

Erstellen der Anwendungsbilanzen 2013 bis 2017 für den Sektor Gewerbe, Handel, Dienst- leistungen (GHD)

**Im Auftrag der
Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V., Berlin**

Anwendungsbilanzen 2013 bis 2015

**Lehrstuhl für Energiewirtschaft und Anwendungstechnik
Technische Universität München**

Bearbeiter:
Heinrich Kleeberger
Lukas Hardi

in Zusammenarbeit mit
Dr.-Ing. B. Geiger, München

Anwendungsbilanzen 2015 bis 2017

Dr.-Ing. B. Geiger, München

Juni 2019

Autoren und Ansprechpartner – Sektor GHD

**Lehrstuhl für Energiewirtschaft und Anwendungstechnik (IfE),
Technische Universität München
Lukas Hardi**

Heinrich Kleeberger, München (Zeitbereich bis 2016)
E-Mail: hkleee@tum.de

Dr.-Ing. Bernd Geiger, München
E-Mail: bernd.geiger1@gmx.net

Inhaltsverzeichnis

Seite

1	Ziel des Vorhabens	1
2	Endenergieverbrauch im GHD-Sektor von 1994 – 2017	2
2.1	Methoden und Vorgehensweise zur Ermittlung des Endenergieverbrauchs im Sektor GHD	2
2.1.1	Branchengliederung im GHD-Sektor	3
2.1.2	Erwerbstätigenstruktur im GHD-Sektor	7
2.2	Berechnungsmethoden zum Strom-, Brennstoff- und Kraftstoffverbrauch	7
2.2.1	Statistische Analyse zur Breitenerhebung des Jahres 2012	7
2.2.2	Witterungsbereinigung	9
2.2.3	Berechnungsmethoden zur Ermittlung der temperaturkorrigierten spez. Energieverbräuche für die Jahre 2007, 2009, 2011 und 2013 bis 2015 sowie 2016 und 2017	11
2.2.4	Berechnung des spezifischen Stromverbrauchs und Hochrechnung des absoluten Stromverbrauchs für die Kalenderjahre 2006 bis 2017	13
2.2.5	Berechnung des spezifischen Brennstoff- sowie des Fernwärmeverbrauchs und Hochrechnung des absoluten Verbrauchs für die Kalenderjahre 2006 bis 2017	20
2.2.6	Hochrechnung des Kraftstoffverbrauchs im GHD-Sektor für die Kalenderjahre 2006 bis 2017	26
2.2.7	Berechnungsmethoden zur Ermittlung energieträgerspezifischer Bilanzen	29
3	Endenergieverbrauch im GHD - Sektor	32
3.1	Hochgerechneter Endenergieverbrauch im GHD - Sektor von 1994 bis 2017 und Vergleich mit den Daten der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen	32
3.2	Endenergieverbrauch im GHD-Sektor im Jahr 2012, 2015, 2016 und 2017	39
4	Anwendungsbilanzen für den GHD-Sektor	43
4.1	Konzept der Anwendungsbilanzen	43
4.2	Anwendungsbilanzen für den GHD-Sektor im Zeitbereich von 1994 bis 2017	47
4.3	Anwendungsbilanzen für den GHD-Sektor im Zeitbereich von 2012 bis 2017	49
5	Ausblick	55
6	Literatur	57

Abbildungsverzeichnis

Seite

Abbildung 2-1:	Ablaufschema zur Ermittlung des Endenergieverbrauches im GHD-Sektor	3
Abbildung 2-2:	Zeit-Trend-Extrapolation des temperaturbereinigten spezifischen Stromverbrauchs (TR)	17
Abbildung 2-3:	Zeit-Trend-Extrapolation des temperaturbereinigten spezifischen Brennstoff- und Fernwärmeverbrauchs (TR)	23
Abbildung 2-4:	Zeit-Trend-Extrapolation des temperaturbereinigten spezifischen Kraftstoffbedarfs (TR)	26
Abbildung 2-5:	Zeit-Trend-Extrapolation des temperaturbereinigten Endenergieverbrauches nach Energieträgern (TR)	31
Abbildung 3-1:	Zeitliche Entwicklung des Beleuchtungsstromverbrauchs nach Lampenarten im GHD-Sektor	34
Abbildung 4-1:	Schema zur Ermittlung einer Energieanwendungsbilanz für den GHD-Sektor	44
Abbildung 4-2:	Endenergieverbrauch (incl. Solarthermie und Wärmepumpen) im GHD-Sektor nach Anwendungsarten und Energieträgern für das Jahr 2012 (Basis)	53
Abbildung 4-3:	Endenergieverbrauch (incl. Solarthermie und Wärmepumpen) im GHD-Sektor nach Anwendungsarten und Energieträgern für das Jahr 2015 (TRN)	53
Abbildung 4-4:	Endenergieverbrauch (incl. Solarthermie und Wärmepumpen) im GHD-Sektor nach Anwendungsarten und Energieträgern für das Jahr 2016 (TRN)	54
Abbildung 4-5:	Endenergieverbrauch (incl. Solarthermie und Wärmepumpen) im GHD-Sektor nach Anwendungsarten und Energieträgern für das Jahr 2017 (TRN)	54

Tabellenverzeichnis

Seite

Tabelle 2-1:	Strukturierung des GHD-Sektors auf Gruppen- und Splitebene für die Jahre 2006 bis 2011 ¹⁾	5
Tabelle 2-2:	Strukturierung des GHD-Sektors auf Gruppen- und Splitebene für die Jahre 2012 bis 2017	6
Tabelle 2-3:	Vertrauensbereiche des spez. Stromverbrauchs und des spez. Brennstoff-/ Fernwärmeverbrauches für das Jahr 2012	8
Tabelle 2-4:	Witterungskorrekturfaktoren für den GHD-Sektor	11
Tabelle 2-5:	Spezifischer Stromverbrauch für die Kalenderjahre 2006 bis 2011 auf Split-Ebene	15
Tabelle 2-6:	Spezifischer Stromverbrauch für die Kalenderjahre 2012 bis 2017 im GHD-Sektor auf Split-Ebene (TR)	16
Tabelle 2-7:	Stromverbrauch für die Kalenderjahre 2006 bis 2011 im GHD-Sektor auf Split-Ebene	18
Tabelle 2-8:	Stromverbrauch für die Kalenderjahre 2012 bis 2017 im GHD-Sektor auf Split-Ebene (TR)	19
Tabelle 2-9:	Spezifischer Brennstoff- / Fernwärmeverbrauch für die Kalenderjahre 2006 bis 2011 auf Split-Ebene	21
Tabelle 2-10:	Spezifischer Brennstoff- / Fernwärmeverbrauch für die Kalenderjahre 2012 bis 2017 auf Split-Ebene (TR).....	22
Tabelle 2-11:	Absoluter Brennstoff- / Fernwärmeverbrauch für die Kalenderjahre 2006 bis 2011 im GHD-Sektor auf Split-Ebene.....	24
Tabelle 2-12:	Absoluter Brennstoff- / Fernwärmeverbrauch für die Kalenderjahre 2012 bis 2017 im GHD-Sektor auf Split-Ebene (TR)	25
Tabelle 2-13:	Absoluter Kraftstoffverbrauch für die Kalenderjahre 2006 bis 2011 im GHD-Sektor auf Split-Ebene.....	27
Tabelle 2-14:	Absoluter Kraftstoffverbrauch für die Kalenderjahre 2012 bis 2017 im GHD-Sektor auf Split-Ebene (TR)	28
Tabelle 3-1:	Endenergieverbrauch im GHD-Sektor – Hochrechnungsergebnisse und Angaben der AGEB für die Jahre 2006 bis 2017 in TWh (TR; TRN).....	36
Tabelle 3-2:	Hochrechnungsergebnisse zum Endenergieverbrauch des GHD-Sektors im Jahr 2012 und Vergleich mit AGEB-Ergebnissen (Basis)	40
Tabelle 3-3:	Hochrechnungsergebnisse zum Endenergieverbrauch des GHD-Sektors im Jahr 2015 und Vergleich mit AGEB-Ergebnissen (TRN).....	41
Tabelle 3-4:	Hochrechnungsergebnisse zum Endenergieverbrauch des GHD-Sektors im Jahr 2016 und Vergleich mit AGEB-Ergebnissen (TRN).....	41

Tabelle 3-5:	Hochrechnungsergebnisse zum Endenergieverbrauch des GHD-Sektors im Jahr 2017 und Vergleich mit AGEB-Ergebnissen (TR)	42
Tabelle 3-6:	Hochrechnungsergebnisse zum Endenergieverbrauch des GHD-Sektors im Jahr 2017 und Vergleich mit AGEB-Ergebnissen (TRN)	42
Tabelle 4-1:	In GEKLES enthaltene, charakteristische Typbetriebe	44
Tabelle 4-2:	Informationsbasis zur Ermittlung der Energieanwendungsstruktur im GHD-Sektor	47
Tabelle 4-3:	Energieverbrauch nach Anwendungsarten im GHD-Sektor von 1994 bis 2017 (Verbrauchswerte IfE-Hochrechnung; TR, TRN).....	48
Tabelle 4-4:	Energieverbrauch nach Anwendungsarten im GHD-Sektor von 1994 bis 2017 (Verbrauchswerte AGEB, Anwendungsarten nach IfE; TR, TRN).....	48
Tabelle 4-5:	Anwendungsbilanz des GHD-Sektors im Jahr 2012 (Basis)	50
Tabelle 4-6:	Anwendungsbilanz des GHD-Sektors im Jahr 2015 (TRN)	50
Tabelle 4-7:	Anwendungsbilanz des GHD-Sektors im Jahr 2016 (TRN)	51
Tabelle 4-8:	Anwendungsbilanz des GHD-Sektors im Jahr 2017 (TR)	51
Tabelle 4-9:	Anwendungsbilanz des GHD-Sektors im Jahr 2017 (TRN)	52

1 Ziel des Vorhabens

Die Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen weist in ihrem jährlichen Zahlenwerk jeweils die nach konventionellen und erneuerbaren Energieträgern unterschiedenen Beiträge zur Primärenergiebilanz, zum Umwandlungsbereich und zur Endenergiebilanz insgesamt aus. In der sektoralen Gliederung wird nach „Industrie“, „Verkehr“, „Haushalte und Gewerbe, Handel, Dienstleistung (GHD)“ und in einer weiter Untergliederung auch nach „Haushalte“ und „GHD“ unterschieden. Auf Grund der begrenzten Datenverfügbarkeit kommt es bei dieser weiteren Unterteilung in „Haushalte“ einerseits und „GHD“ andererseits zu Unschärfen die aber bei dem Erfahrungsbereich der „Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen“ von über 25 Jahren belastbare Aussagen zum Jahresenergieverbrauch des GHD-Sektors und nach Energieträgern zulassen. Weitere Aussagen zu diesen Verbräuchen hinsichtlich einzelner GHD-Branchen oder zur Energieverwendung sind jedoch nicht möglich. Dazu bedarf es anderer Informationsquellen.

Seit 1994 liegen Daten zum Energieverbrauch der Arbeitsstätten des „GHD-Sektors“ vor, die auf Basis von Verbraucherbefragungen und Hochrechnungen eine detaillierte Beschreibung der jeweiligen Verbrauchsstruktur erlauben. So wurden in den Jahren 1994 und 2001, sowie in den Jahren 2006, 2008, 2010 und 2012 jeweils rund 2.000 Arbeitsstätten des GHD-Sektors zum Energieverbrauch und zu energierelevantem Handeln befragt, die zusammen mit zusätzlichen Vorort-Erhebungen bei den Arbeitsstätten eine sehr differenzierte Bilanzierung des Energieverbrauchs nach 14 Gruppen und 8 Energieträgern ermöglicht haben. Leider wurden für die Jahre 2014 und 2016 keine Verbraucherbefragungen für den GHD-Sektor in Auftrag gegeben, welche weitere aktuelle Informationen zum Energieverbrauch geliefert hätten. Auf Grund des relativ konstanten Energieverbrauchs im GHD-Sektor seit 2012 kann geschlossen werden, dass in diesem Zeitraum - ausgenommen die LED-Technologie bei der Beleuchtung - keine signifikanten Veränderungen bei den 14 Gruppen des GHD-Sektors aufgetreten sind. Damit liegen aus dem Zeitbereich von 2000 bis 2012 Angaben vor, die eine Diskussion, Analyse und Prognose der in diesen Datengerüsten enthaltenen Angaben gestatten – vor allem hinsichtlich des Energieeinsatzes für die verschiedenen Energieanwendungen wie, „Heizen“, „Kühlen“, „Beleuchten“, „Antreiben“, „Informieren“ etc.. Die relativ geringen Unterschiede zwischen AGEB-Angaben und der aus der Arbeitsstättenbefragung resultierenden Verbrauchshochrechnung für den GHD-Sektor erlauben es somit, für den GHD-Sektor eine Anwendungsbilanz auch auf Basis der AGEB-Bilanzdaten vorzunehmen.

Damit ist weiterhin eine Datenkonsistenz von Energie- und Anwendungsbilanz gewährleistet. Ziel und Aufgabe dieser Arbeit ist es weiterhin, den jeweiligen Energieträgereinsatz im GHD-Sektor nach Anwendungen zu detaillieren, um so eine technologiespezifische Differenzierung des Energieverbrauchs beschreiben zu können – unabdingbare Basis für Aussagen zur Energieanwendung der eingesetzten Endenergie.

2 Endenergieverbrauch im GHD-Sektor von 1994 – 2017

Zur Interpretation und weiteren Analyse der Verbrauchsdaten der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen werden für die Jahre 1994 – 2017 nach weitgehend einheitlichem Schema und mit aktuellen Kenntnisständen zur Sekundärstatistik (Bäder, Sportstätten, Landwirtschaft, gemeinschaftliche Einrichtungen, Flughäfen, Wasserversorgung, Abwasserentsorgung, Kühllhäuser, Rechenzentren, Straßenbeleuchtung, ...) aktualisierende Hochrechnungen zum Energieverbrauch im GHD-Sektor durchgeführt.

2.1 Methoden und Vorgehensweise zur Ermittlung des Endenergieverbrauchs im Sektor GHD

Für den Verbrauchersektor GHD liegen mitunter nur in Grenzen belastbare und energiestatistisch gesicherte Energieverbrauchsangaben vor, insbesondere fehlen Verbrauchsangaben zu Branchenteilen des GHD-Bereiches, was mit der top-down-Methode der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen zwangsläufig auch nicht leistbar ist.

Gleiches gilt, wenn nach Verwendungszwecken der eingesetzten Energie gefragt wird.

Zur Klärung dieser Fragen, vornehmlich zur Ermittlung von Basisdaten zum GHD-Endenergieverbrauch, wird vom Lehrstuhl für Energiewirtschaft und Anwendungstechnik (IfE) seit Mitte der 90er-Jahre eine Bottom-Up-Methode eingesetzt (Geiger, B., Gruber, E., Megele, W), die generell auf den 3 Säulen beruht:

1. Erwerbstätigenstruktur des GHD-Sektors auf der Grundlage amtlicher Statistiken, sowie Erfassung charakteristischer Bezugsgrößen, wobei nach 14 „Gruppen“ bzw. Branchen unterschieden wird.
2. Stichprobenerhebung bei rund 2000 Arbeitsstätten des GHD-Sektors durch die GfK mit dem Schwerpunkt Energieverbrauch und Energieverwendung, ergänzt um Informationen aus sekundärstatistischen Quellen.
3. Spezifische Verbrauchsanalyse der von der GfK erhobenen Daten durch IfE sowie eigene Recherchen. Der spezifische Verbrauch ist dabei definiert als Jahresenergieverbrauch eines Energieträgers pro Bezugseinheit (BZE; Erwerbstätige, Schüler, Wasserfläche, etc.).

Die Verknüpfung dieser 3-Säulen-Informationen gestattet eine differenzierte Ausweisung des Endenergieverbrauches im GHD-Sektor nach Energieträgern und Branchen, Angaben zur Verwendungsseite des Energieeinsatzes und unter Einbezug der Programm-Struktur GEKLES (GEKLES) auch Aussagen zur anwendungstechnischen Effizienz des Energieeinsatzes.

Abbildung 2-1: Ablaufschema zur Ermittlung des Endenergieverbrauchs im GHD-Sektor

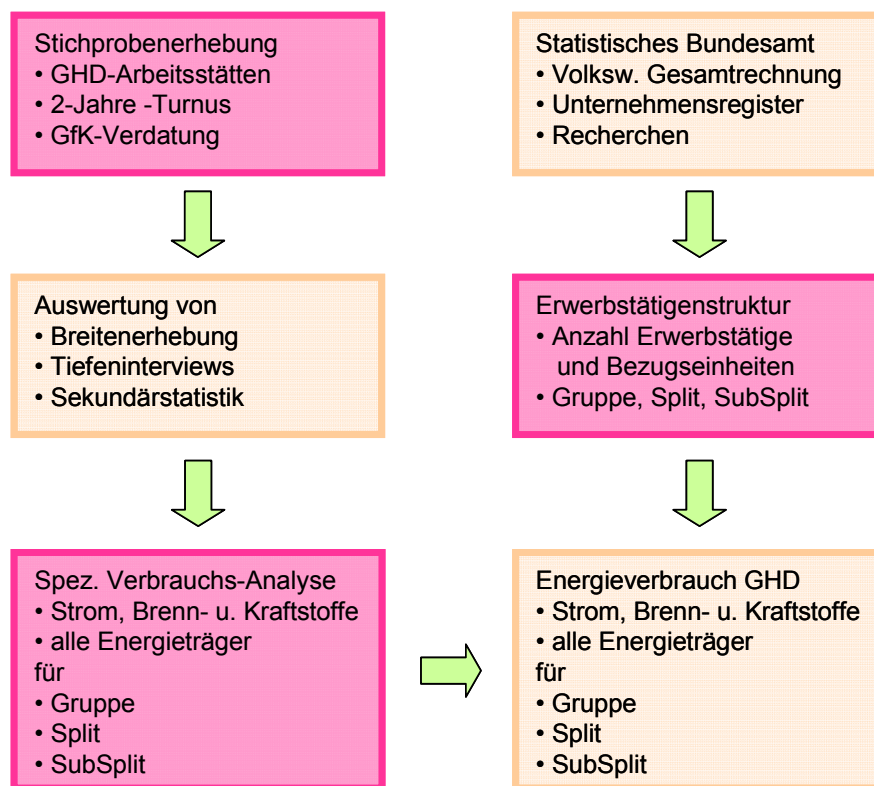


Abbildung 2-1 zeigt den schematischen Zusammenhang dieser Bottom-Up-Methode mit den vorgenannten 3 Säulen „Stichprobenerhebung“, „spezifische Verbrauchsanalyse“ und „Erwerbstätigenstruktur“, die zusammen eine Berechnung des Endenergieverbrauchs des GHD-Sektors erlauben.

Diese nunmehr seit 1995 verfolgte und immer wieder verfeinerte Methodik bietet Voraussetzungen für belastbare Ergebnisse zum Stromverbrauch, zum Kraftstoffverbrauch und zum Brennstoffverbrauch (Summenergebnis für Kohle, Holz, Gas, Heizöl sowie Sonstige) im GHD-Sektor insgesamt und auch auf Gruppenebene im Zeittrend.

2.1.1 Branchengliederung im GHD-Sektor

Für den Verbrauchersektor GHD wurden in den Jahren 1994, 2001, sowie seit 2006 im 2-jährigen Turnus bis zum Jahr 2012 „Breiterhebungen“ bei rund 2000 Arbeitsstätten durch die GfK durchgeführt. Die Auswahl der von der GfK befragten Arbeitsstätten ist über eine vom Lehrstuhl erarbeitete Quotierung so angelegt, dass repräsentative Aussagen zum Energieverbrauch und zur Arbeitsstättenstruktur des GHD-Sektors möglich sind.

Während die Arbeitsstättenstruktur im GHD-Sektor bis zum Jahr 2017 vervollständigt werden kann, fehlen aktuelle Stützstellen zum Energieverbrauch der einzelnen Bran-

chen mangels Verbraucherbefragung. Ersatzweise muss deshalb auf Zeit-Trend-Extrapolationen zurückgegriffen und zusätzlich auf aktuelle verbrauchsrelevante Einflüsse eingegangen werden.

Die Erwerbstätigenstruktur im GHD-Sektor beinhaltet insgesamt 12 „Gruppen“ deren Energieverbrauch über Fragebogenaktionen erfasst werden. Der Energieverbrauch von weiteren 2 „Gruppen“ wird über sekundärstatistische Angaben errechnet. Jede Gruppe umfasst in einer weiteren Untergliederung „Splits“, jeder „Split“ teilt sich in weitere „SubSplits“ auf. Der Aufbau dieser Arbeitsstättengliederung orientiert sich an den verfügbaren Daten des Statistischen Bundesamtes, im Besonderen auf Auswertungen aus dem Unternehmensregister (SB-1), der „Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung“ (SB-2) und ergänzender Daten aus den „Statistischen Jahrbüchern“ (SB-3).

Tabelle 2-1 und Tabelle 2-2 geben eine Übersicht zur GHD-Struktur der Jahre 2006-2017 mit gleichzeitiger Angabe der in den einzelnen Gruppen und Splits erfassten Erwerbstätigen, ggf. auch der verwendeten Bezugseinheit (BZE). Bei der aktuellen Strukturierung des Sektors. „Gewerbe, Handel, Dienstleistungen“ wird der Sektor in 14 „Gruppen“ unterteilt. Den Ergebnissen der Gruppen 1 - 12 liegen die Befragungen der 2000 Arbeitsstätten zugrunde. Die Gruppen 13 und 14 können mittels sekundärer Datenquellen beschrieben werden.

Gruppe 13 umfasst nunmehr Angaben zu den Splits:

- 35: Marktstände u.a.
- 36: NE-Metalle, Kunststoffe, Gummi
- 37: Nichtberücksichtigte und Diverse
- 42: Kühlhäuser
- 43: Wasserversorgung und Abwasserentsorgung
- 44: Rechenzentren

Mit Gruppe 14 werden Angaben erfasst zu:

- 38: Straßenbeleuchtung
- 39: Gemeinschaftliche Anlagen, Mehrfamilienhäuser
- 40: Militär
- 41: Sonstige

Tabelle 2-1: Strukturierung des GHD-Sektors auf Gruppen- und Splittebene für die Jahre 2006 bis 2011¹⁾

Bezugseinheiten und Erwerbstätige

Grp. No. Split	2006		2007 Untern.Reg. 2007		2008 Untern.Reg. 2008		2009 Untern.Reg. 2009		2010 Untern.Reg. 2010		2011 Untern.Reg. 2011	
	BZE	EW	BZE	EW	BZE	EW	BZE	EW	BZE	EW	BZE	EW
	[1]		[1]		[1]		[1]		[1]		[1]	
1 Baugewerbe	2.273.000		2.312.000		2.300.000		2.262.000		2.331.000		2.376.000	
9 Baugewerbe	2.273.000		2.312.000		2.300.000		2.262.000		2.331.000		2.376.000	
2 Büroähnliche Betriebe	11.962.201		12.259.739		12.419.246		12.469.814		12.877.364		13.171.009	
14 Kreditinstitute u. Versicherungen	1.255.000		1.231.000		1.219.000		1.196.500		1.214.000		1.201.000	
17 Verlagsgewerbe	136.994		135.372		133.454		129.966		126.331		126.255	
18 Sonst. betr. Dienstleistungen	7.560.823		7.899.392		8.097.787		8.147.278		8.523.743		8.807.060	
20 Gebietskörpersch. u. Sozialversich.	2.441.063		2.427.110		2.415.043		2.438.660		2.456.140		2.464.475	
30 Deutsche Bundespost / Postdienste	230.527		237.240		239.640		244.145		245.552		257.700	
31 Telekommunikation	214.700		204.600		188.100		183.700		183.700		183.700	
32 Deutsche Bahn AG	123.094		125.025		126.222		129.565		127.898		130.819	
3 Herstellungsbetriebe	943.052		944.096		952.495		937.159		935.417		940.564	
1 Metallgewerbe	489.985		489.876		493.377		482.815		481.688		481.355	
2 KFZ-Gewerbe	303.343		305.712		312.124		310.499		313.023		319.125	
3 Holzgewerbe	88.020		88.439		87.421		86.012		85.338		86.392	
4 Papier- u. Druckgewerbe	61.704		60.069		59.573		57.833		55.368		53.692	
4 Handel	5.582.547		5.541.039		5.587.503		5.569.608		5.492.539		5.564.523	
24 Einzelhandel - food	988.788		974.593		1.010.580		1.022.905		1.019.831		1.042.977	
25 Einzelhandel - nonfood	2.721.465		2.685.302		2.679.629		2.614.382		2.561.117		2.574.495	
26 Großhandel - food	238.291		238.056		239.409		247.911		247.175		253.204	
27 Großhandel - nonfood	1.266.161		1.277.795		1.289.999		1.326.372		1.304.863		1.316.033	
29 Handelsvermittlungen	367.842		365.293		367.886		358.038		359.552		377.814	
5 Krankenhäuser, Schulen, Bäder	2.639.442		2.661.035		2.670.865		2.687.919		2.707.919		2.723.919	
21 Krankenhäuser	683.484		677.799		674.420		674.830		674.473		672.573	
22 Schulen	14.382.821		14.240.194		14.051.794		13.987.653		13.923.961		13.834.502	
23 Bäder	4.650.000		4.650.000		4.650.000		4.650.000		4.650.000		4.650.000	
6 Beherbergung, Gaststätten, Heime	3.566.927		3.656.942		3.752.384		3.892.382		3.940.082		4.076.173	
15 Beherbergungsgewerbe	533.445		537.184		556.349		509.628		495.869		514.581	
16 Gaststättengewerbe	1.242.555		1.285.816		1.285.651		1.379.261		1.399.376		1.464.377	
19 Org. ohne Erwerbszweck und Heime	1.790.927		1.833.942		1.910.384		2.003.493		2.044.837		2.097.215	
7 Nahrungsmittelgewerbe	176.944		172.155		166.842		162.044		155.523		150.299	
5 Backgewerbe	86.370		83.185		79.216		77.274		74.220		71.097	
6 Fleischereien	67.957		66.503		64.028		61.812		59.982		57.858	
7 Restl. Nahrungsmittelgewerbe	22.617		22.467		23.598		22.958		21.321		21.344	
8 Wäschereien	51.598		51.958		52.079		51.809		51.234		52.267	
8 Wäschereien u. (chem.) Reinigungen	51.598		51.958		52.079		51.809		51.234		52.267	
9 Landwirtschaft	648.910		647.793		655.459		654.693		645.493		654.814	
10 Landwirtschaft	648.910		647.793		655.459		654.693		645.493		654.814	
10 Gartenbau	184.090		197.207		199.541		199.307		196.507		199.344	
11 Gartenbau u. Gärtnereien	184.090		197.207		199.541		199.307		196.507		199.344	
11 Flughäfen	34.371		34.371		34.371		34.371		34.371		34.371	
33 Flughäfen	214.096.642		226.941.111		230.345.228		215.324.459		231.344.400		242.308.817	
12 Textil, Bekleidung, Spedition	812.820		856.386		867.079		838.739		867.635		901.175	
28 Bekleidung, Leder, Textil	37.867		36.762		35.798		34.470		33.997		32.821	
34 Spedit., Lagerel, Verkehrsvermittlung	774.953		819.624		831.281		804.269		833.638		868.354	
Summe Gruppen 1 - 12 (über FB erfasste Betriebe)	28.875.902		29.334.722		29.657.864		29.759.844		30.235.083		30.844.458	
13 Nicht über FB erfasste Betriebe	2.065.416		2.086.068		2.107.285		2.031.422		2.059.253		2.089.283	
35 Marktstände u. ä.	20.619		20.188		19.048		15.893		16.873		15.580	
36 NE-Metalle, Kunststoffe, Gummi	39.567		38.942		38.608		38.327		37.749		37.300	
42 Kühlhäuser	0		0		0		0		0		0	
43 Wasserversorgung und Abwasserentsorgung	83.209		82.991		83.844		84.243		81.596		77.754	
44 Rechenzentren	0		0		0		0		0		0	
37 nicht Berücksichtigte des GHD-Sektors	465.737		460.852		486.523		481.659		482.371		489.262	
IN Industrie	1.456.284		1.483.095		1.479.262		1.411.300		1.440.664		1.469.387	
14 Übrige	0		0		0		0		0		0	
38 Straßenbeleuchtung	0		0		0		0		0		0	
39 Gemeinschaftliche Anlagen MFH	0		0		0		0		0		0	
40 Militär	0		0		0		0		0		0	
41 Sonstige	0		0		0		0		0		0	
Gesamt	30.941.318		31.420.790		31.765.149		31.791.266		32.294.336		32.933.741	

¹⁾ Gewählte Bezugseinheiten (BZE): Gruppen 1-4, 6-10 und 12: Erwerbstätige; Gruppe 5: Krankenhäuser: Planbetten; Schulen/Univ.: Schüler bzw. Studenten, Bäder: m2 Wasserfläche; Gruppe 11: Verkehrseinheit (VE; 1 Passagier bzw. 100 kg Fracht).

