgas wurde im Zeitraum 2000 bis 2011 um 10.8 PJ ausgeweitet (+11.7 %). Gegenüber dem kühlen Vorjahr

2010 ging der Verbrauch von Erdgas 2011 um 11.8 PJ zurück (-10.2 %). 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 berücksichtigt ist. Der Verbrauch an CNG stieg im Zeitraum 2000 bis 2011 von 0 PJ auf rund 0.7 PJ.

Der Kohle- und Koksverbrauch hat sich im Zeitraum 2000 bis 2011 nicht wesentlich verändert (+0.1 PJ; +2.4 %). Die Nutzung von Fernwärme nahm in diesem Betrachtungszeitraum um 2.7 PJ zu (+20.3 %). Gegenüber dem Vorjahr 2010 ist der Fernwärmeverbrauch um 1.4 PJ (-8.0 %) gesunken.

Abbildung 2-1: Veränderung des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern zwischen 2000 und 2011, in PJ



Quelle: BFE 2012, eigene Darstellung

Im Zeitraum 2000 bis 2011 hat sich der Holzenergieverbrauch um 6.0 PJ ausgeweitet (+21.8 %). Gegenüber dem Vorjahr 2010 verringerte sich der Holzenergieverbrauch 4.3 PJ (-11.4 %). Der Verbrauch der übrigen Erneuerbaren nahm gegenüber dem Vorjahr 2010 um 0.1 PJ ab (-0.9 %), gegenüber dem Jahr 2000 um 7.9 PJ zu (+118 %). Der energetische Einsatz von Industrieabfällen hat sich zwischen 2000 und 2011 von 10.4 PJ auf 10.1 PJ reduziert (-3.4 %).

Beim Absatz der konventionellen Treibstoffe zeigt sich im Zeitraum 2000 bis 2011 ein Anstieg um 4.8 PJ (+1.6 %). Der Anstieg des Treibstoffabsatzes verlief nicht kontinuierlich. In den Jahren 2000 bis 2004 nahm der Absatz um rund 6 % ab, seit 2005 steigt er, mit Ausnahme des Jahres 2009, wieder an. Die einzelnen Treibstoffe

zeigen unterschiedliche Entwicklungstrends: Der Benzinabsatz ist kontinuierlich gesunken, demgegenüber verzeichnete der Dieselabsatz einen stetigen Anstieg. Der Absatz an Flugtreibstoffen hat sich gegenüber dem Jahr 2000 reduziert, lag im Jahr 2011 mit rund 67.3 PJ aber wieder deutlich über dem Absatz des Jahres 2004 mit 50.4 PJ. Bei den konventionellen Treibstoffen nicht berücksichtigt sind die Biotreibstoffe und die gasförmigen Treibstoffe, welche bei dieser Betrachtung unter den übrigen erneuerbaren Energien, respektive unter Erdgas verbucht sind. Der Absatz von Biotreibstoffen und von gasförmigen Treibstoffen erhöhte sich im Betrachtungszeitraum von 0 PJ auf 1.2 PJ.

Die Aufteilung des Energieverbrauchs nach Verbrauchssektoren ist in Tabelle 2-2 dargestellt. Die Entwicklung im Zeitraum 2000 bis 2011 in den einzelnen Sektoren ist unterschiedlich. Der grösste Anstieg zeigt sich im Verkehrssektor mit einer Zunahme von 7.9 PJ (+2.6 %). Der Anteil am Gesamtabsatz hat sich dadurch um 1.0 %-Punkte auf 36.5 % erhöht. Damit verbleibt der Verkehrssektor jener Sektor, in dem am meisten Energie verbraucht wird.<sup>1</sup> Der Verbrauch im Industriesektor erhöhte sich im Betrachtungszeitraum 2000 bis 2011 um 2.5 PJ (+1.6 %). Der Anteil am Gesamtverbrauch stieg um 0.4 %-Punkte auf 19.2 %.

*Tabelle 2-2: Veränderung des Endenergieverbrauchs zwischen 2000 und 2011 nach Sektoren, in PJ*

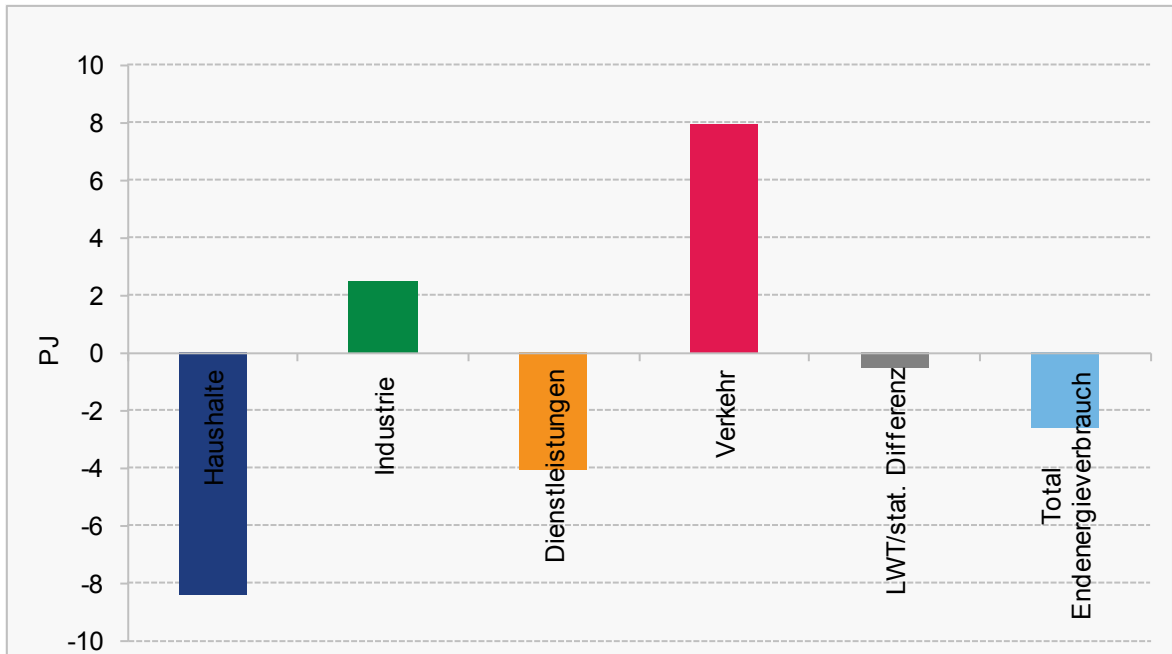
Sektoren	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Δ '00 – '11
Haushalte	239.9	265.9	259.5	238.8	253.7	251.8	271.5	231.5	-3.5%
Industrie	161.2	169.7	173.0	171.3	174.7	163.7	171.1	163.7	+1.6%
Dienstleistungen	136.9	148.7	144.3	135.8	142.9	140.1	148.8	132.8	-3.0%
Verkehr	303.2	289.2	294.1	302.0	311.7	306.0	308.1	311.1	+2.6%
stat. Differenz inkl. LWT	13.8	13.5	12.7	11.9	12.3	11.7	12.0	13.3	-4.1%
Total Endenergieverbrauch	855.0	887.0	883.5	859.8	895.3	873.3	911.4	852.3	-0.3%

Quelle: BFE 2012

Im Dienstleistungssektor hat sich der Verbrauch um 4.1 PJ verringert (-3.0 %), der Anteil am Gesamtverbrauch fiel um 0.4 %-Punkte auf 15.6 %. Die grösste Verbrauchsreduktion zeigt sich im Haushaltssektor mit einem Rückgang von 8.4 PJ (-3.5 %). Der Anteil am Gesamtverbrauch belief sich in 2011 auf 27.2 % (-0.9 %-Punkte ggü. 2000).

<sup>1</sup> Die Absätze an den internationalen Flugverkehr sind dabei mitberücksichtigt.

Abbildung 2-2: Veränderung des Endenergieverbrauchs zwischen 2000 und 2011 nach Sektoren, in PJ



Quelle: BFE 2012, eigene Darstellung

## 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 Mengenkomponten (z.B. Produktion, Bevölkerung) in den Vordergrund. Viele dieser exogenen Einflussfaktoren weisen in ihrer jährlichen Entwicklung nur geringe Veränderungsraten auf. Aber in der Summe über das betrachtete Zeitintervall beeinflussen sie den Energieverbrauch. Folglich besteht eine Gewichtsverlagerung in der Bedeutung der einzelnen Einflussfaktoren in Abhängigkeit vom betrachteten Zeitraum. Die Korrelationen zwischen den verschiedenen Verwendungszwecken und Rahmendaten sind unterschiedlich. Während der Raumwärmeverbrauch beispielsweise sehr stark von der Witterung abhängt, werden der Verbrauch an Prozesswärme stark durch die Wirtschaftsentwicklung und der Elektrogeräteverbrauch von der Bevölkerungsentwicklung beeinflusst. In Tabelle 2-3 ist die Entwicklung der wichtigsten Einflussfaktoren für die Jahre 2000 bis 2011 zusammengefasst.

Tabelle 2-3: Entwicklung wichtiger Bestimmungsfaktoren des Energieverbrauchs in den Jahren 2000 bis 2011

	Einheit	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
<b>1. Allg. Bestimmungsfaktoren</b>									
Heizgradtage (a)		3081	3518	3246	3101	3347	3182	3586	2938
Cooling Degree Days (f)		115	151	202	106	124	157	153	128
Bevölkerung (1) (b)	Tsd.	7235	7501	7558	7619	7711	7801	7878	7961
BIP real, Preise 2011 (c)	Mrd. CHF	470.2	501.8	520.0	539.0	550.3	539.9	554.6	564.8
LIK (b)	Basis 2011	91.5	95.5	96.5	97.2	99.6	99.1	99.8	100.0
Gesamtwohnungsbestand (e,f)	Tsd.	3569	3738	3781	3825	3870	3910	3956	4002
Energiebezugsflächen									
- insgesamt (d,f)	Mio. m <sup>2</sup>	639	678	688	697	707	716	726	735
- Wohnungen (f)	Mio. m <sup>2</sup>	416	448	456	464	472	479	487	494
- Dienstleistungen (d)	Mio. m <sup>2</sup>	140	146	147	148	149	150	152	153
- Industrie (d)	Mio. m <sup>2</sup>	83	84	85	86	86	87	87	88
Motorfahrzeugbestand (2) (b)	Mio.	4.58	5.04	5.11	5.19	5.25	5.27	5.36	5.48
Personenwagen (b)	Mio.	3.55	3.86	3.90	3.96	3.99	4.01	4.08	4.16
<b>2. Energiepreise</b>									
<b>(real, Preisbasis 2011)</b>									
a) Konsumentenpreise (3) (b)									
Heizöl EL (3000-6000l)	CHF/100l	55.5	73.4	81.9	82.9	110.0	69.5	85.6	98.0
Elektrizität	Rp./kWh	20.1	18.1	17.1	16.9	16.8	18.0	18.8	19.8
Erdgas	Rp./kWh	6.6	7.5	9.0	9.4	10.2	9.7	9.1	9.5
Holz	CHF/Ster	45.5	47.3	50.5	52.1	52.8	52.7	53.0	55.3
Fernwärme	CHF/GJ	16.7	19.4	21.0	22.0	22.9	23.7	21.6	19.7
Benzin	CHF/l	1.53	1.60	1.70	1.73	1.80	1.52	1.64	1.73
Diesel	CHF/l	1.57	1.72	1.80	1.82	2.04	1.61	1.72	1.86
b) Produzenten-/Importpreise (4) (a)									
Heizöl EL (5)	CHF/100l	42.2	61.0	68.8	68.3	90.0	54.6	70.8	84.4
Elektrizität	Rp./kWh	18.6	16.5	16.2	15.4	14.7	15.5	15.9	16.2
Erdgas	Rp./kWh	4.4	5.5	6.4	6.8	7.5	7.3	6.5	7.0
Diesel	CHF/l	1.2	1.4	1.5	1.5	1.6	1.3	1.4	1.6

(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 Carburat-Gebühr

\* Wert geschätzt

**Quellen:**

a) Gesamtenergiestatistik

b) BFS

c) seco

d) Wüest & Partner

e) Gebäude- und Wohnungszählung

f) eigene Berechnungen

- Die Witterungsbedingungen sind als Kurzfrisdeterminante von herausragender Bedeutung. Im Vergleich zum langjährigen Durchschnitt der Jahre 1970 bis 1992 (mit 3'588 Heizgradtagen (HGT) war es in den meisten Jahren des Zeitraums 2000

bis 2011 deutlich wärmer.<sup>2</sup> Einzig im Jahr 2010 fielen in etwa gleich viele HGT an wie im Mittel der langfristigen Referenzperiode. Mit 3'586 HGT war das Jahr 2010 das kühlfte Jahr im Betrachtungszeitraum, die Anzahl der HGT lag um 10.1 % über dem Mittel der Periode 2000 bis 2011. Das wärmste Jahr im Betrachtungszeitraum war das Jahr 2011 mit 2'938 HGT. Gegenüber dem kühlen Vorjahr bedeutet dies eine Reduktion der HGT um 18.1 %. Warm war die Witterung auch in den Jahren 2000 mit 3'081 HGT und 2007 mit 3'101 HGT. Im Jahr 2007 fiel eine hohe Strahlungsmenge bei unterdurchschnittlicher Anzahl Kühlgradtage (CDD)<sup>3</sup> an: der Winter und das Frühjahr waren ausserordentlich mild, der Sommer relativ kühl. Grosse Strahlungsmengen und eine hohe Anzahl CDD traten im Jahre 2003 auf („Hitzesommer“).

- Die mittlere Bevölkerung hat stetig zugenommen, durchschnittlich um knapp 0.9 % pro Jahr. Für den Zeitraum 2000 bis 2011 ergibt sich eine Zunahme um 10.0 %. Der Anstieg der Bevölkerung wirkt sich unter anderem auf den Wohnungsbestand und auf die Energiebezugsflächen (EBF) aus. Diese beiden Grössen haben zwischen 2000 und 2011 mit 12.1 %, bzw. 15.1 % prozentual stärker zugenommen als die Wohnbevölkerung. Noch grösser war die Zunahme der Wohnfläche (+18.6 %), woraus sich eine fortschreitende Zunahme der Wohnfläche pro Kopf ableiten lässt. Diese erhöhte sich von 57.6 m<sup>2</sup> EBF in 2000 auf 62.1 m<sup>2</sup> EBF in 2011 (+7.8 %; inkl. der Wohnflächen in Zweit- und Ferienwohnungen).
- Die Wirtschaftsleistung, gemessen am BIP, ist im Betrachtungszeitraum 2000 bis 2011 um 20.1 % gewachsen, wobei der Zuwachs vorwiegend in den Jahren 2004 bis 2008 und in den Jahren 2010 und 2011 stattfand. Im Jahr 2009 sank das BIP gegenüber dem Vorjahr um 1.9 %. In den Jahren 2010 und 2011 erholte sich die Wirtschaft, das BIP stieg 2010 um 2.7 % und 2011 um 1.9 %. Das reale BIP Pro-Kopf (zu Preisen des Jahres 2011) lag 2011 mit 71.1 Tsd. CHF um 9.4 % höher als im Jahr 2000 (65.0 Tsd. CHF).
- 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. Im Zeitraum 2000 bis

---

2 Beim Bereinigungsverfahren mit Gradtagen und Strahlung von Prognos wird der Referenzzeitraum 1984/2002 verwendet. Die durchschnittliche Anzahl HGT in diesem Referenzzeitraum beträgt 3409 HGT. Im Betrachtungszeitraum 2000 bis 2011 liegen einzig die Jahre 2005 und 2010 über diesem Referenzwert.

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

2009 waren die Zuwachsraten tendenziell rückläufig, in den Jahren 2010 und 2011 sind die Raten wieder angestiegen. Insgesamt hat der Bestand am Motorfahrzeugen im Zeitraum 2000 bis 2011 um 19.5 % zugenommen, was einer durchschnittlichen jährlichen Zuwachsrate von 1.6 % entspricht. Im gleichen Zeitraum hat sich der Bestand an Personenwagen um 17.4 % vergrößert (mittlere Zuwachsrate 1.5 % p.a.). Im Zeitraum 2000 bis 2010 hat die Fahrleistung des Personenverkehrs, ausgedrückt in Personenkilometern, um 14.8 % zugenommen (Werte 2011 zurzeit vom BFS noch nicht publiziert). 2011 lag bei der Schiene die Güterverkehrsleistung um 2.3 % über dem Niveau des Jahres 2000 (+8.2 % ggü. 2009). Auf der Strasse nahm die Güterverkehrsleistung in 2010 gegenüber dem Vorjahr um 1.3 % zu und lag um 26 % über dem Niveau des Jahres 2000 (Werte 2011 zurzeit vom BFS noch nicht publiziert).

- Die realen Konsumentenpreise für die einzelnen Energieträger entwickelten sich in den Jahren 2000 bis 2011 unterschiedlich. Stark gestiegen sind die Preise für Heizöl (+76.6 %) und Erdgas (+44.9 %). Deutlich zugenommen haben auch die Preise für Holz (+21.5 %) und Fernwärme (+17.9 %). Die Konsumentenpreise für die Treibstoffpreise Benzin (+13.1 %) und Diesel (+18.2 %) haben sich ebenfalls erhöht. Für Konsumenten ist in der Periode 2000 bis 2011 einzig der Strom billiger geworden (-1.5 %). Seit 2009 steigt auch der Strompreis an, 2011 lag er um 5.1 % höher als 2010.

Deutliche Preissteigerungen gegenüber dem Vorjahr zeigen sich auch bei Heizöl (+14.5 %), Diesel (+7.9 %), Benzin (+5.3 %), Holz (+4.3 %) und Erdgas (+4.2 %). Einzig der Preis für Fernwärme ist gegenüber dem Jahr 2010 gesunken (-8.7 %).

Die Preisbewegungen für Produzenten und Importeure sind in der Periode 2000 bis 2011 vergleichbar, die relativen Preisveränderungen waren indes grösser als bei den Konsumentenpreisen: Heizöl +99.8 %, Erdgas +58.6 %, Diesel +30.7 % und Strom -12.9 %. Bei den Konsumentenpreisen dämpften die bestehenden höheren Abgaben und Steuern den prozentualen Preisanstieg dieser Energieträger. Gegenüber dem Vorjahr 2010 zeigten sich bei allen betrachteten Energieträgern Preissteigerungen.
- Die Basis für die energiepolitischen Regelungen stellen das Energiegesetz (EnG), das Elektrizitätsgesetz (EleG) sowie das CO<sub>2</sub>-Gesetz dar. Diese Gesetze bilden die Rechtsgrundlage für gesetzliche Massnahmen, Vorschriften, Förderprogramme sowie für freiwillige Massnahmen im Rahmen von *Energie-Schweiz* oder auch für die CO<sub>2</sub>-Zielvereinbarungen mit der Wirtschaft und Organisationen.

