

CLIMATE CHANGE

06/2012

# Datenbasis zur Bewertung von Energieeffizienz- maßnahmen 2007

(Auswertung für 2007)



UMWELTFORSCHUNGSPLAN DES  
BUNDESMINISTERIUMS FÜR UMWELT,  
NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT

Forschungskennzahl 3708 42 129  
UBA-FB 001574/2007

## **Datenbasis zur Bewertung von Energieeffizienzmaßnahmen 2008 (Auswertung für 2007)**

von

**Friedrich Seefeldt, Marco Wunsch**  
Prognos AG, Berlin

**Barbara Schlomann, Tobias Fleiter, Andreas Gerspacher**  
Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (FhG-ISI),  
Karlsruhe

**Dr. Bernd Geiger, Heinrich Kleeberger, Dr. Hans-Joachim Ziesing**  
TU München Lehrstuhl für Energiewirtschaft und Anwendungstechnik,  
München

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

**UMWELTBUNDESAMT**

Diese Publikation ist ausschließlich als Download unter <http://www.uba.de/uba-info-medien/4266.html> verfügbar. Hier finden Sie auch einen Bericht aus 2008.

Die in der Studie geäußerten Ansichten und Meinungen müssen nicht mit denen des Herausgebers übereinstimmen.

ISSN 1862-4359

Durchführung  
der Studie:

Prognose AG  
Goethestraße 85  
10623 Berlin

TU München - Lehrstuhl für Energiewirtschaft und  
Anwendungstechnik  
Arcisstr. 21  
80333 München

FhG-ISI  
Breslauer Str. 48  
76139 Karlsruhe

Abschlussdatum:

September 2010

Herausgeber:

Umweltbundesamt  
Wörlitzer Platz 1  
06844 Dessau-Roßlau  
Tel.: 0340/2103-0  
Telefax: 0340/2103 2285  
E-Mail: [info@umweltbundesamt.de](mailto:info@umweltbundesamt.de)  
Internet: <http://www.umweltbundesamt.de>  
<http://fuer-mensch-und-umwelt.de/>

Redaktion:

Fachgebiet I 2.5 Energieversorgung und -daten  
Reinhard Böhnke

Dessau-Roßlau, März 2012

## Inhalt

Verzeichnis der Tabellen.....	5
Verzeichnis der Abbildungen .....	9
<b>Zusammenfassung.....</b>	<b>11</b>
<b>Executive Summary .....</b>	<b>15</b>
<b>Ziel des Projekts.....</b>	<b>19</b>
<b>1 Methodische Grundlagen .....</b>	<b>20</b>
1.1 Methodische Herausforderungen.....	20
1.2 Gliederung der Energiebilanz.....	22
1.2.1 Teilbereiche der Energiebilanz.....	22
1.2.2 Differenzierung des Endenergieverbrauchs .....	24
1.3 Datenbasis der Energiebilanz .....	26
1.4 Verfügbarkeit und Aktualität der Energiebilanz .....	29
1.5 Ungenauigkeiten und Probleme der Energiebilanz in den Endverbrauchssektoren .....	30
1.5.1 Private Haushalte.....	31
1.5.2 Gewerbe, Handel und Dienstleistungen.....	32
1.5.3 Industrie .....	33
1.6 Methodik der Stichprobenerhebung .....	34
1.7 Methodik der Energieanwendungsbilanz .....	36
1.8 Methodik einer Nutzenergiebilanz .....	39
<b>2 Beschreibung der Berechnungsmethoden.....</b>	<b>41</b>
2.1 Vorgehen im Sektor der Privaten Haushalte .....	41
2.1.1 Raumwärme.....	43
2.1.2 Warmwasser .....	46
2.1.3 Kochen .....	48
2.1.4 Beleuchtung .....	49
2.1.5 Klimatisierung.....	50
2.1.6 Haushaltsgroßgeräte.....	51

2.1.7	IKT-Geräte .....	54
2.1.8	Sonstige Verbraucher .....	54
2.1.9	Methodische Ansätze zur Fortschreibung und Verbesserung der Datengrundlage für den Sektor der Privaten Haushalte.....	54
2.2	Vorgehen im Sektor GHD.....	56
2.2.1	Endenergieverbrauch im GHD-Sektor nach Energieträgern und Branchen.....	57
2.2.2	Methode zur Ermittlung von GHD-Anwendungsbilanzen .....	71
2.2.3	Methode zur Ermittlung einer GHD-Nutzenergiebilanz .....	77
2.2.4	Ansätze zur Verbesserung der Datengrundlage im GHD- Sektor.....	82
2.3	Vorgehen im Sektor Industrie.....	83
2.3.1	Endenergieverbrauch nach Energieträgern und Branchen .....	83
2.3.2	Endenergieverbrauch nach industriellen Prozessen .....	84
2.3.3	Stromverbrauch der Industrie nach Anwendungen .....	87
2.3.4	Brennstoffverbrauch der Industrie nach Anwendungen .....	98
2.3.5	Wärmebedarf nach Branchen und Temperaturniveaus.....	99
2.3.6	Methodische Ansätze zur Fortschreibung und Verbesserung der Datengrundlage für den Sektor Industrie ...	102
<b>3</b>	<b>Ergebnisse: Differenzierung des Endenergieverbrauchs 2007 .....</b>	<b>104</b>
3.1	Ergebnisse im Sektor: Private Haushalte .....	106
3.1.1	Endenergieverbrauch nach Energieträgern (Ebene 1).....	106
3.1.2	Endenergieverbrauch nach Verwendungszweck (Ebene 2)....	107
3.1.3	Endenergieverbrauch der Elektrogeräte, sonstigen Geräte sowie für die Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser (Ebene 3) .....	110
3.2	Ergebnisse im Sektor: Gewerbe, Handel und Dienstleistungen.....	115
3.3	Ergebnisse im Sektor: Industrie .....	121
3.3.1	Endenergieverbrauch Gesamt (Ebene 1).....	121
3.3.2	Endenergieverbrauch nach Branchen, Prozessen und Energieträgern (Ebene 2).....	121
3.3.3	Endenergieverbrauch nach Branchen und Anwendungen (Ebene 3) .....	124
3.3.4	Endenergieverbrauch zur Wärmebereitstellung (Ebene 4) .....	129

<b>4</b>	<b>Anhang</b> .....	<b>133</b>
4.1	Glossar.....	133
4.2	Literaturverzeichnis .....	134
4.3	Umrechnungsfaktoren.....	137
4.4	Charakterisierung der verwendeten Datenquelle im Sektor PHH nach Anwendungssystemen.....	138
4.5	Charakterisierung der verwendeten Datenquelle im GHD- Sektor.....	143
4.6	Charakterisierung der verwendeten Datenquelle im Industrie-Sektor.....	146

## Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 1-1	Gliederung des Endenergieverbrauchs .....	25
Tabelle 1-2	Zuordnung der Wirtschaftszweige im Sektor "Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden, Verarbeitendes Gewerbe" nach der Klassifikation der Wirtschaftszweige .....	26
Tabelle 1-3:	Datenquellen der Energiebilanz .....	28
Tabelle 1-4:	Abgrenzung der Anwendungsbereiche für Brenn- und Kraftstoffe, Fernwärme und Sonstige .....	37
Tabelle 1-5:	Abgrenzung der Anwendungsbereiche für elektrische Energie .....	38
Tabelle 2-1:	Annahmen zum spez. Endenergieverbrauch für Raumwärme nach Gebäudegröße und Baualter (für den Bestand im Jahr 2007) .....	45
Tabelle 2-2:	Mittlerer Jahresnutzungsgrad der Heizungssysteme zur Erzeugung von Raumwärme nach verwendeten Energieträgern (Bestand 2007) inkl. Speicherung und Verteilung .....	46
Tabelle 2-3:	Mittlerer Jahresnutzungsgrad von Systemen zur Warmwassererzeugung nach Energieträgern inkl. Speicherung und Verteilung (Bestand 2007).....	47
Tabelle 2-4:	Elektroherde (Backkomponente); spezifischer Verbrauch.....	49
Tabelle 2-5:	Wäschetrockner; spezifischer Verbrauch* .....	52
Tabelle 2-6:	Geschirrspüler; spezifischer Verbrauch.....	52



Tabelle 2-7: Kühlschränke, Kühl-Gefrierkombigeräte, Gefriergeräte; spezifischer Verbrauch .....	53
Tabelle 2-8: Bezugseinheiten- (BZE) und Erwerbstätigenstruktur im GHD-Sektor .....	60
Tabelle 2-9: Stichprobenumfang der Gruppen, Anhaltswerte, Obergrenzen und Ergebnisse beim spez. Stromverbrauch für 2006 .....	62
Tabelle 2-10: Stichprobenumfang der Gruppen, Anhaltswerte, Obergrenzen und Ergebnisse beim spez. Brennstoffverbrauch für 2006 .....	65
Tabelle 2-11: Hochrechnung des Strom- und Brennstoffverbrauchs für das Jahr 2006 (Basis: „BZE alt“ und „BZE neu“) – Ist-Verbrauch 2006 .....	66
Tabelle 2-12: Hochgerechneter Verbrauch an Brennstoffen nach Energieträgern im Sektor GHD für das Jahr 2006, Basis „BZE neu“ .....	69
Tabelle 2-13: In GEKLES enthaltene charakteristische Typbetriebe.....	73
Tabelle 2-14: Informationsbasis zur Ermittlung der Energieanwendungsstruktur im GHD-Sektor.....	76
Tabelle 2-15: Zuordnung der in der Energiebilanz ausgewiesenen Industriebranchen zur WZ-Systematik der Wirtschaftszweige....	84
Tabelle 2-16: Beschäftigte in der Industrie nach Branchen 2007 .....	89
Tabelle 2-17: Flächenbedarf in der Industrie nach Branchen 2007.....	90
Tabelle 2-18: Stromverbrauch für IKT-Anwendungen in der Industrie nach Branchen in 2007 .....	91
Tabelle 2-19: Klimatisierungsgrad und resultierende klimatisierte Fläche nach Industriebranchen .....	92
Tabelle 2-20: Anteile der gebäude- und beschäftigtenbezogene Anwendungen am industriellen Stromverbrauch im Jahr 2007 .....	93
Tabelle 3-1: Differenzierung des Energieverbrauchs auf vier Ebenen .....	105
Tabelle 3-2: Ergebnisse der Berechnungen (Ebene 1, nicht temperaturbereinigt) im Vergleich mit den Ergebnisse der Energiebilanz 2007.....	106





Tabelle 3-3: Endenergieverbrauch der Haushalte nach Verwendungszweck und Energieträgern im Jahr 2007, nicht temperaturbereinigt .....	109
Tabelle 3-4: Stromverbrauch und Geräteanzahl der Elektroherde und großen Haushaltsgeräte in Haushalten nach Effizienzklassen für das Jahr 2007 .....	110
Tabelle 3-5: Stromverbrauch der IKT-Geräte und der Sonstigen Verbraucher in Haushalten.....	111
Tabelle 3-6: Endenergiebedarf der Haushalte für Raumwärme nach Gebäudegröße, Baualter und Energieträger (ohne Kaminholz) für das Jahr 2007, temperaturbereinigt im Vergleich zu nicht-temperaturbereinigt.....	113
Tabelle 3-7: Endenergieverbrauch der Haushalte für Warmwasser nach Gebäudegröße, Baualter und Energieträger für das Jahr 2007 .....	114
Tabelle 3-8: Hochrechnungsergebnis zum Endenergieverbrauch im GHD-Sektor des Jahres 2007; Ist-Werte nicht temperaturbereinigt .....	116
Tabelle 3-9: Angaben der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen zum Energieabsatz im GHD-Sektor des Jahres 2007 .....	117
Tabelle 3-10: EEV nach Branchen, Wirtschaftsgruppen und Energieträgern im GHD-Sektor des Jahres 2007; Ist-Werte nicht temperaturbereinigt.....	117
Tabelle 3-11: Endenergieverbrauch nach Verwendungszwecken und Branchen bzw. Wirtschaftsgruppen im GHD-Sektor des Jahres 2007; Ist-Werte nicht temperaturbereinigt.....	118
Tabelle 3-12: Nutzenergieverbrauch nach Branchen im GHD-Sektor des Jahres 2007; Ist-Werte nicht temperaturbereinigt.....	119
Tabelle 3-13: Nutzungsgrade nach Branchen im GHD-Sektor des Jahres 2007 .....	120
Tabelle 3-14: Endenergieverbrauch der Industrie nach Branchen, Prozessen und Energieträgern (Ebene 2) im Jahr 2007 .....	122
Tabelle 3-15: Stromverbrauch der Industrie nach Branchen und Anwendungen (Ebene 3) im Jahr 2007 Teil 1: elektrische Antriebe .....	125



Tabelle 3-16: Stromverbrauch der Industrie nach Branchen und Anwendungen (Ebene 3) im Jahr 2007 Teil 2: Wärme, Beleuchtung und IKT .....	126
Tabelle 3-17: Brennstoffverbrauch der Industrie nach Branchen und Anwendungen (Ebene 3) im Jahr 2007 .....	127
Tabelle 3-18: Endenergieverbrauch für die Wärmebereitstellung nach Branchen und Temperaturniveau (Ebene 4) im Jahr 2007 .....	130
Tabelle A-4-1: Vorsatzzeichen und entsprechende Faktoren .....	137
Tabelle A-4-2: Umrechnungsfaktoren Energieeinheiten.....	137

## Verzeichnis der Abbildungen

Abbildung 2-1:	Bereiche der Energiebilanz .....	23
Abbildung 2-2:	Entwicklung des Endenergieverbrauchs der Privaten Haushalte nach Energieträgern 2003-2007 gemäß den Energiebilanzen (Stand 2009) .....	32
Abbildung 2-3:	Entwicklung des Endenergieverbrauchs im Sektor GHD nach Energieträgern 2003-2007 gemäß den Energiebilanzen (Stand 2009) .....	33
Abbildung 2-4:	Entwicklung des Endenergieverbrauchs im Industrie-Sektor nach Energieträgern 2003-2007 gemäß den Energiebilanzen (Stand 2009) .....	34
Abbildung 3-1:	Schema: Energieverbrauchsberechnung (Bottom-Up-Verfahren).....	41
Abbildung 3-2:	Schema: Summierung der einzelnen Teilelemente und Kalibrierung auf die Energiebilanz .....	42
Abbildung 3-3:	Schema: Summierung der einzelnen Teilelemente ohne Kalibrierung auf die Energiebilanz .....	43
Abbildung 3-4:	Struktur zur Berechnung des Endenergiebedarfs für Raumwärme .....	44
Abbildung 3-6:	Ablaufschema zur Ermittlung des Endenergieverbrauches im GHD-Sektor.....	58
Abbildung 3-7:	Schema zur Ermittlung einer Energieanwendungsbilanz für den GHD-Sektor .....	72
Abbildung 3-8:	Schema zur Erstellung einer Nutzenergiebilanz im GHD-Sektor .....	80
Abbildung 3-9:	Temperaturniveau nach Industriebranchen .....	100
Abbildung 4-1:	Endenergieverbrauch der Haushalte nach Energieträgern im Jahr 2007, Vergleich Berechnungsergebnisse (nicht temperatur-bereinigt) und Energiebilanz 2007 .....	107
Abbildung 4-2:	Endenergieverbrauch der Haushalte nach Energieträgern im Jahr 2007, nicht temperaturbereinigt..	108
Abbildung 4-3:	Endenergieverbrauch der Haushalte nach Verwendungszweck im Jahr 2007, nicht temperaturbereinigt.....	108



Abbildung 4-4:	Gerätebestand des Jahres 2007 nach Effizienzklassen in Haushalten.....	112
Abbildung 4-5:	Stromverbrauch des Gerätebestandes 2007 nach Effizienzklassen in Haushalten .....	112
Abbildung 4-6:	Endenergieverbrauch der Industrie nach Energieträgern 2007.....	123
Abbildung 4-7:	Endenergieverbrauch der Industrie nach Branchen 2007.....	124
Abbildung 4-8:	Stromverbrauch der Industrie nach Anwendungen im Jahr 2007.....	128
Abbildung 4-9:	Brennstoffverbrauch der Industrie nach Anwendungen im Jahr 2007.....	129
Abbildung 4-10:	Endenergieverbrauch für die Wärmebereitstellung in der Industrie nach Temperaturniveau im Jahr 2007 .....	131
Abbildung 4-11	Endenergieverbrauch für die Erzeugung von Wärme nach Temperaturniveau (Ebene 4) im Jahr 2007.....	132
Abbildung 5-1:	Verwendeten Quellen und Annahmen zur Berechnung des Energieverbrauchs für Raumwärme.....	139
Abbildung 5-2:	Verwendeten Quellen und Annahmen zur Berechnung des Energieverbrauchs für Waschmaschinen.....	140
Abbildung 5-3:	Verwendeten Quellen und Annahmen zur Berechnung des Energieverbrauchs für Kühlschränke, Kombi- und Gefriergeräte.....	141
Abbildung 5-4:	Verwendeten Quellen und Annahmen zur Berechnung des Energieverbrauchs für Geschirrspüler.....	142
Abbildung 5-5:	Verwendeten Datenquellen und Annahmen zur Berechnung des Energieverbrauchs für Wäschetrockner.....	142
Abbildung 5-6:	Verwendeten Quellen und Annahmen zur Berechnung des Energieverbrauchs für Herde.....	143

## Zusammenfassung

### Ziel der Studie

Die vorliegende Arbeit hat das Ziel, eine detaillierte und differenzierte Datenbasis zum Endenergie- und Nutzenergieverbrauch für Deutschland zu erstellen. Damit soll eine Basis geschaffen werden, um zukünftig die Entwicklung der Energieeffizienz in einzelnen Sektoren, bei einzelnen Anwendungssystemen und Verwendungszwecken verfolgen zu können. Die Bearbeitung des Projektes wurde statt für das ursprünglich vorgesehene Jahr 2008 für das Jahr 2007 durchgeführt, da die für die Bearbeitung zwingend notwendige Energiebilanz 2008 später als erwartet veröffentlicht wurde.

Die Studie wurde von einem Konsortium aus der Prognos AG, der Technischen Universität München (TUM) und dem Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung (FhG ISI) sowie von Herrn Dr. Ziesing erstellt. Im Fokus der Betrachtung standen die drei Endverbrauchssektoren Privaten Haushalte (Bearbeitung durch Prognos), Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (Bearbeitung durch TUM) und der Sektor Industrie (Bearbeitung durch ISI). Der Verkehrssektor wurde nicht betrachtet.

Bei der Differenzierung des Energieverbrauchs stand im Vordergrund, die Ergebnisse unter Verwendung von öffentlich verfügbaren Quellen möglichst einfach, transparent und nachvollziehbar zu berechnen bzw. zu schätzen. Um eine möglichst einfache Reproduzierbarkeit zu gewährleisten, wurde dabei -soweit möglich- nicht auf Modellergebnisse abgestellt. Der Schwerpunkt lag vielmehr auf der Ableitung primärstatistisch unterfütterter Berechnungsverfahren. In einzelnen Fällen, wo auf keine veröffentlichten Daten zurückgegriffen werden konnte und mit eigenen Modellrechnungen oder Expertenschätzungen gearbeitet werden musste, wurden die getroffenen Annahmen offen gelegt.

### Methodische Grundlagen

Im Kapitel 2 der Studie werden die prinzipiellen methodischen Herausforderungen bei der Erstellung von Energiestatistiken erörtert. Unter anderem werden Abgrenzungsprobleme zwischen Umwandlungsbereich und den Endverbrauchssektoren, den Endverbrauchssektoren untereinander sowie Probleme der Abgrenzung

zwischen dem Energieverkauf und eigentlichen Verbrauch (Lagerhaltung) beschrieben.

Detailliert wurde die deutsche Energiebilanz hinsichtlich ihrer Gliederung, ihrer Datenbasis und Aussagetiefe untersucht, mit besonderem Blick für die möglichen Probleme und Ungenauigkeiten in Bezug auf den Endenergieverbrauch in den drei untersuchten Sektoren.

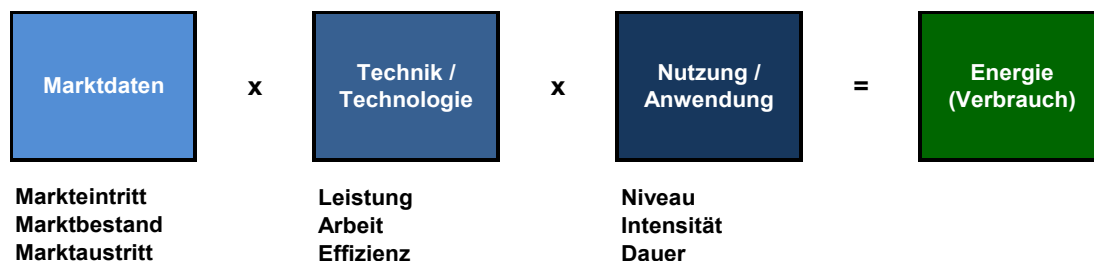
### Berechnungsmethoden zur Differenzierung des Endenergieverbrauchs

Für die drei Sektoren wurden entsprechend der Datenverfügbarkeit unterschiedliche Methoden verwendet, um den Endenergieverbrauch möglichst tief und fundiert zu disaggregieren. Im Sektor PHH wurden hauptsächlich Bottom-Up-Berechnungen durchgeführt. Für den GHD-Sektor wird der Endenergieverbrauch, im Wesentlichen auf Basis einer in regelmäßigen Abständen durchgeführte Befragung zum Energieverbrauch hochgerechnet. Die Berechnung im industriellen Sektor erfolgt sowohl über Top-Down-Betrachtungen als auch mit Hilfe von Bottom-Up-Rechnungen.

### Vorgehen im Sektor Private Haushalte

Im Sektor der Privaten Haushalte wurde der Endenergieverbrauch bottom-up berechnet. D.h. für jedes betrachtete Segment des Endenergieverbrauchs wurde mit Hilfe von Bestandsdaten, Angaben zur verwendeten Technik und zur Nutzung der jeweiligen Objekte der Energieverbrauch berechnet. Die folgende Abbildung zeigt das Vorgehen bei Bottom-Up-Rechnungen. Der Gesamtenergieverbrauch des Sektors ergibt sich durch die Summierung der einzelnen Teilelemente.

Abbildung 0-1: Schema: Energieverbrauchsberechnung (Bottom-Up-Verfahren)



Quelle: Prognos 2010

## Vorgehen im Sektor GHD

Für die Ermittlung des Endenergieverbrauchs im GHD-Sektor nach Energieträgern, einzelnen Subsektoren und Anwendungszwecken wird zunächst auf die Methodik der Stichprobenerhebung zurückgegriffen. Mit einer alle zwei Jahre erfolgenden Erfassung ausgewählter Arbeitsstätten aus 12 Gruppen wurden dazu im Vorhaben „Energieverbrauch des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) für die Jahre 2004 bis 2006“ energierelevante Daten abgefragt, die eine Analyse der Grobstruktur des Energieverbrauchs zulassen. Diese Informationsbeschaffung stützt sich auf Fragebögen und persönliche Interviews. Mit Hilfe einer statistisch abgesicherten Quotierung der zu befragenden Arbeitsstätten, die auch die Einflüsse von Betriebsgröße und Feinstruktur der 12 Gruppen einbezieht, werden die Voraussetzungen für eine weitestgehende repräsentative Erfassung für Deutschland geschaffen. Die Stichprobengröße beträgt etwa 2.000 Interviews.

## Vorgehen im Sektor Industrie

Im Sektor Industrie wird der Endenergieverbrauch nach Energieträgern, nach Branchen (in der WZ-Systematik der Wirtschaftszweige), nach industriellen Prozessen, nach Anwendungen (getrennt für Strom und Brennstoffe) und nach Temperaturniveaus differenziert.

Die Aufteilung des gesamten Endenergieverbrauchs der Industrie auf Energieträger und Branchen erfolgt auf Grundlage der Daten der Energiebilanz, die unverändert übernommen werden. Die Ermittlung des Energiebedarfs für industrielle Prozesse erfolgt, sofern vorhanden, mit Hilfe von Energieverbrauchsdaten aus der Energiestatistik des Statistischen Bundesamtes. Bei Prozessen, für die diese Werte nicht vorliegen, erfolgt die Berechnung mit Hilfe von Statistiken zur physischen Produktionsmenge unter Verwendung von Faktoren zum jeweiligen spezifischen Strom- bzw. Brennstoffbedarf.

Aufgrund der schlechten Datenverfügbarkeit zum Endenergieverbrauch nach Anwendungen im Verarbeitenden Gewerbe und der niedrigen Anzahl an durchgeführten Erhebungen wird – hauptsächlich auf der Basis der Anwendungsbilanzen – eine Aufteilung des Energieverbrauchs auf einzelne Verwendungszwecke sowie Industriebranchen durchgeführt.

Der nach Prozessen differenzierte Energieverbrauch wurde zusätzlich bzgl. des Temperaturniveaus der Wärmebereitstellung analysiert. Diese Informationen sind insbesondere relevant für die Abschätzung von Potenzialen für die Wärme-

bereitstellung durch Kraft-Wärme-Kopplung (KWK), durch Solarthermie oder zur verbesserten Nutzung von Abwärme.

## Ergebnisse

Für die drei betrachteten Sektoren konnte ein tief disaggregiertes Bild des Endenergieverbrauchs ermittelt werden. Der Endenergieverbrauch wurde für jeden Sektor in jeweils in mehrere hundert Einzelfelder zerlegt. Die Ergebnisse wurden vier verschiedenen (Differenzierung)-Ebenen zugeordnet. Ebene 1 hat die geringste Detailtiefe. Auf Ebene 2 und Ebene 3 steigt das Maß der Differenzierung der Ergebnisse an. Ebene 4 enthält für die Sektoren verschiedene Sonderauswertungen (zu Wirkungsgraden, Nutzenergie oder Temperaturniveau). Insgesamt ist es gut gelungen mit Hilfe öffentlich zugänglichen Daten die Ergebnisse zu berechnen.

Tabelle 0-1: Differenzierung des Energieverbrauchs auf vier Ebenen

	PHH	GHD	Industrie
Ebene 1	Gesamter EEV nach Energieträgern	Gesamter EEV nach Energieträgern	Gesamter EEV nach Energieträgern
Ebene 2	EEV nach Verwendungszweck bzw. Anwendungssystem nach Energieträgern	EEV nach Branchen und Wirtschaftsgruppen nach Energieträgern	EEV nach Branchen, Prozessen und Energieträgern
Ebene 3	EEV von Haushalts- und IKT-Geräten, Raumwärme und Warmwasser nach Gebäudetypen, Alter und Heizungssystemen	Verwendungszweck nach Branchen bzw. Wirtschaftsgruppen	Strom- und Brennstoffverbrauch nach Branchen und Anwendungen
Ebene 4	Nutzungsgrad der Heizungs- und Verteilsysteme (siehe Bericht)	Nutzenergieverbrauch nach Verwendungszweck und Branchen	EEV zur Wärmebereitstellung nach Branchen und Temperaturniveau



## **Executive Summary**

### **Objective of the study**

This study aims to provide a detailed data base regarding final and useful energy demand in Germany. It is supposed to serve as a basis for a future assessment of energy efficiency developments in separate sectors, applications and purposes. Different from the initial planning, the project was conducted with data for the reference year 2007 because the necessary energy balance for 2008 was published later than expected.

The project consortium consisted of Prognos AG, Technische Universität München (TUM), the Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research (FhG ISI) and Dr. Ziesing. The project focused on the three final consumption sectors “private households“ (responsibility of Prognos), “trade, commerce and services“ (TUM) and “industry“ (ISI), and it did not cover the transport sector.

With respect to the differentiation of energy demand, the main purpose was to provide results that are as transparent and comprehensible as possible by making estimates or calculations based on publicly available sources. To ensure a simple reproducibility, the results were – as much as possible – not produced by models. Instead, the main approach was to derive results from primary statistical data. In some cases, where no published data were available, models or expert estimates had to be used, and the associated assumptions were disclosed.

### **Methodological fundamentals**

Chapter 2 of the study presents general methodological challenges regarding the provision of energy statistics. Among other things, demarcation problems between the conversion and the final consumption sectors are described, as well as those related to energy sales and actual consumption (storage).

The German energy balance was assessed in detail with respect to its structure, data base, and depth – with a special focus on potential problems and inaccuracies regarding final energy consumption in the three sectors.

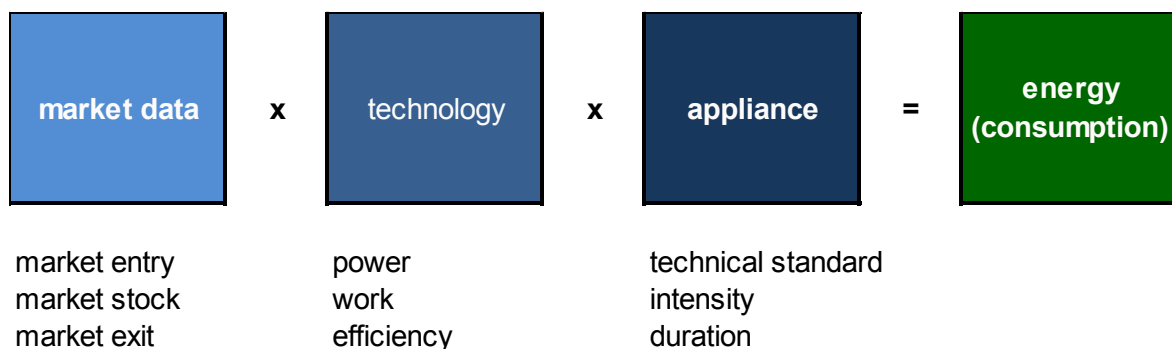
## Calculation methods for differentiating final energy consumption

For the three sectors, different methods were used, depending on data availability, to disaggregate final energy consumption as deeply as possible. For the sector “private households”, bottom-up calculations were mainly used. For the sector “trade, commerce and services”, final energy consumption was mainly derived from a survey regarding energy consumption that is conducted a regular intervals. The calculations for the industry sector consists of both top-down as well as bottom-up calculations.

### Approach for the sector “private households“

In the sector “private households“, final energy consumption was calculated with a bottom-up approach. That is, each segment of final energy consumption was calculated by means of data on the relevant stocks, technologies used, and the associated use of objects. The figure below illustrates the bottom-up approach. All segments add up to the total energy consumption in the sector “private households”.

Figure 0-1: Schematic calculation of energy consumption (bottom-up approach)



Source: Prognos 2010

### Approach for the sector “trade, commerce and services“

To determine final energy consumption in the sector “trade, commerce and services” by energy sources, sub-sectors and applications, a sampling method was used that relies on data from selected firms in 12 different groups in the context of the project “energy consumption of the sector trade, commerce and services” for the years 2004 until 2006. This method, which uses questionnaires and interviews, allows for a rough analysis of energy consumption. The statistical quota approach that reflects the company size and fine structure of the 12 groups es-

establishes the precondition for a representative sample for Germany. The sample size amounts to about 2.000 interviews.

## **Approach in the industry sector**

In the industry sector, final energy consumption is differentiated by energy sources, industry branches (according to the “WZ” system of industrial branches), industrial processes, applications (separated for electricity and fuels), and temperature levels.

The separation of total industrial final energy consumption into energy sources and branches is based on data from the energy balance, which remains unchanged. Energy demand for industrial processes is determined, if available, via energy demand data from the energy statistics of the German Federal Statistical Office. For those processes for which those data are unavailable, the calculation is based on statistics about physical production and factors about the corresponding specific electricity or fuel demand.

Given the limited data availability regarding final energy consumption in manufacturing by applications and the low number of related studies, the energy consumption is separated into individual applications and industrial branches, mainly with the aid of application balances.

In addition, the energy consumption differentiated by processes was analyzed with respect to the temperature level at which the heat was provided. This information is especially relevant for estimating the potential of heat supply through combined heat and power (CHP), through solar thermal systems or an improved use of waste heat.

## **Results**

For the three sectors, deeply disaggregated results regarding final energy consumption could be provided. For each sector, final energy consumption was decomposed into several hundreds of cells. The results were assigned to four different (differentiation) levels. Level 1 has the lowest depth in terms of details. In levels 2 and 3, the depth increases. Level 4 contains special analyses (regarding efficiencies, useful energy or temperature levels).

Table 0-1: Differentiation of energy consumption at four levels

	private households	“trade, commerce and services”	industry sector
level 1	final energy consumption subdivided by energy source	final energy consumption subdivided by energy source	final energy consumption subdivided by energy source
level 2	final energy consumption subdivided by application systems	final energy consumption subdivided by branches	final energy consumption subdivided by branches and industriell processes
level 3	final energy consumption of domestic appliances, heating, hot water-generation	final energy consumption of different applications subdivided by branches and sub-branches	power and fuel consumption subdivided by branches and industriell processes
level 4	efficiency factor of heating and hot water generation systems	useful energy of different applications	final energy consumption for heat production by temperature-level

## Ziel des Projekts

Die Erschließung aller vorhandenen und vorrangig der wirtschaftlichen Potenziale zur Energieeinsparung und Energieeffizienz ist eine grundlegende Voraussetzung für die Erreichung ambitionierter Energie- und klimapolitischer Ziele sowohl auf europäischer Ebene ("*20 20 20 in 2020*") als auch auf bundespolitischer Ebene, wie etwa der "*Verdopplung der Energieproduktivität*" sowie dem "*Integrierten Energie- und Klimaprogramm der Bundesregierung (Meseberg)*" [IEKP 2007].

Ferner verpflichtet die im Mai 2006 in Kraft getretene "*Richtlinie zu Endenergieeffizienz und zu Energiedienstleistungen*" (Richtlinie 2006/32/EG) ein Monitoring-system zur kontinuierlichen Messung und Dokumentation der Wirksamkeit aller getroffenen Maßnahmen einzurichten.

Das Projekt hat daher zum Ziel, eine harmonisierte, detaillierte und differenzierte Datenbasis zum Endenergie- und Nutzenergieverbrauch für das Jahr 2008 in Deutschland zu erstellen, mit dessen Hilfe die Steigerung der Energieeffizienz aufgezeigt und im zeitlichen Verlauf verfolgt werden kann.

In einem methodischen Arbeitsschritt wird aufgezeigt, wie die expertenbasierten und ingenieurtechnischen Schätzungen sukzessive in quantitativ und qualitativ besser unterfütterte, evtl. sogar in standardisierte Verfahren der Energiestatistik überführt werden können, damit mittelfristig ein kontinuierliches Effizienz-Monitoring auf Detailebene möglich wird.

Der vorliegende Bericht beschreibt im Kapitel 2 die wesentlichen methodischen Grundlagen. In Kapitel 3 werden die Berechnungsmethoden erläutert und abschließende im fünften Kapitel die Ergebnisse des differenzierten Endenergieverbrauchs für die drei untersuchten Sektoren dargestellt.

Die Bearbeitung des Projektes konnte, statt für das geplante Jahr 2008, nur für das Jahr 2007 durchgeführt werden, da die für die Bearbeitung zwingend notwendige Energiebilanz für das Jahr 2008 später als erwartet veröffentlicht wird und zum aktuellen Projektende (August 2010) noch nicht vorliegt.

# 1 Methodische Grundlagen

## 1.1 Methodische Herausforderungen

### *Das Problem der Energiedaten allgemein*

Deutschland verfügt über ein vergleichsweise differenziertes System zu Erfassung der Primär- und Endenergie im Umwandlungssektor in den Sektoren des Endenergieverbrauchs:

- Private Haushalte (PHH)
- Gewerbe Handel Dienstleistungen (GHD)
- Produzierendes Gewerbe (IND)
- Transport & Verkehr (TRA)

Trotz der im europäischen Vergleich guten energiestatistischen Basis bestehen auch deutliche Grenzen bzw. Unsicherheiten: so muss nicht nur jeweils ein Abgrenzungsproblem *zwischen* den genannten Sektoren des Endenergieverbrauchs gelöst werden, sondern auch ein Abgrenzungsproblem zum vorgelagerten Umwandlungssektor, in dem die Endenergie durch entsprechende Umwandlungsschritte aus Primärenergie in Kraftwerken, Gaswerken oder Raffinerien etc. bereitgestellt wird.

Ferner gibt es für diese Sektoren verschiedene, mögliche Untergliederungen in Form von Subsektoren bzw. Segmenten, etwa bei der Klassifizierung von Wirtschaftszweigen nach gängiger statistischer Abgrenzung [*NACE, WZ 2003 bzw. WZ 2008*]. bzw. ab derer gängiger Splits. Dieses lässt bereits die Probleme einer zunehmenden Datendisaggregation und Datenzuordnung erahnen.

Eine Verschärfung des Problems ergibt sich bei der Berücksichtigung weiterer Dimensionen des Endenergieverbrauchs, etwa die Differenzierung

- nach dem *Energieträger*  
(Mineralöl, Erdgas, Strom, Festbrennstoffe, Erneuerbare Energien etc...)
- nach dem *Anwendungsbereich*  
(Wärme, Licht, Kraft, etc...)

oder -dem Begriff nach scheinbar nur leicht, der Sache jedoch wesentlich verschoben-

- nach dem *Anwendungssystem*  
(Gebäude(-hülle / -beheizung), Geräte, Beleuchtung, Anlagen, etc...)

Gerade die Differenzierung des Endenergieverbrauchs nach der Systemebene ist die für das Thema Energieeffizienz relevante Dimension. Allerdings gibt es hierzu aus verschiedenen Gründen annähernd keine primärstatistischen Daten.

### ***Das Problem der Erhebungsebene***

Grundsätzlich empfiehlt sich die Unterscheidung von Energiedaten hinsichtlich verschiedener qualitativer Erfassungsmethoden:

- direkte Messung,
- Vollerhebung,
- Teilerhebung oder
- Stichprobe.

Es ist dabei zu berücksichtigen, dass bei allen Erfassungs- und Erhebungsschritten Fehler auftreten, selbst bei der direkten Messung<sup>1</sup>

Aufgrund nachvollziehbarer Restriktionen bei der Verarbeitung von größeren Datenmengen sind auf primärstatistischer Ebene nur Datenaggregate auf unterschiedlicher Erhebungsmethoden verfügbar. In der Regel ist die Datenqualität und Datenzuordnung:

- besser bei leitungsgebundenen Energieträgern mit integrierten Zählrichtungen (Strom, Erdgas, Fernwärme),
- schlechter bei nicht-leitungsgebundenen und sowie kurz- bis mittelfristig lagerbaren, sowie die durch den Endverbraucher (über Bilanzgrenzen hinweg), transportierbaren Energieträgern wie Festbrennstoffe, Heizöl, Flüssiggas, Ottokraftstoffe, Diesel oder Flugbenzin.

---

1 auch auf der physikalischen Ebene erfolgt die Messung von Energie in der Regel indirekt, wie z. B. über die Messung von physikalischen Größen wie Temperatur, Druck, Geschwindigkeit oder elektromagnetischen Effekten. Dabei handelt es sich um Fragen der Messtechnik und dies soll im Rahmen des vorliegenden Vorhabens nicht vertieft werden.

## 1.2 Gliederung der Energiebilanz

### 1.2.1 Teilbereiche der Energiebilanz

Die Energiebilanz bietet eine Übersicht der energiewirtschaftlichen Wertschöpfungsstufen in Form einer Matrix. Sie erlauben damit nicht nur Aussagen über den Verbrauch von Energieträgern in den einzelnen Sektoren, sondern geben ebenso Auskunft über ihren Fluss von der Erzeugung bis zur Verwendung in den unterschiedlichen Erzeugungs-, Umwandlungs- und Verbrauchsbereichen. Die Bilanzmatrizen in der heutigen Form umfassen 30 Energieträger sowie 57 Elemente für alle Bereiche von der Erzeugung über die Umwandlung bis hin zu den Endenergiesektoren. Insgesamt enthält die Matrix rund 500 originäre empirische Daten.

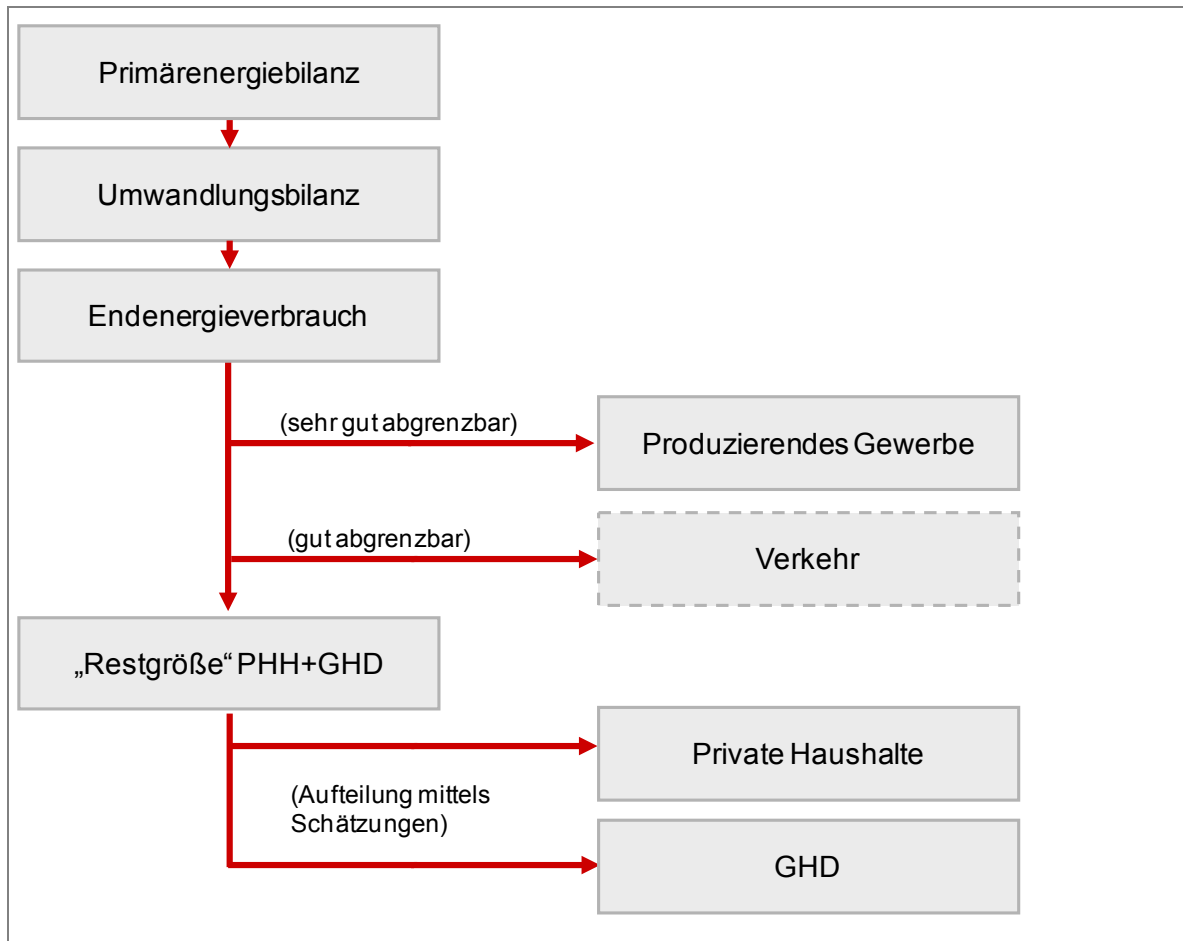
Dabei ist zu erwähnen, dass die Energiebilanzen auch einige Schwachstellen aufweisen. Im Bereich der Primärenergie und der Umwandlungsbilanz weist die Energiebilanz, aufgrund der sehr guten Datenlage, ein - statistisch gesehen - vergleichsweise hohes Qualitätsniveau auf. Auch die Daten zum industriellen Endenergieverbrauch sind - angesichts der zugrunde liegenden energiestatistischen Erhebungen - recht belastbar.

Schwieriger ist die Situation bei den Daten zum Energieverbrauch im Verkehr zu werten, bei denen teilweise auch Verbrauchsmengen für stationäre Anwendungssysteme enthalten sind. Zum Teil müssen Schätzungen zur Aufteilung von Treibstoffen auf die einzelnen Verkehrsträger vorgenommen werden. Bei der Energiestatistik im Verkehrsbereich ist darüber hinaus problematisch, dass die verkehrsbezogenen Energiedaten grundsätzlich dem Territorialprinzip folgen („in Deutschland vertankte Treibstoffmengen“), während die verkehrliche Bezugsgröße (Verkehrsleistung) dem Inländerprinzip ("in Deutschland erbrachte Verkehrsleistung") folgt.

Die folgende Abbildung zeigt die Teilbereiche der Energiebilanz.



Abbildung 1-1: Bereiche der Energiebilanz



Quelle: Prognos 2010

Gemessen an den Erfassungsproblemen in den vorgenannten Sektoren sind diejenigen in den Bereichen „private Haushalte“ und „Gewerbe, Handel, Dienstleistungen“ noch weitreichender. So gibt es für diese Bereiche kaum eine durch originale statistische Erhebungen gesicherte und abgrenzbare Datenbasis; vielmehr werden die beiden Sektoren insgesamt als Residual betrachtet. Auf nationaler Ebene erfolgt eine modellgestützte Schätzung und Abgrenzung des Endenergieverbrauchs privater Haushalte, wobei dann der Sektor GHD als alleiniges Residual verbleibt. Dies führt zur Kumulierung aller übrigen Erhebungs- und Abgrenzungungenauigkeiten und daher auch zu den instabilsten Ergebnissen im Bereich GHD. Dabei bestehen auch Zuordnungsprobleme, etwa bei der Aufteilung von Erdgas-, Fernwärme- und Strombezug von Wohnungsunternehmen (in der Regel im GHD geführt), wobei diese die Energie in der Regel an private Haushalte durchleiten (in PHH zu bilanzieren). Umgekehrt sind eine Reihe von Kleinverbrauchsstellen, die von der Stromwirtschaft als "Haushalte" gesehen werden, eher dem gewerblichen Sektor zuzuordnen (Kleingewerbe).

Um die statistischen Grundlagen für den Endenergieverbrauch im tertiären Sektor zu verbessern, wurde im letzten Jahrzehnt wiederholt eine eigenständige Studie zum Energieverbrauch im GHD ausgeschrieben. Fraunhofer ISI, die TU München haben in Kooperation mit der GfK hierzu eigenständige Daten erhoben. Im Kapitel 1.6 wird daher die Methode der Stichprobenerhebung zur Abschätzung des Energieverbrauchs für den GHD-Sektor darstellt.

### **1.2.2 Differenzierung des Endenergieverbrauchs**

In den jeweiligen Sektoren des Endenergieverbrauchs ist die Gliederungstiefe unterschiedlich. Primärstatistisch ist auch hier der industrielle Bereich primärstatistisch am tiefsten untergliedert und unterfüttert.

Eine Zuordnung der einzelnen Wirtschaftszweige nach der WZ 93 bzw. WZ 2003 (für die Energiebilanzen ab 1995) sowie der WZ 2008 (die für die Energiebilanzen ab 2008 maßgebend ist) im Bereich des verarbeitenden Gewerbes auf die elf in der Energiebilanz ausgewiesenen Industriesektoren ist in Tabelle 1-2 dargestellt.