Quelle: Zusammenstellung IfE basierend auf Daten des Statistischen Bundesamtes aus dem Unternehmensregister (SB-1) und der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung (SB-2)

Tabelle 2-2: Strukturierung des GHD-Sektors auf Gruppen- und Splitebene für die Jahre 2012 bis 2017

Bezugseinheiten und Erwerbstätige

Grp. No. Split	2012 Untern.Reg. 2012		2013 Untern.Reg. 2013		2014 Untern.Reg. 2014		2015 Untern.Reg. 2015		2016 Untern.Reg. 2016		2017 Untern.Reg. 2017	
	BZE	EW	BZE	EW	BZE	EW	BZE	EW	BZE	EW	BZE	EW
	[1]		[1]		[1]		[1]		[1]		[1]	
1 Baugewerbe	2.412.000		2.427.000		2.436.000		2.427.000		2.451.000		2.490.000	
9 Baugewerbe	2.412.000		2.427.000		2.436.000		2.427.000		2.451.000		2.490.000	
2 Büroähnliche Betriebe	13.534.387		13.715.946		13.989.196		13.153.618		13.496.989		13.807.797	
14 Kreditinstitute u. Versicherungen	1.201.000		1.194.000		1.188.000		1.187.000		1.177.000		1.151.000	
17 Verlagsgewerbe	125.270		120.886		116.464		109.858		109.570		108.547	
18 Sonst. betr. Dienstleistungen	9.033.782		9.184.202		9.437.535		8.599.195		8.901.011		9.182.831	
20 Gebietskörpersch. u. Sozialversich.	2.614.960		2.632.521		2.646.622		2.651.949		2.688.377		2.722.836	
30 Deutsche Bundespost / Postdienste	244.817		269.195		284.700		290.358		305.835		327.045	
31 Telekommunikation	183.700		183.700		183.700		183.700		183.700		183.700	
32 Deutsche Bahn AG	130.658		131.442		132.175		131.558		131.496		131.838	
3 Herstellungsbetriebe	936.295		928.812		929.928		908.748		905.973		901.229	
1 Metallgewerbe	478.783		473.275		472.431		469.688		465.129		460.294	
2 KFZ-Gewerbe	320.683		320.161		325.640		309.274		312.391		314.443	
3 Holzgewerbe	85.065		85.851		83.911		83.372		83.763		83.380	
4 Papier- u. Druckgewerbe	51.764		49.525		47.946		46.414		44.690		43.112	
4 Handel	5.570.592		5.568.568		5.557.648		5.530.581		5.581.301		5.619.930	
24 Einzelhandel - food	1.063.851		1.079.143		1.090.707		1.144.054		1.171.212		1.181.055	
25 Einzelhandel - nonfood	2.544.188		2.515.934		2.515.287		2.460.479		2.477.941		2.483.820	
26 Großhandel - food	238.185		234.055		229.279		228.845		227.137		229.119	
27 Großhandel - nonfood	1.339.731		1.342.968		1.323.321		1.304.184		1.299.213		1.308.120	
29 Handelsvermittlungen	384.636		396.467		399.053		393.019		405.797		417.817	
5 Krankenhäuser, Schulen, Bäder	2.703.539		2.741.327		2.776.382		2.805.452		2.837.691		2.865.669	
21 Krankenhäuser	670.443		667.560		666.337		664.364		663.941		662.405	
22 Schulen	13.806.481		13.762.244		13.717.197		13.724.525		13.726.385		13.821.943	
23 Bäder	4.650.000		4.650.000		4.650.000		4.650.000		4.650.000		4.650.000	
6 Beherbergung, Gaststätten, Heime	4.091.017		4.056.961		4.470.232		4.600.009		4.807.411		4.765.685	
15 Beherbergungsgewerbe	531.920		506.699		542.602		553.550		576.253		550.964	
16 Gaststättengewerbe	1.457.555		1.391.655		1.542.446		1.619.766		1.724.560		1.648.878	
19 Org. ohne Erwerbszweck und Heime	2.101.542		2.158.607		2.385.184		2.426.693		2.506.598		2.565.842	
7 Nahrungsmittelgewerbe	144.996		139.992		137.630		135.632		132.431		129.765	
5 Backgewerbe	68.317		65.246		63.559		61.492		59.339		57.412	
6 Fleischereien	55.434		53.383		52.392		52.068		50.532		49.396	
7 Restl. Nahrungsmittelgewerbe	21.245		21.363		21.679		22.072		22.560		22.957	
8 Wäschereien	52.819		52.537		53.577		52.737		52.764		51.268	
8 Wäschereien u. (chem.) Reinigungen	52.819		52.537		53.577		52.737		52.764		51.268	
9 Landwirtschaft	651.988		631.852		641.377		628.677		609.626		606.671	
10 Landwirtschaft	651.988		631.852		641.377		628.677		609.626		606.671	
10 Gartenbau	198.484		192.354		195.254		191.388		185.588		184.688	
11 Gartenbau u. Gärtnereien	198.484		192.354		195.254		191.388		185.588		184.688	
11 Flughäfen	34.371		34.371		34.371		34.371		34.371		34.371	
33 Flughäfen	243.596.821		245.070.702		252.391.018		260.375.217		269.119.745		283.698.106	
12 Textil, Bekleidung, Spedition	914.743		927.101		953.846		967.232		1.002.658		1.048.263	
28 Bekleidung, Leder, Textil	32.336		30.498		31.097		30.934		30.964		30.083	
34 Spedit., Lagerel., Verkehrsvermittlung	882.407		896.603		922.749		936.298		971.694		1.018.180	
Summe Gruppen 1 - 12 (über FB erfasste Betriebe)	31.245.230		31.416.820		32.175.440		31.435.444		32.097.802		32.505.336	
13 Nicht über FB erfasste Betriebe	2.166.193		2.099.688		2.174.125		2.116.910		2.145.940		2.169.871	
35 Marktstände u. ä.	15.290		14.168		14.795		11.838		11.897		11.703	
36 NE-Metalle, Kunststoffe, Gummi	36.918		36.124		36.059		35.594		35.135		34.393	
42 Kühlhäuser	0		0		0		0		0		0	
43 Wasserversorgung und Abwasserentsorgung	77.699		77.067		79.366		75.768		77.149		78.820	
44 Rechenzentren	0		0		0		0		0		0	
37 nicht Berücksichtigte des GHD-Sektors	493.452		445.029		503.714		504.653		520.488		524.255	
IN Industrie	1.542.834		1.527.300		1.540.191		1.489.057		1.501.271		1.520.700	
14 Übrige	0		0		0		0		0		0	
38 Straßenbeleuchtung	0		0		0		0		0		0	
39 Gemeinschaftliche Anlagen MFH	0		0		0		0		0		0	
40 Militär	0		0		0		0		0		0	
41 Sonstige	0		0		0		0		0		0	
Gesamt	33.411.423		33.516.508		34.349.565		33.552.354		34.243.742		34.675.207	

2.1.2 Erwerbstätigenstruktur im GHD-Sektor

Die Tabelle 2-1 und Tabelle 2-2 enthalten Angaben zur Struktur der Erwerbstätigen und der sonstigen Bezugseinheiten (BZE) für die Jahre 2006 bis 2017. Eingeflossen sind dabei die Daten des Unternehmensregisters bis zum Jahr 2017, das bis auf Sub-Split-Ebene eine Disaggregation der Erwerbstätigen liefert. Angaben aus der „Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung“ sind bis zum Jahr 2017 vollständig berücksichtigt.

Bei der zeitlichen Entwicklung der Erwerbstätigen von 2006 bis 2017 ist eine Zunahme von 30,9 Mio. auf knapp 34,7 Mio. festzustellen, was einem Zuwachs von rund 12,2 % entspricht und Auswirkungen auf den Energieverbrauch dieses Zeitbereiches hat.

2.2 Berechnungsmethoden zum Strom-, Brennstoff- und Kraftstoffverbrauch

2.2.1 Statistische Analyse zur Breitenerhebung des Jahres 2012

Für die Verbrauchserhebung des GHD-Sektors im Jahr 2012 (Breitenerhebung 2012) wurden umfangreiche statistische Analysen durchgeführt, die sich von den bisherigen Auswertungen der Jahre 1994 bis 2010 insofern unterscheiden, als bei der Häufigkeitsverteilung des spezifischen Energieverbrauchs einer Gruppe zusätzlich nach unter- und überdurchschnittlichem spezifischen Energieverbrauch differenziert wurde.

Eine vollständige Beschreibung dieser durchgeführten Analyse findet sich in „Erstellung der Anwendungsbilanzen 2013 bis 2017 für den Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD)“, September 2016.

Eine Zusammenstellung der Ergebnisse zum spez. Strom- und zum spez. Brennstoff-/Fernwärmeverbrauch findet sich in Tabelle 2-3. Dort finden sich auf Gruppen- und Split-Ebene die so gefundenen Ergebnisse zum Vertrauensbereich der Mittelwerte des spezifischen Strom- und Brennstoff-/Fernwärmeverbrauchs mit ihren zugehörigen Vertrauensbereichen – letztere auch prozentual angegeben.

Für Verbrauchergruppen, die nicht über die Breitenerhebung, sondern durch gesonderte Recherchen erfasst werden, können ebenfalls Vertrauensbereiche angegeben werden; letztere beziehen sich auf den absoluten Strom- oder Brennstoffverbrauch der entsprechenden Verbrauchergruppe. Schließlich finden sich in Tabelle 2-3 auch Vertrauensbereiche für jene restlichen Splits, die nur pauschal eingeschätzt werden konnten.

Damit können die hochgerechneten Ergebnisse zum Strom- und Brennstoff-/Fernwärmeverbrauch mit dem zugehörigen Vertrauensbereich angegeben werden. Dabei muss aber nachfolgender Vermerk Berücksichtigung finden:

- Die in Tabelle 2-3 angegebenen arithmetischen Mittelwerte (alle Arbeitsstätten) ergeben sich auch als gewichtete Mittelwerte von Arbeitsstätten mit unter- bzw. überdurchschnittlichem Energieverbrauch.
- Eine Hochrechnung der Energieverbräuche erfolgt auf Basis der nach Betriebsgrößen gewichteten spezifischen Verbräuche; den ausgewiesenen Vertrauensbereichen sind die Angaben nach Tabelle 2-3 unterstellt.

Tabelle 2-3: Vertrauensbereiche des spez. Stromverbrauchs und des spez. Brennstoff-/ Fernwärmeverbrauchs für das Jahr 2012

Grp No. Split	Spezifischer Stromverbrauch			Spezifischer Brennstoff- / Fernwärmeverbrauch		
	Mittelwert [kWh / BZE]	Vertrauensbereich [kWh / BZE] [%]		Mittelwert [kWh / BZE]	Vertrauensbereich [kWh / BZE] [%]	
1 Baugewerbe	1.540	±120	±7,8%	4.314	±265	±6,2%
2 Bürobetriebe	2.037	±111	±5,4%	5.259	±183	±3,5%
3 Herstellungsbetriebe	4.088	±299	±7,3%	8.248	±446	±5,6%
4 Handel	4.030	±246	±6,1%	7.213	±264	±3,5%
5 Krankenhäuser / Schulen / Bäder						
21 Krankenhäuser	8.090	±1134	±14,0%	17.347	±1328	±8,2%
22 Schulen	291	±50	±17,2%	1.158	±138	±10,5%
23 Bäder	596	±121	±20,3%	613	±1618	±36,9%
6 Beherbergung, Gaststätten, Heime	5.417	±344	±6,3%	10.754	±724	±5,2%
7 Nahrungsmittelgewerbe						
5 Backgewerbe	6.222	±631	±10,1%	11.094	±1374	±11%
6 Fleischereien	5.476	±675	±12,3%	7.418	±726	±8,9%
7 Restl. Nahrungsmittelgewerbe	7.345	±735	±10,0%	7.380		
8 Wäschereien	6.145	±931	±15,1%	8.942	±1321	±12,9%
9 Landwirtschaft	7.848	±1051	±13,4%	26.609	±3417	±10,7%
10 Gartenbau	2.400	±593	±24,7%	7.292	±2601	±14,8%
12 Textil, Bekleidung, Spedition	2.062	±523	±25,3%	4.655	±764	±11,6%

	Stromverbrauch			Brennstoffverbrauch		
	Absolut [TWh]	Vertrauensbereich [%]		Absolut [TWh]	Vertrauensbereich [%]	
11 Flughäfen	1,35		±4,0%	1,44		±4,0%
13 Nicht über FB erfasste						
36 NE-Metalle	1,48		±5,0%	1,48		±5,0%
42 Kühlhäuser	1,20		±2,5%	0		0%
43 Wasserversorgung und Abwasserentsorgung	7,51		±3,0%	0		0%
44 Rechenzentren	6,53		±4,9%	0		0%
14 Übrige						
38 Straßenbeleuchtung	3,12		±5,0%	0		0%
39 Gemeinschaftliche Anlagen	5,49		±5,0%	0		0%
40 Militär	1,13		±5,0%	3,15		±5,0%
41 Sonstige	6,30		±5,0%	0,00		0%
Alle Splits ohne explizite Nennung (geschätzt)			±5,0%			±5,0%

2.2.2 Witterungsbereinigung

Die in dieser Studie verwendeten Witterungsbereinigungsfaktoren wurden durch TUM berechnet und basieren auf Temperaturdaten des Zeitbereiches 1981 bis 2017, umfassen also einen 36-jährigen Erfahrungszeitraum. Dazu wurden aus allen verfügbaren Wetterstationen des Deutschen Wetterdienstes 8 Standorte (Hamburg, Berlin, Hannover, Essen, Frankfurt, Stuttgart, Leipzig und München) ausgewählt, die unter den Aspekten „geografische Lage“, „bundeslandspezifische Repräsentanz“ und „langjährige Verfügbarkeit der Daten“ repräsentative Aussagen erlauben. Eine Gewichtung der Gradtagszahlen dieser Standorte erfolgt über die Bevölkerungszahlen der diesen Standorten zugeordneten Bundesländer. Für die Ermittlung der für Deutschland repräsentativen Gradtagszahl gilt:

$$\overline{G}_{D,J} = \frac{\sum_{S=1}^8 \left(\sum_{d=1}^{365} G_{S,J,d} * B_{S,J} \right)}{\sum_{S=1}^8 B_{S,J}}$$

mit:

G	Gradtagszahl
B	die einer Klimastation zugeordnete Bevölkerungszahl
D	Mittelwert für Deutschland
J	Jahr
S	Klimastation
d	Tag

Damit ist gewährleistet, dass ein Schwerpunkt des Energieverbrauchs, die Raumheizung, nach Standorten ausreichend gewichtet, temperaturbereinigt werden kann.

Die Gradtagszahl eines Standortes errechnet sich als „Jahresgradtagszahl G“ auf der Grundlage einer Raumtemperatur von 20 °C und der Heizgrenztemperatur von 15 °C. Letztere wird als gleitendes 5-Tagesmittel aus der Außenlufttemperatur gebildet, jedoch mit der Einschränkung, dass nur Tage mit Tagestemperaturen unter 15 °C berücksichtigt werden. Es gilt:

$$G_{S,J,d} = 20^{\circ}\text{C} - \vartheta_a(S,J,d) \quad \text{wenn} \quad \frac{\sum_{(d-2)}^{(d+2)} \vartheta_a(S,J,d)}{5} \leq 15^{\circ}\text{C}$$

$$G_{S,J,d} = 0 \quad \text{wenn} \quad \frac{\sum_{(d-2)}^{(d+2)} \vartheta_a(S,J,d)}{5} > 15^{\circ}\text{C}$$

mit:

ϑ_a Tagesmitteltemperatur der Außenluft

Mit diesem Verfahren werden so am ehesten die drei hauptsächlichen Betriebsweisen von zentralen Heizanlagen abgebildet, nämlich:

- ganzjähriges Fahren nach Heizkennlinie
- Fahren nach Heizkennlinie während der Heizperiode; Zuschalten der Heizung im Sommer, sobald an mehr als 3 aufeinander folgenden Tagen die Tagesmitteltemperatur der Außenluft von 15 °C unterschritten wird
- keine Sommerheizung

Die sich nach diesem Verfahren im langjährigen Mittel von 1981 bis 2010 für Deutschland ergebende Gradtagszahl liegt bei **3507 K*d/a**.

Entsprechend ergibt sich für den Mittelwert der witterungsbedingt notwendigen jährlichen Korrekturfaktoren der Jahre 1981 bis 2010 der Wert 1,0.

Für das obige Beispiel ergibt sich für 2010 mit der Gradtagszahl von 3957 K*d/a ein Witterungsbereinigungsfaktor von: $\frac{3957}{3507} = 1,128$, im Folgejahr ein Wert von 0,876 mithin ein Witterungseinfluss der sich binnen 2 Jahren um 28,8 % unterscheidet und die Notwendigkeit einer Temperaturbereinigung unterstreicht.

Im GHD-Sektor wird der Verbrauch zusätzlich um die Auslastung der Heizanlagen korrigiert (Wirkung von Vollast und Teillast auf den Jahresnutzungsgrad. Die zur Temperaturbereinigung verwendeten Korrekturfaktoren sind also kombinierte Faktoren (Witterung und Auslastung).

Für den Anlagenbestand an Heizkesseln im GHD-Sektor (erfasst ist die Bandbreite der Kesseltypen und ein mittleres Anlagenalter von rd. 11 Jahren bzw. eine mittlere Lebensdauer von 22 Jahren) können mit Tabelle 2-4 die Witterungskorrekturfaktoren angegeben werden.

Tabelle 2-4: Witterungskorrekturfaktoren für den GHD-Sektor

GHD-Sektor	Jahr	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	LJM
GTZ _{ist} **)		3348	3137	3305	3346	3957	3073	3406	3658	2933	3231	3286	3239	3507
Gradtagszahlenverhältnis GTZ _{ist} /GTZ _{NJ}		0,955	0,894	0,942	0,954	1,128	0,876	0,971	1,043	0,836	0,921	0,937	0,924	1,000
AkF _{ist} Auslastungs- Korrekturfaktor		0,980	0,951	0,974	0,979	1,052	0,942	0,987	1,018	0,921	0,964	0,971	0,965	1,000
Gesamt-Korrekturfaktor GkF _{ist} = GTZ _{ist} /(GTZ _{NJ} *AkF _{ist}) ***)		0,974	0,940	0,967	0,974	1,072	0,930	0,984	1,024	0,908	0,956	0,964	0,957	1,000

*) LJM = langjähriges Mittel

**) Berechnungen TUM, basierend auf Daten des Deutschen Wetterdienstes

***) Berechnungen TUM

2.2.3 Berechnungsmethoden zur Ermittlung der temperaturkorrigierten spez. Energieverbräuche für die Jahre 2007, 2009, 2011 und 2013 bis 2015 sowie 2016 und 2017

Die für das Jahr 2006, 2008, 2010 und 2012 berechneten Strom- und Brennstoffverbräuche basieren auf der Verknüpfung von Erwerbstätigenzahlen und den zugehörigen spezifischen Verbrauchswerten auf Gruppenbasis. Letztere enthalten eine temperaturabhängige Komponente, hier der Verbrauchsanteil für die Raumheizung, der je nach den Witterungsbedingungen eines Jahres höher oder niedriger ausfällt.

Da z.B. für das Kalenderjahr 2009 keine eigenständige Verbrauchserhebung vorliegt, erfolgt die Berechnung des Strom- und Brennstoffverbrauches für das Jahr 2009 über die spezifischen Verbrauchswerte der Jahre 2008 und 2010, für die jeweils Erhebungen vorliegen. Um den spezifischen Wert für 2009 daraus plausibel interpolieren zu können, müssen diese jedoch temperaturbereinigt werden. Die Korrektur erfolgt anhand der Gradtagszahlen für die beiden Jahre 2008 und 2010, gültig für Deutschland (GeGrA) sowie des temperaturabhängigen Verbrauchsanteils, der von Energieträger zu Energieträger unterschiedlich anfällt. Eine analoge Vorgehensweise ist auch für die Jahre 2007 und 2011 zugrunde gelegt.

GeGrA ist ein am Lehrstuhl für Energiewirtschaft und Anwendungstechnik entwickeltes Instrument zur Bereinigung des temperaturabhängigen Energieverbrauchs. Es basiert auf Angaben des Deutschen Wetterdienstes für deutsche Städte und liefert die über Bevölkerungszahlen gewichteten Abweichungen gegenüber dem langjährigen Mittel.

Nachfolgend ist der rechnerische Zusammenhang für den spezifischen Brennstoffeinsatz wiedergegeben. Aus den Angaben für die Jahre 2008 und 2010 können die Verbrauchswerte für 2009 entsprechend der nachfolgenden Beziehung ermittelt werden:

$$w_{G,S,U,2009} = \frac{w_{G,S,U,2008} \left(1 - a_{G,S} \left(1 - \frac{GkF_{2009}}{GkF_{2008}}\right)\right) + w_{G,S,U,2010} \left(1 - a_{G,S} \left(1 - \frac{GkF_{2009}}{GkF_{2010}}\right)\right)}{2}$$

mit:

$w_{G,S,U,2008}$ = spez. Brennstoffverbr. des SubSplits G,S,U im Jahr 2008

$w_{G,S,U,2009}$ = spez. Brennstoffverbr. des SubSplits G,S,U im Jahr 2009

$w_{G,S,U,2010}$ = spez. Brennstoffverbr. des SubSplits G,S,U im Jahr 2010

$a_{G,S}$ = temperaturabhängiger Verbrauchsanteil am spez. Brennstoffverbrauch des Splits G,S

$\frac{GkF_{2009}}{GkF_{2008}}$ = 1,007; auslastungskorrigiertes Gradtagszahlenverhältnis der Jahre 2008 und 2009 für Deutschland

$\frac{GkF_{2009}}{GkF_{2010}}$ = 0,909; auslastungskorrigiertes Gradtagszahlenverhältnis der Jahre 2009 und 2010 für Deutschland

Die spezifischen Verbrauchswerte für die Jahre 2013 bis 2015 werden auf SubSplit-Ebene aus den zugehörigen Basiswerten des Jahres 2012, den jeweiligen Gradtagszahlen und dem Auslastungskorrekturfaktor auf Gruppenebene - von Basisjahr ausgehend zum interessierenden Jahr - extrapoliert. Es gilt z.B.:

$$w_{G,S,U,2014} = w_{G,S,U,2012} \left(1 - a_{G,S,2012} \left(1 - \frac{GkF_{2014}}{GkF_{2012}}\right)\right)$$

mit:

$w_{G,S,U,2012}$ = spez. Brennstoffverbr. des SubSplits G,S,U im Jahr 2012

$w_{G,S,U,2014}$ = spez. Brennstoffverbr. des SubSplits G,S,U im Jahr 2014

$a_{G,S}$ = temperaturabhängiger Verbrauchsanteil am spez. Brennstoffverbrauch des Splits G,S

$\frac{GkF_{2014}}{GkF_{2012}}$ = 0,923; auslastungskorrigiertes Gradtagszahlenverhältnis der Jahre 2014 und 2012 für Deutschland

Die temperaturkorrigierten spezifischen Verbrauchswerte werden für die Jahr 2016 und 2017 über die Zeit-Trend-Extrapolation der Zeitreihe von 2006 bis 2015 bestimmt.

2.2.4 Berechnung des spezifischen Stromverbrauchs und Hochrechnung des absoluten Stromverbrauchs für die Kalenderjahre 2006 bis 2017

Der für Gruppen und Splits berechnete spezifische Stromverbrauch basiert auf den per Fragebogen erhobenen Stromverbräuchen pro Bezugseinheit der einzelnen Arbeitsstätten, die jeweils SubSplits, Splits und Gruppen zugeordnet werden können, auf Gewichtungsfaktoren aus dem Unternehmensregister zur Erwerbstätigenstruktur und auf den Angaben der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung zu den Erwerbstätigen in Deutschland. Unter vorgenannten Prämissen konnte der spezifische Stromverbrauch auf Gruppen-, Split- und SubSplit-Ebene wie nachfolgend dargestellt ermittelt werden.

Die aus den Stichproben auf Splitebene und den Häufigkeitsverteilungen einzelner Gruppen errechneten Mittelwerte des Stromverbrauchs pro Bezugseinheit sind für die Jahre 2006 bis 2011 in Tabelle 2-5 und für die Jahre 2012 bis 2017 in Tabelle 2-6 zusammengestellt.

Den in Tabelle 2-5 und Tabelle 2-6 enthaltenen spezifischen Stromverbrauchswerten liegen folgende Bezugseinheiten (BZE) zugrunde:

- Gruppen 1-4, 6-10 und 12: kWh/Erwerbstätiger
- Gruppe 5: Krankenhäuser: kWh/Planbett
- Gruppe 5: Schulen/Univ.: kWh/Schüler bzw. Student
- Gruppe 5: Bäder: kWh/m² Wasserfläche;
- Gruppe 11: kWh/Verkehrseinheit

Über den Zeitbereich von 2006 bis 2012 lässt sich als gruppentypischer Trend beim spez. Stromverbrauch erkennen:

- Abnahme bei den Gruppen 1 bis 5, 7 und 8,
- Zunahme bei den Gruppen 6, 9 10 und 11.

Für den Zeitbereich von 2013 bis 2017 ergibt sich aus der Extrapolation des Zeit-Trend-Verhaltens - **Kürzel TR** - eine weitgehende Stagnation beim spezifischen Stromverbrauch bei fast allen Gruppen. Lediglich bei Landwirtschaft und Gartenbau sind leichte Zunahmen beim spezifischen Stromverbrauch zu verzeichnen.