Das CO<sub>2</sub>-Gesetz ist im Jahr 2000 in Kraft getreten. Die CO<sub>2</sub>-Abgabe auf Brennstoffen wurde im Januar 2008 bei einem an-

fänglichen Abgabesatz von 12 Fr./t CO<sub>2</sub> eingeführt. Dies entspricht rund 3 Rp. pro Liter Heizöl. Seit Januar 2010 beträgt der Abgabesatz 36 Fr./t CO<sub>2</sub> (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 CO<sub>2</sub>-Abgabe (jährlich bis zu 200 Mio. CHF) sowie durch einen Beitrag der Kantone (jährlich 80-100 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.<sup>4</sup> Andererseits besteht das Interesse an einer Gesamtagggregation, respektive einer Strukturierung des Gesamtenergieverbrauchs nach übergeordneten Verwendungszwecken, die in mehreren Sektoren von Bedeutung sind. Um den Überblick zu erleichtern, ist dabei eine Begrenzung auf eine überschaubare Anzahl ausgewählter Verwendungszwecke angezeigt.

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

---

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

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

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

Quelle: Prognos 2012

### 3.1.1 Abgrenzung der Verwendungszwecke

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

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

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

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

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

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

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

### **3.1.2 Sektorale Abgrenzungen**

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

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

Der Verkehrssektor ist ein Querschnittssektor, in dem hier der gesamte verkehrsbedingte Traktionsenergieverbrauch subsumiert wird, inklusive des motorisierten Individualverkehrs und des internen Werkverkehrs.<sup>5</sup> 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.

In den amtlichen Statistiken basieren die Einteilungen der Unternehmen und ihrer Arbeitsstätten in Branchen auf dem Betriebs- und Unternehmensregister des Bundesamtes für Statistik. Damit ist der Vergleich von statistischen Auswertungen, beispielsweise Beschäftigung, Wertschöpfung, Produktionsindex usw. gewährleistet. Die verwendeten Bottom-up-Modelle im Dienstleistungs- und im Industriegesektor 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 unterschiedlichen Branchen- bzw. Branchengruppen aufgeteilt. Eine vollständige Vergleichbarkeit mit den offiziellen Branchenstatistiken ist jedoch nicht gewährleistet.

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

---

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

haltsmodell ermittelten Energieverbräuche der Zweit- und Ferienwohnungen vom modellmässig ermittelten Raumwärmeverbrauch aller Wohnungen abgezogen und im Sektor Dienstleistungen ausgewiesen. Ebenfalls dem Dienstleistungssektor zugerechnet wird der Stromverbrauch der gemeinschaftlich genutzten Gebäudeinfrastruktur in Mehrfamilienhäusern (Pumpen und Steuerung der Heizungs- und Warmwasseranlagen, Antennenverstärker, Waschmaschinen, Tumbler und Tiefkühler in Kellern und Waschräumen). Die Gesamtmenge, die vom Haushaltsbereich in den Dienstleistungssektor "verschoben" wird, liegt im Mittel der Jahre 2000 bis 2011 bei rund 14 PJ, davon sind rund 6 PJ Strom.

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

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

### **3.1.3 Abgleich mit der Gesamtenergiestatistik (GEST)**

(1) Die mit den Modellen generierten Verbrauchsschätzungen für den Raumwärme- und Warmwasserbedarf werden einer Witterungskorrektur unterzogen. Für die Umrechnung der witterungsneutralen Modellwerte in witterungsabhängige Werte wurde das Korrekturverfahren auf Basis von monatlichen Gradtags- und Strahlungswerten (GT&S) verwendet (Prognos, 2003). Das GT&S-Verfahren weist eine grössere Reagibilität auf Witterungsschwankungen auf als das herkömmliche HGT-Verfahren. Aufgrund der Berücksichtigung der Solarstrahlung und der höheren Reagibilität wird das komplexere Gradtags- und Strahlungsverfahren als das bessere Korrekturverfahren betrachtet. Empirische Analysen bestätigen diese Vermutung (Prognos, 2008, 2010). In Jahren mit stark von der Referenzperiode abweichender Witterung scheint das Verfahren den Einfluss der Witterung möglicherweise etwas zu überschätzen, z.B. in den Jahren 2007 und 2011. Für das Jahr 2011 weist das Verfahren nach GT&S gegenüber dem Vorjahr einen witterungsbedingten Rückgang des Raumwärmeverbrauchs um rund 22 % aus. Die Anzahl der HGT verringerte sich um 18 %,

der HGT-Faktor mit dem  $\alpha$ -Dämpfungsfaktor 0.75 ergibt einen Rückgang von 14 %. In der Regel sind die Abweichungen zwischen den jährlichen Bereinigungsfaktoren der beiden Ansätze jedoch gering ( $\pm 1$  %).

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

(3) Die Modelle erfassen 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, die keinem der Verbrauchssektoren zugeteilt werden kann. Entsprechend muss die Summe der sektoralen Energieverbräuche vom Total gemäss der Gesamtenergiestatistik abweichen. Unter Berücksichtigung der statistischen Differenz ergibt sich im Mittel der Jahre 2000 bis 2011 auf der Ebene des Gesamtenergieverbrauchs zwischen der Energiestatistik und den Energiemodellen eine Differenz von rund 3 PJ, was einer Abweichung von rund 0.3 % entspricht. Im Jahr 2011 ist die Abweichung mit rund 8 PJ (1 %) etwas grösser. Dies könnte auf die Unsicherheit bei der Witterungskorrektur zurückzuführen sein.

(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 Tanktourismus 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 unter „sonstige Treibstoffe“ aufgeführt. In der Ex-Post-Analyse nach Verwendungszwecken wird nur der inländische Verbrauch berücksichtigt. Vernachlässigt wird zudem der Erdgasverbrauch für den Betrieb der Erdgas-Transitpipelines. Der Energieverbrauch für den Betrieb der Pipelines war früher der statistischen Differenz zugerechnet, seit der GEST Ausgabe 2012 wird dieser Verbrauch dem Verkehrssektor zugezählt.

## **3.2 Gesamtverbrauchsentwicklung nach Verwendungszwecken**

### **Gesamtenergie**

Die Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Verwendungszwecken in den Jahren 2000 bis 2011 ist in Tabelle 3-2 zusammengefasst. Es wird darauf hingewiesen, dass es sich dabei um Modellwerte handelt, die nicht auf die Gesamtenergiestatistik kalibriert sind. Die mit den Modellen geschätzten jährlichen Verbrauchsmengen weichen im Mittel um rund 15 PJ vom Gesamtverbrauch gemäss der Energiestatistik ab (vgl. Tabelle 2-1). Dies ist hauptsächlich darauf zurückzuführen, dass der Verbrauch unter der Kategorie statistische Differenz in der Ex-Post-Analyse des Energieverbrauchs nach Verwendungszwecken nicht berücksichtigt wird.

Die sonstigen Treibstoffe entsprechen zu grossen Teilen dem Kerosinverbrauch des internationalen Flugverkehrs, der nicht dem inländischen Verbrauch zugerechnet wird (2011 rund 62 PJ). Die auf den Tanktourismus zurückzuführenden Benzin- und Dieselabsätze sind ebenfalls bei den sonstigen Treibstoffen enthalten (2011 rund 14 PJ).

Tabelle 3-2: Endenergieverbrauch 2000 bis 2011 nach Verwendungszwecken, in PJ

	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Δ '00 – '11
Raumwärme	268.3	292.1	281.6	249.8	274.6	268.1	297.4	232.3	-13.4%
Warmwasser	47.1	47.7	47.6	47.7	48.1	48.0	48.5	47.2	+0.1%
Prozesswärme	93.4	98.0	101.9	100.6	101.1	94.1	98.8	95.2	+2.0%
Beleuchtung	24.9	26.3	26.3	26.5	26.8	26.5	26.9	26.7	+7.0%
Klima, Lüftung, HT	19.3	20.9	21.3	19.7	20.7	21.2	22.0	20.8	+7.9%
I&K, Unterhaltung	8.5	9.2	9.4	9.8	10.0	10.1	10.3	10.1	+18.8%
Antriebe, Prozesse	67.3	70.1	69.9	71.6	72.0	69.4	71.7	71.7	+6.6%
Mobilität Inland	222.4	228.5	228.8	230.3	230.8	229.9	230.6	232.5	+4.5%
sonstige	12.6	14.7	15.3	15.8	16.0	15.8	16.8	17.3	+37.6%
inländ. Energieverbrauch	763.9	807.4	802.1	771.9	800.1	783.1	822.9	753.8	-1.3%
sonstige Treibstoffe	80.5	58.9	63.6	70.2	79.4	75.2	76.7	75.9	-5.8%
Total Endenergieverbrauch	844.4	866.3	865.7	842.0	879.5	858.2	899.6	829.7	-1.7%

Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2012

Der inländische Energieverbrauch hat sich gemäss den Modellabschätzungen im Zeitraum 2000 bis 2011 um 10.0 PJ (-1.3 %) auf 753.8 PJ verringert. Der Rückgang ist auf den Verwendungszweck Raumwärme zurückzuführen. Der Raumwärmeverbrauch ging von 268.3 PJ im Jahr 2000 auf 232.3 PJ im Jahr 2011 zurück (-13.4 %). Bei allen anderen Verwendungszwecken hat sich der Verbrauch im Betrachtungszeitraum ausgeweitet, am stärksten bei der Mobilität (+10.1 PJ; +4.5 %). Deutlich erhöht haben sich im Zeitraum 2000 bis 2011 auch die Verbräuche für Antriebe und Prozesse (+4.4 PJ; +6.6 %) sowie die sonstigen Verbräuche (+4.7 PJ; +37.6 %). Eine hohe prozentuale Zunahme zeigt sich auch beim Verwendungszweck Information, Kommunikation und Unterhaltung (+1.6 PJ; +18.8 %).

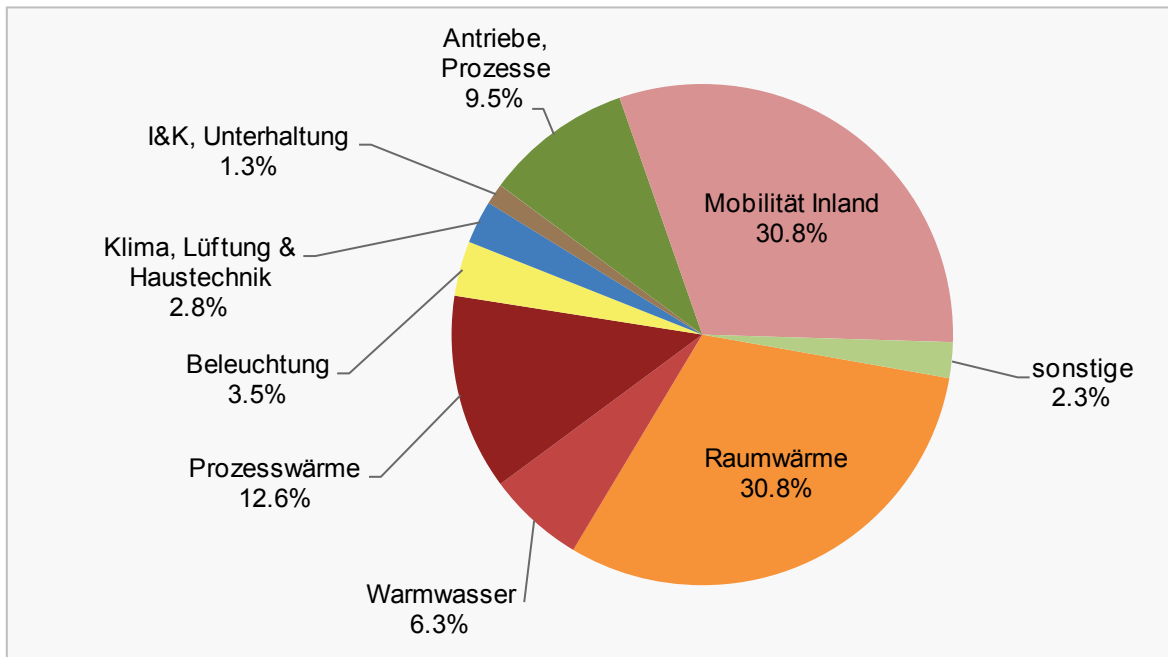
Gegenüber dem Vorjahr 2010 ist der inländische Energieverbrauch um 69.1 PJ gesunken (-8.4 %). Der Verbrauchsrückgang steht in engem Zusammenhang mit der Witterung; das Jahr 2010 war sehr kühl und das darauffolgende Jahr 2011 ausgesprochen mild. Der Verbrauch für Raumwärme hat gegenüber dem Vorjahr um 65.1 PJ (-21.9 %) abgenommen. Der Verbrauch für Prozesswärme verringerte sich gegenüber dem Vorjahr um 3.6 PJ (-3.6 %), der Warmwasserverbrauch ging um 1.3 PJ (-2.6 %) zurück und der Verbrauch für Klima, Lüftung und Haustechnik nahm um 1.2 PJ (-5.5 %) ab. Der Verbrauchsrückgang beim Warmwasser und bei der Haustechnik (Hilfsenergieverbrauch Heizungen) ist teilweise ebenfalls auf die milde Witterung in 2011 zurückzuführen.

Der Verbrauch für Mobilität hat sich gegenüber dem Vorjahr 2010 um 1.9 PJ erhöht (+0.8 %), die sonstigen Verbräuche sind um 0.5 PJ gestiegen (+3.0 %). Gegenüber dem Vorjahr nicht wesentlich verändert haben sich die Verbräuche für Beleuchtung -0.2 PJ (-0.8 %), Information, Kommunikation und Unterhaltung -0.1 PJ (-1.4 %) sowie Antriebe und Prozesse +0.1 PJ (+0.1 %).



Die prozentuale Aufteilung auf die Verwendungszwecke im Jahr 2011 ist in Abbildung 3-1 beschrieben. Der Gesamtverbrauch wird dominiert von den Verwendungszwecken Raumwärme (30.8 %) und Mobilität (30.8 %). Im Zeitraum 2000 bis 2011 ist der Anteil der Raumwärme am inländischen Endenergieverbrauch um 4.3 %-Punkte zurückgegangen. Die Anteile der übrigen Verwendungszwecke sind allesamt geringfügig gestiegen: Mobilität: +1.7 %-Punkte, Antriebe und Prozesse +0.7 %-Punkte, sonstige Verbräuche +0.6 %-Punkte, Prozesswärme +0.4 %-Punkte, Beleuchtung +0,3 %-Punkte, Klima, Lüftung und Haustechnik +0,2 %-Punkte, Unterhaltung, I&K +0,2 %-Punkte und Warmwasser +0.1 %-Punkte.

Abbildung 3-1: *Prozentuale Anteile der ausgewählten Verwendungszwecke am inländischen Endenergieverbrauch 2011*



Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2012

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

Die Entwicklung des Brenn- und Treibstoffverbrauchs zwischen 2000 und 2011 nach Verwendungszwecken ist in Tabelle 3-3 dargestellt. Als Vereinfachung wurden die Verbräuche an Solar- und Umweltwärme sowie die Fernwärme bei den Brenn- und Treibstoffen subsumiert, woran ihr Anteil im Jahr 2011 rund 4.5 % betrug. Diese Energieträger werden noch überwiegend für Raumwärme und Warmwasser eingesetzt.

Die inländische Verbrauchsmenge dieser Energieträgergruppe hat sich seit 2000 um 27.8 PJ (-4,8 %) reduziert und lag im Jahr 2011 bei 549.2 PJ. Der Rückgang wird dominiert durch die Reduktion

des Raumwärmeverbrauchs (-37.2 PJ; -14.7 %). Leicht rückläufig waren auch die Verbräuche für Warmwasser (-0.1 PJ; -0.4 %) und Antriebe und Prozesse (-0.6 PJ; -23.4 %). Demgegenüber haben sich die Verbräuche für Mobilität (+8.6 PJ; +4.0 %), Prozesswärme (+0.8 PJ; +1.2 %) und sonstige Verwendungen (+0.8 PJ; +13.1 %) ausgeweitet. Für die Verwendungszwecke Beleuchtung, Klima, Lüftung und Haustechnik sowie für I&K und Unterhaltung werden keine Brenn- und Treibstoffe, sondern ausschliesslich Elektrizität eingesetzt.

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

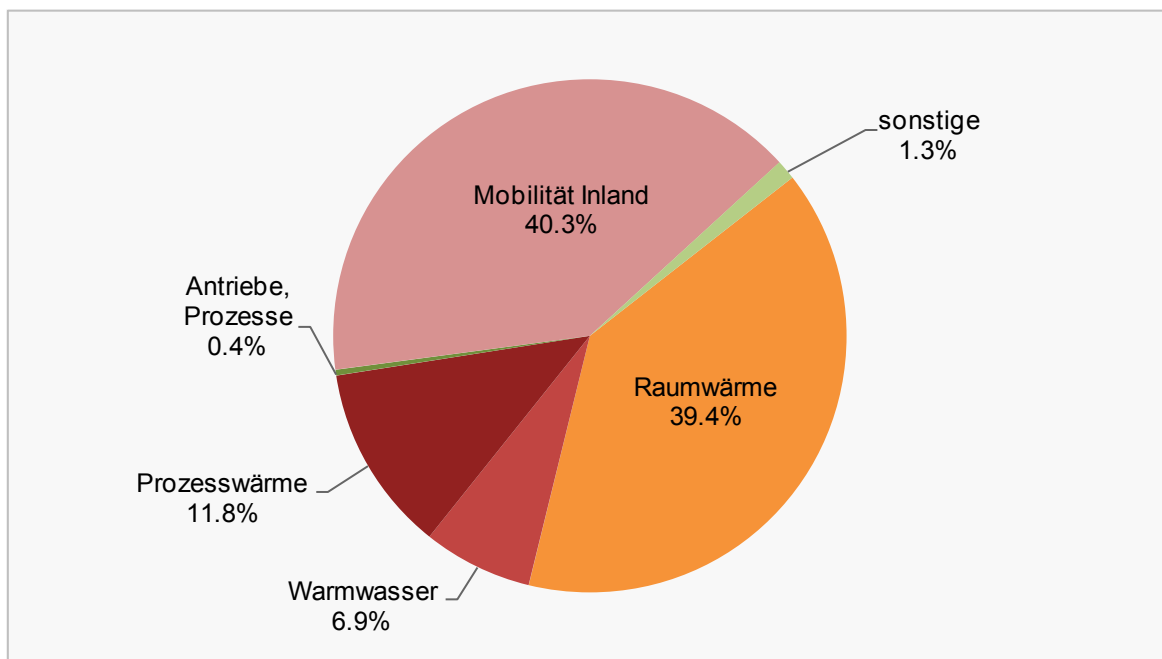
	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Δ '00 – '11
Raumwärme	253.5	274.7	264.2	233.9	256.6	250.6	277.7	216.3	-14.7%
Warmwasser	38.1	38.4	38.4	38.5	38.8	38.7	39.0	37.9	-0.4%
Prozesswärme	64.0	67.8	72.9	68.6	70.3	66.2	68.9	64.8	+1.2%
Beleuchtung	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-
Klima, Lüftung, HT	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-
I&K, Unterhaltung	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-
Antriebe, Prozesse	2.6	2.5	1.3	3.6	2.4	1.3	1.4	2.0	-23.4%
Mobilität Inland	212.8	217.7	217.6	219.2	219.4	218.8	219.1	221.4	+4.0%
sonstige	6.1	6.4	6.6	6.8	6.6	6.0	6.8	6.9	+13.1%
inländ. Energieverbrauch	576.9	607.4	601.0	570.5	594.0	581.7	612.9	549.2	-4.8%
sonstige Treibstoffe	80.5	58.9	63.6	70.2	79.4	75.2	76.7	75.9	-5.8%
Total Brenn- und Treibstoffe	657.5	666.3	664.6	640.7	673.5	656.8	689.5	625.1	-4.9%

Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2012

Die prozentuale Verteilung des inländischen Brenn- und Treibstoffverbrauchs (inklusive Fernwärme, Umwelt- und Solarwärme) auf die Verwendungszwecke im Jahr 2011 ist in Abbildung 3-2 dargestellt. Wie beim Gesamtverbrauch entfällt auch bei dieser Energieträgergruppe der Grossteil des Verbrauchs des Jahres 2011 auf Raumwärme (39.4 %) und Mobilität (40.3 %). Für Prozesswärme wurden 11.8 % des Verbrauchs aufgewendet, für Warmwasser 6.9 %. Die Verwendungszwecke Antriebe und Prozesse sowie die sonstigen Verwendungen haben keine wesentliche Bedeutung, ihre Anteile betragen rund 1 %.