Tabelle 1-1 Gliederung des Endenergieverbrauchs

		bis 1994	von 1995 an
<b>Endenergieverbrauch</b> nach Sektoren		<b>Endenergieverbrauch</b>	<b>Endenergieverbrauch</b>
		Übriger Bergbau	
		Steine und Erden	
		Eisenschaffende Industrie	
		Eisen-, Stahl- und Tempergießereien	
		Ziehereien und Kaltwalzwerke	
		NE-Metallerzeug.,-halbzeugwerke,-gießereien	
		Chemische Industrie	Gewinnung von Steinen und Erden, sonst. Bergbau
		Zellstoff-, Papier- und Pappeerzeugung	Ernährung und Tabak
		Gummiverarbeitung	Papiergewerbe
		Übriges Grundstoff- u. Produktionsgütergew.	Grundstoffchemie
		Summe Grundstoff- und Produktionsgütergewerbe	Sonstige chemische Industrie
		Maschinenbau	Gummi- u. Kunststoffwaren
		Straßen-, Luft- und Raumfahrzeugbau	Glas u. Keramik
		Elektrotechnik, Feinmechanik, Optik	Verarbeitung v. Steine u. Erden
		Eisen-, Blech- und Metallwaren	Metallerzeugung
		Übriges Investitionsgüter produz. Gewerbe	NE-Metalle, -gießereien
		Summe Investitionsgüter produzierendes Gewerbe	Metallbearbeitung
		Glas und Feinkeramik	Maschinenbau
		Herstellung von Kunststoffwaren	Fahrzeugbau
	Textilgewerbe	Sonstige Wirtschaftszweige	
	Übriges Verbrauchsgüter produz. Gewerbe		
	Summe Verbrauchsgüter produzierendes Gewerbe		
	Zuckerindustrie		
	Übriges Nahrungsmittelgewerbe		
	Genußmittelgewerbe		
	Summe Nahrungs- und Genußmittelgewerbe		
	Übriger Bergbau u. Verarbeitendes Gewerbe insgesamt	Bergbau, Gew. Steine u. Erden, Verarbeitendes Gewerbe insgesamt	
	Schienerverkehr	Schienerverkehr	
	Straßenverkehr	Straßenverkehr	
	Luftverkehr	Luftverkehr	
	Küsten- und Binnenschifffahrt	Küsten- und Binnenschifffahrt	
	Verkehr insgesamt	Verkehr insgesamt	
	Haushalte und Kleinverbraucher insgesamt	Haushalte	
	Militärische Dienststellen	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen u. übrige Verbraucher (einschl. militärische Dienststellen)	
		Summe Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen	

Quelle: AG Energiebilanzen

Eine Zuordnung der einzelnen Wirtschaftszweige nach der WZ 93 bzw. WZ 2003 (für die Energiebilanzen ab 1995) sowie der WZ 2008 (die für die Energiebilanzen ab 2008 maßgebend ist) im Bereich des verarbeitenden Gewerbes auf die elf in der Energiebilanz ausgewiesenen Industriesektoren ist in Tabelle 1-2 dargestellt.

Tabelle 1-2 Zuordnung der Wirtschaftszweige im Sektor "Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden, Verarbeitendes Gewerbe" nach der Klassifikation der Wirtschaftszweige

Wirtschaftszweig (Bezeichnung in den Energiebilanzen)	Nr. der Klassifikation nach WZ 2003 (Energiebilanzen 1995 bis 2007)	Nr. der WZ 2008 (EB ab 2008)
Gewinnung von Steinen und Erden, sonstiger Bergbau	10.30, 12, 13, 14	08
Ernährung und Tabak	15, 16	10, 11, 12
Papiergewerbe	21	17
Grundstoffchemie	24.1	20.1
Sonstige chemische Industrie	24 ohne 24.1	20, 21 ohne 20.1
Gummi- u. Kunststoffwaren	25	22
Glas u. Keramik	26.1, 26.2, 26.3	23.1 bis 23.3
Verarbeitung v. Steinen und Erden	26 ohne 26.1, 26.2, 26.3	23 ohne 23.1 bis 23.3
Metallerzeugung	27.1	24.1
NE-Metalle, -Gießereien	27.4, 27.5	24.4, 24.5
Metallbearbeitung	27 ohne 27.1, 27.4 und 27.5; einschl. 28	24.2, 24.3, 25
Maschinenbau	29	28
Fahrzeugbau	34, 35	29, 30
Sonstige Wirtschaftszweige	alle übrigen Nummern außer 10.10, 10.20, 11.10, 11.20, 23.1, 23.2, 23.3	13, 14, 15, 16, 18, 26, 27, 31, 32, 33

Quelle: AG Energiebilanzen

### 1.3 Datenbasis der Energiebilanz

Die in diesem Projekt zu erarbeitenden Energieanwendungsbilanzen werden sich in Ihren Gesamtverbrauch und der sektoralen Abgrenzung auf die offizielle Energiebilanz stützen, diese aber auch dort bei Zahlenangaben ergänzen oder stützen, wo das Zahlenwerk der Energiebilanzen sowohl Absatz- als auch Verbrauchsdaten oder unschlüssige Daten enthält. Grundsätzlich beziehen sich die Angaben der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB) bei Mineralölprodukten auf den Jahresabsatz. Insofern bestehen Inkonsistenzen die die Studierersteller berücksichtigen müssten; ansonsten wäre keine belastbare Vergleichsmöglichkeit gegeben. Es darf an dieser Stelle darauf verwiesen werden, dass die Meldungen zum Mineralölabsatz im Jahr 2007 um rund 40 % unter den Meldungen der Jahre 2006 bzw. 2008 liegen. Weitergehende Information zu Lagerbeständen oder Verbrauch werden von der AGEB nicht veröffentlicht. Damit ist keine akzeptable Bilanzbasis für Quervergleiche gegeben. Ansonsten werden soweit wie möglich werden auch die verwendeten Quellen der Energiebilanz verwendet. Dieses Kapitel zeigt als Überblick die verwendeten Datenquellen der Energiebilanz für das Jahr 2007.

Die Energiebilanz nutzt amtliche (z.B. Statistisches Bundesamt, Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle) und halbamtlichen Quellen, (z.B. Statistik der Kohlenwirtschaft).

Die Statistiken des Statistischen Bundesamtes sind die zentrale Quelle für die Energieverbrauchsdaten im Sektor "Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden, Verarbeitendes Gewerbe" (Industrie) entsprechend der Erhebung über Energieverwendung, in der öffentlichen (Monatsberichte über die Elektrizitätsversorgung und industriellen Kraftwirtschaft (Jahreserhebung über die Stromerzeugungsanlagen im Bergbau und verarbeitenden Gewerbe) sowie für den Außenhandel mit Energieträgern.

- Angaben zum Mineralölbereich liefert in erster Linie das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA). Das BAFA erhebt auf Basis des Mineralöl-datengesetzes monatlich bei den in der Bundesrepublik auf dem Mineralölmarkt tätigen Unternehmen Daten zu ihrer Geschäftstätigkeit. 'Große' Unternehmen melden mit dem so genannten 'Integrierten Mineralölbericht' Daten wie Rohöleinkauf, Produktion von Mineralölprodukten in den Raffinerien, Bestände, Außenhandel und Verkäufe von Mineralölerzeugnissen nach ausgewählten Kundengruppen. Kleinere Unternehmen melden nur ihren Außenhandel bei Mineralölerzeugnissen und werden auf dieser Basis in die Statistik einbezogen, so dass eine nahezu vollständige Marktabdeckung erreicht wird. Monatlich werden als umfassender Bericht über aktuelle Entwicklungen der Mineralölbranche in der Bundesrepublik die Amtlichen Mineralöl-daten veröffentlicht. Jährlich wird aus diesen Daten zusammen mit Daten anderer statistischer Stellen (u. a. Statistisches Bundesamt) eine Aufkommens- und Verbrauchsbilanz erstellt. Der Mineralölwirtschaftsverband veröffentlicht seinerseits umfangreiche Statistiken zum Mineralölmarkt. Erwähnt sei, dass die Daten für den Mineralölteil der Energiebilanzen seit 1996 in Abstimmung mit der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen und im Auftrag des DIW Berlin vom Mineralölwirtschaftsverband bereitgestellt werden. Die Angaben für das Jahr 2007 erscheinen wenig schlüssig. Zu unterstellen ist, dass damit der angegebene Absatz in Verbindung mit Bestandsentnahmen und Bestandsaufstockungen erhebliche Fehler beinhaltet und so zu gravierenden Fehlaussagen führen kann. So stehen z.B. die Absatzdaten an Heizöl bei privaten Haushalten und GHD im Zeitbereich von 2006 bis 2008 im deutlichen Widerspruch zum Verbrauch im Zeitbereich 2006 bis 2008 (vergleiche techem GmbH: Energiekennwerte, Ausgabe 2009).

- Soweit amtliche Statistiken hierzu keine Angaben liefern, stellt die Statistik der Kohlenwirtschaft e.V. die wesentlichen Daten für den Kohlenbereich zu Verfügung.
- Die Daten zur Nutzung erneuerbarer Energiequellen sind im Vergleich etwa zu den fossilen Energieträgern (noch) mit einigen Unsicherheiten behaftet. Dies trifft weniger auf die Strom erzeugenden Systeme zu, wohl aber auch die thermischen Systeme und die große Vielfalt der biogenen Stoffe. Hier musste früher auf Sondererhebungen des Statistischen Bundesamtes im Auftrage von EUROSTAT, auf Erhebungen der VDEW zur Nutzung erneuerbarer Energiequellen zur Stromerzeugung, auf Erhebungen des Braunkohlenverbandes zum Brennholzeinsatz bei den privaten Haushalten, auf Angaben des Bundesministeriums für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft sowie auf diverse Angaben der Verbände der erneuerbaren Energiequellen zurückgegriffen werden. Mit der Gründung der Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien – Statistik (AGEE-Stat) beim Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), in der auch die AGEB vertreten ist, konnten die Daten der erneuerbaren Energien auf eine umfassende, aktuelle und abgestimmte Basis gestellt und für die Energiebilanzen nutzbar gemacht werden.

Neben den auf gesetzlicher Grundlage erhobenen Daten stellen Verbandsangaben eine wichtige Quelle dar. In einigen Fällen ist man aber auch auf persönliche Expertenmitteilungen angewiesen. So werden beispielsweise für der Darstellung des nichtenergetischen Einsatzes von Energieträgern im Bereich der chemischen Industrie entsprechende Mitteilungen seitens des Verbands der chemischen Industrie (VCI) wie des Mineralölwirtschaftsverbandes (MWV) zugrunde gelegt.

Die folgende Tabelle 1-3 zeigt im Überblick die Quellen der Energiebilanz.

Tabelle 1-3: Datenquellen der Energiebilanz

Alle Energieträger	Quelle
433 Fachstatistiken im Bereich Energie- und Wasserversorgung	Statistisches Bundesamt
43311 Monatsbericht über die Elektrizitätsversorgung	Statistisches Bundesamt
43321 Monatsbericht über die Gasversorgung	Statistisches Bundesamt
43331 Erhebung über Stromabsatz, Erlöse	Statistisches Bundesamt
43341 Erhebung über Abgabe, Ein- und Ausfuhr von Gas sowie Erlöse	Statistisches Bundesamt
43351 Erhebung über Stromerzeugungsanlagen im Bergbau und Verarbeitenden G.	Statistisches Bundesamt
43371 Jahresherhebung über die Stromeinspeisung bei Netzbetreibern	Statistisches Bundesamt
43381 Jahresherhebung über Klärgas	Statistisches Bundesamt
43391 Jahresherhebung über Flüssiggas	Statistisches Bundesamt
434 Fachstatistiken im Bereich Energie- und Wasserversorgung: Wärmeversorgung	Statistisches Bundesamt
43411 Jahresherhebung über Erzeugung, Verwendung, Bezug und Abgabe von Wärme	Statistisches Bundesamt
43421 Erhebung über Geothermie	Statistisches Bundesamt
435 Übrige Fachstatistiken im Bereich Energie- und Wasserversorgung	Statistisches Bundesamt

43511 Monatserhebung über Ein- und Ausfuhr von Kohle	Statistisches Bundesamt
43521 Erhebung über Biotreibstoffe	Statistisches Bundesamt
43531 Jahresehebung über die Energieverwendung im Bergbau und Verarbeitenden G.	Statistisches Bundesamt
Wolfgang Bayer (2003): Amtliche Statistik neu geregelt in: Wirtschaft und Statistik	Statistisches Bundesamt
BDEW-Jahresstatistik	BDEW
BDEW-Umfragen zur Nutzung erneuerbarer Energiequellen	BDEW
Marktforschungsergebnisse, Firmenangaben, Berechnungen der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen	
<b>Steinkohle und Braunkohlen</b>	<b>Quelle</b>
Der Kohlenbergbau in der Energiewirtschaft der Bundesrepublik Deutschland	Statistik der Kohlenwirtschaft
Zahlen zur Kohlenwirtschaft	Statistik der Kohlenwirtschaft
Absatzstatistik und sonstige unveröffentlichte Energiestatistiken	Statistik der Kohlenwirtschaft
<b>Mineralöle</b>	<b>Quelle</b>
Amtliche Mineralöl- und Gasdaten für die Bundesrepublik Deutschland	Bafa
Mineralöl-Zahlen – Jahresberichte	Mineralölwirtschaftsverband e.V. (MWV)
Jahresberichte	Wirtschaftsverband Erdöl- und Erdgasgewinnung
Gasölverbrauch der Landwirtschaft	BMELV
<b>Gase</b>	<b>Quelle</b>
Eisen- und Stahlstatistik: Brennstoff-, Gas- und Stromstatistik	Statistisches Bundesamt
Jahresberichte	Wirtschaftsverband Erdöl- und Erdgasgewinnung
Gasstatistik	Statistik der Kohlenwirtschaft e.V.
Der Flüssiggasmarkt - Jahresberichte	Deutscher Verband Flüssiggas e.V.
<b>Andere Energieträger</b>	<b>Quelle</b>
Hauptberichte der Fernwärmeversorgung	Arbeitsgemeinschaft Fernwärme e.V.
Holzverbrauch privater Haushalte in Deutschland	GfK-Rheinbraun, jährliche Panel- erhebung
<b>„Nichtenergieträger“</b>	<b>Quelle</b>
„Nichtenergieträger“	Verband der Chemischen Industrie e.V. (VCI)

Quelle: AG Energiebilanzen

## 1.4 Verfügbarkeit und Aktualität der Energiebilanz

Es liegen für Gesamtdeutschland vollständige Energiebilanzen für die Jahre von 1990 bis 2007 vor. Es wird angestrebt, dass die Energiebilanzen spätestens 18 Monate nach dem Berichtsjahr vorliegen. Die Energiebilanz 2008 liegt (Stand August 2008) allerdings noch nicht vor.

Zur Gewährleistung von möglichst aktuellen Energiebilanzdaten veröffentlicht die AGEB regelmäßig im Spätsommer sog. Auswertungstabellen zu den Energiebilanzen, die einen vergleichsweise detaillierten Einblick in die Entwicklung des sektoralen und nach Energieträgern gegliederten Endenergieverbrauchs sowie

den Brennstoffeinsatz zur Stromerzeugung bieten. Insgesamt umfassen die Auswertungstabellen die folgenden Blätter:

- Primärenergieverbrauch nach Energieträgern
- Primärenergiegewinnung nach Energieträgern
- Struktur des Energieverbrauchs nach Sektoren
- Endenergieverbrauch nach Energieträgern
  - Insgesamt
  - übriger Bergbau und verarbeitendes Gewerbe
  - Haushalte und des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen
  - Haushalte
  - des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen
  - Verkehr
- Einsatz von Energieträgern zur Stromerzeugung
- Erneuerbare Energieträger in der Energiebilanz

Die ebenfalls auf der Homepage der AGEb verfügbaren Auswertungstabellen reichen von 1990 bis zum jeweiligen Vorjahr, haben also einen Zeitverzug von etwa 9 Monaten und damit einen vergleichsweise hohen Aktualisierungsgrad. Entsprechend der zuvor erwähnten Änderungen bei den Energiebilanzen berücksichtigen die inzwischen vorliegenden und bis 2008 reichenden Auswertungstabellen die in den Energiebilanzen von 2003 bis 2007 revidierten Angaben. Insoweit treten Abweichungen von den Vorgängerversionen auf. Es sei auch darauf hingewiesen, dass die Auswertungstabellen grundsätzlich mit den jeweils endgültigen Energiebilanzen verknüpft sind, so dass sie insoweit denselben Qualitäts- und Unsicherheitsbereichen unterliegen wie die Energiebilanzen selbst.

## **1.5 Ungenauigkeiten und Probleme der Energiebilanz in den Endverbrauchssektoren**

Aussagen zum Energieverbrauch von Privaten Haushalten und GHD sind auf Grund des hierarchischen Aufbaus der Energiebilanzen abhängig von der Datenqualität der von den Verbänden ermittelten und genannten Energieträgermengen. Strukturelle Probleme der Abgrenzung zwischen Energieverbrauch und der in der Energiebilanz ausgewiesenen Absatzmenge in der Mineralölbilanz finden sich auf



der Ebene „Haushalte und GHD“ wieder und schränken damit manche Aussagen ein (siehe Jahr 2007). Bei einer weiteren Aufteilung des Energieverbrauchs „Private Haushalte und GHD“ auf die beiden Sektoren „Private Haushalte“ und „GHD“, wobei die Ergebnisse des EEV der zu „Privaten Haushalten“ durch Modellrechnungen gestützt werden, ergibt sich der Energieverbrauch des GHD-Sektors mit seiner Aufteilung auf Energieträger als Restgliedgröße.

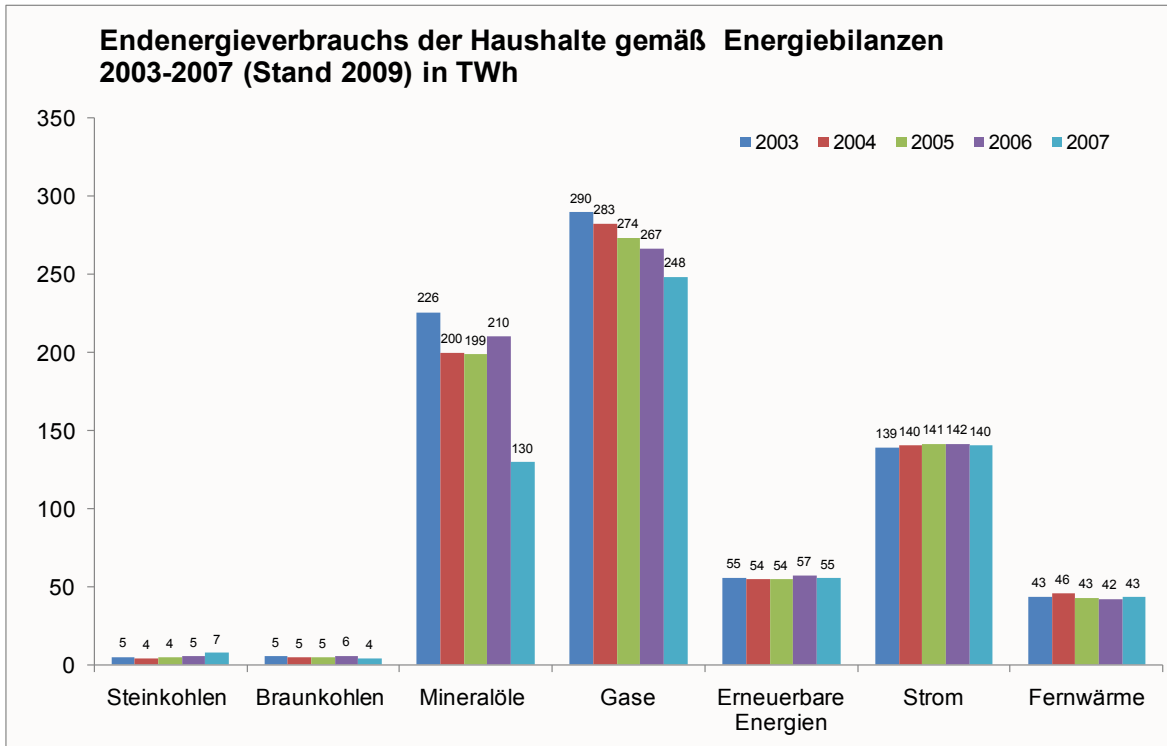
### 1.5.1 Private Haushalte

In folgenden Punkten sind im Sektor der Privaten Haushalte die Ergebnisse der Energiebilanz kritisch zu sehen:

- In der Energiebilanz wird keine Lagerstandsveränderung bei den Endverbrauchern berücksichtigt. Es wird nicht der Endenergieverbrauch ausgewiesen, sondern die Energiemenge, der in diesem Jahr abgesetzten Energieträger. Insbesondere bei Mineralöl kann durch die Veränderung des Heizöllagerbestandes der Haushalte eine große Abweichung zwischen der abgesetzten Energiemenge und der eigentlich verbrauchten Energiemenge auftreten.
- Private Haushalte nutzen in zunehmendem Maß Waldholz zu Heizzwecken, welches in der Energiebilanz nicht vollständig erfasst wird.
- Es bestehen Abgrenzungsprobleme beim Energieverbrauchs der Sektoren PHH und GHD bei allen Energieträgern (insbesondere Fernwärme, Öl, teilweise auch bei Strom).

Abbildung 1-2 zeigt deutlich die Probleme der Energiebilanz bei der Abschätzung des Lagereffektes bei Öl. Der angegebene Endenergieverbrauch (beruht auf Absatzdaten) für Mineralöle liegt im Jahr 2007 um etwa 80 TWh (etwa 40 %) unter dem Verbrauch (beruht auf Absatzdaten) des Jahres 2006. Auch klimabereinigt ist der Rückgang gegenüber dem Jahr 2006 mit 35 % außergewöhnlich hoch.

Abbildung 1-2: Entwicklung des Endenergieverbrauchs der Privaten Haushalte nach Energieträgern 2003-2007 gemäß den Energiebilanzen (Stand 2009)

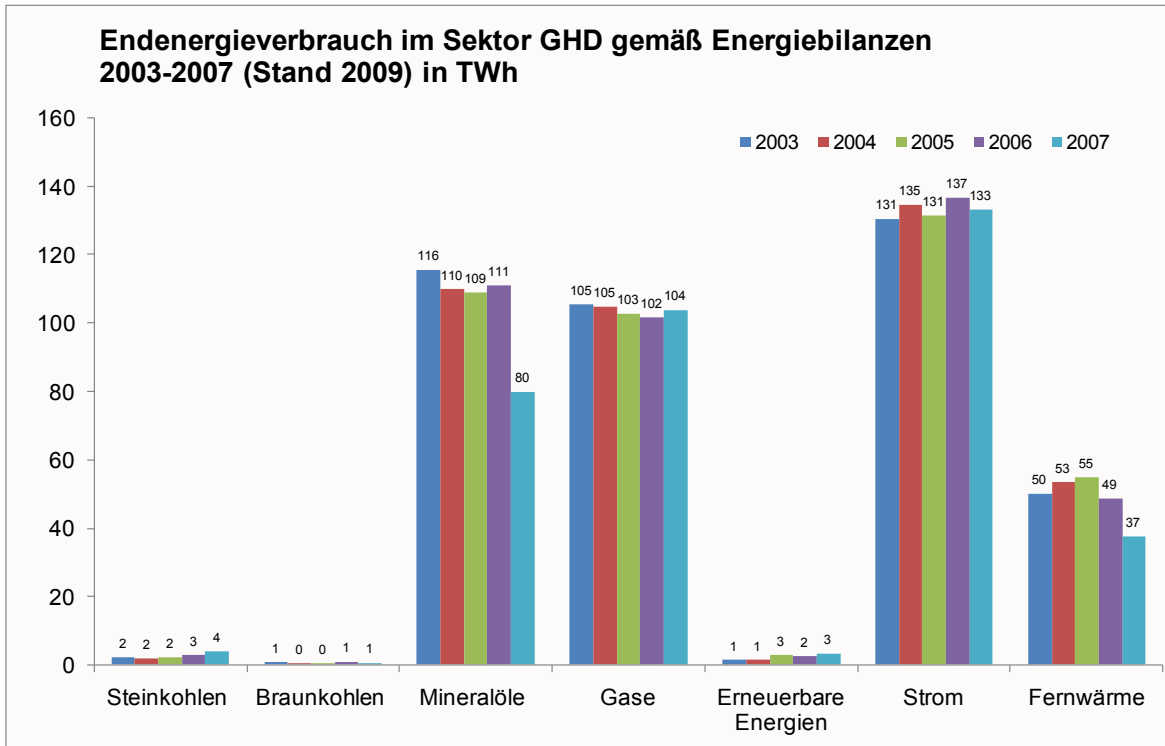


Quelle: AG Energiebilanzen

### 1.5.2 Gewerbe, Handel und Dienstleistungen

Wie bereits im Abschnitt 2.5 erwähnt, erscheint der GHD-Sektor energiebilanz-technisch als eine Restgröße. Dies führt dazu, dass die Verbrauchsangaben im GHD-Sektor eine Reihe von Tendenzbrüchen – als Folgeeffekte der Fehlerfortpflanzung – enthalten. Dies ist insbesondere bei den Angaben des Jahres 2007 festzustellen.

Abbildung 1-3: Entwicklung des Endenergieverbrauchs im Sektor GHD nach Energieträgern 2003-2007 gemäß den Energiebilanzen (Stand 2009)



Quelle: AG Energiebilanzen

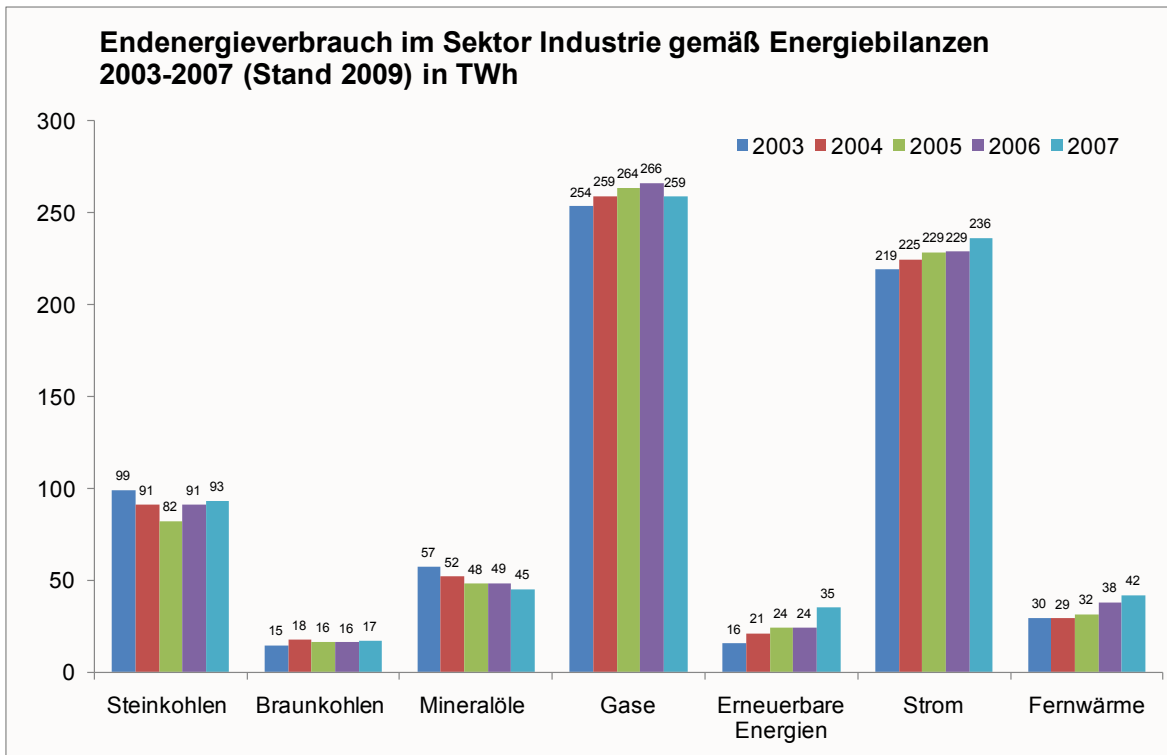
### 1.5.3 Industrie

Im Sektor Industrie kann die Energiebilanz, anders als in den Sektoren Private Haushalte und GHD, auf die detaillierte Energieverbrauchsstatistik des Statistischen Bundesamtes zurückgreifen. Mit Blick auf die Energiebilanz sind daher vor allem Abgrenzungsunterschiede zwischen der Energiestatistik des Statistischen Bundesamtes und der Energiebilanz sowie innerhalb der Energiebilanz Abgrenzungsprobleme zwischen dem Endenergieverbrauch der Industrie sowie der Umwandlungsbilanz relevant. Diese betreffen insbesondere (siehe dazu auch AGE 2008)

- die Aufteilung des Brennstoffeinsatzes auf die Produkte Strom und Wärme bei Kraft-Wärme-Kopplung in der Industrie;
- die Verbuchung eines im statistischen Datenmaterial des Statistischen Bundesamtes als Verbrauch deklarierten Energieeinsatzes, bei dem jedoch eine Umwandlung stattfindet; dies betrifft insbesondere die Energiebilanz-Branchen „Metallherzeugung“ (Kokseinsatz, der im Hochofenprozess zu Gichtgas umge-

wandelt wird) sowie „Grundstoffchemie“ (Abgrenzung des nichtenergetischen Verbrauchs sowie zwischen Grundstoffchemie und Raffinerien).

Abbildung 1-4: Entwicklung des Endenergieverbrauchs im Industrie-Sektor nach Energieträgern 2003-2007 gemäß den Energiebilanzen (Stand 2009)



Quelle: AG Energiebilanzen

## 1.6 Methodik der Stichprobenerhebung

Für die Ermittlung des Endenergieverbrauchs im GHD-Sektor nach Energieträgern, einzelnen Subsektoren und Anwendungszwecken wird methodisch zunächst auf die Methodik der Stichprobenerhebung zurückgegriffen. Mit einer alle zwei Jahre erfolgenden Erfassung ausgewählter Arbeitsstätten aus 12 Gruppen wurden dazu im Vorhaben „Energieverbrauch des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) für die Jahre 2004 bis 2006“ energierelevante Daten abgefragt, die eine Analyse der Grobstruktur des Energieverbrauchs zulassen. Diese Informationsbeschaffung stützt sich auf Fragebögen und persönliche Interviews. Mit Hilfe einer statistisch abgesicherten Quotierung der zu befragenden Arbeitsstätten, die auch die Einflüsse von Betriebsgröße und Feinstruktur der 12 Gruppen einbezieht,

werden die Voraussetzungen für eine weitestgehende repräsentative Erfassung für Deutschland geschaffen.

Die Stichprobengröße beträgt gut 2.000 Interviews. Um die Datenqualität bei gegebener Stichprobe zu optimieren, wurde keine Zufallsstichprobe gewählt, sondern eine nach externen Informationen **geschichtete Stichprobe** gezogen. Mit diesem Verfahren können nicht-sinnvolle Stichproben-Zusammensetzungen vermieden werden, die sich rein theoretisch aus einer Zufallsstichprobe ergeben könnten (z. B. dass nur Krankenhäuser oder nur Banken befragt werden oder nur im Süden Deutschlands befragt wird). Die Stichprobe wurde nach 12 Gruppen gezogen, die dann wiederum in weitere Untergruppen (Splits) unterteilt wurden. Ziel war dabei innerhalb der Gruppen möglichst homogene Strukturen zum Energieverbrauch zu erzielen.

Um noch differenziertere Daten zur Energieverbrauchsstruktur auf Gruppenebene zu erhalten, die eine notwendige Grundlage für die Erstellung von Anwendungsbilanzen darstellen, wurde die Basisbefragung in über 2.000 Arbeitsstätten durch eine Intensivbefragung von 25 Arbeitsstätten pro Gruppe ergänzt.

Die Hochrechnung der aus der Stichprobe gewonnenen Daten zum Energieverbrauch auf den gesamten GHD-Sektor in Deutschland erfolgt im Wesentlichen auf Basis der Beschäftigten bzw. Erwerbstätigen. Beide stellen die einzige Kenngröße dar, für die sowohl aus der Erhebung als auch aus der amtlichen Statistik für den gesamten Sektor und auf Gruppenebene Daten vorliegen. Für einzelne Bereiche ist die Abgrenzung der Beschäftigten des GHD-Sektors von anderen Sektoren (Verkehr, Haushalte und insbesondere Industrie) jedoch schwierig, so dass auf unterschiedliche Statistiken des Statistischen Bundesamtes zurückgegriffen werden musste, um ein vergleichsweise konsistentes Datengerüst für Deutschland zu ermitteln.<sup>2</sup>

Auf der Grundlage der GHD-Befragung 2006 und der GHD-Beschäftigungsstruktur im Jahr 2007 sowie den klimatischen Rahmenbedingungen dieser Jahre wird auf dieser Grundlage der nach Energieträgern, Anwendungszwecken und GHD-Gruppen differenzierte Endenergieverbrauch der Jahres 2007 hochgerechnet und ausgewiesen.

---

<sup>2</sup> Statistisches Bundesamt. Fachserie 18, Reihe 1.4 (VGR); Auswertungen aus dem Unternehmensregister; Statistisches Jahrbuch für die Bundesrepublik Deutschland (einzelne Angaben zu Flughäfen, Krankenhäusern, Bädern, Schulen und Universitäten).

Die den Energieverbrauch des Jahres 2008 von rund 2000 Arbeitsstätten des GHD-Sektors erfassende Befragung im Jahr 2010 wird frühestens Ende 2010 ausgewertet vorliegen. Die Ergebnisse fließen damit zwangsläufig nicht mehr in diese Studie ein. Des Weiteren lagen zum Zeitpunkt der Bearbeitung notwendige, aktuelle Informationen zur Beschäftigtenstruktur nicht vor, die für eine Hochrechnung des Energieverbrauchs des Jahres 2008 notwendig sind.

## 1.7 Methodik der Energieanwendungsbilanz

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 sieben Anwendungen unterschieden; diese sind:

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

Damit können Schwerpunkte des Energieverbrauches 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.

Beim Strom- und Brennstoffverbrauch werden bei der Abgrenzung der verschiedenen Anwendungen nachfolgende Festlegungen und Zuordnungen getroffen:

Tabelle 1-4: Abgrenzung der Anwendungsbereiche für Brenn- und Kraftstoffe, Fernwärme und Sonstige

Anwendung	Anwendungsbereich des Energieeinsatzes
Raumwärme	Beheizung von Gebäudeflächen, Vor- und Nacherwärmung bei Klimatisierung
Warmwasser	Reinigen (Hygiene)
Prozesswärme	Prozesstechniken (Waschen, Kochen, Garen, Backen, Trocknen, Glühen, Brennen, Schweißen, Beheizen von Schwimmbecken und Unterglasbauten, etc.)
Klimakälte	Kühlung/Klimatisierung von Gewerbeflächen (ohne Vor- und Nacherwärmung)
Prozesskälte	Absorptionskältemaschinen für Kühlhäuser, Gefrier- und Kühlräume, zentrale und dezentrale Kühlung über Truhen, Schränke und Theken.
Mechanische Energie	Verbrennungsmotorische Antriebe zur Acker- und Feldpflege, Ernteeinsatz; Vorbereitung und Betrieb von Baustellen incl. Strom- u. Druckluftherzeugung, Radlader/Baggerbetrieb; Flugvorfeldbetrieb

Quelle: TUM 2010

Neben dieser generellen Zuordnung müssen weitere Vereinbarungen für jene Fälle getroffen werden, wenn der Energieeinsatz für ein Gerät oder eine Anlage erheblich ist und dabei gleichzeitig mehrere Anwendungen zu berücksichtigen sind. So z.B. in der Prozesstechnik, wenn Strom und Brennstoff zum Einsatz kommen und ein Bedarf an Prozesswärme, an mechanischer Energie, an Steuer- und Regleinrichtungen zu decken ist. In diesen Fällen ist eine Selektiv-Analyse des Energieeinsatzes notwendig, ggf. gestützt auf Expertenwissen.

Tabelle 1-5: Abgrenzung der Anwendungsbereiche für elektrische Energie

Anwendung	Anwendungsbereich des Energieeinsatzes
Raumwärme	Beheizung von Gebäudeflächen, Vor- und Nacherwärmung bei Klimatisierung
Warmwasser	Reinigen (Hygiene)
Prozesswärme	Prozesstechniken (Waschen, Kochen, Garen, Backen, Trocknen, Glühen, Brennen, Schweißen, Beheizen von Schwimmbecken und Unterglasbauten, etc.)
Klimakälte	Kühlung/Klimatisierung von Gewerbeflächen (ohne Vor- und Nacherwärmung)
Prozesskälte	Kompressionskältemaschinen für Kühlhäuser, Gefrier- und Kühlräume, zentrale und dezentrale Kühlung über Truhen, Schränke und Theken.
Mechanische Energie	Elektrische Antriebe von Maschinen und Geräten, ausgenommen Antriebe von Kompressoren zur Erzeugung von Klima- und Prozesskälte sowie zur Raumkühlung
Beleuchtung	Beleuchtung von Räumen u. Freiflächen, Reklame- und Schaufensterbeleuchtung, Straßenbeleuchtung
Information und Kommunikation	Haushaltsgeräte, Geräte zur Gewinnung/Verarbeitung, Verbreitung, Speicherung/Dokumentation von Informationen (PC und Server, Drucker, Kopierer), zur Kommunikation (Telefon, Ladestationen für Handys), Registrierkassen, Steuer- und Regeleinrichtungen und Rechenzentren

Quelle: TUM 2010



## 1.8 Methodik einer Nutzenergiebilanz

Auslöser des Energiebedarfes ist der Bedarf an Nutzenergie, nämlich der Bedarf an den Nutzenergiearten wie Wärme, Kälte, Licht, mechanische Energie, Information und Kommunikation.

Man will nicht frieren, nicht schwitzen, man will etwas befördern, will abends bei Dunkelheit etwas lesen können – man will Nutzenergie.

Prof. Mueller (Herbert F. Mueller; Energie - Ware und Markt; Technischer Verlag Resch KG; Gräfelfing 1970) hat die Nutzenergien (Wärme, Licht, mechanische Energie etc) als Gegenstand des eigentlichen Bedarfs identifiziert und dabei ausgeführt, dass es „die Energiewandler sind, die die Nutzenergien in der Weise, zu der Zeit, an dem Ort wie man möchte, liefern“.

Ebersbach / Schaefer (H. Schaefer; Struktur und Analyse des Energieverbrauchs; Technischer Verlag Resch KG; Gräfelfing 1980) definierten die Nutzenergie als „Energie, welche beim Verbraucher nach der letzten Umwandlung für den jeweiligen Zweck zur Verfügung steht“.

Schaefer / Geiger / Rudolph (Buchwald / Engelhardt (Hrsg.); Energiewirtschaft und Umwelt; Economica Verlag; 1995) haben ergänzend die Nutzenergie festgelegt als „technische Form der Energie, welche der Verbraucher für den jeweiligen Zweck letztendlich benötigt also Wärme, mechanisch Energie, Licht, Nutzelektrizität (z.B. für Galvanik und Elektrolyse) und elektromagnetische Strahlung, um die Energiedienstleistung wie Heizen, Beleuchten, Transportieren usw. durchführen zu können“.

Um diese Nutzenergie aber überhaupt anbieten zu können, bedarf es technischer Einrichtungen, den Energiewandlern, die Strom oder Brennstoffe einsetzen, um die gewünschte Nutzenergie erzeugen zu können. Dies ist zwangsläufig mit Verlusten verbunden, den Umwandlungsverlusten, charakterisiert durch den Nutzungsgrad. Ebersbach / Schaefer (H. Schaefer; Struktur und Analyse des Energieverbrauchs; Technischer Verlag Resch KG; Gräfelfing 1980) definieren ihn wie folgt als: „Quotient aus der in einem bestimmten Zeitraum nutzbar abgegebenen Energie und der gesamten zugeführten Energie. Die betrachteten Zeiträume können Pausen-, Leerlauf-, Anfahr- und Abfahrzeiten mit einschließen“. Beim Jahresnutzungsgrad sind vorgenannte Zeiträume per Definition mit eingeschlossen.

Je nach Nutzenergieart, energetischer Qualität der Umwandlung, gewähltem Verfahren und betrieblichen Rahmenbedingungen fallen diese mit dem Jahresnutzungsgrad charakterisierten Verluste in unterschiedlicher Höhe an. Das Spektrum hierzu ist breit und weit gefächert.

Kenntnisse zu diesen Umwandlungsverlusten sind nur gewinnbar über Prüfstandsversuche, experimentelle Feldversuche, Labortests, Messungen an Geräten und Maschinen vor Ort und plausibilisierende Energiebilanzen auf Anlagen- oder Geräteebene.

Auf dieses Expertenwissen am Lehrstuhl für Energiewirtschaft und Anwendungstechnik, TU München kann zurückgegriffen werden – Nutzenergiebilanzen sind erstellbar.

Begrifflich stehen „Nutzenergiearten“ und „Anwendungen“ gleich. Sie stehen beide für einen Bedarfswunsch. Sie unterscheiden sich allerdings bei Quantifizierung des Bedarfs insofern, als z.B. der Strombedarf der Anwendung „Licht“ für eine bestimmte Beleuchtungsaufgabe ein Vielfaches an Energie ausweist im Vergleich zur erhaltenen Nutzenergiemenge „Licht“. Die Unterschiede ergeben sich aus den Wirkungsgraden von Lampe und Leuchte – eine wichtige Information über die Qualität der ureigenst geforderten Bedarfsdeckung.

Insofern haben Nutzenergiebilanzen einen besonderen Stellenwert. Im Vergleich zur Anwendungsbilanz liefern sie Angaben zur Energieeffizienz der Energieversorgung auf Verbraucher- und Anwenderebene.

## 2 Beschreibung der Berechnungsmethoden

### 2.1 Vorgehen im Sektor der Privaten Haushalte

Dieses Kapitel beschreibt die Vorgehensweise zur Analyse des Haushaltsenergieverbrauchs für die Bereiche Raumwärme, Warmwasser, Beleuchtung, Kochen und übrige elektrische Geräte und Anwendungen.

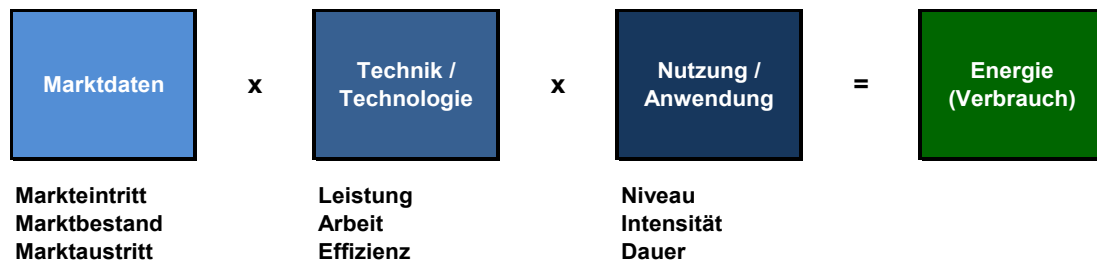
Bei der Differenzierung des Energieverbrauchs in dieser Studie stand im Vordergrund die Ergebnisse unter Verwendung von öffentlich verfügbaren Quellen möglichst einfach, transparent und nachvollziehbar zu berechnen bzw. zu schätzen. Soweit möglich, wurde dabei nicht auf Modellergebnisse abgestellt. Der Schwerpunkt lag vielmehr auf der Ableitung primärstatistisch unterfütterter Rechnungsverfahren.

Trotz der an vielen Stellen getroffenen Vereinfachungen ist es insgesamt sehr gut gelungen, ein tief disaggregiertes und in sich stimmiges Bild des Endenergieverbrauchs zu erstellen. Einzelne Ergebnisse können aufgrund des verwendeten Verfahrens von den Ergebnissen bestehender (und auch von zukünftigen) Studien von Prognos abweichen.

Die Ergebnisse der Berechnungen werden im Kapitel 3.1 dargestellt.

Der Energieverbrauch für jedes betrachtete Teilsegment wird mit Hilfe von Bestandsdaten, Angaben zur verwendeten Technik und zur Nutzung der jeweiligen Objekte berechnet (siehe folgende Abbildung).

Abbildung 2-1: Schema: Energieverbrauchsberechnung (Bottom-Up-Verfahren)



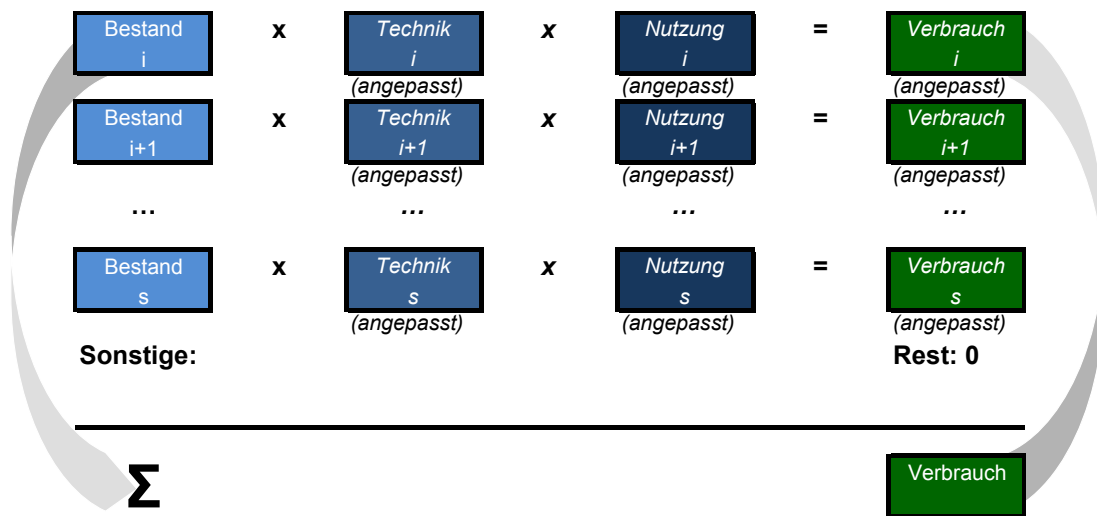
Quelle: Prognos 2010

Der Gesamtenergieverbrauch des Sektors ergibt sich durch die Summierung der einzelnen Teilelemente. Dieser Energieverbrauch wird von dem in der Energiebilanz ausgewiesenen Energieverbrauch abweichen.

Eine Kalibrierung des Bottom-Up berechneten Energieverbrauchs auf den in der Energiebilanz ausgewiesenen Verbrauch ist prinzipiell möglich (siehe Abbildung 2-2). Dazu werden in einem iterativen Verfahren für die einzelnen Energieverbrauchssegmente verschiedene (statistisch eher weiche) Faktoren kalibriert, so dass der Energieverbrauch der Energiebilanz getroffen wird.

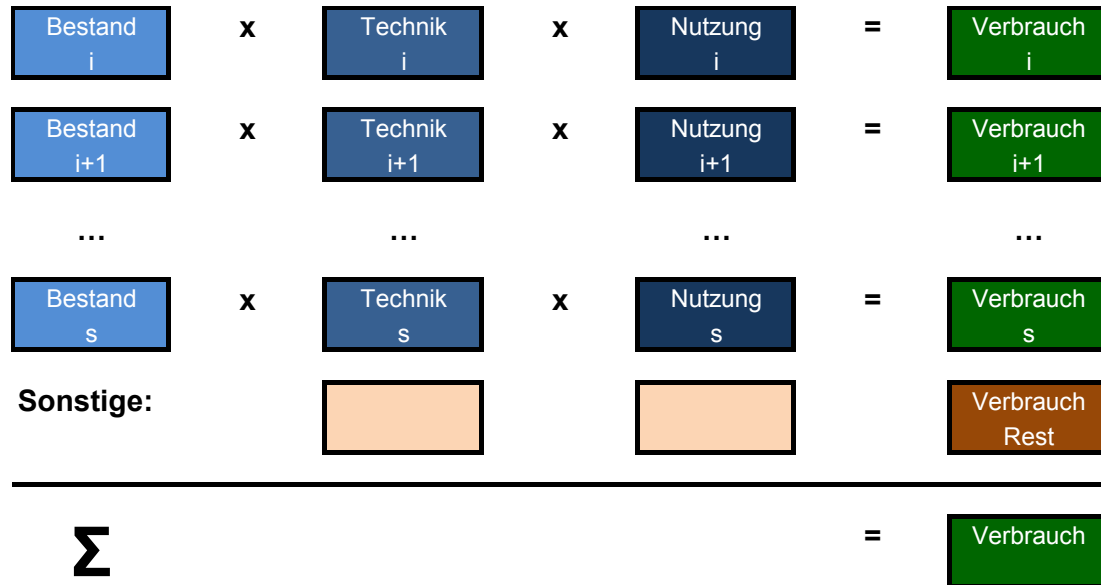
In diesem Projekt wird auf die Kalibrierung der Ergebnisse verzichtet. Die Abweichung von der Energiebilanz wird als Restgröße ausgewiesen (siehe Abbildung 2-3).