Als rechnerische Zusammenhänge zum spez. Stromverbrauch auf Gruppen-, Split- und SubSplit-Ebene gelten:

$$W_{El,Gx,Sy,Uz} = \frac{\sum_{n=1}^{N_{Gx,Sy,Uz}} \frac{W_{El,Gx,Sy,Uz,n}}{BZ_{Gx,Sy,Uz,n}}}{N_{Gx,Sy,Uz}} \quad \text{auf SubSplitzebene}$$

$$W_{El,Gx,Sy} = \frac{\sum_{z=1}^{Z_{Gx,Sy}} (w_{El,Gx,Sy,Uz} * BZ_{Gx,Sy,Uz})}{\sum_{z=1}^{Z_{Gx,Sy}} BZ_{Gx,Sy,Uz}} \quad \text{auf Splitzebene}$$

$$W_{El,Gx} = \frac{\sum_{y=1}^{Y_{Gx}} (w_{El,Gx,Sy} * BZ_{Gx,Sy})}{\sum_{y=1}^{Y_{Gx}} BZ_{Gx,Sy}} \quad \text{auf Gruppenebene}$$

mit:

W_{El}	Elektrischer Energieverbrauch		
BZ	Bezugseinheit (Erwerbst., Planbett, Wasserfläche, Verkehrseinheit)		
w_{El}	spez. Stromverbrauch		
Indices:			
G	Gruppe		
S	Split		
U	SubSplit		
		x	lfd. Nr. der Gruppe
Y	Anzahl Splits	y	lfd. Nr. des Splits
Z	Anzahl SubSplits	z	lfd. Nr. des SubSplits
N	Anz. verwertbare Fragebögen	n	lfd. Nr. des Fragebogens

Tabelle 2-5: Spezifischer Stromverbrauch für die Kalenderjahre 2006 bis 2011 auf Split-Ebene

Grp. No. Split	2006	2007	2008	2009	2010	2011
	spez. Verbr.					
	[kWh/BZE]					
1 Baugewerbe	1.728	1.567	1.492	1.453	1.440	1.461
9 Baugewerbe	1.728	1.567	1.492	1.453	1.440	1.461
2 Büroähnliche Betriebe	2.440	2.456	2.471	2.311	2.130	2.130
14 Kreditinstitute u. Versicherungen	2.620	2.416	2.236	2.240	2.246	2.227
17 Verlagsgewerbe	2.563	4.472	6.402	4.899	3.362	3.014
18 Sonst. betr. Dienstleistungen	2.230	2.167	2.116	1.954	1.756	1.707
20 Gebietskörpersch. u. Sozialversich.	1.660	1.714	1.767	1.711	1.668	1.867
30 Deutsche Bundespost / Postdienste	2.029	1.585	1.141	1.107	1.072	1.501
31 Telekommunikation	18.424	21.240	24.255	24.131	24.255	23.956
32 Deutsche Bahn AG	1.688	4.303	6.917	5.407	3.897	4.448
3 Herstellungsbetriebe	5.268	4.447	3.722	4.235	4.769	4.430
1 Metallgewerbe	6.308	5.081	3.987	4.740	5.537	4.761
2 KFZ-Gewerbe	3.498	3.315	3.201	3.419	3.649	3.982
3 Holzgewerbe	5.842	4.482	3.163	3.734	4.241	3.846
4 Papier- u. Druckgewerbe	4.887	4.986	5.084	5.146	5.230	5.066
4 Handel	5.084	4.716	4.202	4.248	4.293	4.097
24 Einzelhandel - food	8.041	7.579	7.191	7.239	7.268	6.809
25 Einzelhandel - nonfood	3.440	3.654	3.458	3.585	3.757	3.708
26 Großhandel - food	6.168	4.734	3.365	4.345	5.327	4.589
27 Großhandel - nonfood	6.012	5.109	4.293	3.865	3.403	3.132
29 Handelsvermittlungen	5.395	3.490	1.630	1.903	2.187	2.297
5 Krankenhäuser, Schulen, Bäder						
21 Krankenhäuser	10.278	9.678	9.074	8.844	8.631	8.800
22 Schulen	264	252	242	269	299	285
23 Bäder	410	422	433	451	470	386
6 Beherbergung, Gaststätten, Heime	4.462	4.246	4.059	4.335	4.713	4.500
15 Beherbergungsgewerbe	7.818	7.720	7.676	8.953	10.475	8.965
16 Gaststättengewerbe	5.944	5.574	5.219	5.367	5.523	5.437
19 Org. ohne Erwerbszweck und Heime	2.434	2.298	2.224	2.450	2.761	2.751
7 Nahrungsmittelgewerbe						
5 Backgewerbe	7.429	6.958	6.489	6.132	5.775	5.998
6 Fleischereien	9.564	9.025	8.511	7.519	6.530	5.996
7 Restl. Nahrungsmittelgewerbe	5.104	7.404	7.712	7.576	7.459	7.363
8 Wäschereien	9.064	7.314	5.611	6.533	7.490	6.778
8 Wäschereien u. (chem.) Reinigungen	9.064	7.314	5.611	6.533	7.490	6.778
9 Landwirtschaft	6.477	6.122	7.496	6.554	6.619	6.383
10 Landwirtschaft	6.477	6.122	7.496	6.554	6.619	6.383
10 Gartenbau	1.226	1.432	2.175	1.946	1.998	1.924
11 Gartenbau u. Gärtnereien	1.226	1.432	2.175	1.946	1.998	1.924
11 Flughäfen	6,63	6,16	6,15	6,57	6,12	5,60
33 Flughäfen	6,63	6,16	6,15	6,57	6,12	5,60
12 Textil, Bekleidung, Spedition	920	1.773	1.782	1.373	997	1.062
28 Bekleidung, Leder, Textil	2.470	3.221	3.270	3.214	3.179	3.116
34 Spedit., Lagerei, Verkehrsvermittlung	844	1.708	1.718	1.294	908	984
Summe Gruppen 1 - 12 (über FB erfasste Betriebe)						
13 Nicht über FB erfasste Betriebe						
35 Marktstände u. ä.	-	-	-	-	-	-
36 NE-Metalle, Kunststoffe, Gummi	40.000	39.514	40.000	39.884	40.000	39.501
42 Kühlhäuser	-	-	-	-	-	-
43 Wasserversorgung und Abwasserentsorgung	-	-	-	-	-	-
44 Rechenzentren	-	-	-	-	-	-
37 nicht Berücksichtigte des GHD-Sektors	-	-	-	-	-	-
14 Übrige						
38 Straßenbeleuchtung	-	-	-	-	-	-
39 Gemeinschaftliche Anlagen MFH	-	-	-	-	-	-
40 Militär	-	-	-	-	-	-
41 Sonstige	-	-	-	-	-	-
Gesamt						

Quelle: Fraunhofer ISI et al. 2009 (Vorgängerstudie /3/) und aktuelle Auswertung der Breiterhebungen für 2008, 2010 und 2012

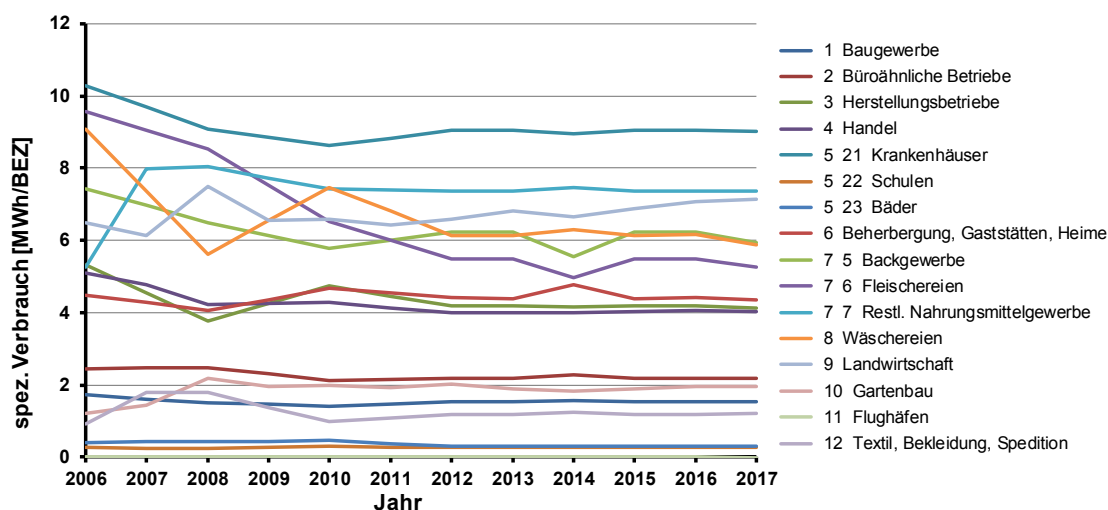
Tabelle 2-6: Spezifischer Stromverbrauch für die Kalenderjahre 2012 bis 2017 im GHD-Sektor auf Split-Ebene (TR)

Grp. No. Split	2012	2013	2014	2015	2016	2017
	spez. Verbr.					
	[kWh/BZE]					
1 Baugewerbe	1.537	1.544	1.559	1.532	1.536	1.532
9 Baugewerbe	1.537	1.544	1.559	1.532	1.536	1.532
2 Büroähnliche Betriebe	2.175	2.173	2.270	2.184	2.174	2.162
14 Kreditinstitute u. Versicherungen	2.247	2.257	2.207	2.240	2.246	2.240
17 Verlagsgewerbe	2.659	2.659	2.452	2.659	2.659	2.659
18 Sonst. betr. Dienstleistungen	1.685	1.687	1.791	1.683	1.685	1.683
20 Gebietskörpersch. u. Sozialversich.	2.125	2.136	2.248	2.117	2.124	2.117
30 Deutsche Bundespost / Postdienste	1.929	1.929	2.131	1.929	1.929	1.929
31 Telekommunikation	24.255	24.351	24.076	24.189	24.246	24.192
32 Deutsche Bahn AG	4.998	4.998	5.050	4.998	4.998	4.998
3 Herstellungsbetriebe	4.184	4.198	4.107	4.168	4.177	4.168
1 Metallgewerbe	4.099	4.124	3.983	4.082	4.096	4.082
2 KFZ-Gewerbe	4.361	4.370	4.431	4.355	4.360	4.355
3 Holzgewerbe	3.526	3.530	3.419	3.524	3.526	3.524
4 Papier- u. Druckgewerbe	4.955	4.964	4.421	4.949	4.954	4.949
4 Handel	3.988	4.007	3.962	4.014	4.034	4.024
24 Einzelhandel - food	6.336	6.337	6.629	6.335	6.336	6.335
25 Einzelhandel - nonfood	3.790	3.817	3.662	3.771	3.787	3.772
26 Großhandel - food	3.864	3.866	3.497	3.863	3.864	3.863
27 Großhandel - nonfood	2.960	2.979	2.938	2.946	2.958	2.947
29 Handelsvermittlungen	2.434	2.439	2.560	2.431	2.434	2.431
5 Krankenhäuser, Schulen, Bäder						
21 Krankenhäuser	9.038	9.053	8.927	9.027	9.036	9.027
22 Schulen	280	280	276	279	280	279
23 Bäder	303	303	303	303	303	303
6 Beherbergung, Gaststätten, Heime	4.423	4.399	4.708	4.358	4.386	4.324
15 Beherbergungsgewerbe	7.817	7.829	8.211	7.809	7.816	7.809
16 Gaststättengewerbe	5.353	5.361	5.619	5.348	5.353	5.348
19 Org. ohne Erwerbszweck und Heime	2.936	2.973	3.200	2.910	2.932	2.911
7 Nahrungsmittelgewerbe						
5 Backgewerbe	6.222	6.222	5.562	6.222	6.222	6.222
6 Fleischereien	5.476	5.478	4.957	5.475	5.476	5.475
7 Restl. Nahrungsmittelgewerbe	7.345	7.365	7.418	7.331	7.343	7.331
8 Wäschereien	6.145	6.155	6.276	6.138	6.144	6.138
8 Wäschereien u. (chem.) Reinigungen	6.145	6.155	6.276	6.138	6.144	6.138
9 Landwirtschaft	6.587	6.817	6.584	6.851	7.065	7.100
10 Landwirtschaft	6.587	6.817	6.584	6.851	7.065	7.100
10 Gartenbau	2.015	1.887	1.823	1.897	1.956	1.966
11 Gartenbau u. Gärtnereien	2.015	1.887	1.823	1.897	1.956	1.966
11 Flughäfen	5,41	5,31	5,69	5,31	5,31	5
33 Flughäfen	5,41	5,31	5,69	5,31	5,31	5
12 Textil, Bekleidung, Spedition	1.187	1.194	1.217	1.171	1.176	1.169
28 Bekleidung, Leder, Textil	3.245	3.289	3.024	3.215	3.241	3.216
34 Spedit., Lagerel., Verkehrsvermittlung	1.111	1.122	1.150	1.103	1.110	1.104
Summe Gruppen 1 - 12 (über FB erfasste Betriebe)						
13 Nicht über FB erfasste Betriebe						
35 Marktstände u. ä.	-	-	-	-	-	-
36 NE-Metalle, Kunststoffe, Gummi	40.000	40.242	38.325	39.833	39.976	39.841
42 Kühnhäuser	-	-	-	-	-	-
43 Wasserversorgung und Abwasserentsorgung	-	-	-	-	-	-
44 Rechenzentren	-	-	-	-	-	-
37 nicht Berücksichtigte des GHD-Sektors	-	-	-	-	-	-
14 Übrige						
38 Straßenbeleuchtung	-	-	-	-	-	-
39 Gemeinschaftliche Anlagen MFH	-	-	-	-	-	-
40 Militär	-	-	-	-	-	-
41 Sonstige	-	-	-	-	-	-
Gesamt						

Quelle: Fraunhofer ISI et al. 2009 (Vorgängerstudie /3/) und aktuelle Auswertung der Breiterhebungen für 2008, 2010 und 2012

Eine Zeit-Trend-Extrapolation des temperaturbereinigten spezifischen Stromverbrauchs auf Branchen- bzw. Gruppenebene ab dem Jahr 2006 zeigt Abbildung 2-2. Deutlich wird, dass sich in diesem Zeitbereich eine weitgehend stabile und kontinuierliche Entwicklung des temperaturbereinigten spezifischen Stromverbrauchs ergibt, der auch prognostische Aussagen erlaubt. Damit kann mit der jeweiligen Gradtagszahl eines Jahres der spezifische Ist-Stromverbrauch ermittelt werden – so auch z.B. die Werte für das Jahr 2017 (siehe Tabelle 2-6).

Abbildung 2-2: Zeit-Trend-Extrapolation des temperaturbereinigten spezifischen Stromverbrauchs (TR)



Die Verknüpfung von spezifischem Stromverbrauch und Bezugseinheit eines Jahres erlaubt damit die Angabe des Stromverbrauchs einer Gruppe oder über alle Gruppen aggregiert zum Stromverbrauch des GHD-Sektors.

Der auf den gesamten GHD-Sektor in Deutschland hochgerechnete und in Tabelle 2-7 sowie Tabelle 2-8 ausgewiesene absolute Stromverbrauch für die Jahre 2006 bis 2011 und 2012 bis 2017 ergibt sich also aus den über die Befragung ermittelten spezifischen Stromverbräuchen für die Erhebungsjahre 2006, 2008, 2010 und 2012, hochgerechnet mit den gesamten Erwerbstätigen im GHD-Sektor der Jahre 2006 bis 2017. Mit den in Tabelle 2-3 angegebenen Vertrauensbereichen auf Gruppen- und Splitebene kann auch für den Jahresstromverbrauch von 2016 und 2017 ein gesamter Vertrauensbereich von rd. ± 9 TWh bzw. rd. ± 7 % angegeben werden.

Tabelle 2-7: Stromverbrauch für die Kalenderjahre 2006 bis 2011 im GHD-Sektor auf Split-Ebene

Grp. No. Split	2006	2007	2008	2009	2010	2011
	abs. Verbr.					
	[GWh/a]					
1 Baugewerbe	3.927	3.622	3.432	3.286	3.356	3.470
9 Baugewerbe	3.927	3.622	3.432	3.286	3.356	3.470
2 Büroähnliche Betriebe	29.185	30.115	30.694	28.814	27.434	28.058
14 Kreditinstitute u. Versicherungen	3.288	2.974	2.726	2.680	2.726	2.674
17 Verlagsgewerbe	351	605	854	637	425	381
18 Sonst. betr. Dienstleistungen	16.862	17.117	17.137	15.921	14.967	15.032
20 Gebietskörpersch. u. Sozialversich.	4.052	4.159	4.267	4.173	4.098	4.602
30 Deutsche Bundespost / Postdienste	468	376	273	270	263	387
31 Telekommunikation	3.956	4.346	4.562	4.433	4.456	4.401
32 Deutsche Bahn AG	208	538	873	701	498	582
3 Herstellungsbetriebe	4.968	4.198	3.545	3.969	4.461	4.167
1 Metallgewerbe	3.091	2.489	1.967	2.288	2.667	2.292
2 KFZ-Gewerbe	1.061	1.013	999	1.062	1.142	1.271
3 Holzgewerbe	514	396	276	321	362	332
4 Papier- u. Druckgewerbe	302	299	303	298	290	272
4 Handel	28.380	26.128	23.476	23.662	23.579	22.799
24 Einzelhandel - food	7.951	7.386	7.267	7.405	7.412	7.102
25 Einzelhandel - nonfood	9.363	9.813	9.265	9.372	9.623	9.546
26 Großhandel - food	1.470	1.127	806	1.077	1.317	1.162
27 Großhandel - nonfood	7.612	6.528	5.539	5.126	4.441	4.122
29 Handelsvermittlungen	1.984	1.275	600	681	786	868
5 Krankenhäuser, Schulen, Bäder	12.735	12.112	11.535	11.827	12.166	11.665
21 Krankenhäuser	7.025	6.560	6.119	5.968	5.822	5.919
22 Schulen	3.804	3.592	3.402	3.760	4.159	3.950
23 Bäder	1.907	1.960	2.013	2.099	2.185	1.796
6 Beherbergung, Gaststätten, Heime	15.915	15.527	15.230	16.874	18.568	18.344
15 Beherbergungsgewerbe	4.171	4.147	4.270	4.563	5.194	4.613
16 Gaststättengewerbe	7.386	7.167	6.710	7.403	7.728	7.962
19 Org. ohne Erwerbszweck und Heime	4.358	4.213	4.250	4.909	5.646	5.770
7 Nahrungsmittelgewerbe	1.407	1.345	1.241	1.113	979	931
5 Backgewerbe	642	579	514	474	429	426
6 Fleischereien	650	600	545	465	392	347
7 Restl. Nahrungsmittelgewerbe	115	166	182	174	159	157
8 Wäschereien	468	380	292	338	384	354
8 Wäschereien u. (chem.) Reinigungen	468	380	292	338	384	354
9 Landwirtschaft	4.203	3.966	4.913	4.291	4.272	4.180
10 Landwirtschaft	4.203	3.966	4.913	4.291	4.272	4.180
10 Gartenbau	226	282	434	388	393	384
11 Gartenbau u. Gärtnereien	226	282	434	388	393	384
11 Flughäfen	1.420	1.398	1.417	1.414	1.417	1.357
33 Flughäfen	1.420	1.398	1.417	1.414	1.417	1.357
12 Textil, Bekleidung, Spedition	748	1.518	1.546	1.151	865	957
28 Bekleidung, Leder, Textil	94	118	117	111	108	102
34 Spedit., Lagerei, Verkehrsvermittlung	654	1.400	1.428	1.041	757	855
Summe Gruppen 1 - 12 (über FB erfasste Betriebe)	103.582	100.591	97.754	97.128	97.872	96.666
13 Nicht über FB erfasste Betriebe	16.633	17.409	18.178	18.091	17.815	17.277
35 Marktstände u. ä.	0	0	0	0	0	0
36 NE-Metalle, Kunststoffe, Gummi	1.583	1.539	1.544	1.529	1.510	1.473
42 Kühlhäuser	1.168	1.173	1.178	1.184	1.189	1.195
43 Wasserversorgung und Abwasserentsorgung	7.635	7.605	7.575	7.535	7.495	7.470
44 Rechenzentren	6.248	7.093	7.880	7.844	7.621	7.139
37 nicht Berücksichtigte des GHD-Sektors	0	0	0	0	0	0
14 Übrige	16.473	16.441	16.425	16.326	16.272	16.142
38 Straßenbeleuchtung	3.457	3.453	3.444	3.370	3.303	3.181
39 Gemeinschaftliche Anlagen MFH	5.461	5.473	5.486	5.486	5.486	5.486
40 Militär	1.255	1.215	1.195	1.171	1.184	1.177
41 Sonstige	6.300	6.300	6.300	6.299	6.300	6.298
Gesamt	136.688	134.442	132.357	131.546	131.960	130.085

Tabelle 2-8: Stromverbrauch für die Kalenderjahre 2012 bis 2017 im GHD-Sektor auf Split-Ebene (TR)

Grp. No. Split	2012	2013	2014	2015	2016	2017
	abs. Verbr. [GWh/a]					
1 Baugewerbe	3.704	3.747	3.710	3.718	3.765	3.815
9 Baugewerbe	3.704	3.747	3.710	3.718	3.765	3.815
2 Büroähnliche Betriebe	29.210	29.706	29.946	28.620	29.339	29.824
14 Kreditinstitute u. Versicherungen	2.692	2.694	2.650	2.659	2.643	2.579
17 Verlagsgewerbe	333	321	310	292	291	289
18 Sonst. betr. Dienstleistungen	15.048	15.417	15.789	14.395	14.994	15.459
20 Gebietskörpersch. u. Sozialversich.	5.556	5.624	5.566	5.613	5.709	5.764
30 Deutsche Bundespost / Postdienste	472	519	549	560	590	631
31 Telekommunikation	4.456	4.473	4.423	4.444	4.454	4.444
32 Deutsche Bahn AG	654	657	661	658	657	659
3 Herstellungsbetriebe	3.917	3.899	3.861	3.787	3.784	3.756
1 Metallgewerbe	1.962	1.952	1.914	1.917	1.905	1.879
2 KFZ-Gewerbe	1.398	1.399	1.415	1.347	1.362	1.369
3 Holzgewerbe	300	303	295	294	295	294
4 Papier- u. Druckgewerbe	256	246	237	230	221	213
4 Handel	22.287	22.319	22.047	22.219	22.512	22.606
24 Einzelhandel - food	6.753	6.840	6.915	7.243	7.421	7.482
25 Einzelhandel - nonfood	9.660	9.606	9.411	9.272	9.384	9.368
26 Großhandel - food	1.005	905	885	888	878	885
27 Großhandel - nonfood	3.930	4.001	3.868	3.860	3.843	3.855
29 Handelsvermittlungen	938	967	968	956	988	1.016
5 Krankenhäuser, Schulen, Bäder	11.327	11.307	11.231	11.237	11.244	11.247
21 Krankenhäuser	6.059	6.043	6.003	5.997	5.999	5.980
22 Schulen	3.861	3.857	3.821	3.833	3.838	3.860
23 Bäder	1.407	1.407	1.407	1.407	1.407	1.407
6 Beherbergung, Gaststätten, Heime	18.088	17.846	19.300	20.047	21.085	20.591
15 Beherbergungsgewerbe	4.041	3.967	4.229	4.322	4.504	4.303
16 Gaststättengewerbe	7.876	7.461	8.235	8.663	9.231	8.819
19 Org. ohne Erwerbszweck und Heime	6.170	6.418	6.836	7.062	7.350	7.470
7 Nahrungsmittelgewerbe	885	856	841	829	812	796
5 Backgewerbe	425	406	395	383	369	357
6 Fleischereien	304	292	287	285	277	270
7 Restl. Nahrungsmittelgewerbe	156	157	158	162	166	168
8 Wäschereien	325	323	328	324	324	315
8 Wäschereien u. (chem.) Reinigungen	325	323	328	324	324	315
9 Landwirtschaft	4.295	4.307	4.307	4.307	4.307	4.307
10 Landwirtschaft	4.295	4.307	4.307	4.307	4.307	4.307
10 Gartenbau	400	363	363	363	363	363
11 Gartenbau u. Gärtnereien	400	363	363	363	363	363
11 Flughäfen	1.318	1.301	1.381	1.383	1.429	1.429
33 Flughäfen	1.318	1.301	1.381	1.383	1.429	1.429
12 Textil, Bekleidung, Spedition	1.085	1.107	1.104	1.133	1.179	1.221
28 Bekleidung, Leder, Textil	105	100	98	99	100	97
34 Spedit., Lagerei, Verkehrsvermittlung	980	1.006	1.006	1.033	1.079	1.124
Summe Gruppen 1 - 12 (über FB erfasste Betriebe)	96.839	97.081	98.420	97.966	100.144	100.269
13 Nicht über FB erfasste Betriebe	17.017	16.754	16.727	16.718	16.705	16.671
35 Marktstände u. ä.	0	0	0	0	0	0
36 NE-Metalle, Kunststoffe, Gummi	1.477	1.454	1.426	1.418	1.405	1.370
42 Kühlhäuser	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200
43 Wasserversorgung und Abwasserentsorgung	7.515	7.567	7.567	7.567	7.567	7.567
44 Rechenzentren	6.826	6.534	6.534	6.534	6.534	6.534
37 nicht Berücksichtigte des GHD-Sektors	0	0	0	0	0	0
14 Übrige	15.990	15.896	15.896	15.896	15.896	15.896
38 Straßenbeleuchtung	3.117	3.052	3.052	3.052	3.052	3.052
39 Gemeinschaftliche Anlagen MFH	5.445	5.445	5.445	5.445	5.445	5.445
40 Militär	1.130	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100
41 Sonstige	6.299	6.299	6.299	6.299	6.299	6.299
Gesamt	129.847	129.731	131.043	130.581	132.745	132.836

2.2.5 Berechnung des spezifischen Brennstoff- sowie des Fernwärmeverbrauchs und Hochrechnung des absoluten Verbrauchs für die Kalenderjahre 2006 bis 2017

Tabelle 2-9 enthält die Angaben zum spezifischen Verbrauch an Brennstoffen sowie der Fernwärme pro Bezugseinheit für den Zeitbereich von 2006 bis 2011, Ergebnisse für die Jahre 2012 bis 2017 finden sich in Tabelle 2-10. Grundlage dafür bieten die Verbrauchserhebungen für die Jahre 2006, 2008, 2010 und 2012. Für die Jahre 2007, 2009 und 2011 wurden die spezifischen Verbrauchswerte aus der Interpolation des jeweiligen Vorjahrs und des zugehörigen Nachjahres unter Berücksichtigung der Gradtagszahlen bestimmt. Die Verbrauchswerte werden dabei für Brennstoffe und Fernwärme zusammen angegeben. Bei der Ermittlung der spezifischen Verbrauchswerte wird analog wie bei der Ermittlung des spezifischen Stromverbrauches vorgegangen:

$$w_{B,Gx,Sy,Uz} = \frac{\sum_{n=1}^{N_{Gx,Sy,Uz}} \frac{W_{B,Gx,Sy,Uz,n}}{BZ_{Gx,Sy,Uz,n}}}{N_{Gx,Sy,Uz}} \quad \text{auf SubSplit-Ebene}$$

$$w_{B,Gx,Sy} = \frac{\sum_{z=1}^{Z_{Gx,Sy}} (w_{B,Gx,Sy,Uz} * BZ_{Gx,Sy,Uz})}{\sum_{z=1}^{Z_{Gx,Sy}} BZ_{Gx,Sy,Uz}} \quad \text{auf Splitebene}$$

$$w_{B,Gx} = \frac{\sum_{y=1}^{Y_{Gx}} (w_{B,Gx,Sy} * BZ_{Gx,Sy})}{\sum_{y=1}^{Y_{Gx}} BZ_{Gx,Sy}} \quad \text{auf Gruppenebene}$$

mit:

W_B	Brennstoff- / Fernwärmeverbrauch		
BZ	Bezugseinheit (Erwerbst., Planbett, Wasserfläche, Verkehrseinheit)		
w_B	spez. Brennstoff- / Fernwärmeverbrauch		
Indices:			
G	Gruppe		
S	Split		
U	SubSplit		
		x	lfd. Nr. der Gruppe
Y	Anzahl Splits	y	lfd. Nr. des Splits
Z	Anzahl SubSplits	z	lfd. Nr. des SubSplits
N	Anz. verwertbare Fragebögen	n	lfd. Nr. des Fragebogens