Die relativen Anteile der Verwendungszwecke am Brenn- und Treibstoffverbrauch haben sich in den Jahren 2000 bis 2011 leicht verschoben. Der Anteil der Raumwärme ist um 4.5 %-Punkte gesunken, derjenige der Mobilität hat um 3.4 %-Punkte zugenommen. Der Anteil der Prozesswärme ist um 0.7 %-Punkte gestiegen.

Abbildung 3-2: Prozentuale Anteile der Verwendungszwecke am Treib- und Brennstoffverbrauch 2011 (inklusive Fern-, Umwelt- und Solarwärme)



Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2012

### Elektrizität

Entwicklung und Struktur des inländischen Elektrizitätsverbrauchs nach Verwendungszwecken sind in Tabelle 3-4 und Abbildung 3-3 dargestellt. Die Verwendung von Strom ist gemäss den Modellrechnungen im Zeitraum 2000 bis 2011 um 17.8 PJ (+9.5 %) auf 204.7 PJ gestiegen. Die Zunahme verteilt sich auf alle unterschiedlichen Verwendungszwecke. Die grössten Zunahmen zeigen sich bei den Verwendungszwecken Antriebe und Prozesse (+5.0 PJ; +7.8 %) und sonstige Verwendungen (+3.9 PJ; +60.5 %). Der kleinste Verbrauchszuwachs zeigt sich beim Warmwasser mit einem Anstieg von 0.2 PJ (+2.2 %). Der Verbrauch der übrigen Verwendungszwecke hat im Betrachtungszeitraum zwischen 1-2 PJ zugenommen.

Der Elektrizitätsverbrauch verteilt sich gleichmässiger auf die unterschiedlichen Verwendungszwecke als der Brenn- und Treibstoffverbrauch. Im Jahr 2011 entfällt der grösste Verbrauchsanteil auf die elektrischen Antriebe und Prozesse (34.1 %), gefolgt von Prozesswärme (14.9 %), Beleuchtung (13.0 %), Klima, Lüftung und Haustechnik (10.2 %) sowie Raumwärme (7.8 %).

Die mittelfristigen Verschiebungen der Anteile im Zeitraum 2000 bis 2011 sind gering. Die grösste Zunahme zeigt sich bei den sonstigen Verwendungen (+1.6 %-Punkte). Bei allen anderen

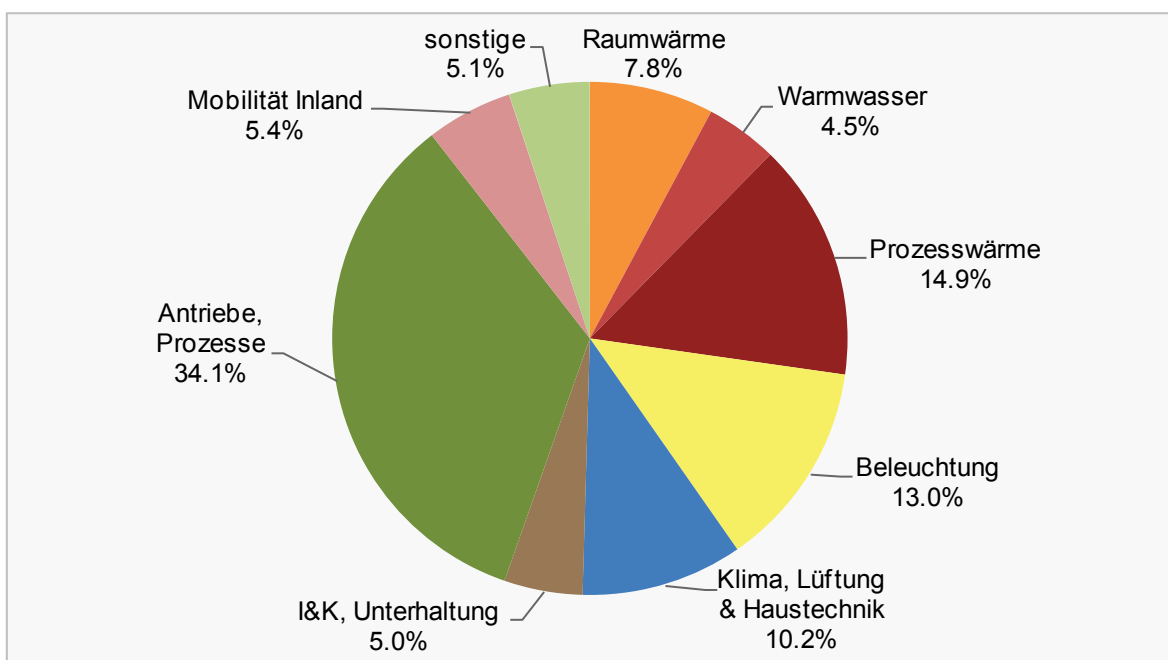
Verwendungszwecken verschoben sich die Anteile um weniger als 1 %-Punkt.

**Tabelle 3-4:** *Elektrizitätsverbrauch der Jahre 2000 bis 2011 nach Verwendungszwecken, in PJ*

	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Δ '00 – '11
Raumwärme	14.8	17.4	17.4	15.9	18.0	17.5	19.7	16.0	+7.8%
Warmwasser	9.1	9.3	9.3	9.2	9.3	9.3	9.4	9.3	+2.2%
Prozesswärme	29.4	30.2	29.0	32.0	30.8	27.9	29.9	30.5	+3.6%
Beleuchtung	24.9	26.3	26.3	26.5	26.8	26.5	26.9	26.7	+7.0%
Klima, Lüftung, HT	19.3	20.9	21.3	19.7	20.7	21.2	22.0	20.8	+7.9%
I&K, Unterhaltung	8.5	9.2	9.4	9.8	10.0	10.1	10.3	10.1	+18.8%
Antriebe, Prozesse	64.7	67.6	68.6	68.0	69.7	68.1	70.3	69.8	+7.8%
Mobilität Inland	9.6	10.8	11.2	11.2	11.4	11.1	11.5	11.1	+15.8%
sonstige	6.5	8.4	8.7	9.1	9.4	9.8	10.0	10.4	+60.5%
<b>Total Elektrizitätsverbrauch</b>	<b>186.9</b>	<b>200.1</b>	<b>201.2</b>	<b>201.4</b>	<b>206.0</b>	<b>201.4</b>	<b>210.0</b>	<b>204.7</b>	<b>+9.5%</b>

Quelle: Prognos, TEP, Infras 2012

**Abbildung 3-3:** *Prozentuale Anteile der Verwendungszwecke am Elektrizitätsverbrauch 2011*



Quelle: Prognos, TEP, Infras 2012

### Verwendungszwecke nach Verbrauchssektoren

Die Aufteilung des Endenergieverbrauchs 2011 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 sowie I&K, Unterhaltung fallen vorwiegend im Haushaltssektor an. Die Verbräuche für Prozesswärme, Antriebe und Prozesse (mechanische Prozesse) werden durch den Industriesektor dominiert, während die Verbräuche für Beleuchtung,

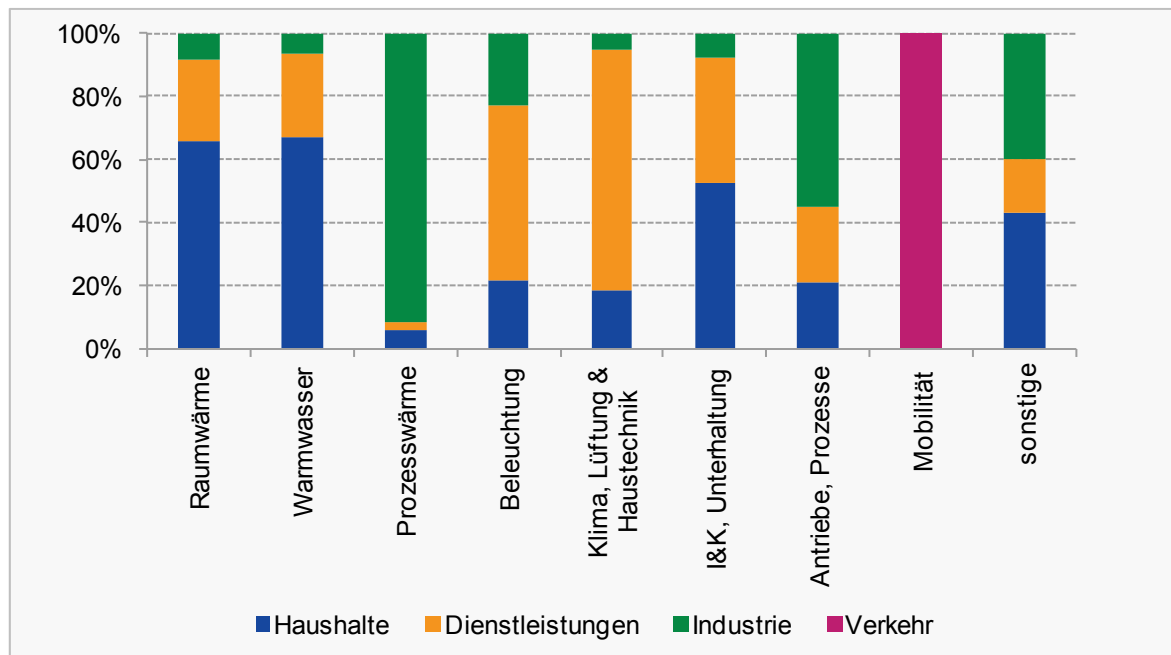
Klima, Lüftung und Haustechnik durch den Dienstleistungssektor bestimmt werden. Der Verbrauch für die Mobilität fällt definitionsgemäss ausschliesslich im Verkehrssektor an. Mitberücksichtigt ist dabei der Verbrauch von Transportmitteln im Industriesektor, die nicht als eigentlicher Verkehr betrachtet werden können (z.B. Gabelstapler und Förderbänder).

*Tabelle 3-5: Aufteilung des inländischen Endenergieverbrauchs 2011 nach Verwendungszwecken und Verbrauchssektoren, in PJ*

Verwendungszweck	Haushalte	Dienstleistungen	Industrie	Verkehr	Summe
Raumwärme	152.6	61.0	18.7	0.0	232.3
Warmwasser	31.7	12.4	3.2	0.0	47.2
Prozesswärme	5.6	2.3	87.3	0.0	95.2
Beleuchtung	5.7	14.9	6.2	0.0	26.7
Klima, Lüftung & Haustechnik	3.8	16.0	1.0	0.0	20.8
I&K, Unterhaltung	5.3	4.0	0.8	0.0	10.1
Antriebe, Prozesse	14.9	17.2	39.6	0.0	71.7
Mobilität	0.0	0.0	0.0	232.5	232.5
sonstige	7.4	3.0	6.9	0.0	17.3
Total inländischer Endenergieverbrauch in % des Totals	227.0 30.1%	130.8 17.3%	163.6 21.7%	232.5 30.8%	753.8 100.0%

Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2012

*Abbildung 3-4: Prozentuale Verteilung der Energieverbräuche des Jahres 2011 für die unterschiedenen Verwendungszwecke auf die Verbrauchssektoren*



Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2012

## 4 Sektorale Analysen

Die Basis für die sektoralen Analysen des Energieverbrauchs nach Verwendungszwecken bilden die erprobten Bottom-up-Modellansätze, welche sowohl in den Energieperspektiven, als auch den bisherigen Arbeiten im Rahmen der jährlichen Ex-Post-Analysen des Energieverbrauchs eingesetzt wurden. Die methodischen Konzepte der Modelle Private Haushalte und Verkehr sind ausführlich im Bericht zu den Verwendungszwecken 2006 beschrieben (BFE, 2008), 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.

Das Dienstleistungsmodell und das Industriemodell wurden in der Zwischenzeit grundlegend überarbeitet. Auf den Aufbau der neuen Modelle und die Abweichungen gegenüber den Vorgängermodellen wird in den jeweiligen Unterkapiteln zu den Sektoren eingegangen.

### 4.1 Private Haushalte

#### 4.1.1 Methodik und Daten

Die Modellierung des Energieverbrauchs der Privaten Haushalte der Jahre 2000 bis 2011 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**

Aufdatiert wurden die Informationen zur Bevölkerungsentwicklung, die Anzahl der neu erstellten Wohnungen nach Gebäudetyp sowie die Wohnungsabgänge. Aktualisiert wurden zudem Angaben aus der Gebäude- und Wohnungsstatistik (GWS) zur mittleren Wohnfläche der Neubauten und Angaben zur Kopplung der Raumwärme- und Warmwassersysteme. Die in der GWS enthaltenen Angaben zur Beheizungsstruktur wurden nur teilweise für die Bestimmung der Beheizungsstruktur der neugebauten Wohngebäude 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.

pen 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* (2012). Die Wärmepumpenstatistik (BFE, 2012b) und Ergebnisse statistischer Auswertungen des Wärmepumpen Testzentrums in Buchs (BFE, 2012c) wurden verwendet, um die Entwicklung der Jahresarbeitszahlen bei den kleinen Wärmepumpen fortzuschreiben.

Die Schätzung des Stromverbrauchs von Haushalts- und Elektrogeräten basiert auf den aktuellen FEA- und SWICO-Marktstatistiken mit Verkaufsdaten bis 2011.<sup>6</sup> Die verwendeten Statistiken ermöglichen eine Aufteilung der Absatzmengen nach Energieeffizienz-Klassen.

### **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 Gesamttraumwärmeverbrauch aller Wohnungen abgezogen und im Dienstleistungssektor ausgewiesen.

Zum Stromverbrauch der gemeinschaftlich genutzten Gebäudeinfrastruktur in Mehrfamilienhäusern werden der Hilfsenergieverbrauch von Pumpen, Brennern, Gebläsen und Lüftungsanlagen, der Verbrauch von Antennenverstärkern, Waschmaschinen und Tumbler, die über einen Gemeinschaftszähler betrieben werden sowie kleinere, im Zeitablauf abnehmende Mengen an Elektrizität für in den Kellern betriebene Tiefkühlgeräte gezählt.

---

<sup>6</sup> FEA: Fachverband Elektroapparate für Haushalt und Gewerbe Schweiz  
SWICO: Schweizerischer Wirtschaftsverband der Anbieter von Informations-, Kommunikations- und Organisations-technik

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.

Im Gegensatz zu früheren Ausgaben wurde der Stromverbrauch für die Gemeinschaftsbeleuchtung (Aussenanlagen, Garagen, Kellerräume, Waschräume) nicht mehr in den Dienstleistungsbereich verschoben, sondern bei den Haushalten berücksichtigt.

### **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, Lüftung und Luftbefeuchtung* sowie *übrige Haustechnik*. 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) werden einzeln ausgewiesen. Daneben werden, wie in der Gesamttaggregation, die Verwendungszwecke *Warmwasser, Beleuchtung* und *Information, Kommunikation und Unterhaltung* unterschieden.

#### **4.1.2 Energieverbrauch nach Verwendungszwecken im Sektor Privaten Haushalte**

Die Entwicklung des Energieverbrauchs der Privaten Haushalte nach Verwendungszwecken ist in Tabelle 4-1 abgebildet. Der Gesamtverbrauch hat gemäss dem Haushaltsmodell in den Jahren 2000 bis 2011 um 15.1 PJ abgenommen (-6.2 %; gemäss Energiestatistik -8.4 PJ; -3.5 %). Die Reduktion ist hauptsächlich auf den Rückgang des Raumwärmeverbrauchs zurückzuführen (-19.4 PJ; -11.3 %). Prozentual deutlich gestiegen sind hingegen die Verbräuche für Waschen und Trocknen (+1.3 PJ; +49 %) sowie für sonstige Elektrogeräte (+3.0 PJ; +69 %). Die Verbräuche der übrigen Verwendungszwecke haben sich im Betrachtungszeitraum um weniger als 1 PJ verändert.

Gegenüber dem Vorjahr 2010 hat der Gesamtverbrauch um 43.9 PJ abgenommen (-16.2 %). Der Rückgang steht in engem Zusammenhang mit der Witterung in den Jahren 2010 und 2011 und der damit verbundenen Entwicklung des Raumwärmeverbrauchs. Die Witterung in 2010 war überdurchschnittlich kühl, jene in 2011 überdurchschnittlich mild. Der Raumwärmeverbrauch nahm 2011 gegenüber dem Vorjahr um 42.9 PJ ab.



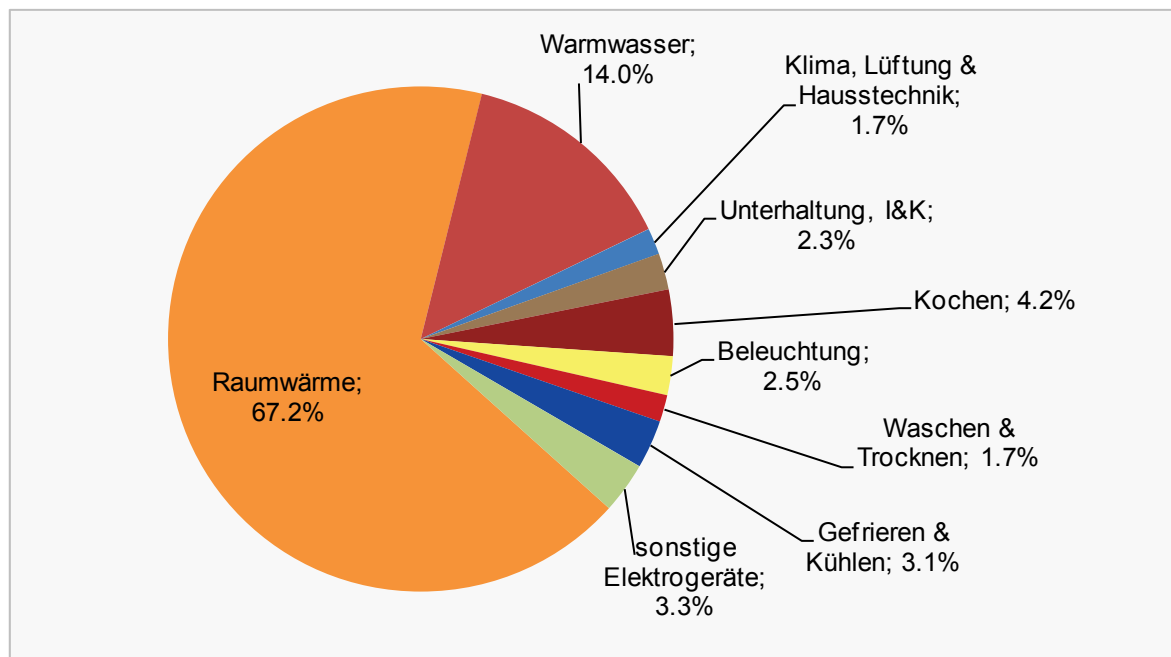
Im Jahr 2011 entfielen rund zwei Drittel des Energieverbrauchs der Haushalte auf die Raumwärme (67.2 %; Abbildung 4-1). Grosse Bedeutung für den Sektorverbrauch besass auch die Erzeugung von Warmwasser (2011: 14.0 %). Im Gegensatz zur Raumwärme reagiert der Warmwasserverbrauch nur wenig auf die Witterungsverhältnisse.