Abbildung 2-2: Schema: Summierung der einzelnen Teilelemente und Kalibrierung auf die Energiebilanz



Quelle: Prognos 2010

Abbildung 2-3: Schema: Summierung der einzelnen Teilelemente ohne Kalibrierung auf die Energiebilanz



Quelle: Prognos 2010

### 2.1.1 Raumwärme

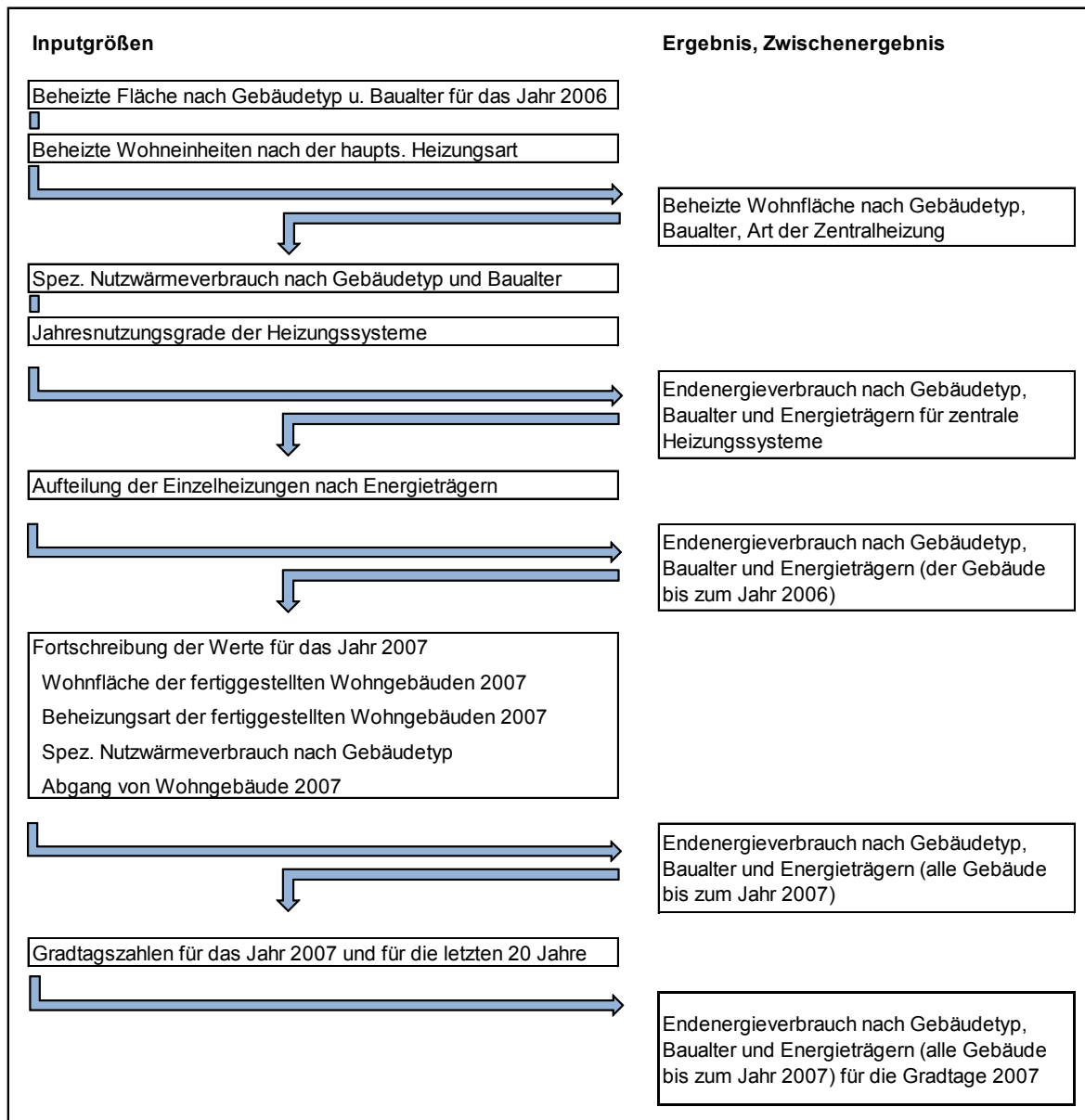
Der Endenergieverbrauch für Raumwärme wurde im Rahmen dieser Studie tief disaggregiert. Die Differenzierung nach 9 Baualtersklassen, 7 Gebäudetypen und 7 verschiedenen Energieträgern führt zu 441 Einzelfeldern, für die der Endenergieverbrauch für Raumwärme angegeben wird. Darüber hinaus wird ohne Differenzierung nach Gebäudebaualter und Gebäudetyp der Energieverbrauch für die Wärmepumpen, solarthermische Anlagen und durch die Nutzung von Kaminholz angegeben.

Die Berechnung des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern für verschiedene Gebäudetypen und Baualtersklassen erfolgt auf Basis der Zusatzauswertung zum Bestand und zur Struktur der Wohneinheiten und Wohnsituation der Haushalte des Mikrozensus 2006 (Stabu 2008g). Mit Hilfe der Daten des Statistischen Bundesamtes zur Baufertigstellung (Stabu 2009) und zum Abgang von Wohngebäuden (Stabu 2008h) konnten die Ergebnisse des Mikrozensus für das Jahr 2007 fortgeschrieben werden.

Die Berechnung des Energieverbrauchs erfolgt mit Hilfe der so generierten Struktur des Wohnungsbestandes (nach Wohnflächen) und Annahmen zum spezifischen Endenergieverbrauch für Raumwärme sowie zum Wirkungsgrad der verwendeten Heizungssysteme.

Die folgende Abbildung zeigt das prinzipielle Vorgehen zur Berechnung des Endenergieverbrauchs für Raumwärme.

Abbildung 2-4: Struktur zur Berechnung des Endenergiebedarfs für Raumwärme



Quelle: Prognos 2010

Für die wichtige Kenngröße des spezifischen Wärmeverbrauchs der Gebäude gibt es keine öffentliche, in sich stimmige und belastbare Quelle. Die folgende Tabelle zeigt die hier verwendeten Annahmen für den Gebäudebestand 2007. Dafür wurden die im Prognos Gebäudemodell vorgehaltenen Verbrauchswerte für die Gebäudetypen Einfamilienhaus (EFH), Zweifamilienhaus (ZFH) und Mehrfamilien-

haus (MFH) mit den von Techem (Techem 2008) erhobenen Verbrauchswerten für sieben verschiedene Gebäudetypen (Typologie gemäß Mikrozensus) kombiniert.

Diese Werte liefern im langjährigen Abgleich mit den Ergebnissen der Energiebilanz für die einzelnen Energieträger gute Ergebnisse.

Tabelle 2-1: Annahmen zum spez. Endenergieverbrauch für Raumwärme nach Gebäudegröße und Baualter (für den Bestand im Jahr 2007)

Spez. Wärme- verbrauch in kWh/(m <sup>2</sup> *a)	EFH	ZFH	MFH	MFH	MFH	MFH
Wohneinheiten/ Gebäudebaujahr	1	2	3-6	7-12	13-20	>20
bis 1918	202	186	109	102	93	92
1919 - 1948	192	177	121	113	103	103
1949 - 1978	160	148	138	129	118	117
1979 - 1990	136	125	116	108	99	98
1991 - 1995	121	112	93	87	79	79
1996 - 2000	110	101	91	85	78	77
2001 - 2004	102	94	88	82	75	74
2005 und später	99	91	87	81	74	74

Quelle: Prognos Gebäudemodell unter Berücksichtigung von Techem (2008)

Der Jahresnutzungsgrad eines Heizungssystems wird vom Wirkungsgrad des Heizkessels und den Verlusten im Zwischenspeicher und des Wärmeverteilungssystems bestimmt. Die folgende Auflistung zeigt die mittleren Nutzungsgrade nach Energieträger, entsprechend der Auflösung der im Mikrozensus enthaltenen beheizten Gebäudeflächen. Da es in dieser Form keine öffentlich zugänglichen Daten zu Nutzungsgraden des Heizungsbestandes gibt, wurden diese Werte für das Jahr 2007 aus dem Prognos Heizungsmodell entnommen. Das Modell ist ein Kohortenmodell, welches für die letzten 30 Jahre für die wesentlichen Heizungssysteme bzw. Energieträger Informationen zum Zugang, zur jeweiligen Qualität und zum Abgang von Heizungen enthält. Die einzelnen Modellparameter basieren auf den Informationen diverser Studien, Expertengesprächen, Unternehmensangaben und eigenen Berechnungen. Eine detaillierte Zuordnung oder Ausweisung der verwendeten Quellen ist nicht möglich.

Tabelle 2-2: Mittlerer Jahresnutzungsgrad der Heizungssysteme zur Erzeugung von Raumwärme nach verwendeten Energieträgern (Bestand 2007) inkl. Speicherung und Verteilung

Heizungstyp	Einzelheizung	Fernwärme	Gas	Strom	Heizöl	Braunkohle	Steinkohle	Holz, Sonstige
Jahresnutzungsgrad	75%	96%	88%	98%	80%	70%	70%	80%

Quelle: Prognos 2010

Die Abschätzung des Energieverbrauchs für spezielle Heizungssysteme wie Wärmepumpen, Solaranlagen und mit Holz gefeuerter (dezentraler) Kamine erfolgt ohne eine differenzierte Zuordnung nach Gebäudegröße und Baualtersklassen, da der Detaillierungsgrad der Ausgangsdaten dies nicht ermöglicht.

### Hilfsenergie

Neben dem direkten Energieverbrauch für die Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser fällt ein zusätzlicher Energieverbrauch für Brenner, Heizungssteuerung, Pumpen, Begleitheizungen und Gebläse an. Dieser sehr kleinteilige Verbrauch kann im Rahmen dieser Studie nicht einzeln mit Hilfe von Bottom-Up Berechnungen abgeschätzt werden. Der auf Basis verschiedener Quellen und Abschätzungen getroffene Stromverbrauch für Hilfsenergie, welcher auch im Heizungsmodell von Prognos genutzt wird, beträgt knapp 6 TWh. Für diese Studie wird von diesem Verbrauchswert ausgegangen.

### Berücksichtigung der Witterung

Die berechneten Ergebnisse spiegeln den Raumwärmeverbrauch eines „normalen Jahres“ (mittlere Gradtagsanzahl der letzten 20 Jahre) wider. Der (unbereinigte) Raumwärmeverbrauch wird mit Hilfe der ermittelten Gradtage des Jahres 2007 berechnet. Analog zum Vorgehen im Sektor GHD wird kein temperaturunabhängiger Sockelbetrag für den Raumwärmeverbrauch unterstellt. Im Jahr 2007 lag die Gradtagszahl rund 11 % unter dem durchschnittlichen langjährigen Mittel.

### 2.1.2 Warmwasser

Die Berechnung des Energieverbrauchs für die Warmwasserbereitung ist der Berechnung für die Raumwärme sehr ähnlich. Die Zusatzauswertung des Mikrozensus 2006 zu Wohngebäuden liefert die Angaben zu den verwendeten Systemen



zur Warmwasseraufbereitung differenziert nach Gebäudealter und Gebäudegröße. Die Fortschreibung der Ausgangsdaten für das Jahr 2007 erfolgt über die Baufertigstellungsstatistik (Stabu 2009) und Daten zum Gebäudeabgang (Stabu 2008h).

Die wesentlichen Größen für den Energieverbrauch sind die benötigte Warmwassermenge und die notwendige Temperaturerhöhung. Folgende Annahmen wurden hier getroffen:

- Spezifischer Warmwasserverbrauch: 45 Liter pro Person pro Tag
- Mittlere Temperaturerhöhung: 35 K

Diese Werte wurden u. a. aus den Angaben der EnEV zum Nutzenergieverbrauch für die Warmwasserbereitung und der Schweizer Norm zur Warmwasserversorgung für Trinkwasser in Gebäuden (SIA 385/3) abgeleitet.

Der Nutzungsgrad der Systeme zur Warmwasserbereitung wurde analog zum Bereich der Raumwärme dem Heizungsmodell von Prognos entnommen. Die Nutzungsgrade sind tendenziell niedriger als bei der Raumwärmeerzeugung. Insbesondere bei einer zentralen Warmwasseraufbereitung, welche vorwiegend auf den Energieträgern Fernwärme, Gas und Öl basiert, sind die Nutzungsgrade infolge von Verlusten im Wärmespeicher, signifikant niedriger. Bei einer dezentralen Warmwassererhitzung ohne Zwischenspeicher (z.B. Elektroboiler) werden hingegen relativ hohe Jahresnutzungsgrade erzielt.

Folgende Jahresnutzungsgrade wurden für die verschiedenen Heizungssysteme zur Warmwassererzeugung angenommen:

Tabelle 2-3: Mittlerer Jahresnutzungsgrad von Systemen zur Warmwassererzeugung nach Energieträgern inkl. Speicherung und Verteilung (Bestand 2007)

Heizungstyp	Einzelheizung	Fernwärme	Gas	Strom	Heizöl	Braunkohle	Steinkohle	Holz, Sonstige
Jahresnutzungsgrad	75%	78%	71%	92%	64%	70%	70%	52%

Quelle: Prognos 2010

### 2.1.3 Kochen

Elektroherde (mit 81 %) und Gasherde (etwa 18 %) sind im Jahr 2007 die bedeutendsten Gerätetypen zum Kochen bzw. Backen. Etwa 1 % der bestehenden Herde werden mit Holz bzw. Kohlen gefeuert (Statistisches Bundesamt (2008f)).

Für die Nutzungshäufigkeit und den spezifischen Energieverbrauch von Herden gibt es nur wenige verfügbare Daten. Gemäß ISI/DIW/GfK/TUM (2004) wird pro Herd etwa eine warme Mahlzeit pro Tag zubereitet. Wie hoch der damit verbundene Energieverbrauch ist, konnte in dieser Studie nicht beantwortet werden.

Für die Schweiz liegen etwas detaillierte Angaben zur Back-und Kochnutzung von Herden vor (top10 2010). In einem typischen 4-Personenhaushalt liegt der Stromverbrauch für das Backen bei etwa 250 kWh/a und bei etwa 200 kWh/a für das Kochfeld. Bei der Übertragung dieser Werte auf Deutschland ist zu beachten, dass in Deutschland weniger Gerichte backend zubereitet werden und tendenziell seltener bzw. kürzer gekocht wird. Statt mit 150 Backvorgängen pro Jahr in der Schweiz wird für Deutschland nur mit 100 Vorgängen gerechnet.

Folgende Werte zur Nutzungsintensität wurden für das Jahr 2007 angenommen:

- Backen: 100 Standardbackvorgänge pro Jahr
- Kochen: Nutzung von zwei Herdplatten (mit in Summe etwa 1250 Watt), 30 Minuten pro Tag

Für die Elektroherde konnten für dieses Projekt die Angaben zu den Effizienzklassen der verkauften Herde genutzt werden. Damit wurde der Energieverbrauch für das Backen ermittelt. Für Gasherde gibt es keine Vorgaben durch das Effizienzlabel. Bei Gasherden wurde davon ausgegangen, dass der spezifische Energieverbrauch, infolge der größeren Wärmeverluste, etwa 50 % höher als bei Elektroherden ist.

Die folgende Tabelle zeigt die Effizienzanforderung gemäß dem EU-Energieverbrauchslabell für die Backkomponente von Elektroherden.

Tabelle 2-4: Elektroherde (Backkomponente); spezifischer Verbrauch

Elektroherde (Backen)	Effizienzanforderungen			Setzung
	Größenklasse	Bis 35 Liter	Bis 65 Liter	
Effizienzklasse	in kWh im Standardprogramm			
A	bis 0,6	bis 0,8	bis 1,0	0,8
B	bis 0,8	bis 1,0	bis 1,2	1
C	bis 1,0	bis 1,2	bis 1,4	1,2
D	bis 1,2	bis 1,4	bis 1,6	1,4
E	bis 1,4	bis 1,6	bis 1,8	1,6
F	bis 1,6	bis 1,8	bis 2,0	1,8
G	ab 1,6	ab 1,8	ab 2,0	2

Quelle: EU-Energieverbrauchslabel, Prognos 2010

## 2.1.4 Beleuchtung

Der Stromverbrauch für Licht wird über Annahmen zur Lampenausstattung, Nutzungsdauer und Leistung der Lampen abgeschätzt sowie mit Hilfe der Anzahl verkaufter Lampen (ZVEI 2007) berechnet.

Gemäß ISI/DIW/GfK/TUM (2004) beträgt die durchschnittliche Lampenanzahl pro Haushalt 25 Stück.

Nach den Auswertungen der verkauften Lampentypen lässt sich die mittlere Leistungsaufnahme pro Lampe für das Jahr 2007 auf etwa 50 Watt und die Nutzungsdauer auf 220 Stunden pro Jahr abschätzen.

Pro Haushalt ergibt sich damit im Jahr 2007 ein mittlerer Stromverbrauch für die Beleuchtung von 272 kWh. Für Deutschland gibt es aktuell (im Gegensatz zur Schweiz, siehe *Glieder 2008*) keine geeignete Datenbasis zur Differenzierung des Energieverbrauch nach verschiedenen Lampentypen.

Auf Basis der EU-Ökodesign-Richtlinie sind 2008 Mindesteffizienzanforderungen für die Haushaltsbeleuchtung festgelegt worden. Diese führen dazu, dass seit September 2009 besonders energieintensive Lampen für die Nutzung in privaten

Haushalten in der EU nicht mehr in den Verkehr gebracht werden dürfen. Das betrifft vor allem traditionelle Glühlampen, welche nach dem Jahr 2012 nicht mehr in Verkehr gebracht werden dürfen.

### 2.1.5 Klimatisierung

Der Energieverbrauch für Klimatisierung der Haushalte kann überschlägig abgeschätzt werden. Die Studie Energieverbrauch der Privaten Haushalte und des Sektors Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (ISI/DIW/GfK/TUM (2004)) liefert für das Jahr 2002 Angaben zur Ausstattung der Haushalte mit Klimageräten und die entsprechende Nutzungsdauer.

Demnach besaßen im Jahr 2002 etwa 1,4 % der 40 Millionen Haushalte ein Klimagerät (Bestand 560.000), welches im Schnitt etwa 210 Stunden im Jahr genutzt wurde.

Die mittlere Leistungsaufnahme der marktüblichen Klimageräte kann auf etwa 1.000 Watt abgeschätzt werden<sup>3</sup>. Der Stromverbrauch der Klimageräte lag damit im Jahr 2002 bei etwa 118 GWh. Dies entspricht etwa 0,1 % des Stromverbrauchs der Haushalte.

Gemäß der Auswertung der EU Vorstudie zu Raumklimaanlagen (EuP Study Lot 10, 2008) zur Ökodesign-Richtlinie in den Politikscenarien V (FZ Jülich et. al 2010) gab es im Jahr 2005 in den deutschen Haushalten etwa 0,44 Millionen Klimageräte. Als mittlerer durchschnittlicher Verbrauch pro Gerät und Jahr werden 386 kWh angenommen. Auf Basis dieser Angaben ergibt sich ein Stromverbrauch für die Klimatisierung von 171 GWh für das Jahr 2005.

Der abgeschätzte Stromverbrauch für die Wohnungsklimatisierung liegt gemäß der EuP-Studie, trotz der geringeren angenommenen Geräteanzahl, um etwa 45 % höher, als bei der Abschätzung mit Hilfe der Daten der Studie zum Energieverbrauch der Haushalte aus dem Jahr 2002. Die Ursache dafür ist der um 84 % höhere Wert für den durchschnittlichen Stromverbrauch pro Gerät.

Aus heutiger Sicht kann nur schwer beurteilt werden, welcher Berechnungsansatz das realistischere Ergebnis liefert. Für diese Studie wird das Ergebnis der EuP-

---

<sup>3</sup> Eigene Auswertung der Herstellerangaben zur mittleren Leistungsaufnahme von kleinen Split- und Mono-Klimageräten.

Studie übernommen, da die Werte aktueller sind und in den Politikscenarien V ebenfalls genutzt wurden.

### 2.1.6 Haushaltsgroßgeräte

Der Energieverbrauch von Haushaltsgroßgeräten wird als Produkt der Geräteanzahl, der Gerätenutzung und des spezifischen Geräteenergieverbrauchs berechnet.

Im Rahmen dieser Studie wurden die Daten der GfK zu verkauften Geräten genutzt. Diese Daten enthalten zusätzlich die Information über die Effizienzklassen der Geräte. Zur Ermittlung der Gerätezahl für das Jahr 2007 wurden auch Daten der Einkommens- und Verbrauchsstichprobe (EVS) des Statistischen Bundesamtes genutzt.

Für die Gerätegruppen Waschmaschinen, Trockner und Geschirrspüler wurden Annahmen zur mittleren Gerätenutzung getroffen. Diese basieren auf langjährigem Expertenwissen und besonders auf dem regelmäßigen Austausch mit den Fachdelegierten des Fachverbandes Elektroapparate für Haushalt und Gewerbe Schweiz (FEA) sowie der Auswertung der Befragung der Haushalte zum Nutzungsverhalten, siehe ISI/DIW/GfK/TUM (2004).

Folgende Werte zur Gerätenutzung wurden für das Jahr 2007 angenommen:

- Waschmaschinen: 150 Waschgänge à 5 kg pro Jahr (60% bei 60°C, 40% bei 40°C)
- Trockner: 100 Trockenvorgänge à 5 kg pro Jahr
- Geschirrspüler: 200 Spülvorgänge à 12 internationale Maßgedecke<sup>4</sup>
- Für Kühl- und Gefriergeräte wurde eine ganzjährige Nutzung unterstellt

Basis für die Bestimmung des spezifischen Energieverbrauchs der Elektrogeräte (pro Nutzung) sind die energetischen Anforderungen an die einzelnen Effizienzklassen (gemäß EU-Energieverbrauchsetikette) und die Verteilung der Geräte auf

---

<sup>4</sup> Ein internationales Maßgedeck ist eine in DIN 44990 definierte Zusammenstellung von Geschirr und Besteck. Es wird üblicherweise verwendet, um die Kapazität von Geschirrspülmaschinen anzugeben. Ein Maßgedeck besteht aus folgenden Einzelteilen: flacher Teller (Ø 24 cm), tiefer Teller (Ø 23 cm), Dessertteller (Ø 19 cm), Untertasse (Ø 15 cm), Tasse (Ø 8,5 cm), Trinkglas (Ø 7 cm), Messer, Gabel, Suppenlöffel, Teelöffel, Dessertlöffel. Zu einer Menge von 12 Maßgedecken zählt noch ein Serviergeschirr bestehend aus: 2 runde Schüsseln, Ovale Platte, Runde Schale, vierteiliges Servierbesteck

diese Klassen. Zusätzlich müssen bei den Gerätegruppen zum Teil noch weitere Annahmen zur Bestimmung des spezifischen Verbrauchs getroffen werden (das Effizienzlabel trifft z.B. nur Aussagen zum Verbrauch eines 60°C Waschgangs). Diese Annahmen sind im Anhang (siehe Kapitel 5) dokumentiert.

Die folgenden Tabellen zeigen die Effizianzforderung gemäß dem EU-Energieverbrauchslabls sowie die für diese Studie getroffenen Annahmen.

Tabelle 2-5: Wäschetrockner; spezifischer Verbrauch\*<sup>5</sup>

Wäschetrockner	Kondensationstrockner		Ablufttrockner	
	Effizianzforderungen	Setzung	Effizianzforderungen	Setzung
Effizianzklasse	kWh/kg	kWh/kg	kWh/kg	kWh/kg
A	unter 0.52	0.50	unter 0.55	0.54
B	0.52-0.59	0.58	0.55-0.64	0.63
C	0.60-0.67	0.64	0.64-0.73	0.70
D	0.67-0.75	0.70	0.73-0.82	0.76
E	0.75-0.83	0.80	0.83-0.91	0.87
F	0.83-0.91	0.87	0.91-1.00	0.95
G	über 0.92	0.95	über 1.00	1.05

Quelle: EU-Energieverbrauchslabls, Prognos 2010

Tabelle 2-6: Geschirrspüler; spezifischer Verbrauch

Geschirrspüler	Effizianzforderungen	Setzung
Effizianzklasse	kWh	
A	unter 1,06	1,05
B	1,06 – 1,25	1,15

<sup>5</sup> Paneldaten der GfK für die Jahre 2004 bis 2008: 80 % der verkauften Geräte waren Kondensationstrockner, 20 % Ablufttrockner

C	1,25 – 1,45	1,35
D	1,45 – 1,65	1,55
E	1,65 – 1,85	1,75
F	1,85 – 2,05	1,95
G	über 2,05	2,20

Quelle: EU-Energieverbrauchslabel, Prognos 2010

Tabelle 2-7: Kühlschränke, Kühl-Gefrierkombigeräte, Gefriergeräte; spezifischer Verbrauch

Kühlschränke und Kühl-Gefrierkombigeräte	Effizienzanforderungen	Setzung
Effizienzklasse	Energieverbrauch in Relation zum Standardenergieverbrauch <sup>6</sup>	
A++	unter 30%	29%
A+	30-42%	40%
A	42-55%	52%
B	55-75%	72%
C	75-90%	82%
D	90-100%	95%
E	100-100%	105%
F	110-125%	118%

Quelle: EU-Energieverbrauchslabel, Prognos 2010

<sup>6</sup> Der Standard-Jahresenergieverbrauch (SCa) wird wie folgt berechnet:

$$Ma \cdot Vc \cdot Tc \cdot FF \cdot CC \cdot BI + Na + CH = Sca$$

Ma ist der Energiebedarf pro Liter Gerätevolumen pro Jahr für eine bestimmte Geräteklasse (kWh/l/a),

Vc ist der Nutzinhalt (in Litern) des entsprechenden Faches,

Tc ist die Auslegungstemperatur des Faches (in °C),

Na ist der Grundenergiebedarf pro Jahr für eine bestimmte Geräteklasse (kWh/a)

FF ist der Korrekturfaktor für belüftete Gefrierfächer

CC ist der Korrekturfaktor für die Klimaklasse der Geräte

BI ist der Korrekturfaktor für die Einbaugeräte

CH ist der Korrekturfaktor für die Geräte mit einem Kühlfach von mindestens 15 L

### **2.1.7 IKT-Geräte**

Im Bereich der IKT-Geräte wurden die Ergebnisse der aktuellen Studie Differenzierung des IKT-bedingten Energiebedarfs für Deutschland (Fraunhofer IZM, Fraunhofer ISI (2009)) genutzt. Die Ergebnisse liefern ein sehr differenziertes Bild des Stromverbrauchs der IKT-Geräte für das Jahr 2007.

Für insgesamt 29 verschiedene Gerätetypen aus den Bereichen Fernsehen, Computer, Mobiles, Telefonie und Audio wurde anhand von Daten zur Geräteausstattung, zur Nutzungshäufigkeit und zum spezifischen Verbrauch der Energieverbrauch berechnet. Diese Daten sind in der Studie in tabellarischer Form enthalten.

### **2.1.8 Sonstige Verbraucher**

Für folgende Gerätegruppen kann der Stromverbrauch abgeschätzt werden: Bügeleisen, Staubsauger, Kaffeemaschine, Toaster, Fön, Dunstabzugshaube, Mikrowelle, Gemeinschaftsbeleuchtung.

Der Verbrauch wurde mit Hilfe von Annahmen zu Geräteausstattung, zur Nutzungsintensität und zur spezifischen Leistungsaufnahme der Geräte abgeschätzt. Eine detaillierte Darstellung dieser Annahmen und der zugrunde liegenden Quellen ist hier nicht möglich, da dieses Wissen über viele Jahre aus verschiedensten Quellen (Zeitungsartikel, Fachgespräche, eigene Messungen usw.) zusammengetragen wurde.

Neben den genannten Sonstigen Verbraucher gibt es nach weitere Kleinverbraucher (z.B. Wasserbetten, Aquarien, Ventilatoren, Zahnbürsten, Modelleisenbahn usw.). Dieser Energieverbrauch wird nicht weiter differenziert.

### **2.1.9 Methodische Ansätze zur Fortschreibung und Verbesserung der Datengrundlage für den Sektor der Privaten Haushalte**

Die Qualität der Ergebnisse von Bottom-Up-Modellen hängt hauptsächlich von der Qualität der Ausgangsdaten ab. Bei der Berechnung des Endenergieverbrauchs im Bereich der Privaten Haushalte werden in der Regel Angaben zur Menge der betrachteten Objekte, zum spezifischen Energieverbrauch (z.B. je Nutzungsvorgang oder pro Zeiteinheit) und zur Nutzungsintensität benötigt.



Die Genauigkeit der einzelnen in dieser Studie berechneten, tief disaggregierten Ergebnisse kann nicht absolut bestimmt werden<sup>7</sup>. Die einzelnen Ergebnisse können nur mit anderen Bottom-Up-Rechnungen, sofern verfügbar, verglichen und plausibilisiert werden. In aggregierter Form ist ein grundlegender Abgleich mit den Ergebnisse von Top-Down-Betrachtungen (z.B. Energiebilanzen) möglich. Die Güte von Einzelergebnissen lässt sich beim Vergleich auf aggregierter Ebene nicht abschließend bestimmen. Allerdings können mit den hier auf disaggregierter Ebene getroffenen und transparent gemachten Annahmen und Abschätzungen die Konsistenz und die Plausibilität der Ergebnisse überprüft werden.

Die in dieser Studie ermittelten Ergebnisse stimmen insgesamt sehr gut mit den Werten der Energiebilanz überein, bis auf die dargestellten Probleme der Energiebilanz bezüglich des Heizölverbrauchs im Jahr 2007 (siehe Kapitel 3.1).

Theoretisch kann die Qualität und der mögliche Differenzierungsgrad der Ergebnisse durch die Verwendung von weiteren Ausgangsdaten an jeder Stelle verbessert werden, wobei allein die Sicherstellung der bisher erreichten Qualität einen nicht unerheblichen Aufwand erfordert.

Bei der Festlegung der Prioritäten für die Weiterentwicklung sollten verschiedene Kriterien beachtet werden. Aus politisch-strategischer Sicht könnten dies folgende sein:

- Wie groß ist der absolute Energieverbrauch des betrachteten Segments?
- Wie hoch ist aktuell die politische Eingriffstiefe in dem betrachteten Segment?
- Wie groß ist der politische Handlungsbedarf in diesem Segment?
- Wie groß ist der politische Handlungsspielraum in diesem Segment?

Aufgrund dieser Kriterien ist der Bereich des Gebäudebestandes hervorzuheben, insbesondere die Frage, wie hoch der Anteil, Sanierungsgrad und der Qualitätsstandard der bereits sanierten Gebäude in den einzelnen Baualterklassen ist.

Aus wissenschaftlicher Sicht sollte die Minimierung der Unsicherheiten bei der Abschätzung der einzelnen Verbrauchssegmente im Vordergrund stehen. Als Maß für die Unsicherheit können hier die Verfügbarkeit von Annahmen, das Alter der

---

<sup>7</sup> Theoretisch ist, zumindest für Teilsegmente (z.B. bei Kühlschränken oder Waschmaschinen), zukünftig eine direkte Messung des jeweiligen Endenergieverbrauchs vorstellbar. Auf Basis einer Stichprobe ließe sich über die erfasste Gerätenutzung und den gemessenen Verbrauch der Energieverbrauch für bestimmte Verbrauchsgruppen belastbar hochrechnen.

Annahmen und die Streubreite von Annahmen und Ergebnisse verschiedener Studien dienen.

Ferner würde sich eine vertiefende Betrachtung der Bereiche Klimatisierung, Kochen/ Backen und Beleuchtung anbieten. In diesen Segmenten stehen nur relativ alte (Klimatisierung), bzw. sehr wenige (Kochen/ Backen) oder zum Teil widersprüchliche Daten (Beleuchtung<sup>8</sup>) zur Verfügung.

Mit Blick auf die vom BMWi veranlassten Studien zum Energieverbrauch der Privaten Haushalte wäre es wünschenswert, wenn diese auch künftig regelmäßig wiederkehrend mit einem verlässlichen Musterfragensatz zur Ausstattung der Haushalte und zu Nutzungsmustern durchgeführt werden. Da die befragten Haushalte in der Regel den konkreten Energieverbrauch einzelner Geräte und Anlagen nicht erfassen und kennen, wären komplementär regelmäßige Messungen nach einem standardisierten Muster durchzuführen. Ideal wäre die komplementäre Ausstattung eines befragten Verbraucherpanels mit entsprechenden Mess- und Zähl-einrichtungen.

## 2.2 Vorgehen im Sektor GHD

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

Gleiches gilt, wenn nach Verwendungszwecken der eingesetzten Energie oder gar der Effizienz des Energieeinsatzes gefragt wird.

Zur Klärung dieser Fragen, vornehmlich zur Ermittlung des GHD-Endenergieverbrauches, wird vom Lehrstuhl für Energiewirtschaft und Anwendungstechnik (IfE) seit Mitte der 90er-Jahre eine Bottom-Up-Methode eingesetzt (DBU-1), die generell auf den 3 Säulen beruht:

---

<sup>8</sup> Die deutschen Abschätzungen von FhG ISI und Prognos sind sehr ähnlich und widerspruchsfrei. Signifikante Abweichungen gibt es zur EU Vorstudie zur Ökodesign Richtlinie zum Lot 19 (Vito 2009).

- Stichprobenerhebung bei rund 2000 Arbeitsstätten des GHD-Sektors durch die GfK mit dem Schwerpunkt Energieverbrauch und Energieverwendung, ergänzt um Informationen aus Tiefeninterviews.
- 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.)
- Erwerbstätigenstruktur des GHD-Sektors auf der Grundlage amtlicher Statistiken, sowie Erfassung charakteristischer Bezugsgrößen.

Die Verknüpfung dieser 3-Säulen-Informationen gestattet eine differenzierte Ausweisung des Endenergieverbrauches im GHD-Sektor nach Energieträgern, Angaben zur Verwendungsseite des Energieeinsatzes und unter Einbezug der Programm-Struktur GEKLES (IfE-2) Aussagen zur Effizienz des Energieeinsatzes.

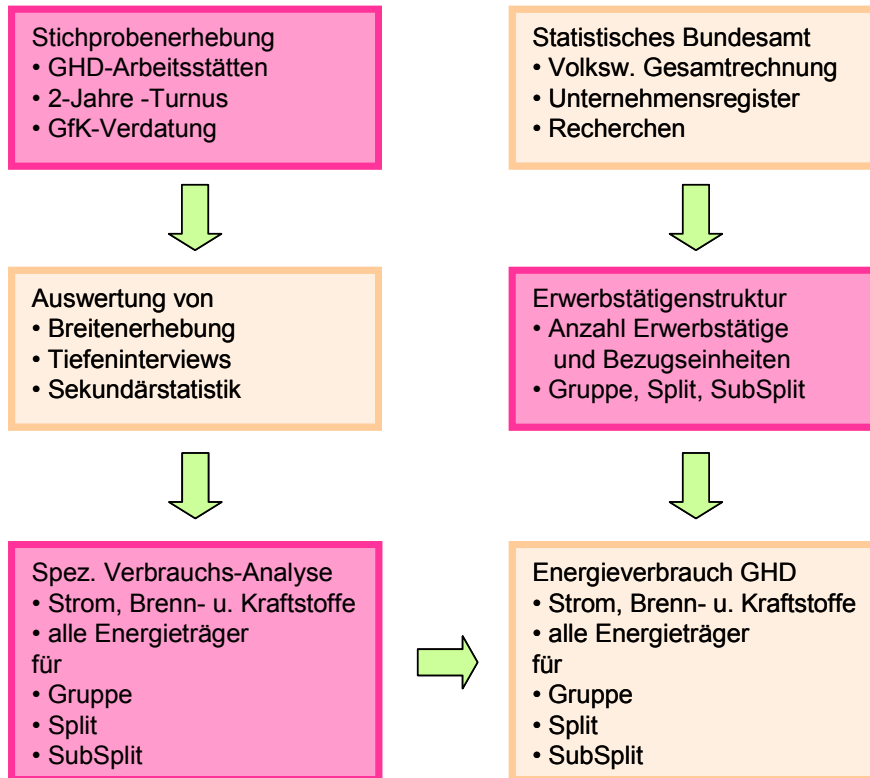
### **2.2.1 Endenergieverbrauch im GHD-Sektor nach Energieträgern und Branchen**

Für den Verbrauchersektor GHD werden im 2-jährigen Turnus „Breitenerhebungen“ 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 aktuellen Energieverbrauch und zur Arbeitsstättenstruktur des GHD-Sektors möglich sind.

Diese Struktur beinhaltet insgesamt 12 „Gruppen“; 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 Statistiken 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).

Mit der GfK-Erhebung werden Informationen zum Jahresenergieverbrauch an Energieträgern, zur energietechnisch relevanten Ausstattung der Arbeitsstätte, zur Flächennutzung und zum Verhaltensbereich erfasst und vom IfE analysiert. Diese Informationen werden ergänzt um Angaben aus „Tiefeninterviews“ der GfK und Recherchen des IfE.

Abbildung 2-5: Ablaufschema zur Ermittlung des Endenergieverbrauches im GHD-Sektor



Quelle: TUM 2010

Abbildung 2-5 zeigt den schematischen Zusammenhang dieser Bottom-Up-Methode mit den vorgenannten 3 Säulen „Stichprobenerhebung“, „spezifische Verbrauchsanalyse“ und „Erwerbstätigenstruktur“, die zusammen eine Berechnung des Endenergieverbrauches des GHD-Sektors erlauben.

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:

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

Unter diesen Prämissen, die vom Umfang der Stichprobe geprägt sind, müssen alle Wünsche nach einer Detaillierung der Arbeitsergebnisse gesehen werden.

Für den Zeitbereich von 2004 bis 2006 liegen bereits Angaben zum Energieverbrauch im GHD-Sektor vor (GHD-2). Da eine Hochrechnung für das Jahr 2007 auf der Basis einer „Stichprobenerhebung 2007“ nicht möglich ist, muss ausgehend von den Ergebnissen für das Referenzjahr 2006 der Endenergieverbrauch des Jahres 2007 unter Einbezug von Einflussgrößen und Basiszahlen wie:

- Witterungseinfluss im Jahr 2007 gegenüber dem Jahr 2006, charakterisiert durch den unterschiedlichen temperaturabhängigen Energieverbrauch der mit den Gradtagszahlen der Jahre 2006 und 2007 quantifizierbar ist,
- Erwerbstätigenstruktur 2007,
- spezifischer Strom und spezifischer Brennstoffverbrauch auf Gruppen-, Split- und SubSplit-Ebene des Jahres 2006

ermittelt werden.

Tabelle 2-8 enthält hierzu Angaben zur Erwerbstätigenstruktur, wobei für das Jahr 2006 nach „BZE alt“ und „BZE neu“ unterschieden wird. Ebenso sind die Daten für das Jahr 2007 zusammengestellt. Sie fließen als Referenzwerte für die Hochrechnung des Endenergieverbrauches für das Jahr 2006 und in die Hochrechnung für das Jahr 2007 ein. Zur Erläuterung:

- 2006 „BZE alt“ erfasst Daten des Unternehmensregisters 2005, die für das Jahr 2006 mit Angaben der „Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung“ abgeglichen sind
- 2006 „BZE neu“ basiert auf Daten des Unternehmensregisters 2006, abgeglichen mit den Daten der „Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung“ des Jahres 2006
- 2007 umfasst Angaben des Unternehmensregisters 2006, die mit Angaben der „Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung“ 2007 hochgerechnet wurden.

Tabelle 2-8: Bezugseinheiten- (BZE) und Erwerbstätigenstruktur im GHD-Sektor

BZE u. Erwerbstätige		2006; "BZE alt"		2006; "BZE neu"		2007	
		BZE Gesamt [1]	Erwerbst. Gesamt [1]	BZE Gesamt [1]	Erwerbst. Gesamt [1]	BZE Gesamt [1]	Erwerbst. Gesamt [1]
Grp. No. Split SubSplit							
1	<b>Baugewerbe</b>		2.159.000		2.174.000		2.209.000
2	<b>Büroähnliche Betriebe</b>		10.567.360		10.773.780		11.077.588
	14: Kreditinstitute u. Versicherungen	1.227.000		1.232.000		1.199.000	
	17: Verlagsgewerbe	33.529		34.436		34.436	
	18: Sonst. betr. Dienstleistungen	6.300.703		6.487.371		6.824.918	
	20: Gebietskörpersch. u. Sozialversich.	2.441.063		2.441.063		2.427.110	
	N3: Deutsche Bundespost / Postdienst	238.456		256.549		262.757	
	N5: Postbank	0		0		0	
	N4: Telekom	226.151		223.500		228.908	
	N6: Deutsche Bahn AG	100.459		98.861		100.459	
3	<b>Herstellungsbetriebe</b>		833.253		866.694		877.160
	1: Metallgewerbe	448.430		466.354		471.986	
	2: KFZ-Gewerbe	241.613		251.692		254.731	
	3: Holzgewerbe	92.235		96.133		97.294	
	4: Papier- u. Druckgewerbe	50.974		52.515		53.149	
4	<b>Handel</b>		5.548.589		5.531.886		5.582.934
	12: Einzelhandel	3.903.567		3.888.367		3.924.248	
	13: Großhandel	1.402.693		1.373.546		1.386.221	
	N2: Handelsvermittlungen	242.329		269.973		272.464	
5	<b>Krankenhäuser, Schulen, Bäder</b>		2.679.475		2.679.475		2.679.475
	21: Krankenhäuser	683.484		698.303		683.484	
	22: Schulen	14.382.821		14.470.229		14.382.821	
	23: Bäder	4.650.000		4.650.000		4.650.000	
6	<b>Beherbergung, Gaststätten, Heime</b>		3.700.025		3.745.415		3.844.534
	15: Beherbergungsgewerbe	466.403		533.893		535.967	
	16: Gaststättengewerbe	1.305.597		1.242.107		1.287.033	
	19: Org. ohne Erwerbszweck und Heime	1.928.025		1.969.415		2.021.534	
7	<b>Nahrungsmittelgewerbe</b>		163.041		163.533		166.521
	5: Backgewerbe	83.086		82.878		84.392	
	6: Fleischereien	65.558		65.859		67.062	
	7: Restl. Nahrungsmittelgewerbe	14.397		14.796		15.066	
8	<b>Wäschereien</b>		37.412		38.926		39.637
9	<b>Landwirtschaft</b>		665.520		648.910		647.793
10	<b>Gartenbau</b>		175.480		184.090		197.207
11	<b>Flughäfen</b>		34.371		34.371		34.371
	N8: Flughäfen	214.096.642		214.096.642		226.941.111	
12	<b>Textil, Bekleidung, Leder</b>		793.677		844.535		859.967
	N1: Bekleidung, Leder, Textil	32.277		31.563		32.140	
	N7: Binnenschifffahrt	0		0		0	
	N9: Spedit., Lagerei, Verkehrsvermittlung	761.400		812.972		827.828	
<b>Summe Gruppen 1 - 12</b>			27.357.203		27.685.615		28.216.187
13	<b>Rest</b>		694.829		711.185		711.635
<b>Hochrechnungsergebnis</b>			28.052.032		28.396.800		28.927.822
<b>Nicht Erfasste</b>			0		0		0
<b>Gesamt</b>			28.052.032		28.396.800		28.927.822

Quelle: TUM 2010

Damit ist ein Abgleich der für das Jahr 2006 ermittelten Verbrauchswerte (Strom, Brenn- und Kraftstoffe) mit der aktuellen Erwerbstätigenstruktur „BZE neu“ möglich – Voraussetzung für eine auf konsistenter Basis beruhender Hochrechnung des Energieverbrauches im GHD-Sektor für das Jahr 2007.

#### **2.2.1.1 Berechnungsmethoden zum spezifischen Stromverbrauch und zur Hochrechnung des Stromverbrauches für das Jahr 2006 - Referenzjahr**

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, und auf Gewichtungsfaktoren aus dem Unternehmensregister zur Erwerbstätigenstruktur des Jahres 2006 („BZE alt“). Letzteres enthält Angaben zur Erwerbstätigenstruktur auf Split- und SubSplitenebene. Unter vorgenannten Prämissen konnte der spezifische Stromverbrauch wie nachfolgend dargestellt ermittelt werden.

Die aus den Stichproben auf Splitenebene und den Häufigkeitsverteilungen einzelner Gruppen errechneten Mittelwerte des Stromverbrauchs pro Bezugseinheit sind für das Jahr 2006 in Tabelle 2-9 zusammengestellt. Sie entstammen GHD-2.

Tabelle 2-9: Stichprobenumfang der Gruppen, Anhaltswerte, Obergrenzen und Ergebnisse beim spez. Stromverbrauch für 2006

Grp. No.	Split	Studie	Studie	2004	2006			
		/DBU-1/	/GHD-1/		ohne Filter		BZE-Grenzen Faktor 10	
		spezifischer Verbrauch [kWh/BZE]			FB- Anz. [1]	spez. Verbr. [kWh/BZE]	FB- Anz. [1]	spez. Verbr. [kWh/BZE]
<b>1</b>	<b>Baugewerbe</b>	<b>824</b>	<b>1.205</b>	<b>1.617</b>	<b>198</b>	<b>1.703</b>	<b>193</b>	<b>1.721</b>
<b>2</b>	<b>Büroähnliche Betriebe</b>	<b>1.959</b>	<b>1.987</b>	<b>2.566</b>	<b>509</b>	<b>2.851</b>	<b>494</b>	<b>2.419</b>
	14 Kreditinstitute und Versicherungen	2.699	3.027	3.293	144	2.654	144	2.654
	17 Verlagsgewerbe	2.630	1.425	1.821	10	2.244	9	2.606
	18 Sonstige betriebl. Dienstleistungen	1.355	1.671	2.146	261	2.773	249	2.118
	20 Gebietskörperschaften u. Sozialversich.	1.421	1.695	1.868	77	1.845	75	1.660
	N3 Deutsche Bundespost / Postdienst	-	1.893	2.489	11	2.029	11	2.029
	N5 Postbank	-	0	0	0	0	0	0
	N4 Telekom	-	5.473	18.284	4	18.424	4	18.424
	N6 Deutsche Bahn AG	-	2.552	1.467	2	1.688	2	1.688
<b>3</b>	<b>Herstellungsbetriebe</b>	<b>2.752</b>	<b>3.745</b>	<b>4.515</b>	<b>181</b>	<b>4.665</b>	<b>174</b>	<b>4.788</b>
	1 Metallgewerbe	2.427	3.233	5.240	81	5.046	75	5.267
	2 KFZ-Gewerbe	3.217	3.811	2.744	36	3.498	36	3.498
	3 Holzgewerbe	3.266	5.227	5.500	39	5.748	38	5.783
	4 Papier- u. Druckgewerbe	4.046	6.478	4.351	25	4.887	25	4.887
<b>4</b>	<b>Handel</b>	<b>4.332</b>	<b>5.501</b>	<b>6.125</b>	<b>457</b>	<b>5.122</b>	<b>438</b>	<b>5.264</b>
	12 Einzelhandel	4.237	5.607	6.572	323	4.785	310	4.958
	13 Grosshandel	4.492	5.031	4.942	134	6.011	128	6.070
	N2 Handelsvermittlungen	-	5.319	5.757	0	5.398	0	5.514
<b>5</b>	<b>Krankenhäuser, Schulen, Bäder</b>							
	21 Krankenhäuser	7.501	7.466	7.051	67	9.577	60	10.278
	22 Schulen	352	280	226	113	337	104	264
	23 Bäder	366	908	995	13	1.064	13	1.064
<b>6</b>	<b>Beherbergung, Gaststätten, Heime</b>	<b>4.344</b>	<b>4.407</b>	<b>5.055</b>	<b>279</b>	<b>4.382</b>	<b>271</b>	<b>4.469</b>
	15 Beherbergungsgewerbe	9.179	9.799	7.791	91	7.813	88	8.072
	16 Gaststättengewerbe	5.858	6.798	7.512	104	6.214	103	6.277
	19 Org. ohne Erwerbszweck & Heime	2.549	2.310	2.773	84	2.311	80	2.373
<b>7</b>	<b>Nahrungsmittelgewerbe</b>		<b>7.288</b>	<b>9.375</b>	<b>135</b>	<b>7.914</b>	<b>132</b>	<b>8.082</b>
	5 Backgewerbe	6.118	6.652	9.088	71	7.329	70	7.429
	6 Fleischereien / Metzgereien	7.035	8.450	10.213	61	9.273	59	9.564
	7 Restl. Nahrungsmittelgewerbe	3.199	5.354	7.154	3	5.104	3	5.104
<b>8</b>	<b>Wäschereien</b>	<b>7.017</b>	<b>6.888</b>	<b>8.878</b>	<b>68</b>	<b>8.439</b>	<b>63</b>	<b>9.064</b>
<b>9</b>	<b>Landwirtschaft</b>	<b>6.170</b>	<b>6.395</b>	<b>7.315</b>	<b>113</b>	<b>7.859</b>	<b>110</b>	<b>7.859</b>
<b>10</b>	<b>Gartenbau</b>	<b>2.200</b>	<b>3.989</b>	<b>2.669</b>	<b>23</b>	<b>1.596</b>	<b>22</b>	<b>1.596</b>
<b>11</b>	<b>Flughäfen</b>	<b>11.055</b>	<b>34.503</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>7</b>
<b>12</b>	<b>Textil, Bekleidung, Leder</b>	<b>3.984</b>	<b>4.947</b>	<b>1.548</b>	<b>15</b>	<b>48.600</b>	<b>10</b>	<b>910</b>
	N1 Bekleidung, Leder, Textil	-	23.446	15.061	8	1.823	4	2.470
	N7 Binnenschifffahrt	-	0	0	0	0	0	0
	N9 Spedit., Lagerei, Verkehrsvermittlung	-	1.659	925	7	50.583	6	844

Quelle: TUM 2010



Den in Tabelle 2-9 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/m<sup>2</sup> Wasserfläche;
- Gruppe 11: 2001: kWh/Beschäftigter der Flughafengesellschaften; 2004/2006: kWh/Verkehrseinheit

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

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

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

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

mit:

- $W_{El}$  Elektrischer Energieverbrauch
- $BZ$  Bezugseinheit (Erwerbst., Planbett, Wasserfläche, Verkehrseinheit)
- $w_{El}$  spez. Stromverbrauch

Indices:

- |   |                             |   |                          |
|---|-----------------------------|---|--------------------------|
| G | Gruppe                      | x | lfd. Nr. der Gruppe      |
| S | Split                       | y | lfd. Nr. des Splits      |
| U | SubSplit                    | z | lfd. Nr. des SubSplits   |
|   |                             | n | lfd. Nr. des Fragebogens |
| Y | Anzahl Splits               |   |                          |
| Z | Anzahl SubSplits            |   |                          |
| N | Anz. verwertbare Fragebögen |   |                          |

Der auf den gesamten GHD-Sektor in Deutschland hochgerechnete und in Kapitel 3.2 ausgewiesene absolute Stromverbrauch für das Jahr 2006 ergibt sich

aus den über die Befragung ermittelten spezifischen Stromverbräuchen für das Erhebungsjahr 2006, die mit den gesamten Erwerbstätigen im GHD-Sektor im Jahre 2006 (Basis: „BZE alt“ und „BZE neu“) multipliziert wurden. Insgesamt errechnet sich so der aus der Befragung ermittelte absolute Stromverbrauch für das Jahr 2006 zu rund 105,5 TWh bzw. 106,8 TWh. Nicht darin enthalten sind Stromverbräuche für die Straßenbeleuchtung, für gemeinschaftliche Einrichtungen in Mehrfamilienhäusern, Stromverbrauch für Aufgaben der Ver- und Entsorgung und sonstige in der Befragung nicht erfasste Stromverbrauchsteile (siehe dazu Abschnitt 3.4).