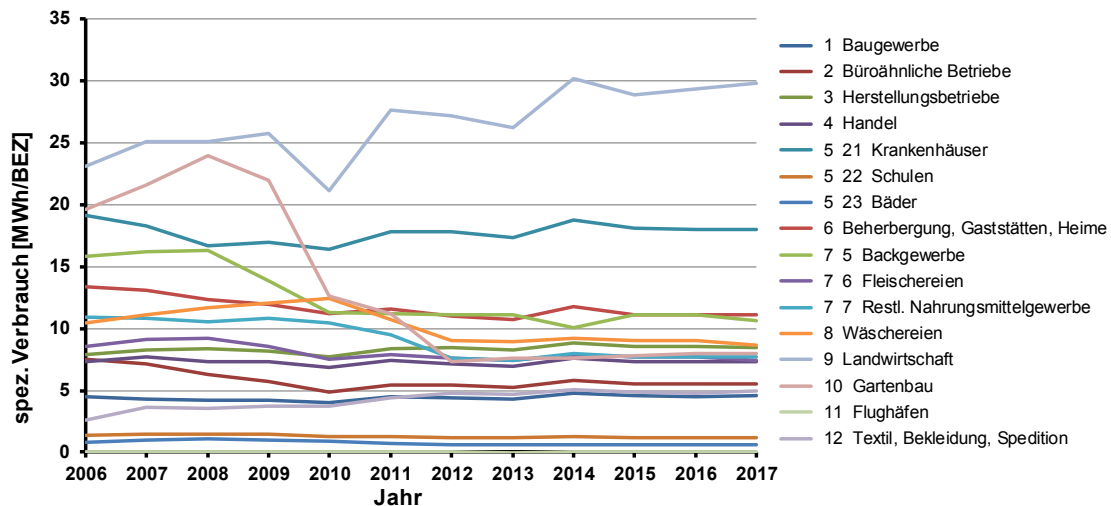
Tabelle 2-9: Spezifischer Brennstoff- / Fernwärmeverbrauch für die Kalenderjahre 2006 bis 2011 auf Split-Ebene

Grp. No.	Split	2006	2007	2008	2009	2010	2011
		spez. Verbr.					
		[kWh/BZE]					
1	Baugewerbe	4.329	3.873	4.023	4.062	4.469	3.924
	9 Baugewerbe	4.329	3.873	4.023	4.062	4.469	3.924
2	Büroähnliche Betriebe	7.175	6.370	5.916	5.445	5.490	4.781
	14 Kreditinstitute u. Versicherungen	5.897	5.823	6.080	5.793	5.978	4.900
	17 Verlagsgewerbe	2.775	4.294	6.033	5.848	6.233	5.064
	18 Sonst. betr. Dienstleistungen	6.989	5.887	5.123	4.805	5.020	4.444
	20 Gebietskörpersch. u. Sozialversich.	7.741	7.117	6.953	6.069	5.621	4.755
	30 Deutsche Bundespost / Postdienste	4.237	3.507	3.008	2.946	3.145	2.902
	31 Telekommunikation	18.424	20.695	24.255	23.250	24.255	21.595
	32 Deutsche Bahn AG	11.222	11.983	13.500	9.747	6.488	6.648
3	Herstellungsbetriebe	7.578	7.596	8.000	7.865	8.420	7.596
	1 Metallgewerbe	5.812	5.852	6.193	6.362	7.006	6.638
	2 KFZ-Gewerbe	9.166	9.622	10.580	10.374	10.927	9.485
	3 Holzgewerbe	11.698	10.098	8.929	7.426	7.818	6.718
	4 Papier- u. Druckgewerbe	7.914	7.834	8.085	7.587	7.476	6.375
4	Handel	7.029	6.922	6.906	6.954	7.708	6.515
	24 Einzelhandel - food	6.307	6.046	6.149	6.321	7.088	6.579
	25 Einzelhandel - nonfood	7.608	7.665	7.500	7.326	7.929	6.661
	26 Großhandel - food	8.110	6.697	5.705	5.971	6.800	5.925
	27 Großhandel - nonfood	6.192	6.297	6.808	6.979	7.801	6.119
	29 Handelsvermittlungen	6.872	6.133	5.778	6.631	8.174	7.120
5	Krankenhäuser, Schulen, Bäder						
	21 Krankenhäuser	18.460	16.808	15.953	16.344	17.827	16.115
	22 Schulen	1.342	1.335	1.406	1.357	1.417	1.147
	23 Bäder	814	964	1.114	982	850	731
6	Beherbergung, Gaststätten, Heime	12.949	12.119	11.838	11.513	12.158	10.489
	15 Beherbergungsgewerbe	16.888	18.957	21.854	20.842	21.327	17.625
	16 Gaststättengewerbe	12.464	11.064	10.046	9.837	10.228	9.519
	19 Org. ohne Erwerbszweck und Heime	12.111	10.856	10.128	10.294	11.256	9.416
7	Nahrungsmittelgewerbe						
	5 Backgewerbe	15.656	15.719	16.046	13.690	11.349	11.157
	6 Fleischereien	8.337	8.443	8.890	8.292	8.189	7.150
	7 Restl. Nahrungsmittelgewerbe	10.573	10.131	10.159	10.453	11.438	8.591
8	Wäschereien	10.369	10.944	11.602	11.997	12.442	10.605
	8 Wäschereien u. (chem.) Reinigungen	10.369	10.944	11.602	11.997	12.442	10.605
9	Landwirtschaft	22.356	23.155	23.999	24.930	23.051	25.162
	10 Landwirtschaft	22.356	23.155	23.999	24.930	23.051	25.162
10	Gartenbau	19.499	21.204	23.699	21.825	12.793	10.990
	11 Gartenbau u. Gärtnereien	19.499	21.204	23.699	21.825	12.793	10.990
11	Flughäfen	6,92	6,59	6,83	7,76	7,36	6,03
	33 Flughäfen	6,92	6,59	6,83	7,76	7,36	6,03
12	Textil, Bekleidung, Spedition	2.535	3.284	3.353	3.605	4.077	3.963
	28 Bekleidung, Leder, Textil	8.658	12.371	12.771	12.105	12.252	11.185
	34 Spedit., Lagerei, Verkehrsvermittlung	2.236	2.876	2.948	3.241	3.744	3.690
Summe Gruppen 1 - 12 (über FB erfasste Betriebe)							
13	Nicht über FB erfasste Betriebe						
	35 Marktstände u. ä.	-	-	-	-	-	-
	36 NE-Metalle, Kunststoffe, Gummi	40.000	39.034	40.000	38.653	40.000	36.648
	42 Kühlhäuser	-	-	-	-	-	-
	43 Wasserversorgung und Abwasserentsorgung	-	-	-	-	-	-
	44 Rechenzentren	-	-	-	-	-	-
	37 nicht Berücksichtigte des GHD-Sektors	-	-	-	-	-	-
14	Übrige						
	38 Straßenbeleuchtung	-	-	-	-	-	-
	39 Gemeinschaftliche Anlagen MFH	-	-	-	-	-	-
	40 Militär	-	-	-	-	-	-
	41 Sonstige	-	-	-	-	-	-
Gesamt							

		2012	2013	2014	2015	2016	2017
Grp. No.	Split	spez. Verbr.					
		[kWh/BZE]					
1	Baugewerbe	4.314	4.483	4.003	4.197	4.232	4.203
9	Baugewerbe	4.314	4.483	4.003	4.197	4.232	4.203
2	Büroähnliche Betriebe	5.259	5.460	4.864	5.117	5.150	5.108
14	Kreditinstitute u. Versicherungen	5.039	5.240	4.659	4.899	4.941	4.906
17	Verlagsgewerbe	5.174	5.376	4.774	5.034	5.076	5.040
18	Sonst. betr. Dienstleistungen	4.950	5.145	4.598	4.814	4.855	4.821
20	Gebietskörpersch. u. Sozialversich.	5.107	5.313	4.727	4.964	5.007	4.971
30	Deutsche Bundespost / Postdienste	3.371	3.507	3.123	3.277	3.305	3.281
31	Telekommunikation	24.255	25.232	22.421	23.577	23.780	23.608
32	Deutsche Bahn AG	8.417	8.759	7.777	8.180	8.251	8.191
3	Herstellungsbetriebe	8.248	8.492	7.797	8.084	8.146	8.104
1	Metallgewerbe	7.470	7.679	7.032	7.324	7.368	7.331
2	KFZ-Gewerbe	9.914	10.223	9.383	9.700	9.764	9.710
3	Holzgewerbe	7.576	7.738	7.166	7.463	7.496	7.468
4	Papier- u. Druckgewerbe	6.227	6.379	5.670	6.121	6.153	6.126
4	Handel	6.947	7.225	6.438	6.771	6.835	6.787
24	Einzelhandel - food	7.634	7.933	7.092	7.427	7.489	7.437
25	Einzelhandel - nonfood	7.036	7.314	6.508	6.844	6.901	6.852
26	Großhandel - food	6.484	6.738	5.977	6.307	6.360	6.316
27	Großhandel - nonfood	6.063	6.308	5.605	5.894	5.944	5.901
29	Handelsvermittlungen	7.814	8.127	7.240	7.597	7.662	7.607
5	Krankenhäuser, Schulen, Bäder						
21	Krankenhäuser	17.347	17.899	16.274	16.964	17.078	16.981
22	Schulen	1.158	1.204	1.070	1.126	1.135	1.127
23	Bäder	613	613	612	613	613	613
6	Beherbergung, Gaststätten, Heime	10.754	11.051	10.386	10.477	10.544	10.447
15	Beherbergungsgewerbe	17.767	18.269	17.130	17.419	17.523	17.435
16	Gaststättengewerbe	10.141	10.396	9.873	9.964	10.017	9.972
19	Org. ohne Erwerbszweck und Heime	9.458	9.779	9.087	9.236	9.302	9.246
7	Nahrungsmittelgewerbe						
5	Backgewerbe	11.094	11.123	9.938	11.074	11.080	11.075
6	Fleischereien	7.418	7.659	6.817	7.251	7.301	7.259
7	Restl. Nahrungsmittelgewerbe	7.380	7.623	6.948	7.212	7.262	7.220
8	Wäschereien	8.942	8.982	9.067	8.914	8.923	8.916
8	Wäschereien u. (chem.) Reinigungen	8.942	8.982	9.067	8.914	8.923	8.916
9	Landwirtschaft	26.609	27.012	26.426	27.149	27.997	28.133
10	Landwirtschaft	26.609	27.012	26.426	27.149	27.997	28.133
10	Gartenbau	7.292	7.624	7.374	7.663	7.902	7.940
11	Gartenbau u. Gärtnereien	7.292	7.624	7.374	7.663	7.902	7.940
11	Flughäfen	5,89	5,97	6,10	5,97	5,97	5,67
33	Flughäfen	5,89	5,97	6,10	5,97	5,97	5,67
12	Textil, Bekleidung, Spedition	4.655	4.785	4.406	4.523	4.545	4.519
28	Bekleidung, Leder, Textil	12.584	13.055	11.639	12.257	12.355	12.272
34	Spedit., Lagerei, Verkehrsvermittlung	4.364	4.504	4.162	4.267	4.296	4.272
Summe Gruppen 1 - 12 (über FB erfasste Betriebe)							
13	Nicht über FB erfasste Betriebe						
35	Marktstände u. ä.	-	-	-	-	-	-
36	NE-Metalle, Kunststoffe, Gummi	40.000	41.122	37.469	39.222	39.454	39.257
42	Kühlhäuser	-	-	-	-	-	-
43	Wasserversorgung und Abwasserentsorgung	-	-	-	-	-	-
44	Rechenzentren	-	-	-	-	-	-
37	nicht Berücksichtigte des GHD-Sektors	-	-	-	-	-	-
14	Übrige						
38	Straßenbeleuchtung	-	-	-	-	-	-
39	Gemeinschaftliche Anlagen MFH	-	-	-	-	-	-
40	Militär	-	-	-	-	-	-
41	Sonstige	-	-	-	-	-	-
Gesamt							

Die Zeit-Trend-Extrapolation des temperaturbereinigten spezifischen Brennstoff-/ Fernwärmeverbrauchs auf Branchen bzw. Gruppenebene ab dem Jahr 2006 ist grafisch in Abbildung 2-3 dargestellt. Sie erlaubt prognostische Aussagen bis zum Jahr 2017. Für das interessierende Ist-Jahr, z.B. das Jahr 2016, kann der Ist-Wert über die aktuelle Gradtagszahl berechnet werden. Die Ergebnisse finden sich in Tabelle 2-10.

Abbildung 2-3: Zeit-Trend-Extrapolation des temperaturbereinigten spezifischen Brennstoff- und Fernwärmeverbrauchs (TR)



Auf Gruppenebene kann somit für die einzelnen Energieträger aus spezifischem Energieverbrauch und Erwerbstätigenzahl der zugehörige energieträgerspezifische Verbrauch errechnet werden. Letzterer ist von besonderem Interesse für den Zeitbereich nach 2012, da hier keine Verbrauchserhebungen vorliegen und man auf Zeit-Trend-Extrapolationen zurückgreifen muss.

Tabelle 2-11 und Tabelle 2-12 enthalten die absoluten Verbrauchsergebnisse für Brennstoff- / Fernwärmeverbrauch im Zeitbereich von 2006 bis 2017, wobei nach den 14 Gruppen unterschieden wird.

Für das Jahr 2012 ergibt sich ein Brennstoff- / Fernwärmeverbrauch von 232,9 TWh; die zugehörige Verbrauchskennzahl, die Jahresgradtagszahl entspricht dabei in etwa dem langjährigen Mittel. Die Folgejahre 2013 bis 2015 sind durch besonders kalte (Jahr 2013) und besonders warme (Jahr 2014) Heizperioden gekennzeichnet.

Tabelle 2-11: Absoluter Brennstoff- / Fernwärmeverbrauch für die Kalenderjahre 2006 bis 2011 im GHD-Sektor auf Split-Ebene

Grp. No. Split	2006	2007	2008	2009	2010	2011
	abs. Verbr.					
	[GWh/a]					
1 Baugewerbe	9.841	8.955	9.253	9.188	10.416	9.322
9 Baugewerbe	9.841	8.955	9.253	9.188	10.416	9.322
2 Büroähnliche Betriebe	85.831	78.091	73.478	67.896	70.699	62.967
14 Kreditinstitute u. Versicherungen	7.401	7.168	7.412	6.931	7.258	5.885
17 Verlagsgewerbe	380	581	805	760	787	639
18 Sonst. betr. Dienstleistungen	52.840	46.502	41.482	39.151	42.791	39.139
20 Gebietskörpersch. u. Sozialversich.	18.895	17.275	16.792	14.800	13.806	11.720
30 Deutsche Bundespost / Postdienste	977	832	721	719	772	748
31 Telekommunikation	3.956	4.234	4.562	4.271	4.456	3.967
32 Deutsche Bahn AG	1.381	1.498	1.704	1.263	830	870
3 Herstellungsbetriebe	7.146	7.172	7.620	7.371	7.876	7.145
1 Metallgewerbe	2.848	2.867	3.056	3.072	3.375	3.195
2 KFZ-Gewerbe	2.780	2.941	3.302	3.221	3.420	3.027
3 Holzgewerbe	1.030	893	781	639	667	580
4 Papier- u. Druckgewerbe	488	471	482	439	414	342
4 Handel	39.240	38.357	38.585	38.731	42.335	36.252
24 Einzelhandel - food	6.236	5.893	6.214	6.466	7.229	6.861
25 Einzelhandel - nonfood	20.704	20.582	20.097	19.153	20.308	17.148
26 Großhandel - food	1.933	1.594	1.366	1.480	1.681	1.500
27 Großhandel - nonfood	7.840	8.047	8.782	9.257	10.179	8.052
29 Handelsvermittlungen	2.528	2.240	2.126	2.374	2.939	2.690
5 Krankenhäuser, Schulen, Bäder	35.697	34.883	35.698	34.581	35.707	30.105
21 Krankenhäuser	12.617	11.392	10.759	11.029	12.024	10.838
22 Schulen	19.295	19.007	19.756	18.984	19.728	15.866
23 Bäder	3.785	4.484	5.182	4.568	3.955	3.400
6 Beherbergung, Gaststätten, Heime	46.187	44.319	44.422	44.813	47.905	42.756
15 Beherbergungsgewerbe	9.009	10.184	12.159	10.622	10.575	9.069
16 Gaststättengewerbe	15.488	14.227	12.916	13.568	14.313	13.939
19 Org. ohne Erwerbszweck und Heime	21.691	19.909	19.348	20.623	23.017	19.747
7 Nahrungsmittelgewerbe	2.158	2.097	2.080	1.810	1.577	1.390
5 Backgewerbe	1.352	1.308	1.271	1.058	842	793
6 Fleischereien	567	561	569	513	491	414
7 Restl. Nahrungsmittelgewerbe	239	228	240	240	244	183
8 Wäschereien	535	569	604	622	637	554
8 Wäschereien u. (chem.) Reinigungen	535	569	604	622	637	554
9 Landwirtschaft	14.507	15.000	15.730	16.321	14.879	16.476
10 Landwirtschaft	14.507	15.000	15.730	16.321	14.879	16.476
10 Gartenbau	3.590	4.182	4.729	4.350	2.514	2.191
11 Gartenbau u. Gärtnereien	3.590	4.182	4.729	4.350	2.514	2.191
11 Flughäfen	1.489	1.502	1.581	1.679	1.711	1.466
33 Flughäfen	1.489	1.502	1.581	1.679	1.711	1.466
12 Textil, Bekleidung, Spedition	2.061	2.812	2.907	3.024	3.537	3.572
28 Bekleidung, Leder, Textil	328	455	457	417	417	367
34 Spedit., Lagerei, Verkehrsvermittlung	1.733	2.358	2.450	2.606	3.121	3.205
Summe Gruppen 1 - 12 (über FB erfasste Betriebe)	248.282	237.937	236.688	230.386	239.796	214.196
13 Nicht über FB erfasste Betriebe	1.583	1.520	1.544	1.481	1.510	1.367
35 Marktstände u. ä.	0	0	0	0	0	0
36 NE-Metalle, Kunststoffe, Gummi	1.583	1.520	1.544	1.481	1.510	1.367
42 Kühlhäuser	0	0	0	0	0	0
43 Wasserversorgung und Abwasserentsorgung	0	0	0	0	0	0
44 Rechenzentren	0	0	0	0	0	0
37 nicht Berücksichtigte des GHD-Sektors	0	0	0	0	0	0
14 Übrige	4.100	3.480	3.400	3.350	3.600	3.050
38 Straßenbeleuchtung	0	0	0	0	0	0
39 Gemeinschaftliche Anlagen MFH	0	0	0	0	0	0
40 Militär	4.100	3.480	3.400	3.350	3.600	3.050
41 Sonstige	0	0	0	0	0	0
Gesamt	253.964	242.937	241.633	235.218	244.906	218.613

Quelle: Fraunhofer ISI et al. 2009 (Vorgängerstudie /3/) und aktuelle Auswertung der Breiten-erhebungen für 2008, 2010 und 2012

Tabelle 2-12: Absoluter Brennstoff- / Fernwärmeverbrauch für die Kalenderjahre 2012 bis 2017 im GHD-Sektor auf Split-Ebene (TR)

Grp. No. Split	2012	2013	2014	2015	2016	2017
	abs. Verbr.					
	[GWh/a]					
1 Baugewerbe	10.397	10.875	9.739	10.187	10.373	10.465
9 Baugewerbe	10.397	10.875	9.739	10.187	10.373	10.465
2 Büroähnliche Betriebe	70.631	74.647	67.679	67.061	69.508	70.485
14 Kreditinstitute u. Versicherungen	6.037	6.257	5.542	5.815	5.815	5.646
17 Verlagsgewerbe	648	650	558	553	556	547
18 Sonst. betr. Dienstleistungen	44.210	47.023	43.053	41.170	43.213	44.267
20 Gebietskörpersch. u. Sozialversich.	13.355	13.987	12.492	13.164	13.460	13.534
30 Deutsche Bundespost / Postdienste	825	944	887	951	1.011	1.073
31 Telekommunikation	4.456	4.635	4.119	4.331	4.368	4.337
32 Deutsche Bahn AG	1.101	1.151	1.028	1.076	1.085	1.080
3 Herstellungsbetriebe	7.722	7.888	7.278	7.346	7.380	7.314
1 Metallgewerbe	3.576	3.634	3.343	3.440	3.427	3.374
2 KFZ-Gewerbe	3.179	3.273	3.040	3.000	3.050	3.053
3 Holzgewerbe	644	664	610	622	628	623
4 Papier- u. Druckgewerbe	322	316	285	284	275	264
4 Handel	38.824	40.241	35.800	37.478	38.149	38.149
24 Einzelhandel - food	8.137	8.563	7.722	8.492	8.771	8.783
25 Einzelhandel - nonfood	17.936	18.408	16.400	16.828	17.101	17.020
26 Großhandel - food	1.687	1.577	1.377	1.450	1.445	1.447
27 Großhandel - nonfood	8.051	8.471	7.416	7.720	7.723	7.720
29 Handelsvermittlungen	3.013	3.222	2.885	2.988	3.109	3.178
5 Krankenhäuser, Schulen, Bäder	30.465	31.372	28.404	29.568	29.771	29.677
21 Krankenhäuser	11.630	11.949	10.868	11.270	11.339	11.249
22 Schulen	15.986	16.574	14.688	15.450	15.583	15.580
23 Bäder	2.849	2.849	2.848	2.849	2.849	2.849
6 Beherbergung, Gaststätten, Heime	43.982	44.833	45.158	48.195	50.689	49.773
15 Beherbergungsgewerbe	9.185	9.257	9.130	9.642	10.098	9.606
16 Gaststättengewerbe	14.920	14.468	14.904	16.140	17.275	16.443
19 Org. ohne Erwerbszweck und Heime	19.877	21.108	21.124	22.412	23.317	23.724
7 Nahrungsmittelgewerbe	1.326	1.297	1.217	1.218	1.190	1.160
5 Backgewerbe	758	726	702	681	657	636
6 Fleischereien	411	409	365	378	369	359
7 Restl. Nahrungsmittelgewerbe	157	163	150	159	164	166
8 Wäschereien	472	472	475	470	471	457
8 Wäschereien u. (chem.) Reinigungen	472	472	475	470	471	457
9 Landwirtschaft	17.349	17.068	17.068	17.068	17.068	17.068
10 Landwirtschaft	17.349	17.068	17.068	17.068	17.068	17.068
10 Gartenbau	1.447	1.467	1.467	1.467	1.467	1.467
11 Gartenbau u. Gärtnereien	1.447	1.467	1.467	1.467	1.467	1.467
11 Flughäfen	1.440	1.464	1.521	1.555	1.608	1.608
33 Flughäfen	1.440	1.464	1.521	1.555	1.608	1.608
12 Textil, Bekleidung, Spedition	4.258	4.436	4.148	4.374	4.557	4.718
28 Bekleidung, Leder, Textil	407	398	364	379	383	369
34 Spedit., Lagerei, Verkehrsvermittlung	3.851	4.038	3.785	3.995	4.174	4.349
Summe Gruppen 1 - 12 (über FB erfasste Betriebe)	228.314	236.060	219.952	225.986	232.230	232.339
13 Nicht über FB erfasste Betriebe	1.477	1.485	1.366	1.396	1.386	1.350
35 Marktstände u. ä.	0	0	0	0	0	0
36 NE-Metalle, Kunststoffe, Gummi	1.477	1.485	1.366	1.396	1.386	1.350
42 Kühlhäuser	0	0	0	0	0	0
43 Wasserversorgung und Abwasserentsorgung	0	0	0	0	0	0
44 Rechenzentren	0	0	0	0	0	0
37 nicht Berücksichtigte des GHD-Sektors	0	0	0	0	0	0
14 Übrige	3.153	3.210	2.927	3.043	3.043	3.043
38 Straßenbeleuchtung	0	0	0	0	0	0
39 Gemeinschaftliche Anlagen MFH	0	0	0	0	0	0
40 Militär	3.153	3.210	2.927	3.043	3.043	3.043
41 Sonstige	0	0	0	0	0	0
Gesamt	232.943	240.755	224.246	230.426	236.659	236.733

2.2.6 Hochrechnung des Kraftstoffverbrauchs im GHD-Sektor für die Kalenderjahre 2006 bis 2017

Informationen zum Kraftstoffverbrauch im GHD-Sektor liefern die Breiterhebungen 2006, 2008, 2010 und 2012, die eine Hochrechnung auf Gruppenebene – Gruppe 1, 3 (Wert unter 0,1 TWh) und 9 – gestatten. Hinzukommen die Rechercheergebnisse zu Landwirtschaft, Flughäfen und Militär. Für die drei Gruppen „Herstellungsbetriebe“, „Landwirtschaft“ und „Baugewerbe“, die zusammen über 91 % des Kraftstoffverbrauchs ausmachen, kann mit Abbildung 2-4 die Entwicklung des spezifischen Kraftstoffbedarfs vermittelt werden. Eine Zeit-Trend-Extrapolation liefert für diese drei Gruppen unter Einbezug der zugehörigen Erwerbstätigen den absoluten Kraftstoffverbrauch, der um Informationen zum Kraftstoffverbrauch der Gruppen 11 und 14 ergänzt werden kann.

Abbildung 2-4: Zeit-Trend-Extrapolation des temperaturbereinigten spezifischen Kraftstoffbedarfs (TR)

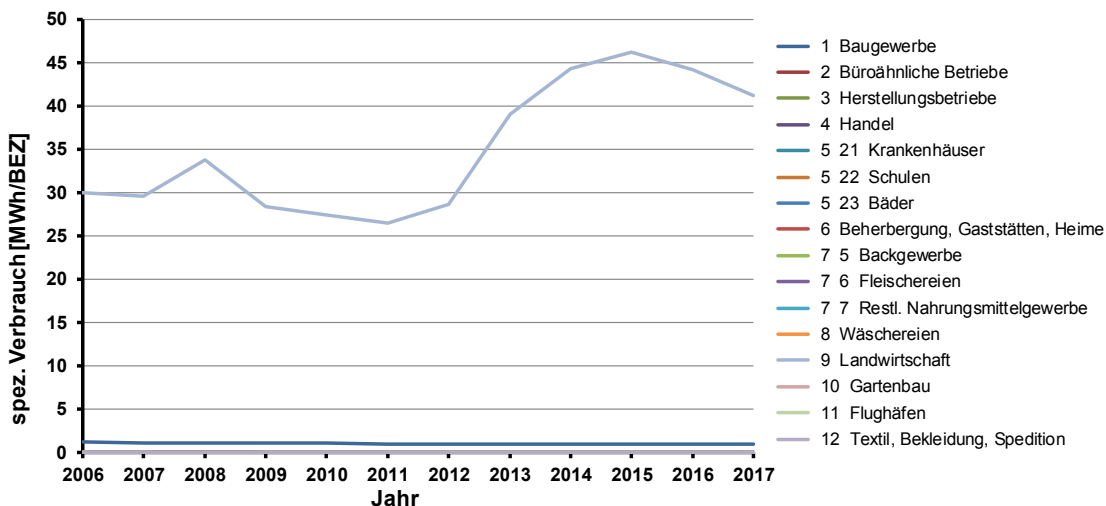


Tabelle 2-13 und Tabelle 2-14 zeigen in einer Übersicht die zeitliche Entwicklung des Kraftstoffverbrauchs im GHD-Sektor von 2006 bis 2011 und von 2012 bis 2017. Interessant dabei ist, dass im Zeitbereich von 2012 bis 2017 ein zunehmender Kraftstoffverbrauch beim Baugewerbe, bei der Landwirtschaft, bei Flughäfen und beim Militär zu verzeichnen ist. Im Vergleich zum Jahr 2012 hat sich der Kraftstoffverbrauch des Jahres 2017 um rund 8 % erhöht. Für die vorliegenden Einzelergebnisse zum Kraftstoffverbrauch liegen keine statistisch gesicherten Vertrauensbereiche vor. Unterstellt man einen Vertrauensbereich von $\pm 8\%$ (beim Brennstoff- / Fernwärmeverbrauch ergaben sich rund 6 %, beim Stromverbrauch rund 7 %) wäre das Verbrauchsergebnis im Jahr 2017 mit 30,4 TWh $\pm 2,4$ TWh statistisch absicherbar.