*Tabelle 4-1: Private Haushalte: Energieverbrauch 2000 bis 2011 nach Verwendungszwecken, in PJ*

	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Δ '00 – '11
Raumwärme	172.0	189.8	184.3	162.5	179.2	176.3	195.5	152.6	-11.3%
Raumwärme festinst.	170.4	188.0	182.4	160.6	177.1	174.5	193.6	150.9	-11.4%
Heizen mobil	1.6	1.8	1.9	1.9	2.1	1.8	1.9	1.7	+4.6%
Warmwasser	32.3	32.0	31.9	31.7	31.9	31.9	32.1	31.7	-2.0%
Klima, Lüftung, HT	3.6	4.0	4.0	3.7	4.0	4.0	4.4	3.8	+5.5%
Heizen Hilfsenergie	2.4	2.7	2.7	2.3	2.6	2.5	2.9	2.2	-7.9%
Klimatisierung	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	+27.3%
übrige Haustechnik	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	+41.5%
Unterhaltung, I&K	5.3	5.4	5.4	5.5	5.6	5.6	5.5	5.3	-0.9%
Kochen / Geschirrspülen	8.9	9.0	9.1	9.2	9.3	9.4	9.5	9.6	+7.7%
Beleuchtung	5.7	6.3	6.3	6.2	6.2	6.0	5.9	5.7	-1.4%
Waschen & Trocknen	2.6	3.3	3.4	3.6	3.7	3.7	3.8	3.9	+49.0%
Gefrieren & Kühlen	7.1	7.2	7.1	7.1	7.2	7.1	7.1	7.0	-1.1%
sonstige Elektrogeräte	4.4	5.9	6.1	6.3	6.5	6.8	7.1	7.4	+68.7%
Total Endenergieverbrauch	242.1	263.0	257.7	235.7	253.5	250.9	270.9	227.0	-6.2%

Quelle: Prognos 2012

*Abbildung 4-1: Private Haushalte: Aufteilung des Energieverbrauchs 2011 nach Verwendungszwecken*



Quelle: Prognos 2012

Auf die übrigen Verwendungszwecke entfielen vergleichsweise kleine Energiemengen, die Anteile am Sektorverbrauch waren ge-

ring: Kochen inkl. Geschirrspülen 4.2 %, sonstige Elektrogeräte 3.3 %, Kühlen und Gefrieren 3.1 %, Beleuchtung 2.5 %, Unterhaltung, I&K 2.3 %, Waschen und Trocknen 1.7 % und Klima, Lüftung Haustechnik 1.7 %. Für diese Verwendungszwecke wurde jedoch ausschliesslich Energie von hoher Qualität (Elektrizität) eingesetzt.

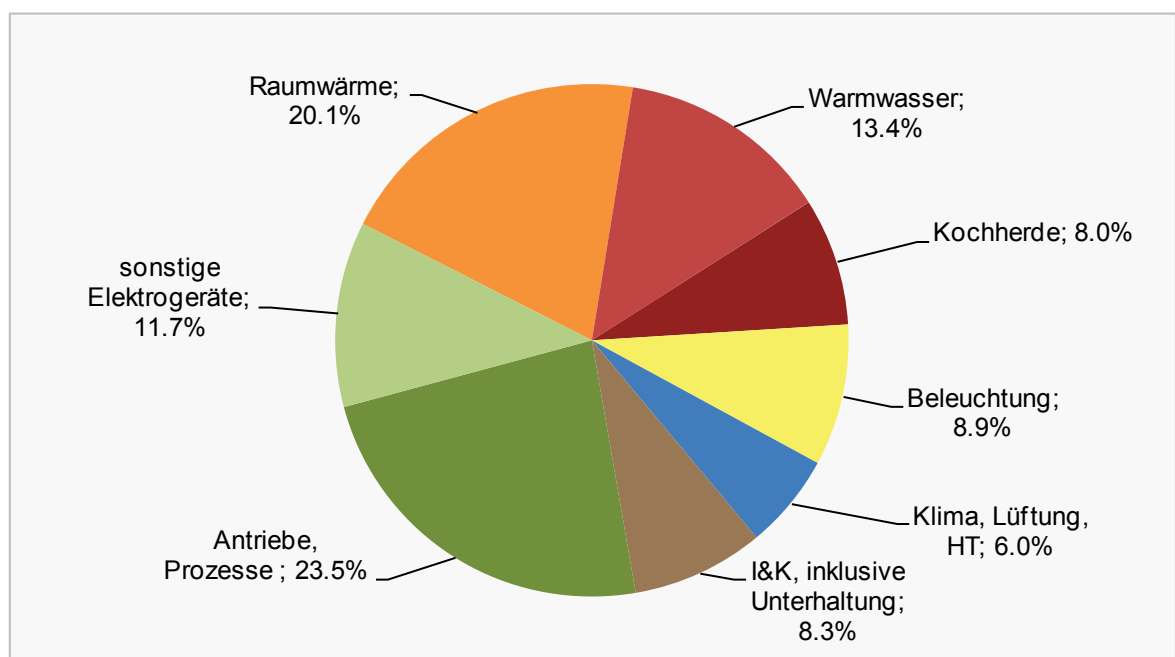
Die Entwicklung des Stromverbrauchs der Privaten Haushalte nach Verwendungszwecken ist in Tabelle 4-2 dargestellt. Die Verwendung von Elektrizität hat gemäss dem Haushaltsmodell in den Jahren 2000 bis 2011 um 6.4 PJ zugenommen (+11.3 %; gemäss Energiestatistik +8.0 PJ; +14.1 %). Der Verbrauchsanstieg ist zu grossen Teilen auf die Verwendungszwecke Antriebe und Prozesse (+2.0 PJ; +15 %) und sonstige Elektrogeräte (+3 PJ; +69 %) zurückzuführen.

Tabelle 4-2: Private Haushalte: Stromverbrauch 2000 bis 2011 nach Verwendungszwecken, in PJ

Verwendungszweck	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Δ '00 – '11
Raumwärme	11.7	13.8	13.8	12.7	14.3	13.9	15.7	12.7	+8.3%
Warmwasser	8.3	8.5	8.5	8.4	8.5	8.5	8.7	8.5	+2.1%
Kochherde	4.9	4.9	4.9	5.0	5.0	5.1	5.1	5.1	+4.8%
Beleuchtung	5.7	6.3	6.3	6.2	6.2	6.0	5.9	5.7	-1.4%
Klima, Lüftung, HT	3.6	4.0	4.0	3.7	4.0	4.0	4.4	3.8	+5.5%
I&K, inklusive Unterhaltung	5.3	5.4	5.4	5.5	5.6	5.6	5.5	5.3	-0.9%
Antriebe, Prozesse	13.0	14.0	14.1	14.3	14.5	14.7	14.9	14.9	+15.1%
sonstige Elektrogeräte	4.4	5.9	6.1	6.3	6.5	6.8	7.1	7.4	+68.7%
Summe	57.0	62.8	63.1	62.1	64.7	64.6	67.1	63.5	+11.3%

Quelle: Prognos 2012

Abbildung 4-2: Private Haushalte: Aufteilung des Stromverbrauchs 2011 nach Verwendungszwecken



Quelle: Prognos 2012

Im Jahr 2011 entfielen rund 23.5 % des Elektrizitätsverbrauchs der Haushalte auf Antriebe und Prozesse (Waschen, Trocknen, Kühlen, Gefrieren, Geschirrspüler, elektrische Kochhilfen; Abbildung 4-2). Rund 20 % des Stromverbrauchs entfielen auf die Raumwärme, 13.4 % auf das Warmwasser, 8.0 % auf Kochherde, 8.9 % auf die Beleuchtung, 6 % auf den Verwendungszweck Klima, Lüftung und Haustechnik, 8.3 % auf Information, Kommunikation und Unterhaltung sowie 11.7 % auf sonstige Elektrogeräte.

## Raumwärme

Unter dem Aspekt der Verbrauchsmenge ist der Verwendungszweck Raumwärme von herausragender Bedeutung. Im Jahr 2011 entfielen 67.2 % des Endenergieverbrauchs der Haushalte auf die Bereitstellung von Raumwärme (2010: 72.2 %). Dabei ist der Hilfsenergieverbrauch für den Betrieb der Anlagen und die Wärmeverteilung nicht eingeschlossen.

Im Zeitraum 2000 bis 2011 wurde die beheizte Wohnfläche um 73.4 Mio. m<sup>2</sup> EBF ausgeweitet (+19.0 %), was einer durchschnittlichen Zuwachsrate von 1.6 % p.a. entspricht.<sup>7</sup> Nicht berücksichtigt sind dabei die neugebauten Flächen in Zweit- und Ferienwohnungen. In Tabelle 4-3 ist die Entwicklung der Energiebezugsfläche (EBF) der dauernd bewohnten Wohngebäude und der leer stehenden Wohngebäude nach Heizungssystemen aufgeschlüsselt.

Mit einer Zunahme von 41.2 Mio. m<sup>2</sup> EBF(+60.9 %) ist die mit Erdgas beheizte Fläche im Zeitraum 2000 bis 2011 am stärksten gewachsen. Im Jahr 2011 wurde annähernd ein Viertel der Wohnfläche mit Erdgas beheizt (+23.7 %). Kräftig ausgeweitet hat sich auch die mit elektrischen Wärmepumpen beheizte Wohnfläche (+33.3 Mio. m<sup>2</sup> EBF; +232 %). Die solarthermischen Anlagen weisen mit +240 % ebenfalls ein starkes prozentuales Wachstum auf, jedoch auf einem noch sehr geringen absoluten Niveau von rund 1.1 Mio. m<sup>2</sup> EBF (+0.8 Mio. m<sup>2</sup> EBF ggü. 2000).

Die mit Heizöl beheizte Wohnfläche ist rückläufig. Gegenüber dem Jahr 2000 ist die Fläche um 14.1 Mio. m<sup>2</sup> zurückgegangen (-6.0 %). Heizöl bleibt jedoch der wichtigste Energieträger zur Bereitstellung der Raumwärme. Im Jahr 2011 wurde immer noch beinahe die Hälfte der Fläche mit Heizöl beheizt (48.0 %).

---

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).

**Tabelle 4-3: Private Haushalte: Entwicklung der Energiebezugsfläche nach Heizsystemen in Mio. m<sup>2</sup> EBF (inklusive Leerwohnungen, ohne Zweit- und Ferienwohnungen)**

	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Anteil 2011
Heizöl	234.3	237.0	235.5	232.9	229.3	227.3	224.2	220.2	48.0%
Erdgas	67.6	84.1	88.3	92.7	97.4	100.8	104.9	108.8	23.7%
El. Widerstandsheizungen	25.5	24.6	24.3	24.2	24.1	23.9	23.9	23.6	5.1%
Holz	31.6	33.3	34.0	34.9	35.8	36.6	37.5	38.4	8.4%
Kohle	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.2%
Fernwärme	11.4	13.4	14.1	14.9	15.8	16.6	17.6	18.7	4.1%
Wärmepumpen	14.4	21.8	25.3	29.2	33.5	37.5	42.1	47.7	10.4%
Solar	0.3	0.5	0.6	0.6	0.7	0.8	0.9	1.1	0.2%
Summe beheizt	385.7	415.6	422.8	430.2	437.5	444.2	452.0	459.1	100.0%

Quelle: eigene Fortschreibung der Volkszählung 2000

Der durchschnittliche Heizwärmebedarf je m<sup>2</sup> EBF ist zwischen 2000 und 2011 um 13.2 % auf 338 MJ/m<sup>2</sup> und Jahr gesunken. Der durchschnittliche Nutzungsgrad der Heizsysteme hat sich im Betrachtungszeitraum um 5.7 %-Punkte auf 85.2 % erhöht. Überdurchschnittliche Effizienzsteigerungen zeigen sich bei den Heizsystemen mit dem stärksten Wachstum, den Wärmepumpen und den Gaszentralheizungen (Brennwertsysteme).

Die Entwicklung des Endenergieverbrauchs für Raumwärme in Wohngebäuden (ohne Zweit- und Ferienwohnungen) ist in Tabelle 4-4 abgebildet. Im Jahr 2011 lag der Verbrauch für Raumwärme 19.4 PJ unter dem Verbrauch im Jahre 2000 (-11.3 %). Die Modellverbräuche ohne Witterungseinfluss zeigen für den gleichen Zeitraum eine Verbrauchsreduktion von 6.7 PJ (-3.5 %). Bezogen auf den Zeitraum 2000 bis 2011 entspricht dies einer mittleren Reduktionsrate von 0.3 % p.a..

Tabelle 4-4 verdeutlicht die anhaltende Dominanz der fossilen Energieträger. Der Anteil von Heizöl, Erdgas und Kohle am Raumwärmeverbrauch lag im Jahr 2011 bei 73.4 % (2000: 80 %). Der Anteil der Erneuerbaren (Holz, Solar, Umweltwärme) ist im Zeitraum 2000 bis 2011 um rund 4 %-Punkte gestiegen und betrug 2011 knapp 15 %. Kaum verändert hat sich der Verbrauchsanteil der elektrischen Widerstandsheizungen, dieser lag 2011 immer noch bei rund 6 %. Darin berücksichtigt ist der Verbrauchsanteil der mobilen Kleinheizgeräte (Elektro-Öfelis). Der Verbrauch dieser mobilen Kleinheizgeräte belief sich im Zeitraum 2000 bis 2011, in Abhängigkeit der Witterung, auf 1.5 bis 2 PJ (vgl. Tabelle 4-1). Der abgebildete Holzenergieverbrauch beinhaltet auch den Verbrauch an Kaminholz, der auf jährlich rund 1 PJ geschätzt wird.<sup>8</sup> Der

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

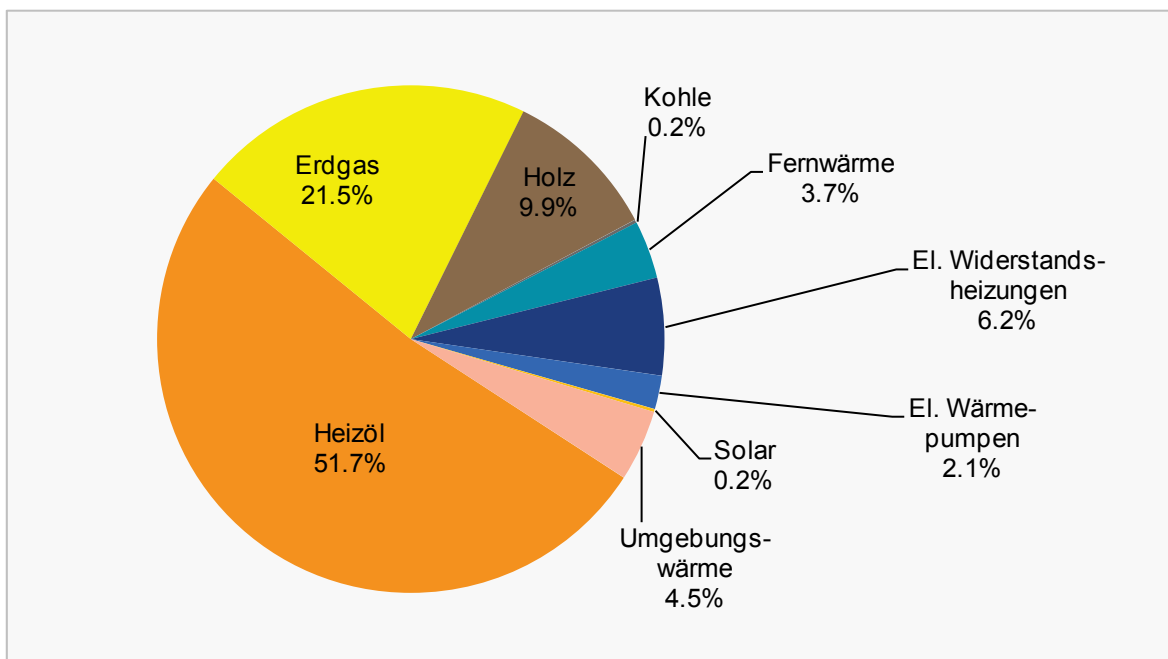
Hilfsenergieverbrauch für den Betrieb der Heizanlagen belief sich auf jährlich rund 2 PJ<sub>el</sub> (ohne Verbrauch in Mehrfamilienhäusern). Dieser Verbrauch wird hier nicht der Raumwärme, sondern dem Bereich Klima, Lüftung und Haustechnik zugerechnet.

**Tabelle 4-4:** *Private Haushalte: Endenergieverbrauch für Raumwärme nach Heizsystem und Energieträgern 2000 bis 2011, in PJ*

	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Δ '00 – '11
Heizöl	109.3	113.6	108.1	92.7	99.7	96.9	104.0	78.9	-27.8%
Erdgas	27.8	34.9	34.7	31.4	35.9	35.8	41.5	32.7	+17.6%
El. Widerstandsheizungen	10.3	11.5	11.3	10.3	11.4	10.7	11.8	9.5	-7.8%
Holz	15.5	17.1	16.7	15.2	16.7	16.6	18.6	15.1	-2.4%
Kohle	0.4	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4	0.3	-12.9%
Fernwärme	4.4	5.5	5.5	5.1	5.9	5.9	7.0	5.6	+27.1%
Elektr. Wärmepumpen	1.5	2.3	2.5	2.4	3.0	3.2	3.9	3.3	+119.6%
Umgebungswärme	2.8	4.4	4.9	4.8	6.0	6.5	8.1	6.9	+148.9%
Solar	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	+171.2%
Summe	172.0	189.8	184.3	162.5	179.2	176.3	195.5	152.6	-11.3%
Summe witterungsbereinigt	191.6	188.9	188.7	188.3	188.1	187.1	186.1	184.8	-3.5%

Quelle: Prognos 2012

**Abbildung 4-3:** *Private Haushalte: Aufteilung des Raumwärmeverbrauchs 2011 nach Energieträgern (ohne Hilfsenergieverbrauch)*



Quelle: Prognos 2012

## Warmwasser

Im Jahr 2011 wurden 14.0 % 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 34 % der Bevölkerung bezogen in 2011 ihr Warmwasser von strombasierten Systemen (inkl. Wärmepumpen; Tabelle 4-5).