### 2.2.1.2 Berechnungsmethoden zum spezifischen Brennstoffverbrauch und zur Hochrechnung des Brennstoffverbrauches für das Jahr 2006 – Referenzjahr

Mit den Vorgaben zu Stichprobenumfang der Gruppen, Anhaltswerte und Obergrenze wurden nach Tabelle 2-10 für das Jahr 2006 die spezifischen Verbrauchsmittelwerte zum Brennstoffverbrauch errechnet. Dabei wurde neben den gasförmigen, flüssigen und festen Brennstoffen auch die Fernwärme erfasst. Analog zur Ermittlung des spezifischen Stromverbrauches gilt auch hier:

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

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

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

mit:

$W_B$	Brennstoff- / Fernwärmeverbrauch
$BZ$	Bezugseinheit (Erwerbst., Planbett, Wasserfläche, Verkehrseinheit)
$w_{EI}$	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 2-10: Stichprobenumfang der Gruppen, Anhaltswerte, Obergrenzen und Ergebnisse beim spez. Brennstoffverbrauch für 2006

Grp. No.	Split	Studie /DBU-1/	Studie 2001 /GHD-1/	2004	2006			
					ohne Filter		BZE-Grz. Fakt. 10 u. Obergrenze	
					FB-Anz. [1]	spez. Verbr. [kWh/BZE]	FB-Anz. [1]	spez. Verbr. [kWh/BZE]
<b>1</b>	<b>Baugewerbe</b>	<b>5.628</b>	<b>4.787</b>	<b>5.297</b>	<b>185</b>	<b>6.440</b>	<b>166</b>	<b>4.877</b>
<b>2</b>	<b>Büroähnliche Betriebe</b>	<b>7.196</b>	<b>6.556</b>	<b>6.842</b>	<b>483</b>	<b>9.032</b>	<b>436</b>	<b>6.057</b>
	14 Kreditinstitute und Versicherungen	6.947	6.299	7.161	130	6.413	126	5.868
	17 Verlagsgewerbe	3.860	7.307	5.333	10	2.710	10	2.710
	18 Sonstige betriebl. Dienstleistungen	5.885	6.238	6.612	254	9.511	219	5.472
	20 Gebietskörperschaften u. Sozialversich.	7.702	6.975	7.355	74	9.954	67	7.741
	N3 Deutsche Bundespost / Postdienst	3.402	5.210	5.527	11	3.874	10	4.237
	N5 Postbank	6.947	0	0	0	0	0	0
	N4 Telekom	2.766	5.599	6.276	2	5.333	2	5.333
	N6 Deutsche Bahn AG	35.621	11.436	8.607	2	11.222	2	11.222
<b>3</b>	<b>Herstellungsbetriebe</b>	<b>11.313</b>	<b>10.535</b>	<b>7.994</b>	<b>174</b>	<b>16.402</b>	<b>141</b>	<b>7.672</b>
	1 Metallgewerbe	8.854	9.379	7.101	75	15.805	64	5.934
	2 KFZ-Gewerbe	13.606	13.301	9.621	37	12.435	30	9.166
	3 Holzgewerbe	20.310	10.387	8.143	37	31.076	26	12.071
	4 Papier- u. Druckgewerbe	12.721	10.209	8.201	25	13.909	21	7.914
<b>4</b>	<b>Handel</b>	<b>11.130</b>	<b>9.715</b>	<b>9.257</b>	<b>404</b>	<b>9.665</b>	<b>364</b>	<b>7.554</b>
	12 Einzelhandel	11.583	10.030	9.814	278	9.275	256	7.827
	13 Grosshandel	10.367	8.135	7.786	126	10.696	108	6.835
	N2 Handelsvermittlungen	10.367	9.083	8.800	0	9.985	0	7.331
<b>5</b>	<b>Krankenhäuser, Schulen, Bäder</b>							
	21 Krankenhäuser	24.857	16.803	15.572	69	21.600	64	18.460
	22 Schulen	1.985	1.463	1.314	111	1.536	100	1.342
	23 Bäder	1.197	2.168	3.020	12	2.668	12	2.668
<b>6</b>	<b>Beherbergung, Gaststätten, Heime</b>	<b>16.414</b>	<b>14.343</b>	<b>15.821</b>	<b>267</b>	<b>13.982</b>	<b>237</b>	<b>13.206</b>
	15 Beherbergungsgewerbe	30.832	23.717	20.344	92	24.008	78	17.435
	16 Gaststättengewerbe	13.994	16.092	19.631	98	12.204	89	12.415
	19 Org. ohne Erwerbszweck & Heime	14.604	11.862	12.213	77	12.760	70	12.718
<b>7</b>	<b>Nahrungsmittelgewerbe</b>		<b>17.197</b>	<b>14.449</b>	<b>130</b>	<b>17.454</b>	<b>113</b>	<b>12.264</b>
	5 Backgewerbe	31.073	17.886	18.050	67	18.570	60	15.656
	6 Fleischereien / Metzgereien	14.457	18.546	11.947	60	16.121	51	8.337
	7 Restl. Nahrungsmittelgewerbe	14.315	5.042	5.265	3	17.080	2	10.573
<b>8</b>	<b>Wäschereien</b>	<b>39.233</b>	<b>17.137</b>	<b>15.745</b>	<b>50</b>	<b>16.177</b>	<b>40</b>	<b>10.369</b>
<b>9</b>	<b>Landwirtschaft</b>	<b>25.567</b>	<b>23.611</b>	<b>54.312</b>	<b>103</b>	<b>54.771</b>	<b>87</b>	<b>54.771</b>
<b>10</b>	<b>Gartenbau</b>	<b>25.275</b>	<b>39.057</b>	<b>34.029</b>	<b>23</b>	<b>23.119</b>	<b>20</b>	<b>23.119</b>
<b>11</b>	<b>Flughäfen</b>	<b>10.873</b>	<b>23.398</b>	<b>11</b>	<b>0</b>	<b>9</b>	<b>0</b>	<b>9</b>
<b>12</b>	<b>Textil, Bekleidung, Leder</b>	<b>20.167</b>	<b>12.779</b>	<b>12.889</b>	<b>13</b>	<b>78.345</b>	<b>10</b>	<b>2.497</b>
	N1 Bekleidung, Leder, Textil	31.100	56.076	21.237	7	8.658	7	8.658
	N7 Binnenschifffahrt	0	0	0	0	0	0	0
	N9 Spedit., Lagerei, Verkehrsvermittlung	1.000	4.271	12.504	6	81.299	3	2.236

Quelle: TUM 2010

Tabelle 2-11: Hochrechnung des Strom- und Brennstoffverbrauchs für das Jahr 2006 (Basis: „BZE alt“ und „BZE neu“) – Ist-Verbrauch 2006

Grp. No. Split	"BZE alt"				"BZE neu"			
	Strom		Brst./ Kraftst./ FW		Strom		Brst./ Kraftst./ FW	
	[TWh/a]		[TWh/a]		[TWh/a]		[TWh/a]	
<b>1 Baugewerbe</b>		<b>3,7</b>		<b>13,5</b>		<b>3,7</b>		<b>13,6</b>
<b>2 Büroähnliche Betriebe</b>		<b>25,6</b>		<b>64,0</b>		<b>26,3</b>		<b>65,2</b>
14: Kreditinstitute u. Versicherungen	3,3		7,2		3,3		7,2	
17: Verlagsgewerbe	0,1		0,1		0,1		0,1	
18: Sonst. betr. Dienstleistungen	13,3		34,5		14,1		35,6	
20: Gebietskörpersch. u. Sozialversich.	4,1		18,9		4,1		18,9	
N3: Deutsche Bundespost / Postdienst	0,5		1,0		0,5		1,1	
N5: Postbank								
N4: Telekom	4,2		1,2		4,1		1,2	
N6: Deutsche Bahn AG	0,2		1,1		0,2		1,1	
<b>3 Herstellungsbetriebe</b>		<b>4,0</b>		<b>6,4</b>		<b>4,2</b>		<b>6,6</b>
1: Metallgewerbe	2,4		2,7		2,5		2,8	
2: KFZ-Gewerbe	0,8		2,2		0,9		2,3	
3: Holzgewerbe	0,5		1,1		0,6		1,2	
4: Papier- u. Druckgewerbe	0,2		0,4		0,3		0,4	
<b>4 Handel</b>		<b>29,2</b>		<b>41,9</b>		<b>29,1</b>		<b>41,9</b>
12: Einzelhandel	19,4		30,6		19,2		30,5	
13: Großhandel	8,5		9,6		8,4		9,5	
N2: Handelsvermittlungen	1,3		1,8		1,5		2,0	
<b>5 Krankenhäuser, Schulen, Bäder</b>								
21: Krankenhäuser	7,0		12,6		7,2		12,9	
22: Schulen	3,8		19,3		3,8		19,4	
23: Bäder	4,9		12,4		4,9		12,4	
<b>6 Beherbergung, Gaststätten, Heime</b>		<b>16,5</b>		<b>48,9</b>		<b>16,8</b>		<b>50,0</b>
15: Beherbergungsgewerbe	3,8		8,1		4,4		9,6	
16: Gaststättengewerbe	8,2		16,2		7,7		15,4	
19: Org. ohne Erwerbszweck und Heime	4,6		24,5		4,7		25,1	
<b>7 Nahrungsmittelgewerbe</b>								
5: Backgewerbe	0,6		1,3		0,6		1,3	
6: Fleischereien	0,6		0,5		0,6		0,5	
7: Restl. Nahrungsmittelgewerbe	0,1		0,2		0,1		0,2	
<b>8 Wäschereien</b>		<b>0,3</b>		<b>0,4</b>		<b>0,4</b>		<b>0,4</b>
<b>9 Landwirtschaft</b>		<b>5,2</b>		<b>36,3</b>		<b>5,2</b>		<b>36,3</b>
<b>10 Gartenbau</b>		<b>0,3</b>		<b>3,9</b>		<b>0,3</b>		<b>3,9</b>
<b>11 Flughäfen</b>		<b>1,4</b>		<b>2,0</b>		<b>1,4</b>		<b>2,0</b>
<b>12 Textil, Bekleidung, Leder</b>		<b>0,7</b>		<b>2,0</b>		<b>0,8</b>		<b>2,1</b>
N1: Bekleidung, Leder, Textil	0,1		0,3		0,1		0,3	
N7: Binnenschifffahrt			0,0				0,0	
N9: Spedit., Lagerei, Verkehrsvermittlung	0,6		1,7		0,7		1,8	
<b>Summe Gruppen 1 - 12</b>		<b>104,1</b>		<b>265,6</b>		<b>105,4</b>		<b>268,8</b>
<b>13 Rest</b>		<b>1,4</b>		<b>0,3</b>		<b>1,5</b>		<b>0,3</b>
<b>Hochrechnungsergebnis</b>		<b>105,5</b>		<b>265,9</b>		<b>106,8</b>		<b>269,1</b>
<b>Nicht Erfasste</b>		<b>12,2</b>		<b>7,3</b>		<b>12,2</b>		<b>7,3</b>
Straßenbeleuchtung	3,4		0,0		3,4		0,0	
Gemeinschaftliche Anlagen MFH	1,3		0,0		1,3		0,0	
Militär	1,2		7,3		1,2		7,3	
Sonstige	6,3		0,0		6,3		0,0	
<b>Gesamt</b>		<b>117,7</b>		<b>273,2</b>		<b>119,0</b>		<b>276,4</b>

Quelle: TUM 2010

Die so ermittelten spezifischen Brennstoffverbräuche (incl. Fernwärme) der Tabelle 2-10 sind für das Jahr 2006 der Studie (GHD-2, Tabelle 3-7) entnommen. Lediglich bei Split 18 (sonst. Betriebliche Dienstleistungen) musste wegen eines Analysefehlers der spez. Verbrauchswert auf 5.472 kWh/BZE korrigiert werden. Damit ändert sich auch der spez. Verbrauchswert für Gruppe 2 (Büroähnliche Betriebe) auf 6.057 kWh/BZE.

Die Verknüpfung von spez. Verbrauchswerten und der Erwerbstätigenstrukturen „BZE alt“ und „BZE neu“ führt so zu den in Tabelle 2-11 enthaltenen absoluten Verbrauchswerten. Für das Jahr 2006 ergibt sich ein Stromverbrauch von 117,7 TWh bzw. 119,0 TWh. Für den Brennstoff- / Kraftstoff- / Fernwärme-Verbrauch ergeben sich für 2006 273,2 TWh bzw. 276,4 TWh. In letzteren Verbrauchswerten ist ein Verbrauchsanteil für Kraftstoffe enthalten:

- Baugewerbe: 3,0 TWh,
- Landwirtschaft: 20,5 TWh,
- Flughäfen: 0,4 TWh und
- Militär: 3,0 TWh.

Mit den Verbrauchsangaben für Strom, Brenn- und Kraftstoffe sowie die Fernwärme auf der Grundlage der Erwerbstätigenstruktur „BZE neu“ liegen nun die Ausgangsdaten für eine energieträgerspezifische Analyse bei den Brennstoffen sowie für die Verbrauchshochrechnung auf das Jahr 2007 vor.

### **2.2.1.3 Berechnungsmethoden zur Ermittlung energieträgerspezifischer Bilanzen - Ausgangsbasis**

In Ergänzung zu den Hochrechnungen des Stromverbrauchs und des gesamten Brennstoffverbrauchs kann 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 SubSplitebene vorgenommen werden kann sowie
- die Zuordnung von Erwerbstätigen des GHD-Sektors in Deutschland nach Arbeitsstätten der SubSplitebene (GHD-2, Anhang A.3).

Analog zum Strom- oder Brennstoffverbrauch 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 Brenn- und Kraftstoffe,
- gasförmige Brennstoffe,
- Fernwärme.

Es gilt:

$$W_{E,Gx,Sy,Uz} = \frac{\sum_{n=1}^{N_{Gx,Sy,Uz}} W_{E,Gx,Sy,Uz,n}}{N_{Gx,Sy,Uz} \cdot BZ_{Gx,Sy,Uz,n}}$$

auf SubSplitebene

$$W_{E,Gx,Sy} = \frac{\sum_{z=1}^{Z_{Gx,Sy}} (W_{E,Gx,Sy,Uz} * BZ_{Gx,Sy,Uz})}{\sum_{z=1}^{Z_{Gx,Sy}} BZ_{Gx,Sy,Uz}}$$

auf Splitebene

$$W_{E,Gx} = \frac{\sum_{y=1}^{Y_{Gx}} (W_{E,Gx,Sy} * BZ_{Gx,Sy})}{\sum_{y=1}^{Y_{Gx}} BZ_{Gx,Sy}}$$

auf Gruppenebene

mit:

$W_E$	Energieträgerverbrauch
$BZ$	Bezugseinheit (Erwerbst., Planbett, Wasserfläche, Verkehrseinheit)
$w_{EI}$	spez. Stromverbrauch

Indices:

G	Gruppe
S	Split
U	SubSplit

x	lfd. Nr. der Gruppe	y	lfd. Nr. des Splits
Y	Anzahl Splits	z	lfd. Nr. des SubSplits
Z	Anzahl SubSplits		

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.

Der nach Energieträgern detaillierte Brennstoffverbrauch im GHD-Sektor wird so über die jeweiligen Bezugseinheiten hochgerechnet. Die Ergebnisse finden sich in Tabelle 2-12 für das Jahr 2006 und gelten für die Erwerbstätigenstruktur „BZE neu“.

Tabelle 2-12: Hochgerechneter Verbrauch an Brennstoffen nach Energieträgern im Sektor GHD für das Jahr 2006, Basis „BZE neu“

Grp. No.	Split	SubSplit	Summe [TWh/a]	Kohle [TWh/a]	Flüs- sige / Kraft- stoffe [TWh/a]	Gas- förmige [TWh/a]	Holz [TWh/a]	Fern- / Nah- wärme [TWh/a]
1		Baugewerbe	13,6	0,1	7,1	4,3	1,8	0,3
2		Büroähnliche Betriebe	65,2	0,0	19,6	36,0	1,2	8,3
3		Herstellungsbetriebe	6,6	0,0	2,6	2,4	1,0	0,6
4		Handel	41,9	0,2	12,4	25,0	0,6	3,8
5	21	Krankenhäuser	12,9	0,0	1,1	7,4	0,0	4,4
5	22	Schulen	19,4	0,0	2,0	12,6	0,0	4,8
5	23	Bäder	12,4	0,0	0,3	5,9	0,0	6,2
6		Beherbergung, Gaststätten, Heime	50,0	0,2	14,2	24,6	2,3	8,8
7	5	Backgewerbe	1,3	0,0	0,7	0,6	0,0	0,0
7	6	Fleischereien	0,5	0,0	0,2	0,3	0,0	0,0
7	7	Restl. Nahrungsmittelgewerbe	0,2	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0
8		Wäschereien	0,4	0,0	0,2	0,2	0,0	0,0
9		Landwirtschaft	36,3	0,0	23,8	2,9	9,6	0,0
10		Gartenbau	3,9	0,0	2,4	1,5	0,0	0,0
11		Flughäfen	2,0	0,0	0,5	0,5	0,0	1,0
12		Textil, Bekleidung, Leder	2,1	0,0	0,2	0,9	0,0	1,0
<b>Summe Gruppen 1 - 12</b>			<b>268,8</b>	<b>0,5</b>	<b>87,2</b>	<b>125,3</b>	<b>16,5</b>	<b>39,4</b>
13		Rest	0,3	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0
<b>Hochrechnungsergebnis</b>			<b>269,1</b>	<b>0,5</b>	<b>87,4</b>	<b>125,4</b>	<b>16,5</b>	<b>39,4</b>
Nicht Erfasste			7,3	0,0	4,5	1,4	0,0	1,4
<b>Gesamt</b>			<b>276,4</b>	<b>0,5</b>	<b>91,8</b>	<b>126,8</b>	<b>16,5</b>	<b>40,8</b>

Quelle: TUM 2010

Die in Tabelle 2-12 enthaltenen Verbrauchsangaben bedürfen einiger Hinweise:

- Die Angaben zu flüssigen Brennstoffen enthalten auch die Schmierstoffe der Landwirtschaft.
- Die Verbrauchsangaben beinhalten sowohl gehandelte als auch nicht gehandelte (z. B. Holz) Energie. Insofern ergeben sich Unterschiede zu den Angaben der Energiebilanzen, die weitestgehend nur gehandelte Energieträger einbeziehen.
- Der Energieverbrauch militärischer Einrichtungen ist in der Zeile „Nicht Erfassete“ enthalten.
- Die Angaben zum Verbrauch an Fern- und Nahwärme beziehen auch den über die angegebenen Wärmekosten ermittelten Wärmebezug aus Heizzentralen mit ein, die vornehmlich gasversorgt sind. Insofern ergeben sich gegenüber den Angaben der Energiebilanzen zur Fernwärmeversorgung andere Verbräuche.

Hinzu kommt, dass die Befragung der Arbeitsstätten anhand einer Quotierung erfolgte, die die Arbeitsstätten- / Erwerbstätigenstruktur abzubilden hatte, nicht aber die repräsentative Versorgung mit einzelnen Energieträgern. Letztere würde den Einbezug regionaler und kleinräumiger Aspekte bedingen, der im vorgegebenen Kostenrahmen nicht machbar war. Insofern sind energieträgerbezogene Abweichungen zur Energiebilanz nicht auszuschließen.

#### **2.2.1.4 Berechnungsmethoden zur Ermittlung der temperaturkorrigierten spezifischen Energieverbräuche im GHD-Sektor für das Jahr 2007**

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

Da die Berechnung des Strom- und Brennstoffverbrauches für das Jahr 2007 auf den spezifischen Verbrauchswerten des Jahres 2006 aufbaut, müssen diese temperaturbereinigt werden. Die Korrektur erfolgt anhand der Gradtagszahlen für die beiden Jahre 2006 und 2007, gültig für Deutschland (GeGrA) sowie des temperaturabhängigen Verbrauchsanteils (z.B. für Prozesswärme), der von Energieträger zu Energieträger unterschiedlich anfällt.



GeGrA ist ein am Lehrstuhl für Energiewirtschaft und Anwendungstechnik entwickeltes Instrument zur Bereinigung des temperaturabhängigen Energieverbrauchs. Es basiert auf Angaben des Deutschen Wetterdienstes für 11 deutsche Städte und liefert über Bevölkerungszahlen gewichtete Ergebnisse und Abweichungen gegenüber dem langjährigen Mittel (1931-1992).

Nachfolgend ist der rechnerische Zusammenhang für den Brennstoffeinsatz wiedergegeben.

$$w_{2007,i} = w_{2006,i} \left(1 - a_i \left(1 - \frac{G_{2007}}{G_{2006}}\right)\right)$$

mit:

- $w_{2006,i}$  = spez. Brennstoffverbrauch der Branche  $i$  im Jahr 2006
- $w_{2007,i}$  = spez. Brennstoffverbrauch der Branche  $i$  im Jahr 2007
- $a_i$  = temperaturabhängiger Verbrauchsanteil am spez. Brennstoffverbrauch der Branche  $i$
- $G_{2007}/G_{2006}$  = 0,942, Gradtagszahlenverhältnis der Jahre 2006 und 2007 für Deutschland (GeGrA)

Der Energieverbrauch im GHD-Sektor für das Jahr 2007 wird so hochrechenbar.

## 2.2.2 Methode zur Ermittlung von GHD-Anwendungsbilanzen

Die Energiemengen, die auf die Anwendungen nach Tabelle 1-4 und Tabelle 1-5 entfallen, werden, basierend auf den Ergebnissen der Breitenerhebung und der Tiefeninterviews, ergänzt um Recherchen und eigene Daten, nach dem in Abbildung 2-6 dargestellten Schema ermittelt.

Abbildung 2-6: Schema zur Ermittlung einer Energieanwendungsbilanz für den GHD-Sektor



Quelle: TUM 2010

Breitenerhebung (Stichprobe von rd. 2000 Arbeitsstätten), Tiefeninterviews, eigene Recherchen und Know-how des Lehrstuhls für Energiewirtschaft und Anwendungstechnik, TU München 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 im GHD-Sektor zurückgegriffen werden. In Tabelle 2-13 sind diese 35 charakteristischen Typbetriebe aufgelistet. Sie lassen sich der GHD-Struktur auf Gruppenebene zuordnen. Für jeden Typbetrieb existiert ein Datensatz der

- Verbrauchsanteile für die einzelnen Energieanwendungen bei Strom- sowie Brennstoff- / Kraftstoffeinsatz
- Saisonal- und Tageslastgänge für die einzelnen Anwendungen in normierter Form
- Vollbenutzungsstunden für die Anwendungen beim Strom- und Brennstoffeinsatz

enthält. Damit können prinzipiell alle Felder einer Anwendungsbilanz im Bedarfsfall ergänzt werden.

Da die Anwendungsbilanz mit dem vorab ermittelten Energieverbrauch übereinstimmen muss, sind in der Regel mehrere iterative Schritte einer Restabgleichsrechnung notwendig, damit eine Übereinstimmung von Endverbrauch und Anwendungsbilanz im GHD-Sektor gegeben ist.

Tabelle 2-13: 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 gilt bei den Berechnungsschritten:

### **Stromverbrauch 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.

### **Stromverbrauch für Information und Kommunikation**

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

### **Stromverbrauch für Klima- und Prozesskälte**

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

### **Stromverbrauch für Raumwärme**

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

### **Stromverbrauch für Prozesswärme**

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

### **Stromverbrauch für Warmwasserbereitung**

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

### **Stromverbrauch für mechanische Energie**

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

### **Brennstoffverbrauch für Klima- und Prozesskälte**

Anhand erfasster installierter Kälteleistungen (Absorptionskältemaschinen) und Betriebsdauern (aus GHD-Befragung) sowie zugrunde gelegter Kälteziffern für Klima- und Prozesskälteanwendungen und zugehöriger Vollbenutzungsstunden (GEKLES) wird der Brennstoffeinsatz errechnet.

### **Brennstoff- und Fernwärmeeinsatz für Raumwärme**

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

### **Brennstoff- und Fernwärmeeinsatz für Prozesswärme**

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

### **Brennstoff- und Fernwärmeeinsatz für 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.

### **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.

Tabelle 2-14: Informationsbasis zur Ermittlung der Energieanwendungsstruktur im GHD-Sektor

	Breitenerhebung			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)	

Quelle: TUM 2010

Mit Tabelle 2-14 wird eine Übersicht gegeben, woher die notwendigen Informationen zur Quantifizierung der einzelnen Anwendungsarten stammen. Die aus Breitenerhebung und Tiefeninterviews gewonnenen Daten für „Raum“- und „Prozesswärme“, „Warmwasser“, „Information u. Kommunikation“ sowie „Beleuchtung“ werden als gut belastbar beurteilt. Bei der „Prozess“- und „Klimakälte“ ist die Qualität der Befragungsinhalte verbesserungswürdig; in so fern sind die ausgewiesenen mit gewissen Vorbehalten zu sehen. Gleiches gilt teilweise auch für den Einbezug der Sekundärquellen die mitunter nur Fallweise echten Informationsgewinn vermitteln. Insgesamt liefert die gesamte Energieanwendungsstruktur ein ausreichend belastbares Abbild der Energieanwendung um so Schwerpunkte des Energieeinsatzes nach Anwendungsbereichen identifizieren zu können.

Neben den Angaben aus der Breitenerhebung und den Tiefeninterviews wird GEKLES zur Klassifizierung der Energieanwendungsstruktur im GHD-Sektor herangezogen sowie folgende Quellen der Sekundärstatistik verwendet:

- Verbrauchskennwerte 2005, Energieverbrauchskennwerte der Bundesrepublik Deutschland; Forschungsbericht der ages GmbH, Münster
- DKV, Statusbericht Nr. 22, Energiebedarf für die technische Erzeugung von Kälte; Deutscher Kälte- und Klimatechnischer Verein e.V. Hannover
- IKARUS, Teilprojekt Querschnittstechniken

- Wemmer, Schurig: Vorlesungsmanuskript TU München, Einführung in die Lichttechnik, 2010
- Wemmer, Schurig: Vorlesungsmanuskript TU München, Einführung in die Beleuchtungstechnik, 2010
- OSRAM; Herstellerangaben zu Lampen und Leuchten
- Hermes: Analysen zur Umsetzung rationeller Energieanwendung in kleinen und mittleren Unternehmen des Kleinverbrauchersektors; Diss. Stuttgart 2000
- Lange et. al.: Rationelle Energienutzung im Gartenbau - Leitfaden für die betriebliche Praxis
- Dirksmeyer: Status Quo und Perspektiven des deutschen Produktionsgartenbaus
- Kauffeld: Vergleichende Bewertung der Klimarelevanz von Kälteanlagen – und Geräten für den Supermarkt; Climate Change 2008
- Statusbericht Nr. 22 des deutschen Kälte- und Klimatechnischen Vereins, Steidle/Kruse/Wobst, Stuttgart 2002
- Kruse: Energiebedarf bei der technischen Erzeugung von Kälte, Hannover 2002
- Wobst: Energiebedarf zur technischen Erzeugung von Kälte in der Bundesrepublik Deutschland
- Informationen des DKV – Bildunterlagen zu kältetechnischen Anlagen
- GeGrA; Instrument zur Ermittlung bevölkerungsgewichteter Gradtagzahl Abweichungen in Deutschland, Lehrstuhl für Energiewirtschaft und Anwendungstechnik; TU München 1975-2010
- GEKLES, Gewerbeklassifizierung mit Energiestrukturen: Geiger/Kleeberger; München 2008-2010; © Geiger
- Diplom-, Semester- und Studienarbeiten am Lehrstuhl für Energiewirtschaft und Anwendungstechnik, TU München (Bäckereien, Fleischereien, Kfz-Betriebe, Lebensmittelgeschäfte, Wäschereien, Kaufhäuser, Krankenhäuser, Schulen, Bäder)

Hinzu kommen eine Reihe von Quellen mit nur singulärer Bedeutung.

### 2.2.3 Methode zur Ermittlung einer GHD-Nutzenergiebilanz

Zur Beantwortung nach rationellem Energieeinsatz und effektiver Energienutzung sind quantitative Aussagen notwendig, die nicht auf pauschalen Urteilen sondern

auf detaillierten, beleg- und dokumentierbaren Sachverhalten aufbauen. Im Folgenden werden die einzelnen Schritte beschrieben, die ausgehend von der Anwendungsbilanz des GHD-Sektors über Jahresnutzungsgrade, die nach Gruppen und Anwendungen unterscheiden, zu einer GHD-Nutzenergiebilanz führen.

Generell gilt bei der Ermittlung der beim Energieträgereinsatz  $W$  bei einer bestimmten Gruppe / Split für eine definierte Anwendung sich ergebende Nutzenergiemenge  $N$ :

$$N_{El,A,Gx,Sy} = g_{El,A,Gx,Sy} * W_{El,A,Gx,Sy}$$

$$N_{B,A,Gx,Sy} = g_{B,A,Gx,Sy} * W_{B,A,Gx,Sy}$$

$$N_{K,A,Gx,Sy} = g_{K,A,Gx,Sy} * W_{K,A,Gx,Sy}$$

mit:

$N$	Nutzenergie
$W$	Endenergie
$g$	Jahresnutzungsgrad

Indices:

$El$	Strom
$B$	Brennstoff
$K$	Kraftstoff
$A$	Anwendungsart (1 – 8)
$G$	Gruppe
$S$	Split
$x$	lfd. Nr. der Gruppe
$y$	lfd. Nr. des Splits

Dabei wurden folgende Festlegungen getroffen:

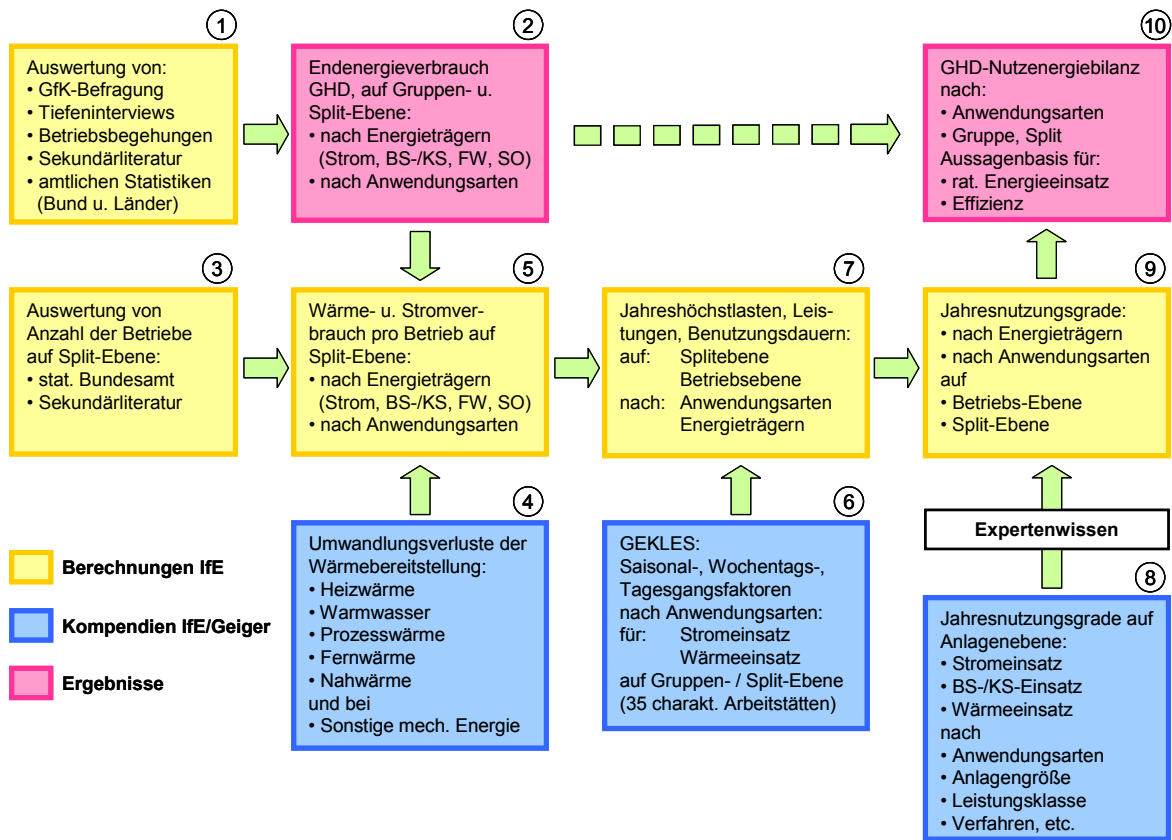
- Der Jahresnutzungsgrad umfasst bei wärmetechnischen Anwendungen feuerungstechnische Verluste, Kessel- und Ofenverluste bei üblicher Betriebsweise bei Anlagen zur Raumheizung, zur Warmwasserbereitung und zur Bereitstellung von Prozesswärme.  
Verteilungsverluste und unnötig bereitgestellte Wärmemengen werden hier im Jahresnutzungsgrad nicht berücksichtigt da sie nicht belegt werden können. Der Jahresnutzungsgrad umfasst also eine Umwandlungsstufe beim Endenergieeinsatz.
- Bei motorischen Antrieben für Anlagen und Geräte (ausgenommen die Kälteerzeugung) beschreibt der Jahresnutzungsgrad das Verhältnis von „an der An-



triebsswelle abgegebene Energie“ zu „aufgenommener Energie“ bei Einsatz von Strom oder Kraftstoff. Übliche Betriebsweisen sind zu Grunde gelegt und der Jahresnutzungsgrad umfasst also eine Umwandlungsstufe beim Energieeinsatz.

- Bei der Kälteerzeugung über Kompressoren wird als Jahresnutzungsgrad das Verhältnis von „erhaltener Kältemenge“ zu „Energieeinsatz“, in der Regel elektrische Energie, definiert. Damit wird sowohl die energetische Qualität des Elektromotors als auch jene des Kältemaschinenprozesses einbezogen. Bei Absorptionskältemaschinen gilt Analoges.  
Der Jahresnutzungsgrad bei der Kälteerzeugung umfasst also zwei Umwandlungsstufen.
- Der Jahresnutzungsgrad bei der Beleuchtung basiert auf dem Verhältnis der Lichtausbeute (lm/W) einer Lampenart bezogen auf jene Lichtausbeute einer Referenz – 75 Watt-Glühlampe mit 12,8 lm/W. Letzterer ist ein Wirkungsgrad von 5 % zugerechnet, so dass diese Lampe den Bezugswert für den Wirkungsgrad von Lampen liefert (Deutsches Museum München). Der Wirkungsgrad von 5 % entspricht der im sichtbaren Bereich erhaltenen „Lichtmenge“ zur eingesetzten elektrischen Energie und beinhaltet damit eine Umwandlungsstufe.
- Der Jahresnutzungsgrad für Information und Kommunikation wird mangels vorliegender Definition pauschal zu 70 % deklariert. Damit sind in etwa die energetischen Verluste der ersten Umwandlungsstufe (meistens des Netzteils) erfasst.

Abbildung 2-7: Schema zur Erstellung einer Nutzenergiebilanz im GHD-Sektor



- Abbildung 2-7 stellt das Ablaufschema zur Ermittlung der GHD-Nutzenergiebilanz dar. Die einzelnen Schrittfolgen sind:
- Aus dem Endenergieverbrauch im GHD-Sektor (2) wird mittels der Angabe zur Zahl der Betriebe auf Splitebene (3) und typischen Umwandlungsverlusten (4) der mittlere Wärme- und Stromverbrauch pro Betrieb nach Anwendungsarten und Energieträgern ermittelt (5).
- Mit Hilfe von GEKLES (6) können dem Wärme- und Stromverbrauch nach Anwendungsarten (5) Leistungen und Benutzungsdauern zugeordnet werden (7), die von zentraler Bedeutung für die Festlegung von Jahresnutzungsgraden sind.
- Die Verknüpfungen zwischen den Feldern (1) bis (7) werden mittels einer Tabellenstruktur rechentechnisch erfasst und dokumentiert. Anders bei (9), den benötigten Jahresnutzungsgraden zur Erstellung der Nutzenergiebilanz. Hier gilt:

- Aus den Informationen von (7) und (8), einem Kompendium zu Jahresnutzungsgraden auf Anlagenebene für die verschiedenen Anwendungen in Abhängigkeit von Anlagengröße, Baualter, betrieblichem Einsatz, Temperaturniveau etc. werden die für (9) erforderlichen Jahresnutzungsgrade bestimmt. Die Einbindung von nicht schematisierbaren Beurteilungskriterien und Plausibilisierungen, dem Expertenwissen, ist unabdingbar.
- Mit den dokumentierten Jahresnutzungsgraden nach (9) und dem Zahlengerüst des Endenergieverbrauchs (2) kann nun durch einfache Multiplikation die GHD-Nutzenergiebilanz (10) ausgewiesen werden.

Ergebnisse zu Jahresnutzungsgraden und zur GHD-Nutzenergiebilanz finden sich in Kapitel 3.2.

Informationen zu Wirkungs- und Nutzungsgraden entstammen folgenden Quellen:

- Ilmberger, Pfitzner: Prozesswärme, IKARUS - Teilprojekt Querschnittstechniken sowie interne Auswertungen
- Herstellerangaben: Aichelin, Riedhammer, Mecj, Elotherm
- Immel, Saller: Elektrische Antriebe, IKARUS - Teilprojekt Querschnittstechniken sowie interne Auswertungen
- Langgassner W.: Energieeffizienz elektrischer Antriebe in Haushaltsgeräten; IfE-Schriftenreihe Heft 45 sowie interne Arbeitsunterlagen
- VDI 4661, Entwurf
- Stiftung Warentest: Testberichte zu Kesselanlagen für Raumheizung und Warmwasser
- Prüfstandsuntersuchungen an Kesselanlagen, Lehrstuhl für Energiewirtschaft und Anwendungstechnik TU München
- Test Landwirtschaft, DLG Prüfberichte zu Stallventilatoren
- Nipkow et. al.: Kleinventilatoren mit hohem Wirkungsgrad, energie Nr. 42, 1998
- Gloor Engeneering, EWZ 2007 in energie.ch, Lüftungsanlagen
- DLG Prüfstelle für Landwirtschaft; Testberichte zu Ackerschleppern, Traktoren, Mähdrescher, Häcksler etc.
- Herstellerangaben zu Traktoren: DEUTZ, Fendt, John Deere, Case, Steyr
- DEULA, Warendorf – Gerhard Hauptmann: Fahrertraining für Profis

- Rauscher Ch., Holm R.: Bestand und Auslastung von Traktoren in Baden-Württemberg, Landinfo I 2004
- OSRAM: Herstellerangaben zu Lampen und Leuchten

Auf die abgegrenzten Anwendungen entfallen Energieverbräuche, die auf Informationen aufbauen, die im Zuge der Breitenerhebung 2006 und der durchgeführten Tiefeninterviews erhoben wurden. Sie betreffen Bestandszahlen, installierte Leistungen, betrieblichen Einsatz und Angaben zum Verbrauch.

Nach Überprüfung der vorhandenen Quellcodes, ggf. auch einer Ergänzung der Berechnungsalgorithmen zur Bestimmung des Energieverbrauches der einzelnen Anwendungsbereiche wird zu einem späteren Zeitpunkt auf die generellen Vorgehensweisen, analog zu GHD (BMW 2002-2006) eingegangen.

Die Anwendungsbilanz für den GHD-Verbrauchssektor wird dabei nach Gruppen (teilweise auch nach Splits) und Energieträgern differenzierte Aufschlüsselung des Strom- und Brennstoffverbrauches für das Jahr 2007 ausweisen können.

Die Differenzierung des Endenergieverbrauchs wird in den Energieverbrauchs-Matrizen im Kapitel 3.2 dargestellt.

#### **2.2.4 Ansätze zur Verbesserung der Datengrundlage im GHD-Sektor**

Die alle zwei Jahre durchgeführte Verbrauchsbefragung im GHD-Sektor ist aus Kostengründen auf rund 2000 Arbeitsstätten begrenzt, die Betriebsbegehungen auf ca. 100 Betriebe. Repräsentative Aussagen sind dort möglich, wo Verbrauchs- oder Energieträgeranteile relevanten Umfang ausweisen. Die Identifizierung von Energieträgern mit geringen Verbrauchsanteilen (z.B. Kohle, Regenerative) ist nur teilweise möglich oder sogar auszuschließen. Gleiches gilt für Prozesstechnologien mit regenerativem Energieeinsatz. Hier müssten für aussagekräftige Analysen die Fallzahlen der Befragung etwa um den Faktor 5 bis 10 angehoben werden, die der Begehungen etwa um den Faktor 2. Bei der Erstellung von Nutzenergiebilanzen beschränkt sich das energiebilanztechnisch Know-how typischer Prozesse und Anwendungen auf relativ wenige Prüfanstalten und energietechnische Institute, die in der Regel nur selten systematisch Querschnittstechnologien untersuchen können. Hier ist, insbesondere bezüglich der anwendungsspezifischen Jahresnutzungsgrade, künftig mit erheblichen Defiziten zu rechnen. Die Förderung von messtechnischen Untersuchungen von Querschnittstechnologien im GHD-Sektor könnte dem entgegen wirken.

## 2.3 Vorgehen im Sektor Industrie

Im Folgenden wird zunächst erläutert, auf welcher methodischen und statistischen Grundlage die in dieser Studie durchgeführte Differenzierung des Endenergieverbrauchs der Industrie erfolgt. Die auf dieser Grundlage ermittelten Ergebnisse werden in den Energieverbrauchsmatrizen im Kapitel 3.3 dargestellt. Eine genaue Darstellung und Charakterisierung der dabei verwendeten Datenquellen erfolgt in Anhang 0.

Im Sektor Industrie wird der Endenergieverbrauch nach folgenden Kriterien differenziert:

- Nach Energieträgern
- Nach Branchen (in der WZ-Systematik der Wirtschaftszweige)
- Nach industriellen Prozessen
- Nach Anwendungen (getrennt für Strom und Brennstoffe)
- Nach Temperaturniveaus.

### 2.3.1 Endenergieverbrauch nach Energieträgern und Branchen

Die Aufteilung des gesamten Endenergieverbrauchs der Industrie auf Energieträger und Branchen erfolgt hier auf Grundlage der Daten der Energiebilanz, die unverändert übernommen werden. Die (Stand Ende Juli 2010) letzte verfügbare Energiebilanz liegt dabei für das Jahr 2007 vor (AGEB 2009). Die in der Energiebilanz sehr differenziert ausgewiesenen Energieträger werden dabei analog zu den Sektoren private Haushalte und GHD zu folgenden Gruppen aggregiert: Steinkohlen, Braunkohlen, Mineralöle, Gase, Erneuerbare Energieträger, Sonstige Energieträger, Fernwärme, Strom. Die Energiebilanz unterteilt den Sektor Industrie in insgesamt 14 Branchen. Die Definition dieser Branchen in der WZ-Systematik der Wirtschaftszweige (nach WZ 2003 für die Energiebilanz 2007, ab der bisher noch nicht verfügbaren Bilanz für 2008 nach WZ 2008) zeigt Tabelle 2-15.

Tabelle 2-15: Zuordnung der in der Energiebilanz ausgewiesenen Industriebranchen zur WZ-Systematik der Wirtschaftszweige

Branche	Nr. WZ-2003	Nr. WZ-2008
Gew. von Steine-Erden, sonst. Bergbau	10.3, 14	8
Ernährung und Tabak	15, 16	10, 11, 12
Papiergewerbe	21	17
Grundstoffchemie	24.1	20.1
Sonstige chemische Industrie	24 ohne 24.1	20 ohne 20.1
Gummi- u. Kunststoffwaren	25	22
Glas u. Keramik	26.1, 26.2, 26.3	23.1, 23.2, 23.4, 23.31
Verarb. v. Steine-Erden	26 ohne 26.1, 26.2, 26.3	23 ohne 23.1, 23.2, 23.4, 23.31
Metallerzeugung	27.1	24.1
NE-Metalle, -gießereien	27.4, 27.5	24.4, 24.5
Metallbearbeitung	27.2, 27.3, 28	24 ohne 24.1, 24.4, 24.5; 25
Maschinenbau	29	28 ohne 28.23
Fahrzeugbau	34, 35	29, 30
Sonst. Wirtschaftszweige	17, 18, 19, 20, 22, 30, 31, 32, 33, 36, 37	13, 14, 15, 15, 18, 28.23, 26,27, 31, 32, 33

Quelle: AG Energiebilanzen 2009

### 2.3.2 Endenergieverbrauch nach industriellen Prozessen

Im Hinblick auf die Ermittlung des Energiebedarfs industrieller Prozesse sind zwei Fälle zu unterscheiden:

- a. Prozesse bzw. energieintensive Produkte, für die Energieverbrauchsdaten aus der Energiestatistik des Statistischen Bundesamtes verfügbar sind.
- b. Prozesse, für die keine offiziellen statistischen Daten vorliegen.

#### Fall a:

Die Jahresherhebung über die Energieverwendung im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe des Statistischen Bundesamtes (2008) hat eine deutlich detailliertere Aufgliederung nach Branchen und Produkten als die Energiebilanz. Daraus lassen sich zumindest für einzelne Prozesse in einigen energieintensiven Branchen (NE-Metalle, Steine-Erden, Glas, Papier, Ernährung) die Daten zum Energieverbrauch nach Energieträgern auf jährlicher Basis ermitteln. Allerdings weist diese Statistik bei einzelnen Energieträgern Datenlücken auf, da Werte aus Gründen der Geheimhaltung nicht ausgewiesen werden dürfen. Der gesamte Endenergiever-

brauch und der Stromverbrauch sind jedoch in der Regel verfügbar, und damit auch der gesamte Brennstoffverbrauch (inkl. Fernwärme) als Differenz zwischen dem Endenergieverbrauch und Strom. Die verbleibenden Lücken bei einzelnen Energieträgern wurden gefüllt, indem alle angegebenen Energieträgerverbräuche aufsummiert und vom gesamten Brennstoffverbrauch abgezogen wurden. Der ggf. verbleibende Rest wurde nach den Anteilen der fehlenden Energieträger am Endenergieverbrauch der Gesamtbranche laut Energiebilanz aufgeteilt.