Tabelle 2-13: Absoluter Kraftstoffverbrauch für die Kalenderjahre 2006 bis 2011 im GHD-Sektor auf Split-Ebene

Grp. No. Split	2006	2007	2008	2009	2010	2011
	abs. Verbr.					
	[GWh/a]					
1 Baugewerbe	3.000	2.786	2.500	2.469	2.523	2.550
9 Baugewerbe	3.000	2.786	2.500	2.469	2.523	2.550
2 Büroähnliche Betriebe	0	0	0	0	0	0
14 Kreditinstitute u. Versicherungen	0	0	0	0	0	0
17 Verlagsgewerbe	0	0	0	0	0	0
18 Sonst. betr. Dienstleistungen	0	0	0	0	0	0
20 Gebietskörpersch. u. Sozialversich.	0	0	0	0	0	0
30 Deutsche Bundespost / Postdienste	0	0	0	0	0	0
31 Telekommunikation	0	0	0	0	0	0
32 Deutsche Bahn AG	0	0	0	0	0	0
3 Herstellungsbetriebe	44	44	45	45	45	47
1 Metallgewerbe	0	0	0	0	0	0
2 KFZ-Gewerbe	44	44	45	45	45	47
3 Holzgewerbe	0	0	0	0	0	0
4 Papier- u. Druckgewerbe	0	0	0	0	0	0
4 Handel	0	0	0	0	0	0
24 Einzelhandel - food	0	0	0	0	0	0
25 Einzelhandel - nonfood	0	0	0	0	0	0
26 Großhandel - food	0	0	0	0	0	0
27 Großhandel - nonfood	0	0	0	0	0	0
29 Handelsvermittlungen	0	0	0	0	0	0
5 Krankenhäuser, Schulen, Bäder	0	0	0	0	0	0
21 Krankenhäuser	0	0	0	0	0	0
22 Schulen	0	0	0	0	0	0
23 Bäder	0	0	0	0	0	0
6 Beherbergung, Gaststätten, Heime	0	0	0	0	0	0
15 Beherbergungsgewerbe	0	0	0	0	0	0
16 Gaststättengewerbe	0	0	0	0	0	0
19 Org. ohne Erwerbszweck und Heime	0	0	0	0	0	0
7 Nahrungsmittelgewerbe	0	0	0	0	0	0
5 Backgewerbe	0	0	0	0	0	0
6 Fleischereien	0	0	0	0	0	0
7 Restl. Nahrungsmittelgewerbe	0	0	0	0	0	0
8 Wäschereien	0	0	0	0	0	0
8 Wäschereien u. (chem.) Reinigungen	0	0	0	0	0	0
9 Landwirtschaft	19.508	19.168	22.113	18.606	17.684	17.355
10 Landwirtschaft	19.508	19.168	22.113	18.606	17.684	17.355
10 Gartenbau	0	0	0	0	0	0
11 Gartenbau u. Gärtnereien	0	0	0	0	0	0
11 Flughäfen	590	604	598	627	680	687
33 Flughäfen	590	604	598	627	680	687
12 Textil, Bekleidung, Spedition	0	0	0	0	0	0
28 Bekleidung, Leder, Textil	0	0	0	0	0	0
34 Spedit., Lagerei, Verkehrsvermittlung	0	0	0	0	0	0
Summe Gruppen 1 - 12 (über FB erfasste Betriebe)	23.142	22.603	25.256	21.747	20.933	20.640
13 Nicht über FB erfasste Betriebe	0	0	0	0	0	0
35 Marktstände u. ä.	0	0	0	0	0	0
36 NE-Metalle, Kunststoffe, Gummi	0	0	0	0	0	0
42 Kühlhäuser	0	0	0	0	0	0
43 Wasserversorgung und Abwasserentsorgung	0	0	0	0	0	0
44 Rechenzentren	0	0	0	0	0	0
37 nicht Berücksichtigte des GHD-Sektors	0	0	0	0	0	0
14 Übrige	2.943	2.595	2.755	2.924	2.611	2.687
38 Straßenbeleuchtung	0	0	0	0	0	0
39 Gemeinschaftliche Anlagen MFH	0	0	0	0	0	0
40 Militär	2.943	2.595	2.755	2.924	2.611	2.687
41 Sonstige	0	0	0	0	0	0
Gesamt	26.085	25.198	28.011	24.671	23.544	23.326

Tabelle 2-14: Absoluter Kraftstoffverbrauch für die Kalenderjahre 2012 bis 2017 im GHD-Sektor auf Split-Ebene (TR)

Grp. No. Split	2012	2013	2014	2015	2016	2017
	abs. Verbr.					
	[GWh/a]					
1 Baugewerbe	2.521	2.538	2.549	2.539	2.564	2.605
9 Baugewerbe	2.521	2.538	2.549	2.539	2.564	2.605
2 Büroähnliche Betriebe	0	0	0	0	0	0
14 Kreditinstitute u. Versicherungen	0	0	0	0	0	0
17 Verlagsgewerbe	0	0	0	0	0	0
18 Sonst. betr. Dienstleistungen	0	0	0	0	0	0
20 Gebietskörpersch. u. Sozialversich.	0	0	0	0	0	0
30 Deutsche Bundespost / Postdienste	0	0	0	0	0	0
31 Telekommunikation	0	0	0	0	0	0
32 Deutsche Bahn AG	0	0	0	0	0	0
3 Herstellungsbetriebe	49	49	49	47	47	48
1 Metallgewerbe	0	0	0	0	0	0
2 KFZ-Gewerbe	49	49	49	47	47	48
3 Holzgewerbe	0	0	0	0	0	0
4 Papier- u. Druckgewerbe	0	0	0	0	0	0
4 Handel	0	0	0	0	0	0
24 Einzelhandel - food	0	0	0	0	0	0
25 Einzelhandel - nonfood	0	0	0	0	0	0
26 Großhandel - food	0	0	0	0	0	0
27 Großhandel - nonfood	0	0	0	0	0	0
29 Handelsvermittlungen	0	0	0	0	0	0
5 Krankenhäuser, Schulen, Bäder	0	0	0	0	0	0
21 Krankenhäuser	0	0	0	0	0	0
22 Schulen	0	0	0	0	0	0
23 Bäder	0	0	0	0	0	0
6 Beherbergung, Gaststätten, Heime	0	0	0	0	0	0
15 Beherbergungsgewerbe	0	0	0	0	0	0
16 Gaststättengewerbe	0	0	0	0	0	0
19 Org. ohne Erwerbszweck und Heime	0	0	0	0	0	0
7 Nahrungsmittelgewerbe	0	0	0	0	0	0
5 Backgewerbe	0	0	0	0	0	0
6 Fleischereien	0	0	0	0	0	0
7 Restl. Nahrungsmittelgewerbe	0	0	0	0	0	0
8 Wäschereien	0	0	0	0	0	0
8 Wäschereien u. (chem.) Reinigungen	0	0	0	0	0	0
9 Landwirtschaft	22.950	24.641	29.014	29.014	26.947	25.004
10 Landwirtschaft	22.950	24.641	29.014	29.014	26.947	25.004
10 Gartenbau	0	0	0	0	0	0
11 Gartenbau u. Gärtnereien	0	0	0	0	0	0
11 Flughäfen	694	685	728	728	752	752
33 Flughäfen	694	685	728	728	752	752
12 Textil, Bekleidung, Spedition	0	0	0	0	0	0
28 Bekleidung, Leder, Textil	0	0	0	0	0	0
34 Spedit., Lagerei, Verkehrsvermittlung	0	0	0	0	0	0
Summe Gruppen 1 - 12 (über FB erfasste Betriebe)	26.214	27.913	32.340	32.328	30.311	28.410
13 Nicht über FB erfasste Betriebe	0	0	0	0	0	0
35 Marktstände u. ä.	0	0	0	0	0	0
36 NE-Metalle, Kunststoffe, Gummi	0	0	0	0	0	0
42 Kühlhäuser	0	0	0	0	0	0
43 Wasserversorgung und Abwasserentsorgung	0	0	0	0	0	0
44 Rechenzentren	0	0	0	0	0	0
37 nicht Berücksichtigte des GHD-Sektors	0	0	0	0	0	0
14 Übrige	1.826	1.956	1.956	1.956	1.956	1.956
38 Straßenbeleuchtung	0	0	0	0	0	0
39 Gemeinschaftliche Anlagen MFH	0	0	0	0	0	0
40 Militär	1.826	1.956	1.956	1.956	1.956	1.956
41 Sonstige	0	0	0	0	0	0
Gesamt	28.041	29.870	34.296	34.284	32.268	30.366

2.2.7 Berechnungsmethoden zur Ermittlung energieträger-spezifischer Bilanzen

In Ergänzung zu den Hochrechnungen des Stromverbrauchs und des gesamten Brenn- und Kraftstoffverbrauchs kann für den Zeitbereich von 2006 bis 2012 auch eine Aufteilung des Brennstoffverbrauchs auf einzelne Energieträger vorgenommen werden. Die Grundlage dafür bilden

- Informationen zum Energieverbrauch einzelner Arbeitsstätten aus Befragungen, wobei nach Energieträgern und spezifischem Energieverbrauch unterschieden und eine Zuordnung zur SubSplit-Ebene vorgenommen werden kann sowie
- die Zuordnung von Erwerbstätigen des GHD-Sektors in Deutschland nach Arbeitsstätten der SubSplit-Ebene.

Analog zum Strom- oder Brennstoff- und Kraftstoffverbrauch kann auch ein energieträgerbezogener spezifischer Verbrauch ermittelt werden, definiert als Energieverbrauch eines Energieträgers pro Bezugseinheit. Dabei können folgende Energieträger (E) unterschieden werden:

- Kohle
- Holz
- flüssige Brennstoffe
- Kraftstoffe
- gasförmige Brennstoffe
- Fernwärme

Es gilt:

$$w_{E,G,S,U} = \frac{\sum_{n=1}^{N_{G,S,U}} \frac{W_{E,G,S,U}(n)}{BZ_{G,S,U}(n)}}{N_{G,S,U}} \quad \text{auf SubSplit-Ebene}$$

$$w_{E,G,S} = \frac{\sum_{z=1}^{Z_{G,S}} (w_{E,G,S}(z) * BZ_{G,S}(z))}{\sum_{z=1}^{Z_{G,S}} BZ_{G,S}(z)} \quad \text{auf Splitebene}$$

$$w_{E,G} = \frac{\sum_{y=1}^{Y_G} (w_{E,G}(y) * BZ_G(y))}{\sum_{y=1}^{Y_G} BZ_G(y)} \quad \text{auf Gruppenebene}$$

mit:

W_E	Energieträgerverbrauch		
BZ	Bezugseinheit (Erwerbst., Planbett, Wasserfläche, Verkehrseinheit)		
w_E	spez. Energieverbrauch		
Indices:			
G	Gruppe		
S	Split		
U	SubSplit		
Y	Anzahl Splits	y	lfd. Nr. des Splits
Z	Anzahl SubSplits	z	lfd. Nr. des SubSplits
N	Anz. verwertbare Fragebögen	n	lfd. Nr. des Fragebogens

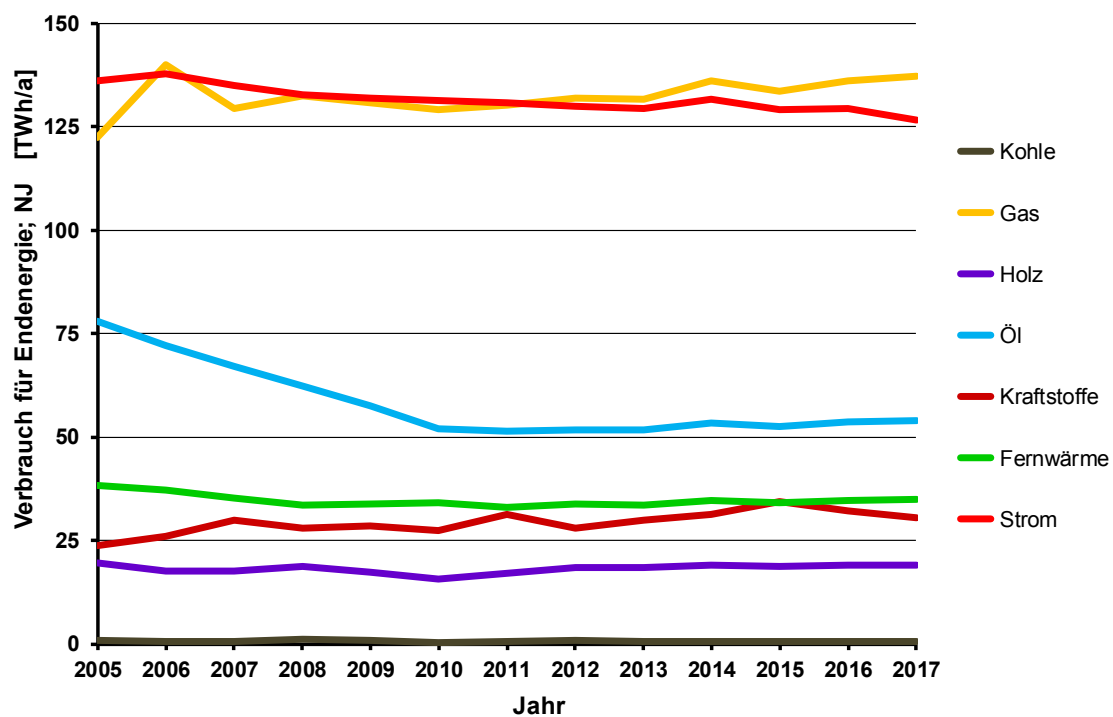
Gewichtet mit der Feinstruktur der Splits (SubSplits) können so mit energieträgerspezifischen Angaben der befragten Arbeitsstätten die Mittelwerte des spezifischen Verbrauchs für die Splitebene ermittelt werden.

Auf Grund des begrenzten Stichprobenumfangs und der Gliederungstiefe der Erwerbstätigenstruktur, die von „Gruppe“ über „Splits“ bis „SubSplits“ reicht, sowie der Energieträgerstruktur bei Brennstoffen, die feste, flüssige und gasförmige Energieträger umfasst, gelten für Aussagen zum Energieverbrauch folgende Einschränkungen:

1. Angaben zum Stromverbrauch und zum Brennstoffverbrauch (incl. Fernwärme und Kraftstoffe) sind möglich für die Gliederungsebene „Gruppe“ und „Split“, teilweise auch für „SubSplit“.
2. Angaben zu den einzelnen Energieträgern erfordern eine Beschränkung auf die Gliederungsebene „Gruppe“, teilweise auch auf „Split“.

Für den Zeitbereich von 2013 bis 2017 muss aus dem Erfahrungsbereich der Jahre 2005 bis 2012 der temperaturbereinigte Energieverbrauch der einzelnen Energieträger herangezogen werden, der eine Extrapolation bis zum Jahr 2017 erlaubt. Abbildung 2-5 kann entnommen werden, dass mit Ausnahme des Erdgasverbrauchs ab dem Jahr 2010 eine weitgehende Verbrauchskonstanz eingetreten ist; lediglich beim Erdgas zeichnet sich eine leichte Verbrauchszunahme ab. Für das Jahr 2017 kann somit für die real aufgetretenen Witterungsbedingungen der als Zeit-Trend-Extrapolation (TR) über alle Energieträger hochgerechnete Ist-Verbrauch ermittelt werden: ein Ist-Endenergieverbrauch von 399,93 TWh (Stromverbrauch: 132,836 TWh; Brennstoff-/Fernwärmeverbrauch: 236,733 TWh; Kraftstoffverbrauch: 30,366 TWh). Unter Einbezug von Solarthermie und Wärmepumpen würden sich 402,0 TWh ergeben. Die AGEA weist mit 398,4 TWh einen um 1 % niedrigeren Endenergieverbrauch aus.

Abbildung 2-5: Zeit-Trend-Extrapolation des temperaturbereinigten Endenergieverbrauchs nach Energieträgern (TR)



3 Endenergieverbrauch im GHD - Sektor

3.1 Hochgerechneter Endenergieverbrauch im GHD - Sektor von 1994 bis 2017 und Vergleich mit den Daten der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen

Über einen Zeitbereich von rd. 20 Jahren können die Ergebnisse zum GHD-Verbrauch nach der top-down-Methode (Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen) und der Bottom-up-Methode (IfE) insgesamt diskutiert werden - und differenziert nach Energieträgern auch für den Zeitbereich von 2006 bis 2017. Die Angaben zu den Jahren 2006 bis 2017 beruhen auf den Ergebnissen der Breiterhebungen bei Arbeitsstätten bis zum Jahr 2012. Dabei gehen in die Berechnungen lediglich der Zeittrend der spezifischen Energieverbräuche und die Zahl der Erwerbstätigen ein.

Eine Datenfortschreibung der spezifischen Energieverbräuche, abgeleitet aus dem Erfahrungsbereich von 1994 bis 2012, für den Zeitraum von 2013 bis 2017 wäre zwar möglich, wird aber letztlich als unbefriedigend eingestuft, wenn man zwischenzeitlich aufgetretene Veränderungen bei sozioökonomischen Faktoren und anwendungstechnischen Strukturen feststellt, die beide aktuellen Einfluss auf den spezifischen und damit auch absoluten Energieverbrauch im GHD-Sektor haben. Zusammen mit dem Zeit-Trend-Verhalten werden diese Einflüsse mit dem **Kürzel TRN** belegt und bei Verbrauchsberechnungen für die Jahre 2015 bis 2017 entsprechend gekennzeichnet.

Die per Hochrechnung im Zeit-Trend für die Jahre 2006 bis 2012 ermittelten Verbräuche sind im oberen Tabellenteil der Tabelle 3-1 enthalten (TR). Für die Jahre 2013 bis 2017 enthält Tabelle 3-1 im unteren Tabellenteil Verbrauchsangaben, die neben einer Datenfortschreibung - z.B. Zunahme der Erwerbstätigenzahl um 3,8% im Zeitbereich von 2012 bis 2017 - auch weitere aktuelle Einflüsse der Sozioökonomie und der Anwendungstechnik auf den Energieverbrauch im GHD-Sektor beinhalten (TRN). Der Hintergrund dieser Einflüsse soll mit nachfolgenden Erläuterungen verdeutlicht werden.

Bei den sozioökonomischen Einflüssen sind zu nennen:

- veränderte Öffnungszeiten, werktäglich und am Wochenende (Samstag), die zwischenzeitlich bei 12 von 16 Bundesländern bis zu 24 Std. pro Tag betragen, bei den übrigen 4 Bundesländern max. Öffnungszeiten zwischen 14 und 16 Std. pro Tag beinhalten /LÖ/ und zu einer deutlichen Zunahme der Laden- und Geschäftspräsenz geführt haben – geschätzte Zunahmen von 2012 bis 2017 um ca. 40 % mit erheblichen Folgeeffekten auf den Energieverbrauch.

Flexible Arbeitszeiten, gleitende Arbeitszeit und die Einführung von Arbeitszeitkonten /AZD/ führen dazu, dass Arbeitsstätten früher aufgesucht und später verlassen werden können, was den Beleuchtungsstrombedarf mehrt, die Einsatz-

dauer haustechnischer Anlagen (Pumpen, Förderanlagen, Klimaanlage) erhöht und die „Nachtabsenkung“ bei Heizanlagen verkürzt.

- Betreuung und Versorgung im Zuge von Migrationsmaßnahmen haben direkte und indirekte Auswirkungen auf den Energiebedarf im GHD-Sektor – geschätzter Mehraufwand beim Brennstoffbedarf von 1 %, beim Strombedarf von etwa 1,5 %.
- Der Trend zur Vollbeschäftigung (eine Arbeitslosenquote von unter 5 % gilt als Vollbeschäftigung), bezahlte Mehrarbeit von rd. 1,2 Std. pro Woche und der Aufbau von unbezahlten Überstunden (derzeit ca. 1 Std. pro Woche) /WSI; WW;ISP/ lassen den Strombedarf um weitere rd. 2,5 % wachsen.

Für den Zeitbereich von 2012 bis 2017 dürften vorgenannte Einflüsse einen kontinuierlichen Verbrauchszuwachs bei Brennstoffen von 0,5 %/a, beim Stromverbrauch von 1 %/a bewirkt haben.

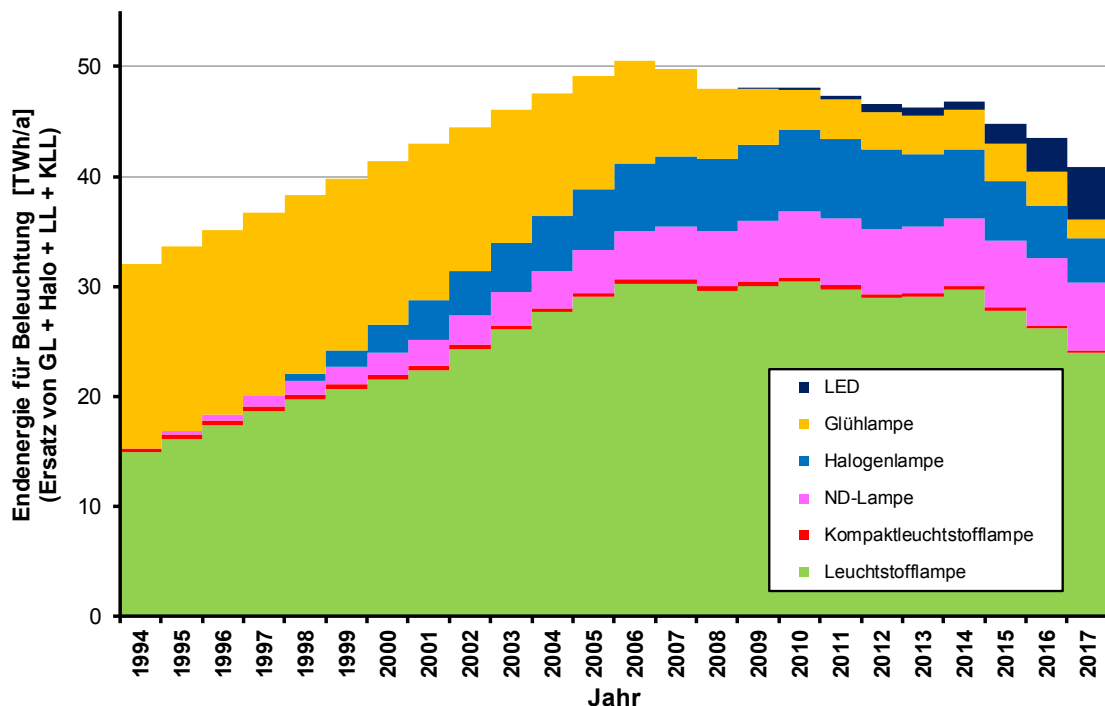
Der gleiche Zeitbereich von 2012 bis heute war aber auch begleitet von einer Reihe anwendungstechnisch relevanter Veränderungen:

- überproportionales Engagement bei der Modernisierung von Arbeitsstätten, die sowohl die Gebäudehülle als auch die haustechnischen Anlagen mit einbezieht,
- verbesserte Warenpräsenz und Verstärkung der Werbeeffekte, die zusätzliche Impulse zum Stromeinsatz lieferten,
- Zugriff auf die LED-Technik /LED-1, LED-2, LED-3, LED-4/ bei Neuinstallation, bei akut notwendigem und vorgezogenem Lampentausch. So ergaben sich gravierende Veränderungen im Beleuchtungssegment, zumal LED-Lampen, sowohl als punkt- oder stabförmige Lichtquelle, eine bemerkenswert hohe Effizienzverbesserung vorweisen und gleichzeitig preislich sehr attraktiv geworden sind /DG/. Sie erreichen in Stabform einen Lichtstrom von 150 lm/W bei Anschaffungspreisen unter 0,5 ct/lm. Seit 2012 hat die LED-Lampe daher, egal ob in Bürogebäuden oder bei der Straßenbeleuchtung, einen solchen Zuspruch erfahren, dass der damit verbundene Beleuchtungsstrombedarf signifikant gesunken ist. Das für den GHD-Sektor entwickelte Beleuchtungsmodell /G-K/ belegt diese Entwicklung eindrucksvoll und gibt mit Abbildung 3-1 auch Aufschluss über detaillierte Entwicklungen. Waren es vor 20 Jahren im Wesentlichen die Lampenarten Glühlampe und Leuchtstofflampe, die den Lampenbestand im GHD-Sektor ausmachten, kamen zwischenzeitlich 4 weitere effizientere Lampenarten hinzu. Die Glühlampe wurde verdrängt, die Leuchtstofflampe teilweise durch Lampen mit größerer Lichtausbeute ersetzt. Bei allen übrigen Lampenarten ergaben sich Substitutionen durch LED-Lampen, die zudem bei Neubauten den weitaus größten Anteil bei der Beleuchtungsausstattung hatten. Gegenüber dem Jahr 2012 hat sich so der Beleuchtungsstromverbrauch von rd. 46,5 TWh um ca. 5,5 TWh auf rd. 41 TWh verringert.

Letztlich wurden so rationellere Wärme- und Beleuchtungskonzepte umgesetzt, Substitutionseffekte verfolgt (Strom anstelle von Brennstoff) sowie verbesserte Abläufe im Handel, Gesundheits- und Dienstleistungsgewerbe erreicht mit folgenden Effekten:

- Diese anwendungstechnisch orientierte Entwicklung wird beim Brennstoffeinsatz mit einer jährlichen Verbrauchsabnahme von rd. 1 %/a eingeschätzt, sodass sich im Saldo mit der Verbrauchszunahme durch sozioökonomische Faktoren ein effektiver Verbrauchsrückgang bei Brennstoffen von rd. 0,5 %/a eingestellt hat.
- Beim Stromverbrauch führt dieser beschleunigte Strukturwandel in der Anwendungstechnik zu einer Verbrauchszunahme von rd. 1 %/a und in Verbindung mit den Einflüssen der Sozioökonomie zu einer kontinuierlichen Steigerung des Strombedarfes von insgesamt rd. 2 %/a – sowohl absolut als auch spezifisch.
- Dabei ergeben sich allerdings auch Rückkopplungseffekte. So erweist sich der zusätzliche Stromverbrauch im Zeitbereich von 2012 bis 2017 teilweise auch als „innere Wärmequelle einer Arbeitsstätte“, die während einer Heizperiode einen Beitrag zur Wärmeversorgung einer Arbeitsstätte liefert. Da nur rd. 70 % des GHD-Strombedarfes als „innere Wärmequelle“ identifizierbar sind und diese nur während der Heizperiode wirksam werden können, ergeben sich zusätzliche Substitutionseffekte beim Brennstoffbedarf in Höhe von rd. 50 % des zusätzlichen Stromverbrauches.

Abbildung 3-1: Zeitliche Entwicklung des Beleuchtungsstromverbrauchs nach Lampenarten im GHD-Sektor



Getrennt nach Energieträgern finden sich in Tabelle 3-1 die jeweiligen Jahresergebnisse und im unteren Tabellenteil die Verhältniszahlen von IfE-Wert zu AGEB-Wert. Abweichungen von der Zahl 1,0 geben Hinweise zur Belastbarkeit der beiden Zahlenwerte von IfE und AGEB, die im Folgenden kommentiert werden.

Die Spalte „Gesamt“ besagt, dass nach Einbezug der Beiträge der erneuerbaren Energien (Solarthermie und Wärmepumpe) die Abweichungen bei den einzelnen Jahren zwischen +13 % und -2 %, ohne das Jahr 2007 zwischen +6 % und -2 % liegen.

Bei Spalte „Strom“ ist ersichtlich, dass im Zeitbereich von 2006 bis 2014 zunehmend Abweichungen zu AGEB-Daten zu verzeichnen sind, die zwischen +1 % und -13 % liegen; nach 2014 verringern sich diese Abweichungen auf rd. 8%.

Im Zeitbereich von 2013 bis 2017 ergeben sich z.T. erhebliche Verbesserungen von hochgerechnetem und angegebenem Verbrauch, erreichen bei „Gesamt“ Abweichungen unter 4 % und beim „Brennstoff, Kraftstoff und Fernwärmeverbrauch“ Abweichungen zwischen +3 % und +10 %.