Die relativen Anteile der Anlagentypen an der Erzeugung von Warmwasser haben sich im Zeitraum 2000 bis 2011 teilweise deutlich verschoben. Abgenommen haben die Anteile von Heizöl (-10 %-Punkte) und von den elektrischen Widerstandsanlagen (Ohm'sche Anlagen, -3 %-Punkte). Gestiegen sind die Anteile von Erdgas (+6 %-Punkte), Wärmepumpen (+4 %-Punkte) und Solarthermie (+3 %-Punkte). Die Anzahl der Einwohner, die ihr Warmwasser mittels Solaranlagen erzeugten, hat im Betrachtungszeitraum um den Faktor 7 zugenommen. Der Gesamtanteil lag im Jahr 2011 aber erst bei knapp 4 %. Nicht wesentlich verändert haben sich die Anteile von Holz und Fernwärme.

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

	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Anteil 2011
Heizöl	3206	3080	3033	2974	2916	2864	2792	2725	35.3%
Erdgas	1084	1291	1345	1404	1473	1514	1564	1615	20.9%
Holz	166	182	188	193	201	203	205	205	2.7%
Fernwärme	213	212	217	223	230	233	240	254	3.3%
El. Ohm'sche Anlagen	2143	2166	2162	2154	2155	2159	2166	2152	27.9%
El. Wärmepumpen	175	237	265	298	336	372	414	470	6.1%
Solar	41	105	121	140	168	212	251	293	3.8%
Summe	7028	7273	7330	7385	7479	7556	7632	7714	100.0%

*Quelle: eigene Fortschreibung der Volkszählung 2000*

Der durchschnittliche Warmwasserverbrauch pro Kopf variiert zwischen Zentralsystemen und Einzelsystemen. Bei Zentralsystemen beläuft sich der durchschnittliche Tagesverbrauch gemäss Erfahrungswerten auf 45-50 Liter pro Kopf.<sup>9</sup> 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. Wärmepum-

<sup>9</sup> Angenommen ist eine Erwärmung des Wassers von 15°C auf 55°C.

pen weisen die höchsten Nutzungsgrade auf. Überdurchschnittliche Wirkungsgrade besitzen auch die solarthermischen (per Definition 100 %) und die elektrischen Widerstandsanlagen. Der durchschnittliche Nutzungsgrad ist von 65 % im Jahr 2000 auf 71 % im Jahr 2011 gestiegen.<sup>10</sup>

Die Entwicklung des Endenergieverbrauchs für Warmwasser im Haushaltssektor ist in Tabelle 4-6 zusammengefasst. Der Gesamtverbrauch ist zwischen 2000 und 2011 um 0.6 PJ auf 31.7 PJ gesunken (-2 %). Bereinigt um den Witterungseffekt ergibt sich im Betrachtungszeitraum eine Reduktion von 1 %. Der Effizienzgewinn durch die Verbesserung des mittleren Nutzungsgrads wurde durch den gestiegenen Warmwasserverbrauch (Bevölkerungswachstum) weitgehend kompensiert.

Im Jahr 2011 wurden noch rund 40 % des Verbrauchs durch ölbeheizte Anlagen verursacht (2000: 52 %). Insgesamt waren 61 % des Verbrauchs den fossilen Energieträgern Öl und Erdgas zuzurechnen (Abbildung 4-4). Der Anteil der erneuerbaren Energieträger (Holz, Solar, Umweltwärme) betrug 9 %, der Rest entfiel vorwiegend auf Strom (27 %; inkl. Strom der elektrischen Wärmepumpen).

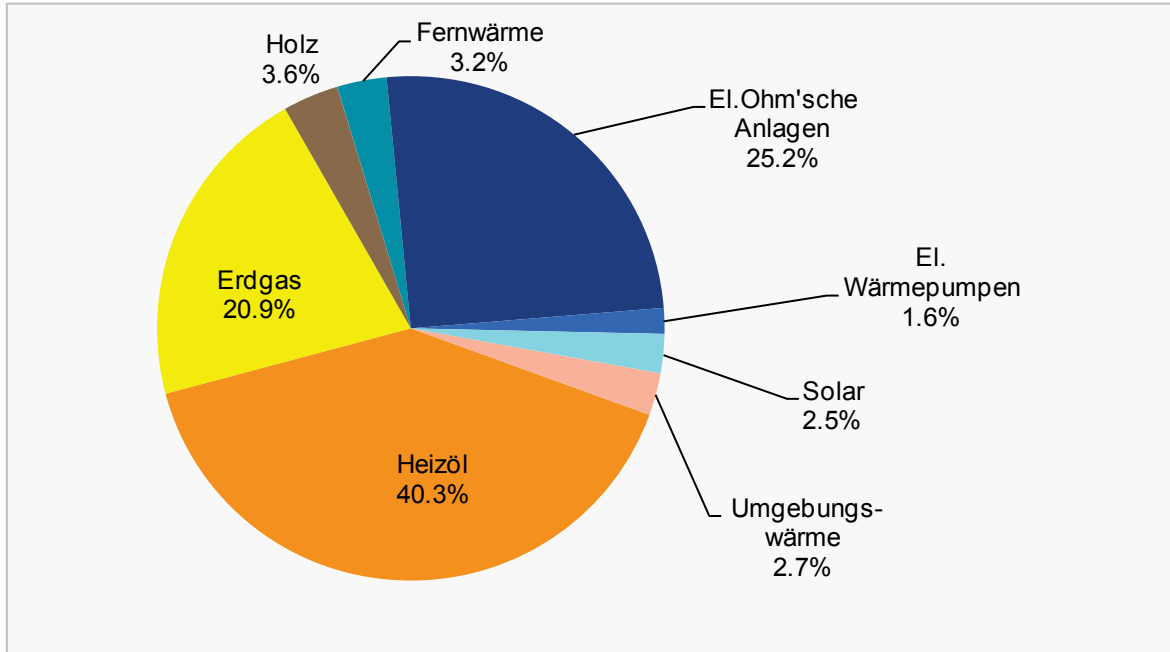
*Tabelle 4-6: Private Haushalte: Endenergieverbrauch für Warmwasser nach Energieträgern, in PJ*

	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Δ '00 – '11
Heizöl	16.6	15.2	14.9	14.4	14.1	13.7	13.4	12.8	-23.3%
Erdgas	5.0	5.7	5.8	6.0	6.2	6.3	6.5	6.6	+31.0%
Holz	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	1.1	+13.6%
Fernwärme	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	1.0	+15.0%
El. Ohm'sche Anlagen	8.1	8.2	8.2	8.1	8.1	8.1	8.2	8.0	-1.7%
El. Wärmepumpen	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	+157.7%
Solar	0.1	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	+604.5%
Umgebungswärme	0.3	0.4	0.5	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	+181.5%
Summe	32.3	32.0	31.9	31.7	31.9	31.9	32.1	31.7	-2.0%

Quelle: Prognos 2012

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

Abbildung 4-4: Private Haushalte: Aufteilung des Energieverbrauchs 2011 zur Bereitstellung von Warmwasser nach Energieträgern, in %



Quelle: Prognos 2012

### Kochen

Dem Verwendungszweck Kochen werden hier 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 dieser Gerätekategorie hat sich im Zeitraum 2000 bis 2011 um 0.7 PJ ausgeweitet (+7.7 %). Dieser Zuwachs ist weitgehend auf den Mehrverbrauch bei den elektrischen Kochhilfen zurückzuführen (+0.7 PJ; +49 %). Hingegen hat sich der Verbrauch von Kochherden (-1 %) und Geschirrspülern (+3 %) trotz der Bevölkerungszunahme nicht wesentlich verändert.



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

Kochen/Geschirrspülen	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Anteil 2011
Erdgas	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	3.8%
Holz	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	1.5%
Elektrizität	8.1	8.4	8.5	8.6	8.7	8.9	9.0	9.1	94.8%
dar. Elektroherd	4.9	4.9	4.9	5.0	5.0	5.1	5.1	5.1	53.2%
elektrische Kochhilfen	1.4	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.1	22.1%
Geschirrspüler	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.9	19.5%
Summe	8.9	9.0	9.1	9.2	9.3	9.4	9.5	9.6	100.0%

Quelle: Prognos 2012

### Übrige elektrische Geräte und Beleuchtung

Die Verbrauchsentwicklung der übrigen elektrischen Haushaltsgeräte und der Beleuchtung ist in Tabelle 4-8 dargestellt. Zwischen 2000 und 2011 hat sich der Verbrauch dieser Gerätegruppen um 4.3 PJ (+14.9 %) erhöht. Die Entwicklung in den unterschiedenen Gerätegruppen ist unterschiedlich:

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

	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Δ '00 – '11
Beleuchtung	5.7	6.3	6.3	6.2	6.2	6.0	5.9	5.7	-1.4%
Kühlen und Gefrieren	7.1	7.2	7.1	7.1	7.2	7.1	7.1	7.0	-1.1%
Waschen und Trocknen	2.6	3.3	3.4	3.6	3.7	3.7	3.8	3.9	+49.0%
Unterhaltung, I&K	5.3	5.4	5.4	5.5	5.6	5.6	5.5	5.3	-0.9%
Klima, Lüftung, HT	3.6	4.0	4.0	3.7	4.0	4.0	4.4	3.8	+5.5%
sonstige	4.4	5.9	6.1	6.3	6.5	6.8	7.1	7.4	+68.7%
Summe	28.8	32.1	32.4	32.4	33.1	33.3	33.8	33.1	+14.9%

Quelle: Prognos 2012

- Der Verbrauch der Beleuchtung ist im Zeitraum 2000 bis 2005 angestiegen. Durch den Einsatz von Energiesparlampen und das Verbot ineffizienter Glühlampen konnte der Verbrauch nach 2005 kontinuierlich gesenkt werden. 2011 lag der Verbrauch in etwa auf dem Niveau des Jahres 2000 (-1.4 % ggü. 2000).
- Die Verbräuche für Kühl- und Gefriergeräte sowie für Information, Kommunikation und Unterhaltung haben sich im Betrachtungszeitraum nicht wesentlich verändert. In 2011 lag der Verbrauch für Kühl- und Gefriergeräte 1.1 % unter dem Verbrauch des Jahres 2000. Der Verbrauch für Information, Kommunikation und Unterhaltung hat sich zwischen 2000 und 2011 um 0.9 % reduziert.
- Der Verbrauch für das Waschen und Trocknen ist um 1.3 PJ auf 3.9 PJ gestiegen (+49 %). Die Zunahme ist hauptsächlich

auf das Bevölkerungswachstum und die zunehmende Haushaltsausstattung mit Wäschetrocknern zurückzuführen. Eine weitere Ursache für den Verbrauchsanstieg bilden strukturelle Veränderungen in den Mehrfamilienhäusern. In Mehrfamilienhäusern werden die Geräte zunehmend in den privaten Wohnungen oder über die wohnungseigenen Stromzähler betrieben. Dadurch werden Verbräuche, die früher als Gemeinschaftsverbräuche im Dienstleistungssektor verbucht wurden, zusehends im Sektor Private Haushalte bilanziert. Wird der Gesamtverbrauch für das Waschen und Trocknen betrachtet, d.h. inklusive des Verbrauchs der gemeinschaftlich genutzten Geräte in Mehrfamilienhäusern, zeigt sich im Betrachtungszeitraum eine Erhöhung des Energieverbrauchs von 4.8 PJ auf 6.2 PJ (+27 %).

- Der Verbrauch für Klima, Lüftung und Haustechnik weist eine steigende Tendenz auf. 2011 lag der Verbrauch 5.5 % über dem Verbrauch des Jahres 2000. Aufgrund der Witterungsabhängigkeit des Hilfsenergieverbrauchs ergibt sich in 2011 gegenüber dem Vorjahr ein deutlicher Verbrauchsrückgang (-13 %).
- Am stärksten gewachsen sind die sonstigen Verwendungen. Der Verbrauch dieser Gerätegruppe hat sich zwischen 2000 und 2011 von 4.4 PJ auf 7.4 PJ erhöht (+69 %).

## 4.2 Dienstleistungen und Landwirtschaft

### 4.2.1 Methodik und Daten

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

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 betrifft sowohl Berechnungsverfahren als auch Kennwerte. 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 4-9).

*Tabelle 4-9: 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.)		■	■					

Quelle: TEP Energy 2012

Für die Modellrechnungen werden für alle Jahre die Rahmendaten Energiebezugsflächen, BIP, branchenspezifische Beschäftigungszahlen, 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 Modell TEP Tertiary bestimmte Wärmeenergie- und Stromverbrauch pro Energieanwendung wird anschliessend auf

die Verwendungszwecke aggregiert. Bei der Wärmeenergie werden Raumwärme auf der einen Seite sowie Warmwasser und Prozesswärme auf der anderen Seite separat modelliert.<sup>11</sup> Die Verbräuche werden so zusammengezogen, dass sie den vorgegebenen Verwendungszwecken der Gesamttaggregation entsprechen.

Für die Brennstoffe wird angenommen, dass der gesamte Verbrauch innerhalb der Gebäude anfällt, nicht jedoch beim Strom. 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 (CEPE, 2007). 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 Beschneigungsanlagen berücksichtigt. Der Energieverbrauch für die Verkehrsinfrastruktur wird folglich im Dienstleistungssektor ausgewiesen, während der gesamte verkehrsbedingte Traktionsenergieverbrauch im Verkehrssektor abgebildet wird.

Eine weitere Abweichung zur Definition der Wirtschaftssektoren wird für den Teil des Energieverbrauchs in den Wohngebäuden vorgenommen, der nicht von den Haushalten selbst direkt bezahlt wird, sondern von einer Verwaltung, einer Immobilienfirma oder einer Drittperson. Im Strombereich handelt es sich dabei im Wesentlichen um den sogenannten „Allgemeinstrom“. Der Raumwärmeverbrauch 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 teilweise die Differenzen gegenüber den Verbrauchswerten gemäss der Gesamtenergiestatistik. In der Gesamtenergiestatistik wird der Verbrauch des Landwirtschaftssektors zusammen mit der statistischen Differenz ausgewiesen.

---

11 Die Prozesswärme kann beim derzeitigen Stand der Modellentwicklung (Sommer 2012) nur für Stromanwendungen für die Bereiche Küche und Waschen in den Branchen Gastronomie, Gesundheitswesen und Schulen ausgewiesen werden.

## 4.2.2 Energieverbrauch nach Verwendungszwecken in den Sektoren Dienstleistungen und Landwirtschaft

### Gesamtenergie

Die Entwicklung des Energieverbrauchs nach Verwendungszwecken in den Sektoren Dienstleistungen und Landwirtschaft ist in Tabelle 4-10 beschrieben. Im Zeitraum 2000 bis 2011 hat sich der Gesamtverbrauch gemäss den Modellrechnungen um 5.0 PJ (-3.7 %) verringert, gemäss der Energiestatistik belief sich der Rückgang auf 4.1 PJ (-3.0 %; exkl. Landwirtschaft). Der Rückgang ist hauptsächlich auf die Reduktion des Raumwärmeverbrauchs zurückzuführen (-11.9 PJ; -16.3 %). Der Verbrauch der übrigen Verwendungszwecke ist im Betrachtungszeitraum gestiegen. Am stärksten waren die Zunahmen in den Bereichen Klima, Lüftung und Haustechnik (+1.4 PJ; +9.9 %), Information, Kommunikation und Unterhaltung (+1.4 PJ; +54 %) und bei den Antrieben und Prozessen (+1.5 PJ; +9.2 %). Der Verbrauch für die Beleuchtung ist um 0.9 PJ (+6.6 %) gestiegen und derjenige für die sonstigen Verwendungen ebenfalls um 0.9 PJ (+43 %). Der Verbrauch für Warmwasser und Prozesswärme hat sich im Betrachtungszeitraum nicht wesentlich erhöht.

Gegenüber dem Vorjahr 2010 hat der Gesamtverbrauch der Sektoren Dienstleistungen und Landwirtschaft gemäss den Modellrechnungen um 18.4 PJ (-12.3 %) abgenommen. Der Rückgang hängt eng mit dem Verlauf der Witterung und dem davon abhängigen Verbrauch für Raumwärme zusammen. Das Jahr 2010 war sehr kühl, das Jahr 2011 sehr mild. Der Raumwärmeverbrauch ging im Jahr 2011 gegenüber dem Vorjahr um knapp 18 PJ zurück (-23 %). Der Verbrauch für Klima, Lüftung, Haustechnik, welcher ebenfalls von der Witterung beeinflusst wird (Hilfsenergieverbrauch), reduzierte sich um 0.6 PJ (-4 %).

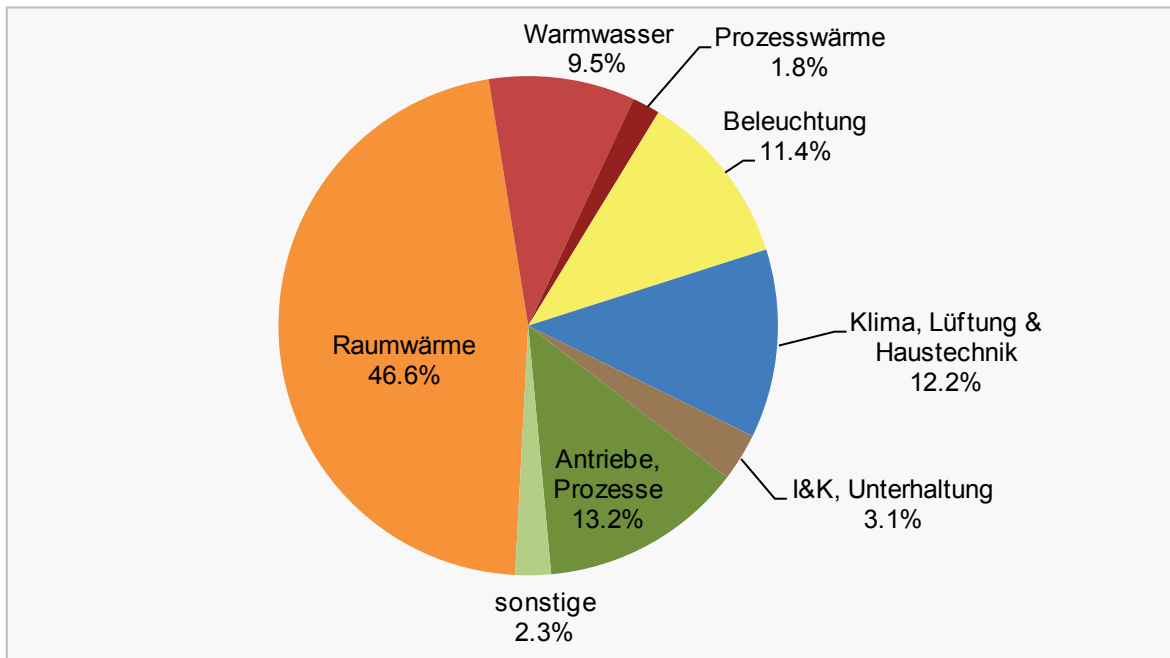
Im Jahr 2011 entfielen rund 47 % des Energieverbrauchs der Sektoren Dienstleistungen und Landwirtschaft auf die Bereitstellung der Raumwärme (Vorjahr: 53 %; Abbildung 4-5). Von grösserer Bedeutung für den Verbrauch waren auch die Verwendungszwecke Klima, Lüftung und Haustechnik (12.2 %), Antriebe und Prozesse (13.2 %), die Beleuchtung (11.4 %) und Warmwasser (9.5 %).