Weiterhin wurden die vom Statistischen Bundesamt erhobenen Daten an die Abgrenzungen in der Energiebilanz angepasst. Dies betrifft vor allem die industrielle Kraft-Wärme-Kopplung. Denn der Brennstoffeinsatz für die industrielle Stromerzeugung wird beim Statistischen Bundesamt dem Endenergieverbrauch zugerechnet, während dieser in der Energiebilanz in der Umwandelungsbilanz ausgewiesen wird.

Bei der Angleichung der Daten an die AGEB-Systematik wurde wie folgt vorgegangen:

- Die in der Energiebilanz 2007 verwendeten Daten zum Brennstoffeinsatz für industrielle Stromerzeugung nach Energieträgern und den in der Energiebilanz unterschiedenen Industriebranchen wurden dem Fraunhofer ISI von der AG Energiebilanzen zur Verfügung gestellt.
- Diese Gesamtwerte wurden dann auf die in den jeweiligen Branchen unterschiedenen Produkte bzw. Prozesse aufgeteilt. Da das Statistische Bundesamt jedoch seit der Änderung der Energieverbrauchsstatistik im Jahr 2002 dafür keine detaillierten Daten unterhalb der WZ-Zweistellerebene mehr zur Verfügung stellt, wurde dafür auf Daten zum Brennstoffeinsatz für industrielle Stromerzeugung aus dem Jahr 2001 aus einer Sonderauswertung des Statistischen Bundesamtes für das Fraunhofer ISI zurückgegriffen. Diese Daten wurden anteilmäßig auf das Jahr 2007 übertragen. Dieses Vorgehen ist allerdings mit Ungenauigkeiten behaftet, da die zwischen 2001 und 2007 möglicherweise stattgefundenen Änderungen in der Brennstoffeinsatzstruktur für Stromerzeugung nicht adäquat berücksichtigt werden können.

Die Ermittlung der Energieeinsätze nach Prozessen für die Metallerzeugung erfolgt über die Eisen- und Stahlstatistik des Statistischen Bundesamtes. Dort werden die Brennstoffe in Tonnen (feste Brennstoffe), in m<sup>3</sup> (gasförmige Brennstoffe) oder in kWh (elektrische Energie) je Anlage (Sinteranlage, Hochofenbetriebe, etc.) angegeben. Die Berechnung des Energieeinsatzes erfolgt über die spezifischen Heizwerte der jeweiligen Energieträger. Unsicherheiten bestehen in den Annah-

men über den Energieaufwand für die Bereitstellung von Sauerstoff und Dampf. Weiterhin sind manche Werte der Statistik aus Geheimhaltungsgründen geschwärzt, so dass hier Abschätzungen vorgenommen werden müssen. Der Vergleich der berechneten Energieeinsätze mit denen aus der Literatur zeigt jedoch plausible Ergebnisse.

### Fall b:

In diesem Fall liegt aus der offiziellen Statistik des Statistischen Bundesamt und/oder der Verbandsstatistik der jeweiligen Branchenverbände lediglich das Produktionsvolumen in Tonnen in jährlicher Form vor. Dieser Wert kann für das jeweilige Erhebungsjahr mit einem spezifischen Strom- bzw. Brennstoffbedarf multipliziert und so der jährliche Strom- bzw. Brennstoffverbrauch je Prozess ermittelt werden.

Für die Ermittlung des spezifischen Strom- und Brennstoffbedarfs der nicht durch statistische Daten abgedeckten Prozesse gibt es wiederum verschiedene methodische Ansätze:

- Auswertung nationaler und internationaler Literatur und sonstiger Datenquellen. So liegen derzeit beispielsweise aktuelle Studien der IEA (2007, 2009) zum Energieverbrauch und Einsparpotenzialen in der Industrie vor. Auch die von Ecofys, Fraunhofer ISI und Öko-Institut (2009) im Auftrag der EU-Kommission erarbeiteten Branchenstudien zu Benchmarks für den EU-Emissionshandel beinhalten viele Informationen zum spezifischen Energieverbrauch von industriellen Prozessen, die sich auch für die Situation in Deutschland verwenden lassen.
- Durchführung von Befragungen: wegen der prozessspezifischen Ausprägung sind auf der Prozessebene keine größeren Umfragen sinnvoll, wie sie beispielsweise in Deutschland zur Erhebung des Energieverbrauchs in den Sektoren private Haushalte und GHD im Auftrag des BMWi durchgeführt werden. Besser geeignet zur besseren Erfassung des Energiebedarfs industrieller Prozesse sind daher Experteninterviews mit relevanten Akteuren wie Branchenverbände, produzierende Unternehmen, Anlagenhersteller und Forschungseinrichtungen

Die genannten Methoden werden derzeit im Rahmen des im November 2009 begonnen UBA-Projektes „Möglichkeiten, Potenziale, Hemmnisse und Instrumente zur Senkung des Energieverbrauchs und der CO<sub>2</sub>-Emissionen von industriellen Branchentechnologien durch Prozessoptimierung und Einführung neuer Verfah-



renstechniken“ (FKZ 3709 46 130), das vom Fraunhofer ISI in Kooperation mit der IREES GmbH Karlsruhe und Prof. Ali Hassan, TU Berlin durchgeführt wird, angewandt, um sowohl den IST-Stand als auch Einsparpotenziale zu ermitteln. Die auf dieser Grundlage ermittelten spezifischen Strom- und Brennstoffverbräuche einzelner industrieller Prozesse für das Referenzjahr 2007 stehen seit Mitte Juni 2010 weitgehend zur Verfügung und können daher für den hier vorgelegten Abschlussbericht dieses Forschungsvorhabens noch verwendet werden.

### 2.3.3 Stromverbrauch der Industrie nach Anwendungen

Aufgrund der schlechten Datenverfügbarkeit zum Endenergieverbrauch nach Anwendungen im Verarbeitenden Gewerbe und der niedrigen Anzahl an durchgeführten Erhebungen wird hier mit Hilfe eines konsistenten Mengengerüsts eine Aufteilung des Stromverbrauchs auf einzelne Verwendungszwecke sowie Industriebranchen durchgeführt. Die bereits in Kapitel 1.8 beschriebenen Anwendungsbilanzen sowie die Branchenaufteilung der Energiebilanz bilden den Rahmen für das erstellte Mengengerüst. Es wird je nach Anwendung und Datenverfügbarkeit der Stromverbrauch einzelner Anwendungen Bottom-Up über spezifische Kennwerte und Aktivitätsgrößen berechnet oder alleine anhand von Aktivitätsgrößen auf die Wirtschaftszweige aufgeteilt. Für den zweiten Fall ist allerdings Voraussetzung, dass zumindest Angaben zum Stromverbrauch der betroffenen Anwendung für das gesamte Verarbeitende Gewerbe vorhanden sind. Falls aus den Anwendungsbilanzen (AGEB/BDEW 2009) Werte verfügbar sind (dies ist für Beleuchtung, IKT, mechanische Energie, Raumwärme und Warmwasser der Fall), so werden diese als Kalibrierungsgrößen genommen und bilden die Fixpunkte des Mengengerüsts.

Um die Plausibilität dieses Vorgehens weiter zu erhöhen, werden die Anwendungen zunächst in zwei Gruppen eingeordnet:

- Die erste Gruppe umfasst sämtliche Anwendungen, die eher gebäude- und beschäftigtenbezogen sind. Dieser Gruppe werden die Klimatisierung, die Beleuchtung, IKT, Lüftung, Raumwärme und Warmwasser zugeordnet. Die Kennwerte für den spezifischen Verbrauch beziehen sich hier auf die Gebäudefläche oder die Anzahl der Beschäftigten. Diese Anwendungen stellen die „reinen“ Querschnittstechniken dar, die sich über die Industriebranchen kaum unterscheiden.
- Die zweite Gruppe wird gebildet, um der enormen Heterogenität der Prozesse und Unternehmensstrukturen in der Industrie Rechnung zu tragen. Sie umfasst

Anwendungen, die eher dem industriellen Fertigungsprozess zugeordnet sind. Diese werden zwar auch als Querschnittstechniken bezeichnet, ihre Nutzung und Struktur unterscheidet sich jedoch stärker zwischen den einzelnen Industriebranchen. Entsprechend lassen sich diese Verwendungszwecke der zweiten Gruppe nur über die einzelnen Industrieprozesse abschätzen. Die Aktivitätsgröße stellt bei dieser Gruppe die jährliche physische Produktion bzw. der Energieverbrauch einzelner Prozesse dar. Aufgrund der Vielzahl der industriellen Prozesse und Produkte kann dieses Vorgehen nur für die energieintensivsten Prozesse und die Anwendungen mit den höchsten Anteilen am Stromverbrauch genutzt werden. Folglich müssen verbleibende „Lücken“ und Restwerte im Mengengerüst anhand von höher aggregierten Literaturwerten geschlossen werden. Auch wenn diese teilweise deutlich stärkeren Unsicherheiten unterworfen sind, so stellt die Integration innerhalb eines in sich konsistenten Mengengerüsts dennoch sicher, dass die einzelnen Anwendungen realitätsnah abgebildet werden.

Im Folgenden wird zunächst die Ableitung des Mengengerüsts beschrieben und dann die auf dieser Grundlage erfolgte Ermittlung des Stromverbrauchs der einzelnen Industriebranchen für die betrachteten Anwendungen dargestellt.

### **Gebäude- und beschäftigtenbezogene Anwendungen**

Um für diese Gruppe ein Mengengerüst mit möglichst hoher Realitätsnähe zu erreichen, werden die Beschäftigten als eine der beiden verwendeten Aktivitätsgrößen nochmals in zwei möglichst homogene Gruppen geteilt: Beschäftigte in Büros und Beschäftigte in der Produktion. Denn gerade für Büroarbeitsplätze sind aus verschiedenen Studien und Normen bereits verlässliche Kennwerte zum Energieverbrauch für einzelne Anwendungen vorhanden. Die Anzahl der Beschäftigten für 2007 nach Wirtschaftszweigen liegt vom Statistischen Bundesamt auf jährlicher Basis vor (Statistisches Bundesamt 2008b: Fachserie 4, Reihe 4.1.1). Sie schließt Inhaber sowie Teilzeitbeschäftigte in Vollzeitäquivalenten ein. Die weitere Unterteilung in Beschäftigte in Büros und Beschäftigte in der Produktion wurde vom Statistischen Bundesamt im Jahr 2005 eingestellt. Daher werden die Anteile beider Beschäftigtengruppen (Arbeiter und Angestellte) aus dem letzten verfügbaren Jahr 2004 zugrunde gelegt. Es ergibt sich die in Tabelle 2-13: In GEKLES enthaltene charakteristische Typbetriebedargestellte Aufteilung.

Für die zweite für diese Gruppe verwendete Aktivitätsgröße, die Gebäudefläche, liegen aus der amtlichen Statistik keine Daten für das Verarbeitende Gewerbe vor. Daher werden die Bürofläche und die Produktionsfläche für die einzelnen Indust-

riezweige anhand des spezifischen Flächenbedarfs je Beschäftigtem ermittelt und über die – statistisch verfügbare – Anzahl der Beschäftigten hochgerechnet. Aus Mangel an industriespezifischen Erhebungen wurde der für den GHD-Sektor erhobene spezifische Flächenbedarf (Fraunhofer ISI et al. 2009) übernommen. Demnach hat jeder Angestellte in Büros einen durchschnittlichen Flächenbedarf von 47 m<sup>2</sup> und jeder Arbeiter in der Produktion von 105 m<sup>2</sup>. Diese Werte wurden hier für alle unterschiedenen Branchen übernommen.<sup>9</sup> Über Multiplikation mit der Anzahl der Angestellten und Arbeiter ergibt sich entsprechend die absolute Fläche in Büros und Produktionshallen. Danach entfällt auf die Produktionshallen ein Anteil von 79% und auf die Büros von 21% an der gesamten Nutzfläche der Industriebetriebe (Tabelle 2-17).

Tabelle 2-16: Beschäftigte in der Industrie nach Branchen 2007

	Beschäftigte gesamt	Anteil Arbeiter	Anteil Angestellte	Anzahl Arbeiter	Anzahl Angestellte	Strombedarf je Beschäftigtem
<b>Branche</b>	<b>1000</b>			<b>1000</b>	<b>1000</b>	<b>kWh/Besch.</b>
Gewinnung von Steinen und Erden, sonst Bergb.	24	72%	28%	17	7	81.394
Ernährung und Tabak	629	65%	35%	409	220	27.107
Papiergewerbe	138	71%	29%	98	40	162.282
Grundstoffchemie	156	50%	50%	78	78	288.668
Sonstige chem. Industrie	285	41%	59%	118	167	26.128
Gummi- u. Kunststoff	356	72%	28%	256	100	39.570
Glas u. Keramik	89	72%	28%	64	25	60.669
Verarb. v. Steine-Erden	107	66%	34%	70	37	81.901
Metallerzeugung	76	73%	27%	55	21	286.998
NE-Metalle, -gießereien	132	75%	25%	99	33	156.726
Metallbearbeitung	654	73%	27%	479	176	21.887
Maschinenbau	997	57%	43%	573	425	10.756
Fahrzeugbau	976	68%	32%	661	315	20.115
Sonst. Wirtschaftszweige	1.549	59%	41%	911	638	17.509
<b>Industrie gesamt</b>	<b>6.168</b>			<b>3.887</b>	<b>2.281</b>	<b>38.302</b>

Quelle: Statistisches Bundesamt, Fachserie 4, Reihe 4.1.1 (Berichtsjahre 2007 und 2004)

<sup>9</sup> Von Baumgartner et al. (Baumgartner et al. 2006) wird allerdings angenommen, dass sich der spezifische Flächenbedarf in Produktionsgebäuden von Branche zu Branche bis um das Zweifache unterscheidet. Allerdings gibt es keine statistische Fundierung für diese Annahmen, so dass hier dennoch der einheitliche Wert von 105 kWh/m<sup>2</sup> aus Fraunhofer ISI et al. 2009 übernommen wird.

Tabelle 2-17: Flächenbedarf in der Industrie nach Branchen 2007

	Fläche Produk- tion	Fläche Büro	Fläche gesamt	Anteil Fläche Produk- tion	Anteil Fläche Büro	Strom- ver- brauch je m <sup>2</sup>
Branche	1000 m <sup>2</sup>	1000 m <sup>2</sup>	1000 m <sup>2</sup>			kWh/m <sup>2</sup>
Gewinnung von Steinen und Erden, sonst. Bergbau	1.836	318	2.154	85%	15%	916
Ernährung und Tabak	42.920	10.361	53.281	81%	19%	320
Papiergewerbe	10.241	1.889	12.130	84%	16%	1.843
Grundstoffchemie	8.164	3.677	11.841	69%	31%	3.803
Sonstige chem. Industrie	12.405	7.836	20.241	61%	39%	368
Gummi- u. Kunststoff	26.891	4.689	31.581	85%	15%	446
Glas u. Keramik	6.704	1.193	7.897	85%	15%	686
Verarb. v. Steine-Erden	7.361	1.720	9.080	81%	19%	962
Metallerzeugung	5.774	970	6.743	86%	14%	3.218
NE-Metalle, -gießereien	10.406	1.534	11.940	87%	13%	1.729
Metallbearbeitung	50.250	8.256	58.505	86%	14%	245
Maschinenbau	60.113	19.963	80.076	75%	25%	134
Fahrzeugbau	69.404	14.821	84.225	82%	18%	233
Sonst. Wirtschaftszweige	95.624	29.980	125.604	76%	24%	216
<b>Industrie gesamt</b>	<b>408.094</b>	<b>107.205</b>	<b>515.298</b>	<b>79%</b>	<b>21%</b>	<b>458</b>

Quelle: Abschätzungen Fraunhofer ISI basierend auf Statistisches Bundesamt, Fachserie 4, Reihe 4.1.1 und Fraunhofer ISI et al. 2009

Die **Beleuchtung** hatte laut BDEW Anwendungsbilanzen in 2007 einen Anteil von 5 % am industriellen Stromverbrauch in Deutschland. Hieraus ergibt sich ein Stromverbrauch von 23 kWh je m<sup>2</sup> und Jahr, der anhand der Fläche den Wirtschaftszweigen zugeordnet wird.

Für die **IKT-Anwendungen** ist die Datenlage speziell für den Industriesektor auf Branchenebene sehr begrenzt. In den Anwendungsbilanzen des BDEW wird nur der gesamte Stromverbrauch für IKT in der Industrie ausgewiesen. Auf Grundlage einer Differenzierung des IKT-bedingten Stromverbrauchs für Deutschland, die von Fraunhofer IZM und Fraunhofer ISI (2009) vorgenommen wurde, wird jedoch für diese Studie angestrebt, zumindest den in den Unternehmen auftretenden Stromverbrauch für Bürogeräte und Server zu differenzieren. Dazu wurde zunächst der gesamte Stromverbrauch für IKT aus den Anwendungsbilanzen für das Jahr 2007 (AGEB /BDEW 2009) über die Anteile an den Bürobeschäftigten (Ange-

stellte) auf die einzelnen Industriebranchen verteilt. Die Aufteilung auf die Bürogeräte und Server erfolgte über die Anteile dieser Gerätegruppen am gesamten IKT-bedingten Stromverbrauch in Unternehmen, wie sie in der Studie von Fraunhofer IZM/ISI (2009) für 2007 ermittelt wurden. Diese Anteile wurde nicht weiter nach Branchen differenziert (Tabelle 2-15). Weitere industrielle IKT-Anwendungen z.B. in der Steuerungs- und Regelungstechnik oder der Medizintechnik können jedoch nicht berücksichtigt werden. Dafür wäre eine eigenständige komplexe Datenerhebung erforderlich, wie sie weder in der genannten Studie von Fraunhofer IZM/ISI (2009) noch in diesem Projekt geleistet werden kann.

Tabelle 2-18: Stromverbrauch für IKT-Anwendungen in der Industrie nach Branchen in 2007

	IKT gesamt	Desktop PC	Notebook	Monitor	Drucker	Server	Telefon / Router	Anteil IKT am Stromverbrauch
Branche	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]
Gew. V. Steine-Erden, sonst. Bergbau	30	10	1	4	4	10	2	1,5%
Ernährung und Tabak	979	324	18	123	115	341	58	5,7%
Papiergewerbe	179	59	3	22	21	62	11	0,8%
Grundstoffchemie	347	115	6	43	41	121	21	0,8%
Sonstige chemische Industrie	741	245	14	93	87	258	44	9,9%
Gummi- u. Kunststoffwaren	443	147	8	55	52	155	26	3,1%
Glas u. Keramik	113	37	2	14	13	39	7	2,1%
Verarb. v. Steine-Erden	163	54	3	20	19	57	10	1,9%
Metallerzeugung	92	30	2	11	11	32	5	0,4%
NE-Metalle, -gießereien	145	48	3	18	17	51	9	0,7%
Metalbearbeitung	780	258	14	98	92	272	46	5,4%
Maschinenbau	1.887	625	35	236	221	658	112	17,6%
Fahrzeugbau	1.401	464	26	175	164	488	83	7,1%
Sonst. Wirtschaftszweige	2.833	938	52	355	332	988	168	10,5%
<b>Industrie gesamt</b>	<b>10.132</b>	<b>3.355</b>	<b>187</b>	<b>1.268</b>	<b>1.189</b>	<b>3.532</b>	<b>602</b>	<b>4,3%</b>

Quelle: Abschätzung Fraunhofer ISI basierend auf AGE/BDEW 2009 und Fraunhofer IZM/ISI 2009

Auch der Energieverbrauch für **Raumwärme** (8,2% des Endenergieverbrauchs der Industrie) und **Warmwasser** (1,4%) ist in den Anwendungsbilanzen für die gesamte Industrie angegeben. Beide Größen werden entsprechend der Fläche auf die Industriebranchen verteilt. Es ergeben sich ein spezifischer jährlicher Raumwärmebedarf von 117 kWh/m<sup>2</sup> und ein spezifischer Warmwasserbedarf von 14 kWh/m<sup>2</sup> (in Endenergie). Laut Anwendungsbilanzen werden 1,5% des Raumwärmebedarfs über elektrische Heizungen gedeckt. Beim Warmwasserbedarf sind es 12,5%. Der Anteil der Raumwärme und der Warmwasserbereitung am Stromverbrauch der Industrie entspricht folglich jeweils 0,4%.

Bei den raumluftechnischen Anlagen wird zwischen dem Energiebedarf für die Bereitstellung der Kälte zur Raumklimatisierung und dem Energiebedarf für den Lufttransport für Lüftung und Klimatisierung unterschieden. Zu beiden Verwendungszwecken machen die Anwendungsbilanzen keine Angaben.

Der Energiebedarf für die Erzeugung von Kälte zur **Gebäudeklimatisierung** wurde jedoch sehr detailliert in einer Studie für den Deutschen Kälte- und Klimatechnischen Verein e.V. (DKV) (Institut für Angewandte Thermodynamik und Klimatechnik (IATK) et al. 2002) abgeschätzt. Bezugsgröße der Studie ist die Anzahl der Beschäftigten je Industriebranche. Da diese Studie die einzige groß angelegte Untersuchung zum industriellen Kältebedarf in Deutschland der letzten zehn Jahre darstellt, bezieht sich auch neuere Literatur fast ausnahmslos auf diese Quelle. Für das Mengengerüst wird unterstellt, dass der spezifische Kältebedarf je Beschäftigtem in 2007 mit 30,6 kWh je m<sup>2</sup> dem Wert der Studie entspricht. Weiterhin wurden die gleichen Klimatisierungsgrade je Industriebranche unterstellt, wie in der DKV Studie angegeben. Es resultiert ein Stromverbrauch von 5.239 GWh/a, und damit 2,2% des industriellen Strombedarfs. Dieser geht allein auf Kompressionskälteanlagen zurück. Der geringfügige Brennstoffbedarf für Absorptionskälteanlagen wird hier nicht weiter betrachtet, da diese laut DKV Studie weniger als 2% der in der Industrie installierten Kälteleistung ausmachen.

Tabelle 2-19: Klimatisierungsgrad und resultierende klimatisierte Fläche nach Industriebranchen

	Klimatisierungsgrad (2002)	Klimatisierte Fläche (2007)
<b>Branche</b>	<b>1=100%</b>	<b>1000 m<sup>2</sup></b>
Gewinnung von Steinen und Erden, sonst. Bergbau	0,3	711
Ernährung und Tabak	0,6	31.968
Papiergewerbe	0,9	10.917
Grundstoffchemie	0,8	9.473
Sonstige chem. Industrie	0,8	16.193
Gummi- u. Kunststoff	0,5	15.790
Glas u. Keramik	0,3	2.369
Verarb. v. Steine-Erden	0,3	2.724
Metallerzeugung	0,3	2.023
NE-Metalle, -gießereien	0,3	3.582
Metallbearbeitung	0,3	17.552
Maschinenbau	0,2	16.015
Fahrzeugbau	0,2	16.845
Sonst. Wirtschaftszweige	0,2	25.121
<b>Industrie gesamt</b>	<b>0,33</b>	<b>171.283</b>

Quelle: Institut für Angewandte Thermodynamik und Klimatechnik (IATK) et al. 2002; Schätzung Fraunhofer ISI

Der Strombedarf für die Luftförderung in Klima- und Lüftungsanlagen wird über spezifische Kennwerte berechnet. Für Bürogebäude ist in der VDI Richtlinie 3807 (VDI 2008) ein mittlerer Strombedarf von 26 kWh/m<sup>2</sup> angegeben (mögliche Abweichung im Einzelfall von 3 bis 76 kWh/m<sup>2</sup>). Für Produktionsgebäude muss auf eine Schweizer Norm zur elektrischen Energie im Hochbau (SIA 2006) zurückgegriffen werden. Sie gibt einen Strombedarf von 25 kWh/m<sup>2</sup> für Produktionsgebäude an. Es ergibt sich ein Strombedarf von 13.000 GWh/a und damit 5,5% des industriellen Stromverbrauchs.

Tabelle 2-20: Anteile der gebäude- und beschäftigtenbezogene Anwendungen am industriellen Stromverbrauch im Jahr 2007

Branche	Beleuchtung	Klimatisierung	Belüftung	Raumwärme und Warmwasser	IKT	Summe
Gew. von Steinen und Erden	2,5%	1,1%	2,7%	0,4%	1,5%	8,3%
Ernährung und Tabak	7,2%	5,7%	7,8%	1,1%	5,7%	27,6%
Papiergewerbe	1,3%	1,5%	1,4%	0,2%	0,8%	5,1%
Grundstoffchemie	0,6%	0,6%	0,7%	0,1%	0,8%	2,8%
Sonstige chem. Industrie	6,3%	6,7%	6,9%	0,9%	9,9%	30,7%
Gummi- u. Kunststoff	5,2%	3,4%	5,6%	0,8%	3,1%	18,1%
Glas u. Keramik	3,4%	1,3%	3,7%	0,5%	2,1%	10,9%
Verarb. v. Steine-Erden	2,4%	1,0%	2,6%	0,4%	1,9%	8,2%
Metallerzeugung	0,7%	0,3%	0,8%	0,1%	0,4%	2,3%
NE-Metalle, -gießereien	1,3%	0,5%	1,4%	0,2%	0,7%	4,2%
Metallbearbeitung	9,4%	3,7%	10,2%	1,4%	5,4%	30,3%
Maschinenbau	17,2%	4,6%	18,8%	2,6%	17,6%	60,7%
Fahrzeugbau	9,9%	2,6%	10,8%	1,5%	7,1%	31,9%
Sonst. Wirtschaftszweige	10,7%	2,8%	11,7%	1,6%	10,5%	37,2%
<b>Industrie gesamt</b>	<b>5,0%</b>	<b>2,2%</b>	<b>5,5%</b>	<b>0,7%</b>	<b>4,3%</b>	<b>17,8%</b>

Wie Tabelle 2-20 zeigt, unterscheiden sich die Anteile der einzelnen Verwendungszwecke erheblich zwischen den einzelnen Industriebranchen. Wie erwartet weisen die Querschnittstechniken in den energieintensiven Branchen sehr niedrige Anteile auf. Vor allem im Maschinenbau, aber auch in den Branchen Metallbearbeitung und Ernährung/Tabak erscheinen die Anteile mit bis zu 60% sehr hoch,

was auf die hohe Anzahl der Beschäftigten in Kombination mit dem sehr niedrigen Stromverbrauch dieser Branche zurückzuführen ist. Bei dieser Konstellation zeigen sich die Grenzen des gewählten Zuordnungsverfahren über die Anteile an den Beschäftigten, das aber insgesamt als vergleichsweise plausibel eingeschätzt wird, da die Beschäftigten gegenüber alternativen monetären Aktivitätsgrößen wie die Bruttowertschöpfung noch die höchste Korrelation zum Stromverbrauch für die genannten Anwendungen aufweist. Insgesamt haben danach diese Querschnittstechniken mit etwa 18% einen durchaus beachtlichen Anteil am industriellen Stromverbrauch. Trotz der möglicherweise zu hohen Anteile in einigen Branchen weisen die nach einem einheitlichen methodischen Vorgehen berechneten Werte einige Vorteile gegenüber anderen, eher partiellen Werten aus unterschiedlichen Studien auf. So bauen die Ergebnisse auf einem konsistenten Mengengerüst auf, das auf einigen Kennwerte aus allgemein anerkannten Quellen beruht und darüber hinaus, soweit die Werte in der Anwendungsbilanz von AGEB/BDEW ausgewiesen werden, auch mit dieser kompatibel ist.

### **Prozessbezogene Verwendungszwecke**

Für die Berechnung der prozessbezogenen Verwendungszwecke werden diese zunächst für die einzelnen industriellen Prozesse mit den höchsten Anteilen am Stromverbrauch definiert und dann entsprechend der Zusammensetzung der einzelnen Wirtschaftszweige aufsummiert. Beispielhaft sollen einzelne Anwendungen mit besonders hohem Strombedarf beschrieben werden.

**Industriekälte** spielt besonders in der chemischen Industrie sowie bei der Nahrungsmittelherstellung eine wichtige Rolle. In der Grundstoffchemie wird Tieftemperaturkälte vorwiegend zur Luftzerlegung eingesetzt. In 2007 wurden so 7,7 Millionen Tonnen Sauerstoff hergestellt. Dies entspricht einem Stromverbrauch von 5,4 TWh für die Bereitstellung von Tieftemperaturkälte. In der Nahrungsmittelherstellung ist der Stromverbrauch schwieriger abzuschätzen. In der bereits zitierten DKV-Studie (Institut für Angewandte Thermodynamik und Klimatechnik et al. 2002) wurde ein Strombedarf von 17.000 GWh pro Jahr berechnet, welcher allerdings den Strombedarf der Nahrungsmittelindustrie in den Energiebilanzen übersteigt und daher nicht weiter berücksichtigt wird. Andere Quellen gehen davon aus, dass 25% bis 60% des Stromverbrauchs in der Nahrungsmittelindustrie zur Kälteerzeugung verwendet werden.

**Mahlprozesse** werden in verschiedenen Produktionslinien eingesetzt. Sehr energieintensive Prozesse sind das Mahlen von Rundholz für die Holzstoffherstellung sowie die Nachmahlung des Faserstoffs in den Papierfabriken (~ 20.000 GWh).



Auch das Mahlen von Zement und Kalk weist mit etwa 8 bis 9.000 GWh einen sehr hohen Strombedarf auf.

Die äußerst stromintensive **Elektrolyse** wird sowohl in der chemischen Industrie als auch in der Nicht-Eisen-Metalle Industrie in großen Maßstab eingesetzt. Für die Herstellung von Chlor wurden in 2007 rund 50.000 GWh Strom verbraucht. Zur Herstellung von Primäraluminium waren es 32.500 GWh.

Weitere Anwendungen von **Prozesswärme** sind z.B. Induktionsöfen zur Schmelze und zum Erwärmen von Metallen. Auch kleine dezentrale elektrische Wärmeerzeuger fallen unter die Rubrik „weitere Prozesswärme“.

In der Grundstoffchemie machen **Hochdruckkompressoren** einen so großen Anteil am Stromverbrauch aus, dass auch die Anteile für die gesamte Industrie bedeutend sind. Diese Kompressoren sind im Gegensatz zu normalen Druckluftsystemen direkt in den Prozess eingebunden und erzeugen Drücke bis 400 bar. Teilweise werden sie durch brennstoffbetriebene Varianten ersetzt.

Im Folgenden werden auf Basis einer Literaturrecherche Werte für prozessbezogene Verwendungszwecke in den weniger energieintensiven Branchen (Maschinenbau, Fahrzeugbau, Sonstige Chemie, Metallbearbeitung, Sonstiges Verarbeitendes Gewerbe) ermittelt sowie bei den energieintensiven Branchen die verbleibenden Lücken gefüllt. Die betroffenen Anwendungen sind hauptsächlich **Pumpen, Ventilatoren und Druckluft**.

Viele der Studien, in denen die Aufteilung des Stromverbrauchs dieser Querschnittstechniken auf die Branchen der Industrie analysiert wurde, wurden auf Ebene der Europäischen Union durchgeführt. Auch wenn sie als Untersuchungsgegenstand die Industrie in Europa haben, so lassen sie sich dennoch verwenden, um auch Rückschlüsse auf Deutschland ziehen.

Die umfangreichsten Daten zum Stromverbrauch von elektrischen Antrieben wurden von Almeida et al. (2001) erhoben. Die Daten wurden per Umfrage für die wichtigsten Branchen aus sechs ausgewählten EU-Ländern erhoben, die insgesamt 72% des Energieverbrauchs in der Industrie in der EU-15 ausmachen. Es wurden die fünf Verwendungszwecke Pumpen, Ventilatoren, Kältekompression, Druckluft und Fließbänder explizit unterschieden, woraus eine relativ große Gruppe „übriger Anwendungen“ resultiert. Die Aufteilung der Industriebranchen in dieser Studie orientierte sich an den Definitionen der Eurostat-Energiestatistiken, die weniger detailliert ist als in der deutschen Energiebilanz. Die Nutzbarkeit der Da-

ten ist allerdings dadurch eingeschränkt, dass es sich um Mittelwerte der EU-15 Staaten<sup>10</sup> handelt, einige (wenige) Werte als "unrealistisch"<sup>11</sup> einzustufen sind und außerdem nur für die Hälfte der in dieser Untersuchung unterschiedenen Branchen Angaben vorhanden sind.

Die umfangreichste Arbeit zum Stromverbrauch für Querschnittstechniken in Deutschland wurde von Schmid et al. (2003) durchgeführt. Die ermittelten Anteile einzelner Querschnittstechniken werden in dieser Studie allerdings nicht nach Branchen unterschieden.

Wenn auch die in beiden Studien angegebenen Anteile der einzelnen Querschnittstechniken sicherlich gewissen Unsicherheiten unterworfen sind, kann die Schlussfolgerung gezogen werden, dass Pumpen-, Kälte-, Ventilations- und Druckluftsysteme einen hohen Anteil am Stromverbrauch haben, und damit ihre weitere Betrachtung gerechtfertigt scheint. Des Weiteren liefern die erwähnten Studien eine erste Datengrundlage. Der sehr hohe Anteil "übriger Motoranwendungen" lässt eine tiefergehende Betrachtung auch hier sinnvoll erscheinen, selbst wenn die in diesem Block enthaltenen Anwendungen deutlich heterogener sind.

Werte für die Anteile von Ventilatoren werden in Radgen (2002) abgeschätzt. Allerdings auch hier für die EU-15. Die Anteile der Druckluft am Stromverbrauch sind mit großen Spannweiten in Radgen (2006) angegeben.

Eine ältere Aufteilung der Querschnittstechniken für Deutschland wurde von Landwehr et al. (1996) vorgenommen. Die einzelnen Werte sind leider nicht direkt mit den in dieser Arbeit zugrunde gelegten Werten vergleichbar, da sie sich nicht auf den gesamten industriellen Stromverbrauch beziehen. Ein qualitativer Vergleich ist jedoch möglich und zeigt, dass markante Besonderheiten in beiden Datensätzen ähnlich sind. Das trifft z.B. auf den vergleichsweise hohen Stromverbrauch von Pumpen in der Papierindustrie, aber auch den hohen Verbrauch durch Ventilatoren in der Glasindustrie zu. Der angegebene hohe Anteil der Pumpen in der Metallerzeugung ist als wenig realistisch einzustufen.

---

<sup>10</sup> Almeida et al. (2001) argumentieren, dass die Strukturen innerhalb einer Branche (und damit die Anteile der Querschnittstechniken) in den EU-Mitgliedstaaten sehr ähnlich sind und Abweichungen somit vernachlässigt werden können.

<sup>11</sup> So wird z.B. ein unrealistisch hoher Stromverbrauch durch Motoren bei den NE-Metallen angegeben, der nach aufsummieren mit dem Stromverbrauch für die Aluminiumelektrolyse den Stromverbrauch der Branche laut Energiebilanzen deutlich übersteigen lässt.

In Elliot et al. (2003) sind die entsprechenden Anteile für die US-Industrie angegeben. Auch hier liegt der Anteil des Pumpenstromverbrauchs in der Metallerzeugung sehr niedrig (bei 2 % des gesamten Stromverbrauchs), was die entsprechenden Werte von Landwehr et al. (1996) als eher unwahrscheinlich erscheinen lässt. Die Papierbranche weist auch in der US-Industrie den höchsten Anteil des Pumpenstromverbrauchs auf.

Deutlich stärker abweichend sind die Werte von XEnergy (2001) über die Anteile des durch Druckluft verbrauchten Stroms in den USA. Hier zeigen sich durchaus gegensätzliche Tendenzen zu den Werten von Radgen (2006), so liegt der Druckluftverbrauch in der Glasindustrie bei nur 1,6 %, in der Metallerzeugung jedoch bei über 8 %.

Dieser Literaturüberblick zeigt zunächst, dass die verfügbaren Studien zu den Anteilen der verschiedenen Querschnittstechniken je Branche in der Regel jeweils nur Teilbereiche abdecken. Denn einige Studien konzentrieren sich auf einzelne Technologien (z.B. Ventilatoren), andere wiederum betrachten nur ausgewählte Branchen oder die Industrie als Gesamtheit. Weiterhin zeigt der Vergleich unterschiedlicher Studien, dass die Unsicherheiten bezüglich des Stromverbrauchs bei einigen Querschnittstechniken noch sehr hoch sind. Teilweise widersprechen sich die Quellen, teilweise ist auch unklar, wie genau die Anteile geschätzt und welche Systemgrenzen gezogen wurden. Ein Grund hierfür ist sicherlich auch, dass die Unternehmen selbst häufig kaum Informationen zur Aufteilung des Stromverbrauchs auf verschiedene Querschnittstechniken haben. Für eine verlässliche Datengrundlage müssten also viele Messungen in Unternehmen durchgeführt werden (siehe auch Abschnitt 2.3.6).

Da die diskutierten Quellen jedoch die besten verfügbaren Quellen zum Stromverbrauch der Querschnittstechniken darstellen, werden diese dennoch für die in dieser Studie durchgeführte Aufteilung des Endenergieverbrauchs der Industrie nach Anwendungen verwendet (siehe Abschnitt 3.3.3):

- Für **Druckluft** wurden die Werte von Radgen (2006) angenommen, die auf Auswertungen der Kampagne „Druckluft Effizient“ beruhen.
- Die Werte für **Ventilatoren** stammen aus Radgen et al. (2002) und wurden um den bereits berechneten Stromverbrauch von Ventilatoren in der Gebäudelüftung und -klimatisierung korrigiert, da dieser separat ausgewiesen wird.
- Die Werte für **Pumpen** stammen aus Almeida et al. (2001), und für die dort nicht ausgewiesenen Branchen (Metallbearbeitung, Fahrzeugbau, Sonstiges

Verarbeitendes Gewerbe und Gummi- und Kunststoffwaren) aus Elliot et al. (2003). Der Pumpenstromverbrauch der Papierindustrie wurde auf Basis einer Prozessanalyse berechnet und nicht die unrealistisch hohen Werte aus Almeida et al. (2001) verwendet.

Wenn diese Werte auch aus verschiedenen Studien stammen, so konnten durch die Einarbeitung in ein konsistentes Mengengerüst unrealistische Werte zumindest weitgehend ausgeschlossen werden.

### 2.3.4 Brennstoffverbrauch der Industrie nach Anwendungen

Ähnlich wie bei beim Stromverbrauch wird auch für den Brennstoffverbrauch (inkl. Fernwärme) zwischen Anwendungen, die eher gebäudebezogen (Raumwärme) sind und prozessbezogenen Anwendungen (Öfen) unterschieden.

**Raumwärme** und **Warmwasser** werden in den Anwendungsbilanzen von AGEB/BDEW explizit für die Industrie insgesamt aufgeführt. Die Anwendungen weisen einen Anteil von 8 bzw. 1% am gesamten Endenergieverbrauch der Industrie auf. Basierend auf der Nutzfläche (Tabelle 2-17) kann der Energiebedarf für beide Anwendungen auf die einzelnen Industriebranchen aufgeteilt werden. Es resultiert ein Endenergiebedarf zur Raumwärmebereitstellung von 117 kWh/m<sup>2</sup> a und von 14 kWh/m<sup>2</sup> a für die Warmwasserbereitstellung.

Auch wenn für die Bereitstellung von **mechanischer Energie** vorwiegend Strom eingesetzt wird, so werden laut den Anwendungsbilanzen auch 5% der mechanischen Energie über Brennstoffe bereitgestellt. Zur Aufteilung auf die Branchen gibt es wenige Anhaltspunkte, daher werden die ausgewiesenen 4% proportional anhand des gesamten Brennstoffbedarfs auf die Branchen verteilt. Vermutlich entspricht diese Verteilung nicht exakt der Realität und Branchen wie die Grundstoffchemie setzen überproportional viele Brennstoffe zur Erzeugung von mechanischer Energie ein (z.B. für Hochdruckkompressoren). Aufgrund des Fehlens jeglicher branchenspezifischer Informationen und der vergleichsweise niedrigen Summe von 6,5 TWh scheint diese proportionale Verteilung jedoch gerechtfertigt, und ermöglicht zumindest ein transparentes und konsistentes Mengengerüst.

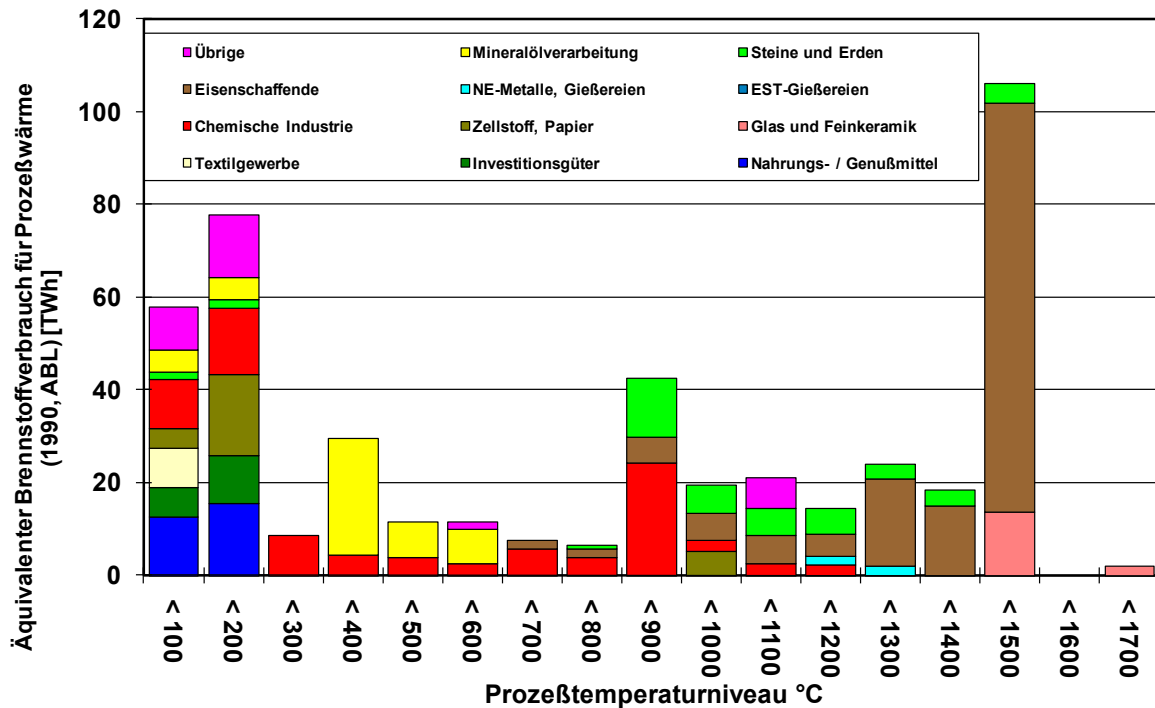
Weiterhin werden **industrielle Verbrennungsanlagen** über 500°C sowie **sonstige Verwendungszwecke zur Wärmeerzeugung (z.B. Dampferzeuger)** unterschieden.

### 2.3.5 Wärmebedarf nach Branchen und Temperaturniveaus

Ergänzend zu dem im vorangehenden Abschnitt dargestellten Strom- und Brennstoffbedarf nach einzelnen industriellen Prozessen soll nachfolgend zusätzlich ermittelt werden, auf welche Temperaturniveaus sich der Wärmebedarf der einzelnen Industriebranchen verteilt. Diese Informationen sind insbesondere relevant für die Abschätzung von Potenzialen für die Wärmebereitstellung mit Kraft-Wärme-Kopplung (KWK), Solarthermie oder die Nutzung von Abwärme.

Eine umfangreiche und häufig zitierte Analyse der Temperaturniveaus in der Industrie wurde von Hofer (1994) durchgeführt, mit dem ursprünglichen Ziel, die Potenziale der Kraft-Wärme-Kopplung zu berechnen (Abbildung 2-8). Auch wenn die Daten von Hofer von Anfang der 90er Jahre stammen, so lassen sich doch noch erste Rückschlüsse auf die Verteilung des Wärmebedarfs nach Prozesstemperaturen schließen. Der Wärmebedarf bei Temperaturen über 1000°C verteilt sich vorwiegend auf die Eisenschaffenden Industrie, die Glasherstellung sowie die Steine- und Erden-Industrie (Klinkerbrennen). Der Bedarf an Niedertemperaturwärme (< 200°C) verteilt sich vorwiegend auf die Papierherstellung und die Nahrungsmittelindustrie. Der Wärmebedarf zwischen 200 und 1000°C kann vorwiegend auf die chemische Industrie und die Mineralölverarbeitung zurückgeführt werden.

Abbildung 2-8: Temperaturniveau nach Industriebranchen nach Hofer (1994)



Quelle: Hofer 1994

Die Daten von Hofer werden, teilweise mit Aktualisierungen<sup>12</sup>, noch heute als Grundlage für Schätzungen genutzt und stellen die umfangreichste Datenquelle zu Temperaturniveaus der Industrie dar. Vergleiche mit Schätzungen zu einzelnen Prozessen zeigen, dass diese Daten auch für die heutige Situation durchaus als realistisch einzustufen sind.

Auch wenn die einzelnen Prozesse sich bezüglich des Temperaturniveaus vermutlich wenig geändert haben, so können strukturelle Verschiebungen (auch innerhalb einer Branche) zu Verschiebungen zwischen den Temperaturniveaus auf Branchen- und Industrieebene geführt haben. Um eine aktuelle Abschätzung der Verteilung nach Temperaturniveaus zu ermitteln, ist es daher notwendig, auf der Ebene einzelner industrieller Prozesse zu arbeiten. Nur hier lässt sich relativ verlässlich das Temperaturniveau abschätzen. Hierzu werden die in der Matrix auf Ebene 2 unterschiedenen Prozesse mit Temperaturniveaus belegt und über ihren Anteil am Wärmebedarf der jeweiligen Branche die Verteilung der Temperaturniveaus auf Branchenebene berechnet. Weiterhin fließt der je Branche berechnete

<sup>12</sup> Die Anteile der Temperaturniveaus wurden dabei nicht verändert, sondern es wurde nur der gesamte Energiebedarf der jeweiligen Branche mit aktuellen Energiebilanzen abgeglichen.

Raumwärme- und Warmwasserbedarf in die Berechnung ein. In den nicht nach einzelnen Prozessen unterschiedenen Branchen (Maschinenbau, Fahrzeugbau, Metallbearbeitung, Sonstiges Verarbeitendes Gewerbe) macht alleine die Raumwärme einen großen Anteil am Wärmebedarf aus. Für die Prozesswärme werden aus Mangel an aktuelleren Studien die Anteile von Hofer et al. (1994) zugrunde gelegt.

Für die Berechnungen wird ausschließlich auf der Ebene der Endenergie gearbeitet. D.h. es wird nicht der tatsächliche Wärmebedarf angegeben, sondern die in der jeweiligen Branche eingesetzte Endenergie (sowohl Strom als auch Brennstoffe) zur Wärmeerzeugung. Für die Analyse wird Prozesswärme explizit von Raumwärme und Warmwasser unterschieden.

Der Endenergiebedarf für die Prozesswärmebereitstellung ergibt sich aus dem gesamten Brennstoffbedarf abzüglich des Brennstoffbedarfs für Raumwärme, Warmwasser und mechanische Energie zuzüglich des Strombedarfs zur Wärmeerzeugung (z.B. Induktionsöfen oder Elektrolyseverfahren).