Bei den Kraftstoffen ergeben sich über den Bilanzzeitraum von 2006 bis 2017 Abweichungen zwischen +8 % und -7 %.

Die relativ hohen Unterschiede bei den Angaben zu „Sonst. Erneuerbare (Holz)“ und „Fernwärme“ erklären sich aus dem Umstand, dass bei Befragung der Arbeitsstätten der Energieverbrauch für „Nah- und Fernwärme“ erfragt und unter „Fernwärme“ in der Tabelle verbucht wurde. Damit liegen die Hochrechnungsergebnisse zwangsläufig bei „Sonst. Erneuerbare (Holz)“ zu niedrig, bei „Fernwärme“ zu hoch. Bei Vergleich der jeweiligen Summenwerte ergeben sich daher auch wieder plausible Ergebnisse.

Ähnliche Abgrenzungsprobleme, wenn auch im kleineren Umfang, dürften sich auch bei der Aufteilung des Endenergieverbrauchs von „Haushalte und GHD“ auf die Teilspektoren „Haushalte“ und „GHD“ ergeben. Für den Zeitbereich 2005 bis 2017 sind in Abbildung 3-2 die prozentualen Verbrauchsanteile an Brennstoffen, in Abbildung 3-3 die prozentualen Verbrauchsanteile beim Strom von „Haushalte“ und dem „GHD“ abgebildet. Als tendenzielle Aussagen zu beiden Abbildungen können folgende Hinweise gegeben werden:

- Bei dem derzeitigen Flächenbestand in „Haushalte“ mit 3,7 Mrd.m² und bei „GHD“ mit 2,0 Mrd.m² dürfte der Brennstoffverbrauchsanteil des GHD mit knapp 30 % etwas zu niedrig liegen.
- Im Zeittrend ergeben sich leicht zunehmende Stromverbrauchsanteile beim GHD. Da die Erneuerungszyklen im GHD signifikant höher liegen als in Haushalten, damit auch deutlichere Impulse für einen effizienteren Stromeinsatz gegeben werden, wären eher konstante Verbrauchsanteile zu vermuten.

Tabelle 3-1: Endenergieverbrauch im GHD-Sektor – Hochrechnungsergebnisse und Angaben der AGEb für die Jahre 2006 bis 2017 in TWh (TR; TRN)

IFE	Brennstoff, Kraftstoff und Fernwärmeverbrauch						Summe	Strom	Summe End-energie	Solar-thermie & Wärmepumpen	Gesamt
	Kohle	Gas	sonst. Erneuerbare (Holz)	Öl	Kraftstoffe	Fernwärme					
Jahre	TWh/a										
2006	0,5	132,8	16,7	68,5	26,1	35,5	280,0	136,7	416,7	2,1	418,8
2007	0,5	125,8	17,2	65,2	29,8	34,2	272,7	134,4	407,1	2,1	409,2
2008	1,2	128,9	18,1	60,8	27,8	32,7	269,5	132,4	401,8	2,1	403,9
2009	0,7	127,8	17,0	56,5	28,4	33,1	263,6	131,5	395,1	2,1	397,2
2010	0,3	137,1	16,4	55,1	27,3	36,0	272,3	132,0	404,3	2,1	406,4
2011	0,4	122,5	16,2	48,4	31,2	31,1	249,8	130,1	379,9	2,1	382,0
2012	0,7	129,9	18,1	51,0	28,0	33,2	261,0	129,9	390,8	2,1	392,9
2013	0,7	132,9	18,5	52,2	29,9	34,0	268,1	132,0	400,2	2,1	402,3
2014	0,6	122,5	17,1	48,1	31,2	31,4	251,0	135,9	386,9	2,1	389,0
2015	0,6	124,5	17,4	48,9	34,3	31,9	257,5	136,6	394,1	2,1	396,2
2016	0,6	126,4	17,6	49,7	32,3	32,4	258,9	139,6	398,5	2,1	400,6
2017	0,6	125,1	17,4	49,2	30,4	32,0	254,6	139,2	393,8	2,1	395,9

AGEb	Brennstoff, Kraftstoff und Fernwärmeverbrauch						Summe	Strom	Summe End-energie	Solar-thermie & Wärmepumpen	Gesamt
	Kohle	Gas	sonst. Erneuerbare (Holz)	Öl	Kraftstoffe	Fernwärme					
Jahre	TWh/a										
2006	3,5	128,1	0,9	82,9	28,1	44,6	288,1	136,8	424,9	1,5	426,4
2007	4,3	109,2	1,2	52,4	27,5	33,5	228,2	133,3	361,4	1,9	363,4
2008	4,3	115,8	1,4	74,6	28,2	39,3	263,5	135,7	399,2	1,6	400,8
2009	2,7	109,1	2,0	64,1	29,0	27,6	234,4	140,3	374,7	1,8	376,5
2010	3,5	118,2	9,0	65,8	28,3	38,0	262,7	147,1	409,8	2,0	411,8
2011	4,6	108,4	10,1	54,9	28,9	24,0	230,9	140,9	371,8	2,2	373,9
2012	1,2	101,0	23,6	59,0	26,8	13,3	224,9	148,0	372,9	0,8	373,7
2013	0,2	114,2	31,6	63,0	28,0	16,9	253,8	151,0	404,8	0,9	405,6
2014	0,6	107,9	24,1	54,0	29,3	15,4	231,3	142,8	374,1	0,9	375,0
2015	1,2	113,6	30,4	52,9	31,7	16,1	245,8	149,9	395,6	1,0	396,6
2016	0,3	111,6	25,9	52,5	32,7	12,7	235,7	151,0	386,8	1,0	387,8
2017	0,2	113,4	34,5	51,2	32,7	14,7	246,7	150,7	397,4	1,0	398,4

IFE ----- AGEb	Brennstoff, Kraftstoff und Fernwärmeverbrauch						Summe	Strom	Summe End-energie	Solar-thermie & Wärmepumpen	Gesamt
	Kohle	Gas	sonst. Erneuerbare (Holz)	Öl	Kraftstoffe	Fernwärme					
Jahre	[Twh/a]/[TWh/a]										
2006	0,14	1,04	19,32	0,83	0,93	0,79	0,97	1,00	0,98	1,36	0,98
2007	0,13	1,15	14,18	1,24	1,08	1,02	1,20	1,01	1,13	1,08	1,13
2008	0,27	1,11	13,40	0,81	0,99	0,83	1,02	0,98	1,01	1,31	1,01
2009	0,26	1,17	8,68	0,88	0,98	1,20	1,12	0,94	1,05	1,16	1,06
2010	0,09	1,16	1,83	0,84	0,97	0,95	1,04	0,90	0,99	1,05	0,99
2011	0,09	1,13	1,60	0,88	1,08	1,30	1,08	0,92	1,02	0,97	1,02
2012	0,59	1,29	0,77	0,86	1,05	2,50	1,16	0,88	1,05	2,51	1,05
2013	3,36	1,16	0,59	0,83	1,07	2,01	1,06	0,87	0,99	2,40	0,99
2014	1,05	1,14	0,71	0,89	1,07	2,03	1,09	0,95	1,03	2,35	1,04
2015	0,52	1,10	0,57	0,92	1,08	1,98	1,05	0,91	1,00	2,18	1,00
2016	2,13	1,13	0,68	0,95	0,99	2,56	1,10	0,92	1,03	2,05	1,03
2017	3,08	1,10	0,51	0,96	0,93	2,17	1,03	0,92	0,99	2,06	0,99

Abbildung 3-2: Verbrauchsanteile an Brennstoffen im Sektor „Haushalte und GHD“
(Basis: AGEB-Daten)

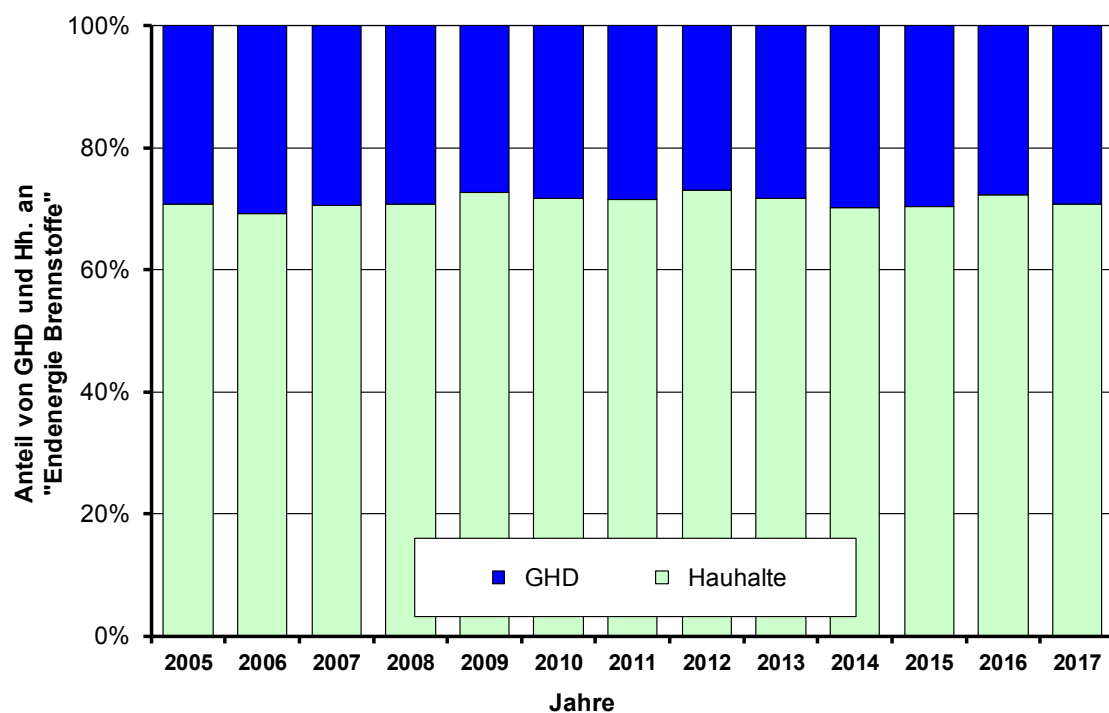


Abbildung 3-3: Verbrauchsanteile am Strom im Sektor „Haushalte und GHD“
(Basis: AGEB-Daten)

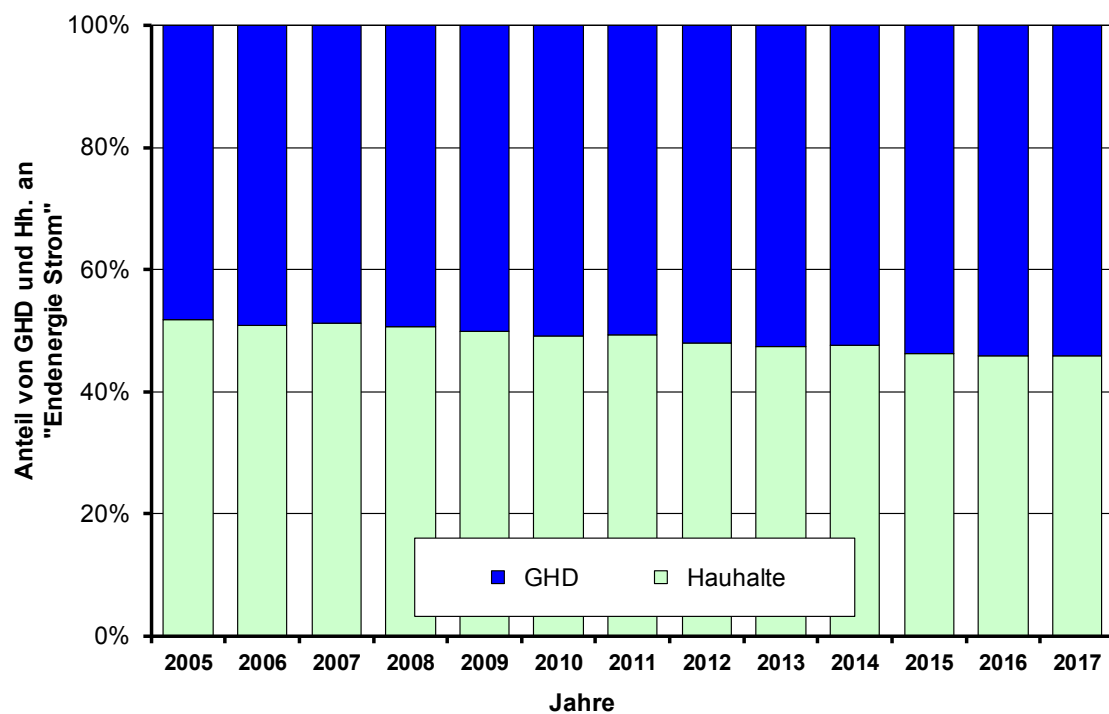
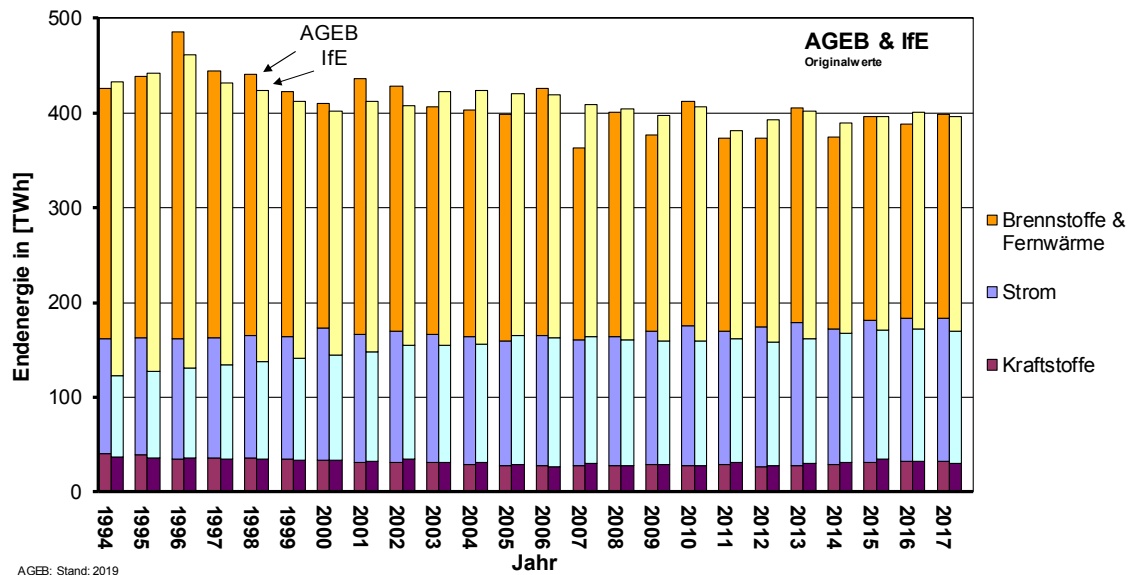


Abbildung 3-4: Endenergie und Abweichung der Verbrauchsdaten von IfE zu AGEB im GHD-Sektor im Zeitbereich von 1994 – 2017 (TR; TRN)



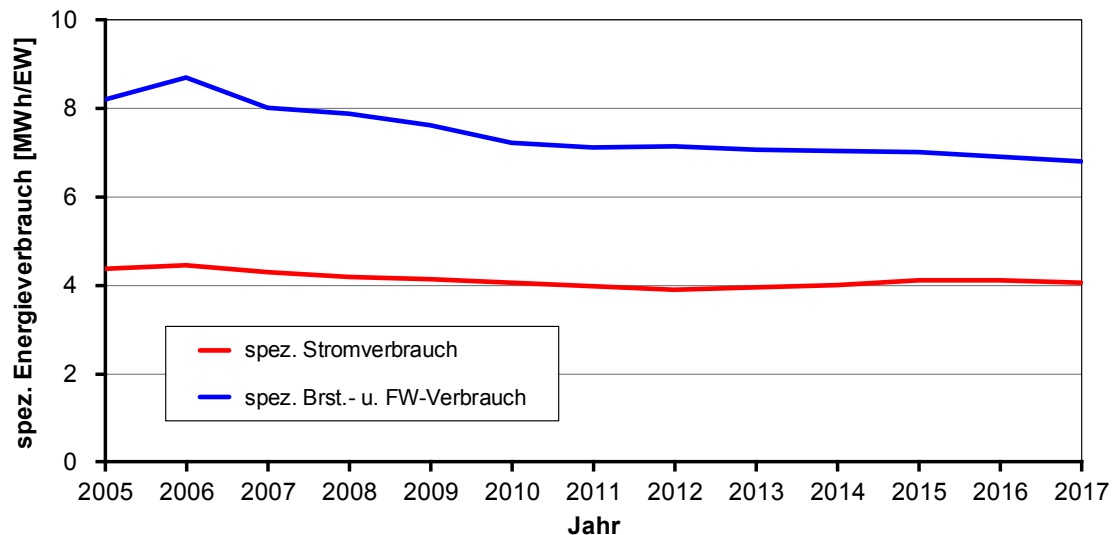
In Abbildung 3-4 erfolgt eine Gegenüberstellung der von IfE hochgerechneten Verbrauchsdaten für Kraftstoffe, Strom und Brennstoffe / Fernwärme und der AGEB-Angaben für den Zeitbereich von 1994 bis 2017.

Tendenziell lässt sich feststellen, dass

- Der Kraftstoffverbrauch nach AGEB weitgehend jenem von IfE ermittelten Verbrauch entspricht,
- der Stromverbrauch nach AGEB sich im Zeitbereich von 1994 bis 2007 mehr und mehr den IfE-Verbrauchsdaten angenähert hat, im Zeitbereich von 2008 bis 2017 jedoch die Angaben der Hochrechnung übersteigt,
- der von IfE ermittelte Verbrauch an Brennstoffen und Fernwärme nahezu generell über den Verbrauchsdaten nach AGEB liegt,
- Der gesamte Endenergieverbrauch auf Grund der zum Teil kompensatorischen Wirkungen bei den Verbrauchsangaben von Kraftstoffen, Strom, Brennstoffen- / Fernwärme sich im Quervergleich von Hochrechnungs- und AGEB-Angaben nur geringfügig unterscheidet.

Fazit: die Hochrechnungen von IfE an Hand der Angaben aus den Arbeitsstättenbefragungen sind als belastbare Grundlage der AGEB-Angaben hinsichtlich Branchengliederung und Analyse nach Energieanwendungen heran zu ziehen. Darüber hinaus gestatten die aktuellen Hochrechnungen (Geiger) auch Aussagen zum künftigen Energieverbrauch über den Zeitbereich von 2017 hinaus.

Abbildung 3-5: Temperaturbereinigter Strom- und Brennstoff- / Fernwärmeverbrauch pro Erwerbstätigen im GHD-Sektor vom 2005 – 2017 (TR; TRN)



In Abbildung 3-55 ist der spez. Energieverbrauch, verstanden als Quotient von temperaturbereinigtem Energieverbrauch und Erwerbstätigen im GHD-Sektor, für den Zeitbereich von 2005 bis 2017 dargestellt. Er liefert auf Grund seines zeitlichen Verlaufs belastbare Aussagen für die weitere, künftige Verbrauchsentwicklung – auf Basis der bisherigen Anlagen- und Geräteausstattungen, der Erwerbstätigenstruktur und des Energieverbrauchsverhaltens der Nutzer.

3.2 Endenergieverbrauch im GHD-Sektor im Jahr 2012, 2015, 2016 und 2017

Zum Bilanz- und Ausgangsjahr 2012 (Basisjahr) – Hochrechnungsergebnisse der Arbeitsstättenbefragung 2012 und verglichen mit AGEB-Zahlen - kann mit Tabelle 3-2 (Basis) festgestellt werden:

- Beim Brennstoff-, Kraftstoff- und Fernwärmeverbrauch liegen die Ergebnisse von AGEB um 14 % unter den Hochrechnungswerten von IfE.
- Beim Stromverbrauch erreichen die IfE-Ergebnisse rd. 87 % der AGEB-Werte.
- Die Unterschiede beim Endenergie- und Gesamtenergieverbrauch beziffern sich auf jeweils rd. 5 % - insgesamt akzeptable Ergebnisse.

Aus den Zeittrend-Extrapolationen der Verbräuche an Energieträgern auf Branchenebene und insgesamt (TR) sowie dem Einbezug aktueller sozioökonomischer und anwendungstechnischer Einflüsse (TR; TRN) konnten für die Jahre 2015, 2016 und 2017 die Tabelle 3-3, Tabelle 3-4, Tabelle 3-5 und Tabelle 3-6 entwickelt werden. Sie gestatten einen Vergleich von Hochrechnungsergebnissen mit Angaben der AGEB. Mit Tabelle 3-4 und Tabelle 3-5 wird für das Jahr 2017 beispielhaft gezeigt, wie sich die bei-

den Entwicklungslinien Trend (TR) und Trend, neu (TRN) auf Brennstoff-/Fernwärmeverbrauch, Stromverbrauch und Endenergieverbrauch auswirken. Im Quervergleich auch mit den Angaben zum Jahr 2012 (Tabelle 3-2) kann festgestellt werden, dass:

- beim Verbrauch an Gas und Heizöl die Unterschiede der Summenergebnisse sich auf unter 10 TWh verringert haben,
- bei Holz weiterhin erhebliche Abweichungen bestehen, die beim Holz auf die Abgrenzungsproblematik zu Nahwärmekonzepten mit Hackschnitzelfeuerungen zurückzuführen sind,
- bei Kraftstoffen eine gute Übereinstimmung festzustellen ist,
- beim Stromverbrauch sich die Verbrauchsangaben etwas angenähert haben,
- die Unterschiede im Endenergieverbrauch sich im Jahr 2012 von rd. +19 TWh (393,0 TWh - 373,7 TWh = 19,3 TWh) auf knapp +13 TWh im Jahr 2016 und auf 2,5 TWh im Jahr 2017 verringert haben.

Bei Tabelle 3-2 bis Tabelle 3-6 muss abschließend darauf verwiesen werden, dass die Ergebnisse der Tabelle 3-2 noch auf Erhebungsdaten des Jahres 2012 beruhen, während die Werte in Tabelle 3-3 bis Tabelle 3-6 durch Zeit-Trend-Extrapolationen der Erhebungsdaten aus dem Zeitbereich 2000 bis 2012 (TR) und aktuellen sozioökonomischen/anwendungstechnischen Rahmenbedingungen (TRN) gewonnen wurden.

Tabelle 3-2: Hochrechnungsergebnisse zum Endenergieverbrauch des GHD-Sektors im Jahr 2012 und Vergleich mit AGEB-Ergebnissen (Basis)

Absoluter Verbrauch 2012; Basis													
2012			Brennstoff-, Kraftstoff- und Fernwärmeverbrauch						Strom	Summe End-energie	Solar-therm. und WP	Gesamt	
Grp. No.	Split	Bezeichnung	Kohle	Gas	Holz	Öl	Kraftstoffe	Fernwärme	Summe				
			[TWh/a]	[TWh/a]	[TWh/a]	[TWh/a]	[TWh/a]	[TWh/a]	[TWh/a]	[TWh/a]	[TWh/a]	[TWh/a]	[TWh/a]
1		Baugewerbe	0,0	5,2	0,7	3,6	2,5	1,0	12,9	3,7	16,6	0,6	17,2
2		Büroähnliche Betriebe	0,0	46,5	1,3	12,0	0,0	10,9	70,6	29,2	99,8	0,5	100,3
3		Herstellungsbetriebe	0,0	3,8	0,3	3,3	0,0	0,3	7,8	3,9	11,7	0,0	11,7
4		Handel	0,1	23,2	0,5	9,8	0,0	5,2	38,8	22,3	61,1	0,2	61,3
5		Krankenhäuser, Schulen, Bäder										0,2	42,0
	21	Krankenhäuser	0,0	8,3	0,0	1,1	0,0	2,3	11,6	6,1	17,7		
	22	Schulen	0,0	10,5	0,8	0,3	0,0	4,4	16,0	3,9	19,8		
	23	Bäder	0,0	1,5	0,0	0,2	0,0	1,2	2,8	1,4	4,3		
6		Beherbergung, Gaststätten, Heime	0,2	22,1	2,1	14,0	0,0	5,6	44,0	18,1	62,1	0,5	62,5
7		Nahrungsmittelgewerbe										0,0	2,2
	5	Backgewerbe	0,0	0,5	0,1	0,2	0,0	0,0	0,8	0,4	1,2		
	6	Fleischereien	0,0	0,2	0,0	0,1	0,0	0,0	0,4	0,3	0,7		
	7	Restl. Nahrungsmittelgewerbe	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,3		
8		Wäschereien	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,1	0,5	0,3	0,8	0,0	0,8
9		Landwirtschaft	0,3	1,6	11,5	3,2	23,0	0,8	40,3	4,3	44,6	0,1	44,7
10		Gartenbau	0,0	0,3	0,2	0,9	0,0	0,0	1,4	0,4	1,8	0,0	1,9
11		Flughäfen	0,0	0,4	0,0	0,4	0,7	0,7	2,1	1,3	3,5	0,0	3,5
12		Textil, Bekleidung, Spedition	0,0	2,4	0,6	0,9	0,0	0,3	4,3	1,1	5,3	0,0	5,4
Summe Gruppen 1 - 12 (über FB erfasste Betriebe)			0,7	126,9	18,1	49,9	26,2	32,7	254,5	96,8	351,4	2,1	353,5
13 Nicht über FB erfasste Betriebe			0,0	0,8	0,0	0,5	0,0	0,1	1,5	17,0	18,5	0,0	18,5
14 übrige (nicht Erfasste)			0,0	2,2	0,0	0,6	1,8	0,4	5,0	16,0	21,0	0,0	21,0
Hochrechnungsergebnis			0,7	129,9	18,1	51,0	28,0	33,2	261,0	129,9	390,9	2,1	393,0
AGEB			1,2	101,0	23,6	59,0	26,8	13,3	224,9	148,0	372,9	0,8	373,7

Tabelle 3-3: Hochrechnungsergebnisse zum Endenergieverbrauch des GHD-Sektors im Jahr 2015 und Vergleich mit AGEB-Ergebnissen (TRN)

Absoluter Verbrauch 2015; TRN; BelMd												
2015		Brennstoff-, Kraftstoff- und Fernwärmeverbrauch						Strom	Summe End-energie	Solar-therm. und WP	Gesamt	
Grp. No.	Split Bezeichnung	Kohle	Gas	Holz	Öl	Kraftstoffe	Fernwärme	Summe				
		[TWh/a]	[TWh/a]	[TWh/a]	[TWh/a]	[TWh/a]	[TWh/a]	[TWh/a]	[TWh/a]	[TWh/a]	[TWh/a]	[TWh/a]
1	Baugewerbe	0,0	5,0	0,6	3,3	2,5	0,9	12,4	3,9	16,3	0,6	16,9
2	Büroähnliche Betriebe	0,0	43,1	1,2	10,8	0,0	10,1	65,1	30,0	95,1	0,5	95,6
3	Herstellungsbetriebe	0,0	3,5	0,3	3,0	0,0	0,3	7,2	4,0	11,1	0,0	11,2
4	Handel	0,1	21,8	0,5	9,0	0,0	4,9	36,3	23,2	59,5	0,2	59,6
5	Krankenhäuser, Schulen, Bäder										0,2	40,6
21	Krankenhäuser	0,0	7,7	0,0	1,1	0,0	2,1	10,9	6,3	17,2	0,2	17,4
22	Schulen	0,0	9,8	0,8	0,2	0,0	4,1	15,0	4,0	19,0	0,0	19,0
23	Bäder	0,0	1,4	0,0	0,2	0,0	1,1	2,8	1,5	4,2	0,0	4,2
6	Beherbergung, Gaststätten, Heime	0,2	23,5	2,2	14,7	0,0	5,9	46,7	21,0	67,6	0,5	68,1
7	Nahrungsmittelgewerbe										0,0	2,1
5	Backgewerbe	0,0	0,4	0,1	0,1	0,0	0,0	0,7	0,4	1,1	0,0	1,1
6	Fleischereien	0,0	0,2	0,0	0,1	0,0	0,0	0,4	0,3	0,7	0,0	0,7
7	Restl. Nahrungsmittelgewerbe	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,3	0,0	0,3
8	Wäschereien	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,1	0,5	0,3	0,8	0,0	0,8
9	Landwirtschaft	0,3	1,6	10,9	3,0	29,0	0,8	45,5	4,5	50,0	0,1	50,1
10	Gartenbau	0,0	0,3	0,2	0,9	0,0	0,0	1,4	0,4	1,8	0,0	1,8
11	Flughäfen	0,0	0,4	0,0	0,4	0,7	0,7	2,2	1,4	3,7	0,0	3,7
12	Textil, Bekleidung, Spedition	0,0	2,4	0,6	0,9	0,0	0,3	4,2	1,2	5,4	0,0	5,5
Summe Gruppen 1 - 12 (über FB erfasste Betriebe)		0,6	121,7	17,3	47,8	32,3	31,5	251,3	102,5	353,8	2,1	355,9
13	Nicht über FB erfasste Betriebe	0,0	0,8	0,0	0,5	0,0	0,1	1,4	17,5	18,8	0,0	18,8
14	Übrige (nicht Erfasste)	0,0	2,0	0,0	0,6	2,0	0,4	4,9	16,6	21,5	0,0	21,5
Hochrechnungsergebnis		0,6	124,5	17,4	48,9	34,3	31,9	257,5	136,6	394,2	2,1	396,2
AGEB		1,2	113,6	30,4	52,9	31,7	16,1	245,8	149,9	395,6	1,0	396,6