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

	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Δ '00 – '11
Raumwärme	72.9	78.3	75.0	66.0	72.6	70.5	78.8	61.0	-16.3%
Warmwasser	11.9	12.3	12.3	12.3	12.3	12.4	12.5	12.4	+4.3%
Prozesswärme	2.1	2.2	2.2	2.3	2.3	2.4	2.4	2.3	+10.6%
Beleuchtung	13.9	14.4	14.5	14.5	14.7	14.7	14.8	14.9	+6.6%
Klima, Lüftung, HT	14.5	15.7	16.3	14.9	15.7	16.2	16.6	16.0	+9.9%
I&K, Unterhaltung	2.6	3.2	3.3	3.5	3.7	3.8	4.0	4.0	+54.0%
Antriebe, Prozesse	15.8	16.3	16.4	16.9	17.1	17.1	17.2	17.2	+9.2%
sonstige	2.1	2.5	2.6	2.8	2.8	3.0	3.0	3.0	+43.3%
<b>Total Endenergieverbrauch</b>	<b>135.8</b>	<b>144.8</b>	<b>142.6</b>	<b>133.2</b>	<b>141.4</b>	<b>140.0</b>	<b>149.2</b>	<b>130.8</b>	<b>-3.7%</b>

Quelle: TEP Energy 2012

**Abbildung 4-5: Dienstleistungssektor und Landwirtschaft: Prozentuale Aufteilung des Energieverbrauchs 2011 nach Verwendungszwecken (alle Energieträger)**



Quelle: TEP Energy 2012

Die relativen Anteile der Verwendungszwecke am Verbrauch der Sektoren Dienstleistungen und Landwirtschaft haben sich zwischen 2000 und 2011 verschoben. Der Anteil der Raumwärme ist um 7 %-Punkte zurückgegangen, die Anteile der übrigen Verwendungszwecke sind gestiegen: Antriebe und Prozesse +1.6 %-Punkte, Klima, Lüftung und Haustechnik +1.5 %-Punkte, I&K, Unterhaltung +1.2 %-Punkte und Beleuchtung +1.1 %-Punkte. Die Anteile der übrigen Verwendungszwecke haben sich zwischen 2000 und 2011 um weniger als 1 %-Punkt verändert.

## Brennstoffe, Fernwärme, Umwelt- und Solarwärme

Brennstoffe, Fernwärme, Umwelt- und Solarwärme werden im Dienstleistungs- und im Landwirtschaftssektor ausschliesslich für Raumwärme und Warmwasser eingesetzt.<sup>12</sup> Der Grossteil des „Brennstoffverbrauchs“ entfiel im Jahr 2011 auf die Raumwärme (83 %), der Rest auf die Bereitstellung von Warmwasser (17 %; Tabelle 4-11). Der Gesamtverbrauch dieser Energieträgergruppe hat sich im Zeitraum 2000 bis 2011 um 11.4 PJ verringert (-14.1 %). Der Raumwärmeverbrauch ist um rund 12 PJ (-17 %) gesunken, der Warmwasserverbrauch um 0.5 PJ (+4.5 %) gestiegen. Der Rückgang der Raumwärmeverbrauchs ist stark durch die milde Witterung in 2011 beeinflusst. Bereinigt um den Effekt der Witterung zeigt sich im Zeitraum 2000 bis 2011 ein Rückgang des Brennstoffverbrauchs für Raumwärme um knapp 8 PJ (-10 %).

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

	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Δ '00 – '11
Raumwärme	69.9	74.8	71.6	63.0	69.3	67.1	75.1	58.0	-17.0%
Warmwasser	11.1	11.5	11.6	11.5	11.6	11.6	11.7	11.6	+4.5%
Total Brennstoffverbrauch	81.0	86.4	83.2	74.5	80.8	78.8	86.8	69.6	-14.1%

Quelle: TEP Energy 2012

## Elektrizität

Der Stromverbrauch in den Sektoren Dienstleistungen und Landwirtschaft ist zwischen 2000 und 2011 um 6.4 PJ angewachsen (+11.7 %; Tabelle 4-12). Der Anteil der Elektrizität am Sektorverbrauch wies eine steigende Tendenz auf, 2011 lag er bei 47 %. Der Stromeinsatz hat bei allen unterschiedlichen Verwendungszwecken zugenommen, am stärksten bei den Antrieben und Prozessen (+1.5 PJ), bei Klima, Lüftung und Haustechnik (+1.4 PJ) und bei Information, Kommunikation und Unterhaltung (+1.4 PJ). Der Stromeinsatz für die Beleuchtung hat um 0.9 PJ zugenommen (+6.6 %).

12 Der Brennstoffverbrauch für Prozesswärme, z.B. der Gasverbrauch für Kochen, Wäschetrocknen, Sterilisieren in Spitälern, wurde beim derzeitigen Stand der Modellentwicklung (Sommer 2012) nicht explizit modelliert. Er ist teilweise unter Warmwasser subsummiert. Der Anteil von Fernwärme, Solar- und Umweltwärme an den „Brennstoffen“ betrug in 2011 rund 8 %.

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

	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Δ '00 – '11
Raumwärme	3.0	3.4	3.4	3.0	3.4	3.4	3.8	3.0	+1.0%
Warmwasser	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	+1.6%
Prozesswärme	2.1	2.2	2.2	2.3	2.3	2.4	2.4	2.3	+10.6%
Beleuchtung	13.9	14.4	14.5	14.5	14.7	14.7	14.8	14.9	+6.6%
Klima, Lüftung, HT	14.5	15.7	16.3	14.9	15.7	16.2	16.6	16.0	+9.9%
I&K, Unterhaltung	2.62	3.17	3.33	3.54	3.72	3.81	3.97	4.03	+54.0%
Antriebe, Prozesse	15.8	16.3	16.4	16.9	17.1	17.1	17.2	17.2	+9.2%
sonstige	2.1	2.5	2.6	2.8	2.8	3.0	3.0	3.0	+43.3%
<b>Total Elektrizitätsverbrauch</b>	<b>54.8</b>	<b>58.4</b>	<b>59.4</b>	<b>58.7</b>	<b>60.5</b>	<b>61.3</b>	<b>62.4</b>	<b>61.2</b>	<b>+11.7%</b>

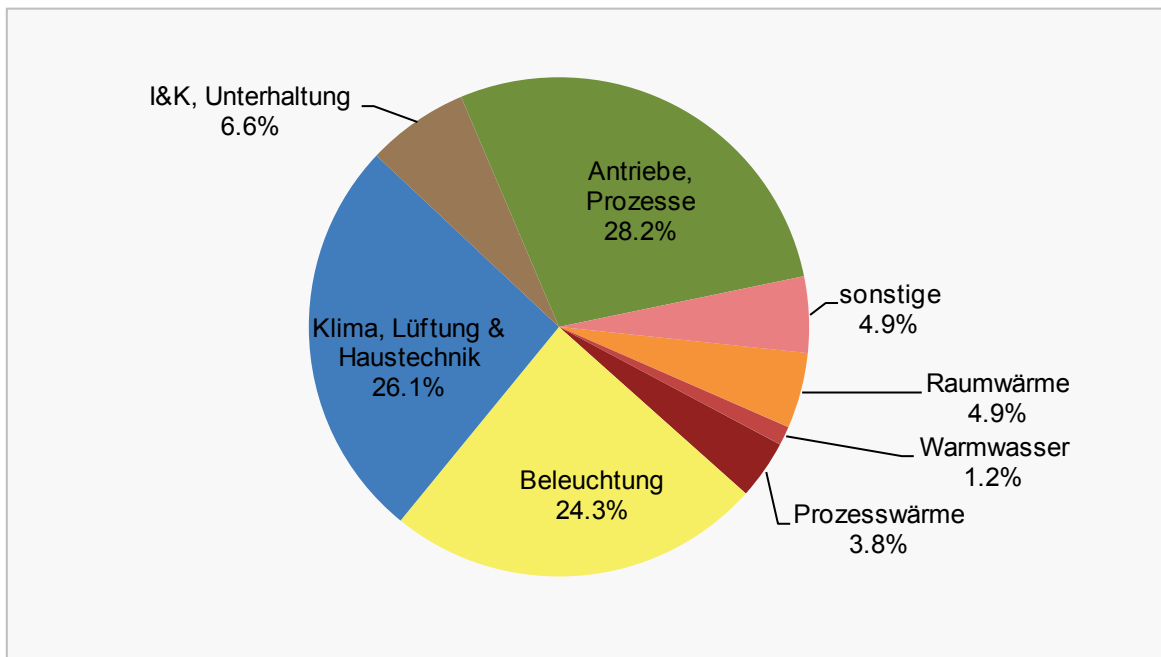
Quelle: TEP Energy 2012

Die prozentuale Aufteilung des Elektrizitätsverbrauchs des Jahres 2011 im Dienstleistungssektor und der Landwirtschaft ist aus Abbildung 4-6 ersichtlich. Am meisten Strom wurde für Antriebe und Prozesse (28.2 %), für Klima, Lüftung und Haustechnik (26.1 %) und für die Beleuchtung (24.3 %) aufgewendet. Die Verbrauchsan-teile der übrigen Verwendungszwecke waren vergleichsweise gering: Information, Kommunikation und Unterhaltung 6.6 %, Raumwärme 4.9 %, sonstige Verwendungen 4.9 %, Prozesswärme 3.8 % und Warmwasser 1.2 %.

Die Bedeutung der einzelnen Verwendungszwecke hat sich seit 2000 leicht verändert. Die Anteile von Information, Kommunikation und Unterhaltung (+1.8 %-Punkte) und der sonstigen Verwendungen (+1.1 %-Punkte) sind gestiegen. Die Anteile der Beleuchtung (-1.2 %-Punkte), der Antriebe und Prozesse (-0.6 %-Punkte) sowie der Raumwärme (-0.5 %-Punkte) sind hingegen gesunken. Die Anteile der übrigen Verwendungszwecke haben sich nicht wesentlich verändert.



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



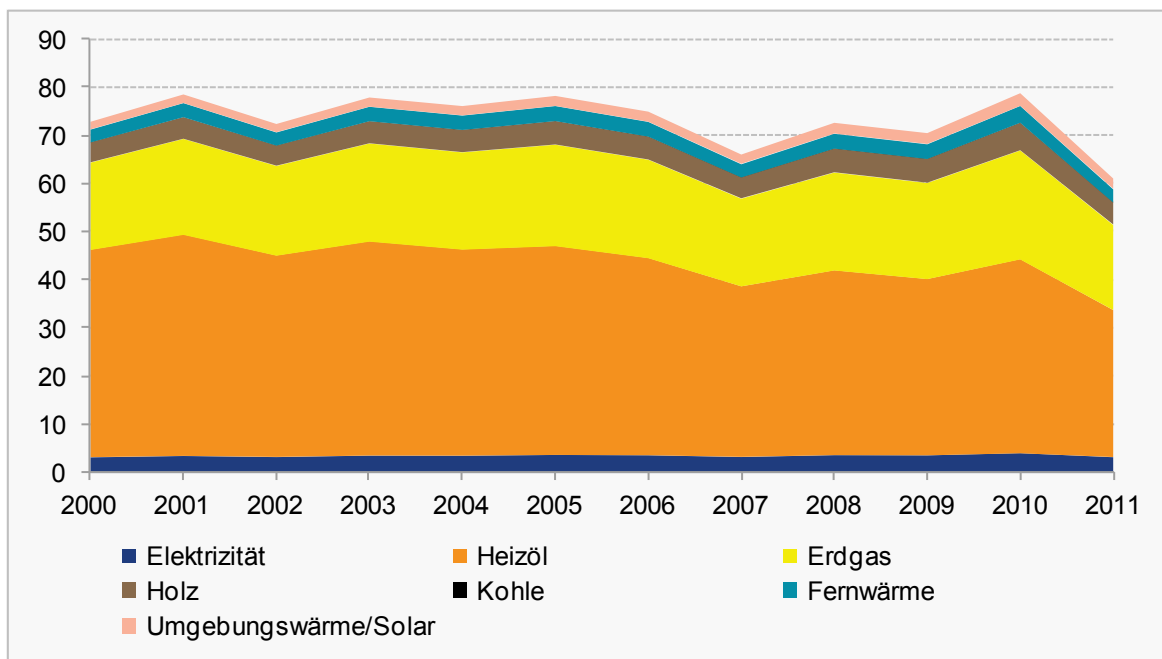
Quelle: TEP Energy 2012

### Energieträgerstruktur von Raumwärme und Warmwasser

Die Entwicklung des Raumwärmeverbrauchs nach Energieträgern ist in Abbildung 4-7 dargestellt. Der Raumwärmeverbrauch wurde dominiert vom Energieträger Heizöl. Der Anteil war jedoch rückläufig, von 59.1 % im Jahr 2000 auf 50.0 % im Jahr 2011. Am stärksten gestiegen ist der Anteil von Erdgas, von rund 25 % auf 29 %. Die Anteile der übrigen Energieträger am Raumwärmeverbrauch sind ebenfalls gestiegen. Mit Anteilen unter 10 % blieben sie jedoch noch vergleichsweise unbedeutend.

Die Entwicklung der Energieträgerstruktur des Warmwasserverbrauchs unterschied sich nicht wesentlich von derjenigen des Raumwärmeverbrauchs. Auch der Warmwasserverbrauch wurde, bei abnehmender Tendenz, vom Energieträger Heizöl dominiert. Der Heizölanteil ist von rund 70 % in 2000 auf 67 % in 2011 gesunken. Der Anteil von Erdgas hat sich um 1 %-Punkt auf 17 % erhöht. Im Gegensatz zum Haushaltssektor hatte im Dienstleistungssektor die Elektrizität mit einem Anteil von rund 6 % nur eine geringe Bedeutung bei der Bereitstellung von Warmwasser (Haushalte 2011: 27 %).

Abbildung 4-7: Dienstleistungssektor und Landwirtschaft: Raumwärmeverbrauch 2000 bis 2011 nach Energieträgern, in PJ



Quelle: TEP Energy 2012

## 4.3 Industrie

### 4.3.1 Methodik und Daten

#### Methodik

Der industrielle Endenergieverbrauch wird mit dem Industriemodell zerlegt und berechnet, das für die kürzlich abgeschlossenen Energieperspektiven des Bundes eingesetzt wurde (Prognos, 2012). Bei diesem Modell handelt es sich um eine Weiterentwicklung des Industriemodells, welches ursprünglich von Basics entwickelt wurde.

Das Modell setzt den Endenergieverbrauch möglichst kleinteilig aus den einzelnen Verbrauchergruppen zusammen (Bottom-up). Die industrielle Produktion wird gemäss verfahrenstechnischer Systematik produktspezifisch jeweils in einzelne Prozessschritte unterteilt, die separat betrachtet werden. Jedem Prozessschritt wird weiterhin mindestens eine Anlage zugewiesen. Der Energieträgereinsatz, den die Anlage für die Ausführung des Prozessschritts benötigt, hängt von den Vorgaben von Produktionsmengen und Annahmen über den technologischen Fortschritt ab.

Insgesamt unterscheidet das Bottom-up-Modell 164 Produktionsprozesse, darunter z.B. das Kochen und Blanchieren in der Nahrungsmittelproduktion, Klinkerbrennen in der Zementindustrie und Pressen von Profilen, Rohren, Stangen in der Metallindustrie, sowie 64 Haustechnikprozesse, die die energetischen Aufwendungen für Raumheizung, Beleuchtung etc. beschreiben. Die gesamt-haft für die Industrie unterschiedenen 228 Prozesse werden 12 Branchen zugeordnet (siehe Abbildung 4–8).

Abbildung 4–8: Branchenklassifikation und Anzahl der Prozesse je Branche

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

Quelle: Prognos 2012

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

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

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

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

Jedem Prozessschritt  $i$  ist genau ein Mengenindikator  $M$  zugeordnet. Insgesamt berechnet das Industriemodell 788 Einzelverbräuche je Kalenderjahr  $t$  simultan für Branchen, Energieträger und Verwendungszwecke. Anschließend kann der Endenergieverbrauch noch um Substitutionen zwischen Energieträgern korrigiert werden.

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

### **Abgrenzung, Bilanzierung, Unterschiede**

Die hergestellten Produktionsmengen werden insgesamt zwölf Branchen zugeordnet, deren Klassifikation auf energetischen und pragmatischen Überlegungen beruht. Sie orientiert sich in den Abgrenzungen an den offiziellen Branchenstrukturen des BFS, der sogenannten NOGA-Systematik.<sup>13</sup> Damit ist die modellseitige Branchenstruktur inhaltlich weitgehend mit derjenigen der Industriestatistik (BFE, 2011) identisch und es ist gewährleistet, dass grosse, homogen produzierende Verbraucher möglichst in einer Branche zusammen gefasst werden. Das Industriemodell deckt die NOGA

---

<sup>13</sup> NOGA-Nomenklatur in der Version von 2008.

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

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

### **Daten, Eichung, Konsistenz**

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

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

Die physischen Produktionsmengen stammen, wo möglich, direkt von den verschiedenen Branchenverbänden. Da jedoch für die meisten Branchen geeignete Angaben zur Produktionsmenge fehlen, müssen diese anhand der anderen, zuvor genannten branchenspezifischen Rahmendaten in einem Zwischenschritt abgeschätzt werden – meist werden hierfür die nichtphysischen Produktionsindizes vom Bundesamt für Statistik gewählt (BFS, 2012b). Analoges gilt für die Energiebezugsfläche, welche von Wüest & Partner für die Industrie nur gesamthaft ausgewiesen wird (W&P, 2012). Die Verteilung auf die einzelnen Branchen wird nachträglich angepasst. Beide Resultate stellen eigenständige, intermediäre Modellergebnisse dar.

Die energetische Ausgangslage bilden die aktuellen Daten der Gesamtenergiestatistik (BFE, 2012). Eine weitere wichtige Quelle stellt der Energieverbrauch in der Industrie und im Dienstleistungssektor (BFE, 2011) dar. Das Industriemodell wird an beide derart angepasst, dass absolute Grössen sowie Tendenzen im

Mittel übereinstimmen, ohne die einzelnen Jahreswerte auf die Energiestatistik zu kalibrieren.

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

#### **4.3.2 Energieverbrauch nach Verwendungszwecken im Industriesektor**

##### **Gesamtenergie**

Der Energieverbrauch nach Verwendungszwecken der Jahre 2000 bis 2011 im Industriesektor ist in Tabelle 4-13 dargestellt. Der Verbrauch wurde erheblich durch die Wirtschaftsentwicklung beeinflusst. Nachdem in den Jahren 2003 bis 2008 der Energieverbrauch des Industriesektors auf rund 174 PJ angestiegen war, verringerte er sich im „Krisenjahr“ 2009 um rund 12 PJ. Im darauffolgenden Jahr 2010 erhöhte sich der Verbrauch aufgrund der wirtschaftlichen Erholung und der kühlen Witterung um 10 PJ und stieg erneut auf über 172 PJ. Im Jahr 2011 ging der Verbrauch gemäss den Modellrechnungen um annähernd 9 PJ auf 163.6 PJ zurück (-0.03 % ggü. 2000). Gemäss Energiestatistik erhöhte sich der Energieverbrauch des Industriesektors im Betrachtungszeitraum um 2.5 PJ (+1.6 %).