Im Nahrungsgewerbe sind zwei Prozesse mit dem höchsten Wärmebedarf die Milchverarbeitung sowie die Herstellung von Zucker. Während für die Milchverarbeitung vorwiegend Wärme im Bereich unter 100°C benötigt wird, wird bei der Zuckerherstellung vorwiegend Wärme zwischen 100 und 200°C benötigt. In der Papierherstellung wirkt sich vorwiegend der enorme Wärmebedarf für die Trocknung der Papierbahn auf die Anteile der Branche aus. Dieser liegt im Bereich zwischen 100 und 200°C. In der Grundstoffchemie wird Wärme auf sämtlichen Temperaturniveaus eingesetzt und die Prozesse unterscheiden sich hier deutlich. Mit Abstand der höchste Wärmebedarf mit etwa 50 TWh wird auf die Herstellung von Ethylen zurückgeführt. Diese findet im Temperaturbereich zwischen 500 und 1000°C statt. Im Temperaturbereich zwischen 1000 und 1500°C sind vorwiegend die Herstellung von Methanol und Ammoniak zu nennen. Bei einer Temperatur von über 1500°C findet die Herstellung von Industrieruß statt. Die Prozesse der Gummi- und Kunststoffwarenherstellung, Extrusion, Spritzgießen und Bläßformen finden im eher niedrigeren Temperaturbereich statt. Die für die Glasschmelze notwendigen Prozesstemperaturen liegen mit über 1500°C sehr hoch. Das Brennen von Keramiken findet im Bereich zwischen 1000 und 1500°C statt. Der für die Zementherstellung nötige Klinker wird bei Temperaturen leicht unter 1500°C gebrannt. Bei der Stahlherstellung über die Hochofenroute werden Temperaturen bis zu 1500°C erreicht, während sie beim Elektrostahl-Verfahren noch deutlich darüber liegen. In der Branche der Nicht-Eisen Metalle ist die Primäraluminiumerzeugung der Pro-

zess mit dem höchsten Wärmebedarf. Diese findet in der Schmelzflusselektrolyse bei Temperaturen um 900°C statt.

Für die „Sonstige chemische Industrie“ muss alleine auf Expertenschätzungen zurückgegriffen werden, es gilt jedoch als weitgehend sicher, dass ein Großteil des Wärmebedarfs hier unter 200°C liegt.

Insgesamt wurde für das Mengengerüst darauf geachtet, dass die Daten sowohl mit der Energiebilanz als auch mit den Anwendungsbilanzen übereinstimmen. Aufgrund von Abweichungen zwischen Anwendungs- und Energiebilanz kann dies allerdings nicht durchgehend gewährleistet werden. Daher ergeben sich leichte Abweichungen zwischen dem Endenergieeinsatz zur Wärmeerzeugung wie er im Mengengerüst berechnet wurde und wie er in den Anwendungsbilanzen ausgewiesen wurde.

### **2.3.6 Methodische Ansätze zur Fortschreibung und Verbesserung der Datengrundlage für den Sektor Industrie**

Wie die vorangegangenen Abschnitte gezeigt haben, bestehen die größten Datenlücken bei der Ermittlung des prozessbezogenen Energieverbrauchs für solche Prozesse, für die das Statistische Bundesamt keine Energieverbrauchsdaten zur Verfügung stellt sowie bei der Aufteilung des Strom- und Brennstoffverbrauchs auf prozessbezogene Verwendungszwecke.

Für Erstere werden derzeit spezifische Strom- und Brennstoffverbräuche je Prozess im Rahmen des laufenden UBA-Vorhabens „Möglichkeiten, Potenziale, Hemmnisse und Instrumente zur Senkung des Energieverbrauchs und der CO<sub>2</sub>-Emissionen von industriellen Branchentechnologien durch Prozessoptimierung und Einführung neuer Verfahrenstechniken“ (FKZ 3709 46 130 für das Jahr 2007 ermittelt. Da sich die spezifischen Verbräuche wegen der oft langen Lebensdauer der Anlagen nur langsam ändern, ist eine Fortschreibung dieser Daten über das Produktionsvolumen zumindest für einige Jahre relativ zuverlässig möglich. Auch für prozessbezogene Verwendungszwecke in energieintensiven Branchen können aus Sicht der Autoren die Ergebnisse für einige Jahre fortgeschrieben werden.

Für prozessbezogene Querschnittstechnologien in den weniger energieintensiven Branchen wie Druckluft oder Elektromotoren wurde hier mangels sonstiger Daten weitgehend auf ältere Studien auf EU-Ebene oder für Deutschland zurückgegriffen. Zur besseren statistischen Absicherung der Daten könnte eine Unternehmensbefragung beitragen, die zumindest eine ähnliche Stichprobengröße wie die



im GHD-Sektor bereits durchgeführten Befragungen haben müsste (2000 – 3000 Unternehmen). Wegen der hohen Kosten solcher Befragungen sollte zunächst jedoch geprüft werden, ob durch eine systematische Auswertung bereits laufender Aktivitäten eine Verbesserung der Datensituation erreicht werden kann. In Frage kämen beispielsweise im Rahmen von dena-Aktivitäten möglicherweise erstellte Datenbanken (z.B. zu Druckluft) oder auch die systematische Auswertung von im Rahmen des von BMWi und KfW initiierten „Sonderfonds Energieeffizienz in KMU“ und der vom BMU im Rahmen der Nationalen Klimainitiative geförderten 30 Pilot-Netzwerke erstellten Unternehmensberichte. Das Fraunhofer ISI führt derzeit gemeinsam mit der IREES GmbH solche Auswertungen durch. Für den Sonderfonds erfolgt die Auswertung im Rahmen der Evaluierung des Beratungsteils des Sonderfonds, mit dem beide Institute kürzlich vom BMWi beauftragt wurden, für die 30 Pilot-Netzwerke im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitung dieser Netzwerke durch die beiden Institute.

### **3 Ergebnisse: Differenzierung des Endenergieverbrauchs 2007**

Der Energieverbrauch wird in den Sektoren und den betrachteten Teilsystemen (Branchen, Wirtschaftszweige, Gerätetypen, usw.) unterschiedlich stark differenziert. Die Ergebnisse werden vier verschiedenen (Differenzierung)-Ebenen zugeordnet.

Ebene 1 hat die geringste Detailtiefe. Auf Ebene 2 und Ebene 3 steigt das Maß der Differenzierung der Ergebnisse an. Ebene 4 enthält für die Sektoren verschiedene Sonderauswertungen (zu Wirkungsgraden, Nutzenergie oder Temperaturniveau).

Bei Bottom-Up-Berechnungen sind die Ergebnisse der einzelnen Ebenen direkt miteinander verknüpft. Die einzelnen Teilergebnisse werden auf Ebene 3 ermittelt. Ebene 1 und Ebene 2 ergeben sich durch die Aggregation der Teilergebnisse. Die Ergebnisse der einzelnen Ebenen sind damit in sich konsistent.

In den Sektoren GHD und Industrie sind die Ergebnisse der Ebenen nicht direkt verknüpft. Der Energieverbrauch wird hier mit Hilfe verschiedener Ausgangsdaten berechnet.

Der Endenergieverbrauch der Industrie nach Energieträgern ist sowohl für die Industrie insgesamt als auch auf Branchenebene aus der Energiebilanz verfügbar. Dieser Verbrauch dient als Referenzgröße und wird auf der Ebene 2 prozentual auf weitere Verwendungszwecke aufgeteilt. Bei Unterscheidung einzelner Prozesse unterhalb der Branchenebene (Ebene 3) erfolgt der Abgleich mit dem Energiebilanz-Referenzwert über eine Restgröße. Die folgende Tabelle 3-1 zeigt für die Sektoren welche Ergebnisse auf den vier verschiedenen Ebenen dargestellt werden.

Tabelle 3-1: Differenzierung des Energieverbrauchs auf vier Ebenen

	PHH	GHD	Industrie
Ebene 1	Gesamter EEV nach Energieträgern	Gesamter EEV nach Energieträgern	Gesamter EEV nach Energieträgern
Ebene 2	EEV nach Verwendungszweck bzw. Anwendungssystem nach Energieträgern	EEV nach Branchen und Wirtschaftsgruppen nach Energieträgern	EEV nach Branchen, Prozessen und Energieträgern
Ebene 3	EEV von Haushalts- und IKT-Geräten, Raumwärme und Warmwasser nach Gebäudetypen, Alter und Heizungssystemen	Verwendungszweck nach Branchen bzw. Wirtschaftsgruppen	Strom- und Brennstoffverbrauch nach Branchen und Anwendungen
Ebene 4	Nutzungsgrad der Heizungs- und Verteilsysteme	Nutzenergieverbrauch nach Verwendungszweck und Branchen	EEV zur Wärmebereitstellung nach Branchen und Temperaturniveau

Die folgende Tabelle Tabelle 3-2 zeigt im Überblick für die drei untersuchten Sektoren die Berechnungsergebnisse (auf Ebene 1) und die Abweichungen zu den entsprechenden Werten der Energiebilanz. Im Industriesektor gibt es, aufgrund des angewendeten Verfahrens keine Abweichungen. Die Bottom-Up-Berechnungen zum Energieverbrauch der Privaten Haushalte und die Hochrechnung der GHD-Stichprobe führen naturgemäß zu Abweichungen. Die Höhe der Abweichungen und mögliche Ursachen dafür werden in den folgenden Kapiteln 3.1 (PHH) und 3.2 (GHD) beschrieben und analysiert.

Tabelle 3-2: Ergebnisse der Berechnungen (Ebene 1, nicht temperaturbereinigt) im Vergleich mit den Ergebnisse der Energiebilanz 2007<sup>13</sup>

Endenergieverbrauch 2007	Gesamt	Stein- kohlen	Braun- kohlen	Mineral- öle	Gase	Erneuer- bare	Fern- wärme	Strom	Sonstige
<b>Berechnungsergebnisse in TWh</b>									
<b>Gesamt</b>	<b>1846</b>	<b>96</b>	<b>21</b>	<b>338</b>	<b>644</b>	<b>109</b>	<b>126</b>	<b>503</b>	<b>9</b>
Private Haushalte	724	2	3	207	263	58	45	147	0
GHD	385	1	0	86	122	16	39	120	0
Industrie	737	93	17	45	259	35	42	236	9
<b>Ergebnisse der Energiebilanz in TWh</b>									
<b>Gesamt</b>	<b>1727</b>	<b>104</b>	<b>22</b>	<b>255</b>	<b>611</b>	<b>93</b>	<b>123</b>	<b>510</b>	<b>9</b>
Private Haushalte	627	7	4	130	248	55	43	140	0
GHD	362	4	1	80	104	3	37	133	0
Industrie	737	93	17	45	259	35	42	236	9
<b>Abweichung der Ergebnisse</b>									
	<b>Gesamt</b>	<b>Stein- kohlen</b>	<b>Braun- kohlen</b>	<b>Mineral- öle</b>	<b>Gase</b>	<b>Erneuer- bare</b>	<b>Fern- wärme</b>	<b>Strom</b>	<b>Sonstige</b>
<b>Absolut in TWh</b>									
<b>Gesamt</b>	<b>119</b>	<b>-8</b>	<b>-1</b>	<b>83</b>	<b>33</b>	<b>15</b>	<b>4</b>	<b>-7</b>	<b>0</b>
Private Haushalte	97	-5	0	77	14	3	2	6	0
GHD	22	-3	-1	6	18	13	2	-14	0
Industrie	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Relativ in %</b>									
<b>Gesamt</b>	<b>7</b>	<b>-8</b>	<b>-4</b>	<b>33</b>	<b>5</b>	<b>17</b>	<b>3</b>	<b>-1</b>	<b>0</b>
Private Haushalte	15	-67	-11	59	6	5	4	5	-
GHD	6	-87	-100	8	18	409	5	-10	-
Industrie	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Quelle: AG Energiebilanzen 2009, Prognos 2010, TUM 2010, ISI 2010

### 3.1 Ergebnisse im Sektor: Private Haushalte

#### 3.1.1 Endenergieverbrauch nach Energieträgern (Ebene 1)

Der Endenergieverbrauch der Privaten Haushalte lag im Jahr 2007 gemäß der Energiebilanz bei 627 TWh. Der in dieser Studie berechnete Verbrauch liegt um

<sup>13</sup> Die Ergebnisse für den GHD-Sektor basieren hier auf einer Extrapolation der letzten vorliegenden Verbrauchserhebung des Jahres 2006. Im Rahmen der Fortführung dieser Studie für das Jahr 2008 wurden auch die Ergebnisse des Jahres 2007 für den GHD-Sektor neu berechnet.

15 % höher und beträgt 724 TWh. Für die Energieträger Gase, Erneuerbare Energien, Fernwärme und Strom passen die berechneten Werte sehr gut zu den Ergebnissen der Energiebilanz, die Abweichungen betragen zwischen 4 % und 6 %.

Die größte Abweichung gibt es bei dem Verbrauch von Mineralölprodukten, welche überwiegend als Heizöl im Bereich der Raumwärme und Warmwasserbereitung eingesetzt werden. Der berechnete Verbrauch liegt mit 207 TWh um 59 % höher als der ausgewiesene Verbrauch der Energiebilanz von 130 TWh. Der berechnete Verbrauch ist eindeutig als belastbarer einzuschätzen. Im Zeitraum 2003 bis 2006 lag der mittlere in den Energiebilanzen ausgewiesene Verbrauch für Mineralöle bei 208 TWh (siehe dazu Abbildung 1-2). Der niedrige Wert für 2007 kann zum Beispiel durch die Zurückhaltung der Hausbesitzer beim Heizölkauf erklärt werden. Ursache dafür war der, im Vergleich zu den Vorjahren, sehr hohe Heizölpreis (Tecson 2010) verbunden mit der Hoffnung auf später fallende Preise und die Umsatzsteuererhöhung von 16 % auf 19 % zum Jahreswechsel 2007.

Im Bereich der Kohlen sind die Abweichungen des berechneten Energieverbrauchs von den Ergebnissen der Energiebilanz, insbesondere bei der Steinkohle relativ groß. Der absolute Anteil am Gesamtenergieverbrauch der Privaten Haushalte liegt allerdings nur bei etwa 0,7 %. Diese Abweichung hat damit nur eine sehr geringe Auswirkung auf das Gesamtergebnis.

Abbildung 3-1: Endenergieverbrauch der Haushalte nach Energieträgern im Jahr 2007, Vergleich Berechnungsergebnisse (nicht temperaturbereinigt) und Energiebilanz 2007

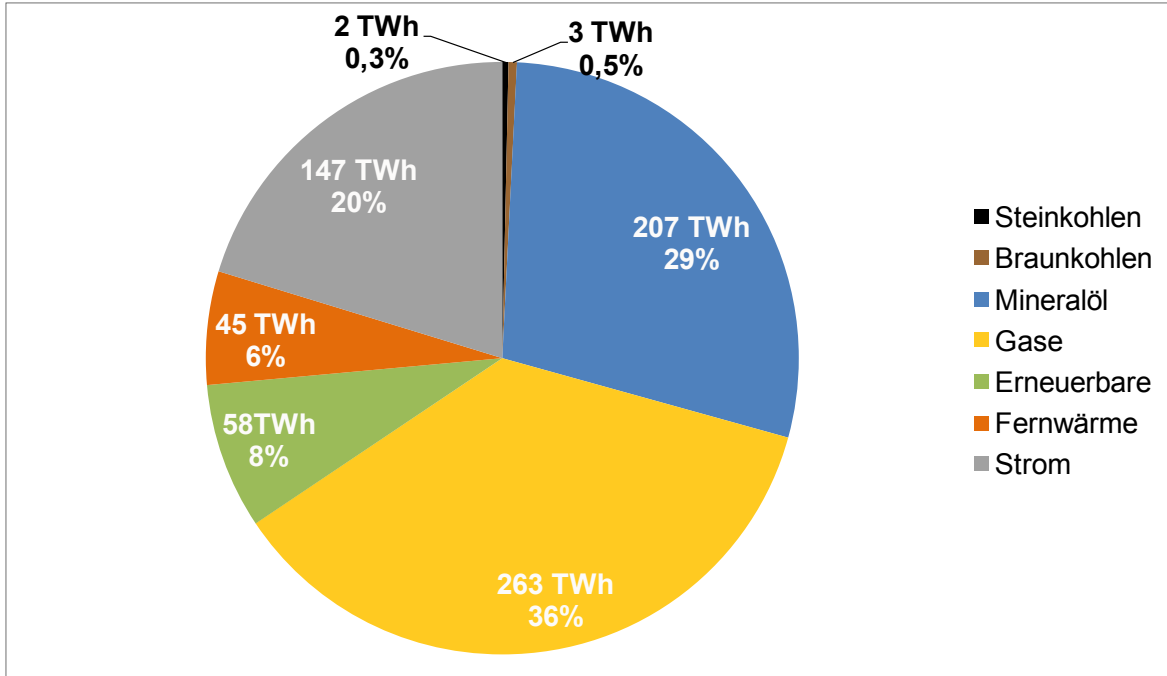
in TWh	Gesamt	Steinkohlen	Braunkohlen	Mineralöle	Gase	Erneuerbare	Fernwärme	Strom
Berechnungsergebnis 2007	724	2	3	207	263	58	45	147
EBIL 2007	627	7	4	130	248	55	43	140
abs. Abweichung	97	-5	0	77	14	2	2	6
rel. Abweichung in %	15	-67	-11	59	6	4	4	5

Quelle: AG Energiebilanzen 2009, Prognos 2010

### 3.1.2 Endenergieverbrauch nach Verwendungszweck (Ebene 2)

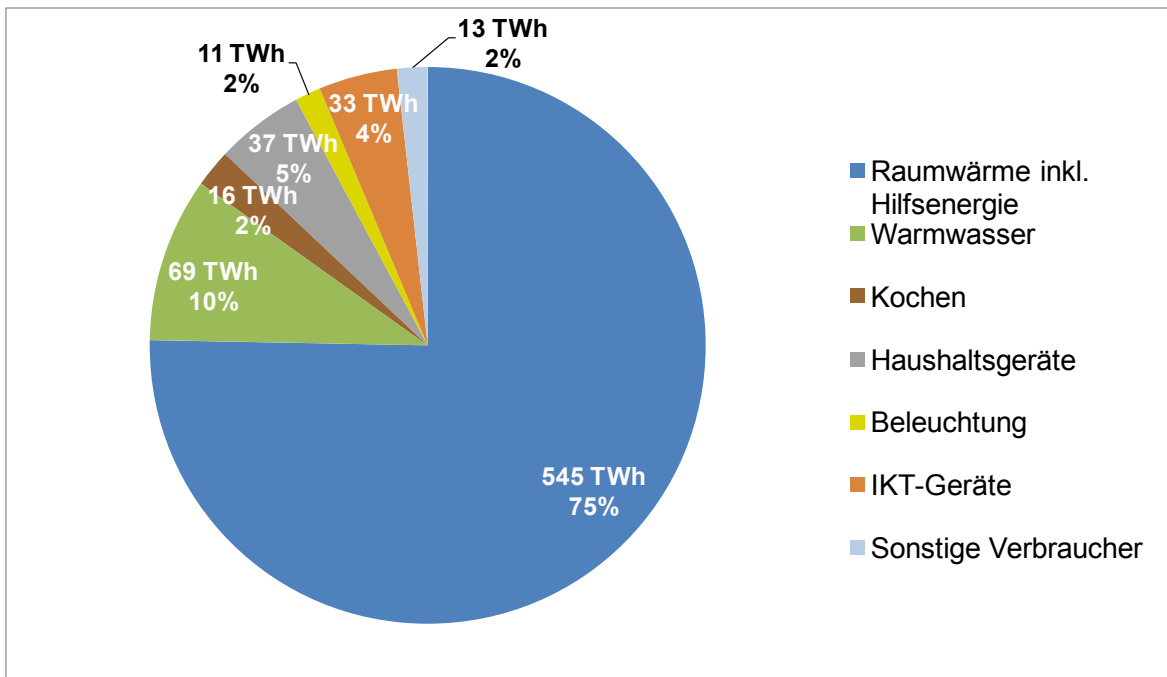
Auf der Ebene 2 wird der Endenergieverbrauch der Privaten Haushalte nach Verwendungszwecken bzw. Anwendungssystemen und nach Energieträgern differenziert.

Abbildung 3-2: Endenergieverbrauch der Haushalte nach Energieträgern im Jahr 2007, nicht temperaturbereinigt



Quelle: Prognos 2010

Abbildung 3-3: Endenergieverbrauch der Haushalte nach Verwendungszweck im Jahr 2007, nicht temperaturbereinigt



Quelle: Prognos 2010

Tabelle 3-3: Endenergieverbrauch der Haushalte nach Verwendungszweck und Energieträgern im Jahr 2007, nicht temperaturbereinigt

Endenergieverbrauch in TWh	Gesamt	Steinkohlen	Braunkohlen	Mineralöl	Gase	Erneuerbare	Fernwärme	Strom
<b>Gesamt</b>	<b>724</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>207</b>	<b>263</b>	<b>58</b>	<b>45</b>	<b>147</b>
Raumwärme	540	2	3	186	229	55	39	25
davon Wärmepumpen	1	-	-	-	-	-	-	1
davon Stromdirektheizungen	4	-	-	-	-	-	-	4
davon Kaminholz	39	-	-	-	-	39	-	-
davon Solarthermie	0.2	-	-	-	-	0.2	-	-
Warmwasser	69	0	0	20	30	3	6	11
davon Solarthermie	2	-	-	-	-	2	-	-
Hilfsenergie für Heizung und Warmwasser	6	-	-	-	-	-	-	6
Kochen	16	-	-	-	4	0.2	-	12
davon Elektroherde	12	-	-	-	-	-	-	12
davon Gasherde	4	-	-	-	4	-	-	-
davon Holz/ Kohleherde	0.2	-	-	-	-	0.2	-	-
Große Haushaltsgeräte	37	-	-	-	-	-	-	37
davon Kühlen und Gefrieren	18	-	-	-	-	-	-	18
davon Waschen	5	-	-	-	-	-	-	5
davon Trocknen	6	-	-	-	-	-	-	6
davon Geschirrspülen	8	-	-	-	-	-	-	8
Beleuchtung	11	-	-	-	-	-	-	11
Klimatisierung	0.2	-	-	-	-	-	-	0.2
IKT-Geräte	33	-	-	-	-	-	-	33
Sonstige Verbraucher	13	-	-	-	-	-	-	13

Quelle: Prognos 2010

### 3.1.3 Endenergieverbrauch der Elektrogeräte, sonstigen Geräte sowie für die Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser (Ebene 3)

Tabelle 3-4: Stromverbrauch und Geräteanzahl der Elektroherde und großen Haushaltsgeräte in Haushalten nach Effizienzklassen für das Jahr 2007

Endenergieverbrauch in TWh	Gesamt (inkl. Elektroherde)	Summe (große Haushaltsgeräte)	Elektroherde*	Kühlschränke	Kühl- Gefrierkombis	Gefrierschränke und Truhen	Waschen**	Trockner**	Geschirrspüler
<b>Gesamt</b>	<b>48.7</b>	<b>37.1</b>	<b>11.6</b>	<b>7.9</b>	<b>4.4</b>	<b>5.8</b>	<b>4.9</b>	<b>6.3</b>	<b>7.8</b>
Effizienzklasse A ++	0.1	0.1	-	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-
Effizienzklasse A +	1.4	1.4	-	0.5	0.3	0.3	0.4	-	-
Effizienzklasse A	20.2	12.4	7.8	3.4	1.9	1.6	2.0	0.0	3.4
Effizienzklasse B	11.4	10.1	1.3	3.0	1.7	2.2	1.5	0.4	1.3
Effizienzklasse C	11.8	9.5	2.3	0.8	0.4	0.9	0.7	4.6	2.1
Effizienzklasse D	3.4	3.2	0.2	0.2	0.1	0.5	0.2	1.3	0.8
Effizienzklasse E	0.6	0.5	0.0	0.0	0.0	0.3	0.1	0.0	0.1
<b>Anzahl der Geräte in Mio.</b>									
<b>Gesamt</b>	<b>177.6</b>	<b>145.3</b>	<b>32.4</b>	<b>26.4</b>	<b>13.0</b>	<b>23.5</b>	<b>37.9</b>	<b>19.2</b>	<b>25.2</b>
Effizienzklasse A ++	0.7	0.7	0.0	0.1	0.1	0.4	0.0	0.0	0.0
Effizienzklasse A +	8.6	8.6	0.0	2.3	1.1	1.9	3.3	0.0	0.0
Effizienzklasse A	81.0	58.7	22.4	13.2	6.5	8.3	18.1	0.2	12.5
Effizienzklasse B	40.3	36.8	3.5	8.5	4.2	8.0	10.6	1.3	4.3
Effizienzklasse C	35.9	29.9	6.0	1.9	1.0	2.8	4.2	14.0	6.0
Effizienzklasse D	9.7	9.2	0.5	0.4	0.2	1.5	1.3	3.7	2.2
Effizienzklasse E	1.5	1.4	0.1	0.1	0.1	0.7	0.3	0.0	0.3

\*Die Effizienzklasse gilt nur für die Backröhre

\*\*inkl. des Stromverbrauchs für Waschen und Trocknen der Waschtrockner

Quelle: Prognos 2010



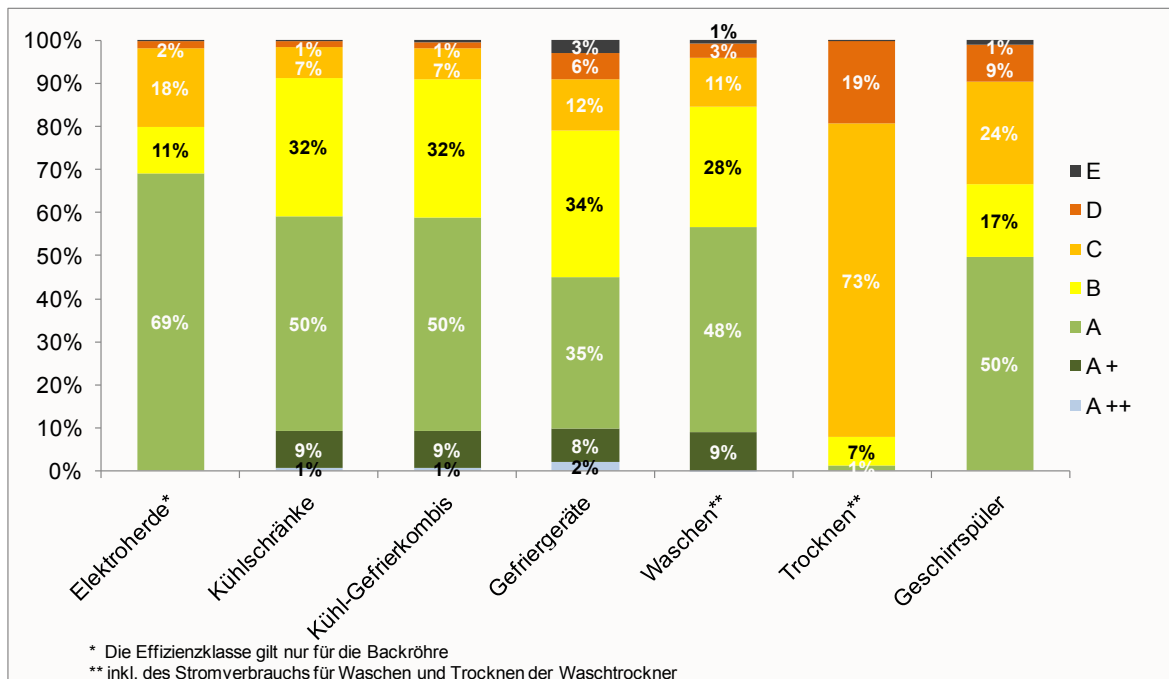
Tabelle 3-5: Stromverbrauch der IKT-Geräte und der Sonstigen Verbraucher in Haushalten

Endenergieverbrauch in TWh											
IKT Gesamt										Sonstige Verbraucher	
<b>IKT Gesamt</b>	<b>33.0</b>										<b>12.7</b>
<b>Computer Gesamt</b>	<b>11.2</b>	<b>Mobiles</b>	<b>0.5</b>	<b>Audio</b>	<b>3.2</b>	<b>Telefonie</b>	<b>2.3</b>	<b>Fernsehen</b>	<b>15.8</b>	Bügeleisen	0.9
PC	6.1	PDA	0.3	Radio/CD/Tape-Recorder	1.3	Schnurlos (DECT)	1.0	TV S (19" -26")	6.2	Staubsauger	0.9
Home Server	0.8	Gameports	0.0	HiFi-Anlagen	2.0	Fax-Gerät	0.2	TV M (27"- 39")	3.6	Kaffeemaschine	3.2
LCD Monitor	0.8	DigiCam	0.0			Router, etc.	0.4	TV L (40"- 49")	0.8	Toaster	0.9
CRT Monitor	1.7	Camcorder	0.1			WLAN-Router	0.7	TV XL (50"-65")	0.3	Fön	0.8
Notebook	0.7							STB (Analog)	0.6	Dunstabzugshaube	1.0
IJ-Drucker/MFD	0.4							STB (DVB-S)	0.8	Mikrowelle	0.9
EP-Drucker/MFD	0.3							STB (DVB-C)	0.3	Gemeinschaftsbeleuchtung u.ä.	0.6
Flatbed Scanner	0.4							STB (DVB-T)	0.3	Weiterer sonstiger Verbrauch*	3.5
								VHS Player/Recorder	1.0		
								DVD/HDD Player/Recorder	0.3		
								Game-Konsolen	1.6		

\*Wasserbetten, Aquarien, Ventilatoren, Zahnbürsten, Modelleisenbahn usw.

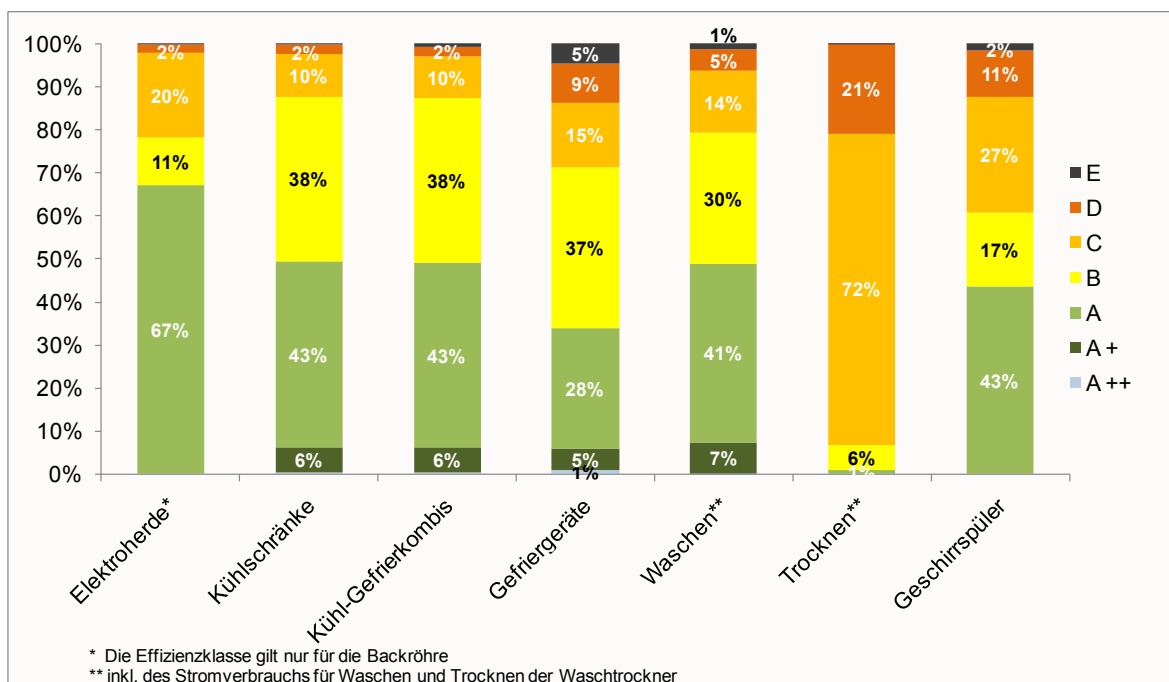
Quelle: IKT-Geräte: ISI 2010, Sonstige Verbraucher: Prognos 2010

Abbildung 3-4: Gerätebestand des Jahres 2007 nach Effizienzklassen in Haushalten



Quelle: Prognos 2010

Abbildung 3-5: Stromverbrauch des Gerätebestandes 2007 nach Effizienzklassen in Haushalten



Quelle: Prognos 2010

Tabelle 3-6: Endenergiebedarf der Haushalte für Raumwärme nach Gebäudegröße, Baualter und Energieträger (ohne Kaminholz) für das Jahr 2007, temperaturbereinigt im Vergleich zu nicht-temperaturbereinigt

TWh Raumwärme	temperaturbereinigt								(temperaturunbereinigt) berechnet nach den Gradtagen 2007							
	Gesamt	Stein- kohle	Braun- kohle	Mineral- öl	Gas	Holz und Sonstige	Fern- wärme	Strom	Gesamt	Stein- kohle	Braun- kohle	Mineral- öl	Gas	Holz und Sonstige	Fern- wärme	Strom
<b>Alle Gebäudegrößen (Gesamt)</b>	<b>540</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>201</b>	<b>247</b>	<b>17</b>	<b>42</b>	<b>27</b>	<b>501</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>186</b>	<b>229</b>	<b>16</b>	<b>39</b>	<b>25</b>
bis 1918	87	1	1	28	42	5	3	8	81	1	1	26	39	4	3	8
1919 - 1948	78	0	1	25	41	2	4	5	73	0	1	23	38	2	4	5
1949 - 1978	246	1	1	108	96	6	24	10	229	1	1	100	89	5	23	9
1979 - 1990	68	0	0	26	30	2	7	2	63	0	0	24	27	2	7	2
1991 - 1995	19	0	0	6	11	0	1	0	17	0	0	5	10	0	1	0
1996 - 2000	24	0	0	5	16	1	2	0	22	0	0	5	15	1	2	0
2001 - 2004	13	0	0	2	9	1	1	0	12	0	0	2	8	1	1	0
2005 - 2006	2	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0
2007	2	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0
<b>mit 1 Wohneinheit (Gesamt)</b>	<b>249</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>103</b>	<b>111</b>	<b>11</b>	<b>5</b>	<b>15</b>	<b>231</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>96</b>	<b>103</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>14</b>
bis 1918	43	0	1	16	18	3	0	5	40	0	1	14	16	3	0	5
1919 - 1948	38	0	0	14	19	1	1	3	36	0	0	13	18	1	1	3
1949 - 1978	98	1	1	51	36	3	2	5	91	1	1	48	33	3	2	4
1979 - 1990	35	0	0	15	16	2	1	1	32	0	0	14	15	1	1	1
1991 - 1995	9	0	0	3	6	0	0	0	9	0	0	3	5	0	0	0
1996 - 2000	14	0	0	3	10	1	1	0	13	0	0	3	9	0	1	0
2001 - 2004	9	0	0	1	6	1	0	0	8	0	0	1	6	1	0	0
2005 - 2006	2	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0
2007	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
<b>mit 2 Wohneinheit (Gesamt)</b>	<b>112</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>51</b>	<b>47</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>104</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>48</b>	<b>44</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>5</b>
bis 1918	23	0	0	8	11	1	0	2	21	0	0	8	10	1	0	2
1919 - 1948	19	0	0	7	10	1	0	1	18	0	0	7	9	1	0	1
1949 - 1978	49	0	0	27	17	2	1	2	45	0	0	25	16	2	1	2
1979 - 1990	12	0	0	6	5	1	0	0	11	0	0	6	4	0	0	0
1991 - 1995	3	0	0	1	2	0	0	0	3	0	0	1	1	0	0	0
1996 - 2000	3	0	0	1	2	0	0	0	3	0	0	1	2	0	0	0
2001 - 2004	2	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0
2005 - 2006	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2007	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>mit 3 - 6 Wohneinheiten (Gesamt)</b>	<b>87</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>27</b>	<b>47</b>	<b>1</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>81</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>25</b>	<b>44</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>4</b>
bis 1918	13	0	0	3	8	0	0	1	12	0	0	3	7	0	0	1
1919 - 1948	13	0	0	3	8	0	1	1	12	0	0	3	7	0	1	1
1949 - 1978	45	0	0	17	22	1	4	2	42	0	0	15	20	1	4	2
1979 - 1990	9	0	0	3	5	0	1	0	8	0	0	3	4	0	1	0
1991 - 1995	3	0	0	1	2	0	0	0	3	0	0	1	2	0	0	0
1996 - 2000	3	0	0	1	2	0	0	0	3	0	0	1	2	0	0	0
2001 - 2004	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
2005 - 2006	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2007	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>mit 7 - 12 Wohneinheiten (Gesamt)</b>	<b>65</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>12</b>	<b>32</b>	<b>0</b>	<b>18</b>	<b>2</b>	<b>60</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>11</b>	<b>30</b>	<b>0</b>	<b>16</b>	<b>2</b>
bis 1918	7	0	0	1	5	0	1	0	7	0	0	1	4	0	1	0
1919 - 1948	7	0	0	1	4	0	1	0	6	0	0	1	4	0	1	0
1949 - 1978	36	0	0	8	16	0	11	1	34	0	0	8	15	0	10	1
1979 - 1990	9	0	0	1	3	0	4	0	8	0	0	1	3	0	3	0
1991 - 1995	2	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0
1996 - 2000	2	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0
2001 - 2004	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
2005 - 2006	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2007	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>mit 13 - 20 Wohneinheiten</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>11</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>0</b>
bis 1918	2	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
1919 - 1948	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
1949 - 1978	6	0	0	2	2	0	2	0	6	0	0	2	2	0	2	0
1979 - 1990	2	0	0	0	1	0	1	0	2	0	0	0	1	0	1	0
1991 - 1995	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1996 - 2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2001 - 2004	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2005 - 2006	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2007	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>mit 21 und mehr Wohneinheiten</b>	<b>15</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>14</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>0</b>
bis 1918	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1919 - 1948	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1949 - 1978	11	0	0	3	3	0	5	0	11	0	0	3	3	0	4	0
1979 - 1990	2	0	0	0	1	0	1	0	2	0	0	0	0	0	1	0
1991 - 1995	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1996 - 2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2001 - 2004	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2005 - 2006	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2007	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Quelle: Prognos 2010

Tabelle 3-7: Endenergieverbrauch der Haushalte für Warmwasser nach Gebäudegröße, Baualter und Energieträger für das Jahr 2007

TWh Warmwasser	Gesamt	Steinkohle	Braunkohle	Mineralöl	Gas	Holz und Sonstige	Fernwärme	Strom
<b>Alle Gebäudegrößen (Gesamt)</b>	<b>69</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>11</b>
bis 1918	9	0	0	2	4	1	0	2
1919 - 1948	9	0	0	2	4	0	0	2
1949 - 1978	31	0	0	11	11	1	3	5
1979 - 1990	10	0	0	3	4	0	1	1
1991 - 1995	3	0	0	1	2	0	0	0
1996 - 2000	5	0	0	1	3	0	0	0
2001 - 2004	3	0	0	0	2	0	0	0
2005 - 2007	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>mit 1 Wohneinheit (Gesamt)</b>	<b>25</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>9</b>	<b>11</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>3</b>
bis 1918	3	0	0	1	1	0	0	1
1919 - 1948	3	0	0	1	2	0	0	1
1949 - 1978	9	0	0	4	3	0	0	1
1979 - 1990	4	0	0	2	2	0	0	0
1991 - 1995	1	0	0	0	1	0	0	0
1996 - 2000	2	0	0	1	2	0	0	0
2001 - 2004	2	0	0	0	1	0	0	0
2005 - 2007	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>mit 2 Wohneinheit (Gesamt)</b>	<b>13</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>2</b>
bis 1918	2	0	0	1	1	0	0	0
1919 - 1948	2	0	0	1	1	0	0	0
1949 - 1978	6	0	0	3	2	0	0	1
1979 - 1990	2	0	0	1	1	0	0	0
1991 - 1995	1	0	0	0	0	0	0	0
1996 - 2000	1	0	0	0	0	0	0	0
2001 - 2004	0	0	0	0	0	0	0	0
2005 - 2007	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>mit 3 - 6 Wohneinheiten (Gesamt)</b>	<b>14</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>3</b>
bis 1918	2	0	0	0	1	0	0	0
1919 - 1948	2	0	0	0	1	0	0	0
1949 - 1978	6	0	0	2	3	0	0	1
1979 - 1990	1	0	0	0	1	0	0	0
1991 - 1995	1	0	0	0	0	0	0	0
1996 - 2000	1	0	0	0	0	0	0	0
2001 - 2004	0	0	0	0	0	0	0	0
2005 - 2007	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>mit 7 - 12 Wohneinheiten (Gesamt)</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>2</b>
bis 1918	0	0	0	0	0	0	0	0
1919 - 1948	0	0	0	0	0	0	0	0
1949 - 1978	1	0	0	0	1	0	0	0
1979 - 1990	1	0	0	0	1	0	0	0
1991 - 1995	6	0	0	1	3	0	1	1
1996 - 2000	2	0	0	0	1	0	1	0
2001 - 2004	1	0	0	0	0	0	0	0
2005 - 2007	1	0	0	0	0	0	0	0
<b>mit 13 - 20 Wohneinheiten</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
bis 1918	0	0	0	0	0	0	0	0
1919 - 1948	0	0	0	0	0	0	0	0
1949 - 1978	1	0	0	0	0	0	0	0
1979 - 1990	0	0	0	0	0	0	0	0
1991 - 1995	0	0	0	0	0	0	0	0
1996 - 2000	0	0	0	0	0	0	0	0
2001 - 2004	0	0	0	0	0	0	0	0
2005 - 2007	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>mit 21 und mehr Wohneinheiten</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
bis 1918	0	0	0	0	0	0	0	0
1919 - 1948	0	0	0	0	0	0	0	0
1949 - 1978	2	0	0	0	1	0	1	0
1979 - 1990	1	0	0	0	0	0	0	0
1991 - 1995	0	0	0	0	0	0	0	0
1996 - 2000	0	0	0	0	0	0	0	0
2001 - 2004	0	0	0	0	0	0	0	0
2005 - 2007	0	0	0	0	0	0	0	0

Quelle: Prognos 2010

### 3.2 Ergebnisse im Sektor: Gewerbe, Handel und Dienstleistungen

Die für das Jahr 2007 für den GHD-Sektor, detailliert nach 12 Gruppen, Rest und Nicht Erfasste, hochgerechnete Endenergieverbrauch findet sich in Tabelle 3-8.

Zum Vergleich sind bei gleicher tabellarischer Gliederung nach Energieträgern die Ergebnisse der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen in Tabelle 3-9 wiedergegeben.

Unter den in Abschnitt 1.5 und 1.5.2 gemachten Vorbehalten können bei Quervergleich der Ergebnisse von „Hochrechnung“ und „Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen“ folgende Hinweise gegeben werden:

**Kohle:** Die deutliche Untererfassung der Kohle bei den Hochrechnungsergebnissen muss darauf zurückgeführt werden, dass sich die befragten Arbeitsstätten nicht an den Standorten der klassischen Kohlereviere orientiert haben und sie damit zwangsläufig ist.

**Gasförmige Brennstoffe:** Der Gasverbrauch der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen umfasst bei den Auswertungstabellen auch das Flüssiggas von rd. 6,0 TWh und wäre mit dem Hochrechnungsergebnis in Höhe von 122,4 TWh vergleichbar. Damit ergeben sich Unterschiede von 2,2 TWh bzw. 12,2 TWh.

**Holz:** Während die Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen vorwiegend gehandelte, als verkaufte Mengen erfasst, schließt das Hochrechnungsergebnis auch jene Mengen ein, die durch Selbstnutzung (vor allem Landwirtschaft) und Weitergabe an Dritte entstehen.

**Flüssige Brennstoffe:** Das Hochrechnungsergebnis beinhaltet Verbrauchsangaben, die Angaben der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen hingegen Absatzzahlen.

**Kraftstoffe:** Das Hochrechnungsergebnis beinhaltet Verbrauchsangaben, die Angaben der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen hingegen Absatzzahlen.

**Fernwärme:** Der bei der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen ab 2009 angegebene Verbrauch liegt mit 37,4 TWh relativ nah bei dem Hochrechnungsergebnis von 39,4 TWh. In letzterem Verbrauchswert können auf Grund der Befragungsinhalte der 2000 befragten Arbeitsstätten auch Verbrauchsmengen der Nahwärmeversorgung enthalten sein.

**Strom:** Das Hochrechnungsergebnis mit 119,8 TWh liegt um rund 10 % bis 14 % niedriger als die Angaben der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen.

Die Tabelle 3-8 findet sich im Anhang als Tabelle 3-10 wieder, dabei ist lediglich die Summe aus den beiden Rubriken „Flüssige (ohne Kraftstoffe)“ und „Kraftstoffe“ als „Mineralöl“ ausgewiesen. Die Rubrik „Holz“ aus Tabelle 3-8 ist im Anhang, Tabelle 3-10 als „Erneuerbare“ geführt.

Tabelle 3-8: Hochrechnungsergebnis zum Endenergieverbrauch im GHD-Sektor des Jahres 2007; Ist-Werte nicht temperaturbereinigt<sup>14</sup>

Grp. No.	Split	SubSplit	Summe End-energie [TWh/a]	Brennstoff-, Kraftstoff- und Fernwärmeverbrauch						Strom [TWh/a]	
				Summe [TWh/a]	Kohle [TWh/a]	Gas-förmige [TWh/a]	Holz [TWh/a]	Flüssige (ohne Kraftstoffe) [TWh/a]	Kraftstoffe [TWh/a]		Fernwärme [TWh/a]
1		Baugewerbe	17,0	13,3	0,1	4,2	1,7	3,9	3,1	0,3	3,8
2		Büroähnliche Betriebe	90,0	63,0	0,0	34,9	1,2	18,9	0,0	8,0	27,0
3		Herstellungsbetriebe	10,6	6,4	0,0	2,3	0,9	2,5	0,0	0,6	4,2
4		Handel	69,2	40,0	0,2	23,9	0,5	11,8	0,0	3,6	29,2
5	21	Krankenhäuser	19,1	12,1	0,0	6,9	0,0	1,0	0,0	4,1	7,0
5	22	Schulen	22,0	18,2	0,0	11,8	0,0	1,9	0,0	4,6	3,8
5	23	Bäder	17,3	12,4	0,0	5,9	0,0	0,3	0,0	6,2	4,9
6		Beherbergung, Gaststätten, Heime	66,3	49,3	0,2	24,2	2,2	14,0	0,0	8,7	17,1
7	5	Backgewerbe	1,9	1,3	0,0	0,6	0,0	0,7	0,0	0,0	0,6
7	6	Fleischereien	1,2	0,5	0,0	0,3	0,0	0,2	0,0	0,0	0,6
7	7	Restl. Nahrungsmittelgewerbe	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1
8		Wäschereien	0,8	0,4	0,0	0,2	0,0	0,2	0,0	0,0	0,4
9		Landwirtschaft	37,0	32,0	0,0	2,6	9,4	2,7	17,3	0,0	5,0
10		Gartenbau	4,5	4,2	0,0	1,6	0,0	2,6	0,0	0,0	0,3
11		Flughäfen	3,6	2,1	0,0	0,5	0,0	0,1	0,4	1,1	1,4
12		Textil, Bekleidung, Leder	2,8	2,0	0,0	0,9	0,0	0,2	0,0	1,0	0,8
<b>Summe Gruppen 1 - 12</b>			<b>363,6</b>	<b>257,4</b>	<b>0,5</b>	<b>121,0</b>	<b>16,1</b>	<b>60,9</b>	<b>20,8</b>	<b>38,1</b>	<b>106,1</b>
13		Rest	1,7	0,3	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	1,4
<b>Hochrechnungsergebnis</b>			<b>365,3</b>	<b>257,7</b>	<b>0,5</b>	<b>121,1</b>	<b>16,1</b>	<b>61,1</b>	<b>20,8</b>	<b>38,1</b>	<b>107,6</b>
Nicht Erfasste			19,3	7,1	0,0	1,3	0,0	1,4	3,0	1,3	12,2
<b>Gesamt</b>			<b>384,6</b>	<b>264,8</b>	<b>0,5</b>	<b>122,4</b>	<b>16,1</b>	<b>62,5</b>	<b>23,8</b>	<b>39,4</b>	<b>119,8</b>

Quelle: TUM 2010

<sup>14</sup> Die Ergebnisse für den GHD-Sektor basieren hier auf einer Extrapolation der letzten vorliegenden Verbrauchserhebung des Jahres 2006. Im Rahmen der Fortführung dieser Studie für das Jahr 2008 wurden auch die Ergebnisse des Jahres 2007 für den GHD-Sektor neu berechnet.