Tabelle 3-4: Hochrechnungsergebnisse zum Endenergieverbrauch des GHD-Sektors im Jahr 2016 und Vergleich mit AGEB-Ergebnissen (TRN)

Absoluter Verbrauch 2016; TRN; BelMd												
2016		Brennstoff-, Kraftstoff- und Fernwärmeverbrauch						Strom	Summe End-energie	Solar-therm. und WP	Gesamt	
Grp. No.	Split Bezeichnung	Kohle	Gas	Holz	Öl	Kraftstoffe	Fernwärme	Summe				
		[TWh/a]	[TWh/a]	[TWh/a]	[TWh/a]	[TWh/a]	[TWh/a]	[TWh/a]	[TWh/a]	[TWh/a]	[TWh/a]	[TWh/a]
1	Baugewerbe	0,0	5,0	0,7	3,4	2,6	0,9	12,5	4,0	16,5	0,6	17,1
2	Büroähnliche Betriebe	0,0	44,1	1,2	11,0	0,0	10,3	66,6	30,8	97,4	0,5	97,9
3	Herstellungsbetriebe	0,0	3,5	0,3	3,0	0,0	0,3	7,1	4,0	11,1	0,0	11,1
4	Handel	0,1	22,0	0,5	9,1	0,0	4,9	36,5	23,7	60,2	0,2	60,4
5	Krankenhäuser, Schulen, Bäder										0,2	40,5
21	Krankenhäuser	0,0	7,7	0,0	1,1	0,0	2,1	10,9	6,3	17,2	0,2	17,4
22	Schulen	0,0	9,8	0,8	0,2	0,0	4,1	14,9	4,0	19,0	0,0	19,0
23	Bäder	0,0	1,4	0,0	0,2	0,0	1,1	2,7	1,5	4,2	0,0	4,2
6	Beherbergung, Gaststätten, Heime	0,2	24,5	2,4	15,3	0,0	6,2	48,6	22,2	70,7	0,5	71,2
7	Nahrungsmittelgewerbe										0,0	2,0
5	Backgewerbe	0,0	0,4	0,1	0,1	0,0	0,0	0,6	0,4	1,0	0,0	1,0
6	Fleischereien	0,0	0,2	0,0	0,1	0,0	0,0	0,4	0,3	0,6	0,0	0,6
7	Restl. Nahrungsmittelgewerbe	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,3	0,0	0,3
8	Wäschereien	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,1	0,5	0,3	0,8	0,0	0,8
9	Landwirtschaft	0,3	1,5	10,9	2,9	26,9	0,7	43,3	4,5	47,8	0,1	47,9
10	Gartenbau	0,0	0,3	0,2	0,9	0,0	0,0	1,4	0,4	1,8	0,0	1,8
11	Flughäfen	0,0	0,4	0,0	0,4	0,8	0,8	2,3	1,5	3,8	0,0	3,8
12	Textil, Bekleidung, Spedition	0,0	2,5	0,6	0,9	0,0	0,3	4,4	1,2	5,6	0,0	5,6
Summe Gruppen 1 - 12 (über FB erfasste Betriebe)		0,6	123,7	17,5	48,6	30,3	31,9	252,7	105,3	358,0	2,1	360,1
13	Nicht über FB erfasste Betriebe	0,0	0,7	0,0	0,5	0,0	0,1	1,3	17,6	18,9	0,0	18,9
14	Übrige (nicht Erfasste)	0,0	2,0	0,0	0,5	2,0	0,4	4,9	16,7	21,6	0,0	21,6
Hochrechnungsergebnis		0,6	126,4	17,6	49,6	32,3	32,4	258,9	139,6	398,5	2,1	400,6
AGEB		0,3	111,6	25,9	52,5	32,7	12,7	235,7	151,0	386,8	1,0	387,8

Tabelle 3-5: Hochrechnungsergebnisse zum Endenergieverbrauch des GHD-Sektors im Jahr 2017 und Vergleich mit AGEB-Ergebnissen (TR)

Absoluter Verbrauch 2017; TR; BeiTR														
2017			Brennstoff-, Kraftstoff- und Fernwärmeverbrauch							Strom	Summe End- energie	Solar- therm. und WP	Gesamt	
Grp. No.	Split	Bezeichnung	Kohle	Gas	Holz	Öl	Kraft- stoffe	Fern- wärme	Summe					
			[TWh/a]	[TWh/a]	[TWh/a]	[TWh/a]	[TWh/a]	[TWh/a]	[TWh/a]	[TWh/a]	[TWh/a]	[TWh/a]	[TWh/a]	[TWh/a]
1		Baugewerbe	0,0	5,2	0,7	3,6	2,6	1,0	13,1	3,8	16,9		0,6	17,5
2		Büroähnliche Betriebe	0,0	46,6	1,3	11,8	0,0	10,9	70,5	29,8	100,3		0,5	100,8
3		Herstellungsbetriebe	0,0	3,6	0,3	3,1	0,0	0,3	7,4	3,8	11,1		0,0	11,2
4		Handel	0,1	22,9	0,5	9,5	0,0	5,1	38,2	22,6	60,8		0,2	60,9
5		Krankenhäuser, Schulen, Bäder											0,2	41,1
	21	Krankenhäuser	0,0	8,0	0,0	1,1	0,0	2,2	11,2	6,0	17,2		0,2	17,4
	22	Schulen	0,0	10,2	0,8	0,2	0,0	4,3	15,6	3,9	19,4		0,0	19,4
	23	Bäder	0,0	1,5	0,0	0,2	0,0	1,2	2,8	1,4	4,3		0,0	4,3
6		Beherbergung, Gaststätten, Heime	0,1	25,1	2,4	15,8	0,0	6,3	49,8	20,6	70,4		0,5	70,8
7		Nahrungsmittelgewerbe											0,0	2,0
	5	Backgewerbe	0,0	0,4	0,1	0,1	0,0	0,0	0,6	0,4	1,0		0,0	1,0
	6	Fleischereien	0,0	0,2	0,0	0,1	0,0	0,0	0,4	0,3	0,6		0,0	0,6
	7	Restl. Nahrungsmittelgewerbe	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,3		0,0	0,3
8		Wäschereien	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,1	0,5	0,3	0,8		0,0	0,8
9		Landwirtschaft	0,2	1,6	11,4	3,1	25,0	0,8	42,1	4,3	46,4		0,1	46,5
10		Gartenbau	0,0	0,3	0,2	0,9	0,0	0,0	1,5	0,4	1,8		0,0	1,8
11		Flughäfen	0,0	0,4	0,0	0,4	0,8	0,8	2,4	1,4	3,8		0,0	3,8
12		Textil, Bekleidung, Spedition	0,0	2,7	0,7	1,0	0,0	0,3	4,7	1,2	5,9		0,0	6,0
Summe Gruppen 1 - 12 (über FB erfasste Betriebe)			0,4	129,2	18,3	51,1	28,4	33,3	260,8	100,3	361,0		2,1	363,1
13		Nicht über FB erfasste Betriebe	0,0	0,7	0,0	0,5	0,0	0,1	1,4	16,7	18,0		0,0	18,0
14		Übrige (nicht Erfasste)	0,0	2,1	0,0	0,6	2,0	0,4	5,0	15,9	20,9		0,0	20,9
Hochrechnungsergebnis			0,4	132,1	18,4	52,2	30,4	33,8	267,1	132,8	400,0		2,1	402,1
AGEB			0,2	113,4	34,5	51,2	32,7	14,7	246,7	150,7	397,4		1,0	398,4

Tabelle 3-6: Hochrechnungsergebnisse zum Endenergieverbrauch des GHD-Sektors im Jahr 2017 und Vergleich mit AGEB-Ergebnissen (TRN)

Absoluter Verbrauch 2017; TRN; BeiMd													
2017			Brennstoff-, Kraftstoff- und Fernwärmeverbrauch						Strom	Summe End- energie	Solar- therm. und WP	Gesamt	
Grp. No.	Split	Bezeichnung	Kohle	Gas	Holz	Öl	Kraft- stoffe	Fern- wärme	Summe				
			[TWh/a]	[TWh/a]	[TWh/a]	[TWh/a]	[TWh/a]	[TWh/a]	[TWh/a]	[TWh/a]	[TWh/a]	[TWh/a]	[TWh/a]
1		Baugewerbe	0,0	5,0	0,7	3,4	2,6	0,9	12,5	4,0	16,5	0,6	17,1
2		Büroähnliche Betriebe	0,0	44,2	1,2	11,1	0,0	10,3	66,8	31,2	98,0	0,5	98,5
3		Herstellungsbetriebe	0,0	3,4	0,3	3,0	0,0	0,3	7,0	3,9	10,9	0,0	11,0
4		Handel	0,1	21,7	0,5	9,0	0,0	4,8	36,1	23,7	59,8	0,2	60,0
5		Krankenhäuser, Schulen, Bäder										0,2	40,1
	21	Krankenhäuser	0,0	7,6	0,0	1,0	0,0	2,1	10,7	6,3	16,9	0,2	17,1
	22	Schulen	0,0	9,7	0,8	0,2	0,0	4,1	14,8	4,0	18,8	0,0	18,8
	23	Bäder	0,0	1,4	0,0	0,2	0,0	1,1	2,7	1,5	4,2	0,0	4,2
6		Beherbergung, Gaststätten, Heime	0,2	23,8	2,3	14,9	0,0	6,0	47,2	21,6	68,7	0,5	69,2
7		Nahrungsmittelgewerbe										0,0	1,9
	5	Backgewerbe	0,0	0,4	0,1	0,1	0,0	0,0	0,6	0,4	1,0	0,0	1,0
	6	Fleischereien	0,0	0,2	0,0	0,1	0,0	0,0	0,3	0,3	0,6	0,0	0,6
	7	Restl. Nahrungsmittelgewerbe	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,3	0,0	0,3
8		Wäschereien	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,1	0,4	0,3	0,8	0,0	0,8
9		Landwirtschaft	0,3	1,5	10,8	2,9	25,0	0,7	41,2	4,5	45,7	0,1	45,8
10		Gartenbau	0,0	0,3	0,2	0,9	0,0	0,0	1,4	0,4	1,8	0,0	1,8
11		Flughäfen	0,0	0,4	0,0	0,4	0,8	0,7	2,3	1,5	3,8	0,0	3,8
12		Textil, Bekleidung, Spedition	0,0	2,5	0,6	1,0	0,0	0,3	4,5	1,3	5,7	0,0	5,8
Summe Gruppen 1 - 12 (über FB erfasste Betriebe)			0,6	122,4	17,4	48,1	28,4	31,6	248,5	105,0	353,6	2,1	355,7
13 Nicht über FB erfasste Betriebe			0,0	0,7	0,0	0,5	0,0	0,1	1,3	17,5	18,7	0,0	18,7
14 Übrige (nicht Erfasste)			0,0	2,0	0,0	0,5	2,0	0,4	4,8	16,7	21,5	0,0	21,5
Hochrechnungsergebnis			0,6	125,1	17,4	49,1	30,4	32,0	254,7	139,2	393,8	2,1	395,9
AGEB			0,2	113,4	34,5	51,2	32,7	14,7	246,7	150,7	397,4	1,0	398,4

4 Anwendungsbilanzen für den GHD-Sektor

4.1 Konzept der Anwendungsbilanzen

Aufbauend auf der **Energiebilanz** eines Verbrauchersektors, bei der nach den verschiedenen Energieträgern (Verbrauch an festen, flüssigen und gasförmigen Brennstoffen, an Strom und Fernwärme, an Kraftstoffen, erneuerbaren Energien sowie sonstigen Energieträgern) unterschieden wird, liefert die **Anwendungsbilanz** zusätzliche Informationen zur Verwendungsseite der eingesetzten Energie.

Im Vordergrund steht dabei die Frage, für welche Aufgabe, für welchen Zweck oder für welchen Anwendungsbereich der oder die Energieträger eingesetzt werden. In manchen Anwendungsbilanzen wird nach lediglich vier oder fünf, in dieser Studie nach acht Anwendungen unterschieden; diese sind:

- Raumwärme
- Warmwasser
- Prozesswärme
- Klimatisierung
- Prozesskälte
- Kraft
- Beleuchtung und
- Information und Kommunikation (IuK)

Damit können Schwerpunkte des Energieverbrauchs und das Spektrum des Einsatzbereiches eines Energieträgers angegeben werden. In Summe über alle Anwendungen und Energieträger gerechnet, ergibt sich wieder die Energiebilanz des Verbrauchersektors. Damit stellt die Anwendungsbilanz eine Verbrauchsmatrix dar, in der nach Energieträgern und Anwendungen unterschieden wird.

Die Energiemengen, die auf die auf vorgenannte Anwendungen entfallen, werden, basierend auf den Ergebnissen der Breiterehebung, ergänzt um Recherchen und eigene Daten nach dem in Abbildung 4-1 dargestellten Schema ermittelt.

Breiterehebung (Stichprobe von rd. 2000 Arbeitsstätten), Tiefeninterviews/Begehungen, eigene Recherchen und Know-how des Lehrstuhls liefern einerseits Angaben zur Ausstattung, zu Flächen und Beständen, zu installierten Leistungen und zum Anlagenalter, andererseits zu Ausnutzungsdauern, Vollbenutzungsstunden, Einsatzzeiten und zum Gebrauch der energietechnischen Geräte und Anlagen. Dies gestattet in der Regel bereits eine Berechnung des Energieverbrauchs, differenziert nach 8 Anwendungen. Im Falle auftretender Lücken kann auf GEKLES (GEKLES), ein Expertensystem der energietechnischen Strukturabbilder von 35 typischen Arbeitsstätten zurückgegriffen werden.

In Tabelle 4-1 sind die Namen dieser 35 Typbetriebe aufgelistet.

Abbildung 4-1: Schema zur Ermittlung einer Energieanwendungsbilanz für den GHD-Sektor

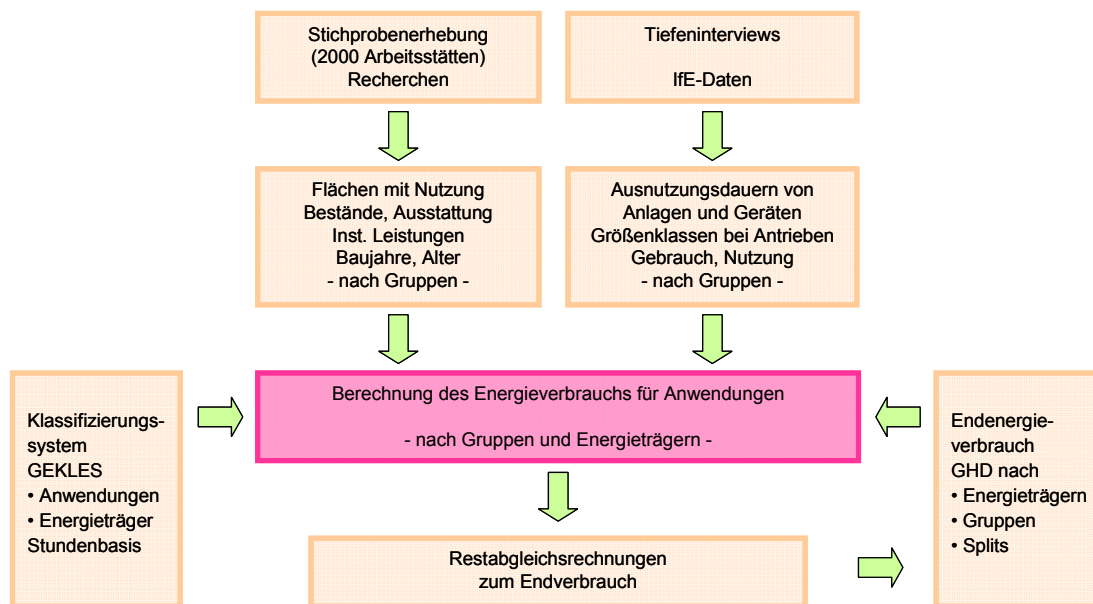


Tabelle 4-1: In GEKLES enthaltene, charakteristische Typbetriebe

Grp. No.	Typbetriebe	Grp. No.	Typbetriebe
1	Baugewerbe	6	Hotel
2	Banken & Verwaltungen		Gaststätten
	Sonst. betr. Dienstleist. (So zu)		Heime / Org. o. Erwerbszw.
	Sonst. betr. Dienstleist. (SaSo zu)	7	Bäckerei
	Postdienste		Metzgerei
	Telekommunikation		restl. Nahrungs- & Genussmittel
	Deutsche Bahn AG	8	Wäschereien
3	Metallgewerbe	9	Landwirtschaft
	KFZ	10	Gartenbau
	Holzgewerbe	11	Flughäfen
	Papier- u. Druckgewerbe	12	Textil & Leder
4	Einzelhandel; Food		Spedition & Lagerei
	Einzelhandel; Non-Food	14	Straßenbeleuchtung
	Großhandel; Food		Gemeinschaftliche Anlagen
	Großhandel; Non-Food		Militär
	Handelsvermittlung		
5	Krankenhaus		
	Schulen & KiGa		
	Gym. & Uni.		
	Bäder		

Im Einzelnen gelten bei den Berechnungsschritten für die einzelnen Anwendungen die nachfolgenden Abgrenzungen beim Strom-, Brennstoff-, Kraftstoff- und Fernwärmeeinsatz:

Stromeinsatz für:

- Beleuchtung

Grundlage der Berechnung sind Anzahl und Art der installierten Lampen sowie Beleuchtungszeiten in Abhängigkeit von Flächennutzung (Verkauf, Büro, Lager etc.), notwendiger Beleuchtungsstärke und empfundener Beleuchtungsqualität.

- Information und Kommunikation

Aus erfassten Gerätebeständen, installierter Geräteleistung und gruppenspezifischen Betriebsdauern wird der zugehörige Stromverbrauch berechnet.

- Klimakälte

Anhand erfasster installierter Kühleistungen und Betriebsdauern sowie zugrunde gelegter Kältezahle (verstanden als über das Jahr im Mittel erreichte Leistungszahl) für Klimaanwendungen wird der Stromeinsatz der Kompressoren errechnet.

- Prozesskälte

Anhand erfasster installierter Kälteleistung (elektrisch betriebene Kältekompressoren) und Betriebsdauern sowie zugrunde gelegter Kältezahle für Prozesskälteanwendungen wird der Stromeinsatz der Kompressoren errechnet.

- Raumwärme

Stromeinsatz zum Heizen nach Angaben der befragten Arbeitsstätten sowie zusätzliche Abschätzungen für ergänzende Beheizungen.

- Prozesswärme

Aus gruppenspezifischen Angaben zu wärmetechnischen Prozessen, Gerätebeständen, installierten Wärmeleistungen und Einsatzdauern wird der Stromverbrauch berechnet.

- Warmwasserbereitung

Der Stromverbrauch für die elektrische Warmwasserbereitung ermittelt sich aus den Angaben zum täglichen Warmwasserverbrauch.

- mechanische Energie

Aus gruppenspezifischen Angaben zu elektromotorischen Antrieben für Lüfter, Absauganlagen, zur Druckluftherzeugung, für Werkzeugmaschinen, Transport- und Fördermittel sowie dem Einsatz von Wärmepumpen, den zugehörigen installierten Leistungen und Betriebsdauern errechnet sich der zugehörige Stromverbrauch. Nicht enthalten ist der Stromverbrauch von Kältekompressoren (siehe Prozess- und Klimakälte).

Brennstoffeinsatz für:**- Prozesskälte**

Anhand erfasster installierter Kälteleistungen (Absorptionskältemaschinen) und Betriebsdauern sowie zugrunde gelegter Kältezah für Prozesskälteanwendungen wird der Brennstoffeinsatz errechnet.

- Klimakälte

Anhand erfasster installierter Kühlleistungen (Absorptionskältemaschinen) und Betriebsdauern sowie zugrunde gelegter Kältezah für Klimakälteanwendungen wird der Brennstoffeinsatz errechnet.

Brennstoff- und Fernwärmeeinsatz für:**- Raumwärme**

Energieeinsatz zum Heizen nach Angabe der befragten Arbeitsstätten zu Gebäudealter, beheizter bzw. klimatisierter Fläche, Temperaturniveau und Anlagenart sowie spezifischen Verbrauchswerten der verschiedenen Gruppen.

- Prozesswärme

Aus gruppenspezifischen Angaben zu wärmetechnischen Prozessen, Gerätebeständen, installierten Wärmeleistungen und Einsatzdauern wird der Energieverbrauch berechnet.

- Warmwasserbereitung

Der Energieeinsatz für die nichtelektrische Warmwasserbereitung ermittelt sich aus den Angaben zum täglichen Warmwasserverbrauch.

Kraftstoffeinsatz für:**- mechanische Energie**

Die Verbrauchsangaben in Landwirtschaft und Gartenbau, militärischen Einrichtungen und Flugvorfeldverkehr bei Flughäfen entstammen sekundärstatistischen Quellen, der Kraftstoffeinsatz auf Baustellen resultiert aus Verbraucherangaben der Breiterhebung.

Wärmelieferung von solarthermischen Anlagen und Wärmepumpen für:**- Raumwärme**

Die gelieferten Wärmemengen entstammen den Verbraucherangaben aus der Sondererhebung „erneuerbare Energien“ des Jahres 2011/2012.

- Warmwasser

Die gelieferten Wärmemengen entstammen ebenfalls den Verbraucherangaben aus der Sondererhebung „erneuerbare Energien“ des Jahres 2011/2012.

Mit Tabelle 4-2 wird eine Übersicht gegeben, woher die notwendigen Informationen zur Quantifizierung der einzelnen Anwendungsarten stammen. Neben den Angaben aus der Breiterhebung und den Tiefeninterviews wird GEKLES zur Klassifizierung der Energieanwendungsstruktur im GHD-Sektor herangezogen.

Tabelle 4-2: Informationsbasis zur Ermittlung der Energieanwendungsstruktur im GHD-Sektor

	Breiterhebung			Gebäude, Nutzung, Fläche; Energiekennwert	Tiefeninterview Daten zu Bestand, inst. Leistung, Gebrauch	Sekundärquellen	Ife-Kompendium, Energiekennwerte
	Bestand, Art, Gebrauch	inst. Leistung und Gebrauch	Verbrauch				
Raumwärme	X			X		X	X
Warmwasser			X	X		X	X
Prozesswärme					X		X
Prozesskälte	X	X				(X)	
Klimakälte		X		X		(X)	
Sonst. mech. Energie					X		X
Information u. Kommunikation	X			X			X
Beleuchtung	X	X				(X)	

4.2 Anwendungsbilanzen für den GHD-Sektor im Zeitbereich von 1994 bis 2017

Für den Zeitbereich von 1994 bis 2012 liegen die Hochrechnungsergebnisse zum Endenergieverbrauch im GHD-Sektor und die zugehörigen Anwendungsbilanzen vor. Grundlage dafür sind die Arbeitsstättenbefragungen von 1994 bis 2012 bei jeweils rund 2000 Arbeitsstätten. Tabelle 4-3 enthält hierzu die Angaben zum Jahresendenergieverbrauch und zur Aufteilung nach 8 Anwendungsarten.

Aus dem Zeittrend von 1994 bis 2012 und der Zeit-Trend-Fortschreibung bis zum Jahr 2017 (TR) und der Berücksichtigung aktueller sozioökonomischer sowie anwendungstechnisch relevanter Veränderungen (TRN), der jeweils aktuellen Anzahl an Erwerbstätigen, Angaben der Sekundärstatistik und der Jahresgradtagszahlen von 2013 bis 2017 - kann der Endenergieverbrauch der Jahre 2013 bis 2017 ermittelt und die zugehörige Aufteilung nach Anwendungen angegeben werden.

Wird diese in Tabelle 4-3 enthaltene Bilanzstruktur auf die Verbrauchsabgaben der AGEb übertragen ergeben sich die Anwendungsbilanzen nach Tabelle 4-4. Für den

gesamten Zeitbereich von 1994 bis 2017 ergibt sich danach für die einzelnen Anwendungen:

- **Beleuchtung:** Verbrauchszunahme bis 2013, danach Verbrauchsrückgang,
- **Mech. Energie:** Verbrauchsrückgang bis ungefähr zum Jahr 2014, danach wieder Verbrauchszunahme,
- **Warmwasser:** Verbrauchsabnahme bis etwa 2012, danach Stagnation,
- **Sonst. Prozesswärme:** Kontinuierlicher, leichter Verbrauchsrückgang bis 2011/2012, danach leichter Verbrauchsrückgang,
- **Prozesskälte:** weitgehend stagnierender Verbrauch,
- **Klimakälte:** Kontinuierliche Verbrauchszunahme,
- **IuK:** Deutliche Verbrauchszunahme bis zum Jahr 2017,
- **Raumheizung:** Verbrauchsrückgang bis etwa 2014, danach leichte Verbrauchszunahme.