Die Entwicklung des Verbrauchs für Prozesswärme verlief in etwa parallel zur Entwicklung des Gesamtverbrauchs. In 2011 lag der Verbrauch um 2.0 % über dem Verbrauch in 2000. Gegenüber dem Vorjahr 2010 zeigt sich ein Verbrauchsrückgang um 3.8 %. Ursächlich für den Rückgang gegenüber dem Vorjahr ist die Wirtschaftsentwicklung bei den energieintensiven Branchen, insbesondere ist hier die Schließung der Papierfabrik Sappi Biberist Mitte 2011 zu nennen (ZPK, 2011). Der Verbrauch für Antriebe und Prozesse erhöhte sich im Betrachtungszeitraum um 1 PJ (+2.6 %). Gegenüber dem Vorjahr 2010 ging der Verbrauch leicht zurück

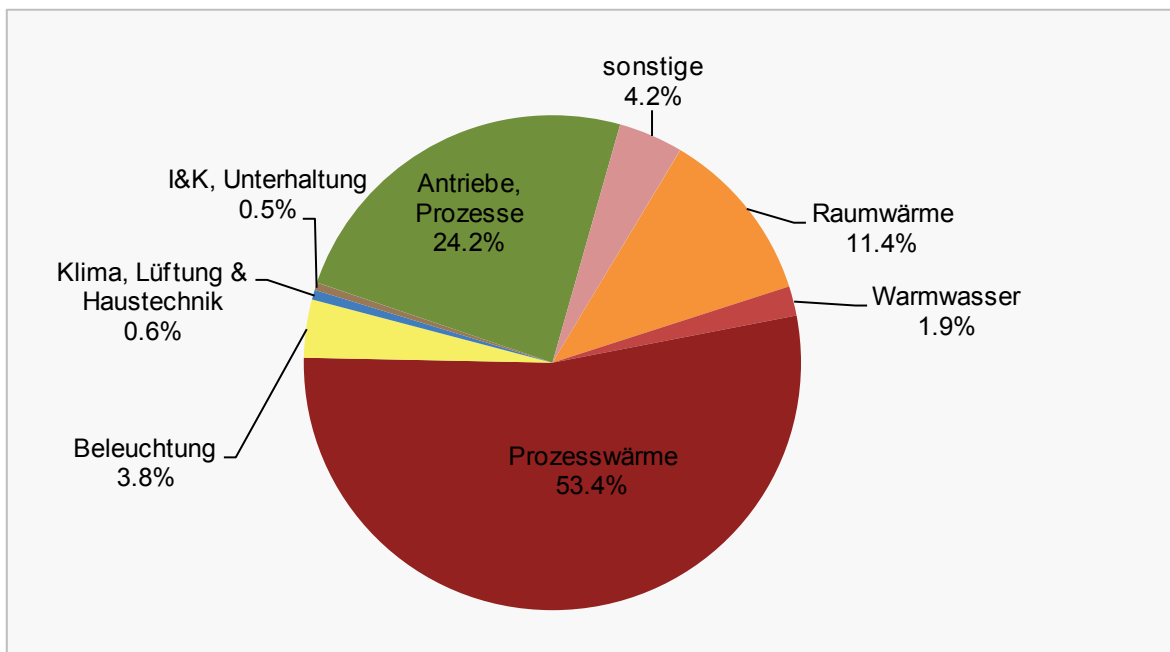
(-0.2 %). Der Raumwärmeverbrauch lag in 2011 um 4.7 PJ unter dem Raumwärmeverbrauch in 2000 (-20.2 %).

**Tabelle 4-13:** *Industriesektor: Entwicklung des Endenergieverbrauchs 2000 bis 2011 nach Verwendungszwecken, in PJ*

	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Δ '00 – '11
Raumwärme	23.4	24.0	22.3	21.3	22.7	21.4	23.1	18.7	-20.2%
Warmwasser	3.0	3.4	3.4	3.7	3.8	3.7	3.9	3.2	+6.4%
Prozesswärme	85.6	90.3	94.1	92.8	93.1	86.1	90.8	87.3	+2.0%
Beleuchtung	5.3	5.5	5.5	5.8	5.9	5.7	6.2	6.2	+17.3%
Klima, Lüftung, HT	1.1	1.1	1.0	1.0	1.1	1.0	1.1	1.0	-10.2%
I&K, Unterhaltung	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	+41.2%
Antriebe, Prozesse	38.6	39.9	39.3	40.5	40.4	37.6	39.6	39.6	+2.6%
sonstige	6.1	6.4	6.6	6.8	6.6	6.0	6.8	6.9	+13.1%
<b>Total Endenergieverbrauch</b>	<b>163.6</b>	<b>171.1</b>	<b>173.1</b>	<b>172.6</b>	<b>174.4</b>	<b>162.3</b>	<b>172.2</b>	<b>163.6</b>	<b>-0.03%</b>

Quelle: Prognos 2012

**Abbildung 4-9:** *Industriesektor: Prozentuale Anteile der Verwendungszwecke am Energieverbrauch 2011*



Quelle: Prognos 2012

Im Jahr 2011 wurden mehr als drei Viertel des Verbrauchs für Prozesswärme (53.4 %) sowie für Antriebe und Prozesse (24.2 %) aufgewendet. Die Raumwärme hatte mit einem Anteil von 11.4 % ebenfalls noch eine gewisse Bedeutung (Abbildung 4-9). Warmwasser, Beleuchtung, I&K und Unterhaltung, Klima, Lüftung und Haustechnik sowie die sonstige Verwendungen waren von untergeordneter Bedeutung. Die Anteile dieser Verwendungszwecke betragen in der Summe rund 11 %.

## Brennstoffe, Fernwärme, Umwelt- und Solarwärme

Der Anteil von Brennstoffen (inkl. Fernwärme, Umwelt- und Solarwärme) am Sektor-Gesamtverbrauch belief sich 2011 auf rund 58 %. Der Anteil hat sich im Zeitraum 2000 bis 2011 nicht wesentlich verändert und lag im Mittel der betrachteten Jahre bei 60 %. Der absolute Verbrauch dieser Energieträgergruppe ist seit dem Jahr 2000 um 3.4 PJ (-3.5 %) gesunken (Tabelle 4-14).<sup>14</sup> Analog zum Gesamtverbrauch wurde die Entwicklung dieser Energieträgergruppe stark durch den Wirtschaftsverlauf, insbesondere durch die im Zuge der Finanzkrise rückläufige Konjunktur in 2009 beeinflusst. Im Zeitraum 2000 bis 2008 war ein deutlicher Verbrauchsanstieg zu beobachten (+6.9 PJ ggü. 2000). Im Jahr 2009 ging der Brennstoffeinsatz um 7.2 PJ zurück (-6.8 %). Mit der anziehenden Konjunktur im Jahr 2010 sowie der kühlen Witterung stieg der Brennstoffverbrauch gegenüber dem Vorjahr 2009 um 5.3 PJ (+5.4 %). In 2011 erfolgte ein neuerlicher Rückgang, der Brennstoffeinsatz reduzierte sich um 8.5 PJ (-8.3 %). Der Rückgang gegenüber 2010 ist hauptsächlich auf die Entwicklung bei den Verwendungszwecken Raumwärme (-4.4 PJ; -19.1 %) und Prozesswärme (-4.1 PJ; -6.0 %) zurückzuführen.

Die sonstigen Verbräuche setzen sich unter anderem aus dem Energieverbrauch für Elektrolyseprozesse und für die Reduktion negativer Umweltauswirkungen (Einsatz nachgeschalteter Umwelttechnologien, z.B. Filtertechnologien zur Emissionsreduktion) zusammen. Dieser Verbrauch hat sich im Zeitraum 2000 bis 2011 um 0.8 PJ erhöht (+13.1 %).

*Tabelle 4-14: Industriesektor: Entwicklung des Brennstoffverbrauchs (inkl. Fern-, Umwelt- und Solarwärme) nach Verwendungszwecken, in PJ*

	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Δ '00 – '11
Raumwärme	23.3	23.8	22.1	21.1	22.5	21.1	22.8	18.4	-21.0%
Warmwasser	2.9	3.4	3.4	3.7	3.8	3.7	3.9	3.1	+6.1%
Prozesswärme	63.2	67.1	72.3	68.0	69.7	65.7	68.3	64.3	+1.7%
Antriebe, Prozesse	2.6	2.5	1.3	3.6	2.4	1.3	1.4	2.0	-23.4%
sonstige	6.1	6.4	6.6	6.8	6.6	6.0	6.8	6.9	+13.1%
Total Brennstoffverbrauch	98.1	103.1	105.6	103.2	105.0	97.8	103.2	94.6	-3.5%

Quelle: Prognos 2012

Die relativen Anteile der Verwendungszwecke am Brennstoffverbrauch des Jahres 2011 sind in Abbildung 4-10 dargestellt. Mehr als zwei Drittel der Energie wurde für die Erzeugung von Prozesswärme (67.9 %) aufgewendet. Der Anteil der Raumwärme belief

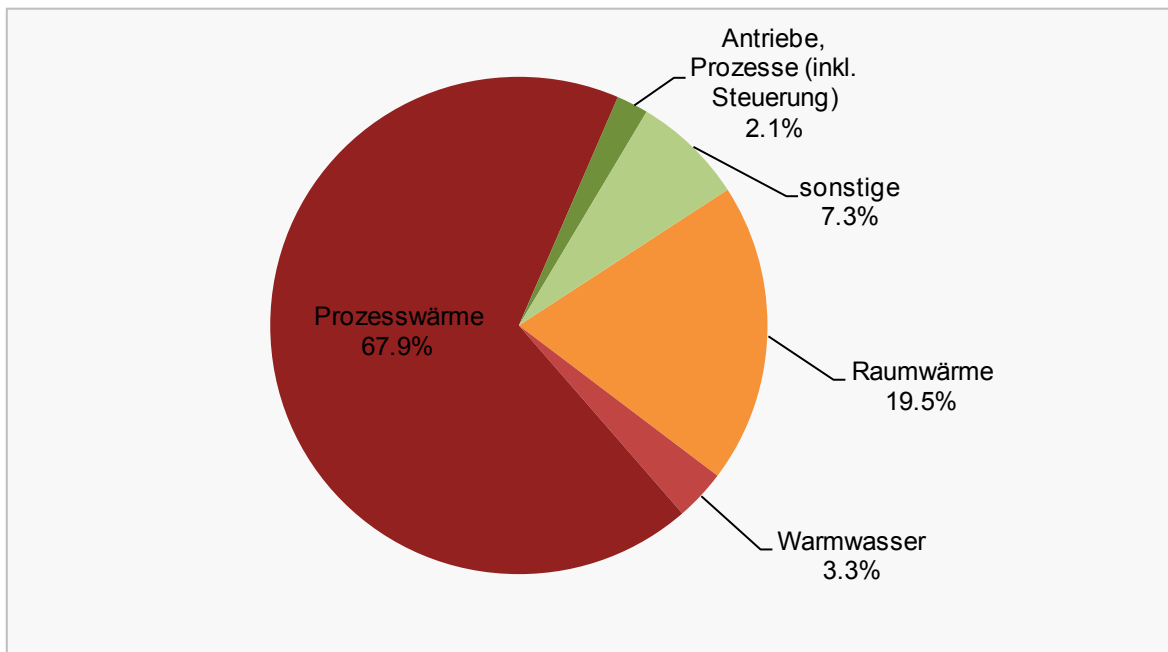
<sup>14</sup> Der Anteil des Verbrauchs an Fernwärme, Solar- und Umweltwärme am „Brennstoffverbrauch“ belief sich im Jahr 2011 auf rund 7 %.



sich auf 19.5 %. Die Bedeutung der übrigen Verwendungszwecke am Brennstoffverbrauch war vergleichsweise gering.

Gegenüber dem Jahr 2000 haben sich die Anteile leicht verändert. Der Anteil der Prozesswärme hat sich um 3.5 %-Punkte erhöht, der Anteil der Raumwärme um 4.3 %-Punkte verringert. Die Anteile der übrigen Verwendungszwecke haben sich nicht wesentlich verschoben.

Abbildung 4-10: *Industriesektor: Prozentuale Anteile der Verwendungszwecke am Brennstoffverbrauch 2011 (inkl. Fern-, Umwelt- und Solarwärme)*



Quelle: Prognos 2012

## Elektrizität

Der Elektrizitätsverbrauch des Industriesektors lag im Jahr 2011 um 3.4 PJ (+5.2 %) über dem Verbrauch des Jahres 2000 (Tabelle 4-15). Dabei ist der industriell generierte WKK-Strom, welcher durch die Produzenten selbst verbraucht wird, beim ausgewiesenen Stromverbrauch mitberücksichtigt. Dieser bildet folglich den effektiven Stromverbrauch des Sektors ab. Ursächlich für die Verbrauchszunahme waren insbesondere die gestiegenen Verbräuche für Antriebe und Prozesse (+1.6 PJ; +4.5 %), Beleuchtung (+0.9 PJ; +17.3 %) sowie für Prozesswärme (+0.6 PJ; +2.7 %)

Der Stromverbrauch wurde spürbar durch die Wirtschaftskrise 2008/2009 beeinflusst. Im Zeitraum 2000 bis 2008 zeigt sich gemäss Industriemodell eine Zunahme des Stromverbrauchs um 3.9 PJ (+5.9 %). Im Jahr 2009 verringerte sich die Nutzung von Strom um 5.0 PJ (-7.1 %). Zusammen mit der wirtschaftlichen Er-

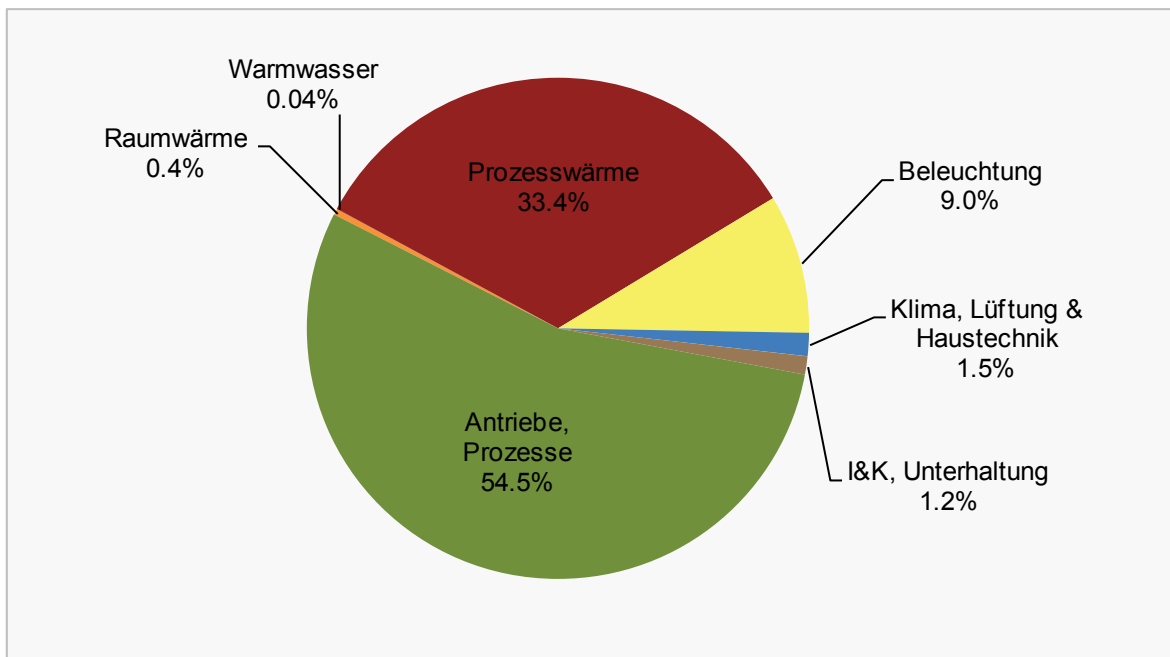
holung im Jahr 2010 stieg auch die Verwendung von Strom wieder an (+4.6 PJ; +7.2 % ggü. 2009). Im Jahr 2011 verharrte der Stromverbrauch in etwa auf dem Niveau des Jahres 2010 (-0.2 % ggü. 2010).

**Tabelle 4-15: Industriesektor: Elektrizitätsverbrauch nach Verwendungszwecken, in PJ**

	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Δ '00 – '11
Raumwärme	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	+117.8%
Warmwasser	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	+70.4%
Prozesswärme	22.4	23.2	21.9	24.8	23.4	20.4	22.4	23.0	+2.7%
Beleuchtung	5.3	5.5	5.5	5.8	5.9	5.7	6.2	6.2	+17.3%
Klima, Lüftung, HT	1.1	1.1	1.0	1.0	1.1	1.0	1.1	1.0	-10.2%
I&K, Unterhaltung	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	+41.2%
Antriebe, Prozesse	36.0	37.3	38.1	36.8	38.0	36.3	38.2	37.6	+4.5%
<b>Total Elektrizitätsverbrauch</b>	<b>65.6</b>	<b>68.0</b>	<b>67.4</b>	<b>69.5</b>	<b>69.4</b>	<b>64.4</b>	<b>69.1</b>	<b>69.0</b>	<b>+5.2%</b>

Quelle: Prognos 2012

**Abbildung 4-11: Industriesektor: Prozentuale Anteile der Verwendungszwecke am Elektrizitätsverbrauch 2011**



Quelle: Prognos 2012

Die Prozesswärme besass auch beim Elektrizitätsverbrauch eine grosse Bedeutung. Im Jahr 2011 wurden 33.4 % des Stromverbrauchs des Industriesektors für die Bereitstellung von Prozesswärme eingesetzt (Abbildung 4-11). Die grösste Bedeutung am Elektrizitätsverbrauch hatte der Verwendungszweck Antriebe und Prozesse inklusive Steuerung. Der Verbrauchsanteil dieses Verwendungszweckes lag im Jahr 2011 bei 54.5 % (2000: 54.9 %). Der Anteil für die Beleuchtung belief sich 2011 auf 9.0 % (2000:

8.0 %). Die Bedeutung der übrigen Verwendungszwecke war gering, ihre Anteile am Stromverbrauch waren kleiner als 2 %.

## 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-/ Regionalverkehr). Die nachstehende Tabelle zeigt diese Kategorisierung.

*Tabelle 4-16: 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)	

Quelle: Infrac 2012

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

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 CO<sub>2</sub>-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.