Tabelle 3-9: Angaben der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen zum Energieab-satz im GHD-Sektor des Jahres 2007

Angaben der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen mit Stand vom	Summe End-energie [TWh/a]	Brennstoff-, Kraftstoff- und Fernwärmeverbrauch							Strom [TWh/a]
		Summe [TWh/a]	Kohle [TWh/a]	Gas-förmige [TWh/a]	Holz [TWh/a]	Flüssige (ohne Kraft-stoffe) [TWh/a]	Kraft-stoffe [TWh/a]	Fern-wärme [TWh/a]	
<b>Auswertungstabellen</b>									
02.09.2008 (vorläufige Angaben)	372,3	227,3	3,3	120,2	5,0	46,4	27,4	25,0	145,0
29.09.2009 (vorläufige Angaben)	361,9	228,5	4,9	110,0	2,4	46,3	27,5	37,4	133,4
<b>Energiebilanz der Bundesrepublik Deutschland, 2007</b>									
11.08.2009	361,7	228,3	4,3	103,9	3,2	52,0	27,5	37,4	133,4

Quelle: TUM 2010

Tabelle 3-10: EEV nach Branchen, Wirtschaftsgruppen und Energieträgern im GHD-Sektor des Jahres 2007; Ist-Werte nicht temperaturbereinigt<sup>15</sup>

Endenergieverbrauch in TWh		Gesamt	Brennstoff-, Kraftstoff- und Fernwärme-verbrauch gesamt	darunter Kohlen*	Mineralöl	Gase	Erneuer-bare	Fern-wärme	Strom
Gruppennr.	Split Bezeichnung								
1	Baugewerbe	17,0	13,3	0,1	7,0	4,2	1,7	0,3	3,8
2	Büroähnliche Betriebe	90,0	63,0	0,0	18,9	34,9	1,2	8,0	27,0
3	Herstellungsbetriebe	10,6	6,4	0,0	2,5	2,3	0,9	0,6	4,2
4	Handel	69,2	40,0	0,2	11,8	23,9	0,5	3,6	29,2
5	21 Krankenhäuser	19,1	12,1	0,0	1,0	6,9	0,0	4,1	7,0
5	22 Schulen	22,0	18,2	0,0	1,9	11,8	0,0	4,6	3,8
5	23 Bäder	17,3	12,4	0,0	0,3	5,9	0,0	6,2	4,9
6	Beherbergung, Gaststätten, Heime	66,3	49,3	0,2	14,0	24,2	2,2	8,7	17,1
7	5 Backgewerbe	1,9	1,3	0,0	0,7	0,6	0,0	0,0	0,6
7	6 Fleischereien / Metzgereien	1,2	0,5	0,0	0,2	0,3	0,0	0,0	0,6
7	7 Restl. Nahrungsmittelgewerbe	0,2	0,2	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1
8	8 Wäschereien	0,8	0,4	0,0	0,2	0,2	0,0	0,0	0,4
9	10 Landwirtschaft	37,0	32,0	0,0	20,0	2,6	9,4	0,0	5,0
10	11 Gartenbau	4,5	4,2	0,0	2,6	1,6	0,0	0,0	0,3
11	N8 Flughäfen	3,6	2,1	0,0	0,5	0,5	0,0	1,1	1,4
12	Textil, Bekleidung, Spedition	2,8	2,0	0,0	0,2	0,9	0,0	1,0	0,8
<b>Summe Gruppen 1 - 12</b>		<b>363,6</b>	<b>257,4</b>	<b>0,5</b>	<b>81,8</b>	<b>121,0</b>	<b>16,1</b>	<b>38,1</b>	<b>106,1</b>
13	Rest	1,7	0,3	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	1,4
<b>Hochrechnungsergebnis</b>		<b>365,3</b>	<b>257,7</b>	<b>0,5</b>	<b>81,9</b>	<b>121,1</b>	<b>16,1</b>	<b>38,1</b>	<b>107,6</b>
	Straßenbeleuchtung	3,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,4
	Gemeinschaftliche Anlagen MFH	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3
	Militär	8,3	7,1	0,0	4,4	1,3	0,0	1,3	1,2
	Sonstige	6,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,3
	Nicht Erfasste	19,3	7,1	0,0	4,4	1,3	0,0	1,3	12,2
<b>Berechnungen GHD</b>		<b>384,6</b>	<b>264,8</b>	<b>0,5</b>	<b>86,3</b>	<b>122,4</b>	<b>16,1</b>	<b>39,4</b>	<b>119,8</b>

\*Aufgrund geringer Fallzahlen ist eine Differenzierung nach Braun- und Steinkohle nicht belastbar möglich.

Quelle: TUM 2010

<sup>15</sup> Die Ergebnisse für den GHD-Sektor basieren hier auf einer Extrapolation der letzten vorliegenden Verbrauchserhebung des Jahres 2006. Im Rahmen der Fortführung dieser Studie für das Jahr 2008 wurden auch die Ergebnisse des Jahres 2007 für den GHD-Sektor neu berechnet.

Tabelle 3-11: Endenergieverbrauch nach Verwendungszwecken und Branchen bzw. Wirtschaftsgruppen im GHD-Sektor des Jahres 2007; Ist-Werte nicht temperaturbereinigt<sup>16</sup>

Endenergieverbrauch in TWh			Stromverbrauch										Brennstoff-, Kraftstoff- und Fernwärmeverbrauch						
			Gesamt	Stromverbrauch Gesamt	Beleuchtung	Kraft	Warmwasser	Prozesswärme	Kälteerzeugung	Klimatisierung	IKT	Raumheizung	Brennstoff-, Kraftstoff- und Fernwärme- verbrauch	Kraft	Warmwasser	Prozesswärme	Kälte- Erzeugung	Klimati- sierung	Raumwärme
Gruppennr.	Split	Bezeichnung																	
1	9	Baugewerbe	17,0	3,8	1,8	0,6	0,1	0,0	0,0	0,0	0,5	0,7	13,3	3,8	1,1	0,0	0,0	0,0	8,3
2	14	Kreditinstitute u. Versicherungen	9,8	3,2	1,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	1,7	0,1	6,7	0,0	0,2	0,0	0,0	0,1	6,3
2	17	Verlagsgewerbe	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
2	18	Sonst. betr. Dienstleistungen	50,1	14,8	7,1	0,6	0,8	0,2	0,2	0,3	5,2	0,5	35,3	0,0	1,8	0,0	0,0	0,0	33,4
2	20	Gebietskörpersch. u. Sozialversich.	21,7	4,0	2,3	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	1,4	0,0	17,7	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	17,4
2	N3	Deutsche Bundespost / Postdienst	1,6	0,5	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
2	N4	Telekom	5,4	4,2	1,1	0,4	0,1	0,1	0,2	0,2	1,9	0,3	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1
2	N6	Deutsche Bahn AG	1,2	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
3	1	Metallgewerbe	5,1	2,5	1,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,5	2,7	0,0	0,1	0,6	0,0	0,0	2,0
3	2	Kfz-Gewerbe	3,1	0,9	0,5	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	2,2	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	1,8
3	3	Holzgewerbe	1,7	0,6	0,2	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,8
3	4	Papier- u. Druckgewerbe	0,7	0,3	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,4	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,3
4	12	Einzelhandel	48,3	19,3	10,8	1,7	0,2	0,4	3,1	0,2	1,3	1,6	29,1	0,0	1,5	0,0	0,1	0,0	27,4
4	13	Großhandel	17,5	8,4	4,7	0,3	0,1	0,1	0,9	0,3	0,9	1,1	9,1	0,0	0,5	0,0	0,1	0,1	8,4
4	N2	Handelsvermittlungen	3,4	1,5	0,8	0,1	0,0	0,0	0,2	0,0	0,1	0,2	1,9	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	1,8
5	21	Krankenhäuser	19,1	7,0	1,5	2,2	0,0	2,2	0,1	0,3	0,7	0,0	12,1	0,0	1,9	1,0	0,0	0,3	8,9
5	22	Schulen	22,0	3,8	2,5	0,4	0,0	0,1	0,1	0,1	0,4	0,2	18,2	0,0	0,7	0,4	0,0	0,0	17,1
5	23	Bäder	17,3	4,9	0,7	3,5	0,6	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	12,4	0,0	1,4	10,8	0,0	0,0	0,1
6	15	Beherbergungsgewerbe	13,6	4,4	1,1	1,4	0,2	0,7	0,8	0,0	0,1	0,1	9,2	0,0	1,1	2,2	0,0	0,0	5,9
6	16	Gaststättengewerbe	23,3	7,9	1,2	3,7	0,2	0,8	1,8	0,0	0,1	0,1	15,4	0,0	1,1	5,4	0,0	0,0	8,9
6	19	Org. ohne Erwerbszweck und Heime	29,4	4,7	2,1	0,7	0,1	0,3	0,2	0,0	0,4	1,0	24,7	0,0	1,2	5,7	0,0	0,0	17,8
7	5	Backgewerbe	1,9	0,6	0,0	0,1	0,0	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	0,3	0,7	0,0	0,0	0,3
7	6	Fleischereien / Metzgereien	1,2	0,6	0,1	0,1	0,0	0,1	0,3	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,3
7	7	Restl. Nahrungsmittelgew.	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1
8	8	Wäschereien	0,8	0,4	0,1	0,1	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,1	0,3	0,0	0,0	0,0
9	10	Landwirtschaft	37,0	5,0	1,0	2,3	0,2	0,6	0,5	0,1	0,2	0,1	32,0	18,2	1,0	3,1	0,0	0,0	9,7
10	11	Gartenbau	4,5	0,3	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	0,0	0,4	3,3	0,0	0,0	0,5
11	N8	Flughäfen	3,6	1,4	0,5	0,4	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	2,1	0,5	0,0	0,1	0,0	0,3	1,3
12	N1	Bekleidung, Leder, Textil	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
12	N9	Spedit., Lagerei, Verkehrsvermittlung	2,5	0,7	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	1,8	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	1,4
<b>Summe Gruppen 1 - 12</b>			<b>363,6</b>	<b>106,1</b>	<b>43,3</b>	<b>20,2</b>	<b>2,9</b>	<b>6,3</b>	<b>8,5</b>	<b>1,9</b>	<b>16,2</b>	<b>6,7</b>	<b>257,4</b>	<b>22,5</b>	<b>15,1</b>	<b>34,9</b>	<b>0,2</b>	<b>0,8</b>	<b>184,0</b>
13		Rest	1,7	1,4	0,6	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
<b>Hochrechnungsergebnis</b>			<b>365,3</b>	<b>107,6</b>	<b>44,0</b>	<b>20,6</b>	<b>3,0</b>	<b>6,3</b>	<b>8,5</b>	<b>1,9</b>	<b>16,3</b>	<b>6,9</b>	<b>257,7</b>	<b>22,5</b>	<b>15,1</b>	<b>34,9</b>	<b>0,2</b>	<b>0,8</b>	<b>184,2</b>
		Straßenbeleuchtung	3,4	3,4	3,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Gemeinschaftliche Anlagen MFH	1,3	1,3	0,4	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Militär	8,3	1,2	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	7,1	3,0	0,4	0,4	0,0	0,0	3,2
		Sonstige	6,3	6,3	0,7	4,8	0,2	0,2	0,1	0,1	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Nicht Erfasste	19,3	12,2	4,9	5,7	0,2	0,2	0,1	0,1	1,0	0,0	7,1	3,0	0,4	0,4	0,0	0,0	3,2
<b>Berechnungen GHD</b>			<b>384,6</b>	<b>119,8</b>	<b>48,9</b>	<b>26,3</b>	<b>3,1</b>	<b>6,5</b>	<b>8,6</b>	<b>2,0</b>	<b>17,3</b>	<b>7,0</b>	<b>264,8</b>	<b>25,5</b>	<b>15,6</b>	<b>35,4</b>	<b>0,2</b>	<b>0,8</b>	<b>187,4</b>

<sup>16</sup> Die Ergebnisse für den GHD-Sektor basieren hier auf einer Extrapolation der letzten vorliegenden Verbrauchserhebung des Jahres 2006. Im Rahmen der Fortführung dieser Studie für das Jahr 2008 wurden auch die Ergebnisse des Jahres 2007 für den GHD-Sektor neu berechnet.



Tabelle 3-12: Nutzenergieverbrauch nach Branchen im GHD-Sektor des Jahres 2007; Ist-Werte nicht temperaturbereinigt<sup>17</sup>

Nutzenergieverbrauch in TWh			Stromverbrauch									Brennstoff-, Kraftstoff- und Fernwärmeverbrauch							
			Gesamt	Stromverbrauch Gesamt	Beleuchtung	Kraft	Warmwasser	Prozesswärme	Kälteerzeugung	Klimatisierung	IKT	Raumheizung	Brennstoff-, Kraftstoff- und Fernwärmeverbrauch	Kraft	Warmwasser	Prozesswärme	Kälteerzeugung	Klimatisierung	Raumwärme
Gruppennr.	Split	Bezeichnung																	
1		Baugewerbe	10,9	1,9	0,3	0,3	0,1	0,0	0,0	0,4	0,7	9,0	1,0	0,5	0,0	0,0	0,0	7,5	
2		Büroähnliche Betriebe	72,8	15,0	2,2	0,7	0,9	0,1	0,8	1,8	7,4	57,8	0,0	1,1	0,0	0,0	0,2	56,4	
3		Herstellungsbetriebe	7,5	2,5	0,3	0,9	0,1	0,0	0,0	0,2	0,3	5,1	0,0	0,1	0,7	0,0	0,0	4,3	
4		Handel	54,9	19,6	3,2	1,2	0,3	0,2	8,7	1,5	1,7	35,3	0,0	1,0	0,0	0,2	0,1	34,0	
5	21	Krankenhäuser	15,5	5,4	0,3	1,9	0,0	1,5	0,1	0,9	0,5	10,1	0,0	0,9	0,6	0,0	0,4	8,2	
5	22	Schulen	17,7	1,7	0,6	0,3	0,0	0,0	0,1	0,2	0,3	16,0	0,0	0,3	0,1	0,0	0,0	15,5	
5	23	Bäder	13,1	3,7	0,1	2,9	0,5	0,1	0,0	0,0	0,0	9,4	0,0	0,7	8,5	0,0	0,0	0,1	
6		Beherbergung, Gaststätten, Heime	51,0	13,2	0,7	4,3	0,4	1,0	5,1	0,2	0,4	37,7	0,0	1,7	6,7	0,0	0,0	29,4	
7	5	Backgewerbe	1,3	0,5	0,0	0,1	0,0	0,2	0,2	0,0	0,0	0,8	0,0	0,1	0,4	0,0	0,0	0,3	
7	6	Fleischereien / Metzgereien	1,2	0,8	0,0	0,1	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,4	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,3	
7	7	Restl. Nahrungsmittelgewerbe	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	
8	8	Wäschereien	0,5	0,2	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	
9	10	Landwirtschaft	19,3	4,0	0,2	1,9	0,1	0,4	0,9	0,3	0,1	15,3	4,6	0,5	1,8	0,0	0,0	8,4	
10	11	Gartenbau	3,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,3	0,0	0,2	2,6	0,0	0,0	0,5	
11	N8	Flughäfen	3,0	1,2	0,1	0,4	0,1	0,0	0,1	0,4	0,1	1,8	0,1	0,0	0,0	0,0	0,3	1,3	
12		Textil, Bekleidung, Spedition	2,7	0,8	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	1,9	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	1,5	
<b>Summe Gruppen 1 - 12</b>			<b>274,9</b>	<b>70,7</b>	<b>8,7</b>	<b>15,1</b>	<b>2,8</b>	<b>3,8</b>	<b>16,7</b>	<b>5,5</b>	<b>11,4</b>	<b>6,7</b>	<b>204,2</b>	<b>5,8</b>	<b>7,4</b>	<b>22,1</b>	<b>0,2</b>	<b>1,0</b>	<b>167,7</b>
13		Rest	0,8	0,6	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	
<b>Hochrechnungsergebnis</b>			<b>275,7</b>	<b>71,3</b>	<b>8,8</b>	<b>15,3</b>	<b>2,8</b>	<b>3,8</b>	<b>16,7</b>	<b>5,5</b>	<b>11,4</b>	<b>6,9</b>	<b>204,4</b>	<b>5,8</b>	<b>7,4</b>	<b>22,2</b>	<b>0,2</b>	<b>1,0</b>	<b>167,8</b>
		Straßenbeleuchtung	0,9	0,9	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
		Gemeinschaftliche Anlagen MFH	0,5	0,5	0,1	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
		Militär	4,7	0,6	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,4	4,0	0,8	0,2	0,3	0,0	0,0	2,8	
		Sonstige	6,3	6,3	0,7	4,8	0,2	0,2	0,1	0,1	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
		Nicht Erfasste	12,4	8,3	1,7	5,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,8	0,0	0,8	0,2	0,3	0,0	0,0	2,8	
<b>Berechnungen GHD</b>			<b>288,1</b>	<b>79,6</b>	<b>10,5</b>	<b>20,5</b>	<b>3,0</b>	<b>4,0</b>	<b>16,8</b>	<b>5,6</b>	<b>12,3</b>	<b>7,0</b>	<b>208,4</b>	<b>6,5</b>	<b>7,6</b>	<b>22,4</b>	<b>0,2</b>	<b>1,0</b>	<b>170,6</b>

Quelle: TUM 2010

<sup>17</sup> Die Ergebnisse für den GHD-Sektor basieren hier auf einer Extrapolation der letzten vorliegenden Verbrauchserhebung des Jahres 2006. Im Rahmen der Fortführung dieser Studie für das Jahr 2008 wurden auch die Ergebnisse des Jahres 2007 für den GHD-Sektor neu berechnet.

Tabelle 3-13: Nutzungsgrade nach Branchen im GHD-Sektor des Jahres 2007<sup>18</sup>

Nutzungsgrade			Gesamt	Strom								Brennstoff-, Kraftstoff- und Fernwärme							
				Strom Gesamt	Beleuchtung	Kraft	Warmwasser	Prozesswärme	Kälteerzeugung	Klimatisierung	IKT	Raumheizung	Brennstoff-, Kraftstoff- und Fernwärme	Kraft	Warmwasser	Prozesswärme	Kälteerzeugung	Klimatisierung	Raumwärme
Gruppennr.	Split	Bezeichnung																	
1		Baugewerbe	0,64	0,49	0,20	0,43	0,95	0,62	1,93	2,84	0,70	1,00	0,68	0,26	0,49	0,59	-	-	0,89
2		Büroähnliche Betriebe	0,81	0,56	0,19	0,57	0,95	0,46	1,99	2,93	0,70	1,00	0,92	-	0,49	0,38	-	1,24	0,93
3		Herstellungsbetriebe	0,71	0,60	0,20	0,78	0,95	0,51	1,93	2,84	0,70	1,00	0,79	0,26	0,48	0,48	-	0,95	0,89
4		Handel	0,79	0,67	0,20	0,55	0,95	0,39	2,09	3,03	0,70	1,00	0,88	-	0,49	0,35	1,14	1,14	0,90
5	21	Krankenhäuser	0,81	0,76	0,21	0,90	0,95	0,70	1,93	2,84	0,70	-	0,84	-	0,51	0,62	-	1,33	0,92
5	22	Schulen	0,80	0,46	0,23	0,70	0,95	0,40	1,93	2,84	0,70	1,00	0,88	-	0,48	0,38	-	0,95	0,90
5	23	Bäder	0,75	0,75	0,18	0,83	0,95	0,73	-	2,84	0,70	-	0,76	-	0,48	0,79	-	-	0,90
6		Beherbergung, Gaststätten, Heime	0,77	0,78	0,15	0,73	0,95	0,56	1,81	2,85	0,70	1,00	0,77	-	0,49	0,51	-	1,14	0,90
7	5	Backgewerbe	0,66	0,78	0,19	0,78	0,95	0,56	1,76	2,84	0,70	1,00	0,61	-	0,50	0,50	-	-	0,90
7	6	Fleischereien / Metzgereien	1,03	1,26	0,20	0,80	0,95	0,64	1,98	2,84	0,70	1,00	0,75	-	0,49	0,63	-	-	0,90
7	7	Restl. Nahrungsmittelgewerbe	0,75	0,88	0,16	0,43	0,95	0,62	1,76	2,84	0,70	1,00	0,68	-	0,48	-	-	-	0,90
8	8	Wäschereien	0,64	0,64	0,21	0,79	0,95	0,65	2,09	2,84	0,70	1,00	0,64	-	0,49	0,63	-	-	0,91
9	10	Landwirtschaft	0,52	0,81	0,20	0,82	0,95	0,58	1,80	2,84	0,70	1,00	0,48	0,25	0,48	0,57	-	-	0,87
10	11	Gartenbau	0,76	0,49	0,19	0,58	0,95	0,76	1,80	2,84	0,70	1,00	0,78	-	0,49	0,79	-	-	0,91
11	N8	Flughäfen	0,85	0,86	0,22	0,90	0,95	0,67	1,74	2,96	0,70	1,00	0,85	0,27	1,00	0,63	-	1,33	1,00
12		Textil, Bekleidung, Spedition	0,96	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	-	1,00	1,00	0,95	-	-	1,00	-	-	0,94
<b>Summe Gruppen 1 - 12</b>			0,76	0,67	0,20	0,75	0,95	0,60	1,96	2,93	0,70	1,00	0,79	0,26	0,49	0,63	1,14	1,29	0,91
13	Rest		0,47	0,43	0,12	0,50	0,80	0,80	1,80	1,50	0,70	0,90	0,72	-	0,40	0,70	-	-	0,80
<b>Hochrechnungsergebnis</b>			0,75	0,66	0,20	0,74	0,95	0,60	1,96	2,92	0,70	1,00	0,79	0,26	0,49	0,63	1,14	1,29	0,91
		Straßenbeleuchtung	0,27	0,27	0,27	-	-	-	-	-	0,70	-	-	-	-	-	-	-	-
		Gemeinschaftliche Anlagen MFH	0,36	0,36	0,18	0,43	-	-	-	-	0,70	-	-	-	-	-	-	-	-
		Militär	0,56	0,52	0,15	0,90	0,95	0,52	1,74	2,96	0,70	1,00	0,57	0,25	0,40	0,64	-	-	0,88
		Sonstige	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-
		Nicht Erfasste	0,64	0,68	0,35	0,91	0,99	0,93	1,12	1,58	0,83	1,00	0,57	0,25	0,40	0,64	-	-	0,88
<b>Berechnungen GHD</b>			0,75	0,66	0,22	0,78	0,95	0,61	1,96	2,86	0,71	1,00	0,79	0,26	0,49	0,63	1,14	1,29	0,91

Quelle: TUM 2010

<sup>18</sup> Die Ergebnisse für den GHD-Sektor basieren hier auf einer Extrapolation der letzten vorliegenden Verbrauchserhebung des Jahres 2006. Im Rahmen der Fortführung dieser Studie für das Jahr 2008 wurden auch die Ergebnisse des Jahres 2007 für den GHD-Sektor neu berechnet.

### **3.3 Ergebnisse im Sektor: Industrie**

#### **3.3.1 Endenergieverbrauch Gesamt (Ebene 1)**

Der Endenergieverbrauch des Sektors Industrie lag im Jahr 2007 bei 737 TWh. Dies entsprach einem Anteil von 29 % am gesamten Endenergieverbrauch.

#### **3.3.2 Endenergieverbrauch nach Branchen, Prozessen und Energieträgern (Ebene 2)**

Auf der Ebene 2 wird der Endenergieverbrauch der Industrie nach Branchen, Prozessen und Energieträgern differenziert.

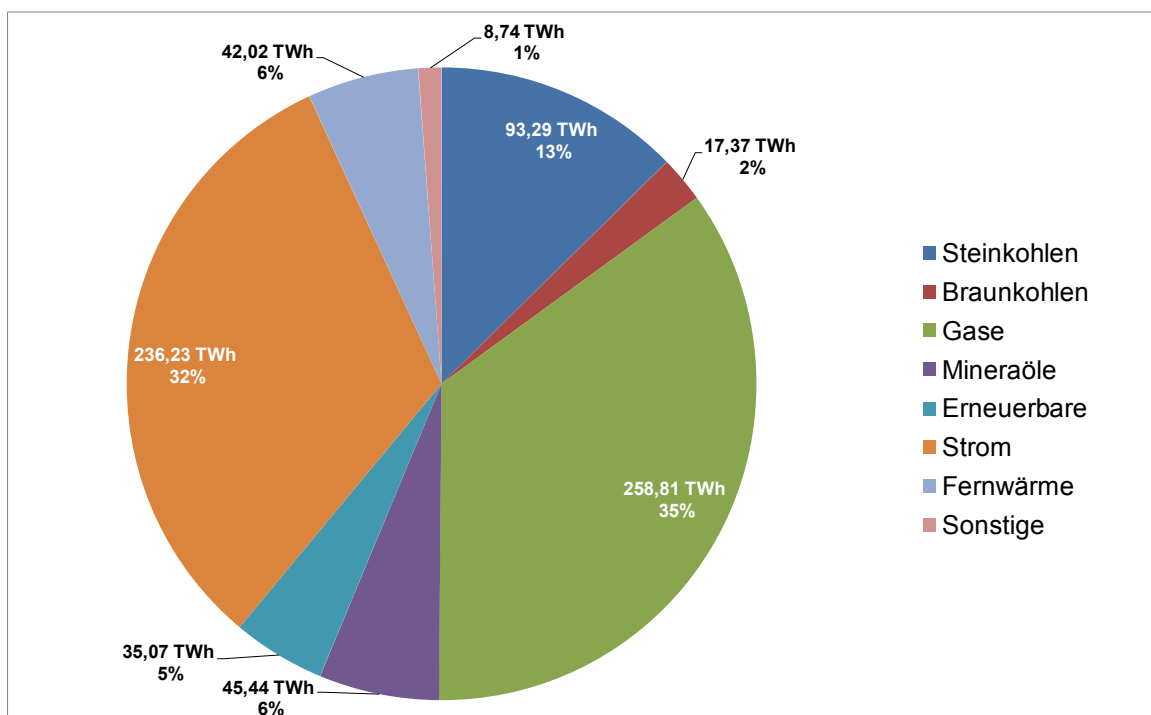
Tabelle 3-14: Endenergieverbrauch der Industrie nach Branchen, Prozessen und Energieträgern (Ebene 2) im Jahr 2007

Endenergieverbrauch in TWh	EEV gesamt	Brennstoffe / Fernwärme	darunter		Mineralöle	Gase	Erneuerbare	Sonstige Energieträger	Fernwärme	Strom
Wirtschaftszweig/Prozess			Stein- kohlen	Braun- kohlen						
<b>Gew. v. Steinen u. Erden</b>	<b>4,94</b>	<b>2,96</b>	<b>0,02</b>	<b>0,69</b>	<b>0,75</b>	<b>1,49</b>	<b>0,01</b>	<b>0,00</b>	<b>0,01</b>	<b>1,97</b>
<b>Ernährung und Tabak</b>	<b>56,76</b>	<b>39,70</b>	<b>1,07</b>	<b>1,28</b>	<b>6,43</b>	<b>27,57</b>	<b>0,70</b>	<b>0,36</b>	<b>2,29</b>	<b>17,06</b>
Fleischverarbeitung	4,61	2,62	0,00	0,00	0,46	1,91	0,22	0,00	0,02	1,99
Milchverarbeitung	8,27	6,19	0,00	0,00	1,26	4,32	0,14	0,00	0,46	2,09
Herstellung v. Stärke	2,28	1,59	0,00	0,00	0,00	1,48	0,01	0,00	0,09	0,69
Herst. v. Backwaren	4,72	2,95	0,00	0,01	0,82	2,09	0,01	0,00	0,02	1,78
Herstellung v. Zucker	5,57	4,81	0,42	0,42	2,04	0,49	0,31	0,00	1,14	0,75
Herst. von Bier	3,74	2,66	0,05	0,06	0,46	2,02	0,02	0,00	0,06	1,07
Rest	27,57	18,89	0,59	0,79	1,39	15,25	0,00	0,36	0,51	8,68
<b>Papiergewerbe</b>	<b>67,40</b>	<b>45,05</b>	<b>3,38</b>	<b>0,53</b>	<b>1,42</b>	<b>26,21</b>	<b>8,66</b>	<b>0,59</b>	<b>4,27</b>	<b>22,35</b>
H.v. Holz- und Zellstoff	6,39	5,57	0,26	0,00	0,61	0,00	4,70	0,00	0,00	0,81
H.v. Papier, Karton und Pappe	48,06	30,67	1,65	0,46	0,75	20,69	3,81	0,02	3,29	17,39
Rest	12,95	8,80	1,48	0,06	0,06	5,51	0,14	0,57	0,98	4,15
<b>Grundstoffchemie</b>	<b>127,81</b>	<b>82,78</b>	<b>0,91</b>	<b>1,80</b>	<b>3,62</b>	<b>46,95</b>	<b>7,01</b>	<b>2,21</b>	<b>20,29</b>	<b>45,03</b>
Adipinsäure	2,97	2,82								0,15
Ammoniak	8,97	8,60								0,37
Calciumkarbid	0,76	0,32								0,44
Ruß	12,28	11,95								0,33
Chlor, Diaphragma-Verf.	6,36	2,35								4,01
Chlor, Membran-Verf.	8,12	1,26								6,86
Chlor, Amalgan-Verf.	3,09	0,00								3,09
Ethylen	50,33	50,33								0,00
Methanol	8,73	8,46								0,27
Sauerstoff	2,03	0,00								2,03
Polycarbonat	1,96	1,63								0,34
Polyethylen	2,08	0,50								1,59
Polypropylen	1,04	0,43								0,61
Polysulfone	2,61	2,32								0,29
Soda	4,89	4,75								0,14
TDI	3,27	2,97								0,31
Titandioxid	4,80	4,37								0,43
Rest	3,51	-20,28								23,78
<b>Sonst. chemische Industrie</b>	<b>25,32</b>	<b>17,87</b>	<b>0,26</b>	<b>0,67</b>	<b>2,86</b>	<b>8,72</b>	<b>0,83</b>	<b>0,04</b>	<b>4,49</b>	<b>7,44</b>
<b>Gummi- u. Kunststoffwaren</b>	<b>22,58</b>	<b>8,50</b>	<b>0,00</b>	<b>0,08</b>	<b>1,34</b>	<b>5,59</b>	<b>0,07</b>	<b>0,11</b>	<b>1,31</b>	<b>14,08</b>
Extrusion	5,52	1,93								3,59
Spritzgießen	6,72	2,35								4,37
Blaßformen	2,14	0,75								1,39
Rest	8,21	3,47								4,74
<b>Glas u. Keramik</b>	<b>25,69</b>	<b>20,28</b>	<b>0,00</b>	<b>0,16</b>	<b>2,46</b>	<b>17,52</b>	<b>0,01</b>	<b>0,09</b>	<b>0,04</b>	<b>5,41</b>
Flachglas	6,94	5,32	0,00	0,00	0,63	4,68	0,00	0,00	0,01	1,62
Hohlglas	8,86	7,12	0,00	0,00	1,68	5,42	0,00	0,02	0,01	1,74
Glasfaser	1,78	1,30	0,00	0,00	0,00	1,30	0,00	0,00	0,00	0,48
Rest	8,12	6,54	0,00	0,16	0,16	6,13	0,01	0,07	0,02	1,58
<b>Verarb. v. Steine u. Erden</b>	<b>61,61</b>	<b>52,87</b>	<b>6,43</b>	<b>11,87</b>	<b>7,90</b>	<b>14,09</b>	<b>7,26</b>	<b>5,22</b>	<b>0,10</b>	<b>8,74</b>
H.v. Ziegeln und Baukeramik	8,55	7,64	0,00	0,00	0,57	5,68	1,26	0,12	0,00	0,91
H.v. Erz. aus Beton, Zement, Gips	8,39	6,34	0,05	0,21	2,28	3,73	0,04	0,03	0,00	2,05
Zement	29,64	25,66	4,08	6,90	3,39	0,15	6,46	4,59	0,09	3,98
Kalk	7,59	7,10	1,46	3,16	0,61	1,66	0,15	0,05	0,00	0,50
Rest	7,44	6,13	0,83	1,58	1,05	2,87	-0,63	0,43	0,01	1,30
<b>Metallerzeugung</b>	<b>156,07</b>	<b>134,37</b>	<b>76,07</b>	<b>0,09</b>	<b>6,86</b>	<b>51,22</b>	<b>0,04</b>	<b>0,00</b>	<b>0,07</b>	<b>21,70</b>
Sintern	18,61	17,65	2,63	0,00	0,00	0,39	0,00	14,60	0,00	0,96
Oxygenstahl - Hochofen	145,44	142,98	28,28	0,00	6,89	7,42	0,00	107,05	0,00	2,46
Elektrostahl-Verfahren	10,88	2,88	0,46	0,00	0,00	1,42	0,00	0,11	0,00	8,00
Walzstahl	22,53	16,46	0,00	0,00	0,28	15,87	0,00	0,00	0,00	6,07
Rest	-41,39	-45,60	44,70	0,09	-0,31	26,12	0,04	-121,76	0,07	4,21
<b>NE-Metalle, Gießereien</b>	<b>37,13</b>	<b>16,48</b>	<b>3,96</b>	<b>0,12</b>	<b>1,08</b>	<b>11,04</b>	<b>0,04</b>	<b>0,02</b>	<b>0,22</b>	<b>20,65</b>
Aluminium, Primär	9,01	0,80								8,21
Aluminium, Sekundär	2,48	2,09								0,39
Kupfer, Primär	0,91	0,67								0,23
Kupfer, Sekundär	0,64	0,40								0,24
Zink, Primär	1,12	0,07								1,05
Zink, Sekundär	0,04	0,03								0,02
Blei, Primär	0,30	0,26								0,03
Blei, Sekundär	0,20	0,14								0,06
Aluminium Halbzeug	5,35	3,08								2,27
Kupfer Halbzeug	2,98	1,03								1,95
Zink Halbzeug	0,21	0,11								0,11
Blei Halbzeug	0,06	0,03								0,03
Eisengießereien	8,68	5,08	3,66	0,04	0,12	1,17	0,00	0,00	0,08	3,61
Stahlgießereien	1,00	0,51	0,00	0,00	0,03	0,48	0,00	0,00	0,01	0,49
Leichtmetallgießereien	2,95	1,66	0,00	0,01	0,20	1,45	0,00	0,00	0,01	1,29
Buntmetallgießereien	0,34	0,08	0,00	0,00	0,02	0,06	0,00	0,00	0,00	0,26
Rest	0,86	0,44	0,30	0,07	0,72	7,87	0,04	0,02	0,12	0,42
<b>Metallbearbeitung</b>	<b>31,80</b>	<b>17,48</b>	<b>0,25</b>	<b>0,00</b>	<b>2,81</b>	<b>14,01</b>	<b>0,07</b>	<b>0,01</b>	<b>0,32</b>	<b>14,32</b>
Maschinenbau	23,45	12,73	0,03	0,02	2,90	8,19	0,04	0,00	1,55	10,73
Fahrzeugbau	36,42	16,78	0,37	0,00	1,08	11,11	0,05	0,00	4,17	19,64
Sonst. Verarb. Gewerbe	59,99	32,88	0,53	0,05	3,94	15,09	10,28	0,09	2,89	27,11
<b>Industrie gesamt</b>	<b>736,97</b>	<b>500,74</b>	<b>93,29</b>	<b>17,37</b>	<b>45,44</b>	<b>258,81</b>	<b>35,07</b>	<b>8,74</b>	<b>42,02</b>	<b>236,23</b>

Je nach Branche sind unterschiedliche Abweichungen zwischen der Prozessebene und der Branchenebene festzustellen. Alleine in der Grundstoffchemie und der Stahlerzeugung ergibt die Summe der Prozesse einen höheren Brennstoffbedarf als in den Energiebilanzen für die gesamte Branche ausgewiesen. In der Grundstoffchemie ist dies auf mögliche Überschneidungen mit Erdölraffinerien zurückzuführen. Einzelne Produkte werden sowohl der chemischen Industrie als auch den Raffinerien zugeordnet und die Abgrenzung ist hier nicht eindeutig. Bei der Metallherzeugung sind die Unterschiede vermutlich auf eine andere Bilanzierung der Kuppelgase aus dem Hochofenprozess zurückzuführen.

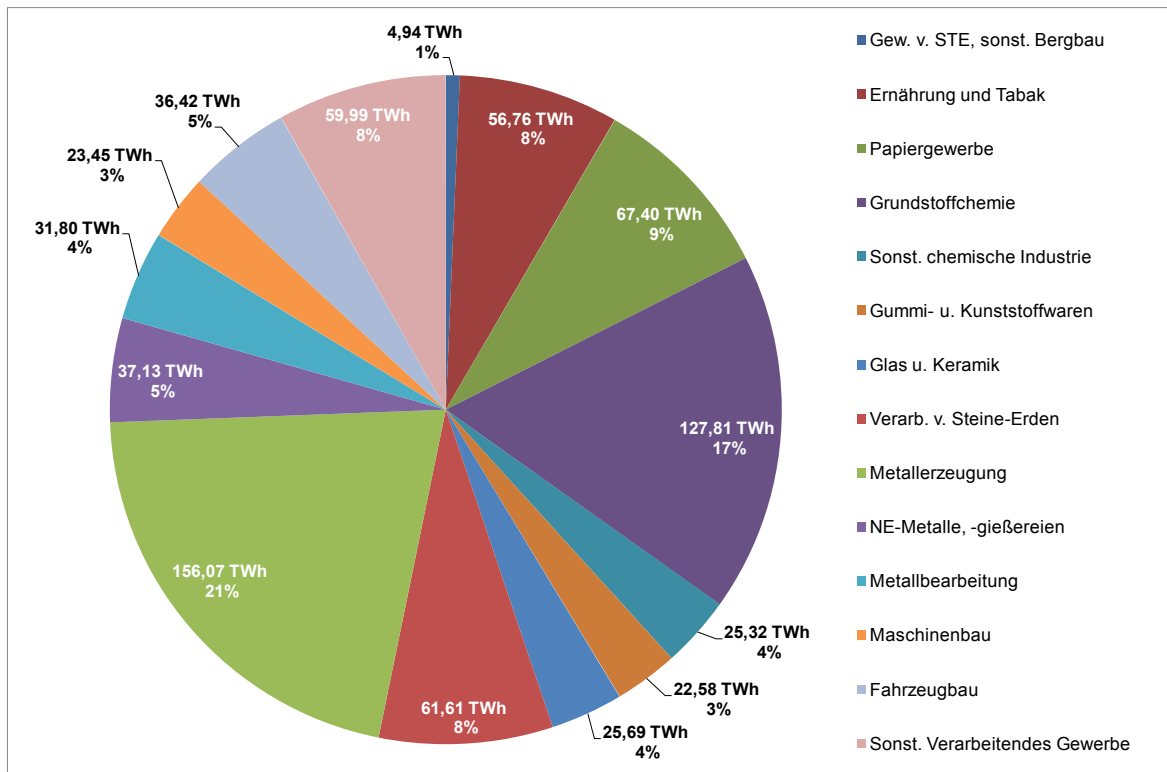
Energieträgerseitig wird der Endenergieverbrauch der Industrie vom Strom und von den Gasen dominiert. Darauf entfielen im Jahr 2007 32 % bzw. 35 % des gesamten industriellen Endenergiebedarfs (Abbildung 3-6). Nach Branchen lag der mit 21 % höchste Anteil bei der Metallherzeugung. Insgesamt waren die sechs Branchen mit der höchsten Energieintensität – neben der Metallherzeugung das Papiergewerbe, die Grundstoffchemie, Glas und Keramik, Steine-Erden sowie die NE-Metallindustrie – für rund 65 % des Endenergieverbrauchs im Jahr 2007 verantwortlich (Abbildung 3-7).

Abbildung 3-6: Endenergieverbrauch der Industrie nach Energieträgern 2007



Quelle: AGEB 2009

Abbildung 3-7: Endenergieverbrauch der Industrie nach Branchen 2007



Quelle: AGE B 2009

### 3.3.3 Endenergieverbrauch nach Branchen und Anwendungen (Ebene 3)

Auf der Ebene 3 wird der Strom- und Brennstoffverbrauch der Industrie nach Branchen und Anwendungen differenziert (Tabelle 4-15, Tabelle 4-16, Tabelle 4-17). Wie bereits im Abschnitt 3.3.3 diskutiert, sind die verfügbaren Informationen bei einigen Stromanwendungen sehr begrenzt. Es wurde trotzdem angestrebt, ein konsistentes Mengengerüst abzuleiten. Sind in einzelnen Feldern keine Werte eingetragen, so weist dies auf Datenlücken hin (Ausnahme: Elektrolyse, hier sind die Anwendungen weitestgehend bekannt und auf wenige Branchen beschränkt). Gerade bei Kälteerzeugung, Ventilatoren, Walzen und Pressen oder Mahlprozessen wird möglicherweise auch in den Branchen Strom verbraucht, für die hier keine Werte ausgewiesen sind. Folglich sind die Werte im Aggregat „Andere Motoranwendungen“ tendenziell zu hoch eingeschätzt und die Anteile für die gesamte Industrie bei einzelnen Verwendungszwecken mit Datenlücken eher untere Abschätzungen. Besonders für die Branche „Gewinnung von Steinen und Erden, Sonstiger Bergbau“ sind kaum Daten verfügbar. Aufgrund des niedrigen Stromverbrauchs wirken sich diese Datenlücken aber kaum auf die Werte für die gesamte Industrie aus.

Tabelle 3-15: Stromverbrauch der Industrie nach Branchen und Anwendungen (Ebene 3) im Jahr 2007  
Teil 1: elektrische Antriebe

Stromverbrauch in TWh	Strom gesamt	Elektrische Antriebe (mechanische Energie)										
		Druckluft	Kälte- erzeugung (Prozesse)	Kälte- erzeugung (Klima)	Ventilatoren (außer Klima- tisierung)	Luftförderung (Raum-lüftung)	Pumpen	Mahl- prozesse	Walzen und Pressen	Kompressoren (Hochdruck)	Andere Motoran- wendungen (Rest)	Motoren Summe
<b>Industriezweig</b>												
Gew. v. Steinen u. Erden	1,97			0,02	0,14	0,05	0,59				0,98	1,79
Ernährung und Tabak	17,06	1,54	3,51	0,98	0,54	1,34	1,67				2,21	11,79
Papiergewerbe	22,35	1,79	0,09	0,33	3,61	0,30	4,39	5,12	2,23		3,98	21,85
Grundstoffchemie	45,03	0,81	1,53	0,29	4,43	0,30	9,84	0,22		9,05	5,35	31,80
Sonst. chemische Industrie	7,44	0,13	0,42	0,50	0,27	0,51	1,96				2,29	6,09
Gummi- u. Kunststoffwaren	14,08	2,11		0,48	0,00	0,79	1,27				7,44	12,10
Glas u. Keramik	5,41	0,92		0,07	0,32	0,20	0,22				3,36	5,09
Verarb. v. Steine u. Erden	8,74	1,49		0,08	0,60	0,23	0,36	3,13	0,18		2,27	8,33
Metallerzeugung	21,70	0,54		0,06	2,44	0,17	1,18		5,98		3,72	14,09
NE-Metalle, -gießereien	20,65	0,52		0,11	1,66	0,30	1,40				4,70	8,70
Metallbearbeitung	14,32	0,64		0,54		1,47	1,00				6,91	10,56
Maschinenbau	10,73	1,61		0,49		2,02	0,15				1,38	5,64
Fahrzeugbau	19,64	2,36		0,52		2,11	0,79				8,27	14,04
Sonst. Verarbeitendes Gewerbe	27,11	3,80		0,77		3,16	3,12				7,39	18,24
<b>Industrie gesamt</b>	<b>236,23</b>	<b>18,26</b>	<b>5,55</b>	<b>5,24</b>	<b>14,00</b>	<b>12,95</b>	<b>27,95</b>	<b>8,47</b>	<b>8,39</b>	<b>9,05</b>	<b>60,25</b>	<b>170,11</b>

Quelle: Abschätzungen Fraunhofer ISI

Tabelle 3-16: Stromverbrauch der Industrie nach Branchen und Anwendungen (Ebene 3) im Jahr 2007  
Teil 2: Wärme, Beleuchtung und IKT

Stromverbrauch in TWh	Strom gesamt	Wärmeerzeugung			Beleuchtung	IKT						
		Elektro- lyse	Andere Prozess- wärme	Raum- wärme u. Warm- wasser		Beleuchtung	Desktop PC	Notebook	Monitor	Drucker	Server	Telefon + Router
<b>Industriezweig</b>												
Gew. v. Steinen u. Erden	1,97	0,00	0,10	0,01	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,03
Ernährung und Tabak	17,06	0,00	2,87	0,18	1,23	0,32	0,02	0,12	0,11	0,34	0,06	0,98
Papiergewerbe	22,35	0,00	0,00	0,04	0,28	0,06	0,00	0,02	0,02	0,06	0,01	0,18
Grundstoffchemie	45,03	12,56	0,00	0,04	0,27	0,12	0,01	0,04	0,04	0,12	0,02	0,35
Sonst. chemische Industrie	7,44	0,00	0,07	0,07	0,47	0,25	0,01	0,09	0,09	0,26	0,04	0,74
Gummi- u. Kunststoffwaren	14,08	0,00	0,70	0,11	0,73	0,15	0,01	0,06	0,05	0,15	0,03	0,44
Glas u. Keramik	5,41	0,00	0,00	0,03	0,18	0,04	0,00	0,01	0,01	0,04	0,01	0,11
Verarb. v. Steine u. Erden	8,74	0,00	0,00	0,03	0,21	0,05	0,00	0,02	0,02	0,06	0,01	0,16
Metallerzeugung	21,70	0,00	7,35	0,02	0,16	0,03	0,00	0,01	0,01	0,03	0,01	0,09
NE-Metalle, -gießereien	20,65	8,67	2,82	0,04	0,28	0,05	0,00	0,02	0,02	0,05	0,01	0,14
Metallbearbeitung	14,32	0,00	1,43	0,20	1,35	0,26	0,01	0,10	0,09	0,27	0,05	0,78
Maschinenbau	10,73	0,00	1,07	0,27	1,85	0,62	0,03	0,24	0,22	0,66	0,11	1,89
Fahrzeugbau	19,64	0,00	1,96	0,29	1,94	0,46	0,03	0,18	0,16	0,49	0,08	1,40
Sonst. Verarbeitendes Gewerbe	27,11	0,00	2,71	0,43	2,90	0,94	0,05	0,35	0,33	0,99	0,17	2,83
<b>Industrie gesamt</b>	<b>236,23</b>	<b>21,23</b>	<b>21,09</b>	<b>1,77</b>	<b>11,90</b>	<b>3,35</b>	<b>0,19</b>	<b>1,27</b>	<b>1,19</b>	<b>3,53</b>	<b>0,60</b>	<b>10,13</b>

Quelle: Abschätzungen Fraunhofer ISI



Tabelle 3-17: Brennstoffverbrauch der Industrie nach Branchen und Anwendungen (Ebene 3) im Jahr 2007

Endenergieverbrauch in TWh	Brennstoffe / Fernwärme gesamt	Anwendungen				
		Raumwärme	Warmwasser	Industrielle Verbrennungsanlagen >500°C	mechanische Energie	Sonstige (Dampferzeuger, Heizkessel)
<b>Industriezweig/Prozess</b>						
Gew. v. Steinen u. Erden	<b>2,96</b>	0,23	0,02	0,00	0,04	2,67
Ernährung und Tabak	<b>39,70</b>	5,64	0,59	1,47	0,52	31,49
Papiergewerbe	<b>45,05</b>	1,28	0,13	0,69	0,59	42,36
Grundstoffchemie	<b>82,78</b>	1,25	0,13	66,77	1,08	13,55
Sonst. chemische Industrie	<b>17,87</b>	2,14	0,22	0,00	0,23	15,27
Gummi- u. Kunststoffwaren	<b>8,50</b>	3,34	0,35	0,00	0,11	4,70
Glas u. Keramik	<b>20,28</b>	0,84	0,09	14,29	0,26	4,81
Verarb. v. Steine u. Erden	<b>52,87</b>	0,96	0,10	35,00	0,69	16,12
Metallerzeugung	<b>134,37</b>	0,71	0,07	129,93	1,75	1,90
NE-Metalle, -gießereien	<b>16,48</b>	1,26	0,13	10,49	0,21	4,38
Metallbearbeitung	<b>17,48</b>	6,19	0,65	0,00	0,23	10,41
Maschinenbau	<b>12,73</b>	8,48	0,89	0,00	0,17	3,20
Fahrzeugbau	<b>16,78</b>	8,92	0,93	0,00	0,22	6,72
Sonst. Verarbeitendes Gewerbe	<b>32,88</b>	13,30	1,39	4,63	0,43	13,14
<b>Industrie gesamt</b>	<b>500,74</b>	<b>54,55</b>	<b>5,70</b>	<b>263,28</b>	<b>6,51</b>	<b>170,70</b>

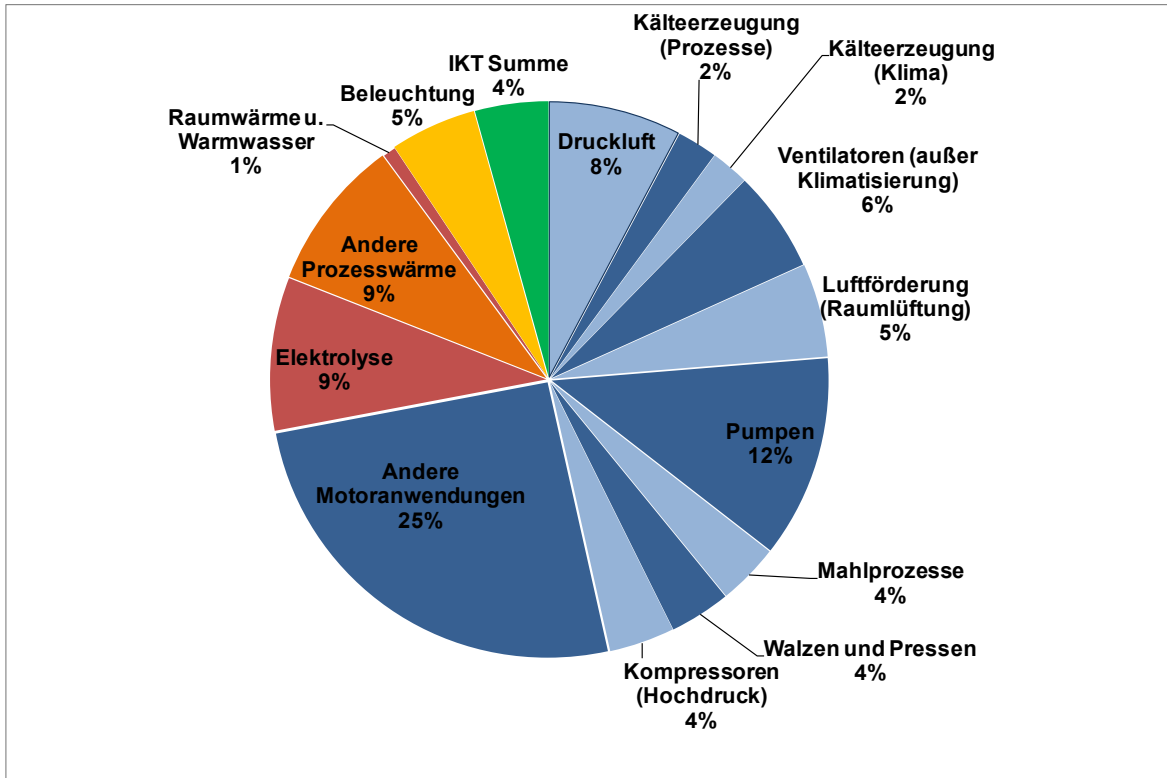
Quelle: Abschätzungen Fraunhofer ISI

Die Betrachtung der einzelnen Anwendungen des Stromverbrauchs bezogen auf die gesamte Industrie macht die Dominanz der elektrischen Antriebe deutlich (Abbildung 3-6). 72% des Stromverbrauchs der Industrie sind hierauf zurückzuführen.<sup>19</sup> Dominante Anwendungen innerhalb der elektrischen Antriebe sind Druckluft- und Pumpensysteme. Aber auch Ventilatoren weisen insgesamt einen Anteil von 11% am Stromverbrauch auf, hier aufgeteilt auf Ventilatoren zur Gebäudelüftung- und Klimatisierung und Ventilatoren die in industriellen Prozessen eingesetzt werden (z.B. zur Trocknung). Eher prozessspezifische Anwendungen sind Mahlprozesse, Walzen- und Pressen und Hochdruckkompressoren, die nur in vergleichsweise wenigen Prozessen eingesetzt werden, aufgrund ihres hohen Stromverbrauchs aber beachtliche Anteile auch auf Ebene der gesamten Industrie aufweisen. Eine sehr große Gruppe stellen die „Anderen Motoranwendungen“ dar. Diese setzen sich zum einen aus konkreten, auf Prozessebene untersuchten Anwendungen wie Fließbändern oder Rührern

<sup>19</sup> Die Abweichung zu den in den Anwendungsbilanzen angegebenen 67% stammt aus den Differenzen zwischen Anwendungsbilanz und Energiebilanz, die sich in Prozesswärmebedarf und speziell im elektrisch erzeugten Prozesswärmebedarf niederschlagen, und damit auch in den Anteilen der elektrischen Antriebe am Stromverbrauch.

und Mixern zusammen, und zum anderen aus der Differenz zu den Nicht-Motor Anwendungen.