Tabelle 4-3: Energieverbrauch nach Anwendungsarten im GHD-Sektor von 1994 bis 2017 (Verbrauchswerte IfE-Hochrechnung; TR, TRN)

		1994	2001	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Daten aus Hochrechnung IfE nach Anwendungsarten	Beleuchtung	32,0	48,6	49,1	50,5	49,7	48,0	48,0	48,0	47,3	46,5	47,2	48,7	47,5	47,1	45,2
	mech.Energie	60,0	70,1	58,6	60,4	63,4	61,2	61,6	60,7	64,2	60,6	63,0	65,5	69,3	68,4	67,0
	Warmwasser	25,1	19,2	17,2	17,5	17,2	16,8	18,2	17,5	17,6	17,4	17,3	17,9	17,7	18,1	18,2
	sonst.PW	30,6	30,5	36,2	33,3	33,8	34,0	32,4	29,2	29,2	27,8	27,3	28,5	28,8	29,5	29,2
	Prozesskälte	8,0	13,6	12,5	11,9	11,6	11,5	11,6	11,8	11,5	11,1	11,1	11,6	12,0	12,5	12,7
	Klimakälte	2,0	2,4	2,6	2,8	2,7	2,6	3,0	3,1	3,3	3,4	3,5	3,6	3,6	3,7	3,8
	IuK	10,4	15,0	20,1	21,2	21,6	21,8	21,7	21,7	21,4	21,2	21,6	22,3	22,2	22,9	23,6
	Raumheizung	265,4	235,9	221,5	219,2	207,2	205,9	198,6	212,2	185,4	202,8	209,3	188,9	192,9	196,2	194,2
	Summe	433,5	436,3	417,8	416,7	407,1	401,8	395,1	404,3	379,9	390,8	400,2	386,9	394,1	398,5	393,8

Tabelle 4-4: Energieverbrauch nach Anwendungsarten im GHD-Sektor von 1994 bis 2017 (Verbrauchswerte AGEb, Anwendungsarten nach IfE; TR, TRN)

		1994	2001	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Anwendungsarten Verbrauch AGEb; Anwendungsarten IFE	Beleuchtung	44,5	48,6	47,6	50,5	49,3	49,2	51,2	53,5	51,2	53,0	53,9	51,2	52,1	51,0	48,9
	mech.Energie	73,2	70,1	61,3	62,3	60,7	62,3	64,4	65,5	64,6	63,8	65,7	65,2	70,0	71,7	72,4
	Warmwasser	23,6	21,1	17,3	19,2	15,8	17,8	18,3	19,3	18,5	17,0	18,3	17,7	18,5	18,0	18,9
	sonst.PW	29,7	30,1	34,2	33,8	28,3	31,7	28,5	28,4	26,7	26,7	28,4	26,1	27,6	26,6	27,9
	Prozesskälte	10,6	12,7	12,0	11,9	11,5	11,8	12,3	13,2	12,4	12,6	12,6	12,1	13,2	13,5	13,7
	Klimakälte	2,5	2,5	2,4	2,7	2,5	2,5	3,0	3,3	3,4	3,6	3,8	3,6	3,8	3,8	3,9
	IuK	14,5	15,0	19,4	21,2	21,5	22,4	23,2	24,2	23,2	24,2	24,7	23,4	24,4	24,8	25,6
	Raumheizung	227,9	235,9	204,9	224,8	173,8	203,1	175,7	204,4	173,7	172,8	198,3	175,5	187,0	178,2	187,1
	Summe	426,5	436,0	399,1	426,4	363,4	400,8	376,5	411,8	373,9	373,7	405,6	375,0	396,6	387,8	398,4

Für den Zeitbereich nach 2017 wären auf Grund der Erneuerungsprozesse bei Arbeitsstätten (Abriss und Wiederaufbau) und neuer gewerblicher Betriebe an weiteren Verbrauchstendenzen zu erwarten: Rückgang beim Stromverbrauch für Beleuchtung, leichter Rückgang bei der Raumheizung, Zunahme bei der Klimakälte.

4.3 Anwendungsbilanzen für den GHD-Sektor im Zeitbereich von 2012 bis 2017

Für das Jahr 2012 liegen Verbrauchserhebungen zu Arbeitsstätten auf Grund einer Befragung von rd. 2000 Betrieben vor. Sie erlauben eine Hochrechnung des Energieverbrauches eines großen Teils des GHD-Sektors gegliedert nach Branchen (Splits), Energieträgern und nach 8 Energieanwendungen. Hinzu kommen Angaben aus der Sekundärstatistik, so dass für dieses Jahr Energieträger und Anwendungsbilanzen vorgelegt werden können.

Bei den Folgejahren 2013 bis 2017 muss auf die Ergebnisse dieses Stützjahres 2012 sowie auf Modellrechnungen zum Beleuchtungsstromverbrauch zurückgegriffen werden. Beim Energieverbrauch für die Anwendung **Heizen** wird dieser dabei über die Jahresgradtagszahlen für die einzelnen Jahre, auch unter Berücksichtigung der Zunahme an Erwerbstätigen, bestimmt. Bei allen übrigen Anwendungen errechnet sich der zugehörige Endenergieverbrauch über die Fortschreibung der spez. Energieverbräuche und der aktuellen Anzahl an Erwerbstätigen. Soweit für die einzelnen Gruppen aktuelle Verbrauchsdaten recherchiert werden konnten, wurden diese mit einbezogen. Damit liegen für diese Jahre Energieträger- und Anwendungsbilanzen auf Basis von Hochrechnungen (TR) vor.

Für den Zeitraum von 2013 bis 2017 wurden neben den Anwendungsbilanzen auf Basis der „Trendentwicklung“ (TR) auch solche unter Einbezug zusätzlicher Einflussfaktoren (Sozioökonomie und Anwendungstechnik), gekennzeichnet als „Trend neu“ (TRN), berechnet und nachfolgend mit aufgenommen.

Auf der Grundlage der Verbrauchsdaten der AGEb, die für den GHD-Sektor im Jahr 2012 einen Endenergieverbrauch von 373,7 TWh, im Jahr 2015 von 396,6 TWh, im Jahr 2016 von 387,8 TWh und im Jahr 2017 einen Endenergieverbrauch von 398,4 TWh ausweisen, wurden die zugehörigen Anwendungsbilanzen durch Adaption der IfE-Hochrechnungen erstellt. In Tabelle 4-5, Tabelle 4-6, Tabelle 4-7 und in Tabelle 4-8 sind diese Ergebnisse zusammengestellt. Sie erfassen dabei die zugrunde gelegten Energiemengen der Energiebilanz; „Solarthermie und Wärmepumpen“ wurden der Satellitenbilanz entnommen.

Unterschieden wird nach 8 Energieträgern und 8 Anwendungsarten.

Tabelle 4-5: Anwendungsbilanz des GHD-Sektors im Jahr 2012 (Basis)

2012	Anwendungsarten								Summe
	Beleuchtung [TWh/a]	mech. Energie [TWh/a]	Warmwasser [TWh/a]	sonst. PW [TWh/a]	Prozesskälte [TWh/a]	Klimakälte [TWh/a]	IKT [TWh/a]	Raumheizung [TWh/a]	
Kohle	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	1,2
Gas	0,0	0,2	5,0	8,6	0,1	0,6	0,0	86,5	101,0
Holz	0,0	0,0	1,3	2,0	0,0	0,0	0,0	20,3	23,6
Öl	0,0	0,0	3,9	8,3	0,0	0,0	0,0	46,7	59,0
Kraftstoffe	0,0	26,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	26,8
Fernwärme	0,0	0,0	0,6	0,7	0,0	0,0	0,0	11,9	13,3
Solarthermie	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,4
Summe	0,0	27,1	11,2	19,6	0,1	0,6	0,0	166,7	225,3
Strom	53,0	36,8	5,6	7,0	12,5	3,0	24,2	5,7	148,0
Wärmepumpen	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,4
Summe Endenergie	53,0	63,8	17,0	26,7	12,6	3,6	24,2	172,8	373,7
	14,2%	17,1%	4,5%	7,1%	3,4%	1,0%	6,5%	46,2%	100,0%

Tabelle 4-6: Anwendungsbilanz des GHD-Sektors im Jahr 2015 (TRN)

2015	Anwendungsarten								Summe
	Beleuchtung [TWh/a]	mech. Energie [TWh/a]	Warmwasser [TWh/a]	sonst. PW [TWh/a]	Prozesskälte [TWh/a]	Klimakälte [TWh/a]	IKT [TWh/a]	Raumheizung [TWh/a]	
Kohle	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	1,2
Gas	0,0	0,3	5,9	11,1	0,1	0,7	0,0	95,6	113,6
Holz	0,0	0,0	1,7	3,0	0,0	0,0	0,0	25,7	30,4
Öl	0,0	0,0	3,7	3,7	0,0	0,0	0,0	45,5	52,9
Kraftstoffe	0,0	31,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	31,7
Fernwärme	0,0	0,0	0,8	2,4	0,0	0,0	0,0	12,9	16,1
Solarthermie	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,4
Summe	0,0	31,9	12,4	20,2	0,1	0,7	0,0	180,9	246,2
Strom	52,1	38,1	5,9	7,4	13,1	3,1	24,4	5,8	149,9
Wärmepumpen	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,5
Summe Endenergie	52,1	70,0	18,5	27,6	13,2	3,8	24,4	187,0	396,6
	13,1%	17,7%	4,7%	7,0%	3,3%	1,0%	6,1%	47,2%	100,0%

Tabelle 4-7: Anwendungsbilanz des GHD-Sektors im Jahr 2016 (TRN)

2016	Anwendungsarten								Summe [TWh/a]
	Beleuchtung [TWh/a]	mech. Energie [TWh/a]	Warmwasser [TWh/a]	sonst. PW [TWh/a]	Prozesskälte [TWh/a]	Klimakälte [TWh/a]	IKT [TWh/a]	Raumheizung [TWh/a]	
Kohle	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3
Gas	0,0	0,2	5,5	11,0	0,1	0,7	0,0	94,2	111,6
Holz	0,0	0,0	1,6	2,5	0,0	0,0	0,0	21,8	25,9
Öl	0,0	0,0	3,6	3,7	0,0	0,0	0,0	45,3	52,5
Kraftstoffe	0,0	32,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	32,7
Fernwärme	0,0	0,0	0,7	1,9	0,0	0,0	0,0	10,0	12,7
Solarthermie	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,5
Summe	0,0	33,0	11,8	19,1	0,1	0,7	0,0	171,6	236,2
Strom	51,0	38,8	6,1	7,6	13,5	3,2	24,8	6,1	151,0
Wärmepumpen	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,6
Summe Endenergie	51,0	71,7	18,0	26,6	13,5	3,8	24,8	178,2	387,8
	13,2%	18,5%	4,6%	6,9%	3,5%	1,0%	6,4%	46,0%	100,0%

Tabelle 4-8: Anwendungsbilanz des GHD-Sektors im Jahr 2017 (TR)

2017	Anwendungsarten								Summe [TWh/a]
	Beleuchtung [TWh/a]	mech. Energie [TWh/a]	Warmwasser [TWh/a]	sonst. PW [TWh/a]	Prozesskälte [TWh/a]	Klimakälte [TWh/a]	IKT [TWh/a]	Raumheizung [TWh/a]	
Kohle	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2
Gas	0,0	0,2	5,4	10,9	0,1	0,7	0,0	96,1	113,4
Holz	0,0	0,0	2,1	3,3	0,0	0,0	0,0	29,0	34,5
Öl	0,0	0,0	3,4	3,5	0,0	0,0	0,0	44,3	51,2
Kraftstoffe	0,0	32,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	32,7
Fernwärme	0,0	0,0	0,8	2,0	0,0	0,0	0,0	11,9	14,7
Solarthermie	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,4
Summe	0,0	32,9	12,1	19,7	0,1	0,7	0,0	181,6	247,1
Strom	54,1	37,4	5,9	7,2	12,9	3,1	24,3	5,8	150,7
Wärmepumpen	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,6
Summe Endenergie	54,1	70,3	18,2	27,0	13,0	3,7	24,3	187,8	398,4
	13,6%	17,6%	4,6%	6,8%	3,3%	0,9%	6,1%	47,1%	100,0%

Tabelle 4-9: Anwendungsbilanz des GHD-Sektors im Jahr 2017 (TRN)

2017	Anwendungsarten								Summe
	Beleuchtung [TWh/a]	mech. Energie [TWh/a]	Warmwasser [TWh/a]	sonst. PW [TWh/a]	Prozesskälte [TWh/a]	Klimakälte [TWh/a]	IKT [TWh/a]	Raumheizung [TWh/a]	
Kohle	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2
Gas	0,0	0,3	5,6	11,2	0,1	0,7	0,0	95,5	113,4
Holz	0,0	0,0	2,2	3,3	0,0	0,0	0,0	28,9	34,5
Öl	0,0	0,0	3,5	3,6	0,0	0,0	0,0	44,1	51,2
Kraftstoffe	0,0	32,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	32,7
Fernwärme	0,0	0,0	0,8	2,1	0,0	0,0	0,0	11,8	14,7
Solarthermie	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,4
Summe	0,0	33,0	12,5	20,3	0,1	0,7	0,0	180,6	247,1
Strom	48,9	39,4	6,2	7,6	13,6	3,2	25,6	6,1	150,7
Wärmepumpen	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,6
Summe Endenergie	48,9	72,4	18,9	27,9	13,7	3,9	25,6	187,1	398,4
	12,3%	18,2%	4,7%	7,0%	3,4%	1,0%	6,4%	47,0%	100,0%

Unter Einbezug der Anwendungsbilanzen für den GHD-Sektor in den Jahren 2015 und 2016 sowie der Zeit-Trend-Extrapolation der einzelnen Anwendungsarten kann mit Tabelle 4-9 auch für das Jahr 2017 eine Anwendungsbilanz erstellt werden, die noch belastbare Aussagen liefert.

Zur Diskussion der Verbrauchsergebnisse nach Anwendungsarten des Jahres 2017 können die in der letzten Zeile ausgewiesenen Anteile am gesamten Endenergieverbrauch herangezogen werden:

- Es dominiert der Wärmeeinsatz mit insgesamt 58,7 %, davon 47 % für Raumheizung, 7,0 % für Prozesswärme und 4,7 % für die Warmwasserbereitung.
- Der Einsatz für Prozesskälte (3,4 %) und Klimakälte (1,0 %) - in der Regel elektrische Energie für die Kompressorenantriebe – erreicht zusammen mit dem Strom- und Kraftstoffeinsatz motorischer Antriebe (18,2 %) insgesamt den 2.-höchsten Anteil mit insgesamt 22,6 %.
- Der Aufwand für die Beleuchtung liegt mit 12,3 % an 3. Stelle.
- Der Energieaufwand für die Anwendung „Information und Kommunikation“ erreicht aktuell einen Wert von 6,4 % und stellt einen bemerkenswerten Anteil dar.

Eine grafische Umsetzung der Ergebnisse erfolgt mit der Abbildung 4-2, der Abbildung 4-3, der Abbildung 4-4 und der Abbildung 4-5 für das Jahr 2017. Der äußere Ring der beiden Kreisdiagramme enthält jeweils die prozentualen Anteile der einzelnen Anwendungen und dazu zugehörig im Innenkreis die Aufteilung nach Energieträgern. Damit wird schnell ersichtlich, wo die Anwendungsschwerpunkte liegen und welche Energieträger vorrangig eingesetzt werden.

Abbildung 4-2: Endenergieverbrauch (incl. Solarthermie und Wärmepumpen) im GHD-Sektor nach Anwendungsarten und Energieträgern für das Jahr 2012 (Basis)

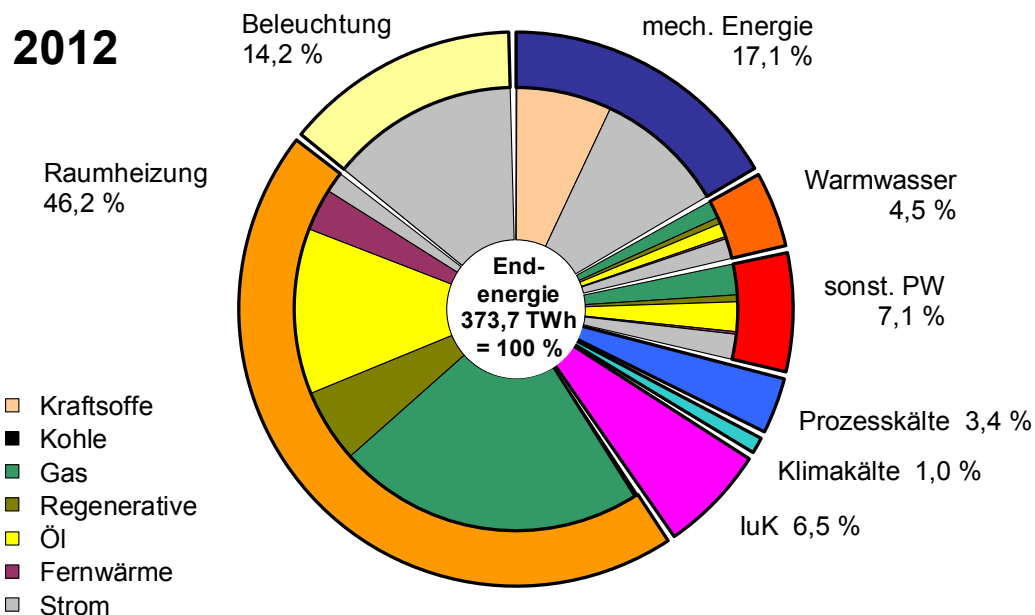


Abbildung 4-3: Endenergieverbrauch (incl. Solarthermie und Wärmepumpen) im GHD-Sektor nach Anwendungsarten und Energieträgern für das Jahr 2015 (TRN)

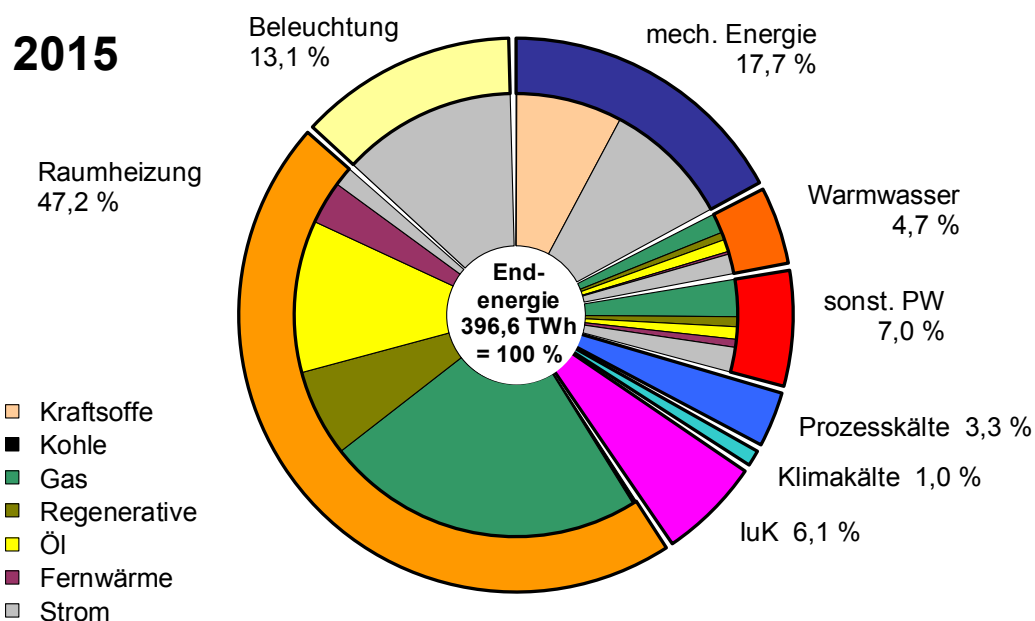


Abbildung 4-4: Endenergieverbrauch (incl. Solarthermie und Wärmepumpen) im GHD-Sektor nach Anwendungsarten und Energieträgern für das Jahr 2016 (TRN)

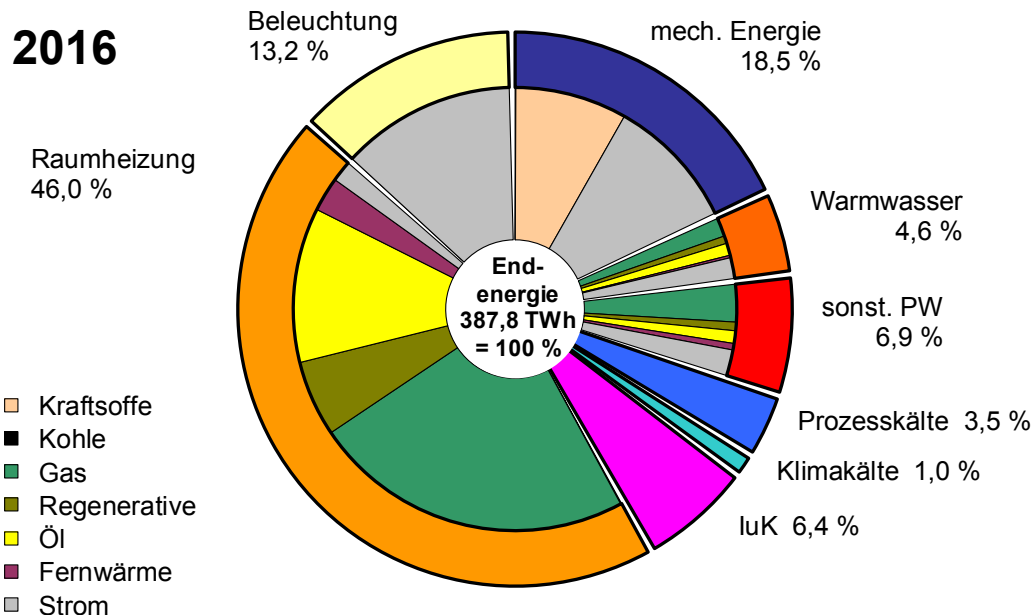
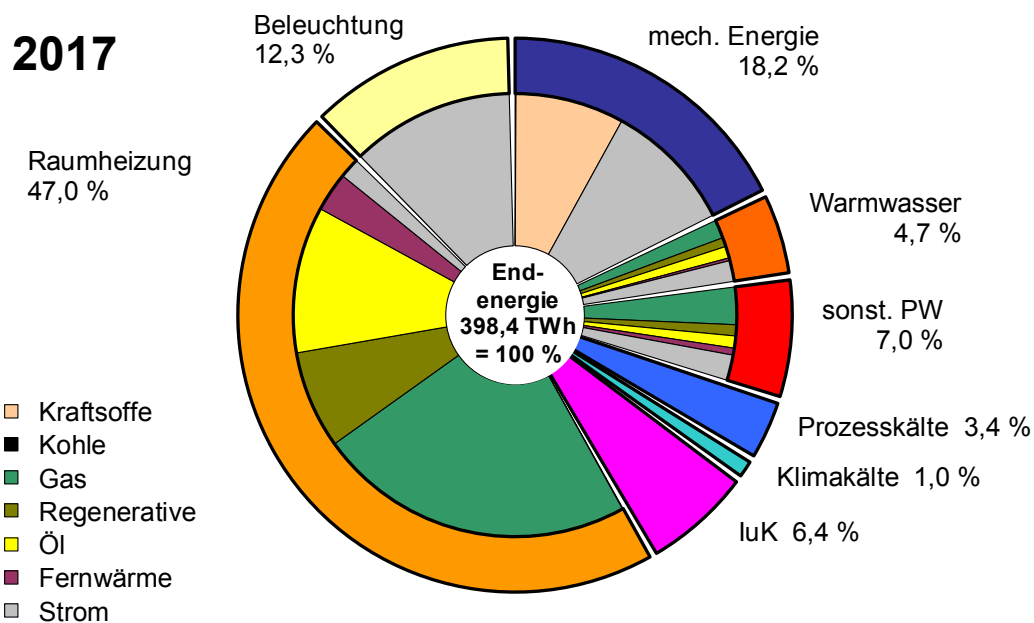


Abbildung 4-5: Endenergieverbrauch (incl. Solarthermie und Wärmepumpen) im GHD-Sektor nach Anwendungsarten und Energieträgern für das Jahr 2017 (TRN)



5 Ausblick

Mit der Vorlage der Energieanwendungsbilanzen 2012 bis 2017, in denen nach Anwendungsarten und Energieträgern unterschieden werden konnte, können mit den Zusatzinformationen zum Energieverbrauch der 14 Gruppen des GHD-Sektors, den Anwendungsbilanzen dieser Jahre und den zugehörigen Gradtagszahlen zwischenzeitlich auch auf der Nutzenenergieebene Energiebilanzen erstellt werden, die nach einer Temperaturbereinigung auch Aufschluss über die effektiv erreichte Energieeffizienz im GHD-Sektor für den Zeitbereich von 2005 bis 2017 und perspektivische Hinweise zur aktuellen Verbrauchsentwicklung geben können.

Abschließend muss darauf hingewiesen werden, dass bei einem nahezu stagnierenden Endenergieverbrauch die Zeit-Trend-Extrapolationen, basierend auf den Befragungen der Arbeitsstätten zum Energieverbrauch bis zum Jahr 2012, allein bei den verschiedenen Anwendungsarten nur noch bedingt belastbare Aussagen liefern, bei Ausbleiben einer oder weiterer Stützstellen (z.B. Erhebungen für das Jahr 2018) solche Aussagen nur noch mit Einschränkungen möglich sind.

Dieses Defizit wurde in der vorliegenden Arbeit insofern reduziert, als der Einbezug aktueller sozioökonomischer Einflüsse und signifikanter technologischer Veränderungen plausiblere und zielsicherere Angaben zu einer aktuellen Anwendungsbilanz für den GHD-Sektor ermöglichten.

6 Literatur

- Geiger, B., Gruber, E., Megele, W. (1999): Energieverbrauch und Einsparung in Gewerbe, Handel und Dienstleistung. Heidelberg: Physica-Verlag (*im Bericht auch zitiert als (Vorgänger)Studie /1/*)
- Fraunhofer ISI, DIW, GfK, IE, IfE/TUM (2004): Energieverbrauch der privaten Haushalte und des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD). Abschlussbericht an das Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit. Karlsruhe, Berlin, Nürnberg, Leipzig, München, April 2004 (*im Bericht auch zitiert als (Vorgänger)Studie /2/*)
- Fraunhofer ISI, IfE/TUM, GfK (2009): Energieverbrauch des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) für die Jahre 2004 bis 2006. Abschlussbericht an das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) und an das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU). Karlsruhe, München, Nürnberg, Mai 2009 (*im Bericht auch zitiert als (Vorgänger)Studie /3/*)
- Fraunhofer ISI, IfE/TUM, Geiger, GfK (2015): Energieverbrauch des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) für die Jahre 2011 bis 2013. Abschlussbericht an das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi). Karlsruhe, München, Nürnberg, Februar 2015 (*im Bericht auch zitiert als (Vorgänger)Studie /4/*)
- /SB-1/ Statistisches Bundesamt: Auswertungen aus dem Unternehmensregister für die Berichtsjahre 2003-2015. Wiesbaden, versch. Jgg.
- /SB-2/ Statistisches Bundesamt: Fachserie 18, Reihe 1.4. Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen. Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, versch. Jgg.
- /SB-3/ Statistisches Bundesamt: Statistisches Jahrbuch für die Bundesrepublik Deutschland. Wiesbaden, versch. Jgg.
- GEKLES, Gewerbeklassifizierung mit Energiestrukturen: Geiger/Kleeberger; München 2008-2015; © Geiger
- GeGrA, Instrument zur Ermittlung bevölkerungsgewichteter Gradtagzahl Abweichungen in Deutschland, Lehrstuhl für Energiewirtschaft und Anwendungstechnik; TU München 1975-2010
- /LÖ/ Ladenöffnungszeiten in Deutschland,
www.schnelle-online.info/Ladenöffnungszeiten.htm
- /AZD/ Arbeitszeitreport Deutschland 2016, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin
- /WSI/ Report, Arbeitszeiten in Deutschland, Nadine Absenger et al. Nov. 2014
- /WW/ Wirtschaftswoche, Mehrarbeit gehört zum guten Ton;
www.wiwo.de/erfolg/beruf/ueberstunden-mehrarbeit-g...
- /SP/ Karriere Spiegel; Deutsche leisten mehr Überstunden;
www.spiegel.de/karriere/studie-deutsche-leisten-mehr-u

/LED-1/ Preisverfall bei LED's und weitere Entwicklungen auf dem Beleuchtungsmarkt.
www.lampe.de/magazin/preisverfall-bei-leds-und-weitere... 2012

/LED-2/ Aktuelle Umfrageergebnisse zum LED-Markt in Deutschland.
www.pressebox.de/pressemitteilung/antaris/Aktuelle... 2016

/LED-3/ Die aktuellen Trends auf dem LED-Markt; Elektronik-Praxis; Todd/Härter, 2016

/LED-4/ In- und Auslandsumsatz in der deutschen Beleuchtungsindustrie in den Jahren 2005 bis 2017; <https://statista.com/statistik/daten/studie/261067/umfrage...>

/DG/ Technische Daten zu LED-Lampen mit Preisen. David Geiger; 10/2018, unveröffentlicht

/G-K/ GHD-Beleuchtungsmodell. Bestands-, Gebrauchs- und Leistungsdaten. 11/2017; unveröffentlicht