Im Vergleich zur letzten Ex-Post-Analyse (2010) wurden vor allem methodische Änderungen eingeführt, welche das Niveau und auch das jährliche Wachstum des Energieverbrauchs im Verkehr gegenüber früheren Angaben (namentlich Ex-Post-Analyse 2010) leicht verändern:

- Die Entwicklung des spezifischen Verbrauchs der Fahrzeuge ist, neben der Fahrleistungsentwicklung, ein Kernelement. Für die Personenwagen, dem Segment mit dem grössten Anteil an der im Verkehr verbrauchten Energie, basiert die Einschätzung von deren Entwicklung auf Angaben zur Entwicklung des Normverbrauchs der Neufahrzeuge im Typenprüfzyklus NEFZ (Neuer europäischer Fahrzyklus), wie er von auto-schweiz jährlich im Auftrag des BFE ermittelt wird (z.B. auto schweiz 2012). Der effektive Verbrauch auf der Strasse ist allerdings höher, weil der Normzyklus kein reales Fahrverhalten abbildet und unter Laborbedingungen gefahren wird (z.B. kein Gepäckträger, keine Längsneigungen etc.), insbesondere sind auch zusätzliche Verbraucher wie Klimaanlage darin nicht eingeschlossen. Europäische Studien (z.B. JRC, 2011; ICCT, 2012)

---

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

setzen den „Real World“-Verbrauch um 15 % bis 20 % höher an. In der hier verwendeten Modellierung werden einzelne Faktoren (Klima-Anlagen, Fahrverhalten) separat berücksichtigt. In der Summe resultieren für den realen spezifischen Verbrauch dadurch höhere Werte. Im vorliegenden Kontext interessiert vor allem die relative Entwicklung des Verbrauchs der Neuwagen. Neu wird für die Ex-Post-Analyse 2011 berücksichtigt, dass der Realverbrauch nicht zu 100% der NEFZ-Absenkung folgt. In Anlehnung an JRC (2011) wird angenommen, dass die Differenz mit abnehmendem Zielwert grösser wird. Ein Teil der ausgewiesenen Absenkung, welcher hier auf rund 20 % geschätzt wird, ist mutmasslich auf eine Optimierung des Normverbrauchs im Typenprüfzyklus zurückzuführen, weil dieser Wert als Basis für die Reglementierung des Flottenverbrauchswert verwendet wird. Als Folge davon steigt die Entwicklung des Energieverbrauchs der PW (vor allem in den jüngsten Jahren) gegenüber früheren Angaben leicht an.

- Ein weiterer Punkt betrifft die Klimaanlage. Diese werden neu stärker in die Berechnungen einbezogen (auf der Basis eines von der EMPA entwickelten Modells (Weilenmann et.al., 2010). Dadurch steigt die relative Entwicklung des Energieverbrauch der PW im Vergleich zu früheren Angaben ebenfalls leicht an bzw. präziser: deren spezifischer Verbrauch sinkt weniger stark ab als in der Ex-Post-Analyse 2010 noch unterstellt wurde.

#### **4.4.2 Energieverbrauch nach Verwendungszwecken im Verkehrssektor**

Im Zeitraum 2000 bis 2011 resultiert im Verkehrssektor gemäss dem Verkehrsmodell eine Zunahme des Inlandverbrauchs um 10.1 PJ (+4.5 %) auf 232.5 PJ. Die Entwicklungen bei den Verkehrsträgern sind unterschiedlich (Tabelle 4-17).

- 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 10.0 PJ im Jahr 2000 auf 11.9 PJ im Jahr 2010 angestiegen (+19.5 % ggü. 2000). Im Jahr 2011 lag der Verbrauch mit 11.5 PJ leicht unter dem Vorjahresverbrauch (+15.8 % ggü. 2000).
- Der Verbrauch des Strassenverkehrs ist im Zeitraum 2000 bis 2011 um 8.9 PJ auf 201.0 PJ angestiegen (+4.7 %). Gegenüber dem Vorjahr ist der Verbrauch um 2.0 PJ gestiegen (+1.0 %).

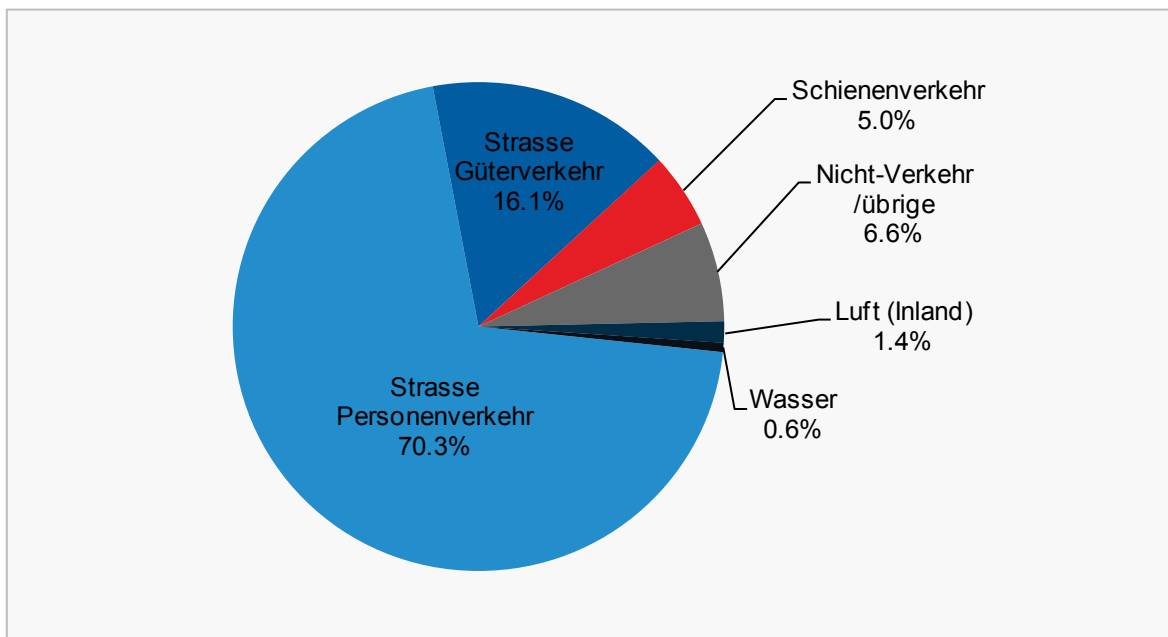
- Der Energieverbrauch für den Wasserverkehr hat sich im Betrachtungszeitraum nicht wesentlich verändert (+0,04 PJ), der Energieverbrauch des „übrigen Verkehrs“ hat sich um 0.6 PJ erhöht (+4.3 %).

Tabelle 4-17: Verkehrssektor: Energieverbrauch 2000 bis 2011 nach Verkehrsträgern, in PJ

	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Δ '00 – '11
Luft(Inland)	4.3	3.3	3.3	3.5	3.1	3.2	3.2	3.2	-25.5%
Schiene	10.0	11.2	11.6	11.6	11.8	11.5	11.9	11.5	+15.8%
Strasse	192.1	197.8	197.6	199.0	199.5	198.7	199.0	201.0	+4.7%
Wasser	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	+3.2%
übrige	14.6	14.8	14.8	14.9	14.9	15.0	15.0	15.2	+4.3%
Summe	222.4	228.5	228.8	230.3	230.8	229.9	230.6	232.5	+4.5%

Quelle: Infras 2012

Abbildung 4-12: Verkehrssektor: Prozentuale Anteile der Verkehrsträger am Energieverbrauch 2011



Quelle: Infras 2012

Die prozentuale Aufteilung des Energieverbrauchs des Verkehrssektors nach Verkehrsträgern ist in Abbildung 4-12 beschrieben. Im Jahr 2011 entfiel der Grossteil auf den Strassenverkehr. Der Strassen-Personenverkehr (70.3 %) und der Strassen-Güterverkehr (16.1 %) verursachten zusammen 86.5 % des Energieverbrauchs des Verkehrssektors. Auf den Schienenverkehr entfielen 5.0 %, auf den inländischen Flugverkehr 1.4 % und auf den übrigen Verkehr 6.6 % des Verbrauchs. Die Schifffahrt war mit einem Verbrauchsanteil von 0.6 % von geringer Bedeutung.

Eine weitere Unterscheidung des Energieverbrauchs des Verkehrssektors kann hinsichtlich der Differenzierung zwischen Güter-

und Personenverkehr vorgenommen werden (Tabelle 4-18). Der Personenverkehr wies einen deutlich grösseren Verbrauchsanteil auf als der Güterverkehr. Im Jahr 2011 belief sich der Anteil des Personenverkehrs auf 74.1 % (2000: 74.4 %) und derjenige des Güterverkehrs auf 17.3 % (2000: 16.5 %). Knapp 9 % des Verbrauchs können nicht eindeutig auf die Kategorien „Personen“ und „Güter“ zugewiesen werden. Dies betrifft vor allem den Verbrauch des Off-Road-Sektors.

Im Zeitraum 2000 bis 2011 hat sich der Personenverkehr um 6.9 PJ auf 172.3 PJ erhöht (+4.2 %). Der Grossteil der Verbrauchszunahme entfällt auf die Jahre bis 2008. Seit 2008 hat sich der Verbrauch des Personenverkehrs nicht mehr wesentlich verändert. Der Güterverkehr ist gekoppelt an die wirtschaftliche Entwicklung. Daraus erklärt sich unter anderem der Rückgang im Jahr 2009. Im Jahr 2011 lag der Verbrauch des Güterverkehrs um 3.6 PJ über dem Verbrauch im Jahr 2000 (+9.8 %).

*Tabelle 4-18: Verkehrssektor: Energieverbrauch 2000 bis 2011 nach Verwendungsart, in PJ*

	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Anteil 2011
Güter	36.7	37.7	38.3	38.9	38.9	38.0	38.9	40.3	17.3%
Personen	165.3	171.3	171.0	171.7	172.4	172.3	172.0	172.3	74.1%
undifferenziert	20.3	19.5	19.6	19.7	19.5	19.6	19.7	19.9	8.6%
Summe	222.4	228.5	228.8	230.3	230.8	229.9	230.6	232.5	100.0%

Quelle: Infras 2012

Der Energieverbrauch des Verkehrssektors nach Energieträgern ist in Tabelle 4-19 abgebildet. Benzin, gefolgt von Diesel sind die wichtigsten Energieträger. Auf diese beiden Energieträger entfielen rund 93 % des sektoralen Energieverbrauchs (Abbildung 4-13). Der geringe Kerosinverbrauch ist darauf zurückzuführen, dass lediglich der inländische Flugverkehr berücksichtigt wird. Der Gasverbrauch (CNG<sup>16</sup>) kommt hauptsächlich von der Industrie (unter Off-Road) und ist noch marginal. Das gilt auch für den Gasabsatz im Strassenverkehr.

Im Zeitraum 2000 bis 2011 zeigt sich eine starke Verlagerung des Benzinverbrauchs in Richtung Dieserverbrauch. Der Benzinverbrauch hat zwischen 2000 und 2011 um 26.9 PJ abgenommen (-18.0 %), während sich der Dieserverbrauch um 35.7 PJ ausgeweitet hat (+60.7 %). Der inländische Kerosinverbrauch (Flugverkehr) ist von 4.3 PJ in 2000 auf 3.2 PJ in 2011 gesunken (-1.1 PJ; -25.5 %). Der Treibstoffverbrauch insgesamt (inkl. Biogene und gasförmige Treibstoffe) hat im Betrachtungszeitraum um 8.6 PJ (+4.0 %) zugenommen. Der Stromverbrauch des Verkehrssektors lag in 2011 um 1.5 PJ (+15.8 %) über dem Verbrauch im Jahr

16 CNG: Compressed Natural Gas.

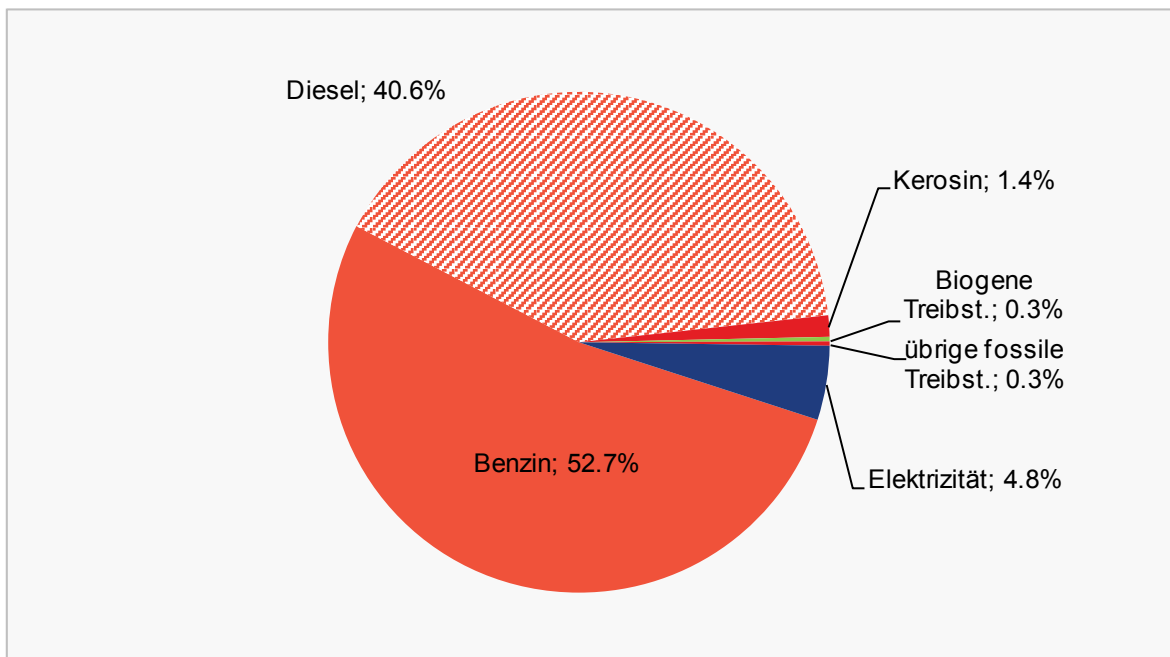
2000. Die Zunahme entspricht annähernd der Verbrauchszunahme im Bereich Schienenverkehr (geringe Differenz aufgrund einer kleinen Menge an Dieselloks).

*Tabelle 4-19: Verkehrssektor: Endverbrauch 2000 bis 2011 nach Energieträgern, in PJ*

	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Δ '00 – '11
Benzin	149.3	141.6	137.8	134.6	132.1	128.7	125.1	122.4	-18.0%
Diesel	58.7	72.3	75.8	80.2	83.2	85.9	89.5	94.4	+60.7%
Kerosin	4.3	3.3	3.3	3.5	3.1	3.2	3.2	3.2	-25.5%
Biogene Treibstoffe	0.2	0.3	0.4	0.5	0.5	0.4	0.6	0.7	+199.8%
übrige fossile Treibstoffe	0.2	0.2	0.2	0.4	0.5	0.5	0.6	0.7	+331.6%
Elektrizität	9.6	10.8	11.2	11.2	11.4	11.1	11.5	11.1	+15.8%
Summe	222.4	228.5	228.8	230.3	230.8	229.9	230.6	232.5	+4.5%

Quelle: Infras 2012

*Abbildung 4-13: Verkehrssektor: Anteile der Energieträger am Energieverbrauch 2011*



Quelle: Infras 2012



## 5 Literaturverzeichnis

auto-schweiz (2012). 16. Berichterstattung im Rahmen der Energieverordnung über die Absenkung des spezifischen Treibstoff-Normverbrauchs von Personenwagen – Jahr 2011, im Auftrag des UVEK, 20. April 2012

BAFU (2011). Erhebung der CO<sub>2</sub>-Abgabe: <http://www.bafu.admin.ch/co2-abgabe/05179/05314/index.html?lang=de>

BFE (2008). Analyse des schweizerischen Energieverbrauchs 2000 - 2006 nach Verwendungszwecken. Autoren: Prognos, Basics, Infrac und CEPE. Im Auftrag des Bundesamtes für Energie (BFE), Bern

BFE (2011). Energieverbrauch in der Industrie und im Dienstleistungssektor. Resultate 2010. Bundesamt für Energie BFE, Bern

BFE (2011b). Schweizerische Gesamtenergiestatistik 2010. Bundesamt für Energie (BFE), Bern

BFE (2012). Schweizerische Gesamtenergiestatistik 2011. Bundesamt für Energie (BFE), Bern

BFE (2012b). Elektrowärmepumpen-Statistikmodell (Excel-Tool) Bundesamt für Energie (BFE), Bern

BFE (2012c). Statistische Auswertung und Analyse von Klein-Wärmepumpen. Erarbeitet durch Interstaatliche Hochschule für Technik NTB, im Auftrag des Bundesamt für Energie (BFE), Bern

BFS (2012). GWS - Gebäude- und Wohnungsstatistik 2010. Bundesamt für Statistik (BFS), Neuenburg

BFS (2012b). Zeitreihen: Entwicklung der Quartalsindizes nach Wirtschaftszweige – 1996 bis 2011. Excel Arbeitsblatt. Bundesamt für Statistik (BFS), Neuenburg

CEPE (2007). Der Energieverbrauch der Dienstleistungen und der Landwirtschaft, 1990 - 2035; Ergebnisse der Szenarien I bis IV und der zugehörigen Sensitivitäten BIP hoch, Preise hoch und Klima wärmer. Im Auftrag des Bundesamt für Energie (BFE), Bern

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 (2012). Absatzstatistiken 2002 bis 2011. Produktsegmente Oel, Gas, Wärmepumpen, Wassererwärmer

ICCT (2012). Discrepancies between type-approval and real-world fuel consumption and CO<sub>2</sub> values in 2001-2011 European passenger cars, Working paper 2012–02, <http://www.theicct.org/fuel-consumption-discrepancies>

- INFRAS (2007). Der Energieverbrauch des Sektors Verkehr 1990-2035. im Auftrag des 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)
- JRC (2010). Parameterisation of fuel consumption and CO<sub>2</sub> emissions of passenger cars and light commercial vehicles for modelling purposes; Authors: G. Mellios, S. Hausberger, M. Keller, C. Samaras, L. Ntziachristos; JRC Editors: P. Dilara, G. Fontaras, Joint Research Centre – Institute for Energy and Transport (IET), Ispra
- Prognos (2003). Einfluss von Temperatur- und Globalstrahlungsschwankungen auf den Energieverbrauch der Gebäude. P.Hofer, Prognos AG Basel, im Auftrag des Bundesamtes für Energie BFE, Bern
- Prognos (2008). Temperatur- und Strahlungsabhängigkeit des Energieverbrauchs im Wärmemarkt. Empirische Analysen von Einspeisemengen leitungsgebundener Energieträger. Im Auftrag des Bundesamtes für Energie BFE, Bern
- Prognos (2010). Temperatur- und Strahlungsabhängigkeit des Energieverbrauchs im Wärmemarkt II. Empirische Analysen von täglichen Gas-Einspeisemengen im Versorgungsgebiet der ewl. Im Auftrag des Bundesamtes für Energie BFE, Bern
- Prognos (2012). Energieperspektiven 2050. Energienachfrage und Elektrizitätsangebot in der Schweiz 2000 – 2050. Im Auftrag des Bundesamtes für Energie BFE, Bern
- SIA (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
- Weilenmann et.al. (2010). Martin F. Weilenmann, Robert Alvarez, Mario Keller, Fuel consumption and CO<sub>2</sub> - pollutant emissions of mobile air conditioning at fleet level – new data and model comparison, Environmental Science & Technology, published online June 8, 2010
- Wüest & Partner (2012). Gebäudebestandsentwicklung 1990-2011. Energiebezugsflächen. Excel-Datei
- ZPK (2011). Jahresbericht 2011. Verband der Schweizerischen Zellstoff-, Papier- und Kartonindustrie (ZPK), Zürich