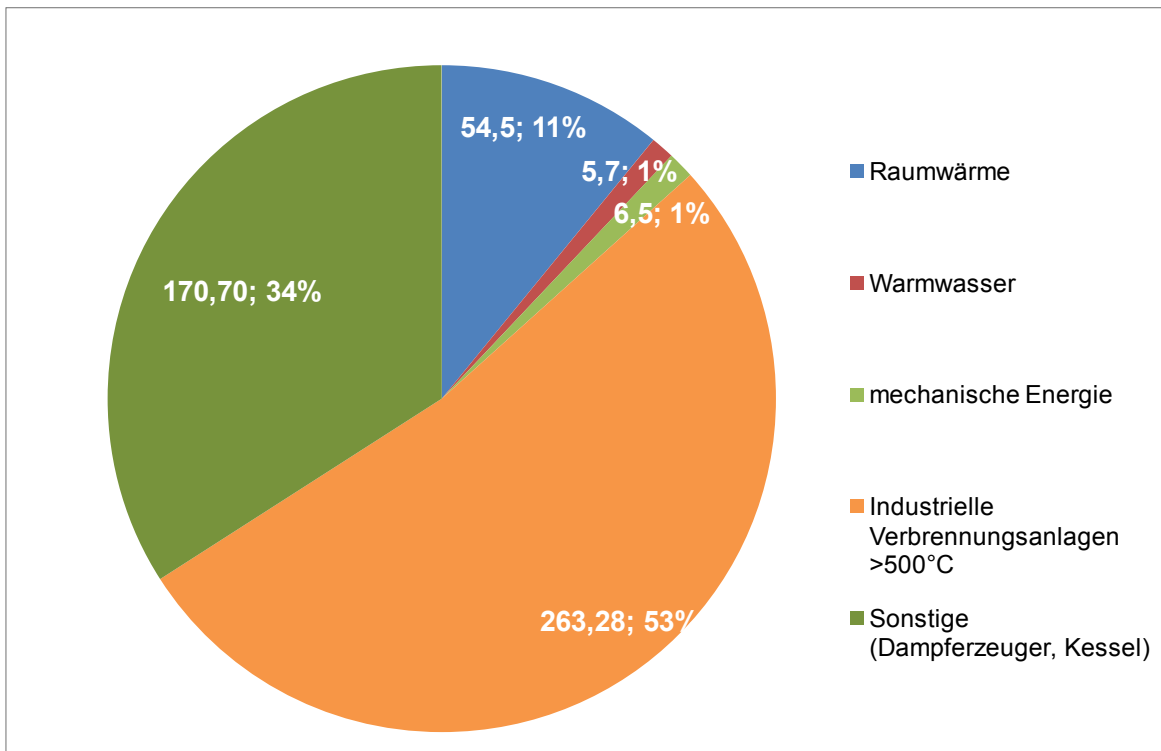
Abbildung 3-8: Stromverbrauch der Industrie nach Anwendungen im Jahr 2007



Quelle: Abschätzungen Fraunhofer ISI

Abbildung 3-6 zeigt den Brennstoffverbrauch (inkl. Fernwärme) der gesamten Industrie aufgeteilt auf Anwendungen. Demnach sind industrielle Verbrennungsanlagen (Öfen) für etwa 53% des industriellen Brennstoffverbrauchs verantwortlich. 34% des Brennstoffverbrauchs werden zur Bereitstellung von Prozesswärme (Dampf) unter 500°C genutzt. Raumwärme und Warmwasser machen insgesamt 12% des Brennstoffeinsatzes aus. Nur etwa 1% der Brennstoffe werden nicht zur Wärmeerzeugung, sondern zur Bereitstellung von mechanischer Energie genutzt.

Abbildung 3-9: Brennstoffverbrauch der Industrie nach Anwendungen im Jahr 2007



Quelle: Abschätzungen Fraunhofer ISI

### 3.3.4 Endenergieverbrauch zur Wärmebereitstellung (Ebene 4)

Auf der Ebene 4 wird der Endenergieverbrauch zur Wärmebereitstellung ausgewiesen. Hierbei wird nach Branchen und Temperaturniveau differenziert.

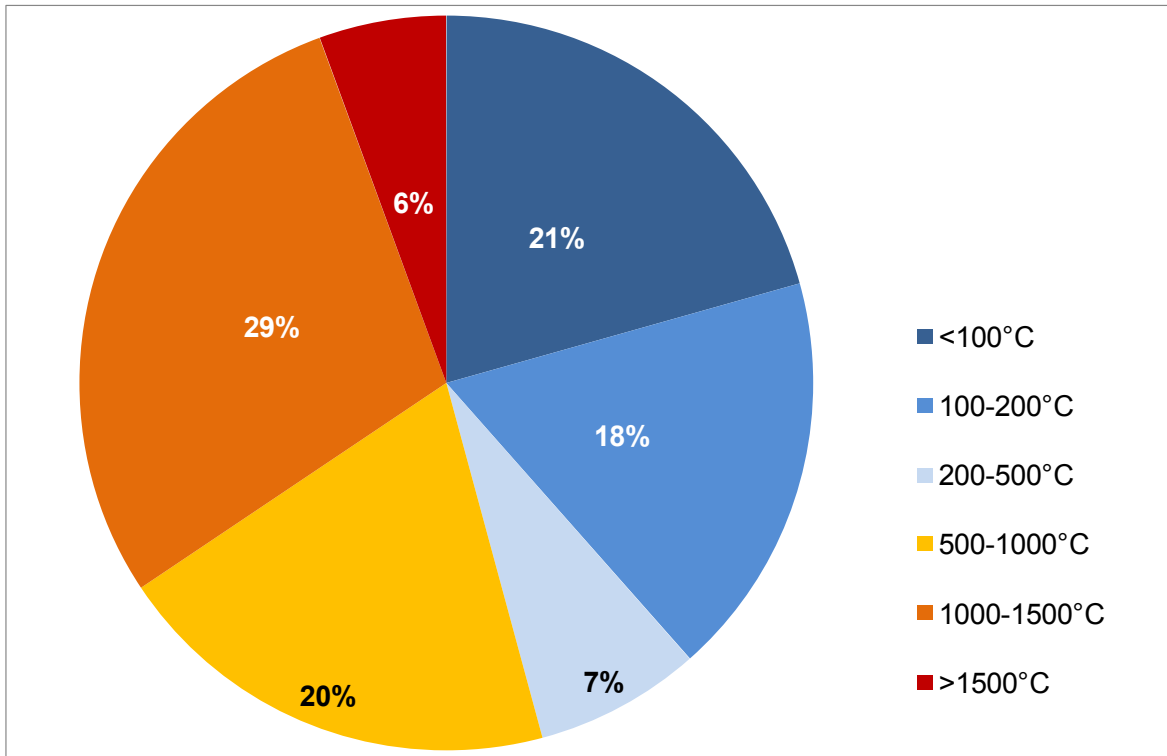
Tabelle 3-18: Endenergieverbrauch für die Wärmebereitstellung nach Branchen und Temperaturniveau (Ebene 4) im Jahr 2007

Endenergieverbrauch in TWh	EEV zur Wärmebereitstellung gesamt	Temperaturniveau					
		<100°C	100-200°C	100-500°C	500-1000°C	1000-1500°C	>1500°C
<b>Wirtschaftszweig</b>							
Gew. v. Steinen u. Erden	3,03	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ernährung und Tabak	42,24	23,80	16,00	1,00	1,50	0,00	0,00
Papiergewerbe	44,50	3,70	38,40	1,70	0,70	0,00	0,00
Grundstoffchemie	94,31	1,40	2,40	23,80	46,70	10,40	9,60
Sonst. chemische Industrie	17,78	10,90	6,10	0,80	0,00	0,00	0,00
Gummi- u. Kunststoffwaren	9,20	3,80	2,20	3,20	0,00	0,00	0,00
Glas u. Keramik	20,04	2,20	3,10	0,40	0,30	2,90	11,10
Verarb. v. Steine u. Erden	52,22	1,10	2,60	3,50	16,30	25,60	3,30
Metallerzeugung	139,99	2,00	1,20	1,20	27,10	102,40	6,20
NE-Metalle, -gießereien	27,80	1,40	0,10	3,80	13,10	9,30	0,00
Metallbearbeitung	18,89	11,60	7,20	0,00	0,00	0,00	0,00
Maschinenbau	13,91	11,30	2,60	0,00	0,00	0,00	0,00
Fahrzeugbau	18,82	13,50	5,30	0,00	0,00	0,00	0,00
Sonst. Verarbeitendes Gewerbe	35,59	21,30	8,90	0,00	1,00	4,30	0,00
<b>Industrie gesamt</b>	<b>538,32</b>	<b>111,00</b>	<b>96,10</b>	<b>39,40</b>	<b>106,70</b>	<b>154,90</b>	<b>30,20</b>

Quelle: Abschätzungen Fraunhofer ISI

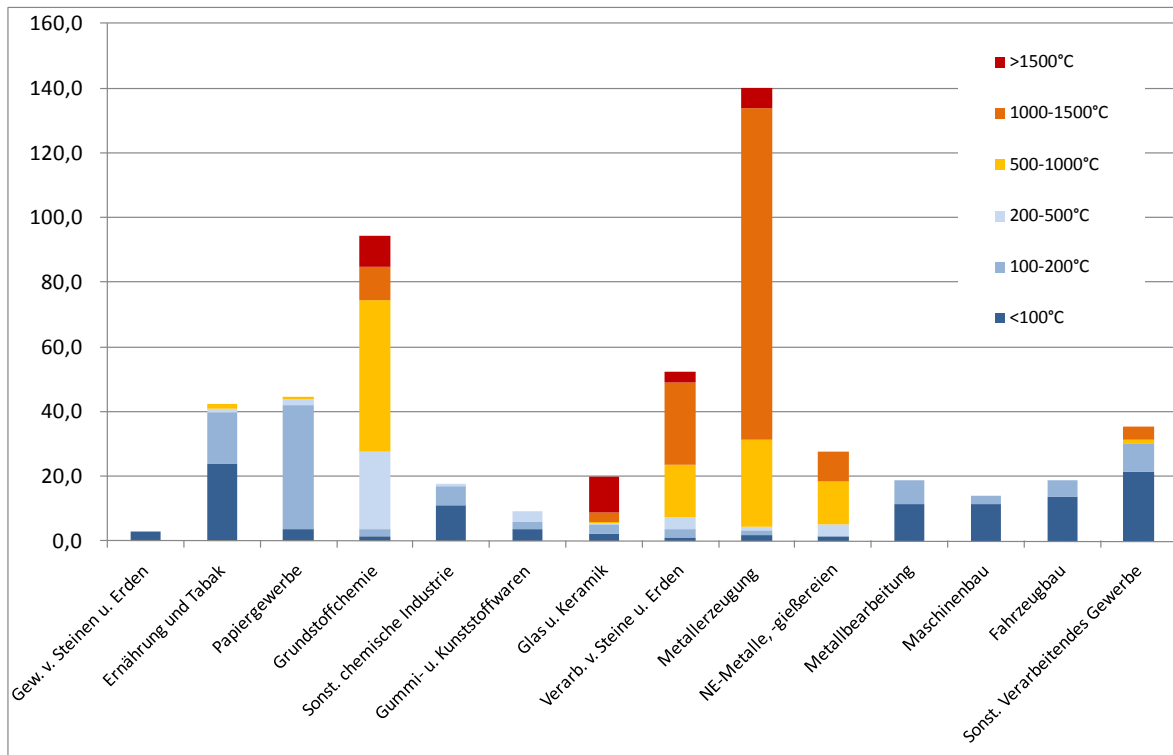
Wie Abbildung 3-8 zeigt entfallen in der Industrie etwa 35% des Endenergieeinsatzes zur Erzeugung von Wärme auf den Temperaturbereich über 1000°C. Der Bereich unter 100°C ist vorwiegend durch die Raumwärme bestimmt. Insgesamt entfallen 39% der erzeugten Wärme auf eher niedrige Temperaturen unter 200°C.

Abbildung 3-10: Endenergieverbrauch für die Wärmebereitstellung in der Industrie nach Temperaturniveau im Jahr 2007



Quelle: Abschätzungen Fraunhofer ISI

Abbildung 3-11 Endenergieverbrauch für die Erzeugung von Wärme nach Temperaturniveau (Ebene 4) im Jahr 2007



Quelle: Abschätzungen Fraunhofer ISI

## 4 Anhang

### 4.1 Glossar

AGEB	Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BMVBW	Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie
BMU	Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU)
GHD	Sektor Gewerbe, Handel und Dienstleistungen
EBF	Energiebezugsfläche, vgl. hierzu auch VDI 3807 sowie DIN 277 (bzw. die hier aufgeführten Begriffe BGF, HNF).
EFH/ ZFH	Einfamilienhaus/ Zweifamilienhaus
EnEV	Energieeinspar-Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden
Endenergie	Die beim Endverbraucher ankommende Energie bezeichnet man als Endenergie. Es ist derjenige Teil der Primärenergie, welcher dem Verbraucher nach Abzug von Transport- und Umwandlungsverlusten zur Verfügung steht.
IKT (Geräte)	Information- und Kommunikation, wird als Bezeichnung für alle Gerätegruppen zur Unterhaltung, Datenverarbeitung und Telekommunikation verwendet.
MFH	Mehrfamilienhaus
Nutzenergie	Die Nutzenergie ist diejenige Energie, die dem Endnutzer für seine Bedürfnisse zur Verfügung steht. Sie entsteht durch Umwandlung der Endenergie. Mögliche Formen der Nutzenergie sind Wärme zur Raumheizung, Kälte zur Klimatisierung, Licht, mechanische Arbeit oder Schallwellen.
PHH	Sektor der Privaten Haushalte
Primärenergie	Als Primärenergie bezeichnet man die Energie, die mit den natürlich vorkommenden Energieformen oder Energiequellen zur Verfügung steht. Dazu zählen die fossilen Energieträger wie z.B. Kohle, Erdöl, Erdgas, die Kernbrennstoffe, sowie die erneuerbaren Energie.
UBA	Umweltbundesamt (UBA)
VDEW	Verband der deutschen Elektrizitätswirtschaft, Berlin und Frankfurt

## 4.2 Literaturverzeichnis

- AGEB (2008): Vorwort zu den Energiebilanzen für die Bundesrepublik Deutschland; Stand November 2008, Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V.
- AGEB (2009): Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen: Energiebilanzen der Bundesrepublik Deutschland 1990-2007 und Auswertungstabellen 1990-2008. Stand September 2009. DIW Berlin, EEFA, Köln. 28. Oktober 2009 (<http://www.ag-energiebilanzen.de>)
- AGEB / BDEW (1990-2007): Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen / VDEW-Projektgruppe "Nutzenergiebilanzen": Endenergieverbrauch in Deutschland (verschiedene Jahrgänge)
- ages GmbH (2008): Verbrauchskennwerte 2005. Energie- und Wasserverbrauchskennwerte in der Bundesrepublik Deutschland. 2. Aufl., Münster. (<http://ages-gmbh.de>)
- Almeida, A.T.; Fonseca, P.; Ferreira, F.; Guisse, F.; Blaise, J.; Clair, E.; Diop, A.; Previ, A.; Dominiononi, A.C.; Di Pillo, M.; Russo, S.; Falkner, H.; Reichert, J.; Tönsing, E.; Malmose, K. (2001): Improving the penetration of energy-efficient motors and drives - In Cooperation with University of Coimbra / Department of Electrical Engineering; Electricite de France; ENEL (Italy); ETSU (UK); NESA (Denmark), Coimbra(Portugal): University of Coimbra.
- Baumgartner, W.; Ebert, O.; Weber, F. (2006): Der Energieverbrauch der Industrie, 1990 - 2035 Ergebnisse der Szenarien I bis IV und der zugehörigen Sensitivitäten BIP hoch, Preise hoch und Klima wärmer, Bern: Bundesamt für Energie (BFE).
- Ecofys (project leader), Fraunhofer ISI, Öko-Institut: Methodology for the free allocation of emission allowances in the EU ETS post 2013. General report and sector reports. By order of the European Commission. November 2009 [http://ec.europa.eu/environment/climat/emission/benchmarking\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/climat/emission/benchmarking_en.htm).
- Elliot, R.N.; Nadel, S. (2003): Realizing Energy Efficiency Opportunities in Industrial Fan and Pump Systems, Washington D.C.: American Council for an Energy-Efficient Economy.
- EU Energieverbrauchslabel, Effizienzanforderungen  
<http://www.hea.de/service/fachwissen/kuehlen-und-gefrieren/betriebswerte-und-energieverbrauchs-kennzeichnung/energieverbrauchs-kennzeichnung.php>
- EuP Preparatory Studies Lot 10 (2008): "Residential room conditioning conditioning appliances (airco and ventilation). Laufend. (<http://www.ecoaircon.eu>)
- Fraunhofer ISI/GfK (2001): Evaluierung zur Umsetzung der Energieverbrauchskennzeichnung. 2001. Karlsruhe, Nürnberg.
- Fraunhofer ISI/DIW/GfK/TUM (2004): Fraunhofer ISI, DIW, GfK, Institut für Energetik um Umwelt, TUM (2004): Energieverbrauch der Privaten Haushalte und des Sektors Gewerbe, Handel und Dienstleistungen. 2004. Karlsruhe, Berlin, Nürnberg, Leipzig, München.



- 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
- Fraunhofer IZM, Fraunhofer ISI (2009): Abschätzung des Energiebedarfs der weiteren Entwicklung der Informationsgesellschaft. Abschlussbericht an das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie. Berlin, Karlsruhe, März 2009
- Hofer, R. (1994): Analyse der Potenziale industrieller Kraft-Wärme-Kopplung, Heft 28, IFE Schriftenreihe: IFE.
- IEA (2007): Tracking Industrial Energy Efficiency and CO2 Emissions. In support of the G8 Plan of Action. OECD/IEA 2007
- IEA (2009): Energy technology transitions for industry. Strategies for the Next Industrial Revolution. OECD/IEA 2009
- Institut für Angewandte Thermodynamik und Klimatechnik (IATK); Forschungszentrum für Kältetechnik und Wärmepumpen GmbH (FKW); Institut für Lust- und Kältetechnik gGmbH (ILK) (2002): Energiebedarf für die technische Erzeugung von Kälte in der Bundesrepublik Deutschland, Statusbericht Nr. 22, Hannover: Deutscher Kälte- und Klimatechnischer Verein (DK).
- IWU (2010): Gradtagszahlen für Deutschland.  
[http://www.iwu.de/fileadmin/user\\_upload/dateien/energie/werkzeuge/Gradtagszahlen\\_Deutschland.xls](http://www.iwu.de/fileadmin/user_upload/dateien/energie/werkzeuge/Gradtagszahlen_Deutschland.xls)
- Jochem, E.; Bradke, H. (1996): Energieeffizienz, Strukturwandel und Produktionsentwicklung der deutschen Industrie, Monographien des Forschungszentrums Jülich, Jülich.
- Landwehr, M.; Eichhammer, W.; Engel, T. (1996): Characterization of Electric Motor Stock and Electricity Use in Germany (former West Germany) - Final Report. Subcontract for the University of Coimbra (ISR) within the European Union Study "Energy Efficiency Actions for Electric Motors", Karlsruhe: ISI.
- Radgen, P. (2006): Energie-, Kosten- und Umweltaspekte bei der Druckluftversorgung, Fachforum Optimierung von Druckluftanlagen März 2006, Regensburg: Otti-Kolleg.
- Radgen, P. (2002): Market study for improving energy efficiency for fans, Stuttgart: Fraunhofer IRB Verl.
- Schmid, C.; Brakhage, A.; Radgen, P.; Layer, G.; Arndt U.; Carter, J.; Duschl, A.; Lilleike, J.; Nebelung, O. (2003): Möglichkeiten, Potenziale, Hemmnisse und Instrumente zur Senkung des Energieverbrauchs branchenübergreifender Techniken in den Bereichen Industrie u. Kleinverbrauch, Karlsruhe/ München: Fraunhofer Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung; Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V.
- SIA 385/3: Schweizerischer Ingenieur und Architektenverein. Warmwasserversorgungen für Trinkwasser in Gebäuden. 1991. Zürich.

- Statistisches Bundesamt (2002): Brennstoffeinsatz für Stromeigenerzeugung der Betriebe im Bergbau und im Verarbeitenden Gewerbe 2001 für ausgewählte WZ-Nummern. Sonderauswertung für das Fraunhofer ISI. Wiesbaden
- Statistisches Bundesamt (2008a): Fachserie 4, Reihe 6.5. Statistik der Energiewirtschaft sowie detaillierte Daten zum Energieverbrauch der Betriebe im Bergbau und im Verarbeitenden Gewerbe und detaillierte Daten zum Energieverbrauch der Stahlerzeugung für das Jahr 2007. Wiesbaden. Stand Dezember 2008.
- Statistisches Bundesamt (2008b): Fachserie 4, Reihe 4.1.1 Beschäftigung und Umsatz der Betriebe des Verarbeitenden Gewerbes 2007, Wiesbaden: Statistisches Bundesamt.
- Statistisches Bundesamt (2008c): Fachserie 4 Reihe 3: Produktion im produzierenden Gewerbe 2007.
- Statistisches Bundesamt (2008d): Fachserie 4, Reihe 6.4. Stromerzeugungsanlagen der Betriebe im Bergbau und im Verarbeitenden Gewerbe 2007. Wiesbaden.
- Statistisches Bundesamt (2008e): Einkommens- und Verbrauchsstichprobe 2008, Ergebnisse zur Ausstattung privater Haushalte mit Gebrauchsgütern und zur Wohnsituation als Ergebnis der Einkommens- und Verbrauchsstichprobe. Wiesbaden.
- Statistisches Bundesamt (2008f): Mikrozensus 2008. Wiesbaden.
- Statistisches Bundesamt (2008g): Mikrozensus – Zusatzerhebung 2006 Bestand und Struktur der Wohneinheiten und Wohnsituation der Haushalte. 2008. Wiesbaden.
- Statistisches Bundesamt (2008h): Gebäude und Wohnungen – Baugenehmigungen/ Baufertigstellungen von Wohn- und Nichtwohngebäuden (Neubau) nach Art der Beheizung und Art der Heizenergie. 2008. Wiesbaden.
- Statistisches Bundesamt (2009): Gebäude und Wohnungen – Bestand an Wohnungen und Wohngebäude. Abgang von Wohnungen und Wohngebäuden. 2009. Wiesbaden.
- Techem (2008): Techems „Energiekennwerte“ in der 8. Auflage. 2008. Eschborn
- Tecson (2010): <http://www.tecson.de/pheizoel.htm>
- top10 (2010): [http://www.topten.ch/index.php?page=ratgeber\\_kochfelder](http://www.topten.ch/index.php?page=ratgeber_kochfelder)
- UBA (2009): Energieeffizienz in Zahlen, Zweiter Zwischenbericht, Forschungs- und Entwicklungsvorhaben, FKZ 3708 41 121, für das Umweltbundesamt (UBA)
- VDEW (2006): Endenergieverbrauch in Deutschland 2004, Energie Spezial, Berlin: VDEW.
- VDI (2008): VDI-Richtlinie: Energie- und Wasserverbrauchskennwerte für Gebäude, Teil-kennwerte elektrische Energie, Blatt4, Düsseldorf: Verein Deutscher Ingenieure.
- Vogt, M.; Kirschbaum, S.; Meyer, B.; Blum, O.; Meyer, J.; Schubert, A. (2008): Branchenleitfaden für die Papierindustrie, Duisburg: Arbeitsgemeinschaft Branchenenergiekonzept Papier.
- Wirtschaftsvereinigung Stahl (2009): Statistisches Jahrbuch der Stahlindustrie 2009/2010. Verlag Stahleisen GmbH, Düsseldorf.

XEnergy (2001): Assessment of the market for compressed air efficiency services, US Department of Energy (Hrsg.).

ZVEI 2007: Zentralverband der Elektroindustrie e. V., Frankfurt/Main; vertrauliche Auskunft über die Anzahl der in Deutschland verkauften Lampen nach Lampentypen

### 4.3 Umrechnungsfaktoren

#### Vorsatzzeichen:

Tabelle A-4-1: Vorsatzzeichen und entsprechende Faktoren

Bezeichnung:	Faktor:	Bezeichnung:	Faktor:
Nano (n)	$10^{-9}$	Mega (M)	$10^6$
Micro ( $\mu$ )	$10^{-6}$	Giga (G)	$10^9$
Milli (m)	$10^{-3}$	Tera (T)	$10^{12}$
Kilo (k)	$10^3$	Peta (P)	$10^{15}$

#### Energieeinheiten:

Tabelle A-4-2: Umrechnungsfaktoren Energieeinheiten

Von: \ Zu:	J	TJ	kWh
J	1	$1 \times 10^{-12}$	$0.2778 \times 10^{-6}$
TJ	$1 \times 10^{12}$	1	$0.2778 \times 10^6$
kWh	$3.6 \times 10^6$	$3.6 \times 10^{-6}$	1
GWh	$3.6 \times 10^{12}$	3.6	$1 \times 10^6$

#### 4.4 Charakterisierung der verwendeten Datenquelle im Sektor PHH nach Anwendungssystemen

Die in dieser Studie zur Differenzierung des Energieverbrauchs verwendeten Quellen werden nach ihrem formalen Charakter und ihrer Erscheinungshäufigkeit gekennzeichnet. Des Weiteren werden die zu getroffenen Annahmen genannt.

Es werden folgende fünf Quellentypen unterschieden:

- A...Primärstatistik (amtliche und halbamtliche Statistik)
- B...Sekundärstatistik (Erhebungen Dritter, Verbandsdaten, Paneldaten)
- C...Befragungen (Auswertungsergebnisse)
- D...Modellrechnungen (I.d.R. unter Einziehung von Primär- und Sekundärstatistik)
- E...Expertenschätzung (basierend auf Annahmen)

Die Erscheinungshäufigkeit der Quellen wird wie folgt angegeben.

- e...einmalig
- j...jährlich
- 2j...zwei-jährlich
- xj...x-jährlich

Abbildung 4-1: Verwendeten Quellen und Annahmen zur Berechnung des Energieverbrauchs für Raumwärme

<b>Anwendungsbereich: Raumwärme</b>				
Berechnungskonzept:	Energieverbrauch = (beheizte Gebäudefläche x spez. Nutzwärmeverbrauch / Wirkungsgrad Heizungssystem)*Klimaberücksichtigung			
	Quellentyp	Erscheinungshäufigkeit	Quelle	Inhalt/ Bemerkungen
<b>Beheizte Gebäudefläche</b>	A	4j	MZ-Zusatzerhebung 2006	Bewohnte Wohneinheiten nach Gebäudegröße, Baujahr und Fläche
	A	4j	MZ-Zusatzerhebung 2006	Bewohnte Wohneinheiten nach Art der Nutzung, Gebäudegröße, Baujahr, Sammelheizung und Energieart *)
	E	e	Annahme	Matching Wohnflächen mit Heizungssystemen (Annahme; WE der gleichen Baualterklasse und Gebäudegröße haben unabhängig von Heizungssystem die gleiche Wohnfläche)
	A	j	Baufertigstellungsstatistik	Fertigstellungen von Wohngebäuden nach Art der Beheizung
	A	j	Gebäudeabgangsstatistik	Abgang von Wohnungen und Wohngebäuden
<b>spez. Energieverbrauch</b>	E	e	Prognos Gebäudemodell	Nutzwärmeverbrauch nach Gebäudegröße (3 Typen) und Baualter
	B	2j	Techem	Nutzwärmeverbrauch nach Gebäudegröße (7 Typen)
<b>Heizungssystem</b>	E	e	Prognos Gebäudemodell	Jahresnutzungsgrad der Heizungssysteme
	E	e	Prognos Gebäudemodell	Abschätzung des verwendeten Energieträger bei Einzelheizungen
<b>Witterungsberücksichtigung</b>	A	j	IWU 2010, eigene Berechnung	Gradtagszahlen für Deutschland

Abbildung 4-2: Verwendeten Quellen und Annahmen zur Berechnung des Energieverbrauchs für Waschmaschinen

<b>Gerätegruppe: Waschmaschinen</b>				
<b>Berechnungskonzept:</b>	Energieverbrauch = Gerätebestand x spez. Energieverbrauch x Nutzungskomponente			
<b>Gerätebestand</b>	<b>Quellentyp</b>	<b>Erscheinungshäufigkeit</b>	<b>Quelle</b>	<b>Inhalt/ Bemerkungen</b>
	B	1j	GfK	Verkaufszahlen und Effizienzklassen für 2002-2008
	A	5j	Statistisches Bundesamt (2008e)	Ausstattung privater Haushalte mit Gebrauchsgütern
	A	2j	Statistisches Bundesamt (2008f)	Mikrozensus: Anzahl der Haushalte
	B	e	ISI/ GfK (2001)	Effizienzklassen 1998-2000
	E	e	Schätzung	Effizienzklassen der Geräte in anderen vor 1998 u. 2001
<b>spez. Energieverbrauch</b>	A	e	Anforderungen Verbrauchsetikett	Energieverbrauch für Standardwaschgang (60°C)
	E	e	Schätzung	Warmwasserverbrauch der Geräte zur Berechnung des Energieverbrauch bei 40°C
<b>Nutzungskomponente</b>	E	e	Schätzung	Anzahl der Waschgänge nach Temperaturniveau

Abbildung 4-3: Verwendeten Quellen und Annahmen zur Berechnung des Energieverbrauchs für Kühlschränke, Kombi- und Gefriergeräte

<b>Gerätegruppe: Kühlschranke, Kombigeräte und Gefrierschränke bzw. Gefriertruhen</b>				
Berechnungskonzept:	Energieverbrauch = Gerätebestand x spez. Energieverbrauch			
<b>Gerätebestand</b>	<b>Quellentyp</b>	<b>Erscheinungshäufigkeit</b>	<b>Quelle</b>	<b>Inhalt/ Bemerkungen</b>
	B	1j	GfK	Verkaufszahlen, Größen und Effizienzklassen für 2002-2008
	A	5j	Statistisches Bundesamt (2008e)	Ausstattung privater Haushalte mit Gebrauchsgütern
	A	2j	Statistisches Bundesamt (2008f)	Mikrozensus: Anzahl der Haushalte
	E	e	Schätzung	Größe der Geräte vor 2002
	E	e	Schätzung	Anteil der Geräte mit einem Gefrierfach
	E	e	Schätzung	Anteil der Einbaugeräte
	E	e	Schätzung	Anteil der Geräte nach Klimaklassen
<b>spez. Energieverbrauch</b>	A	e	Anforderungen Verbrauchsetiketten	Relativer Verbrauch zum Standard-Jahresenergieverbrauch
	E	e	Schätzung	Durchschnittlichen Verbrauch nach Effizienzklassen
	E	e	Schätzung	Matching Effizienzklasse und Größe der Geräte

Abbildung 4-4: Verwendeten Quellen und Annahmen zur Berechnung des Energieverbrauchs für Geschirrspüler

<b>Gerätegruppe: Geschirrspüler</b>				
Berechnungskonzept:	Energieverbrauch = Gerätebestand x spez. Energieverbrauch x Nutzungskomponente			
Gerätebestand	Quellentyp	Erscheinungshäufigkeit	Quelle	Inhalt/ Bemerkungen
	B	1j	GfK	Verkaufszahlen und Effizienzklassen für 2002-2008
	A	5j	Statistisches Bundesamt (2008e)	Ausstattung privater Haushalte mit Gebrauchsgütern
	A	2j	Statistisches Bundesamt (2008f)	Mikrozensus: Anzahl der Haushalte
	B	e	ISI/ GfK (2001)	Effizienzklassen 1998-2000
	E	e	Schätzung	Effizienzklassen der Geräte in anderen vor 1998 u. 2001
<b>spez. Energieverbrauch</b>	A	e	Anforderungen Verbrauchsetikett	Standardverbrauch bez. auf die Gedeckanzahl
<b>Nutzungskomponente</b>	E	e	Schätzung	Anzahl der Spülvorgänge

Abbildung 4-5: Verwendeten Datenquellen und Annahmen zur Berechnung des Energieverbrauchs für Wäschetrockner

<b>Gerätegruppe: Trockner</b>				
Berechnungskonzept:	Energieverbrauch = Gerätebestand x spez. Energieverbrauch x Nutzungskomponente			
Gerätebestand	Quellentyp	Erscheinungshäufigkeit	Quelle	Inhalt/ Bemerkungen
	B	1j	GfK	Verkaufszahlen und Effizienzklassen für 2004-2008
	A	5j	Statistisches Bundesamt (2008e)	Ausstattung privater Haushalte mit Gebrauchsgütern
	A	2j	Statistisches Bundesamt (2008f)	Mikrozensus: Anzahl der Haushalte
	B	e	ISI/ GfK (2001)	Effizienzklassen 1998-2000
	E	e	Schätzung	Effizienzklassen der Geräte in 2001-2003 und vor 1998
	E	e	Schätzung	Anteil der Kondensations- und Ablufttrockner vor 2004
<b>spez. Energieverbrauch</b>	A	e	Anforderungen Verbrauchsetikett	Energieverbrauch pro kg Wäsche
<b>Nutzungskomponente</b>	E	e	Schätzung	Anzahl der Trockenvorgänge (und Beladung)



Abbildung 4-6: Verwendeten Quellen und Annahmen zur Berechnung des Energieverbrauchs für Herde

<b>Gerätegruppe: Kochen</b>				
Berechnungskonzept:	Energieverbrauch = Gerätebestand x spez. Energieverbrauch x Nutzungskomponente (Backen und Kochen)			
Gerätebestand	Quellentyp	Erscheinungshäufigkeit	Quelle	Inhalt/ Bemerkungen
	B	1j	GfK	Verkaufszahlen und Effizienzklassen für 2002-2008
	A	5j	Statistisches Bundesamt (2008e)	Ausstattung privater Haushalte mit Gebrauchsgütern
	A	2j	Statistisches Bundesamt (2008f)	Mikrozensus: Anzahl der Haushalte
	E	e	Schätzung	Effizienzklassen der Geräte vor 2002
<b>spez. Energieverbrauch</b>	A	e	Anforderungen Verbrauchsetikett Schätzung	Energieverbrauch pro Backvorgang Mittlere Größe der Backröhre
<b>Nutzungskomponente</b>	E	e	Schätzung	Anzahl der Back- und Kochvorgänge
	E	e	Schätzung	Nutzungsdauer und Intensität der Kochplatten

#### 4.5 Charakterisierung der verwendeten Datenquelle im GHD-Sektor

Die in dieser Studie zur Differenzierung des Energieverbrauchs verwendeten Quellen werden nach ihrem formalen Charakter und ihrer Erscheinungshäufigkeit gekennzeichnet. Zusätzlich werden die Quellen hinsichtlich ihrer Datenqualität qualitativ beschrieben.

Es werden folgende fünf Quellentypen unterschieden:

- A...Primärstatistik (amtliche und halbamtliche Statistik)
- B...Sekundärstatistik (Erhebungen Dritter, Verbandsdaten, Paneldaten)
- C...Befragungen (Auswertungsergebnisse)
- D...Modellrechnungen (I.d.R. unter Einziehung von Primär- und Sekundärstatistik)
- E...Expertenschätzung (basierend auf Annahmen)

Die Erscheinungshäufigkeit der Quellen wird wie folgt angegeben.

- e...einmalig
- j...jährlich
- 2j...zwei-jährlich
- xj...x-jährlich
- 

Quellentyp	Erscheinungshäufigkeit	Quelle	Inhalt/ Bemerkungen
<b>Geräte- und Anlagenbestand, Ausstattung</b>			
C	2j	GfK	GHD-Breitenerhebung per Fragebogen
C	2j	GfK	GHD-Tiefeninterviews per Fragebogen
A	i	Stat. Jahrbuch für Landwirtschaft	Bestand landwirtsch. Geräte
B	e	IfE	Ausstattung von Arbeitsstätten
A	j	Stat. Jahrbuch für Deutschland	Bettenzahlen von Krankenhäusern
A	j	ADV	Passagierzahlen und Verkehrsflugeinheiten von Flughäfen
<b>Energieverbrauchsangaben</b>			
A	j	AGEB	Energieverbrauch
A	j	Stat. Jahrbuch für Landwirtschaft	Energieverbrauch
B	e	Internetrecherche	Geschäftsberichte und Umwelterklärungen von Flughäfen, Deutsche Bahn AG, Telekom
<b>spez. Energieverbrauch</b>			
C	j	GfK/IfE	Strom- und Brennstoffverbrauch
C	xj	GfK/IfE	spez. Energieverbrauch
B/D	e	GEKLES	Energieverbrauch nach Anwendungen
B	e	DKV	Prozess- und Klimatechnische-Anlagen
B	e	Verbrauchskennwerte 2005	Heizungen, Stromverbrauch
B	e	DKV, Statusbericht Nr. 22	Kälteprozesse
B	e	IKARUS, Querschnittstechniken	Teilprojekt Flächenspezifische Verbräuche
B	e	Wemmer, Schurig: Einführung in die Lichttechnik	Lampen und Leuchten
B	e	Wemmer, Schurig: Einführung in die Beleuchtungstechnik	Lampen und Leuchten
B	e	OSRAM; Herstellerangaben zu Lampen und Leuchten	Lampen und Leuchten
B	e	Hermes	Arbeitsstätten-spezifische Bilanzen



B	e	Lange et. al.	Arbeitsstättenpezifische Bilanzen
B	e	Dirksmeyer	Arbeitsstättenpezifische Bilanzen
B	e	Kauffeld	Kältetechnische Anlagen
B	e	Kruse	Kältetechnische Anlagen
B	e	Wobst	Kältetechnische Anlagen
B	e	Informationen des DKV	Kältetechnische Anlagen
B	e	Diplom-, Semester- und Studienarbeiten am Lehrstuhl für Energiewirtschaft und Anwendungstechnik	Anwendungsspezifische Angaben
<b>Nutzungskomponente</b>			
C	j	GfK/IfE	Betriebsweise, Einsatzdauern
C	xj	GfK/IfE	Leistungen, Betriebsabläufe, Nutzungsdauern
		GEKLES	Leistungen, Höchstlasten, Vollbenutzungsstunden, Ausnutzungsdauern der Anwendungsarten
B/D	e		
B	e	Diplom-, Semester- und Studienarbeiten am Lehrstuhl für Energiewirtschaft und Anwendungstechnik	Leistungen, Höchstlasten, Vollbenutzungsstunden, Ausnutzungsdauern der Anwendungsarten

## 4.6 Charakterisierung der verwendeten Datenquelle im Industrie-Sektor

Die in dieser Studie verwendeten Quellen werden nach ihrem formalen Charakter und ihrer Erscheinungshäufigkeit gekennzeichnet. Zusätzlich werden die Quellen hinsichtlich ihrer Datenqualität qualitativ beschrieben.

Quellentyp	Erscheinungshäufigkeit	Quelle	Inhalt/ Bemerkungen
<b>Rahmendaten (Beschäftigte, Fläche, etc)</b>			
A	j	Statistisches Bundesamt, Fachserie 4, Reihe 4.1.1 (Berichtsjahre 2007 und 2004)	Beschäftigung der Betriebe des Verarbeitenden Gewerbes 2007, Ausgaben bis 2004 teilen nach Beschäftigten in Produktion und Büro
A	j	Statistisches Bundesamt, Fachserie 4 Reihe 3 (Berichtsjahr 2007)	Produktion im produzierenden Gewerbe
<b>Energieverbrauchsangaben</b>			
A	j	AGEB 2009: Energiebilanz für das Jahr 2007	Endenergieverbrauch der Industrie nach Branchen
E	j	AGEB/BDEW 2009: Anwendungsbilanzen	Differenzierung des Energieverbrauchs nach sechs Anwendungszwecken, Endverbrauchs-Sektoren und Energieträgern
A	j	Statistisches Bundesamt 2008a: Fachserie 4, Reihe 6.5 sowie detaillierte Daten aus der Erhebung über die Energieverwendung	Detaillierte Daten zum Energieverbrauch nach Energieträgern und Branchen (bis auf die Ebene der WZ-4-Steller). Teilweise fehlende Daten bei einzelnen Energieträgern wegen Geheimhaltung.
A	j	Fachserie 4, Reihe 6.4. Stromerzeugungsanlagen der Betriebe im Bergbau und im Verarbeitenden Gewerbe 2007. Wiesbaden.	Daten seit 2002 nur noch für ausgewählte WZ-2-Steller verfügbar; seit 2002 keine Trennung zwischen Strom- und Wärmeerzeugung mehr.
A	j (bis 2001)	Statistisches Bundesamt 2002: Sonderauswertung zum Brennstoffeinsatz für Stromeigenerzeugung	Detaillierte Daten zum Brennstoffeinsatz für Stromeigenerzeugung nach Energieträgern und Branchen (bis auf die Ebene der WZ-4-Steller)
A	j	Statistisches Bundesamt, Eisen- und Stahlstatistik: Brennstoff-, Gas- und Stromwirtschaft der Hochofen-, Stahl- und Walzwerke sowie Schmiede-, Preß- und Hammerwerke einschl. der örtlich verbunden sonstigen Betriebe im Jahr 2007	Detaillierte Daten zum Energieverbrauch der Eisen- und Stahlindustrie nach Prozessen.
<b>Energiekennwerte und anwendungsbezogene Studien (spez. Verbrauch, Anteile, etc.)</b>			
C/D	e	Almeida et al. (2001)	Ergebnisse einer Befragung zum Stromverbrauch in Motor-Querschnittstechniken (Pumpen, Kälte, Ventilatoren, Druckluft) in

E	e	Elliot, Nadel (2003)	einzelnen EU-Ländern. Mit Hochrechnung auf EU-15 Daten von 1998 Anteile von Ventilatoren und Pumpen am Stromverbrauch der Industrie in den USA
C/D	xj	Fraunhofer ISI, IfE/TUM, GfK (2009)	Spezifische Verbrauchskennwerte in Büros und Herstellungsbetrieben des GHD (teilweise übertragbar auf Industrie). Auch Daten zum spezifischen Flächenbedarf wurden genutzt.
D/E	e	Fraunhofer IZM, Fraunhofer ISI (2009):	Abschätzung des Strombedarfs für Bürogeräte und Server in Unternehmen
D	e	Hofer (1994)	Aufteilung des Wärmebedarfs auf Temperaturniveaus.
D/E	e	IATK et al. (2002)	Detaillierte bottom-up Berechnung des Energieverbrauchs für Kälteanwendungen für Deutschland
C/E	e	Radgen, P. (2006)	Basiert auf Ergebnissen des Druckluft-Effizient Programms und beinhaltet Abschätzungen zum Stromverbrauch durch Druckluft in den einzelnen Branchen der Industrie
C/E	e	Radgen et al. (2002)	Stromverbrauch in Ventilatoren in Europa differenziert nach Branchen der Industrie
D/E	e	Schmid et al. 2003	Detaillierte Analyse von Querschnittstechniken in GHD und Industrie inklusive vereinzelter Abschätzungen zum Stromverbrauch der verschiedenen Anwendungen
C/D/E	xj	VDI 2008	Energie- und Wasserverbrauchskennwerte für Gebäude
E	e	XEnergy (2001)	Analyse des Stromverbrauchs zur Druckluftherzeugung in den USA
C	e	Vogt et al. (2008)	Branchenleitfaden zum Energiesparen in der Papierindustrie. Beinhaltet Ergebnisse einer Befragung von Papierfabriken